

NAISY SILVA SOARES

**ANÁLISE DA COMPETITIVIDADE E DOS PREÇOS DA CELULOSE  
E DA MADEIRA DE EUCALIPTO NO BRASIL**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2010

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

**T**

**S676a  
2010**

**Soares, Naisy Silva, 1977-**

**Análise da competitividade e dos preços da celulose e da  
madeira de eucalipto no Brasil / Naisy Silva Soares.**

**– Viçosa, MG, 2010.**

**xix, 184f. : il. ; 29cm.**

**Inclui apêndices.**

**Orientador: Márcio Lopes da Silva.**

**Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.**

**Inclui bibliografia.**

**1. Economia florestal. 2. Celulose - Comércio.  
3. Eucalipto - Exploração - Comércio. 4. Madeira -  
Comércio. 5. Concorrência. 6. Políticas públicas -  
Avaliação. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.**

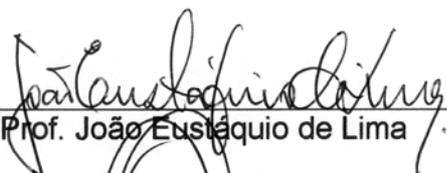
**CDO adapt. CDD. 634.9642**

NAISY SILVA SOARES

**ANÁLISE DA COMPETITIVIDADE E DOS PREÇOS DA CELULOSE  
E DA MADEIRA DE EUCALIPTO NO BRASIL**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 24 de agosto de 2010.



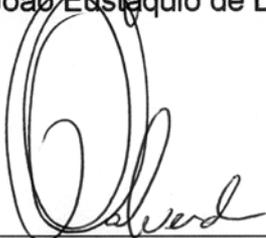
---

Prof. João Eusébio de Lima



---

Prof. José Luiz Pereira de Rezende



---

Prof. Sebastião Renato Valverde  
(Coorientador)



---

Prof. Laércio Antônio G. Jacovine  
(Coorientador)



---

Prof. Márcio Lopes da Silva  
(Orientador)

A meus pais Nair e Antonio.

A minha irmã Narjara.

A meu cunhado Adilson.

A minha sobrinha e afilhada Camilly.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela vida, saúde, proteção e pelas conquistas.

Aos meus pais Nair e Antonio, pelo incentivo e por serem minha referência de conduta e abrigo.

À minha irmã Narjara e ao seu esposo Adilson, pela amizade.

À minha sobrinha e afilhada Camilly, pelas brincadeiras e pelo carinho.

Ao professor Márcio Lopes da Silva, pela oportunidade, orientação e confiança; e aos professores Sebastião Renato Valverde, Laércio Antônio Gonçalves Jacovine, João Eustáquio de Lima e José Luiz Pereira de Rezende, pelas sugestões para melhorar este trabalho.

Ao estagiário do curso de engenharia florestal Kaio Henrique Adame de Carvalho, pela importante ajuda na coleta e tabulação dos dados para o desenvolvimento deste e de outros trabalhos elaborados ao longo do curso.

A todos que trabalharam comigo no Centro de Inteligência em Florestas e no Polo de Excelência em Florestas, pela oportunidade, aprendizado e confiança.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Engenharia Florestal, pela oportunidade de realização do curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo.

## **BIOGRAFIA**

NAISY SILVA SOARES, filha de Antonio Messias Soares e Nair Soares da Silva Messias, nasceu em Viçosa, MG, em 7 de fevereiro de 1977.

Em agosto de 2001, obteve o grau de Economista pela Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG.

Em março de 2004, iniciou o Programa de Pós-Graduação, em nível de Mestrado, em Ciência Florestal, na Universidade Federal de Viçosa, submetendo-se à defesa de tese em 21 de fevereiro de 2006.

Em outubro de 2006, iniciou o Programa de Pós-Graduação, em nível de Doutorado, em Ciência Florestal, na Universidade Federal de Viçosa, submetendo-se à defesa de tese em 24 de agosto de 2010.

É professora do departamento de economia da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), aprovada no concurso público realizado em janeiro de 2009.

## ÍNDICE

	Pagina
Lista de Quadros.....	ix
Lista de Figuras .....	xiv
RESUMO .....	xvi
ABSTRACT.....	xviii
INTRODUÇÃO.....	1
ARTIGO 1 .....	4
Competitividade da Produção de Celulose em Diferentes Estados do Brasil	4
RESUMO.....	5
ABSTRACT.....	5
1. INTRODUÇÃO.....	5
2. METODOLOGIA .....	8
2.1. Referencial Teórico.....	8
2.2. Referencial Analítico .....	9
2.3. Fonte de dados .....	16
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	19
3.1. Lucratividades privadas e sociais .....	19
3.2. Transferências financeiras associadas ao preço do produto .....	23
3.3. Transferências financeiras associadas a preços dos insumos .....	29

3.4. Transferências financeiras associadas à lucratividade (Transferências líquidas) .....	31
3.5. Indicadores de competitividade privados e sociais .....	32
3.6. Análise de Sensibilidade .....	36
4. CONCLUSÃO .....	37
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	38
ARTIGO 2 .....	49
Integração entre os Preços Internos e Externos no Mercado de Celulose ..	49
RESUMO .....	50
ABSTRACT .....	50
1. INTRODUÇÃO .....	50
2. METODOLOGIA .....	53
2.1. Referencial Teórico .....	53
2.2. Referencial Analítico .....	55
2.3. Fonte de Dados .....	63
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	65
3.1. Teste de Raiz Unitária .....	66
3.2 Testes de Johansen para cointegração .....	70
3.3. Decomposição da Variância e Função de Impulso Resposta .....	74
3.4. Avaliação do VEC .....	77
4. CONCLUSÃO .....	78
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	78
ARTIGO 3 .....	85
Previsão dos Preços da Celulose de Fibra Curta, em São Paulo, Brasil .....	85
RESUMO .....	86
ABSTRACT .....	86
1. INTRODUÇÃO .....	86
2. METODOLOGIA .....	87
2.1. Referencial Teórico .....	87
2.2. Referencial Analítico .....	93
2.3. Fonte de dados .....	95
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	95
4. CONCLUSÃO .....	104
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	104

ARTIGO 4 .....	108
Competitividade da Produção da Madeira de Eucalipto no Brasil.....	108
RESUMO .....	109
ABSTRACT.....	109
1. INTRODUÇÃO.....	109
2. MATERIAL E MÉTODO .....	112
2.1. Referencial Teórico.....	112
2.2. Referencial Analítico .....	112
2.3. Fonte de dados .....	113
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	113
3.1. Lucratividades privadas e sociais .....	113
3.2. Transferências financeiras associadas ao preço do produto .....	115
3.3. Transferências financeiras associadas aos preços dos insumos.....	116
3.4. Transferências financeiras associadas à lucratividade (Transferências líquidas) .....	117
3.5. Indicadores de competitividade privados e sociais .....	117
3.6. Análise de Sensibilidade.....	120
4. CONCLUSÃO .....	122
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	122
ARTIGO 5 .....	126
Integração Espacial no Mercado da Madeira de Eucalipto em São Paulo, Brasil.....	126
RESUMO.....	127
ABSTRACT.....	127
1. INTRODUÇÃO.....	127
2. MATERIAL E MÉTODO .....	130
2.1. Referencial Teórico.....	130
2.2. Referencial Analítico .....	130
2.3. Fonte de dados .....	131
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	133
3.1. Comportamento dos Preços da Madeira de Eucalipto.....	133
3.2. Análise da Integração do Mercado da Madeira de Eucalipto .....	135
4. CONCLUSÕES.....	146
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	147

