

A DINÂMICA AUTOREGRESSIVA DO MERCADO DE MADEIRA PARA PROCESSAMENTO E SEUS EFEITOS NO DESFLORESTAMENTO

Félix Lélis da Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – IFPA
E-mail: lixlellis@yahoo.com.br

RESUMO

Compreende o objetivo deste trabalho, analisar a dinâmica do mercado interno de madeira em tora no estado do Pará durante o período de 1990 a 2010, através das elasticidades da oferta e preço do produto. As estimativas foram obtidas através do modelo proposto por Nerlove, cujos resultados apresentaram convergência ao equilíbrio, em curto prazo com sinais dos parâmetros de acordo com o esperado, e estatisticamente diferentes de zero a 5% de probabilidade. Sugere-se que a quantidade de madeira ofertada e seu preço no mercado respondem elasticamente as mudanças ocorridas em determinadas variáveis econômicas e ambientais, dentre elas: a taxa de câmbio, o PIB *per capita*, taxa de desmatamento e a crise mundial de 2008 que gerou grandes perturbações em diversos setores da economia nacional e internacional, refletindo negativamente no valor econômico médio da extração, comercialização e processamento da madeira no mercado local.

Palavras-chave: Modelagem, Nerlove, Mercado, Madeira.

ABSTRACT

Understands the purpose of this work analyze the dynamics of the roundwood in the state of Pará during 1990-2010 through the elasticities of supply and price of the product. The estimates were obtained using the model proposed by Nerlove, whose results showed convergence to equilibrium in the short-term signs of parameters as expected, and statistically different from zero at 5% probability. It is suggested that the amount of timber offered and its price in the market respond elastically to changes in certain economic and environmental variables, including: the exchange rate, GDP per capita, the rate of deforestation and the global crisis of 2008 which generated great disturbances in various sectors of national and international economy, reflecting negatively on the economic value of the average extraction, processing and marketing of timber in the local market.

Key-words: Modeling, Nerlove, Market, Wood.

1. INTRODUÇÃO

O segmento de madeira sólida em tora é de fundamental importância para a economia paraense, uma vez que exerce papel importante junto às exportações do setor, e viabiliza o fornecimento de matéria-prima para as indústrias de móveis locais. Desta maneira, participa de toda a cadeia produtiva da madeira, impulsionando o aumento na demanda de matéria-prima, e o de produtos manufaturados, alavancando as economias locais e regional. O Estado do Pará, historicamente, figurou como grande produtor e exportador de madeira para outros Estados e para o mercado internacional. As exportações brasileiras de produtos florestais atingindo em 2007, US\$160,6 bilhões, superando expressivamente o volume das exportações oriundas do período anterior quando foram movimentados cerca de US\$137,5 bilhões (Santana et al., 2010).

Segundo a Associação Brasileira da Indústria de Painéis de Madeiras – ABIPA (2011), o setor que mais favoreceu o setor produtivo madeireiro no estado do Pará, através do volume exportado do produto do tipo manufaturado nos últimos anos foi o setor de painéis de madeira, com capacidade de gerar cerca de 30 mil postos de trabalho, e que em 2010 apresentou um faturamento total de aproximadamente R\$ 5.379 bilhões, aduz ainda que, vários são os investimentos previstos para os próximos anos, os quais somam um valor de aproximadamente US\$ 1,2 bilhão no setor, proporcionando maior adequação e expansão das unidades produtivas e consequentemente viabilizará um aumento da capacidade instalada de 8,5 milhões para cerca de 10,8 milhões de metros cúbicos anuais já a partir de 2012. Porém, apesar desta característica, Santana (2002) e Gama (2006) acreditam que do volume de comercialização do estado do Pará dentro de sua política de exportação e beneficiamento de madeira, se depara ainda com baixos níveis de processamento, onde para uma média de 700 mil toneladas/ano exportadas de madeira serrada e ou semi-elaboradas, menos de 1% é destinada à produção de móveis, artefatos e utilidades de cozinha e produtos industrializados que apresentam maior valor agregado. A indústria madeireira do estado do Pará torna-se de fundamental importância para garantir o emergente processo de desenvolvimento econômico e social do Estado quando busca a agregação de valor. Este setor da economia, em 2007, gerou um consumo de US\$ 4.48 bilhões, criando 12.590 empregos diretos e exportando US\$ 991.76 milhões, o que representou 11,28% do total exportado. Em relação apenas às exportações de madeira, o estado do Pará obteve aproximadamente alocação de um terço (29,70%) do volume brasileiro exportado. Além disso, respondeu por 75% da madeira extraída de floresta nativa do país (Santana, 2002; Tomaselli, 2006).

No entanto, a indústria extrativa madeireira, a partir dos anos 1980, vem ensejando expressivas mudanças (Perez e Bacha, 2008), seja pela crescentes restrições ambientais ao consumo de madeiras de origem sem comprovação de plano de manejo ou de reflorestamento, por parte de alguns países, influenciados diretamente por políticas advindas do governo brasileiro sobre produtos (máquinas e equipamentos) voltados ao processamento e beneficiamento da madeira. Estas restrições fazem com que alguns setores do ramo madeireiro intensifiquem suas exportações em determinados segmentos, como por exemplo; de madeira serrada de coníferas que se alavancou motivado pelas restrições a produtos de origem nativa, os quais impactam de forma negativa as florestas e a biodiversidade. Santana (2010) afirma que a melhor solução para a gestão de florestas públicas perpassa por concessões, onde esta pode viabilizar e ou consolidar-se como mecanismos de regulação da extração manejada de madeira, de forma a promover o desenvolvimento da cadeia produtiva no estado do Pará, a medida que viabilizar o fornecimento de matéria-prima de origem legal para a indústria madeireira com vantagens competitivas e sustentáveis.

Para Homma (2010) o processo de extrativismo vegetal na Amazônia, como ciclo econômico, se apresenta em sucessivos deslocamentos ao longo do tempo para determinada área geográfica ou em termos macroeconômicos. No extrativismo da madeira, que tem sido considerado em termos agregados, na verdade, se constitui de dezenas de espécies, tendo como característica peculiar a extração madeireira na Amazônia, a qual se notabiliza inicialmente pela extração das espécies mais nobres, e, após o esgotamento dessas espécies o processo flui para espécies com menor valor econômico, e até então, pouco exploradas (Homma, 2012) que conciliado com o

expansão dos monocultivos expande a fronteira do desflorestamento na região (da Silva et al. 2011).

Aduz ainda que na Amazônia nunca houve “regulação de fato” da exploração, processamento e comercialização da madeira, fato este que culminou ao longo de décadas no processo dinâmico de exploração madeireira, atrelado à expansão das atividades agrícolas e pecuárias. Este modelo de desenvolvimento regional há vários anos vem favorecendo a redução dos recursos naturais devido à ausência de políticas de manejo sustentável, gerando impactos diretos na redução de espécies de maior valor econômico, comprometimento da preservação das áreas de florestas primárias remanescentes e conseqüente transformação da paisagem vivenciada a partir da conversão dessas áreas para fins de pastagens, práticas agrícolas, exploração de recursos minerais.

