



## **Um Estudo Econométrico do Mercado Brasileiro de Celulose, 1969 – 2005**

**Grupo de Pesquisa: COMÉRCIO INTERNACIONAL**

**Naisy Silva Soares, Márcio Lopes da Silva, Sebastião Renato Valverde João  
Eustáquio de Lima; Kaio Henrique Adame**

### **Resumo**

O SEGMENTO DE CELULOSE E PAPEL CONTRIBUI DE FORMA SIGNIFICATIVA PARA A ECONOMIA BRASILEIRA. O CONHECIMENTO DA ESTRUTURA DO MERCADO DE CELULOSE É FUNDAMENTAL PARA FINS DE PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO, COMERCIALIZAÇÃO E PREVISÃO PARA O SETOR. O PRESENTE TRABALHO TEM COMO OBJETIVO PRINCIPAL ESPECIFICAR E ESTIMAR A OFERTA E DEMANDA BRASILEIRA DE CELULOSE, BEM COMO A OFERTA E A DEMANDA DE EXPORTAÇÃO, NO PERÍODO DE 1969 A 2005. OS RESULTADOS OBTIDOS, USANDO O MÉTODO MÍNIMOS QUADRADOS DE DOIS ESTÁGIOS (MQ2E), MOSTRAM QUE A OFERTA E A DEMANDA INTERNA DE CELULOSE, BEM COMO A OFERTA E A DEMANDA DE EXPORTAÇÃO SÃO PREÇO-INELÁSTICA. A DEMANDA INTERNA É INELÁSTICA COM RELAÇÃO À RENDA. JÁ A DEMANDA DE EXPORTAÇÃO É ELÁSTICA COM RELAÇÃO À RENDA. A OFERTA INTERNA É MAIS SENSÍVEL A VARIAÇÕES NO PREÇO DAS MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS. A OFERTA DE EXPORTAÇÃO É SENSÍVEL A VARIAÇÕES NA PRODUÇÃO E NO CONSUMO INTERNO E A DEMANDA DE EXPORTAÇÃO, A VARIAÇÕES NA RENDA DOS PAÍSES IMPORTADORES.

Palavra-chave: Celulose, Produto florestal, Oferta, Demanda.

### **Abstract**

THE WOOD PULP AND PAPER SECTOR CONTRIBUTES SIGNIFICANTLY FOR THE BRAZILIAN ECONOMY. THE KNOWLEDGE OF THE WOOD PULP MARKET STRUCTURE IS IMPORTANT FOR PRODUCTION PLANNING, COMMERCIALIZATION AND FORECAST FOR THE SECTOR. THE MAIN OBJECTIVE OF THE PRESENT STUDY IT TO SPECIFY AND ESTIMATE THE DOMESTIC SUPPLY AND DEMAND OF WOOD PULP, AS WELL AS THE EXPORT SUPPLY AND DEMAND FUNCTIONS, IN THE PERIOD FROM 1969 TO 2005. THE RESULTS, USING THE TWO-STAGE LEAST SQUARES METHOD (TSLS), INDICATED THAT DOMESTIC SUPPLY AND DEMAND OF WOOD PULP, AS WELL AS THE EXPORT SUPPLY AND DEMAND FUNCTION EXPORTATION ARE PRICE INELASTIC. THE DOMESTIC DEMAND IS INELASTIC IN RELATION TO INCOME. THE EXPORT DEMAND IS ELASTIC IN RELATION TO INCOME. THE DOMESTIC SUPPLY IS MORE AFFECTED BY CHANGES IN MACHINERY AND EQUIPMENT PRICES. THE EXPORT SUPPLY IS AFFECTED BY CHANGES IN PRODUCTION AND DOMESTIC DEMAND



AND THE EXPORT DEMAND IS AFFECTED BY CHANGES IN INCOME OF IMPORTING COUNTRIES.

Key words: Wood Pulp, Forest Product, Supply, Demand

## 1. INTRODUÇÃO

A celulose de madeira é o principal insumo para a fabricação de papel e papelão. A sua produção caracteriza-se pela economia de escala, pelo elevado nível de padronização e pela existência de um mercado internacional de tamanho significativo (OLIVEIRA, 1995).

O setor brasileiro de celulose e papel contribui de forma significativa para o desenvolvimento do país em termos de geração de renda, emprego e impostos. Em 2006, existiam cerca de 220 empresas operando no setor, gerando 100 mil empregos diretos e indiretos nas indústrias e nas florestas e um pagamento de R\$ 2,1 bilhão de impostos (BRACELPA, 2007).

O Brasil foi o sexto produtor mundial de celulose de todos os tipos com 11.139.000 toneladas e o maior produtor de celulose de fibra curta de mercado com 7.700.000 toneladas, em 2006 (BRACELPA, 2007).

Com relação ao consumo nacional, este foi de 4.929.304 toneladas em 2005, colocando o Brasil na sétima posição no *ranking* mundial (FAO, 2007).

No ano de 2005, o Brasil foi o terceiro maior exportador mundial de celulose com 5.005.645 toneladas, perdendo apenas para o Canadá (10.622.000 toneladas) e Estados Unidos (5.817.000). As vendas de papel e celulose para o exterior representam cerca de 4% das exportações brasileiras, com saldo comercial de US\$ 556 milhões, no início da década de 90, e US\$ 2,9 bilhões em 2006. Essas exportações concentram-se basicamente em celulose de fibra curta derivada da madeira de eucalipto, com mais de 90% do total. Em 2006, os maiores compradores da celulose brasileira foram a Europa (49%), Ásia (30%) e América do Norte (19%) (FAO, 2007; BRACELPA, 2007).

Embora o Brasil tenha conquistado posição de destaque no comércio internacional de celulose, a competição pelos mercados externos é grande. Assim, torna-se necessário conhecer o comportamento do mercado, bem como da demanda e oferta do produto para garantir esta posição, conforme observou Silva (1996). Porém, poucos trabalhos econométricos têm sido feitos no Brasil com objetivo de conhecer o comportamento do mercado de celulose (SILVA, 1996; BACHA e SANJUAN, 2004; e MONTEBELLO, 2006). Trabalhos deste tipo são fundamentais para fins de planejamento da produção, comercialização, previsão e formulação de políticas para o desenvolvimento do setor.

Neste contexto, este estudo tem como objetivo principal especificar e estimar a oferta e demanda brasileira de celulose, bem como a oferta e a demanda de exportação, no período de 1969 a 2005. Especificamente, pretende-se analisar o comportamento da oferta e demanda interna e da oferta e demanda de exportação do produto em relação às variações do preço, renda e outras variáveis.