ARTIGO 6 .....	151
Previsão de Preço da Madeira de Eucalipto, em São Paulo, Brasil.....	151
RESUMO.....	152
ABSTRACT.....	152
1. INTRODUÇÃO.....	152
2. METODOLOGIA .....	154
2.1. Referencial Teórico.....	154
2.2. Referencial Analítico .....	155
2.3. Fonte de dados .....	155
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	155
4. CONCLUSÃO .....	167
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	167
CONCLUSÕES.....	170
RECOMENDAÇÕES .....	172
APÊNDICES .....	173
APÊNDICE A .....	174
APÊNDICE B .....	181

## Lista de Quadros

	Página
ARTIGO 1 .....	4
Competitividade da Produção de Celulose em Diferentes Estados do Brasil	4
Quadro 1 - Matriz de Análise Política (MAP) .....	12
Quadro 2 – Matriz de Análise Política para a produção da celulose de fibra curta, maio de 2008. ....	20
Quadro 3 – Impostos e taxas pagos pelo segmento de celulose e papel, em 2008, em milhares de reais por tonelada de celulose.....	21
Quadro 4 - Produtividade média das florestas de eucalipto por Estado, em 2007.....	22
Quadro 5 - Programas exclusivos para investimento na atividade florestal	25
Quadro 6 - Programas do Banco do Brasil para investimento na atividade agropecuária e florestal .....	26
Quadro 7 - Indicadores de competitividade privados e sociais gerados pela MAP, maio de 2008. ....	33
Quadro 8 - Análise da sensibilidade dos indicadores da MAP, dada uma variação de 10% nos preços sociais, para a produção da celulose, maio de 2008.....	36
ARTIGO 2 .....	49
Integração entre os Preços Internos e Externos no Mercado de Celulose ..	49
Quadro 1 – Teste de hipótese para verificar a existência de raiz unitária....	59

Quadro 2 – Taxas geométricas de crescimento (TGC) dos preços da celulose.....	65
Quadro 3 – Resultados do teste de ADF em nível para as séries mensais de preços da celulose no Brasil e nos Estados Unidos, novembro de 2002 a fevereiro de 2009. ....	67
Quadro 4 – Resultados do teste de ADF em primeira diferença para as séries mensais de preços da celulose no Brasil e nos Estados Unidos, novembro de 2002 a fevereiro de 2009. ....	69
Quadro 5 – Determinação do número de defasagens do modelo VAR. ....	70
Quadro 6 - Resultados do teste de cointegração de Johansen para as séries mensais de preços da celulose no Brasil e nos Estados Unidos, novembro de 2002 a fevereiro de 2009. ....	71
Quadro 7 – Estimativa do parâmetro de longo prazo $\beta$ para as séries mensais de preços da celulose no Brasil e nos Estados Unidos, novembro de 2002 a fevereiro de 2009. ....	71
Quadro 8 – Teste de significância de restrição sobre o parâmetro de longo prazo ( $\beta$ ) do vetor de cointegração. ....	73
Quadro 9 – Estimação do VEC referente à variável preço da celulose no Brasil, novembro de 2002 a fevereiro de 2009. ....	73
Quadro 10 – Teste de significância de restrição sobre o parâmetro $\alpha$ do vetor de cointegração. ....	74
Quadro 11 – Decomposição da variância dos erros de previsão do preço da celulose, em porcentagem. ....	75
Quadro 12 – Elasticidade-impulso resposta dos preços da celulose no Brasil e nos Estados Unidos. ....	76
Quadro 13 – Resultados do teste ADF em nível nos resíduos do VEC. ....	78
ARTIGO 3 .....	85
Previsão dos Preços da Celulose de Fibra Curta, em São Paulo, Brasil .....	85
Quadro 1 - Resultados do teste de ADF em nível para as séries mensais de preços da celulose, novembro de 2002 a julho de 2008. ....	97
Quadro 2 – Resultados do teste de ADF em primeira diferença para as séries mensais de preços da celulose, novembro de 2002 a julho de 2008. ....	98

Quadro 3 – Resultados dos modelos estimados para previsão do preço da celulose.....	100
Quadro 4 – Resultados do teste ADF em nível nos resíduos do modelo II – ARIMA (0,1,1). .....	101
Quadro 5 - Previsão do preço da celulose, agosto de 2008 a julho de 2009. ....	102
Quadro 6 - Avaliação da previsão do preço da celulose, agosto de 2008 a julho de 2009. ....	103
ARTIGO 4 .....	108
Competitividade da Produção da Madeira de Eucalipto no Brasil.....	108
Quadro 1 – Matriz de Análise Política para a madeira de eucalipto, Brasil, maio de 2008. ....	114
Quadro 2 – Indicadores de competitividade privados e sociais gerados pela MAP. ....	118
Quadro 3 - Análise da sensibilidade dos indicadores da MAP, dada uma variação de 10% nos preços sociais, para a produção da madeira de Eucalipto, Brasil, maio de 2008.....	120
ARTIGO 5 .....	126
Integração Espacial no Mercado da Madeira de Eucalipto em São Paulo, Brasil.....	126
Quadro 1 – Taxas geométricas de crescimento (TGC) dos preços da madeira de eucalipto.....	133
Quadro 2 – Resultados do teste ADF em nível para as séries mensais de preços da madeira de eucalipto. ....	136
Quadro 3 – Resultados do teste de ADF em primeira diferença para as séries mensais de preços da madeira de eucalipto. ....	137
Quadro 4 – Número de defasagens do modelo VAR para a série de preços da madeira em pé de eucalipto.....	138
Quadro 5 – Número de defasagens do modelo VAR para a série de preços da madeira serrada de eucalipto.....	138
Quadro 6 - Resultados do teste de cointegração de Johansen para as séries mensais de preços da madeira de eucalipto.....	139

