

ARTIGO



AUTORES:

Antonio Cordeiro de

Santana ¹

Ádamo Lima de

Santana ²

Marcos Antônio Souza
dos Santos ¹

¹ Universidade Federal Rural da
Amazônia, 66075-900, Belém, PA,
Brasil.

² Universidade Federal Pará,
66075-900, Belém, PA, Brasil.

Recebido: 27/06/2011

Aprovado: 18/07/2011

AUTOR CORRESPONDENTE:

Antonio Cordeiro de Santana

E-mail:

antonio.santana@ufra.edu.br

PALAVRAS-CHAVE:

Concessão florestal

Manejo florestal

Oferta e demanda

Amazônia

KEY WORDS:

Forest concessions

Forest management

Supply and demand

Amazon

Influência do desmatamento no mercado de madeira em tora da região Mamuru-Arapiuns, Sudoeste do Pará

Influence of deforestation on the roundwood market on the Mamuru-Arapiuns region, in the Southwest of Pará

RESUMO: A região do Mamuru-Arapiuns, delimitada pelos municípios de Aveiro, Itaituba, Juruti e Santarém, no Estado do Pará, abriga uma área de florestas públicas destinada ao programa de concessões florestais. Nessas áreas, a extração de madeira ilegal e a pressão do desmatamento determinam o esgotamento dos recursos florestais madeireiros e não madeireiros. Para os contratos de concessão florestal, destinados à exploração sustentável da madeira de florestas públicas do Pará, estimou-se o preço da madeira em tora como remuneração da madeira com origem legal. O mercado opera em concorrência perfeita, por isso um sistema de equações com painel de dados foi utilizado para estimar simultaneamente a oferta e a demanda por madeira. Os resultados mostraram que a demanda e a oferta de madeira em tora são inelásticas a preços, características que determinam flutuações na produção de madeira e instabilidade na receita bruta do segmento florestal madeireiro da região Mamuru-Arapiuns. O desmatamento causa um deslocamento maior na oferta do que na demanda, o que *ceteris paribus*, contribui para regular o equilíbrio de mercado da madeira em relação a choques. Conclui-se que as empresas verticalizadas, ao exercerem simultaneamente o papel de produtor e consumidor, reduzem os impactos das flutuações da oferta e da demanda causados pelo desmatamento e por outros choques, portanto o marco regulatório deve considerar este resultado na concessão de florestas públicas, mediante contratos de transição para viabilizar a extração de madeira e de resíduos de madeira destas florestas.

ABSTRACT: The region of Mamuru-Arapiuns bordered by the municipalities of Aveiro, Itaituba, Juruti and Santarem in the state of Para, comprises an area of public forests destined for the forest concessions program. In these areas, pressure from illegal logging and deforestation are causing the depletion of timber and non-timber resources in the forest. For the forest concession contracts, which aim to achieve sustainable exploitation of timber from public forests in Pará, the price of roundwood was estimated in terms of the remuneration for legally sourced wood. The market operates under perfect conditions of competition, so a system of equations with panel data was used to simultaneously estimate the supply and demand for wood. The results showed that the demand and supply of logs are inelastic with regard to price, a characteristic that causes fluctuations in timber production and instability in the gross revenue of the lumber forest segment of the Mamuru-Arapiuns region. Deforestation causes a higher shift in supply than in demand, which *ceteris paribus*, contributes to regulating the market equilibrium of the timber in relation to external shocks. It is concluded that vertical companies, when simultaneously playing the role of producers and consumers, reduce the impact of fluctuations in supply and demand caused by deforestation and other shocks, and the regulatory framework should thus consider this result in the concession of public forests, by means of transition contracts to enable the extraction of timber and waste wood from these forests.

1 Introdução

A produção de madeira em tora do Pará foi de 6,67 milhões de m³ em 2009, equivalente a 31,51% da produção nacional. Em relação às exportações de produtos madeireiros, o Estado do Pará participou com 20,62% do total do Brasil, assumindo a sexta posição no *ranking*, correspondendo a US\$ 472,18 milhões (SANTANA et al., 2010). Os produtos da indústria moveleira, por seu turno, participaram com apenas 0,35% das exportações paraenses de produtos madeireiros.

A comercialização interestadual dos produtos das cadeias produtivas de madeira beneficiada, móveis e artefatos de madeira, apresentou superávit de R\$ 507,79 milhões, em 2008. Com relação ao mercado internacional, mesmo diante da crise, o Estado do Pará apresentou superávit na balança comercial dos produtos da madeira de R\$ 1,43 bilhão, em 2008 (SANTANA, 2009). Embora o comércio de madeira concentre produtos de baixo valor agregado, o Estado do Pará continuou como exportador líquido deste produto, com um superávit total de R\$ 1,93 bilhão (exportação R\$ 2,37 bilhões e importação R\$ 0,44 bilhão).

Os municípios da região pesquisada Mamuru-Arapiuns: Itaituba, Aveiro, Santarém e Juruti, destinam parte da produção de madeira beneficiada para o mercado internacional, sendo a intermediação feita por empresas-matriz instaladas em Belém (SANTANA, et al., 2009a). Em função disso, não foram encontradas as estatísticas de exportação destes municípios. Esta região define uma das áreas de concessão de florestas públicas a serem exploradas pela iniciativa privada e pelas populações tradicionais. Atualmente, a exploração ilegal de madeira e a utilização das terras para fins agropecuários configuram um clima de conflitos por falta da ação eficiente do arranjo institucional vinculado à questão ambiental local, estadual e nacional. A região representou a produção de 1,24 milhão de m³, cerca de 18,74% da madeira em tora produzida no Pará, em 2009 (SANTANA; SANTOS; OLIVEIRA, 2010a). Há problemas de diversas ordens, como falta de regularização fundiária, demora na aprovação e liberação dos planos de manejo solicitados pelas madeireiras no que tange à aprovação e autorização da extração madeireira, deficiência na fiscalização da madeira em trânsito e da extração em áreas da Floresta Tapajós e de outras glebas já demarcadas no entorno e dentro da região pesquisada. Diante disso, a taxa de desmatamento, em 2006, variou de 6,3%

em Juruti, 34,1% em Aveiro, 39,2% em Santarém e 120,9% em Itaituba (SANTANA et al., 2009a). Embora estas taxas apresentem comportamento decrescente, ou de estabilização em patamar mais baixo do que em 2000, ainda indicam uma pressão forte sobre as áreas de florestas públicas.