## 2. MATERIAL E MÉTODO

### 2.1. Referencial Teórico



Segundo Passos e Nogami (2005) e Bilas (1993), a quantidade demandada ( $Q^D$ ) de um bem ou serviço é função de seu preço ( $P$ ), do preço de um bem complementar ( $P_C$ ), do preço de um bem substituto ( $P_S$ ), da renda dos consumidores ( $Y$ ), população ( $POP$ ), gostos e preferências do consumidor ( $G$ ), conforme equação 1.

$$Q^D = f(P, P_C, P_S, Y, POP, G) \quad (1)$$

De acordo com a teoria do consumidor e com a classificação de Hicks, a quantidade demandada reage negativamente ao aumento no preço do produto e no preço do bem complementar e reage positivamente ao aumento do preço do bem substituto e da população. Com relação ao aumento na renda dos consumidores, a quantidade demandada reage positivamente se o bem for normal e negativamente se o bem for inferior. As mudanças nos gostos e nas preferências dos consumidores podem aumentar ou diminuir a quantidade demandada de um determinado bem. Ressalta-se que variações nos preços do produto específico provocam deslocamentos ao longo da curva de demanda. Já as mudanças nos preços do bem complementar, nos preços do bem substituto, na população, nos gostos e nas preferências dos consumidores e na renda, ou seja, mudanças nas variáveis que afetam a demanda, exceto o preço, deslocam a curva de demanda.

A quantidade ofertada de um bem ( $Q^S$ ) é função de seu preço ( $P$ ) e dos preços dos fatores de produção como: preço da mão-de-obra ( $W$ ) e preço do capital ( $K$ ), isto é (equação 2):

$$Q^S = f(P, W, K) \quad (2)$$

Na função de oferta também podem ser incluídas variáveis como preços de um bem substituto ( $P_S$ ) ou complementar ( $P_C$ ), tecnologia, variáveis climáticas, risco e variáveis políticas.

Segundo a teoria, a quantidade ofertada de um bem reage positivamente aos acréscimos nos preços e negativamente aos acréscimos nos preços dos fatores de produção.

As possíveis variáveis que condicionam a demanda de exportação ( $Q^{DX}$ ) de um dado produto de certo país são preço de exportação do produto ( $P_x$ ), preço dos substitutos ( $P_S$ ), renda dos países importadores ( $YI$ ), quantidade produzida pelo resto do mundo, taxa de câmbio ( $TC$ ) (equação 3).

$$Q^{DX} = f(P_x, P_S, YI, TC) \quad (3)$$

Na demanda de exportação,  $P_x$  deve ter sinal negativo, pois espera-se que elevações no nível de preço produzam efeitos negativos nas exportações. Já  $YI$  deve apresentar sinal positivo, uma vez que aumentos na renda mundial produzem efeito positivo nas exportações. A taxa de câmbio ( $R\$/US\%$ ) também deve apresentar sinal positivo. O sinal de  $P_S$  pode ser positivo ou negativo conforme o produto brasileiro seja substituto ou complementar no mercado internacional.

A função de oferta de exportação engloba uma ampla gama de variáveis explicativas potenciais tais como: preço de exportação ( $P_x$ ), preço interno ( $P$ ), taxa de câmbio ( $TC$ ), oferta interna ( $Q^S$ ), consumo interno ( $Q^D$ ) (equação 4).

$$Q^{OX} = f(P_x, P, Y, TC, Q^S, Q^D) \quad (4)$$



A expectativa é que  $Q^D$ ,  $P$ ,  $Y$  apresente sinal negativo e  $PX$  sinal positivo, assim como a  $Q^S$  e  $TC$ .

## 2.2. Referencial Analítico

Inicialmente, foi calculada a taxa geométrica de crescimento (TGC) da produção brasileira de celulose, assim como do consumo, exportações, preço de exportação e preço interno.

Este cálculo foi realizado, estatisticamente por regressão linear de tendência, conforme equação 5.

$$Y = a.b.T \quad (5)$$

em que:  $Y$  = variável dependente;  $T$  = tempo;  $a$  e  $b$  = parâmetros a serem estimados.

Aplicando a forma logarítmica, tem-se (equação 6)

$$\text{Log}Y = \log a + T \log b \quad (6)$$

Deste modo, a TGC é obtida pela equação 7.

$$TGC = (\text{Anti} - \log b - 1) \times 100 \quad (7)$$

Por outro lado, foi proposto um modelo econométrico composto pelas equações de demanda e oferta interna e demanda e oferta de exportação, para analisar o comportamento do mercado interno e de exportação da celulose brasileira em relação às variações do preço e das outras variáveis. As referidas equações são descritas a seguir.

$$\text{- Demanda interna: } \text{Ln}Q^D = \beta_1 + \beta_2 \text{Ln}PC + \beta_3 \text{Ln}PIB + \beta_4 T + \varepsilon \quad (8)$$

em que:  $Q^D$  = quantidade demandada de celulose no Brasil, em toneladas;  $PC$  = preço da celulose no Brasil, em US\$;  $PIB$  = produto interno bruto *per capita*, em dólar;  $T$  = tendência, medida em anos;  $\varepsilon$  = erro aleatório;  $\text{Ln}$  = base do logaritmo neperiano; e,  $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$  = parâmetros a serem estimados.

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

$$\text{- Oferta interna: } \text{Ln}Q^S = \beta_1 + \beta_2 \text{Ln}PC + \beta_3 \text{Ln}AREA + \beta_4 \text{Ln}MAQ + \varepsilon \quad (9)$$

em que:  $Q^S$  = quantidade ofertada de celulose no Brasil, em toneladas;  $PC$  = preço da celulose no Brasil, em US\$;  $AREA$  = área reflorestada pelo setor de celulose e papel, em ha;  $MAQ$  = Preço de máquinas e equipamentos;  $\varepsilon$  = erro aleatório;  $\text{Ln}$  = base do logaritmo neperiano; e,  $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$  = parâmetros a serem estimados.

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

$$\text{- Demanda de exportação: } \text{Ln}Q^{DX} = \beta_1 + \beta_2 \text{Ln}PXC + \beta_3 \text{Ln}PIBIMP + \beta_4 \text{Ln}Q_{t-1}^{DX} + \varepsilon \quad (10)$$

em que:  $Q^{DX}$  = demanda de exportação de celulose brasileira, em toneladas;  $PXC$  = preço das exportações brasileiras de celulose, em US\$ FOB, que corresponde ao quociente do valor exportado pela respectiva quantidade exportada;  $PIBIMP$  = produto interno bruto per capita, dos cinco maiores importadores de celulose brasileira nos últimos anos, em dólar;  $Q_{t-1}^{DX}$  = demandada de exportação de celulose brasileira no ano  $t-1$ , em toneladas;  $\varepsilon$  = erro aleatório;  $\text{Ln}$  = base do logaritmo neperiano; e,  $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$  = parâmetros a serem estimados.