Quadro 7 - Resultados do teste de causalidade de Granger para as séries mensais de preços da madeira em pé de eucalipto em Itapeva, Bauru, janeiro de 2002 a dezembro de 2007. ....	140
Quadro 8 - Resultados do teste de causalidade de Granger para as séries mensais de preços da madeira serrada de eucalipto em Bauru, Sorocaba e Marília, janeiro de 2002 a dezembro de 2007.....	142
Quadro 9 – Estimativa do parâmetro de longo prazo ( $\beta$ ) para as séries mensais de preços da madeira serrada de eucalipto em Sorocaba, Bauru e Marília, janeiro de 2002 a dezembro de 2007.....	142
Quadro 10 – Teste de significância de restrição sobre o parâmetro $\beta$ do vetor de cointegração. ....	143
Quadro 11 – Estimação do coeficiente de ajustamento ( $\alpha$ ) do modelo VEC referente à variável preço da madeira serrada de eucalipto, janeiro de 2002 a dezembro de 2007. ....	144
Quadro 12 – Teste de significância de restrição sobre o parâmetro $\alpha$ do vetor de cointegração. ....	145
Quadro 13 – Resultados do teste ADF em nível nos resíduos do VEC. ....	146
ARTIGO 6 .....	151
Previsão de Preço da Madeira de Eucalipto, em São Paulo, Brasil.....	151
Quadro 1 – Resultados do teste de ADF em nível para as séries mensais de preços da madeira de eucalipto, maio de 2002 a janeiro de 2007.....	157
Quadro 2 – Resultados do teste de ADF em primeira diferença para as séries mensais de preços da madeira de Eucalipto, maio de 2002 a janeiro de 2007.....	158
Quadro 3 – Modelos estimados para previsão do preço da madeira de eucalipto em Itapeva e Bauru. ....	161
Quadro 4 – Resultados do teste ADF em nível nos resíduos do modelo ARIMA (0,1,4) e ARIMA (2,1,2).....	164
Quadro 5 - Previsão do preço da madeira de eucalipto em Itapeva e Bauru, fevereiro de 2007 a janeiro de 2008. ....	164
Quadro 6 – Resultados da avaliação da previsão do preço da madeira de eucalipto em Itapeva e Bauru. ....	166
APÊNDICES .....	173

APÊNDICE A .....	174
Quadro 1A – Custos de produção da celulose em Minas Gerais, maio de 2008.....	174
Quadro 2A – Custos de produção da celulose em São Paulo, maio de 2008. .....	176
Quadro 3A – Custos de produção da celulose no Espírito Santo, maio de 2008.....	177
Quadro 4A – Custos de produção da celulose na Bahia, maio de 2008....	179
APÊNDICE B .....	181
Quadro 1B – Custos de produção do eucalipto no Sistema I, maio de 2008 .....	181
Quadro 2B – Custos de produção do eucalipto no Sistema II, maio de 2008 .....	182
Quadro 3B – Custos de produção do eucalipto no Sistema III, maio de 2008 .....	183
Quadro 4B – Custos de produção do eucalipto no Sistema IV, maio de 2008 .....	184

## Lista de Figuras

	Página
ARTIGO 2 .....	49
Integração entre os Preços Internos e Externos no Mercado de Celulose ..	49
Figura 1 - Comportamento dos Preços da Celulose em São Paulo e nos Estados Unidos, novembro de 2002 a fevereiro de 2009. ....	65
ARTIGO 3 .....	85
Previsão dos Preços da Celulose de Fibra Curta, em São Paulo, Brasil .....	85
Figura 1 – Preço da celulose em São Paulo, no período de novembro de 2002 a julho de 2009. ....	96
Figura 2 - FAC (a) e FACP (b) em primeira diferença para as séries mensais de preços da celulose, novembro de 2002 a julho de 2008. ....	99
Figura 3 – FAC (a) e FACP (b) dos resíduos do modelo de previsão de preços da celulose. ....	101
Figura 4 - Previsão do preço da celulose para o período de novembro de 2002 a julho de 2009. ....	102
ARTIGO 5 .....	126
Integração Espacial no Mercado da Madeira de Eucalipto em São Paulo, Brasil .....	126
Figura 1 – Comportamento dos preços da madeira de eucalipto, janeiro de 2002 a dezembro de 2007. ....	134

Figura 2 – Direção de transmissão dos preços da madeira serrada.....	141
Figura 3 - Correlograma dos resíduos do VEC.....	146
ARTIGO 6 .....	151
Previsão de Preço da Madeira de Eucalipto, em São Paulo, Brasil.....	151
Figura 1 – Preço nominal da madeira de eucalipto em Itapeva e Bauru, maio de 2002 a janeiro de 2008. ....	156
Figura 2 – FAC (a) e FACP (b) em primeira diferença para as séries de preços da madeira em Itapeva, maio de 2002 a janeiro de 2007. ....	159
Figura 3 – FAC (a) e FACP (b) em primeira diferença para as séries de preços da madeira em Bauru, maio de 2002 a janeiro de 2007. ....	160
Figura 4 – FAC (a) e FACP (b) dos resíduos do modelo de previsão de preços da madeira em Itapeva.....	163
Figura 5 – FAC (a) e FACP (b) dos resíduos do modelo de previsão de preços da madeira em Bauru.....	163
Figura 6 - Preços observados e preços previstos da madeira de eucalipto em Itapeva (a) e Bauru (b), no período de maio de 2002 a janeiro de 2008....	165

## RESUMO

SOARES, Naisy Silva, D. Sc., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2010. **Análise da Competitividade e dos Preços da Celulose e da Madeira de Eucalipto no Brasil**. Orientador: Márcio Lopes da Silva. Coorientadores: Sebastião Renato Valverde e Laércio Antônio G. Jacovine.

O segmento de celulose e papel é o que mais se destaca no setor florestal e um dos mais bem-sucedidos da economia brasileira em termos de geração de renda, emprego, impostos e divisas. Apesar de esse segmento ser competitivo, não se pode garantir que sua expansão esteja assegurada no futuro, devido à concorrência internacional e à falta de políticas adequadas para o seu desenvolvimento e para o desenvolvimento do seu principal insumo de produção: a madeira de eucalipto. Assim, este estudo objetivou analisar a competitividade e os preços da celulose e da madeira de eucalipto no Brasil, com uso de modelos de avaliação de políticas públicas e competitividade e econométricos, tais como: matriz de análise política (MAP), teste de raiz unitária e de cointegração de Johansen, modelo de correção de erro vetorial (VEC) e de Box e Jenkins. Estudos deste tipo são de grande importância para ganhos de competitividade e expansão do segmento, pois fornecem subsídios para formulação de políticas públicas, planejamento da produção, comercialização e previsão. Foram utilizados

dados secundários do período de novembro de 2002 a julho de 2009. Com base nos resultados obtidos, foi possível concluir, em termos gerais, que a produção da celulose e da madeira de eucalipto no Brasil vem sofrendo com a implantação de políticas públicas distorcivas, mas mesmo assim é lucrativa e competitiva; grande percentual das variações nos preços da celulose nos Estados Unidos, no longo prazo, foi transmitido para o mercado doméstico, mas esses mercados não são perfeitamente integrados, isto é, a Lei do Preço Único não foi perfeitamente verificada para o mercado da celulose; os mercados da madeira serrada de eucalipto das regiões de Sorocaba (SP), Bauru (SP) e Marília (SP) são integrados espacialmente via preços, ou seja, existe relação de equilíbrio de longo prazo entre eles, porém, a Lei do Preço Único não foi verificada. Por outro lado, os mercados da madeira em pé de eucalipto das regiões de Itapeva (SP) e Bauru (SP) não se apresentaram integrados espacialmente; e, os modelos ARIMA (0,1,1), ARIMA (0,1,4) e ARIMA (2,1,2) foram eficientes e apresentaram projeção satisfatória para previsão dos preços da celulose em São Paulo, da madeira de eucalipto em Itapeva (SP) e da madeira de eucalipto em Bauru (SP), respectivamente.