Na região, as micro, pequenas e médias empresas madeireiras que estão fazendo a extração legal de madeira (ou comprando madeira em tora no mercado local), estão internalizando o impacto da ineficiência da atuação institucional quanto aos planos de manejo e demais regras de certificação, mercado e comercialização dos produtos. A utilização de madeiras sem origem legal, extraídas das áreas de florestas públicas diretamente pelas empresas e/ou por assentados e “povos da floresta” e que supera os 90% no mercado regional, além de estar diretamente vinculada aos desmatamentos, produz impactos tanto na demanda quanto na oferta de madeira. Adicionalmente, esta extração pode contribuir para ampliar as taxas de desmatamento e, como consequência, para o esgotamento do recurso, uma vez que a taxa de extração supera a taxa de reposição dos estoques, pois algumas espécies já apresentam dificuldade de serem encontradas, como o ipê, cedro e cumaru, entre outras (SANTANA et al., 2009a). Qual o impacto do desmatamento sobre a demanda e a oferta de madeira na região Mamuru-Arapiuns? O efeito do desmatamento no mercado de madeira é contemporâneo apenas, ou imprime ajuste dinâmico na oferta?

Nesta perspectiva, torna-se oportuna a estimação da oferta e da demanda de madeira dos municípios de Aveiro, Itaituba, Juruti e Santarém que, em tese, transacionam a madeira extraída de toda a região de floresta pública do Mamuru-Arapiuns, visando contribuir para a política de regulação da concessão de florestas públicas para exploração legal, cuja gestão é realizada pelo Instituto de Desenvolvimento Florestal do Estado do Pará (Ideflor). Com as concessões, além de aumentar a oferta de madeira em tora, contribui-se para que o comércio de madeira ilegal diminua nesta região, pela regularização fundiária das áreas, utilização obrigatória de planos de manejo e aumento da fiscalização. Este estudo é uma contribuição pioneira ao estudo de mercado de madeira em tora de floresta tropical nativa, uma vez que os poucos estudos disponíveis se referem ao agregado de madeira como um todo, transacionada no mercado internacional (RAHIN; SHAHWAHID, 2009), que exclui a madeira em tora da floresta amazônica, e ao mercado de madeira de

reflorestamento (ALMEIDA et al., 2009), que também não é produzida no mercado local (ADAMS; BLACKWELL, 1973; FORSMAN; HEINONEN, 1989; HETEMÄKI; KUULUVAINEN, 1992). Com relação ao método de estimação, nenhum estudo utilizou o modelo simultâneo de painel de dados. Além disso, conforme Santana et al. (2010; 2011), o mercado de madeira em tora é a principal referência para a definição do preço da madeira em pé, utilizado nos contratos de concessão florestal dessa região.

O objetivo do trabalho foi estimar a demanda e oferta de madeira em tora da região Mamuru-Arapiuns, comercializada nos municípios de Aveiro, Itaituba, Juruti e Santarém, com base em informações quantitativas secundárias, visando contribuir com a política de concessões florestais a ser implantada na região. O modelo especificado foi um painel de dados em equações simultâneas.

2 Material e Métodos

A metodologia envolveu a estimação de um modelo de painel de dados, visando captar a influência do desmatamento sobre as funções de oferta e demanda de madeira em tora nos municípios de Aveiro, Itaituba, Juruti e Santarém. Os três primeiros municípios localizam-se nas proximidades da BR-163 e do rio Tapajós, que são as vias de escoamento da madeira. Juruti, por sua vez, localiza-se nas proximidades do rio Amazonas.

Estes municípios compõem a área de estudo e a base dos dados secundários foi o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2009), no que tange às informações sobre as variáveis produção de madeira em tora, preço da madeira em tora, número de empregos, PIB *per capita* e valor da produção do extrativismo. A taxa de desmatamento foi obtida do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2009) e o valor do ICM foi disponibilizado pela Secretaria de Estado da Fazenda do Estado do Pará (SEFA, 2008).

O mercado de madeira em tora funciona sob concorrência perfeita nos locais próximos às áreas de exploração florestal, no caso, uma fronteira que se encontra sob pressão da produção de grãos, da pecuária e de comunidades de assentamentos rurais, e se define à beira dos rios Tapajós e Amazonas e de estradas vicinais nas proximidade da BR-163, delimitados pelos municípios de Aveiro, Itaituba, Juruti e Santarém que absorvem a madeira da região Mamuru-Arapiuns (SANTANA et al., 2009a).