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



-Oferta de exportação:  $LnQ^{SX} = \beta_1 + \beta_2 LnPXC + \beta_3 LnQ^S + \beta_4 LnQ^D + \varepsilon$  (11)  
em que:  $Q^{SX}$  = oferta de exportação de celulose brasileira, em toneladas;  $PXC$  = preço das exportações brasileiras de celulose, em US\$ FOB, que corresponde ao quociente do valor exportado pela respectiva quantidade exportada;  $Q^S$  = quantidade ofertada de celulose no Brasil, em toneladas;  $Q^D$  = quantidade demandada de celulose no Brasil, em toneladas;  $\varepsilon$  = erro aleatório;  $Ln$  = base do logaritmo neperiano; e,  $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$  = parâmetros a serem estimados.

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

Devido a especificação logarítmica, as elasticidades com relação ao preço e às demais variáveis são dadas por  $\beta_i$ .

As equações 8, 9, 10 e 11 formam um sistema de equações composto por variáveis endógenas e predeterminadas. As endógenas são aquelas cujos valores são determinados simultaneamente pelo sistema. Já as predeterminadas são aquelas cujos valores são tomados como dados, sendo composta por variáveis determinadas fora do sistema e por variáveis endógenas defasadas (LEITE, 1975).

As variáveis pressupostas endógenas no sistema são  $Q^S, Q^D, Q^{DX}, Q^{SX}, PC, PX$ . As demais variáveis, como PIB, T, AREA, MAQ, PIBIMP,  $Q_{t-1}^{DX}$  são pressupostas predeterminadas ou exógenas.

A adoção da suposição de endogeneidade dos preços da celulose parece ser razoável, apesar de o mercado brasileiro do produto ser concentrado, pois com a abertura comercial a celulose pode ser adquirida de qualquer grande produtor mundial se os preços que uma empresa pratica for elevado.

Foi utilizado o método Mínimos Quadrados de Dois Estágios (MQ2O) para ajustar as equações.

### **Descrição das variáveis utilizadas**

#### **Demanda interna**

Preço da celulose: preço da celulose é uma variável endógena do modelo. Espera-se que um aumento no preço da celulose reduza a quantidade demandada deste produto.

Renda: O PIB *per capita* foi utilizado como um indicador de renda. Aumentando a renda dos consumidores, espera-se que ocorra um aumento na quantidade demandada de papel e conseqüentemente de celulose.

Tendência: A tendência é colocada na equação de demanda para captar mudanças estruturais, ao longo do tempo. A demanda de celulose pode mudar, devido à 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 preferências, etc. (SILVA, 1996).

#### **Oferta interna**

Preço da celulose: espera-se que um aumento no preço da celulose aumente a oferta deste produto no mercado.

Área reflorestada: a área reflorestada pode representar a quantidade de madeira disponível para produção de celulose. Assim, espera-se uma relação direta entre esta variável e a oferta de celulose (SILVA, 1996).





Preço das máquinas e equipamentos: a indústria de celulose é consumidora potencial de máquinas e equipamentos, na maioria de suas fases. Os preços destes insumos de produção podem ter efeito na quantidade ofertada. Espera-se que um aumento no preço das máquinas e equipamentos reduza a oferta de celulose.

#### **Demanda de exportação**

Preço de exportação: Espera-se que um acréscimo no preço pago pelos exportadores de celulose reduza a quantidade demandada do produto.

PIB mundial: Um aumento da renda mundial deverá estimular o comércio internacional e vice-versa. Então, espera-se uma relação direta entre renda mundial e demanda de exportação de celulose brasileira.

Neste trabalho utilizou-se o PIB dos cinco maiores importadores de celulose do Brasil nos últimos anos (Estados Unidos, Japão, França, Alemanha e Itália), para avaliar o efeito da renda mundial na demanda de exportação de celulose Brasileira.

O conhecimento da elasticidade-renda é útil na avaliação do impacto da expansão (ou restrição) da renda dos países importadores sobre as exportações de celulose do Brasil.

#### **Oferta de exportação**

Preço de exportação: Uma elevação nos preços externos da celulose nacional deverá elevar as exportações. Nesse caso, existe uma relação direta entre preços externos e oferta de exportação de celulose pelo Brasil. O conhecimento da elasticidade-preço da oferta de exportação é útil na avaliação do efeito preço sobre quantidade exportada, bem como na avaliação de políticas de controle ou incentivo a exportação.

Oferta de celulose no Brasil: Espera-se que um aumento da quantidade produzida de celulose no país aumente a oferta brasileira de exportação do produto.

Demanda de celulose no Brasil: Espera-se que um aumento da quantidade consumida de celulose no país diminua a oferta brasileira de exportação do produto.

Não foi considerado na análise os preços de bens complementares e substitutos para a celulose, por não haver um produto complementar bem definido na produção de celulose e um substituto perfeito (SILVA, 1996).

#### **Testes estatísticos**

Para testar a significância da regressão obtida pelo método MQ2E, utilizou-se o teste F, enquanto que o grau de ajustamento da regressão foi avaliado por meio do coeficiente de determinação ( $R^2$ ).

A significância dos coeficientes individualmente foi verificada por meio do teste “t” de Student.

A existência de correlação serial nos resíduos foi avaliada pelo teste d, de Durbin-Watson. Porém, nas equações que contém valores defasados de variável endógena o teste d não é apropriado. Então, utilizou-se a estatística h, de Durbin (equação 12) (GUAJARATI, 2000).

$$h = \left(1 - \frac{d}{2}\right) \sqrt{\frac{n}{1 - n\hat{v}(\hat{b}_i)}} \quad (12)$$



em que:  $d$  = estatística de Durbin-Watson;  $n$  = número de observações;  $\hat{v}^{(i)}(b) =$  estimativa da variância do coeficiente de regressão da variável dependente defasada.

Correlação serial nos resíduos ao nível de 1% de probabilidade ocorre para valores de “ $h$ ” superiores a 2,358.

### 2.3. Fontes de Dados

Os dados utilizados são provenientes de séries temporais anuais, abrangendo o período de 1969 a 2005. Não se trabalhou com um período maior porque alguns dados não estavam disponíveis e por entender que o período abrangido é representativo e capta a evolução do setor de celulose.

As séries foram construídas com indicado a seguir:

A quantidade produzida, importada e exportada de celulose pelo Brasil e o valor das suas exportações foram obtidos no banco de dados da FAO (2007). Com estes dados, foram obtidos o consumo aparente de celulose no Brasil (produção+importação-exportação) e o preço de exportação.