## ABSTRACT

SOARES, Naisy Silva, D. Sc., Universidade Federal de Viçosa, August, 2010. **Analysis of Wood Pulp and Eucalyptus Wood Competitiveness and Prices in Brazil**. Adviser: Márcio Lopes da Silva. Co-Advisers: Sebastião Renato Valverde and Laércio Antônio G. Jacovine.

The wood pulp and paper sector is especially important in the forest sector and a boost for the Brazilian economy, generating income, jobs, taxes, and exchange value. Eventhough this segment is competitive, it can't warranty that its expansion is assured in the future, due the international competition and the absence of appropriate politics for it development and for the development of the main production input: eucalyptus wood. Like this, the aim of this work was to analyze wood pulp and Eucalyptus wood competitiveness and price in Brazil, using public policy and competitively evaluation models and econometrics, such as: policy analysis matrix (PAM), unit root and Johansen co-integration tests, vector error correction model (VECM) and the Box and Jenkins methodology. Studies of this type are extremely relevant at the optics of competitiveness gains and expansion of the segment, because they supply subsidies for formulation of public politics, planning of the production, commercialization and prediction. Secondary data from November 2002 to July 2009 were used. Based on the results obtained,

it was possible to concluded that, the production of wood pulp and Eucalyptus in Brazil has been suffering with the implementation of public policies distorting, but it still profitable and competitive, a large percentage of wood pulp price variation in the United States, in the long run, was transmitted to the domestic market, but those markets were not perfectly integrated, i.e. the Law of One Price was not perfectly verified for the wood pulp market. Although the eucalyptus sawn wood markets in Sorocaba (SP), Bauru (SP) and Marília (SP) were spatially integrated through prices, i.e., a long term relationship existed between them, the Law of One Price was not verified. On the other hand, the eucalyptus wood markets in Itapeva (SP) and Bauru (SP) were not spatially integrated; and the ARIMA (0,1,1), ARIMA (0,1,4) and ARIMA (2,1,2) models were found to be efficient, presenting satisfactory projections for wood pulp price forecasting in São Paulo, for eucalyptus wood in Itapeva (SP) and eucalyptus wood in Bauru (SP), respectively.

## **INTRODUÇÃO**

O segmento de celulose e papel tem se destacado como o mais importante do setor florestal e como um dos mais bem-sucedidos da economia brasileira, contribuindo significativamente para a geração de renda, emprego, impostos e divisas no país. Além disso, esse segmento contribui para o meio ambiente por manter o equilíbrio dos ecossistemas naturais; regular o clima global; conservar os recursos hídricos; proteger a biodiversidade e os ecossistemas florestais (conservação da fauna e flora); reduzir o nível de desmatamento ilegal e o impacto sobre as florestas nativas através das florestas plantadas; e regularizar os fluxos de água para evitar erosão.

As exportações, a produção e o consumo nacional de celulose são crescentes. O Brasil consegue abastecer o mercado interno e, ainda, ocupa uma posição de destaque no comércio internacional do produto. As estatísticas referentes ao ano de 2008, por exemplo, mostraram que o Brasil estava entre os grandes produtores e exportadores mundiais de celulose de todos os tipos e que era o maior produtor e exportador mundial de celulose de fibra curta derivada do eucalipto.

O bom desempenho do segmento de celulose e papel no país pode ser atribuído à existência de empreendimentos industriais com escalas de produção adequadas; emprego dos fatores de produção terra, capital e

trabalho racionalmente; uso intensivo do capital; bem como à qualidade reconhecida internacionalmente dos produtos nacionais.

A indústria brasileira de celulose e papel vale-se, ainda, da alta produtividade das florestas de eucalipto e pinus, em razão das condições edafoclimáticas favoráveis à atividade florestal no país, possibilitando ciclos de rápido crescimento e de alta qualidade, contrário a países de tradição florestal, com padrões elevados de conformidade ambiental e de índices satisfatórios de solidez financeira e rentabilidade.

Esses fatores contribuem para a competitividade da indústria nacional de celulose no mercado externo, conforme constatado em vários estudos.

Com isso, o segmento brasileiro de celulose e papel tem um grande potencial para continuar em crescimento e absorver, cada vez mais, uma maior parcela do mercado mundial.

Contudo, não se pode garantir que a sua expansão esteja assegurada no futuro, pois de acordo com vários estudos há concorrência internacional e falta de políticas adequadas para o seu desenvolvimento e para o desenvolvimento do seu principal insumo de produção: a madeira de eucalipto.

Sendo assim, estudos sobre competitividade, integração de mercados e previsão de preços relacionados com a celulose e a madeira de eucalipto no Brasil tornam-se de grande importância para ganhos de competitividade e expansão do segmento, uma vez que fornecem subsídios para formulação de políticas públicas, assim como para o planejamento da produção, comercialização e previsão.

Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo principal estudar a competitividade e os preços da celulose e da madeira de eucalipto no Brasil, utilizando modelos econométricos e de avaliação de políticas públicas e competitividade.

Especificamente, pretendeu-se:

- ❖ Analisar a competitividade da produção de celulose de fibra curta em diferentes Estados do Brasil e a competitividade da produção da madeira de eucalipto em diferentes sistemas tecnológicos;

- ❖ Verificar a integração entre os preços no mercado doméstico e internacional da celulose, bem como no mercado regional da madeira de eucalipto; e,
- ❖ Elaborar modelos para previsão dos preços da celulose de fibra curta e da madeira de eucalipto.

Ressalta-se que o trabalho foi apresentado em forma de artigos científicos, sendo que os três primeiros dizem respeito à análise da competitividade e dos preços da celulose e são intitulados “Competitividade da Produção de Celulose em Diferentes Estados do Brasil”, “Integração entre os Preços Internos e Externos no Mercado de Celulose” e “Previsão dos Preços da Celulose de Fibra Curta, em São Paulo, Brasil”.

Os demais artigos estão relacionados com a análise da competitividade e dos preços da madeira de eucalipto e são intitulados “Competitividade da Produção da Madeira de Eucalipto em Diferentes Sistemas de Produção”, “Integração Espacial no Mercado da Madeira de Eucalipto em São Paulo, Brasil” e “Elaboração de Modelo de Previsão de Preço da Madeira de Eucalipto”.