No entanto, nos últimos anos o setor florestal mundial passa por processo de reestruturação produtiva com dinâmicas diferenciadas entre os países produtores e consumidores de madeira tropical, em especial da Amazônia, para onde se voltam os esforços para atenuar a destruição da floresta (Tomaselli, 2006; Santana, 2010; Santana et al., 2012). O Estado do Pará emplacou em 2008 várias ações para contenção dos fluxos de exploração dos recursos florestais, principalmente os relacionados a falta de planos de manejo (Brasil, 2011). Estas ações advindas de instituições ambientais surgem como marco regulatório da atividade e desde então produziu grandes alterações em todos os elos da cadeia produtiva de madeira tropical nos polos madeireiros do estado do Pará (Santana et al. 2010). Diante desta situação, para planejar utilização dos estoques naturais de madeira, e seu uso de forma sustentável e consciente, sem comprometer a disponibilidade futura, torna-se indispensável a existência de estudos que forneçam informações, seja da demanda ou oferta dos produtos florestais (Calderon e Angelo, 2006). Por outro lado, as transições ocorridas na característica da indústria madeireira, seja no processo produtivo de serrados e manufaturados ou na comercialização do produto em tora “*in natura*” afetam o comportamento dos preços, tornado-os elásticos à oferta e demanda do produto no mercado. Soares et al. (2010) verificaram que as variações nos preços da madeira em tora em um mercado não são transmitidos aos preços de outros mercados, quando o preço for baixo a ponto de onerar o transporte por longas distâncias, influenciados pelo preço do combustível. Perez et al. (2006) constataram que os preços dos produtos florestais são afetados principalmente pelo aumento dos custos de produção aos consumidores finais, entre eles: aumento do salário, fretes, combustível e o preço da energia elétrica. No entanto, fatores que tendem a imprimir elasticidade a oferta e ao preço de produtos florestais são condicionados os fatores ambientais. Uma prova deste efeito é mostrada por Santana et al. (2010) identificou que as alterações na quantidade demandada de madeira em tora são explicadas diretamente por variações simultâneas no preço e na taxa de desmatamento, e indiretamente, pelas variáveis instrumentais. Os resultados revelaram ainda que a demanda é inelástica a preço, caracterizando a demanda pelo produto como instável em curto prazo, pois quaisquer variações nas quantidades demandadas produzem grandes variações nos preços.

Embora a industrialização ainda continue a ser o foco principal dos economistas e planejadores políticos na busca do desenvolvimento, muitos são os interesses por modelagem voltada à área do agronegócio, objetivando mensurar ou estimar a resposta da oferta dos produtos em relação a variável preço como incentivo aos agricultores, viabilizando a tomada de decisões futuras. Nesse contexto, torna-se cada vez mais necessário implementar processos que visem modelar e estimar a movimentação dos produtos florestais, seja na projeção da produção, dos preços e da oferta, uma vez que estes permitem viabilizar políticas voltadas a orientações e planejamento dos produtores, assim como subsidiar o planejamento de políticas voltadas a desenvolver e expandir o mercado madeireiro do estado do Pará. Visto que em processos ligados a plantios, a disponibilidade de madeira para corte e processamento depende em suma de fatores e ou variáveis desfasadas, onde no geral estas estão relacionadas à rentabilidade do produto no momento de decisão pelo plantio (Almeida et al., 2009), o mesmo não é observado em processos ligados a exploração madeireira no Norte do Brasil, visto que está depende basicamente de disponibilidade e variáveis econômicas ligadas a preço actual do produto no mercado.

Portanto, este trabalho tem como objetivo mostrar que a oferta e preço da madeira em tora no estado do Pará estão condicionadas a dinâmica dos preços praticados nas variáveis PIB per capita, preço da madeira em tora no mercado em anos anteriores, consumo de combustível

(óleo diesel) e valor médio do cambio praticado no período, fato que implica diretamente na elevação das taxas de desflorestamento da região.

2. METODOLOGIA

2.1 Fonte dos Dados

Os dados utilizados neste trabalho foram obtidos na base de dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE e agregados aos disponíveis na Base de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. O período analisado foi referente a 1990 a 2010. A escolha deste período foi definida a partir de não disponibilidade de dados provenientes da balança comercial do estado do Pará referentes aos períodos anteriores a 1990. Para ajuste dos modelos foi utilizado o software Eviews 3.0. Os dados foram suavizados através da transformação logarítmica com auxílio da planilha eletrônica Microsoft® Excel® 2010 com o objetivo de reduzir os efeitos de diferentes escalas das variáveis nos modelos, eliminando eventuais problemas relacionados a grandes desvios, gerados principalmente por viés nas projeções estimadas de curto ou longo prazo, o que implicaria em tomada de decisão equivocada. Foi condicionado aos modelos uma variável Dummy para medir o efeito da crise financeira mundial vivenciada a partir de 2007, intensificada em 2008 e estendida até 2010, e uma variável autoregressiva para avaliar o efeito da dinâmica dos preços e das quantidades ofertadas em períodos anteriores.

2.2 Área do Estudo

O Estado do Pará está localizado ao leste da região norte do Brasil e integra as 27 unidades federativas e encontra-se classificado como o segundo com maior extensão territorial (1.247.950,00Km²) distribuídos entre seus 143 municípios que compõe as 23 microrregiões (Almeirim, Altamira, Arari, Bragantina, Belém, Cametá, Castanhal, Conceição do Araguaia, Furos de Breves, Guamá, Itaituba, Marabá, Óbidos, Parauapebas, Paragominas, Portel, Redenção, Salgado, Santarém, São Félix do Xingu, Tomé-Açu, Tucuruí e Microrregião do Rio Capim Capim) e estas em 6 mesorregiões (Baixo Amazonas, Sudoeste Paraense, Marajó, Sudeste Paraense, Nordeste do Pará e Belém). O estado faz fronteira com Suriname e o Amapá ao norte, o oceano Atlântico a nordeste, o Maranhão a leste, Tocantins a sudeste, Mato Grosso a sul, o Amazonas a oeste e Roraima e a Guiana a noroeste, apresenta elevada variedade vegetativa, dentre elas: campos, mangues, cerrados e áreas de florestas. As áreas de florestas são as que predominam na região e estão classificadas de duas categorias: florestas de terra firme (são sistemas de paisagens que sofrem influência de inundações de rios e ou igarapés) e florestas de várzeas (sistemas de paisagens que são diretamente influenciadas por inundações anuais) (Figura 1).



Figura 1: Localização da Unidade Federativa - Estado do Pará

No tocante a mesorregião do Nordeste Paraense tida como a região maior produtora de madeira em tora do Estado do Pará, têm-se nas microrregiões de Tomé-Açu, Guamá e Cametá as maiores produtoras de madeira em tora na região. Já a Mesorregião do Baixo Amazonas os índices produtivos são caracterizados pela microrregião de Almerim, Santarém e Obidos. Já a mesorregião de Marajó caracteriza-se por uma produção centralizada e limitada as microrregiões de Breves, Portel e Arari (Figura 2).

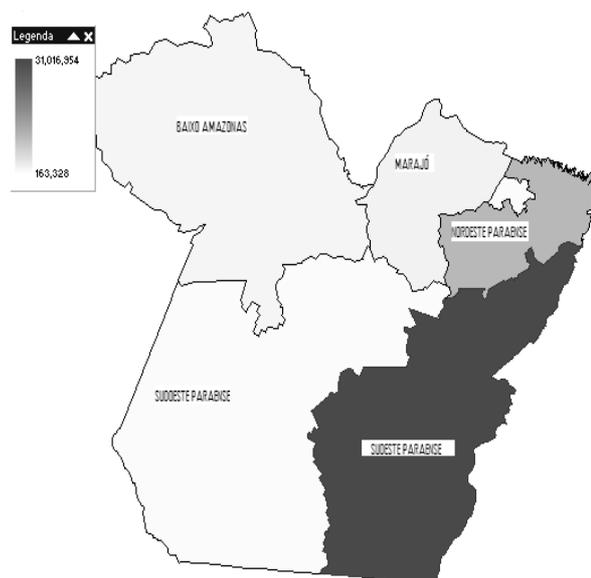


Figura 2: Mapa representativo da produção da atividade madeireira no estado do Pará por Mesorregião produtora

Dentro do então processo produtivo da madeira em tora na região paraense as maiores contribuições no volume produzido (em m³) para o estado do Pará desde 1995 ficou condicionada a Mesorregião do Sudeste Paraense, caracterizando a microrregião de Paragominas a maior produtora de madeira em tora no estado, seguida pela mesorregião do Nordeste Paraense, Marajó e Baixo Amazonas (Figura 3).