O preço das máquinas e equipamentos foi obtido na Revista Conjuntura Econômica da FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS (FGV), assim como o PIB *per capita* do Brasil utilizado com um indicador de renda.

A área reflorestada pelas empresas do setor de celulose e papel foram obtidas no relatório anual da Associação Nacional dos Fabricantes de Papel e Celulose (ANFPC) e na BRACELPA.

O PIB mundial ponderado dos cinco maiores importadores de celulose brasileira foi obtido do Financial Statistics Yearbook do Fundo Monetário Internacional (FMI) e no boletim do Banco Central do Brasil (BACEN).

Os preços da celulose no Brasil são da Associação Brasileira de Celulose (ABCEL) e de uma empresa do setor de celulose e papel.

## 3. RESULTADOS

### 3.1. Tendências do Mercado de Celulose

O Quadro 1 apresenta a TGC para quatro variáveis (consumo, produção, exportação, preço de exportação da celulose do Brasil) que caracterizam a evolução do mercado brasileiro de celulose, no período de 1969 a 2005.

Quadro 1- Taxas Geométricas de Crescimento (TGC), no período de 1969 a 2005.

Variável	Unidade	TGC (% ao ano)
Consumo Aparente ( $Q^D$ )	Tonelada	5,3466 *
Produção de Celulose ( $Q^S$ )	Tonelada	6,8623 *
Exportação ( $Q^{SX}$ )	Tonelada	12,1959 *
Preço Interno (PC)	US\$	4,4048 *
Preço de Exportação (PXC)	US\$ FOB	3,5428*

Fonte: Resultados da Pesquisa. \* significativo em nível de 1%.

As evoluções dessas variáveis podem ser vistas na Figura 1.

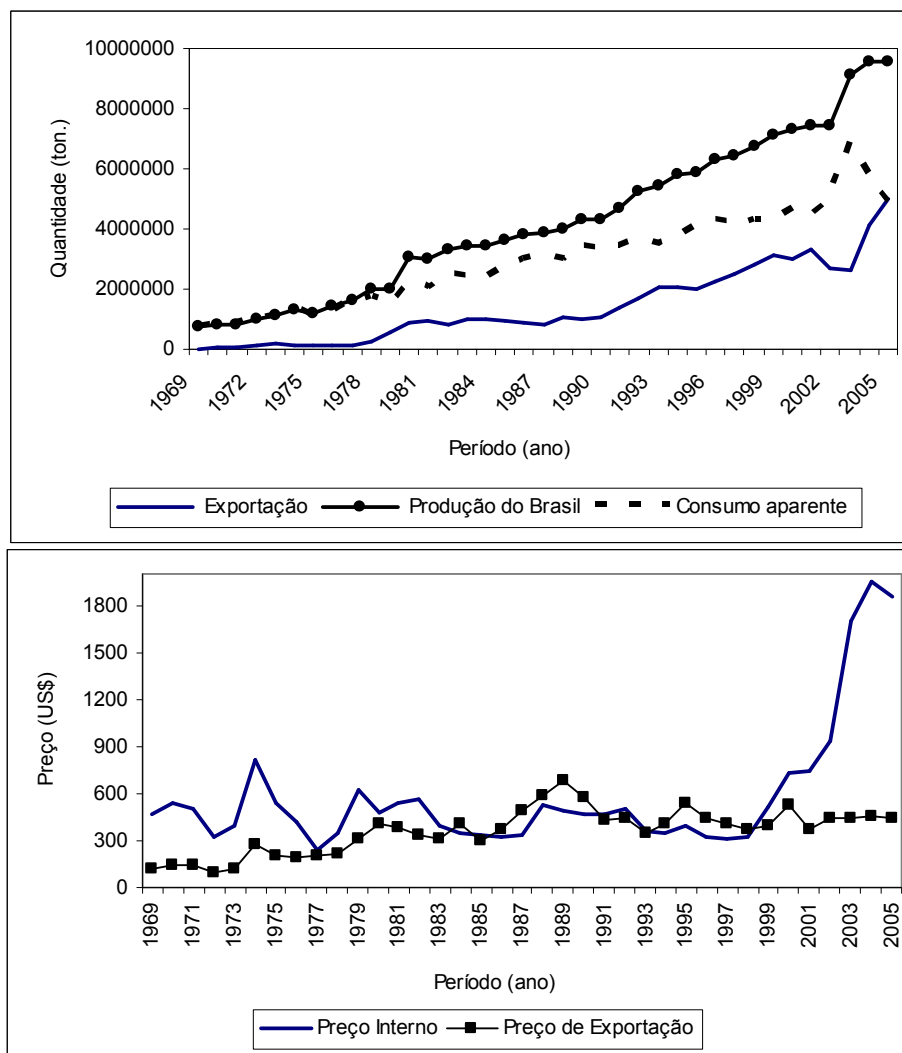


Figura 1 – Exportação, produção, consumo, preço de exportação e preço interno da celulose brasileira, no período de 1969 a 2005.

Observando-se as taxas de crescimento (Quadro 1) e o comportamento das variáveis ao longo do tempo (Figura 1), nota-se que a produção nacional de celulose, bem como o consumo, as exportações e os preços são crescentes.

O crescimento da produção de celulose no Brasil pode ser explicado pelo desenvolvimento de uma tecnologia específica para produção de celulose com eucalipto, até então considerada matéria-prima de qualidade inferior, a partir do fim da década de 50, que fez com que na década de 60, o Brasil produzisse papel com 100% de celulose de eucalipto (GOMIDE, 1988); pela política de incentivos fiscais ao reflorestamento; pela atuação do Conselho de Desenvolvimento Industrial (CDI); e pelos investimentos com participação do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico (BNDE, hoje BNDES) na década de 70 (REZENDE e NEVES, 1988).





O consumo de celulose está diretamente relacionado com o consumo de papel, que por sua vez está vinculado ao crescimento da população, à renda e à escolaridade. Isto é, quanto maior a população, a renda e o nível de escolaridade, maior será o consumo de livros, cadernos, papéis de imprimir e escrever, e papéis para fins sanitários. Já na indústria, quanto maior a produção, maior será o fluxo de mercadorias e, portanto, o consumo de embalagens (FAE BUSINESS, 2001).

Apesar de o consumo nacional anual de papel ser pequeno (cerca de 41,1 kg por habitante) quando comparado, por exemplo, com o dos Estados Unidos (mais de 300,6 kg por habitante), ele cresce a cada ano e, principalmente, após a implantação do Plano Real que proporcionou melhor distribuição de renda. Isto pode explicar a taxa geométrica de crescimento do consumo brasileiro de celulose (BRACELPA, 2007).