Antes desta parte introdutória, são apresentados um resumo e um abstract geral do trabalho e, após o artigo 6, tem-se uma conclusão geral, seguida por recomendações e pelo apêndice. Este último contém os dados de custos de produção e receita, no Brasil e no exterior, da celulose e da madeira de eucalipto, em diferentes regiões e em diferentes sistemas tecnológicos, respectivamente, utilizados na análise da competitividade da produção.

Espera-se com esse estudo contribuir para a formulação de políticas públicas visando ao desenvolvimento do segmento de celulose e papel brasileiro e para o planejamento da produção, comercialização e previsão das empresas e dos produtores rurais.

## **ARTIGO 1**

### **Competitividade da Produção de Celulose em Diferentes Estados do Brasil**

## **Competitividade da Produção de Celulose em Diferentes Estados do Brasil**

**RESUMO:** O presente trabalho teve como objetivo analisar a competitividade da produção de celulose de fibra curta nos estados de Minas Gerais, São Paulo, Espírito Santo e Bahia em maio de 2008, utilizando a Matriz de Análise Política (MAP). Os resultados obtidos indicaram que as lucratividades privada e social da produção e comercialização da celulose foram positivas e maiores na Bahia; as empresas brasileiras foram penalizadas por políticas públicas adotadas para o setor; a produção de celulose em São Paulo e Bahia foi mais competitiva e menos exposta aos efeitos negativos das políticas públicas; e as empresas nacionais tiveram seus lucros reduzidos.

Palavras-chave: lucratividade, matriz de análise política, economia florestal.

## **Competitiveness of Wood Pulp Production in Different Brazilian States**

**ABSTRACT:** This work aimed to analyze the competitiveness of wood pulp production in different Brazilian states, in may 2008 (Minas Gerais, São Paulo, Espírito Santo and Bahia), using the Policy Analysis Matrix (PAM). The results obtained indicated that the private and social profitability of wood pulp production and commercialization was positive and greater in Bahia; the Brazilian companies were penalized by public policies adopted for the sector; the wood pulp production in São Paulo and Bahia were more competitive and less exposed to the negative effects of public policies; and, the national companies had their profits reduced.

Keywords: profitability, policy analysis matrix, forest economy.

### **1. INTRODUÇÃO**

O segmento de celulose e papel é de grande importância para a economia brasileira. Em 2008, esse segmento gerou 114 mil empregos diretos (67 mil nas indústrias e 47 mil nas florestas) e 570 mil empregos indiretos. Além disso, pagou R\$2,2 bilhões em impostos e exportou US\$ 5,8 bilhões (BRACELPA, 2009 a).

Naquele ano, a produção nacional de celulose foi de, aproximadamente, 12 milhões de toneladas, sendo São Paulo, Espírito Santo, Bahia e Minas Gerais, os estados com maior produção. As exportações somaram cerca de 7 milhões de toneladas e as importações, 325 mil toneladas. No caso do papel, a produção brasileira foi cerca de 9 milhões de toneladas, as exportações foram de, aproximadamente, 2 milhões de toneladas e as importações, foram de 1,3 milhões de toneladas, também em 2008 (BRACELPA, 2009 b).

Em 2008, a produção de celulose cresceu 5,8% em relação ao ano de 2007. As exportações e importações tiveram um aumento de 8,6% e 11,7%, respectivamente. Já a produção e as importações de papel cresceram 1,6% e 17,9%, respectivamente, enquanto as exportações apresentaram uma queda de 1,2% (BRACELPA, 2009 b).

As estatísticas indicam que a posição do Brasil no *ranking* dos maiores produtores e exportadores mundiais de celulose e papel melhorou muito nos últimos anos.

Em 1970, por exemplo, o Brasil foi o décimo segundo produtor de celulose e o décimo sexto produtor de papel. Nesse mesmo período, o país foi o décimo terceiro e o trigésimo quinto exportador de celulose e papel, respectivamente (FAO, 2009).

No ano de 2007, o Brasil encontrava-se na sexta posição no *ranking* dos maiores produtores mundiais de celulose de todos os tipos. Entretanto, desde 1990, o país é líder na produção de celulose de fibra curta derivada do eucalipto (FAO, 2009; BRACELPA, 2009 a). Com relação ao papel, o Brasil ocupou a décima segunda posição no *ranking* dos maiores produtores mundiais, em 2007. Nesse ano, o Brasil encontrava-se na terceira e décima sexta posição no *ranking* dos maiores exportadores mundiais de celulose e papel, respectivamente (FAO, 2009).

O segmento brasileiro de celulose e papel apresenta grande potencial de crescimento, pois as empresas brasileiras são competitivas e eficientes. Essa competitividade se deve à alta produtividade dos reflorestamentos, em razão das condições climáticas favoráveis à atividade florestal no país, possibilitando ciclos de crescimento rápido e de alta qualidade, e ao baixo custo de produção em relação aos outros países. Acrescenta-se a isso a

aceitação da celulose brasileira de eucalipto no mercado internacional, devido à sua alta qualidade (MEDEIROS e FONTES, 1994; VALVERDE et al., 2006; SOARES et al., 2007; CARVALHO et al., 2009; CARVALHO et al., 2010).

Para se ter uma ideia, em 2008, a produtividade média das florestas nacionais de eucalipto alcançou 40 m<sup>3</sup>/ha/ano, enquanto no Uruguai, Indonésia, Chile, Estados Unidos, Canadá, Espanha e Finlândia, ela foi de 25, 20, 25, 10, 7, 10 e 4 m<sup>3</sup>/ha/ano, respectivamente. Acrescenta-se, ainda, que no Brasil a rotação das florestas de eucalipto é de 7 anos, inferior à de países como África do Sul (8 - 10 anos), Chile (10 -12 anos), Portugal (12 – 15 anos), Espanha (12 – 15 anos) (BRACELPA, 2009a; VOTORANTIM CELULOSE E PAPEL – VCP, 2004).

No que se refere aos custos totais de produção da celulose de fibra curta, em 2005, eles foram, aproximadamente, de US\$ 450/tonelada no Brasil. Nos países de tradição florestal, como Indonésia, Costa Leste do Canadá, Suécia, Finlândia, Portugal e Espanha, o custo total de produção de uma tonelada de celulose de fibra curta foi cerca de US\$ 400, US\$ 500, US\$ 550, US\$ 500, US\$ 500 e US\$ 550, respectivamente (MONTEBELLO, 2006).

Todavia, o segmento de celulose e papel no país enfrenta a concorrência internacional e a falta de políticas adequadas para o seu desenvolvimento.

Nesse sentido, estudos mostrando os efeitos das políticas públicas na produção da celulose são de grande importância para o desenvolvimento do setor no país, pois permitem identificar pontos de estrangulamento na estrutura de custos do setor produtivo para que se possam direcionar políticas que objetivem a manutenção e, ou, a ampliação da capacidade produtiva e de exportação de celulose e papel do Brasil.

