

**INFLUÊNCIA DO MANEJO FLORESTAL E DO DESMATAMENTO NA OFERTA DE  
MADEIRAS TROPICAIS NA AMAZÔNIA BRASILEIRA**  
FOREST MANAGEMENT AND DEFORESTATION INFLUENCE IN THE BRAZILIAN AMAZON  
TROPICAL TIMBER SUPPLY

Humberto Angelo<sup>1</sup> Antonio Carlos do Prado<sup>2</sup> Alexandre Anders Brasil<sup>3</sup>

**RESUMO**

Este trabalho apresenta uma análise do comportamento, do desempenho e do impacto do preço da madeira, do manejo florestal sustentável e do desmatamento na oferta de madeiras tropicais na região Amazônica. Como base metodológica, utilizou a análise de regressão para estimar a equação de oferta e o modelo de elasticidade substituição para verificar a competição entre as fontes de oferta da madeira tropical. Os resultados sugerem que a oferta de madeiras tropicais no mercado doméstico é inelástica, e que o preço da madeira e o desmatamento influenciam significativamente as quantidades ofertadas no período estudado. A produção oriunda de área de floresta manejada ainda não contribui de forma significativa para a oferta global de madeira. O trabalho revela também que a elasticidade de substituição entre as fontes de oferta de madeiras é significativa e positiva. Isto demonstra que o manejo florestal sustentável vem substituindo em uma magnitude modesta o desmatamento na oferta de madeiras tropicais.

**Palavras-chave:** Amazônia; oferta de madeira; desmatamento; manejo florestal.

**ABSTRACT**

This work presents an analysis of the behaviour, performance, and impact of timber price, forest management and of deforestation on the supply of tropical timbers in the Amazon Region. As a methodological basis, it has used regression analysis to estimate the supply equation and the substitution elasticity model to verify competitiveness between the two sources of tropical timbers. The results suggest that the supply of tropical timbers in the domestic market is inelastic, in which deforestation and timber prices have significantly influenced the quantities supplied in the period under study. The production originated from managed forest areas does not yet contribute significantly to the global supply of timber. The work further reveals that the substitution elasticity between the distinct sources of timber is significant and positive. This demonstrates that sustainable forest management competes with deforestation in the supply of tropical timbers.

**Key words:** Amazon; timber supply; deforestation; forest management.

**INTRODUÇÃO**

A produção mundial de madeiras tropicais em toras totalizou 110 milhões de m<sup>3</sup> em 1999. Deste total, o Brasil participou com 24,5 milhões de m<sup>3</sup>, cerca de 23%. Com relação à madeira serrada, lâmina e compensada, o país produziu 9,86; 0,15 e 1,10 milhão de m<sup>3</sup> e consumiu 9,13; 0,099 e 0,528 milhão de m<sup>3</sup>, respectivamente, no ano 2000. Estes valores colocam o Brasil na liderança mundial de produção e consumo no setor no tocante à madeira tropical serrada (ITTO, 2000).

Entretanto, o comércio internacional de madeiras tropicais é dominado pelos países asiáticos. De acordo com dados da *International Tropical Timber Organization* – ITTO (2000), 48% das exportações de madeiras serradas tropicais, em 1999, originaram-se da Malásia (3,3 milhões de m<sup>3</sup>), sendo que metade delas destinaram-se a cinco países: Tailândia, Japão, China, Taiwan e República da Coreia. Por outro lado, Itália, Reino Unido, Espanha, França, Estados Unidos e Países Baixos constituem os mais expressivos importadores.

Considerando a importância sócio-econômica e ambiental da produção de madeiras tropicais para o Brasil, justifica-se conhecer o comportamento das variáveis que influenciam a oferta de madeiras tropicais na Amazônia brasileira e seus efeitos sobre a base florestal. Os trabalhos de Hummel (2001) e Viana

1. Professor do Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Caixa Postal 04357, CEP 70910-900, Brasília (DF). humb@terra.com.br

2. Economista, Técnico da Embrapa, Especialista em Economia Florestal. tonelprado@aol.com

3. Engenheiro Florestal, MSc., Técnico em Economia e Política Florestal, Secretaria de Florestas do estado do Acre.

(2000) abordam a problemática em questão.