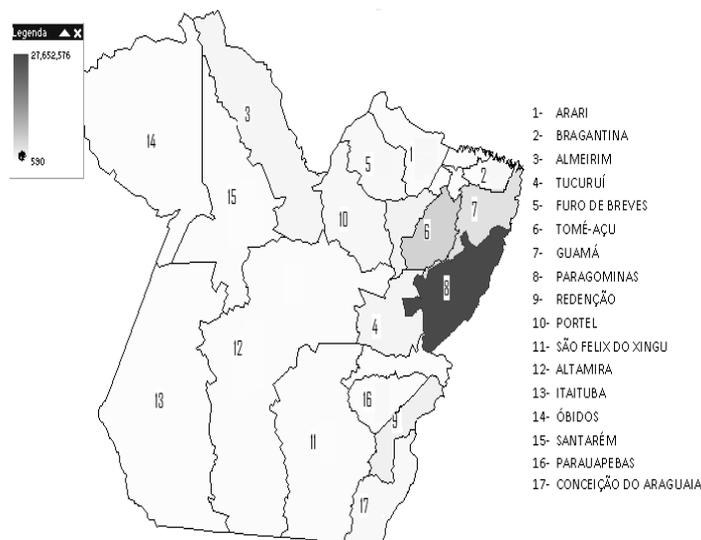


Figura 3: Mapa representativo da produção da atividade madeireira no estado do Pará por Microrregião produtora

No presente estudo o processo de avaliação do modelo consistirá em avaliar os valores assumidos pelo coeficiente de determinação ajustado (R^2) e pela estatística F a qual definirá a significância global da regressão entre as variáveis, e T para se testar os coeficientes parciais referentes às variáveis endógenas ao modelo. Além disso, foi utilizada a estatística h de Durbin e o teste de Jarque-Bera para verificação de autocorrelação serial dos resíduos, e teste de White para testar a hipótese de Heterocedasticidade dos resíduos.

2.3 O Modelo Teórico

Em estudos de modelos dinâmicos que envolvem séries de tempo, a dependência linear entre a variável dependente (exógena - Y_t) devida a uma alteração na variável explicativa (endógena - X_t) raramente é instantânea. Em geral, a variável dependente (Y_t) reage às alterações da variável (ou variáveis) explicativa(s) (X_t) com uma interferência no tempo. As possíveis razões que justificam estas interferências no tempo podem estar relacionadas a diversos fatores entre eles: a) psicológico, em termos de comportamento humano; b) técnico ou tecnológico, em termos do agronegócio; c) institucional as quais definem regras dos mercados, contratos, leis laborais, leis de concorrência, custo com uso de transporte; e d) ambientais, em termos de processos de exploração de recursos naturais, produção de resíduos. As interferências ou atrasos verificados na relação da variável dependente podem ser representados com as variáveis "lags" endógenas ou exógenas. A inclusão nos modelos das variáveis "lags" transforma os modelos estáticos em dinâmicos e torna possível distinguir os efeitos de curto e longo prazo a partir de suas projeções. Foi condicionado aos modelos uma variável Dummy para medir o efeito da crise financeira mundial vivenciada a partir de 2007, intensificada em 2008 e estendida até 2010, e uma variável autoregressiva para avaliar o efeito da dinâmica dos preços e das quantidades ofertadas em períodos anteriores.

2.4 O Modelo de Nerlove

O modelo utilizado neste trabalho começou a ser difundido a partir da década de 50, onde através de um estudo realizado por Nerlove para estimar a elasticidade de oferta do algodão nos Estados Unidos, obteve resultados mais eficientes que os resultados obtidos através de modelos até então utilizados, além destes apresentarem característica mais simplista (Nerlove, 1958; Askari e Cummings, 1977). As bases teóricas para a especificação dos modelos surgiram a partir das leis de oferta e teorema da "teia de aranha", onde a partir da lei de oferta foram selecionadas as seguintes variáveis: a) preço da madeira em tora, b) oferta da madeira com atraso de dois períodos, c) preço da madeira com dois períodos de atraso no tempo, d) valor do PIB do estado do Pará, e) Renda per capita registrada no período, f) Consumo de combustível (óleo diesel) na região, g) valor das exportações do estado do Pará, h) taxas de desmatamento na região, i) um fator autoregressivo para correções de disparidades ocorridos no tempo e, h) uma variável dummy referente ao período de 2007 a 2010; essa variável refere-se à crise do setor florestal vivenciada no estado do Pará, e neste sentido esta será de grande importância para capturar os efeitos da crise sobre a instabilidade econômica do produto em relação à oferta e ao preço do produto no mercado.

No processo de modelagem foi utilizada a segunda racionalização do modelo de Koyck descrita em Santana (2003), baseado no modelo parcial. Ao se considerar o princípio do acelerador flexível descrito na teoria de investimento, assume-se a existência de equilíbrio ótimo desejável em longo prazo entre o estoque de capital que é necessário para produzir uma determinada quantidade de produto, considerando-se para tal a tecnologia disponível, a taxa de juros, etc. Esta metodologia, aplicada em atividades do agronegócio em que o lapso de tempo entre a decisão de investir e a realização da produção desejada torna-se uma função linear do preço do produto X_t dada pela seguinte equação:

$$Y_t^* = \beta_0 + \beta_1 X_t + \varepsilon_t \quad [\text{Eq. 1}]$$

Em que;

- Y_t^* é a estimativa para a quantidade ofertada no ano anterior t ;
- X_t é o preço referente do produto no ano t ;
- ε_t é o termo de erro aleatório no tempo t , com média zero e variância constante;

O modelo (Equação 2), representa a oferta em longo prazo. Para a hipótese de ajustamento parcial da produção é necessário estabelecer a seguinte equação:

$$Y_t - Y_{t-1} = \theta(Y_t^* - Y_{t-1}) + \varepsilon_{2t} \quad [\text{Eq. 2}]$$

onde:

- $(Y_t - Y_{t-1})$ é dada pela mudança (ou variação) atual na produção;
- $(Y_t^* - Y_{t-1})$ é dada pela mudança (ou variação ótima) desejada na produção;

θ é o coeficiente de ajustamento parcial da produção. Se as variáveis forem expressas na forma logarítmica, o teta significa a elasticidade de ajustamento parcial; onde é possível verificar que:

se $\theta = 1 \rightarrow Y_t - Y_{t-1} = Y_t^* - Y_{t-1} \rightarrow Y_t = Y_t^*$ indica um ajustamento instantâneo (rápido) no mesmo período,

se $\theta = 0 \rightarrow Y_t = Y_{t-1}$ indica um ajustamento lento (estagnação) ou situação de equilíbrio.

De forma alternativa o modelo inicialmente aplicado em pesquisas econômicas e descrito por Nerlove (1958), pode ser reescrito da seguinte maneira:

$$Y_t = \theta Y_t^* - (1 - \theta)Y_{t-1} + \varepsilon_{2t} \quad [\text{Eq. 3}]$$

Com $0 < \theta \leq 1$

em que:

- Y_t é a quantidade produzida no ano t ;
- Y_{t-1} é a quantidade produzida no ano anterior $t-1$;
- Y_t^* é a quantidade produzida esperada ou desejada que se espera venha a ser efetivada;
- θ é o coeficiente de ajustamento.

Este modelo pode ser reescrito de forma generalizada levando em consideração outras variáveis exógenas, como por exemplo: preço da madeira, preço do combustível (óleo diesel), PIB per capita, valor do Câmbio adotado, variável Dummy e fator autoregressivo, etc.