Estudos analisando a produção da celulose podem, ainda, explicar os impactos de políticas públicas no setor, o que subsidiaria a adoção de medidas políticas contribuindo para a tomada de decisão de alocação dos recursos e do planejamento de políticas comerciais.

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo geral analisar a competitividade da produção de celulose de fibra curta nos estados de Minas Gerais, São Paulo, Espírito Santo e Bahia.

Especificamente, pretendeu-se:

- ❖ Determinar a lucratividade privada e social da produção de celulose no Brasil para diferentes estados;
- ❖ Identificar os efeitos de políticas públicas sobre os diferentes estados em relação ao mercado externo;
- ❖ Mensurar os indicadores que avaliam o grau de competitividade do setor produtivo, a eficiência econômica e os efeitos das políticas neste segmento, levando em consideração os resultados privados e sociais; e
- ❖ Analisar a sensibilidade dos indicadores privados e sociais devida a uma variação no preço social.

## **2. METODOLOGIA**

### **2.1. Referencial Teórico**

Este trabalho teve como referência a abordagem que relaciona a competitividade aos custos.

Segundo Rosado (1997), o conhecimento dos componentes dos custos é útil para compreensão da competitividade. Para a autora, a competitividade resulta da interação entre os custos de produção e todos os custos adicionais incorridos para colocar a mercadoria para o comprador estrangeiro. Nesse sentido, para determinar a competitividade, é necessário considerar os fatores e os efeitos de políticas que influenciam os preços enfrentados pelos agentes econômicos. Esses determinantes incluem eficiência produtiva, política de preços dos insumos, taxa de juros, taxa de câmbio e política de impostos e subsídios.

O conceito de eficiência associa a competitividade de uma economia às condições gerais do processo de produção. Nesse sentido, o progresso tecnológico é um elemento central na configuração e na evolução dos sistemas econômicos e dos fluxos internacionais de comércio, assim como o melhor aproveitamento de economias de escala, maior capacitação de mão de obra etc. (HAGUENAUER, 1989; ALVES, 2002). Os indicadores de eficiência relacionam-se com a comparação dos preços e custos unitários de

um país com os de um determinado conjunto de competidores internacionais (IE/UNICAMP et al., 1993).

Para Sharples (1990), na análise da competitividade de atividades agroindustriais de um país devem ser avaliados os custos de produção e de comercialização. Todavia, comparações desses custos entre países envolvem a utilização da taxa de câmbio para conversão dos valores em uma única moeda. Então, movimentos na taxa real de câmbio significam que forças fora do complexo agroindustrial têm um impacto grande sobre as comparações de custos entre países.

Os insumos comercializados internacionalmente estão sujeitos a impostos, tarifas ou subsídios que podem provocar distorções consideráveis sobre a competitividade (FERREIRA NETO, 2005).

Sendo assim, a competitividade é influenciada por uma grande quantidade de fatores inter-relacionados como tecnologia disponível e a forma como ela é aplicada, preços domésticos dos insumos produtivos, taxa de câmbio, taxa de paridade entre os parceiros comerciais do país, custos de transporte, estrutura de incentivos, barreiras tarifárias e não-tarifárias no país importador, qualidade e imagem do produto etc. (BNDES, 1991 citado por FERREIRA NETO, 2005).

## **2.2. Referencial Analítico**

### **Considerações Preliminares**

O instrumental utilizado para atingir os objetivos deste trabalho foi o da matriz de análise política (MAP) de Monke e Pearson (1989).

Com a MAP, podem-se identificar incentivos ou desincentivos para agentes econômicos; analisar o impacto de políticas diretas em nível de cadeia; verificar os efeitos de políticas sobre a lucratividade privada; e examinar os impactos favoráveis ou desfavoráveis à sociedade relativos a atividades econômicas (ALVES, 2002; ROSADO et al., 2006). Por isso, este método é frequentemente utilizado na análise da cadeia produtiva ou da produção de produtos da agropecuária no Brasil e no exterior (NELSON, 1991; NELSON e PANGGABEAN, 1991; ROSADO, 1997; AHMAD e MARTINI, 2000; MARRA, 2001; MARTINS, 2001; ALVES, 2002; MOHANTY et al., 2002; FERREIRA NETO, 2005; MOSS, 2006; ROSADO et al., 2006).

No Brasil e na área florestal, a MAP foi utilizada no estudo de Rosado et al. (2006), Sousa et al. (2009a) e Sousa et al. (2009b).

Rosado et al. (2006) empregaram a MAP para analisar a competitividade e os efeitos das políticas públicas sobre a produção da borracha natural no estado de São Paulo e Mato Grosso. Os autores constataram que a produção da borracha natural naqueles estados está sendo prejudicada com as políticas públicas, mas apesar disso é lucrativa e competitiva.

Sousa et al. (2009a) analisaram a competitividade da produção de palmito de pupunha no Espírito Santo e em São Paulo, em fevereiro de 2009, e concluíram que a lucratividade privada e social da produção e comercialização do palmito de pupunha foi positiva em São Paulo; os produtores do Espírito Santo e de São Paulo foram penalizados por políticas públicas adotadas para o setor; a produção em São Paulo apresentou-se mais competitiva e menos exposta aos efeitos negativos das políticas públicas; e os produtores desses Estados tiveram seus lucros reduzidos.

Sousa et al. (2009b) estudaram a competitividade da produção de palmito de pupunha considerando diferentes sistemas produtivos no Espírito Santo, em fevereiro de 2009. Foi verificado que tanto em áreas motomecanizáveis quanto em áreas não motomecanizáveis, a rentabilidade foi positiva nos mercados interno e externo, demonstrando que a produção de palmito de pupunha foi competitiva. Porém, os lucros foram reduzidos com a interferência de políticas públicas distorcivas.

No exterior, podem-se citar os estudos de Maryani e Irawanti (1997), Hadi e Budhi (1997), Machfudh (1999) e Drew et al. (2004) utilizando a MAP na área florestal.

Maryani e Irawanti (1997) analisaram os impactos das políticas públicas na competitividade da produção de óleo de palma e da madeira industrial processada em Sumatra, Indonésia, mais precisamente, na província de Riau, em 1997. Os autores concluíram que tanto a produção de óleo de palma quanto a de madeira industrial processada são economicamente eficientes devido às políticas governamentais para essas mercadorias.

Hadi e Budhi (1997) estudaram a eficiência econômica e a vantagem comparativa dos pequenos produtores de borracha natural de Sumatra, Indonésia, em 1997, considerando o sistema agroflorestal e a monocultura. Os autores constataram que os dois sistemas de produção não foram competitivos e que no sistema agroflorestal as perdas são maiores que no sistema de monocultura para os pequenos produtores.