Com relação às exportações brasileiras de celulose, fatores internos que afetam a competitividade (alta produtividade dos reflorestamentos, em razão das condições climáticas favoráveis à atividade florestal no país, possibilitando ciclos de crescimento rápido e de alta qualidade e baixo custo de produção em relação aos outros países) e fatores externos, como crescimento da população mundial, da renda nos mercados compradores de celulose e do comércio mundial, podem explicar a taxa geométrica de crescimento elevada das exportações de celulose do Brasil, bem como a abertura comercial global, a expansão de empresas do setor e a implantação de outras empresas. Acrescenta-se a isso, a aceitabilidade da celulose brasileira de eucalipto no mercado internacional, devido a sua alta qualidade (MEDEIROS e FONTES, 1994; PIZZOL e BACHA, 1998; VALVERDE et al, 2006).

O preço da celulose geralmente aumenta à medida que as economias no mundo inteiro se expandem, pois aumenta o consumo do produto. Assim, com o crescimento da economia brasileira e de vários países do mundo o consumo mundial de celulose cresceu. Isto pode explicar a taxa geométrica de crescimento do preço interno da celulose de 4,4% ao ano e do preço de exportação de 3,5% ao ano.

### **3.2. Estimativas do Mercado Brasileiro de Celulose**

Nesta seção, são apresentados os resultados das estimativas das equações estruturais de oferta e demanda interna de celulose, bem como da demanda e oferta de exportação utilizando o método Mínimos Quadrados de dois Estágios (MQ2O).

Foi realizada a correção de Newey-West para correlação serial nos resíduos nas equações de oferta e demanda interna de celulose e de oferta de exportação, o que fez com que reduzisse o nível de significância de algumas variáveis explicativas.

O melhor ajustamento foi obtido utilizando a forma logarítmica. Com isso, os coeficientes da regressão parcial podem ser interpretados como as respectivas elasticidades.

#### **a) Demanda interna**

As variáveis relevantes para explicar as variações na demanda brasileira de celulose foram: preço interno da celulose (PC), PIB *per capita* (PIB) e tendência (T).

As estimativas dos parâmetros da equação de demanda de celulose no Brasil, encontram-se no Quadro 2.



Quadro 2 – Estimativas da equação de demanda interna de celulose, Brasil, 1969-2005.

Variável explicativa	Descrição	Coefficiente estimado	Erro-Padrão	Teste t
Constante		13,20771 *	0,773558	17,07398
Ln PC	Preço interno da celulose	-0,139373 *	0,053429	-2,608549
Ln PIB	PIB <i>per capita</i>	0,136333 **	0,095435	1,428538
T	Tendência	0,052435 *	0,006866	7,636486
$R^2 = 0,959728$		$d = 1,244673$	$F = 262,3622 *$	

Fonte: Resultados da Pesquisa. \* significativo em nível de 1%; \*\* significativo em nível de 15%.

O coeficiente de determinação ( $R^2$ ) indica que 95,97% das variações ocorridas na demanda de celulose no Brasil foram explicadas pelas variáveis predeterminadas no modelo. O coeficiente das variáveis explicativas, preço interno da celulose (PC) e tendência (T), foram significativos em nível de 1% de probabilidade. Já o coeficiente da variável explicativa PIB *per capita* (PIB) foi significativos em nível de 15% de probabilidade.

Todos os sinais dos coeficientes de regressão parcial dessas variáveis são coerentes com a teoria de demanda e/ou com o conhecimento empírico. Os sinais positivos para os coeficientes das variáveis PIB e T indicam que elas têm influência positiva na demanda de celulose no Brasil. O sinal negativo para o coeficiente da variável PC indica uma relação inversa entre esta variável e a demanda brasileira de celulose.

A estatística F significativa em nível de 1% de probabilidade sugere que as variáveis explicativas são, conjuntamente, significativas para explicar a demanda brasileira de celulose.

A elasticidade-preço da demanda brasileira de celulose foi -0,13, sugerindo que um aumento de 10% no preço interno da celulose, ocasionaria uma redução de apenas 1,3% na quantidade consumida do produto, “*ceteris paribus*”, indicando que a procura brasileira de celulose é inelástica com relação ao preço interno e pouco sensível às variações no mesmo. Silva (1996), considerando o período de 1978 a 1993, constatou que a elasticidade-preço da demanda de celulose no Brasil, a curto e longo prazo, foram de -0,12 e -0,18, respectivamente, ou seja, é inelástica com relação ao preço.

Pelo baixo coeficiente da elasticidade-preço da demanda interna de celulose, conclui-se que o consumidor brasileiro é pouco sensível a variações no preço do produto.

A elasticidade-renda da demanda brasileira de celulose foi de 0,13 indicando que a celulose é um bem normal e que um aumento de 10% na renda causaria um incremento de 1,3% na demanda de celulose, “*ceteris paribus*”. Conclui-se, assim, que a demanda brasileira de celulose é renda-inelástica, ou seja, os aumentos na renda nacional promovem incrementos menos que proporcionais na quantidade demanda deste produto no Brasil. Em outras palavras, elevações no poder aquisitivo dos consumidores nacionais não exercem impacto substancial sobre o consumo de celulose. Mas, Silva (1996), utilizando dados que englobam o período de 1978 a 1993 concluiu que a elasticidades-renda da demanda de celulose no Brasil era 1,14 e 1,70, a curto e longo



prazo, respectivamente, indicando que a demanda brasileira de celulose àquela época era sensível às variações na renda.

Conforme Silva (2006), Singh e Nautiyal (1986) e Antunes (1992) a demanda de produtos derivados da celulose como papel e papelão, são mais sensíveis a variações na renda e nos preços do que a celulose, pois os grandes consumidores de celulose são as empresas produtoras de papel. Isto pode explicar a baixa elasticidade renda e preço da demanda de celulose no Brasil, encontrada no presente trabalho.

O sinal positivo da variável tendência mostra que a demanda brasileira de celulose, no período de 1969 a 2005, estaria se deslocando para direita a uma taxa média de 5,24% ao ano.

#### b) Oferta interna

As variáveis que melhor explicaram as variações na oferta brasileira de celulose foram: preço interno da celulose (PC), área reflorestada (AREA) e preço das máquinas e equipamentos (MAQ).

Os testes e os parâmetros estimados no modelo de oferta interna de celulose são apresentados no Quadro 3.

Quadro 3 – Estimativas da equação de oferta interna de celulose, Brasil, 1969-2005.