Para tal generalização, tem-se que;

$$Q_{Ot} = \vartheta_0 + \vartheta_1 P_{t-2} + \vartheta_2 COD + \vartheta_3 DMATA_{t-2} + \vartheta_4 PIBcap. + \vartheta_5 Câmbio + VD + AR(1) + \psi_i \quad [\text{Eq. 4}]$$

Em que;

$Q_{Ot} = \mathbf{QMOT}$ = quantidade madeira em tora ofertada no mercado a que equivale variável dependente no tempo t ;

$\vartheta_0 = \vartheta_1 = \vartheta_2 = \vartheta_3 = \vartheta_4 = \vartheta_5$ = correspondem os parâmetros em curto prazo da regressão;

COD = consumo de combustível óleo diesel;

$P_{t-2} = \mathbf{PM}$ = preço da madeira praticado no estado do Pará;

VC = valor praticado do cambio para o período;

PIB per Cap. = PIB per capita do estado Pará no período;

DMATA_(t-2) = taxa de desmatamento registrado no estado do Pará com atraso de dois períodos;

VD = variável Dummy representativa da crise mundial;
 ε_i = termo de erro com média nula e variância unitária.

$$P_t = \varphi_0 + \varphi_1 Q_{ot-1} + \varphi_2 COD_t + \varphi_3 DMATA + \varphi_4 PIB + \varphi_5 Câmbio + VD + AR(1) + \psi_i \quad [\text{Eq. 5}]$$

$P_t = \mathbf{PM}$ = preço da madeira praticado no estado do Pará;

$\varphi_0 = \varphi_1 = \varphi_2 = \varphi_3 = \varphi_4 = \varphi_n$ = correspondem os parâmetros em curto prazo da regressão;

$Q_{ot-1} = (\mathbf{QMOT})$ = quantidade madeira em tora ofertada que equivale variável dependente no tempo t;

VC = valor praticado do Cambio para o período;

PIB per Cap. = PIB per capita do estado Pará no período;

DMATA = taxa de desmatamento registrado no estado do Pará no período;

VD = variável Dummy representativa da crise mundial;

AR(1) = fator autoregressivo que incorpora a dinâmica autoregressiva do termo de erro.

ψ_i = termo de erro com média nula e variância unitária.

Estas variáveis exógenas foram utilizadas para o *imput* no software Eviews 3.0. As variáveis exógenas Renda e PIB per capita foram defasadas de dois períodos, uma variável Dummy relativa à mudança de moeda ocorrida assim como a crise no setor florestal do Estado. As variáveis foram transformadas por logaritmos, neste sentido a equação tradicional para estimar a oferta e preço de madeira em metros cúbicos, assume a característica de log-linear. A aplicação desta transformação apresenta certas propriedades interessantes, como a capacidade de disponibilizar a estimativa das elasticidades de longo prazo desejadas. Sendo, portanto, redefinida como;

$$\ln Q_{ot} = \vartheta_0 + \ln \vartheta_1 P_{t-2} + \vartheta_2 \ln COD_t + \vartheta_3 DMATA_{t-2} + \vartheta_5 \ln PIBcap. + \vartheta_4 \ln VC_t + VD + (1 - \theta) Q_{t-1} + \psi_t \quad [\text{Eq. 6}]$$

e

$$\ln P_t = \vartheta_0 + \vartheta_1 \ln Q_{ot-1} + \vartheta_2 \ln COD_t + \vartheta_3 \ln DMATA + \vartheta_4 PIBcap + \vartheta_5 \ln VC + VD + (1 - \theta) Q_{ot-1} + \psi_t \quad [\text{Eq. 7}]$$

2.5 Teste de Normalidade dos Resíduos

Para se testar a hipótese de normalidade dos resíduos, neste trabalho utilizou-se o teste estatístico paramétrico assintótico denominado de Jarque-Bera -JB (Jarque e Bera, 1987), o qual se baseia nas diferenças entre os coeficientes de assimetria e curtose dos resíduos. Este teste implica em avaliar a hipótese de nulidade H_0 de que a amostra trabalhada foi extraída de uma população com distribuição normal. Para cálculo do valor de Jarque-Bera utilizou-se a seguinte expressão:

$$JB = n \left[\frac{S^2}{6} + \frac{(C - 3)^2}{24} \right] \quad [\text{Eq.8}]$$

onde:

JB = teste Jarque-Bera;

n = tamanho da amostra utilizada "observações";

S^2 = corresponde ao valor da assimetria dos resíduos;

C = corresponde ao valor da curtose referente dos resíduos.

Para a tomada de decisão em relação às hipóteses formuladas, basta observar o valor da estatística de JB, para um resultado muito inferior, deve-se portanto aceitar H_0 e inferir que a distribuição dos erros apresentam normalidade, ou seja, são normalmente distribuídos em torno da média zero. Caso ocorra o contrário, com valor JB elevado, deve-se consequentemente optar pela hipótese alternativa H_1 de que os resíduos ou erros aleatórios não se comportam como uma distribuição normal (da Silva, 2009).

2.6 Teste de Heterocedasticidade

Para avaliação da Heterocedasticidade, postulado que contraria a homocedasticidade, ou seja, o princípio de variância constante dos erros, fez-se uso do Teste de White, teste este que caracteriza-se como o mais popular dos testes e consiste em efetuar uma regressão da série representativa dos quadrados (ε^2) e ou produtos cruzados dos resíduos em relação as variáveis explicativas modeladas. Para tal basta estimar o modelo dado por:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \dots + \beta_k X_{ki} + \varepsilon_t \quad [\text{Eq. 9}]$$

Em que:

Y_i = variável dependente para a unidade econômica i ;

X_{t-1} = variáveis explicativas para a unidade econômica i ;

β_1 = é a quantidade produzida no ano anterior $t-1$;

ε_t = termo de erro aleatório.

E para hipótese do postulado de homocedasticidade, considerando as estimativas de mínimos quadrados ordinários não viesadas e consistentes, resultantes da equação:

$$H_0 = E(\varepsilon^2 X_{1i} + X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \dots + X_{ki}) = \sigma^2 \quad [\text{Eq.10}]$$

Daí para o teste de violação de homocedasticidade, tem-se:

$$\varepsilon^2 = \delta_0 + \delta_1 X_{1i} + \delta_2 X_{2i} + \delta_3 X_{3i} + \dots + \delta_k X_{ki} + v_i \quad [\text{Eq.11}]$$

Observa-se que v_i é um erro com média zero para os valores de X_i . O teste de White é semelhante ao teste de Tolerance de Breush-Pagan (Santana, 2003), os quais são variações sobre os termos acrescentados na regressão de teste, onde sob a hipótese nula de homocedasticidade e multicolinearidade, o teste LM segue assintoticamente a distribuição qui-quadrado.

$$LM = n.R_{\varepsilon}^2 \xrightarrow{a} \chi_k^2 \quad [\text{Eq. 12}]$$

No entanto, a constatação e eliminação da heteroscedasticidade não excluem as propriedades de inexistência de viés e consistência dos estimadores de MQO, no entanto, eles deixam de ter variância mínima e eficiência, ou seja, não são os melhores estimadores lineares não-viesados (MELNV).

3. AJUSTE DO MODELO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para o modelo ajustado utilizou-se duas variáveis de controle Dummy e um fator autoregressivo para incorporar a dinâmica autoregressiva do termo de erro (ε_i) para captar os efeitos atípicos relativos aos anos 1989, 1990 e 1994, pois estes períodos resultam em uma

grande variabilidade (desvios elevados) e consideráveis mudanças de tendência dos dados (Tabela 1). Outra variável Dummy utilizada foi aplicada objetivo de capturar os efeitos da crise no setor florestal ocorrido no Estado do Pará nos períodos de 2007 a 2010.