Este trabalho apresenta uma análise do comportamento, do desempenho e do impacto das práticas florestais sustentáveis e das não-sustentáveis na produção de madeiras tropicais, tendo a Região Amazônica como base produtora. As variáveis relacionadas com a produção são o desmatamento, o manejo florestal sustentável, a produção sustentada e não-sustentada e o preço da madeira no mercado doméstico.

As elasticidades dessas variáveis e o grau de substituição entre as madeiras ofertadas pelo desmatamento e pelo manejo florestal são de suma importância para responder a uma série de questionamentos, tais como a definição de políticas comerciais, florestais, ambientais, e para assegurar a conservação da Floresta Amazônica.

Este trabalho aborda a oferta de madeira tropical na Amazônia brasileira, no período de 1977 a 2000. Mais especificamente, tem os seguintes objetivos: a) verificar a influência do desmatamento e do manejo florestal na produção de madeiras tropicais; b) especificar e estimar a função de oferta de madeiras tropicais; c) identificar e avaliar a relevância das principais variáveis que afetam a oferta de madeiras tropicais; d) estimar e analisar a competitividade entre o manejo florestal sustentável e o desmatamento pela oferta de madeiras tropicais na Amazônia brasileira; e) contribuir para um maior conhecimento sobre a produção madeireira na Amazônia brasileira.

## METODOLOGIA

### Oferta de madeiras tropicais

A produção brasileira de madeira tropical na Região Amazônica pode ser representada pela expressão abaixo:

$$Q = q_1 + q_2 \quad [1]$$

em que:  $Q$  = produção total de madeira tropical;  $q_1$  = produção de madeira tropical oriunda do manejo florestal;  $q_2$  = produção de madeira tropical oriunda de fontes não-sustentáveis. Logo, pode-se afirmar que a oferta de madeira tropical de fontes sustentáveis e não-sustentáveis se expressa pelas equações:

$$q_1 = f(P_1; a_1) \quad [2]$$

em que:  $P_1$  = índice de preço da madeira tropical;  $a_1$  = área de floresta manejada.

$$q_2 = f(P_2; a_2) \quad [3]$$

em que:  $P_2$  = índice de preço da madeira tropical;  $a_2$  = área desmatada.

Considerando que os compradores de toras não diferenciam as mesmas com relação as suas origens, pode-se formular a hipótese de que os preços das toras de fontes sustentáveis e não-sustentáveis são iguais. Logo,  $P_1 = P_2 = P$ .

A função de oferta da madeira tropical pode ser explicitada na forma log-linear como sendo:

$$\ln Q_t = \beta_0 + \beta_1 \ln P_t + \beta_2 \ln a_{1t} + \beta_3 \ln a_{2t} + \varepsilon_t \quad [4]$$

em que:  $Q_t$  representa a produção total de madeira tropical no ano  $t$ ;  $P_t$  o índice de preço no atacado, como *proxy* do preço da madeira no ano  $t$ ;  $a_{1t}$  mede a área de floresta manejada no ano  $t$ ;  $a_{2t}$  é a área desmatada no ano  $t$ , uma variável que procura captar a produção de madeira tropical de fonte não-sustentável; e  $\varepsilon_t$  o erro estocástico.

A especificação teórica sugere que os sinais dos coeficientes  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  e  $\beta_3$  sejam maior que zero.

### Substituição entre as fontes sustentáveis e não-sustentáveis de madeiras tropicais

Para averiguar se as madeiras oriundas dos planos de manejo vêm substituindo a madeira ofertada pelo desmatamento, utiliza-se o modelo de elasticidade de substituição.