Já Machfudh (1999) verificou os impactos das políticas públicas na competitividade da indústria de madeira na província de Jambi, distrito de Bungo Tebo, em Kabupaten, Indonésia, em 1997. Os resultados revelaram que a indústria da madeira na Indonésia, que opera em larga escala, é relativamente competitiva e tem elevada eficiência. Porém, as políticas públicas contribuíram para que o preço da tora no mercado doméstico ficasse menor que o preço mundial.

Drew et al. (2004) estudaram a lucratividade e os impactos das políticas públicas em sistemas agroflorestais em Pohnpei, Micronésia. Os autores analisaram pequenas, médias e grandes propriedades e diferentes cenários: i) desconsiderando o estabelecimento de um mercado de carbono; ii) considerando 10%, 15% e 31% de taxas sobre a receita devido à erosão do solo para um horizonte de planejamento de um ano; iii) considerando 10%, 12,5% e 15% de taxas sobre a receita para um horizonte de planejamento de cinco anos; e iv) 10% de taxas sobre a receita para um horizonte de planejamento de dez anos. Com os resultados obtidos, concluiu-se que os sistemas são lucrativos, porém, se o governo pretende ser ecologicamente sustentável taxando os produtores, os sistemas serão prejudicados.

Ressalta-se que a MAP apresenta como limitação o fato de os resultados obtidos serem para um ano-base, estáticos e aplicáveis àquele ano. Porém, podem ser feitas projeções de mudanças futuras nos seus parâmetros (como preços internacionais de produtos e insumos, salários, taxa de câmbio, tecnologia etc.) para simular caminhos de vantagem competitiva, à medida que os lucros se alteram em resposta a parâmetros que estão variando (ROSADO, 1997).

## Operacionalização do Modelo

A MAP expressa a lucratividade definida como a diferença entre receitas e custos, e mensura o efeito das divergências (políticas "distorcivas" e falhas de mercado), sendo a diferença entre os valores privados e valores sociais. A MAP é composta por duas colunas de custos, uma para insumos comercializáveis (*tradeable*) e outra para fatores domésticos (*nontradeable*). Os insumos intermediários - fertilizantes, defensivos, sementes, rações, eletricidade, transporte e combustível - são divididos em seus componentes de insumos comercializáveis e não-comercializáveis (Quadro 1) (ALVES, 2002).

Quadro 1 - Matriz de Análise Política (MAP)

Itens	Receitas	Custos		Lucros
		Insumos Comercializáveis	Fatores Domésticos	
Preços Privados	A	B	C	D
Preços Sociais	E	F	G	H
Efeitos de divergências e eficiência política	I	J	K	L

Fonte: Monke & Pearson (1989).

A manipulação dos valores contidos na MAP dá origem aos indicadores descritos a seguir.

### a) Lucro Privado (D)

O lucro privado é representado pela diferença A menos B menos C. Expressa o lucro obtido a preços de mercado, ou a preços privados (equação 1). Como valores praticados no mercado, eles sofrem interferências dos governos na forma de tributos ou subsídios.

$$D = A - B - C \quad (1)$$

em que:

$$A = p^d q^d \quad B = \sum_{i=1}^n p_i^d q_i^d \quad C = \sum_{j=1}^n w_j^d I_j^d$$

A = receita privada, B = custo dos insumos comercializáveis, C = custo dos insumos domésticos,  $p^d$  = preço privado do produto,  $q^d$  = quantidade total privada de determinado produto,  $p_i^d$  = preço privado do insumo i,  $q_i^d$  = quantidade privada do insumo i utilizado na produção do bem considerado,  $w_j^d$  = preço privado do insumo j e  $l_j^d$  = quantidade privada do insumo j utilizado.

O cálculo da lucratividade privada mostra a competitividade da cadeia produtiva. Se os lucros privados forem negativos ( $D < 0$ ), os operadores estarão ganhando uma taxa de retorno subnormal. Por outro lado, se os lucros privados forem positivos ( $D > 0$ ), os operadores estarão ganhando uma taxa de retorno sobrenormais, indicando que pode ocorrer expansão do sistema de produção em análise no futuro. O lucro normal ocorre para  $D = 0$  (ROSADO et al., 2006).

b) Lucro Social (H)

A diferença E menos F menos G representa o lucro alcançado a preços sociais (equação 2).

$$H = E - F - G \quad (2)$$

em que:

$$E = p^s q^s \quad F = \sum_{i=1}^n p_i^s q_i^s \quad G = \sum_{j=1}^n w_j^s l_j^s$$

E = receita social, F = custo dos insumos comercializáveis, G = custo dos insumos domésticos,  $p^s$  = preço social do produto<sup>1</sup>,  $q^s$  = quantidade total do produto,  $p_i^s$  = preço social do insumo i,  $q_i^s$  = quantidade do insumo i utilizado,  $w_j^s$  = preço social do insumo j e  $l_j^s$  = quantidade do insumo j utilizado.

Esses valores não sofrem interferências do governo brasileiro. Assim, são considerados valores sociais ou econômicos e medem a eficiência do sistema de produção. Como medida de eficiência ou vantagem comparativa, o lucro social, quando negativo, indica que o sistema não é considerado economicamente viável no contexto de mercado internacional, sem

---

<sup>1</sup> Preço social é o preço no mercado internacional e refere-se ao preço com ausência de políticas públicas distorcidas.

assistência do governo. Tem-se uma indicação de que tal sistema não assegura a alocação economicamente eficiente de recursos escassos, dado que produz a custos sociais superiores aos custos de importação (ALVES, 2002; VIEIRA et al., 2001).

c) Efeitos das Divergências e da eficiência política

São analisadas as diferenças entre as avaliações privadas e sociais de receitas, custos e lucros que devem ser explicadas pelos efeitos da distorção política ou pelas imperfeições nos mercados de produtos e fatores.

A mensuração dos efeitos das divergências e da eficiência política pode ser representada conforme as equações (3), (4), (5) e (6).

$$\text{Transferência de receitas: } I = A - E \quad (3)$$

$$\text{Transferência de insumos: } J = B - F \quad (4)$$

$$\text{Transferência de fatores: } K = C - G \quad (5)$$

$$\text{Transferência líquida: } L = D - H \text{ ou } L = I - J - K \quad (6)$$

As transferências de receitas estão associadas à produção, e as transferências de insumos estão associadas aos custos de insumos comercializáveis que resultam de políticas que causam divergências entre os preços domésticos dos produtos e os preços internacionais, como políticas específicas de produtos (taxas ou subsídios) e política cambial. Por fim, as falhas de mercado<sup>2</sup> podem também influenciar os preços dos produtos e de fatores. As transferências líquidas combinam efeitos de políticas "distorcivas" com aqueles de falhas de mercado de fator e políticas eficientes para compensá-los (ALVES, 2002).