Variável explicativa	Descrição	Coefficiente estimado	Erro-Padrão	Teste t
Constante		11,13765 *	3,489563	3,191702
Ln PC	Preço interno da celulose	0,834834 ***	0,567077	1,472171
Ln AREA	Área reflorestada	0,831228 *	0,180343	4,609152
Ln MAQ	Preço das máquinas e equipamentos	-2,168452**	1,138746	-1,904245
$R^2 = 0,792777$		$d = 1,076001$	$F = 46,78221 *$	

Fonte: Resultados da Pesquisa. \* significativo em nível de 1%; \*\* significativo em nível de 6%; \*\*\* significativo em nível de 15%.

O coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de 0,79 mostra que 79,27% das variações ocorridas na quantidade ofertada de celulose no mercado interno são explicadas pelas variáveis incluídas no modelo de regressão. O coeficiente das variáveis explicativas, preço interno da celulose (PC), área reflorestada (AREA) e preço das máquinas e equipamentos (MAQ) foi significativos em nível de 15%, 1% e 6% de probabilidade, respectivamente.

Os sinais dos coeficientes de regressão apresentaram-se coerentes com a teoria da oferta e/ou com o conhecimento empírico. Os sinais positivos para os coeficientes das variáveis PC e AREA indicam que elas têm influência positiva na oferta de celulose no Brasil e o sinal negativo para o coeficiente da variável MAQ indica uma relação inversa entre esta variável e a oferta interna de celulose.

A estatística F significativa em nível de 1% de probabilidade sugere que as variáveis explicativas são, conjuntamente, significativas para explicar a oferta interna de celulose.

O modelo indica que a oferta interna de celulose é preço-inelástica, ou seja, um acréscimo de 10% no preço da celulose provoca um aumento de 8,34% na produção do



produto “*ceteris paribus*”. Este resultado é coerente com o obtido por Silva (1996) e Montebello (2006).

Do mesmo modo, uma elevação de 10% na área reflorestada aumenta a produção brasileira de celulose em 8,31%, “*ceteris paribus*”.

Por outro lado, se ocorrer um aumento de 10% no preço das máquinas e equipamentos a oferta de celulose no Brasil reduz em 21,68%, “*ceteris paribus*”.

Estes resultados revelam que a oferta interna de celulose é mais sensível a variações nos preços das máquinas e equipamentos do que no preço interno da celulose e na área reflorestada.

Assim, políticas governamentais com objetivo de aumentar a produção de celulose no país surtiriam mais efeitos se incentivassem os preços dos fatores de produção, no caso máquinas e equipamentos, tendo em vista as magnitudes dos coeficientes estimados. Vale ressaltar, que já existem linhas de financiamentos para aquisição de máquinas e equipamentos florestais, como o FINAME, mas, elas devem ser aperfeiçoadas, uma vez que as máquinas e equipamentos florestais possuem preços elevados e o processo produtivo demanda este fator desde a etapa de produção da matéria-prima (madeira) até o produto final (celulose).

### c) Demanda de exportação

As variáveis que se mostraram importantes para explicar a demanda de exportação de celulose brasileira foram: preço de exportação (PXC), o PIB dos cinco maiores importadores mundiais de celulose brasileira (PIBIMP) e a variável dependente tomada com retardamento de um ano ( $Q_{t-1}^{DX}$ ).

Os resultados da equação de demanda de exportação de celulose estão sumarizados no Quadro 4.

Quadro 4 – Estimativas da equação de demanda de exportação de celulose, Brasil, 1969-2005.

Variável explicativa	Descrição	Coefficiente estimado	Erro-Padrão	Teste t
Constante		-18,29036 *	7,526560	-2,430109
Ln PXC	Preço de exportação da celulose	-0,842316 **	0,448868	-1,876532
Ln PIBIMP	PIB dos países importadores	1,616221 *	0,599938	2,693981
Ln $Q_{t-1}^{DX}$	Demandada de exp. defasada	0,934479 *	0,109324	8,547760
$R^2 = 0,949518$	$d = 1,593734$	$h = 1,654428$ (sc)	$F = 208,4829$ *	

Fonte: Resultados da Pesquisa. \* significativo em nível de 1%; \*\* significativo em nível de 6%; sc = sem correlação serial.

Por meio do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) constata-se que as variáveis incluídas no modelo explicam 94,95% das variações ocorridas na demanda de exportação de celulose. O coeficiente das variáveis explicativas, preço de exportação da celulose (PXC) foi significativo em nível de 6% de probabilidade, enquanto os coeficientes das variáveis PIB dos países importadores e demandada de exportação defasada ( $Q_{t-1}^{DX}$ ) foram significativos em nível de 1% de probabilidade.



Os sinais dos coeficientes de regressão estão de acordo com o conhecimento teórico e/ou empírico. O sinal negativo para o coeficiente da variável PXC indica uma relação inversa entre esta variável e a demanda de exportação de celulose. Já o sinal positivo para o coeficiente da variável PIBIMP indica que esta variável influencia positivamente na demanda de exportação de celulose.

A estatística F para a equação de demanda de exportação também foi significativa em nível de 1% de probabilidade, indicando que as variáveis explicativas são, conjuntamente, significativas para explicar a demanda de exportação de celulose.

O teste “h” de Durbin aplicado à equação de demanda de exportação de celulose, para avaliar a existência de correlação serial nos resíduos, confirmou ausência de correlação serial nos resíduos em nível de 1% de probabilidade.

Observa-se que a demanda de exportação de celulose é preço-inelástica, ou seja, um aumento de 10% nos preços exigidos pelos exportadores acarretaria um decréscimo de 8,4% na demanda, “*ceteris paribus*”. Silva (1996) concluiu que a elasticidade-preço da demanda de exportação de celulose brasileira era -0,17 e -0,37 a curto e longo prazo, respectivamente, de 1978 a 1993. Motebello (2006), analisando o período de 1980 a 2005, verificou que a elasticidade-preço da demanda de exportação da celulose brasileira foi -0,69.

O coeficiente da elasticidade-renda da demanda de exportação de celulose é da ordem de 1,61. Este resultado sugere que um aumento de 10% na renda dos cinco maiores importadores da celulose brasileira está associado a um incremento de 16,1% na demanda de exportação, “*ceteris paribus*”. Conclui-se que a demanda de exportação de celulose é renda-elástica, ou seja, aumentos na renda dos países importadores provocam acréscimos mais que proporcionais na quantidade demandada deste produto.

Neste contexto, verifica-se que a demanda de exportação de celulose é mais sensível às variações na renda do que no preço do produto.