Foi adotado para ajuste e avaliação da dinâmica de mercado a partir dos modelos propostos, valeu-se da teoria de funcionamento do mercado, a qual é explicada pelo modelo da teia de aranha (Saylor, 1973; Almeida et al., 2009; Santana, 2009; e Santana, et al., 2010), pressupõe-se que as variáveis que afetam o preço e a oferta de madeira em tora para processamento no Pará, são melhores avaliadas a partir de suas defasadas.

3.1 Hipóteses sobre os Estimadores de MQO para Oferta:

$H_0: \beta_0 = 0$, em média a quantidade da madeira em tora ofertada no mercado é igual a zero;

$H_a: \beta_0 > 0$, em média a quantidade de madeira em tora ofertada de madeira é superior a zero.

$H_0: \beta_1 = 0$, O preço defasado da madeira não influenciou a oferta do produto;

$H_a: \beta_1 > 0$, O preço defasado da madeira influenciou a oferta do produto.

$H_0: \beta_2 = 0$, O consumo de combustível no período não reflete alterações na oferta de madeira;

$H_a: \beta_2 \neq 0$, O consumo de combustível no período reflete alterações na oferta de madeira;

$H_0: \beta_3 = 0$, O valor do cambio no período não reflete alterações na oferta de madeira;

$H_a: \beta_3 \neq 0$, O valor do cambio no período reflete alterações na oferta de madeira;

$H_0: \beta_4 = 0$, O PIB per Capita do estado do Pará não refletem alterações na oferta de madeira;

$H_a: \beta_4 \neq 0$, O PIB per Capita do estado do Pará refletem alterações na oferta de madeira;

$H_0: \beta_5 = 0$, O taxa de desmatamento defasado no estado do Pará não reflete alterações na oferta de madeira;

$H_a: \beta_5 \neq 0$, O taxa de desmatamento defasado no estado do Pará reflete alterações na oferta de madeira;

$H_0: \beta_6 = 0$, As variáveis Dummy representativa da crise mundial não reflete alterações na oferta de madeira;

$H_a: \beta_6 \neq 0$, As variáveis Dummy representativa da crise mundial reflete alterações positivas ou negativas na oferta de madeira.

$H_0: \beta_7 = 0$, A dinâmica autoregressiva incorporada não é significativa ao ajuste do modelo;

$H_a: \beta_7 \neq 0$, A dinâmica autoregressiva incorporada é significativa ao ajuste do modelo.

3.2 Função Oferta Ajustadas

Apenas os melhores modelos ajustados foram considerados para análise. Em termos de validação do modelo tornou-se necessário averiguar alguns pressupostos sobre os resíduos, como: problemas de multicolinearidade, heterocedasticidade e normalidade dos erros. Para analisar o problema e grau da multicolinearidade, pode ser utilizado o fator de variância inflacionário – VIF; para testar heteroscedasticidade o teste de White e para normalidade dos erros “resíduos” o teste de Jarque-Bera e para se testar a autocorrelação dos resíduos o teste Durbin-Watson (Tabela 1 e Figura 4). Para os resultados das estimativas dos parâmetros com base no método de Mínimos Quadrados Ordinários baseado na equação (6) e nas hipóteses sobre os estimadores, o seguinte modelo foi ajustado (Tabela 1).

Tabela 1 – Modelo Corrigido por Logaritmo para oferta de madeira em tora no Pará no período de 1990 a 2010.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	10.53251	2.030858	5.186234	0.0002
LOG(PM(-2))	0.979095	0.232037	4.219556	0.0010
LOG(VC)	-0.604544	0.132726	-4.554820	0.0005
LOG(DMATA(-2))	-0.924439	0.168556	-5.484465	0.0001
VD_CFM_01	-0.864471	0.110378	-7.831943	0.0000
LOG(PIB per capita)	2.385378	0.365484	6.526624	0.0000
R-squared	0.95565	Mean dependent var		9.618691
Adjusted R-squared	0.938475	S.D. dependent var		0.616730
S.E. of regression	0.152976	Akaike info criterion		-0.664985
Sum squared resid	0.304221	Schwarz criterion		-0.366741
Log likelihood	12.31736	F-statistic		55.91240
Durbin-Watson stat	2.260619	Prob(F-statistic)		0.000000
Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:				
F-statistic	0.302974	Probability		0.744588
Obs*R-squared (LM=n*R ²)	0.991993	Probability		0.608964
White Heteroskedasticity Test:				
F-statistic	6.515868	Probability		0.005069
Obs*R-squared	16.47202	Probability		0.057655

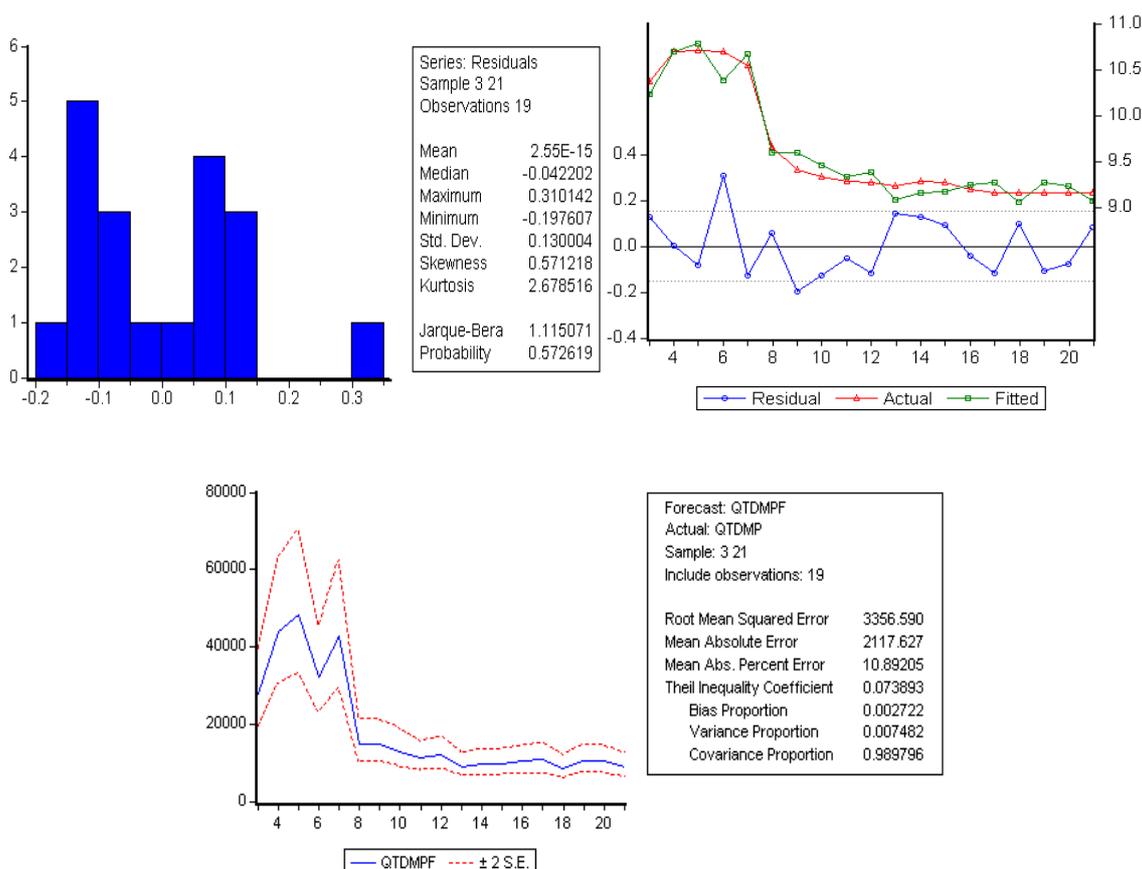


Figura 4: Validação do modelo: teste de Jarque-Bera, resultados do modelo estimado em relação aos valores reais e resultados de previsão do modelo proposto e respectiva margem de erro.