O mercado local de madeira em tora apresenta as características da concorrência perfeita (THOMPSON Jr.; FORMBY, 1998), uma vez que é grande o número de produtores e de compradores e cada qual transaciona uma pequena parcela do volume total de madeira. Assim, a escala de produção eficiente de um dado produtor é pequena em relação à demanda de madeira em tora das serrarias, extratores ou toreiros, intermediários, estâncias e movelarias. Ou seja, os produtores e consumidores de madeira em tora atuam como tomadores de preços, uma vez que não têm como influenciar, em suas decisões individuais, o preço de mercado. Outras características importantes deste mercado, que o aproximam da concorrência perfeita, foram identificadas por Santana, Santos e Oliveira (2010a): o produto é homogêneo na percepção dos compradores de madeira, uma vez que uma tora de ipê (*Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nichols), comercializada por um produtor, é idêntica às toras de ipê ofertadas pelos demais produtores (são substitutos perfeitos, portanto, não há preferências específicas por um produto de um dado fornecedor); o fluxo de informações sobre preço, custo de extração, frete e transporte é do conhecimento dos principais agentes do mercado (empresas, proprietários dos planos de manejo, produtores locais, toreiros) e há mobilidade de fatores (principalmente mão de obra) entre as regiões produtoras de madeira, em resposta a novas oportunidades de extração do produto; não existem barreiras impedindo a entrada e/ou a saída dos agentes do mercado de madeira em tora em qualquer tempo.

Neste mercado, conforme Santana, Santos e Oliveira (2010a), foram identificadas madeira em tora de, pelo menos, 48 espécies florestais, distribuídas em quatro categorias: madeiras especiais, como o ipê (*Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nichols), com 8,3%; madeira nobre, como jatobá (*Hymenaea courbaril*), com 27,1%; madeira vermelha, como pau amarelo (*Euxylophora paraensis*), com 27,1%; madeira branca, como curupixá (*Micropholis nelioniana*), com 37,5%. Toda a madeira é comercializada no mercado local, exceto a madeira retirada por empresas de Belém, com áreas de manejo no local. Uma parcela das madeiras especiais, nobres e vermelhas é também comercializada por toreiros e/ou pequenas serrarias com o mercado de Belém.

Não há uma relação direta do câmbio no mercado de madeira em tora local, uma vez que não se comercializa madeira em tora para fora do Pará, desde 1973 (MATTAR; SANTANA, 1996). Indiretamen-

te, uma parcela do seu efeito pode ter sido captada pela variável instrumental (PIB *per capita*), uma vez que as informações diretas da variável exógena câmbio não estão disponíveis para os municípios estudados. No caso do mercado de madeira beneficiada exportada (artefatos, compensado, laminado e serrada) do Estado do Pará, o câmbio tem influência direta, embora não seja a variável de maior impacto (SANTANA, 2002; SANTANA; SANTOS; OLIVEIRA, 2010b).

Nesta região não há madeira plantada para o abastecimento da indústria madeireira, em função da abundância de madeira nativa e, principalmente, porque as serrarias, em geral, não estão tecnologicamente equipadas para operar com madeira fina. Igualmente, as movelarias não utilizam esse tipo de madeira em tora. A madeira reflorestada do Pará é destinada para a produção de celulose (caso da empresa Jarí Celulose) e para a produção de carvão, para atender a demanda das empresas de ferro gusa. Além disso, nos municípios estudados, não há disponibilidade de informações para essa variável. Na realidade, não existe demanda por madeira plantada para as serrarias. Sendo assim, não existe um custo de oportunidade que represente a escolha de compra da madeira em tora nativa em relação à madeira plantada, ou seja, não há relação de troca definida.

Nestes termos, a estimação da oferta e demanda do mercado de madeira em tora de floresta tropical nativa na Amazônia é um estudo pioneiro e, portanto, precisa ser modelado de acordo com esse conhecimento de como funciona tal mercado na última fronteira de floresta tropical do Estado do Pará.

Na região estudada, estão sendo implantados projetos de concessão florestal, em que a participação dos madeireiros locais enfrenta barreira à entrada, em função da grande dimensão das áreas a serem exploradas e do alto valor a ser pago, antecipadamente, na assinatura dos contratos. Neste ponto, o estudo pode servir de base para o estabelecimento de preços da madeira em pé, ainda desconhecidos, para apoiar os editais sobre a concessão de florestas públicas nesta região, elaborados pelo Ideflor e pelo Serviço Florestal Brasileiro (SFB). As concessões de florestas públicas, conforme Santana et al. (2011), estão desenhando um novo mapa de extração madeireira na última fronteira de mata densa do Estado do Pará, cujos efeitos são, ainda, imprevisíveis.

Com base na teoria do consumidor (MAS-COLLELL; WHINSTON; GRENN, 1995; THOMPSON Jr.; FORMBY, 1998) e, fundamentalmente, na re-

alidade do mercado de madeira em tora regional, a equação de demanda foi especificada em função do preço da madeira em tora e da taxa de desmatamento. Espera-se uma relação inversa entre preço e quantidade demandada, pois, à medida que os preços da madeira em tora sofrem um aumento, as empresas tendem a demandar uma menor quantidade do produto, *ceteris paribus*.

Com relação à variável taxa de desmatamento, espera-se uma correlação positiva, pois, quando a taxa de desmatamento¹ aumenta, naturalmente a demanda por madeira em tora tende a aumentar, em função da expectativa de que, com o desmatamento para a implantação de atividades agrícolas, pecuária e manejo florestal comunitário, uma maior quantidade do produto será disponibilizada e em condições favoráveis de preço. Para essa fronteira, além dos intermediários da comercialização, extractores (ou toreiros) e serrarias locais aumentarem as compras, tem-se um reforço das serrarias que migram para participar deste novo mercado. A taxa de desmatamento também influencia fortemente o deslocamento da oferta do produto, pois aumenta a quantidade de madeira oriunda destas áreas desmatadas, ou a serem desmatadas. Nas áreas desmatadas para agricultura e pecuária da região estudada, por ser área de fronteira nova a intermediária, conforme Amaral (2005), são extraídas menos de 20 espécies florestais, pois o objetivo específico dos produtores é de financiar parte do custo de implantação dessas atividades com a venda das árvores de maior valor comercial a preços abaixo do preço de equilíbrio de mercado (SANTANA et al., 2010). Portanto, tanto na oferta quanto na demanda, espera-se um sinal positivo para o coeficiente associado a esta variável.