É comum o uso de modelos de elasticidade de substituição – ES – em estudos que pressupõem diferenciação de produtos florestais (Fontes e Barbosa, 1991; Silva e Dutton Jr., 1991; Medeiros e Teixeira,

1996; Cruz, 2001). O modelo relaciona-se com a diferenciação de produto por meio de estimativas de

elasticidades de substituição entre pares de fontes de oferta da madeira tropical. Baixa elasticidade de substituição indica que a madeira de manejo sustentável não está substituindo as madeiras oriundas do desmatamento. Por outro lado, alta elasticidade de substituição sugere grande substitutibilidade entre as fontes de oferta da madeira e pouca diferenciação entre os produtos. Altas elasticidades de substituição indicam maior competitividade do manejo em relação ao desmatamento, uma vez que não existe grande diferenciação do produto tora por fonte de origem.

A fundamentação teórica microeconômica da elasticidade de substituição, segundo Pindyck e Rubinfeld (1994) e Ferguson (1986), capta a capacidade de um bem substituir outro na curva de indiferença do consumidor. Essa teoria baseia-se na seguinte relação:

$$\varepsilon = \frac{\partial(q_1/q_2)}{\partial(\partial q_2/\partial q_1)} \cdot \frac{\partial q_2/\partial q_1}{q_1/q_2} = \frac{\partial \log(q_1/q_2)}{\partial \log(\partial q_2/\partial q_1)} \quad [5]$$

em que a elasticidade de substituição entre o manejo e o desmatamento ( $\varepsilon$ ) é medida pela taxa de variação percentual nas quantidades relativas  $q_1/q_2$ , em razão de variação percentual na taxa marginal de substituição de  $q_2$  por  $q_1$ .

A maximização da utilidade com restrição de área implica:

$$\frac{\partial q_2}{\partial q_1} = \frac{a_1}{a_2} \quad [6]$$

O que leva à definição empírica de elasticidade de substituição:

$$\varepsilon = \frac{\partial(q_1/q_2)}{\partial(\partial a_1/\partial a_2)} \cdot \frac{\partial a_2/\partial a_2}{q_1/q_2} = \frac{\partial \log(q_1/q_2)}{\partial \log(a_1/a_2)} \quad [7]$$

Assim, sob a forma de equação, tem-se:

$$\log(q_1/q_2) = \delta + \varepsilon \log(a_1/a_2) \quad [8]$$

que pode ser estatisticamente estimada por:

$$\log(q_1/q_2) = \delta + \varepsilon \log(a_1/a_2) + \mu \quad [9]$$

em que  $\mu$  é um resíduo aleatório e capta os erros de mensuração na variável dependente e efeitos de variáveis não incluídas no modelo.

Em uma estimação consistente da equação [9], devem-se considerar as seguintes pressuposições:

- A soma algébrica das elasticidades preço-direta e preço-cruzada da demanda dos bens  $q_1$  e  $q_2$  é igual;
- a elasticidade renda da demanda de  $q_1$  é igual à de  $q_2$  e;
- a demanda de madeira tropical é perfeitamente elástica, isto é, os preços são exógenos. As pressuposições (a) e (b) garantem que, embora os bens  $q_1$  e  $q_2$  sejam parecidos em muitos aspectos, eles são diferentes o suficiente para que exista demanda para ambos.

A pressuposição (c) implica serem os consumidores pequenos em relação aos produtores e, conseqüentemente, os preços são predeterminados.

A relação abaixo é estimada por Mínimo Quadrado Ordinário,

$$\log(q_1/q_2) = \delta + \varepsilon \log(a_1/a_2) + \mu \quad [10]$$

Em que:  $q_1$  = quantidade de madeira tropical ofertada pelo manejo florestal;  $q_2$  = quantidade de madeira tropical ofertada pelo desmatamento;  $a_1$  = área de floresta manejada e  $a_2$  = área desmatada.

A equação [10] fornece a elasticidade de substituição ( $\varepsilon$ ) da madeira do manejo florestal sobre a de desmatamento.

As hipóteses testadas são de que  $H_0: \varepsilon = 0$  e  $H_1: \varepsilon > 0$ . Assim, elasticidades de substituição maiores que zero indicam redução na oferta de madeira de desmatamento e crescimento da oferta de madeira de origem sustentável na oferta global, ou seja, as fontes de oferta competem entre si.