3.3 Avaliações sobre os coeficientes do modelo para oferta de Madeira em Tora

Através dos testes para avaliação dos pressupostos de heterocedasticidade, multicolinearidade e auto-corelação dos resíduos, ao nível de 5% de significância, fica evidente a rejeição de da hipótese nula, satisfazendo as condições de homocedásticidde, não colinearidade e de resíduos não autocorrelacionados dos modelos proposta para explicar a oferta de madeira em tora na região norte do Brasil.

A regressão ajustada (Tabela 1) relacionada ao modelo representativo da quantidade de madeira ofertada apresenta excelente poder explicativo ($R^2=93,85\%$) das variáveis endógenas sobre a oferta de madeira em tora com base nas variáveis exógenas econômicas. O teste F de significância global de regressão foi significativo a 1% de probabilidade com ($P>0.000$).

3.4 Avaliações econômicas

As variáveis utilizadas como explicativas da oferta foram consistentes com a maioria dos trabalhos presentes na literatura e apresentaram sinais conforme o esperado. A variável Dummy representativa da crise financeira mundial exerceu impactos negativos sobre a quantidade ofertada de madeira em tora no estado do Pará. A Oferta da madeira no mercado do Estado do Pará representa-se inelástico ao valor do cambio em curto prazo, onde para aumentos de 10% na taxa de câmbio gera impacto de -6,05% na oferta de madeira, isto porque as políticas de valorização da moeda doméstica diminui a competitividade via preço dos produtos nacionais. De outro modo, as políticas de desvalorização da moeda estrangeira, diminuem a receita de exportação, portanto, isto altera o saldo da balança comercial e o saldo das transações correntes, em nível regional e nacional.

A quantidade ofertada de madeira sofre influência positiva de preços praticados em anos anteriores no mercado. Para mudanças de 10% nos preços em relação a períodos anteriores, as quantidades ofertadas tendem a variar 9,79% na mesma direção (*ceteris paribus*). Esta influencia positiva esta associada com as expectativas empresarias em relação ao lucro futura, como o componente preço responde fortemente como causa direta da oferta, a sensibilidade de relação é explicada por estes motivos.

Os níveis de desmatamento ocorrido em anos anteriores tende a reduzir a oferta de madeira no ano corrente, isso se justifica ao fato do estado do Pará se caracterizar frente à produção de madeira um estado com característica fortemente extrativista, e que por isso com elevada dependência destes recursos para fazer receitas de exportação. Por outro lado, a elevação da ofertas do produto no mercado tende a elevar as taxas de desflorestamento da região.

A renda *per capita* gera impactos positivos na quantidade ofertada de madeira. Acréscimos positivos de 10% na renda *per capita* a oferta é acrescida de 23,85%. A variável Dummy representativa da crise financeira mundial exerceu impactos negativos sobre a quantidade ofertada de madeira em tora no estado do Pará. Reduzindo consideravelmente o volume produzido de madeira *in natura* e de manufaturados, isto explica a elevada dependência do cenário externo e da demanda internacional por produtos intensivos em recursos naturais, a elevada concentração da pauta nesse tipo de produtos com reduzida elaboração tecnológica pode elevar a dependência externa.

O Consumo de combustível e a dinâmica autoregressiva, não foram significantes ao modelo de oferta de madeira em tora para o Estado do Pará, o que não contradiz com outros trabalhos e a dinâmica de mercado da madeira em tora no estado do Pará, uma vez que, os preços dos combustíveis exercem forte influencia sobre a exploração e preço do produto devido aos custos de remoção das toras do interior da floresta e transportes, pois às áreas de processamento que em grande partes encontram-se concentradas em áreas afastadas das áreas exploradas.

No entanto, em geral o modelo ajustado proposto apresenta elevada capacidade de explicar a dinâmica da oferta da madeira em tora no Estado do Pará. Portanto, podem ser utilizado para explicar de forma intrínseca a resposta elástica da oferta do produto sobre os níveis de preço da madeira em tora praticados na região. Através das análises fica evidente que a oferta exerce impacto direto sobre o preço do produto (*ceteris paribus*).

3.5 Funções Ajustadas para a variável Preço da Madeira em Tora

Para a variável Preço da madeira ajustou-se o modelo dinâmico (Equação 7). Para este modelo, foi averiguada as hipóteses de heterocedasticidade, multicolinearidade e auto-corelação dos resíduos, ao nível de 5% de significância. Os testes Write, Jarque-Bera, LM e Durbin-Watson evidenciam a rejeição da hipótese nula satisfazendo, portanto o pressuposto de homocedásticidade, não colinearidade e não autocorrelação dos resíduos provenientes dos modelos ajustados para o preço da madeira em tora na região norte do Brasil.

3.6 Hipóteses sobre os Estimadores de MQO:

$H_0: \beta_0 = 0$, Implica em média o preço da madeira praticado no mercado é igual a zero;

$H_a: \beta_0 > 0$, Implica em média que o preço da madeira praticado no mercado é superior a zero.

$H_0: \beta_1 = 0$, A oferta defasada de madeira não influenciou o preço do produto;

$H_a: \beta_1 > 0$, A oferta defasada de madeira influenciou o preço do produto.

$H_0: \beta_2 = 0$, O valor do cambio não influenciou o preço da madeira no período de 1990 a 2010;

$H_a: \beta_2 > 0$, O valor do cambio influenciou o preço da madeira no período de 1990 a 2010.

$H_0: \beta_3 = 0$, O taxa de desmatamento no período não reflete alterações no preço da madeira;

$H_a: \beta_3 \neq 0$, O taxa de desmatamento no período reflete alterações no preço da madeira.

$H_0: \beta_4 = 0$, O PIB per Capita do estado do Pará não refletem alterações na oferta de madeira;

$H_a: \beta_4 \neq 0$, O PIB per Capita do estado do Pará refletem alterações na oferta de madeira;

$H_0: \beta_5 = 0$, A variável Dummy representativa da crise financeira mundial não reflete as alterações na oferta de madeira;

$H_a: \beta_5 \neq 0$, A variável Dummy representativa da crise financeira mundial reflete as alterações na oferta de madeira.

$H_0: \beta_6 = 0$, A dinâmica autoregressiva do termo de erro incorporada não é significativa para melhorar o ajuste do modelo;

$H_a: \beta_6 \neq 0$, A dinâmica autoregressiva do termo de erro incorporada é significativa para melhorar o ajuste do modelo.