¹ A área de estudo é uma área de fronteira, pressionada pelas atividades de grãos, pecuária e de comunidades de assentamentos. A madeira é pouco valorizada, porém, em função da abundância de madeira comercial, os agentes produtivos recorrentemente vendem as árvores de maior valor para ajudar na implantação de pastagens e de produtos agrícolas. Para esses locais, além das madeireiras locais, migram serrarias, toreiros e intermediários da comercialização de madeira, que representam a demanda de madeira em tora. Em razão disso, o desmatamento faz a demanda local por madeira em tora aumentar. A sinergia que o setor madeireiro regional mantém com pecuaristas, agricultores, as comunidades de assentamentos e as população tradicionais (índios e extrativistas), ainda pouco estudada, produz uma forte influência no mercado de madeira em tora de florestas nativas da Amazônia (HOMMA, 1998; SANTANA, 2002; AMARAL, 2005; SANTANA et al., 2009).

Não há produto substituto da madeira em tora nativa para as serrarias regionais, uma vez que não se tem reflorestamento para venda de madeira em tora para as serrarias e, por sua vez, estas não estão tecnologicamente aparelhadas para trabalhar com madeira fina. Mesmo a madeira reflorestada, que é destinada à fabricação de carvão, também se mantém independente do mercado da madeira em tora, pois o que interessa é o fuste, enquanto o carvão é fabricado a partir dos galhos das árvores extraídas e/ou danificadas na floresta, juntamente com os resíduos das serrarias, assim como de madeiras finas diversas extraídas das áreas desmatadas, ou a serem desmatadas.

A oferta de madeira em tora é realizada tanto pelas empresas com planos de manejo quanto por extrativistas, assentamentos e produtores rurais. De acordo com a teoria da firma (MAS-COLELL; WHINSTON; GRENN, 1995; THOMPSON Jr.; FORMBY, 1998) e a realidade do mercado local, espera-se uma relação positiva entre a quantidade de madeira em tora e o preço, devido ao custo marginal de extração da madeira; não é interessante, para o produtor, se o preço do produto não for suficiente para cobrir o custo marginal de produção. Por isso, quando o preço aumenta, se todos os fatores de produção permanecerem constantes, os produtores estarão dispostos a incorrer no custo marginal maior e aumentar a produção. Com relação à variável Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS), espera-se uma relação negativa, pois o incremento no ICMS gera aumento no custo do produto.

O modelo estrutural de mercado foi especificado por um sistema com as equações de demanda e oferta, cujas variáveis endógenas foram determinadas por um conjunto de variáveis instrumentais, incorporadas às equações na forma reduzida. As equações são superidentificadas pelos critérios de ordem e de posto (GREENE, 1997; SANTANA, 2003).

O sistema de equações foi especificado na forma de painel de dados, pois, ao combinar informações longitudinais (*cross-section*) e de séries temporais, agrega as vantagens de ampliar o número de observações, dado que o período das séries temporais de interesse da pesquisa é curto, aumenta a eficiência das estimativas e reduz problemas de multicolinearidade (GREENE, 1997; BALTAGI, 2001). Os dados se referem aos municípios da área pesquisada, no período de 2000 a 2008, portanto, não se trata de amostra aleatória. Por esta razão, o

modelo de efeito fixo foi adotado. A estrutura do modelo é a seguinte:

$$\text{Demanda: } \ln QM_{it} = \alpha_d + \delta_{it} + \beta_{d1} \ln PM_{it} + \beta_{d2} TD_{it} + \varepsilon_{dit}$$

Oferta:

$$\ln QM_{it} = \alpha_o + \delta_{it} + \beta_{o1} \ln PM_{it} + \beta_{o2} TD_{it} + \beta_{o3} TD_{it-1} + \beta_{o4} \ln ICMS_{it} + \varepsilon_{oit}$$

em que:

Variáveis endógenas

$\ln QM_{it}$ é o logaritmo natural da quantidade de madeira em tora (demandada e ofertada) nos municípios i ($i =$ Aveiro, Itaituba, Juruti e Santarém), no período t ($t = 2000, \dots, 2008$), medida em m^3 ;

$\ln PM_{it}$ é o logaritmo natural do preço da madeira em tora em $R\$/m^3$, por município i , no período t .

Variáveis exógenas e instrumentais

TD_{it} é a taxa de desmatamento em %, por município i , no período t (2000 a 2008);

TD_{it-1} é a taxa de desmatamento em %, por município i , no período $t-1$ (1999 a 2007);

$\ln ICMS_{it}$ é o logaritmo natural do imposto sobre a comercialização da madeira em tora em $R\%$, por município i , no período t ;

$NEMP_{it-1}$ é o número de empregos no município i , no período t , utilizada como variável instrumental (1999 a 2007);

$PBPC_{it-1}$ é o produto interno bruto *per capita* do município i , no período t (1999 a 2007), utilizada como variável instrumental;

$VPEX_{it-1}$ é o valor bruto da produção do extrativismo vegetal em $R\%$, do município i , no período t (1999 a 2007), utilizada como variável instrumental.

Parâmetros

α é o valor do intercepto geral da equação, mantido igual para todos os *cross-section*;

β_j são os parâmetros que medem o efeito das variáveis exógenas sobre as variáveis endógenas das equações de demanda e oferta;

δ é o parâmetro que representa o efeito longitudinal que é fixo no tempo;

ε_{it} é o termo de erro aleatório, com distribuição independente e normal dos erros

As variáveis instrumentais, defasadas de um período, foram incluídas, para adicionar mais informação ao modelo e torná-lo mais bem especificado à luz da teoria e das condições reais em que o mercado opera. Os instrumentos podem captar os efeitos dinâmicos do ajuste do mercado de madeira por meio do PIB *per capita* e do emprego indireto do câmbio e demais variáveis exógenas, cujas informações não estão disponíveis para os municípios da área estudada. Assume-se que tais instrumentos não apresentam correlação com o termo de erro. O teste de Sargan foi utilizado para aferir se os instru-

mentos superidentificadores não são correlacionados com o erro.