Os dados deste estudo foram séries anuais, para o período 1977-2000, sendo a série construída como indicado a seguir:

A produção madeireira, a qual representa a oferta (Q) num mercado em equilíbrio, tem como base as estatísticas publicadas pelo Anuário *FAO Forest Yearbook*.

O desmatamento ( $a_1$ ) foi medido pela taxa bruta anual em  $km^2$ , calculado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE.

A área de floresta manejada ( $a_2$ ), bem como a produção sustentada ( $q_1$ ) de madeira tropical oriunda dos planos de manejo, têm como base os relatórios publicados pelo IBAMA.

O volume de madeira de fonte não-sustentada foi determinado pela diferença entre a produção total (Q) e a produção sustentada ( $q_1$ ).

O índice de preço por atacado IPA-DI foi utilizado como *proxy* do preço madeira (P). De acordo com ZINI (1988), os índices de preço são correlacionados entre si e podem ser utilizados para estimativas de funções de oferta e demanda. A série de IPA-DI empregada neste estudo foi a publicada pela Fundação Getúlio Vargas – FGV – *Conjuntura Econômica*.

A área de estudo compreendeu a Amazônia Legal. O período refere-se à série temporal de 1977 a 2000.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, as correlações entre as variáveis são apresentadas, e, de modo geral, as correlações entre a produção madeireira e as demais variáveis explicativas são significativas. As correlações entre as variáveis explicativas da oferta mostram valores significativos entre si.

TABELA 1: Matriz de correlação entre as variáveis.

TABLE 1: Correlation matrix between variables.

	$a_1$	$a_2$	P	Q
$A_1$	1,000000	0,841263*	0,864072*	0,807560*
$A_2$		1,000000	0,809653*	0,886154*
P			1,000000	0,920614*
Q				1,000000

Em que:  $a_1$  = área manejada;  $a_2$  = área desmatada; P = índice de preço da madeira; Q = produção madeireira; \* = significativo a 5% de probabilidade.

Os resultados das correlações simples evidenciam que o preço e as áreas desmatada e de floresta manejada são variáveis importantes para explicar a oferta de madeiras tropicais na Amazônia. Os coeficientes foram positivos e significativamente diferentes de zero, a 5% de probabilidade.

A Tabela 2 apresenta os resultados da estimativa da equação de oferta das madeiras tropicais brasileira.

TABELA 2: Estatística da equação de oferta de madeiras tropicais.

TABLE 2: Statistics of tropical timber supply equation.

Variável	Coefficientes	Erro-Padrão	t de Student	Probabilidade
Intercepto	8,765289	0,415127	21,11473	0,000000
Preço	0,014091	0,003445	4,09037	0,001498
Área desmatada	0,114278	0,036782	3,10687	0,009073
Área manejada	-0,020039	0,016183	-1,23831	0,239281

Em que:  $R^2 = 0,92$ ;  $F(3,12)=43,52$ ; Erro-padrão da estimativa = 0,07; DW = 1,67.

As informações contidas na Tabela 2 confirmam a especificação teórica, e a equação explica cerca de 92%. Na especificação utilizada, a variável área de floresta tropical manejada não apresenta o sinal esperado pela teoria e a mesma é estatisticamente significativa somente a 24% de probabilidade. No entanto, a equação [4] apresentou problema de autocorrelação nos termos estocásticos.

No modelo teórico de oferta de madeiras tropicais, os parâmetros associados às variáveis explicativas preço e área desmatada foram estatisticamente significativos a 0,05 de probabilidade.

A estatística *d* de Durbin Watson foi da ordem de 1,67, indicando a ausência de autocorrelação nos resíduos, a 0,10.

Da equação especificada, observa-se que:

O desempenho da oferta de madeira tropical depende do preço da madeira, medida pelo índice de preço no atacado (P). A ordem de grandeza é a seguinte: se o índice de preço aumenta em um ponto de porcentagem, a oferta de madeiras tropicais cresce 0,014 pontos de porcentagem. A estimativa de elasticidade-preço da oferta de madeiras tropicais foi da ordem de 0,014, o que caracteriza a oferta de madeiras tropicais no mercado doméstico como fortemente inelástica.