Tabela 2 – Modelo Corrigido por Logaritmo para Preço de madeira no Pará no período de 1990 a 2010.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	1.698166	1.212623	1.400408	0.1867
LOG(VC)	-0.684891	0.171890	-3.984480	0.0018
LOG(DMATA)	0.443489	0.115937	3.825255	0.0024
LOG(PIBcap)	1.562101	0.246839	6.328427	0.0000
LOG(QTDMP(-1))	-0.243081	0.107053	-2.270657	0.0424
VD_CFM_01	-0.533840	0.103086	-5.178571	0.0002
AR(1)	-0.674566	0.215176	-3.134950	0.0086
R-squared	0.763930	Mean dependent var		4.63537
Adjusted R-squared	0.645896	S.D. dependent var		0.19981
S.E. of regression	0.118900	Akaike info criterion		-1.14376
Sum squared resid	0.169647	Schwarz criterion		-0.79580
Log likelihood	17.86568	F-statistic		6.47208
Durbin-Watson stat	2.172632	Prob(F-statistic)		0.003088
White Heteroskedasticity Test:				
F-statistic	1.21447	Probability		0.38849
Obs*R-squared	10.4201	Probability		0.31756
Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:				
F-statistic	0.81970	Probability		0.46811
Obs*R-squared	2.67614	Probability		0.26235

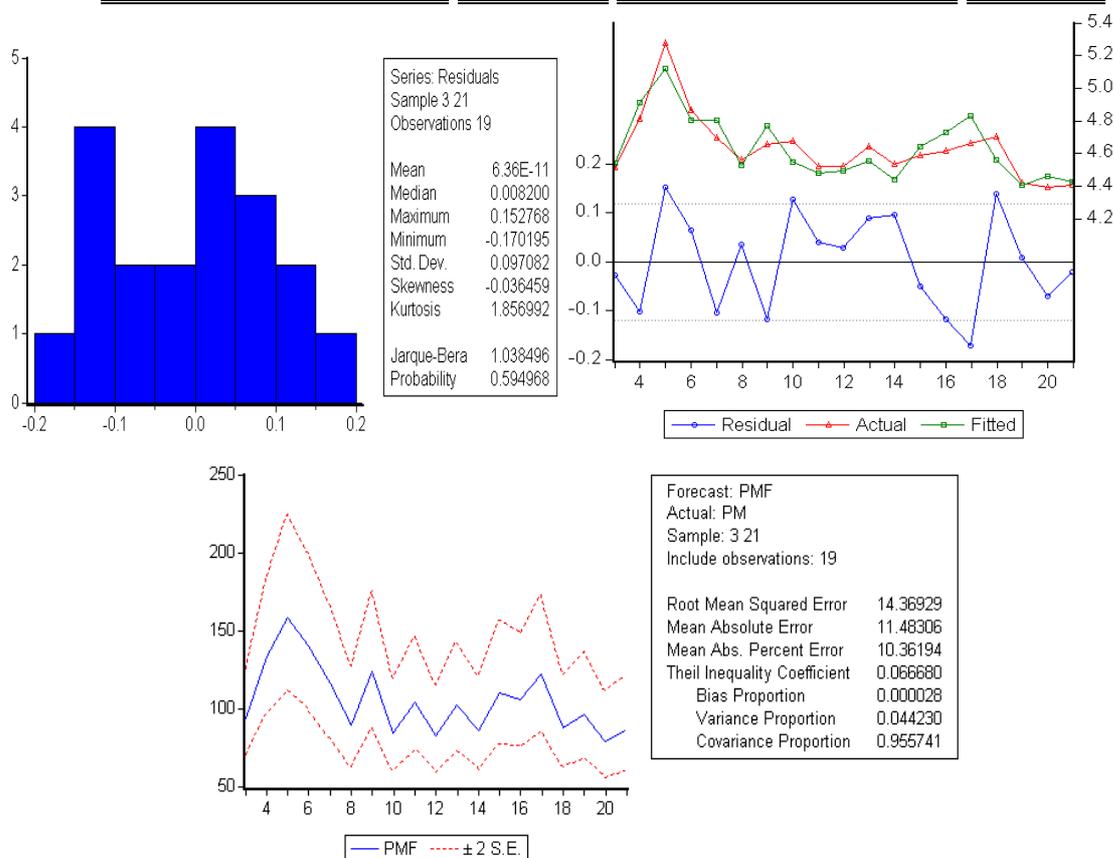


Figura 5: Validação do modelo: teste de Jarque-Bera, resultados do modelo estimado em relação aos valores reais e resultados de previsão do modelo proposto e respectiva margem de erro.

3.7 Avaliações sobre os coeficientes dos modelos para Preço da Madeira em Tora

Os resultados mostram que os sinais dos parâmetros estão de acordo com o esperado e são estatisticamente diferentes de zero, a 5% de probabilidade. Isto sugere que a quantidade de madeira varia diretamente com as variações dos preços, o que reforça o postulado teórico da teoria elementar da oferta. O modelo ajustado não apresentou problemas de multicolinearidade (Tabela 2) e de normalidade dos erros (Figura 5).

Para o modelo estruturado conforme resultados dos coeficientes disponíveis na Tabela 2, buscou-se avaliar o efeito das variáveis econômicas registradas na região sobre o preço da madeira em tora, assim como, o efeito da crise econômica mundial a partir de 2007. Neste sentido, constatou-se segundo os coeficientes calculados que a crise mundial acentuada 2008, impactaram negativamente o preço do produto no mercado, característica confirmada a partir do parâmetro relacionado a variável Dummy inserida no modelo (-0,5338). Uma explicação técnica para a relação se deve a redução do crédito imobiliário e o expresso reflexo nas importações de madeira do Brasil, ou seja, as relações internacionais são mais sensíveis quando trata-se de commodities.

Para o valor da constante dos modelos estimados tem-se que para uma ausência das variáveis econômicas ainda assim haverá disponibilidade de preço no mercado, e este por outro lado será emergente curto prazo, isto porque mesmo admitindo constância aos demais parâmetros econômicos, e o fato do produto estar relativamente livre na natureza, existe um preço mínimo para extrair-lo e convertê-lo em recurso natural.

O preço da madeira no mercado se caracteriza como inelástico ao valor do câmbio em curto prazo, uma vez que a equação foi ajustada com base nas variáveis transformadas por logaritmo. Assim, para as mudanças ocorridas a 10% no valor do câmbio o preço da madeira no mercado tende a reduzir (-6,85%).

O nível de desmatamento ocorrido no Pará se eleva à medida que o preço da madeira se eleva no mercado. Assim, com mudanças ocorridas de 10% no nível de desmatamento o preço da madeira tende a elevar-se (4,43%) na mesma direção, o que implica em correlação positiva entre as variáveis. Portanto, quanto maior o preço do produto no mercado, maiores serão as taxas de desmatamento observado.

O preço da madeira sofre forte influência no PIB *per Capita* do estado, porém o mesmo é inelástico as exportações; onde com incremento de 10% no PIB *per capita* o preço da madeira apresenta uma elevação de (15,62%). Como a madeira é um bem primário destinado a exportação, a subida da renda ou produção doméstica, diminui a pressão para a extração de novos recursos e a própria necessidade de elevar as exportações domésticas. A variável Dummy adaptada ao modelo mostra que o efeito da crise de 2007 e acentuada em 2008 gerou impactos negativos no comércio da madeira em tora no estado do Pará, reduzindo o preço do produto em -5,34%, esta queda como resultado basicamente da redução da demanda externa pela produto, oriunda da redução do nível de atividade econômica externa (crise econômica).

Nota-se que se esperava para os modelos propostos forte relação com a variável consumo de combustível óleo diesel (COD), devido o fato de o preço encontrar-se atrelado ao custo de remoção da madeira dos interiores das florestas e transporte para as regiões de beneficiamento. Pois o custo de extração referente à exploração envolve a derrubada, Arraste e Romaneio das Toras e Transporte até as margens dos rios e ou de Estradas (Santana, 2002; Santana et al., 2009 e Santana, 2010). A soma destes custos tende a onerar o preço do produto para a indústria de processamento ou até mesmo inviabilizar sua oferta. No entanto, esta variável econômica não mostrou-se significativa para os modelos ajustados, sendo portanto não modeladas.

4. CONCLUSÕES

A equação de oferta e preço da madeira em tora foi especificada em função de determinadas variáveis econômicas, dentre elas: valor do câmbio, consumo de combustível, taxa de desmatamento, PIB per Capita, variável Dummy e fator autoregressivo. Os resultados mostraram grande parte das variações na quantidade ofertada de madeira em tora são explicadas diretamente por variações simultâneas, no câmbio, preço de combustível, níveis de desmatamento e PIB per capita. A estatística F apresentou-se diferente de zero a 5%, atestando a adequação do modelo de efeitos fixos ao fenômeno estudado.