O modelo foi estimado pelo método de mínimos quadrados em dois estágios, usando estimativa da variância residual *cross-section* no Eviews 6 (2007). A descrição sobre a especificação e estimação de modelos de painel de dados, envolvendo efeitos fixos, efeitos aleatórios e modelos dinâmicos pode ser encontrada em Greene (1997), Peasaran e Baltagi (2007), Baltagi (2007) e Wooldridge (2002; 2005; 2008). A escolha do modelo de efeito fixo deve-se ao fato de os dados não serem gerados a partir de amostra aleatória, além da confirmação obtida pelo teste de Hausman (1978), conforme Wooldridge (2002).

O modelo é um painel de dados equilibrados com efeitos fixos, inclusive mantendo o mesmo intercepto, com nove observações (2000 a 2008) e quatro municípios perfazendo um total de 36 observações. Para as variáveis defasadas, os dados foram de 1999 a 2007, para não perder o grau de liberdade. As diferenças entre os municípios ou unidades de sessão-cruzada podem ser captadas no termo de intercepto, sendo que tais diferenças são mantidas constantes no tempo.

3 Resultados e Discussão

Os resultados do modelo de painel de dados com efeitos fixos são apresentados na Tabela 1. Os sinais dos parâmetros estão de acordo com o teoricamente esperado e se apresentaram estatisticamente diferentes de zero a 1% de probabilidade. O preço apresenta sinal negativo, indicando uma relação inversa com a quantidade demandada, e a taxa de desmatamento apresentou um sinal positivo, mostrando que aumentos na taxa de desmatamento produziram incrementos na demanda de madeira em tora da região do Mamuru-Arapiuns.

Estes resultados estão de acordo com a proposição de que o desmatamento é um deslocador da demanda de madeira em tora nas regiões de fronteira da Amazônia. O desmatamento é fruto das ações das atividades agrícolas, pecuária e dos assentamentos, que mantêm forte sinergia com a atividade madeireira, conforme discussão apresentada na metodologia. Portanto, a demanda aumenta em resposta à grande disponibilidade de madeira dessas regiões de desmatamento, que atrai serrarias, torreiros e intermediários da comercialização de madeira e pressiona para cima a demanda por madeira em tora (HOMMA, 1998; SANTANA, 2002).

Os resultados da Tabela 1 mostraram que 75,89% das variações na quantidade demandada de madeira em tora foram explicadas diretamente por variações simultâneas no preço e na taxa de desmatamento e, indiretamente, pelas variáveis instrumentais. A estatística F apresentou-se diferente de zero a 1%, atestando a adequação do modelo de efeitos fixos ao fenômeno estudado. A estatística de Durbin-Watson indicou ausência de autocorrelação serial de primeira ordem nos resíduos. O teste de Sargan indicou ausência de correlação entre as variáveis instrumentais e os erros.

Tabela 1. Resultados da equação de demanda por madeira em tora da região Mamuru-Arapiuns, Estado do Pará.

Variável dependente: LnQM				
Variável	Coefficiente	Desvio padrão	Estatística - t	Probabilidade
Constante	11,3196	2,604E-02	434,6729	0,0000
LnPreço	-0,22056	6,522E-04	-338,1800	0,0000
TDesmatamento	0,57620	3,369E-03	171,0164	0,0000
R-quadrado	0,758946	Média da variável dependente		11,05302
R-quadrado ajustado	0,691986	Desvio padrão var. dependente		0,384910
Desv. P. da regressão	0,213621	Soma de quadrados dos resíduos		0,821412
Estatística - F	222,7349	Estatística Durbin-Watson		2,160002
Prob. (Estat. - F)	0,000000	Segundo estágio SSR		0,046412

As estimativas dos parâmetros foram interpretadas como elasticidade, uma vez que a equação foi especificada na forma logarítmica. A elasticidade-preço da demanda de madeira em tora, igual a - 0,220, indica que as quantidades demandadas tendem a cair 2,2% em resposta a cada aumento de 10% nos preços da madeira, *ceteris paribus*. Este resultado revela que a demanda é inelástica a preço. A inelasticidade da demanda em muito se deve à ausência de substituto na região, pois não se tem plantios de madeira para o abastecimento da indústria madeireira. Este fato caracteriza o produto como instável em curto prazo, pois variações nas quantidades demandadas, por menores que sejam, resultam em variações mais que proporcionais nos preços. Ou seja, os preços devem variar 45,45% para que as quantidades demandadas se alterem em 10%. Como o mercado de madeira está fortemente atrelado ao consumo do mercado nacional e internacional de madeira beneficiada, pequenas alterações na demanda destes mercados produzem grandes variações nos preços no mercado local e causam oscilações na renda do segmento de madeira, móveis e artefatos.

A elasticidade-cruzada da demanda de madeira com relação à taxa de desmatamento, igual a 0,576,

mostra que cada incremento de 10% na taxa de desmatamento da região Mamuru-Arapiuns, tende a produzir aumento na demanda de madeira em tora de 5,76%, *ceteris paribus*. Observa-se que uma variação de apenas 17,36% no desmatamento produz incremento na demanda de madeira em 10%. Portanto, esta variável pode ser considerada como reguladora da demanda e do preço de equilíbrio do mercado. Como é inelástica a preço, mudanças na demanda, provocadas por aumento na taxa de desmatamento, tendem a gerar grandes alterações na renda do extrativismo florestal, favorecendo-o em curto prazo e estimulando a expansão da atividade no local. O desmatamento compensa o efeito do preço para as empresas que demandam madeira.