O desmatamento influenciou significativamente a oferta de madeira e o sinal do parâmetro foi o esperado. A ordem de grandeza é a seguinte: se o desmatamento aumenta em um ponto de porcentagem, a produção madeireira aumenta em 0,037 ponto de porcentagem. O desmatamento na região amazônica está contribuindo na oferta de madeira tropical, também competindo com o manejo florestal.

O manejo florestal sustentável, testado pela variável área manejada, teve efeito estatisticamente não-significativo na produção de madeiras tropicais a 5% de probabilidade, isto é, mantidos os demais fatores constantes, a área manejada não contribuiu significativamente para um aumento na oferta de madeiras. O sinal negativo indica que o relacionamento entre a expansão de área sob manejo e oferta de madeira é inverso, isto é, expansão de área manejada não significa incremento de oferta.

A hipótese de substituição da madeira de origem de desmatamento pela de manejo florestal sustentável foi testada pelo modelo abaixo:

$\log(q_1 / q_2) = \delta + \varepsilon \log(a_1 / a_2) + \mu$ ; em que  $q_1$  = quantidade de madeira tropical ofertada pelo manejo florestal;  $q_2$  = quantidade de madeira tropical ofertada pelo desmatamento;  $a_1$  = área de floresta manejada; e  $a_2$  = área desmatada.

A equação fornece a elasticidade de substituição da madeira do manejo florestal sobre a do desmatamento. Os resultados do ajuste da equação são apresentados na Tabela 3.

As hipóteses testadas são  $H_0: \varepsilon = 0$  e  $H_1: \varepsilon > 0$ . Assim, elasticidades de substituição maiores que zero indicam aumento na oferta de madeira do manejo em relação à oferta de madeira oriunda de desmatamento e vice-versa, ou seja, as fontes de oferta competem entre si.

TABELA 3: Elasticidade de substituição entre madeiras de origem no desmatamento e no manejo sustentável.

TABLE 3: Substitution elasticity between tropical timber from deforestation and sustainable forest management.

Variável	Coefficientes	Erro-padrão	t de Student	Probabilidade
Intercepto	-6,49084	0,467190	-13,8934	0,000000
$\log(a_1 / a_2)$	1,04197	0,241292	4,3183	0,000834

Em que:  $R^2 = 0,589$ ;  $F(1,13)=18,648$ ; Erro-padrão Residual = 1,559; DW = 0,957.

A análise dos resultados apresentados na Tabela 3 sugere que o manejo compete com o desmatamento na oferta de madeiras tropicais. A estimativa de elasticidade de substituição mostra que, para um aumento de 1% na área manejada em relação à desmatada, espera-se um aumento de 1,04% na oferta global de madeiras tropicais ou vice-versa, um valor modesto, mas não desprezível considerando que o manejo em florestas tropicais no Brasil iniciou em escala comercial nos meados da década passada. Logo, a

elasticidade de substituição das madeiras tropicais de origem sustentável em relação às oriundas do desmatamento é unitária. Note o alto significado deste resultado para medidas de política florestal. Recentemente, no anos de 1999 e 2000, o Governo alterou as regras da concessão de autorizações de desmatamento para pequenos proprietários (desmatamento até três hectares) na Amazônia legal, tornando mais fáceis e rápidas as autorizações desses desmatamentos e a imediata concessão de volumes máximos por hectare de madeiras comercializáveis a partir dessas áreas. Isto deve ter representado um razoável desestímulo à madeira oriunda de planos de manejo, devido à verificada elasticidade de substituição que existe entre as diferentes fontes de oferta.

Com a promoção do manejo e da criação de mecanismos que encarecem o desmatamento, o valor de elasticidade de substituição entre as diferentes fontes de oferta da madeira sustentável tropical e de desmatamento tende a aumentar a médio prazo.

Esse resultado sugere que, para aumentar a participação do manejo florestal sustentável na oferta de madeiras tropicais, há a necessidade de medidas que promovam a diferenciação de preços entre a madeira de origem no desmatamento e a da floresta manejada.