A elasticidade-preço da oferta de madeira em tora medida através do câmbio igual a (-0.6849) indica que as quantidades ofertadas de madeira no estado tende a cair 6,849% em resposta a elevação do câmbio, que apesar de influenciar em uma elevação nas exportações, no entanto esta é motivada pela queda dos preços dos produtos e derivados de madeira no mercado internacional. Estes fatores são influenciados pelo fato do mercado de madeira estar fortemente atrelado ao consumo no mercado nacional e/ou internacional, onde com pequenas alterações na oferta destes mercados induzem grandes variações nos preços no mercado local e causam variações em outros setores ligados ao segmento de madeira, entre eles o setor industrial de móveis.

Em razão, do setor madeireiro ter sua produção destinada ao consumo final e exportação, este setor revela resultados de grande associação entre oferta e preço, onde é possível perceber que as modificações na estrutura dos preços impactam diretamente na oferta, de forma positiva ou negativa. Outro fator interessante observado é que a elevação oferta e nos preços, o produto tende a impactar diretamente nos níveis de desmatamento de estado do Pará.

Observa-se através do modelo de Preço ajustado que a elevação dos preços da madeira em tora exerce forte influência no desmatamento na região Norte do Brasil, resultados equivalentes foram encontrados por (Santana, 2008 e Santana et al. 2011), isso é justificado uma vez que a busca por madeira nobre de maiores valor econômico desloca a demanda para as regiões de fronteira da Amazônia, traçando um rastro de destruição nas florestas devido à falta de manejo desse recurso natural. Porém, a taxa de desmatamento não produziu deslocamento na mesma direção na oferta de madeira em tora como esperado pela teoria, uma vez que com a elevação nas taxas de desmatamento, maior seria a disponibilidade de madeira em tora com práticas acessíveis de preço de mercado.

A crise econômica e a fase inicial da estabilização econômica e ajuste dos mercados exerceu forte impacto na economia, ocasionando elevação dos preços da madeira em tora deflagrando uma redução na oferta de madeira, que aliada a aos resultados de políticas de governo de proteção das florestas, acarretaram em índices crescentes do valor do produto no mercado, implicando em um processo não estacionário da série de preço em nível.

É neste sentido que o modelo proposto no presente trabalho facilitará o acompanhamento do processo produtivo, assim como será possível projetar valores futuros para se programar políticas que garantam a sustentabilidade do setor e a preservação da biodiversidade das florestas, tornando o arranjo produtivo eficiente e sustentável.

5. REFERÊNCIAS

- ABIPA (2011) – O setor de painéis de madeira. (Acesso em 06. 07.2012). Disponível em <<http://www.abipa.org.br/>>.
- Almeida, A. N. de et al., (2009) - Análise econométrica do mercado de madeira em tora para o processamento mecânico no Estado do Paraná. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, 37, 84: 377-386p.
- Askari, H e Cummings, J. T (1977). Estimating agricultural supply response with the Nerlove model: a suvey. *International Economic Review*. 18, 2: 257-292p.
- Brasil - Ministério de Desenvolvimento (2011) - Cadeia Produtiva de Madeira e Móveis. (Acesso em 07.09.2012). Disponível em <<http://www.desenvolvimento.gov.br/sitio/>>.
- Calderon, R.; Angelo, H. (2006). As exportações brasileiras de manufaturados de madeira. *Ciência Florestal*, 16: 99-105.
- da Silva, C. A. G. (2009) - Modelagem de Estimção da Volatilidade de Retorno das Ações Brasileiras: os casos da Petrobras e Vale. *Cadernos do IME: Série Estatística*. Rio de Janeiro – RJ – Brasil, 26, p.15 - 28.
- da Silva, F. L.; Homma, A. K. O e Pena, H. W. A. (2011) - O Cultivo do dendezeiro na Amazônia: Promessa de um novo ciclo econômico na região. En Observatorio de la Economía Latinoamericana. (Acesso em 07.09.2012), <disponível em <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/br/>>.
- EvIEWS. (2003) - User's guide . Irvine: QMS, 692p. (Versão 4.0).
- Gama, Z. J. C. (2006) - Análise da competitividade das empresas de móveis da região Metropolitana de Belém. Dissertação de Mestrado. Universidade da Amazônia (UNAMA), 131 p.
- Homma, A. K. O. (2010) - Extrativismo, manejo e conservação dos recursos naturais na Amazônia. In: MAY, P. H. (Ed.) - *Economia do meio ambiente: teoria e prática*. Elsevier, p.353-373.
- Homma, A. K. O. (2012) – Extrativismo vegetal ou plantio: qual a opção para a Amazônia. *Estudos avançados*. [online]. 26, 74: 167-186p.
- IBGE. (2012) - Dados agregados SIDRA. (Acesso em 07.05.2012). Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/home/>>.
- INPE. (2012) – Projeto PRODES: Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite. (Acesso em 25.04.2012). Disponível em <http://www.obt.inpe.br/prodes/index.php>
- Jarque, C. e Bera, A. (1987) - A Test for Normality of Observations and Regression Residuals. *International Statistical Review*, 55, pp.163-172.
- Nerlove, M. (1958) - Estimates of the elasticities of supply of selected agricultural commodities. *Journal of Farm Economics*, 38.
- Perez, P.L. e Bacha, C. J. C. (2008) - Mercado de madeira serrada. *Agroanalysis*, v.26.
- Santana, A. C. de. (2002) - A competitividade sistêmica das empresas de madeira da região Norte. Belém: FCAP. M & S Gráfica Editora.
- Santana, A. C. de. (2003) - Métodos Quantitativos em Economia: Elementos e Aplicações. Belém: UFRA, 484p.
- Santana, A. C. de. (2008) - Caracterização do mercado de produtos florestais madeireiros e não-madeireiros da região Mamuru-Arapiuns: Relatório técnico. Belém: UFRA, FUNPEA, 132p.
- Santana, A. C. de; Santana, Á. L. de; Santos, M. A. S. dos. (2011) - Influência do desmatamento no mercado de madeira em tora da região Mamuru-Arapiuns, Sudoeste do Pará. *Rev. Ciência Agrária*, 54, 1: 44-53p.
- Santana, A. C. de; Santos, M. A. S. dos; Santana, Á. L. de; Yared, J. A. G. O. (2012) - Valor econômico da extração manejada de madeira no baixo Amazonas, estado do Pará. *Rev. Árvore* [online], 36, 3: 527-536p.

- Santana, A. C. de; Silva, I. M. da; Oliveira, C. M.; Silva, R. C.; Figueiras, G. C.; Costa, A. D.; Souza, T. F.; Homma, A. K. O. (2009) - Caracterização do mercado de produtos florestais madeireiros e não-madeireiros da região Mamuru-Arapiuns, (Relatório de pesquisa, 1).
- Santana, A. C.; Santos, M. A. S.; Oliveira, C. M. (2010) - Preço da madeira em pé, cadeia de valor e mercado de madeira nos pólos do Marajó e baixo Amazonas. Belém: IDEFLOR/UFRA.
- Saylor, E. R. G. (1973) - A resposta da área de café em São Paulo às variações de preço. Agricultura em São Paulo, São Paulo, 20, 1 e 2: 43–60p.
- Soares et al., (2010) – Elaboração de modelo de previsão de preço da madeira de *Eucalyptus spp.* Cerne, Lavras, 16, 1: 41-52p.
- Tomaselli, I. (2006) - Estudio de tendencias y perspectivas del sector forestal en América Latina: informe nacional Brasil. Roma: FAO. (Acesso em 15.08.2012). Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/007/j3032s/j3032s09.htm#P3509_268475>.