A estabilização da demanda de madeira em tora na região estudada depende da eficiência do marco regulatório, comandado pelo arranjo de instituições no que tange à regularização fundiária, concessão de áreas de florestas públicas para a extração legal de madeira e ao controle do desmatamento e fiscalização da comercialização do produto.

Os resultados obtidos para a equação de oferta também se mostraram coerentes com o esperado, pois os preços apresentaram correlação positiva, assim como as taxas de desmatamento contemporâneas e defasadas de um período. A variável ICMS apresentou sinal negativo, indicando que aumento na carga tributária tende a reduzir a oferta de madeira em tora na região estudada (Tabela 2).

Os resultados da Tabela 2 mostraram que 99,69% das variações na quantidade ofertada de madeira em tora foram explicadas diretamente por variações simultâneas no preço, na taxa de desmatamento (presente e passada) e no ICMS, e indiretamente pelas variáveis instrumentais. A estatística F apresentou-se diferente de zero a 1%, atestando a adequação do modelo de efeitos fixos ao fenômeno estudado. A estatística de Durbin-Watson indicou ausência de autocorrelação serial de primeira ordem nos resíduos.

As estimativas dos parâmetros da oferta foram interpretadas como elasticidade, pois a equação foi especificada na forma logarítmica. A elasticidade-preço da oferta de madeira em tora, igual a 0,792, indica que as quantidades ofertadas tendem a aumentar 7,92%, em resposta a cada incremento de 10% nos preços do produto, *ceteris paribus*. Este resultado revela que a oferta é inelástica a preço; resultado esperado em função da rigidez imposta pelos estoques de madeira das florestas e pela ausência de madeira plantada. Isto torna a oferta

de madeira instável em curto prazo, pois mudanças nas quantidades ofertadas produzem variações mais que proporcionais nos preços, o que faz o valor da produção flutuar e aumentar o risco da atividade para os extrativistas.

Tabela 2. Resultados da equação de oferta por madeira em tora na região Mamuru-Arapiuns, Estado do Pará.

Variável dependente: LnMD				
Variável	Coefficiente	Desvio padrão	Estatística - t	Probabilidade
Constante	18,5347	6,602E-01	28,07533	0,0000
LnPreço	0,79171	3,399E-02	23,29572	0,0000
TDesmatamento	0,47620	1,751E-03	271,9736	0,0000
TDesmatam(t-1)	0,24440	1,333E-02	18,30275	0,0000
LnICMS	-0,65223	4,548E-02	-14,34084	0,0000
R-quadrado	0,996913	Média da variável dependente		11,05302
R-quadrado ajustado	0,995562	Desvio padrão var. dependente		0,384910
Desv. P. da regressão	0,025642	Soma de quadrados dos resíduos		0,010520
Estatística - F	738,0587	Estatística Durbin-Watson		2,066219
Prob. (Estat. - F)	0,000000	Segundo estágio SSR		0,010520

A elasticidade-cruzada da oferta de madeira em relação à taxa de desmatamento, igual a 0,476 em tempo contemporâneo e 0,244 com defasagem de um ano, indica que um incremento de 10% na taxa de desmatamento da região Mamuru-Arapiuns tende a produzir aumento na oferta de madeira em tora, respectivamente, de 4,76% no mesmo ano e 2,44% no ano seguinte, *ceteris paribus*. Estes resultados mostram que, em curto prazo, a taxa de desmatamento causa um deslocamento na oferta de 7,2%, mediante impacto no presente e no futuro próximo. Necessita-se, pois, de uma variação de apenas 13,89% no desmatamento para que a oferta de madeira em tora se altere em 10%. Como a oferta é menos inelástica do que a demanda, o desmatamento gera um deslocamento maior na oferta do que na demanda; portanto, o ajuste no mercado tende a beneficiar mais os consumidores de madeira em tora, ou seja, as serrarias e toreiros, do que os extrativistas e produtores rurais. Isto significa que as comunidades rurais que têm manejo comunitário e/ou os proprietários de projetos de manejo que não possuem serrarias para o desdobramento da madeira, são os principais prejudicados com os desmatamentos, por causa da oferta de madeira de alto valor comercial a preços abaixo do equilíbrio do mercado. Este resultado sinaliza, portanto, que as empresas verticalizadas (têm plano de manejo e serraria para beneficiar o produto) tendem a ganhar relativamente mais, tanto com o aumento da taxa de desmatamento como com o seu controle.

Nesta perspectiva, a política de concessão florestal, que visa regular a exploração sustentável de madeira em áreas de florestas públicas da Amazônia, mediante outorga de direito à iniciativa privada, deve considerar os resultados deste trabalho para definir os preços da madeira em pé e, como consequência, as vantagens que uma empresa verticalizada pode ter diante da legalização do mercado de madeira em tora (SANTANA et al., 2009b). Como os ganhos entre as empresas verticalizadas e as empresas que não dispõem de serrarias são diferentes, diante da redução forte do desmatamento e da legalização generalizada da produção e comercialização da madeira em tora na Amazônia, é fundamental que os órgãos governamentais que respondem pelas concessões florestais estaduais (Ideflor) e federais (Serviço Florestal Brasileiro - SFB) realizem estudos econômicos para criar fundamentos contra a possível pressão do setor madeireiro para tentar baixar o preço da madeira em pé.