O fato de as exportações brasileiras de celulose gerar uma demanda inelástica com relação ao preço e elástica com relação à renda pode ser explicado pelo aumento da importância relativa da celulose nacional em relação à dos outros países, devido à sua alta qualidade e ao avanço do uso da celulose de fibra curta, principalmente, no papel de imprimir e escrever e nos sanitários, substituindo a fibra longa.

A variável dependente defasada ( $Q_{i-1}^{DS}$ ), mostra que um aumento de 10% na demanda de exportação do ano anterior, provoca uma elevação na demanda de exportação da ordem de 9,3%, “*ceteris paribus*”.

#### **d) Oferta de exportação**

Com relação à oferta de exportação da celulose brasileira, as variáveis as variáveis que se mostraram relevantes para explicá-la foram: preço de exportação (PXC), oferta interna de celulose ( $Q^S$ ) e demanda interna de celulose ( $Q^D$ ).

No Quadro 5 é apresentada as estimativas da equação de oferta de exportação de celulose no Brasil, de 1969 a 2005.





Quadro 5 – Estimativas da equação de oferta de exportação de celulose, Brasil, 1969-2005.

Variável explicativa	Descrição	Coefficiente estimado	Erro-Padrão	Teste t
Constante		-0,776357 <sup>ns</sup>	3,984271	-0,194855
Ln PXC	Preço de exportação da celulose	0,528103 **	0,341180	1,547872
Ln $Q^S$	Oferta interna de celulose	4,488117 *	1,054993	4,254169
Ln $Q^D$	Demanda interna de celulose	-3,807994 *	1,397886	-2,724109
$R^2 = 0,959034$		$d = 1,065591$	$F = 255,0918$	

Fonte: Resultados da Pesquisa. \* significativo em nível de 1%; \*\* significativo em nível de 13%; ns = não significativo.

O coeficiente de determinação ( $R^2$ ) encontrado foi de 0,9590%, o que significa que 95,90% das variações observadas na oferta de exportação de celulose são explicadas pelas variáveis predeterminadas no modelo.

O coeficiente das variáveis explicativas PXC foi significativo em nível de 13% de probabilidade, enquanto os coeficientes das variáveis  $Q^S$  e  $Q^D$  foram significativos em nível de 1% de probabilidade.

Os sinais dos coeficientes de regressão parcial são coerentes com a teoria e/ou empírico. O sinal positivo para o coeficiente das variáveis PXC e  $Q^S$  indica uma relação direta entre estas variáveis e a oferta de exportação de celulose. Já o sinal negativo para o coeficiente da variável  $Q^D$  indica que esta variável influencia negativamente na oferta de exportação de celulose.

A estatística F para a oferta de demanda de exportação foi significativa em nível de 1% de probabilidade, indicando que as variáveis explicativas são, conjuntamente, significativas para explicar a oferta de exportação de celulose.

A elasticidade-preço da oferta de exportação de celulose brasileira igual a 0,528, indica que para um aumento de 10% no preço do produto, espera-se um acréscimo de 5,28% na exportação de celulose do país, “*ceteris paribus*”. Então, a oferta de exportação de celulose brasileira é inelástica com relação ao preço. Bacha e Sanjuan (2004), analisando o período de 1980 a 2001, constataram que a elasticidade-preço da oferta de exportação de celulose brasileira era 0,111.

Dentro desta linha de raciocínio, verifica-se que um aumento de 10% na oferta interna de celulose acarretaria um aumento de 44,88% na oferta de exportação do produto, “*ceteris paribus*”.

Com relação ao consumo interno de celulose, pode-se dizer que um aumento de 10% no consumo interno de celulose reduz a oferta de exportação de celulose brasileira em 38,07% “*ceteris paribus*”.

Sendo assim, a oferta brasileira de exportação de celulose é sensível a variações na produção interna e no consumo.

Políticas para o aumento das exportações brasileiras de celulose devem ser voltadas para os fatores que contribuem para elevar a oferta interna do produto.

### Equilíbrio do Mercado

Com base nas equações obtidas pelo método MQ2O, foi possível traçar as curvas de oferta e demanda interna, bem como as curvas de oferta e demanda de exportação da celulose brasileira e obter os preços e quantidade de equilíbrio no mercado de celulose, com o livre comércio (Figura 3).

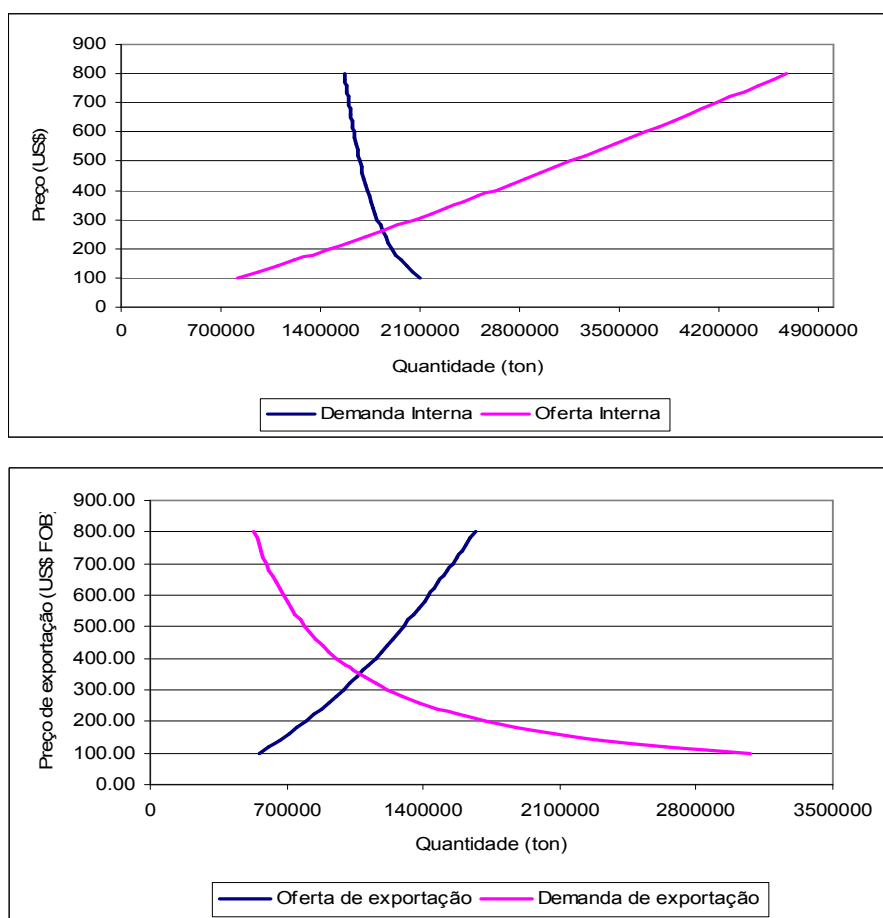


Figura 3 – Equilíbrio no mercado de celulose brasileira.