### **CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

Este trabalho revelou que a oferta de madeiras tropicais na Amazônia brasileira é explicada pelo preço da madeira e pela área desmatada. A área de floresta em sistema de manejo sustentável ainda não contribui significativamente para explicar a oferta de madeiras tropicais na Região Amazônica.

Com base nas análises estatísticas utilizadas, a oferta de madeira na Amazônia está associada principalmente ao desmatamento e ao seu preço. No entanto, a oferta mostra uma baixíssima sensibilidade a preço, o valor da elasticidade-preço da oferta é estimado em 0,014, o que caracteriza a oferta como inelástica.

O valor de elasticidade de substituição encontrado entre a oferta de madeira do manejo e do desmatamento indica uma certa possibilidade de diferenciação de produto por fonte de origem.

A expansão do manejo florestal sustentável está fortemente associada ao setor privado e ao público. As empresas privadas competem para aumentar as áreas manejadas, a produtividade e a rentabilidade ao longo da cadeia produtiva, adotando as tecnologias disponíveis. Ao Governo, cabe estabelecer mecanismo para promover o manejo, como a difusão de tecnologias, criação de linhas de créditos a juros compatíveis com a atividade e políticas estáveis para que a atividade manejo se incremente.

Devido ao impacto do desmatamento e a insignificância das áreas de floresta manejada na oferta de madeira na Amazônia brasileira, políticas públicas devem ser priorizadas com o objetivo de inverter a ordem de grandeza destas variáveis sobre a produção madeireira.

E, por fim, recomenda-se, nos próximos trabalhos, averiguar o efeito do mercado internacional, das recentes políticas públicas implementadas pelo Programa Nacional de Florestas, dos incentivos fiscais e creditícios e de outras variáveis relevantes na produção sustentada de madeiras tropicais.

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

CRUZ, E.S. **Análise do comércio mundial de celulose e papel**. 2001. 145p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

FAO. **Yearbook of forest products**. Rome, 19--.

FERGUSON, C.E. **Microeconomia**. Rio de Janeiro: Forense-Universitária, 1986. 624p.

FONTES, R.M.O.; BARBOSA, M.L. Efeitos da integração econômica do Mercosul e da Europa na competitividade das exportações brasileiras de soja. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v.29, n.4, p.335-351, 1991.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS – FGV. Disponível em: <<http://www.fgv.br>>. Acesso em: 10 out. 2002.

HUMMEL, A. C. **Normas de acesso ao recurso florestal na Amazônia brasileira: o caso do manejo florestal madeireiro**. 2001. 101p. Dissertação (Mestrado em Ciências de Florestas Tropicais) – INPA/UA, Manaus, 2001.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA. Disponível em: <[www.ibama.gov.br](http://www.ibama.gov.br)> Acesso em: 10 dez. 2002.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. **Monitoramento da Floresta Amazônica por**

**satélite: 1999-2000.** Disponível em: <www.inpe.gov.br> Acesso em: 20 dez. 2001.

ITTO. **Annual review and assessment of the world timber situation 2000.** Document GI-7/00. International Tropical Timber Organization. Yokohama, Japan, 2000. 118p.

MEDEIROS, V.X.; TEIXEIRA, E.C. Competição no Mercosul e no mercado internacional de carnes. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v.34, n.1/2, p.49-70, 1996.

PINDYCK, R.S.; RUBINFELD, D.L. **Microeconomia.** São Paulo: Makron Books, 1994. 968p.

SILVA, O.M.; DUTTON JR., J.C. O mercado internacional de suco de laranja concentrado e congelado: um modelo com produtos diferenciados. **Revista Economia Sociologia Rural**, Brasília, v.29, n.4, p.353-371, 1991.

VIANA, V. M. **Fatores limitantes para o manejo florestal na Amazônia e oportunidades à formulação de políticas públicas apropriadas.** Projeto de Apoio ao Manejo Florestal Sustentável na Amazônia – ProManejo. Manaus: MMA/IBAMA/DIFLOR, 2000 8p. Mimeo.

ZINI JR., A.A. Funções de exportação e de importação para o Brasil. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, Rio de Janeiro, v.18, n.3, p.615-662, 1988.