A análise inversa, revelada pela queda de -33,05% na taxa de desmatamento no período de 2004 a 2008, quando a taxa de desmatamento muda sua trajetória, indica que o mercado, em média, se retraiu 19,04%, por causa da queda na demanda, e 23,82%, por causa da oferta, o que resulta em uma diminuição total de 42,86% do mercado de madeira em tora da região Mamuru-Arapiuns. Em consequência disso, os preços de equilíbrio aumentaram em 5,49%, resultado do balanço entre a queda de -18,81% gerada pela diminuição da demanda e o aumento de 24,31% produzido pela redução da oferta, tudo o mais permanecendo constante. Do ponto de vista ambiental, este resultado significa que 19.264 árvores deixaram de ser cortadas por ano em uma área de 143,2 km². Do ponto de vista econômico, R\$ 2,86 milhões/ano deixaram de ser gerados na região. No âmbito social, perderam-se cerca de 49,63% dos 2.410 empregos diretos da indústria madeireira. Os resultados são relativamente desbalanceados, com maior peso para os fatores socioeconômicos em relação aos ambientais, em curto prazo. Em longo prazo, a exploração manejada da floresta, combinada com o reflorestamento, podem recuperar o passivo socioeconômico e gerar excedentes, em função dos ganhos de competitividade por meio da reestruturação da indústria florestal local, conforme Santana et al. (2009b). O tempo para a recuperação desse passivo depende da ação efetiva da política ambiental.

No entanto, segundo Santana, Santos e Oliveira (2010) e Santana et al. (2011), os contratos de con-

cessão florestal editados pelo SFB e os contratos de transição editados pelo Ideflor estão focando apenas o resultado econômico, mediante outorga para extração da madeira em tora. Nem mesmo os resíduos da madeira estão sendo explorados para a produção de energia, deixando-se na área mais de 2,5 m³ de resíduos lenhosos para cada 1,0 m³ de madeira em tora extraído, conforme estimativas de Santos et al. (2011). Os aspectos da biodiversidade e das interações sociais com as comunidades do entorno ainda não estão sendo operacionalizados.

Com relação ao ICMS, a elasticidade foi de -0,652, indicando que aumentos da carga tributária na comercialização dos produtos da madeira tendem a reduzir a oferta de madeira em tora legalizada em 6,52%. Ou seja, o ICMS pode contribuir significativamente para orientar as decisões de extração e comercialização de madeira ilegal.

4 Conclusões

A demanda e a oferta de madeira em tora são inelásticas a preços, características que determinam flutuações na produção de madeira e instabilidade na receita bruta do segmento florestal madeireiro da região Mamuru-Arapiuns, uma vez que pequenas variações na quantidade necessitam de mudanças mais que proporcionais nos preços.

A oferta é menos inelástica a preço do que a demanda de madeira em tora. Isto significa que redução na oferta gera um impacto maior sobre a receita bruta dos consumidores (serrarias, movelarias e estâncias) do que sobre a renda dos extratores ou "toreiros". O contrário ocorre com o aumento nas taxas de desmatamento, pois o maior efeito distributivo incidirá sobre a renda dos produtores comunitários com plano de manejo, *ceteris paribus*.

Uma empresa verticalizada, que exerce simultaneamente o papel de produtor e consumidor, amortece os impactos das flutuações da oferta e da demanda, portanto tende a obter ganho relativamente superior aos demais agentes que não realizam o desdobramento da madeira.

O marco regulatório que estabelece as regras para o programa de concessão de florestas públicas, para a extração de madeira por parte da iniciativa privada deve levar em consideração estes resultados para orientar a definição dos preços da madeira em pé, exigir a extração dos resíduos lenhosos, de modo a minimizar o viés na distribuição dos retornos socioeconômicos entre os agentes participantes do mercado de madeira em tora na região estudada.

A taxa de desmatamento produziu deslocamento tanto na demanda quanto na oferta de madeira em tora, sendo que o efeito sobre a oferta é dinâmico, com repercussão forte em dois períodos. O impacto do desmatamento é maior na oferta do que na demanda, o que contribui para regular o equilíbrio de mercado da madeira em tora da região Mamuru-Arapuins.

A taxa de desmatamento foi confirmada como variável exógena, que exerce forte influência como deslocadora da demanda e da oferta de madeira em tora nas regiões de fronteira da Amazônia.

A redução do desmatamento, a partir de 2004, produziu uma redução do mercado de madeira em tora de 77.056 m³/ano e de 1.196 empregos diretos. Por outro lado, cerca de 19.264 árvores deixaram de ser cortadas, por ano. Apesar desta forte queda no quantitativo de madeira, o aumento de preços foi de apenas 5,49%, dado que o desmatamento influencia simultaneamente a demanda e a oferta no mesmo sentido.

A variável ICMS produz efeitos negativos sobre a oferta de madeira certificada, portanto, a majoração da carga tributária, pelo aumento do custo, reduz a oferta. Por sua vez, tende a estimular o aumento da extração e comercialização de madeira sem origem legal.

O mercado de madeira em tora opera em regime de concorrência perfeita, portanto, deve ser fundamento teórico e técnico para a definição dos preços da madeira em pé, considerando o elemento da valorização das espécies florestais madeireiras a serem negociadas pelos contratos de transição.

Referências

ADAMS, D.; BLACKWELL, J. An econometric model of the United States forest products industry. *Forest Science*, v.19, n.1, p.82-96, 1973.

ALMEIDA, A.N.; ÂNGELO, H.; SILVA, J.C.G.L.; NUÑEZ, B.E.C. Análise econométrica do Mercado de Madeira em tora para o processamento mecânico no estado do Paraná. *Scientia Forestalis*, v.37, n.84, p.377-386, 2009.

AMARAL, P. Estudo sobre os impactos das atividades florestais no contexto do Pará rural. Disponível em: <[www-wds.worldbank.org/servlet/WDSContentServer/WDSP/IB/2005/12/13/000011823_20051213191701/Rendered/PDF/E12750v6](http://www-wds.worldbank.org/servlet/WDSContentServer?WDSP/IB/2005/12/13/000011823_20051213191701/Rendered/PDF/E12750v6)>, 2005. Acesso em: ago. 2005.