Como observado na Figura 3, o equilíbrio no mercado interno de celulose ocorre quando, o preço do produto atingir US\$ 260 a tonelada. A quantidade de equilíbrio será, aproximadamente, 1,8 milhões de toneladas, se as demais variáveis se mantiverem no valor médio.



Se o preço ultrapassar US\$ 260 a tonelada, a oferta de celulose no mercado interno será maior que a demanda, ou seja, existirá excesso de produto no mercado. Para reduzir o excesso de produto no mercado os vendedores tendem a reduzir o preço até que a demanda se iguale à oferta. Por outro lado, se o preço da celulose for menor que US\$ 260 a tonelada, a demanda de celulose superará a oferta, isto é, haverá escassez de produto no mercado. Com isso, haverá disputa pelo produto no mercado, e assim, a tendência é o preço do produto aumentar e o mercado atingir o ponto de equilíbrio.

Com relação ao mercado externo da celulose brasileira, o preço e a quantidade de equilíbrio são cerca de US\$ 360 a tonelada e 1 milhão de toneladas, respectivamente.

Se o preço de exportação da celulose for superior a US\$ 360 a tonelada, cria-se um excedente de celulose para exportação. Para reduzir o excesso de produto para o mercado externo os vendedores tendem a reduzir o preço até que a demanda de exportação se iguale à oferta de exportação e vice-versa. Do mesmo modo, a tendência é o mercado atingir o ponto de equilíbrio, com o livre comércio.

#### 4. CONCLUSÃO

O estudo do mercado brasileiro de celulose revela que as variáveis predeterminadas nos modelos têm um bom poder de explicação das variações na oferta e demanda interna de celulose, assim como na oferta e demanda de exportação.

A oferta e a demanda interna de celulose são preço-inelástica. A oferta interna de celulose é sensível a variações nos preços das máquinas e equipamentos, enquanto que a oferta de exportação é sensível a variações na produção nacional de celulose e no consumo. Já a demanda de exportação é sensível a variações na renda dos cinco maiores importadores de celulose brasileira.

O Brasil tem plenas condições de atender o mercado de celulose interno e externo e se tornar o maior produtor e exportador mundial do produto. Porém, é preciso aumentar a produção nacional de celulose. Políticas públicas com esta finalidade seriam mais eficientes se incentivassem os preços dos fatores de produção.

#### 5. AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento e à Universidade Federal de Viçosa pelo fornecimento da estrutura e pessoal.

#### 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

ANTUNES, M. R. **Dinâmica da Demanda de Papel e Papelão no Brasil**: um modelo de ajustamento de estado. Viçosa, UFV, 65 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL – BRACELPA. **Números do Setor. 2004**. Disponível em: <<http://www.bracelpa.org.br>>. Acesso em 09/04/2007.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE PAPEL E CELULOSE - ANFPC. **Relatório Anual**. (vários anos).



BACHA, C. J. C.; SANJUAN, A. E. **The Determinants of Brazilian Pulp Exports from 1980 to 2001.** (2004). Disponível em: <<http://www.ersa.org/ersaconfs/ersa04/PDF/691.pdf>>. Acesso em: 15/06/2007.

BILAS, R. A. **Teoria Microeconômica.** Rio de Janeiro: Ed. Forense Universitária, 12ª ed., 404 p., 1993.

BANCO CENTRAL DO BRASIL - BACEN. Índices econômicos. **Boletim do Banco Central do Brasil**, v. 30, n. 1, 1994.

CAVE, R. E.; FRANKEL, J. A.; JONES, R. W. **Economia Internacional: Comércio e Transações Globais.** São Paulo: Ed. Saraiva, 8ª ed, 606 p., 2001.

FAE BUSINESS. O mercado de papel e celulose. **Revista FAE BUSINESS**, n.1, nov. 2001.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION - FAO. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 23/04/2007.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS – FGV. CONJUNTURA Estatística - Contas Nacionais. **Conjuntura Econômica.** Rio de Janeiro, v. 60, n. 11, p. 19, 2006.

FUNDO MONETÁRIO INTERNACIONAL - FMI. **Financial Statistics Yearbook.** (vários anos).

GOMIDE, J. L. Situação atual e perspectivas futuras do setor de celulose e papel no Brasil. In: SIMPÓSIO BILATERAL BRASIL-FINLÂNDIA SOBRE ATUALIDADES FLORESTAIS, 1988, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR/IBDF, 1988. p. 296-302.

GUJARATI, D. N. **Econometria Básica.** São Paulo: Makron Books, 2000, 3ª ed, 846 p.

LEITE, C. A. M. **Modelo Econométrico dos Mercados Interno e de Exportação de Soja no Brasil.** Viçosa, UFV, 1975. 73 p. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) – Universidade Federal de Viçosa.

MEDEIROS, V. X. e FONTES, R. M. O. Competitividade das exportações brasileiras de celulose no mercado internacional. **Revista de economia e sociologia rural.** v. 32, n. 2, p. 105-121,. 1994.

MOTEBELLO, A. E. S. **Análise da Evolução da Indústria Brasileira de Celulose no Período de 1980 a 2005.** Piracicaba, ESALQ, 2006. 114 p. Dissertação (Mestrado em



Ciências - Área de Concentração: Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

OLIVEIRA, A. D. de. **Análise das Possíveis Mudanças Comerciais e Estruturais do Mercado Internacional de Celulose**. Viçosa, UFV, 1995. 132 p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa.

PASSOS, C. R. M.; NOGAMI, O. **Princípios de Economia**. 5. ed. rev. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 658 p., 2005.

PIZZOL, S. J. S. de; BACHA, C. J. C. Evolução, estrutura e desafios da indústria de celulose no Brasil. **Preços Agrícolas**. Ano 12, n.137, p. 3-13, 1998.

REZENDE, J. L.; NEVES, A. R. Evolução e Contribuição do Setor Florestal para a Economia Brasileira. In: SIMPÓSIO BILATERAL BRASIL-FINLÂNDIA SOBRE ATUALIDADES FLORESTAIS, 1988, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR/IBDF, 1988. p. 214-265.

SILVA, M. L. da. **Análise Econométrica do Mercado Brasileiro de Celulose e de Papel e Papelão**. Viçosa, UFV, 1996. 120 p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa.

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.

VALVERDE, S. R.; SOARES, N. S.; SILVA, M. L. da. Desempenho das exportações brasileiras de celulose. **Revista Árvore**, v. 30, n. 6, p. 1017-1023, 2006.