BALTAGI, B.H. *Econometric analysis of panel data*. West Sussex: John Wiley & Sons, 2001.

_____. Estimating models of complex FDI: are there third-country effects. *Journal of Econometrics*, v.140, n.1, p.260-281, 2007.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior - MDIC. Sistema Aliceweb. Disponível em: <<http://www.desenvolvimento.gov.br>>. Acesso em: 12 set. 2009.

EVIEWS 6. *User's Guide II*. Irvine-CA: QMS, 2007.

FORSMAN, P.; HEINONEN, T. Dynamic models of the roundwood market in Finland. *Finnish Economic Papers*, v.2, n.1, p.48-54, 1989.

GREENE, W.I. *Econometric analysis*. 3. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1997.

HETEMÄKI, L.; KUULUVAINEN, J. Incorporating data and theory in roundwood supply and demand estimation. *American Journal of Agricultural Economics*, v.74, n.4, p.1010-1018, 1992.

HOMMA, A.K.O. A dinâmica da extração madeireira no estado do Pará. In: _____. (Ed.). *Amazônia: meio ambiente e desenvolvimento agrícola*. Brasília: Embrapa, 1998, p.161-185.

IBGE, *Produção Agrícola Municipal*, 1980 - 2005. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>> Acesso em: 10 set. 2009.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. PRODES, 1980 - 2005. Disponível em: <<http://www.inpe.gov.br/prodes>>. Acesso em: 12 set. 2009.

MAS-COLELL; A.; WHINSTON, M.D.; GREEN, J.R. *Microeconomia theory*. New York: Oxford University Press, 1995.

MATTAR, P.N.; SANTANA, A.C. de. *O mercado de madeira no Brasil e no mundo*. Belém: Banco da Amazônia, 1996. (Estudos Setoriais, 9).

PEASARAN, M. H.; BALTAGI, B. H. Heterogeneity and cross section dependence in panel data models: theory and applications introduction. *Journal of Applied Econometrics*, v. 22, n. 2, p. 229-232, 2007.

RAHIN, A.S. A.; SHAHWAHID, H.O.M. Short and long-run effects of sustainable forest management practices in West Malaysian log supply: an ARLD approach. *Journal of Tropical Forest Science*, v. 21, n. 4, p. 369-376, 2009.

SANTANA, A.C. de. *A competitividade sistêmica das empresas de madeira da Região Norte*. Belém: FCAP, 2002.

_____. *Análise das contas correntes do balanço de pagamentos interestadual do estado do Pará, período 2005 a 2008*. Belém: Ufra; UFPA; BNDES, 2009.

SANTANA, A.C. de.; SANTOS, M.A.S.; OLIVEIRA, C.M. *Preço da madeira em pé, cadeia de valor e mercado de madeira nos pólos do Marajó e Baixo Amazonas*. Belém: Ideflor; Ufra, 2010a. (Relatório de Pesquisa)

_____. Comportamento histórico da produção e comércio de madeira do estado do Pará e nos mercados local e internacional. *Amazônia: Ciência e Desenvolvimento*, v.6, p.63-90, jul./dez. 2010b.

SANTANA, A.C. de.; SANTOS, M.A.S.; SALOMÃO, R.P.; OLIVEIRA, C.M. Estimação dos preços da madeira em pé para as áreas de florestas públicas da região do Marajó, no estado do Pará. *Amazônia: Ciência e Desenvolvimento*, v.7, p.15-35, jan./jun. 2011.

SANTANA, A.C. de; SILVA, I.M. da; OLIVEIRA, C.M.; SILVA, R.C.; FILGUEIRAS, G.C.; COSTA, A.D.; SOUZA, T.F.; HOMMA, A.K.O. *Caracterização do mercado de produtos florestais madeireiros e não-madeireiros da região Mamuru-Arapiuns*. 2009a. (Relatório de pesquisa, 1).

SANTANA, A.C. de; SILVA, I.M.; SILVA, R.C.; OLIVEIRA, C.M.; BARRETO, A. G.T. A sustentabi-

lidade do desempenho competitivo das madeiras da região Mamuru-Arapiuns, estado do Pará. *Teoria e Evidência Econômica*, v.15, n.33, p.9-36, 2009b.

SANTANA, A.C. de, et al. Estimação dos preços da madeira em pé para as áreas de florestas públicas da região do Marajó, estado do Pará. *Amazônia: Ciência e Desenvolvimento*, v.7, p.7 - 21, 2011.

SANTOS, P.C.; SANTANA, A.C. de; BARROS, P.L.C.; QUEIROZ, J.C.B.; VIEIRA, T.O. O emprego da geoestatística na determinação do tamanho “ótimo” de amostras aleatórias com vistas à obtenção de estimativas dos volumes dos fustes de espécies florestais em Paragominas, estado do Pará. *Acta Amazonica* (Impresso), v.41, p.213-222, 2011.

THOMPSON Jr., A.A.; FORMBY, J.P. *Microeconomia da Firma: teoria e prática*. Rio de Janeiro: Prentice-Hall do Brasil, 1998.

WOOLDRIDGE, J.M. *Econometric analysis of cross section and panel data*. Cambridge: The MIT Press, 2002.

_____. Simple solutions to the initial conditions problem for Dynamic, Nonlinear Panel Data Models with Unobserved Heterogeneity. *Journal of Applied Econometrics*, v.20, n.1, p.39-54, 2005.

_____. Fixed effects instrumental variables estimation in Correlated Random Coefficient Panel Data Models (with I. Murtazashvili), *Journal of Econometrics*, v.142, n.1, p.539-552, 2008.