A comparação entre sistemas de produção que geram bens idênticos foi feita pelos indicadores a seguir (ROSADO et al., 2006; MOSS, 2006; FERREIRA NETO, 2005):

a) Razão Custo Privado (RCP)

A RCP mostra quanto o sistema pode produzir para pagar pelos fatores domésticos, permanecendo competitivo, ou seja, equilibrando a receita com a despesa (sem lucro nem perda), após alcançar lucros normais. Para que o produtor alcance este objetivo, é necessário que os custos de

---

<sup>2</sup> Os mercados competitivos apresentam falhas devido ao poder de mercado, informações incompletas, externalidades e bens públicos. Para maiores detalhes sobre o assunto, consultar Pindyck e Rubinfeld (2005).

seus fatores domésticos sejam menores que seus valores adicionais (diferença entre receita e custos dos insumos comercializáveis), a preços privados. Deste modo, para a maximização dos lucros, é indispensável a minimização desta razão por meio do controle dos custos dos fatores domésticos (MOSS, 2006).

Essa razão é calculada como apresentado na equação (7).

$$RCP=C/(A-B) \quad (7)$$

A RCP pode indicar se os fatores domésticos estão recebendo o seu retorno normal ( $RCP = 1$ ), acima do retorno normal ( $RCP < 1$ ) ou abaixo do retorno normal ( $RCP > 1$ ).

#### b) Custo dos Recursos Domésticos (CRD)

O custo dos recursos domésticos (CRD) é uma medida de vantagem comparativa mais criteriosa que a lucratividade social. Indica o comportamento da lucratividade social, ou seja, quanto se despende de recursos domésticos em valores sociais para gerar uma unidade de divisas por meio da exportação (equação 8).

$$CRD=G/(E-F) \quad (8)$$

Minimizar o CRD é o equivalente a maximizar os lucros sociais. O  $CRD < 1$  significa que estaria sendo utilizado menos de um dólar de recursos domésticos para gerar um dólar de divisas e vice-versa. Indica, também, eficiência da produção.

#### c) Coeficiente de Proteção Nominal (CPN)

O coeficiente de proteção nominal (CPN) indica o impacto da política que provoca divergências entre preços privados e sociais. É a razão entre os preços privados e sociais (equação 9) (FERREIRA NETO, 2005).

$$CPNi=A/E \quad (9)$$

Tem-se o CPN sobre produtos comercializáveis (CPNp) e sobre os insumos comercializáveis (CNPi) (equação 10 e 11, respectivamente).

$$CPNp = A/E \quad (10)$$

$$CPNi = B/F \quad (11)$$

Um  $CPNp > 1$  mostra que existe transferência de renda da sociedade para os produtores e vice-versa, e um  $CPNi > 1$  indica transferência de renda negativa aos produtores, pois os custos dos insumos comercializáveis são aumentados pela política e vice-versa (ROSADO et al., 2006).

d) Coeficiente de Proteção Efetiva (CPE)

O Coeficiente de Proteção Efetiva (CPE) é importante, pois permite indicar a extensão dos incentivos ou do desestímulo que os sistemas produtivos recebem das políticas de preços de produtos e de insumos comercializáveis. Se  $CPE > 1$ , o efeito líquido das políticas contribui para um aumento do lucro privado e vice-versa. O CPE é obtido por meio da razão das diferenças entre receitas e custos comercializáveis (equação 12) (ROSADO et al., 2006).

$$CPE = (A - B)/(E - F) \quad (12)$$

e) Coeficiente de Lucratividade (CL)

O Coeficiente de Lucratividade (CL) mede o efeito dos incentivos de todas as políticas. É obtido pela razão entre lucros privados e sociais (equação 13) (FERREIRA NETO, 2005).

$$CL = (A-B-C)/(E-F-G) = D/H \quad (13)$$

f) Taxa de Subsídios aos Produtores (TSP)

A Taxa de Subsídios aos Produtores (TSP) mostra a proporção de renda, em valores sociais, que seria requerida para manter a eficiência econômica se um subsídio ou imposto fosse substituído por um conjunto de políticas, de outra natureza. É uma medida da transferência líquida de políticas (L) como uma proporção das receitas sociais totais (E) (equação 14). Quanto menor a TSP, menos distorcido será o sistema (FERREIRA NETO, 2005).

$$TSP = L/E = (D-H)/E \quad (14)$$

### 2.3. Fonte de dados

Os dados utilizados no presente trabalho foram obtidos em diversas fontes, conforme descrito a seguir.

Os preços privado da tonelada de celulose em Minas Gerais, São Paulo, Espírito Santo e Bahia são os praticados pelas empresas Cenibra, Votorantin Celulose e Papel, Aracruz Celulose e Veracel, respectivamente (CENIBRA, 2009; VOTORANTIN CELULOSE E PAPEL, 2009; ARACRUZ, 2009; VERACEL, 2009).

Os custos envolvidos na produção da celulose foram divididos nas seguintes categorias: produção da madeira, produtos químicos, energia, transporte, depreciação, juros e administração.

Na categoria produção da madeira, estão os custos de insumos comercializáveis e de insumos não comercializáveis. Dentre os custos comercializáveis, citam-se mudas, fertilizantes, defensivos e mão de obra. No tocante aos custos não comercializáveis, citam-se controle de formiga, limpeza da área, calagem, marcação de linhas<sup>3</sup>, coveamento<sup>4</sup>, adubação, aplicação de gel, plantio e replantio, capina e roçada<sup>5</sup>, aplicação de herbicida, corte e toragem, carregamento, desbrota<sup>6</sup>, construção e manutenção de aceiros, baldeio<sup>7</sup> e aplicação de cupinicida.

Os produtos químicos (como oxigênio, peróxido de hidrogênio, ozônio, ácidos peracéticos e dióxido de cloro) empregados na indústria de celulose são custos comercializáveis. Já os custos com energia, transporte, juros, administração (assistência técnica, impostos/taxas) e depreciação<sup>8</sup> são não comercializáveis.

Os preços privados da madeira em Minas Gerais foram obtidos no AGRIANUAL (2008). Em São Paulo, os preços da madeira também foram obtidos no AGRIANUAL (2008) e Instituto de Economia Agrícola (IEA, 2008). No Espírito Santo, esses preços são os do Centro de Desenvolvimento do Agronegócio (CEDAGRO, 2008). Na Bahia, os preços privados dos insumos comercializáveis e dos fatores de produção foram fornecidos pela Bahia Sul Celulose.

Os preços privados da energia, transporte, depreciação, juros, administrativos e produtos químicos são os praticados no Brasil e estão na

---

<sup>3</sup> Alinhamento consiste em demarcar a orientação de plantio (SILVA et al., 2002).

<sup>4</sup> Coveamento consiste em fazer as covas para colocação das mudas. Em áreas acidentadas, esta operação é realizada manualmente e, em áreas planas, pode ser semimecanizada (SILVA et al., 2002).

<sup>5</sup> Capina e roçada são a operação de erradicação de plantas invasoras, que exercem efeito de competição com as mudas plantadas (SILVA et al., 2002).

<sup>6</sup> Quando as árvores estão cortadas, os brotos podem ser conduzidos, possibilitando uma nova colheita da madeira (SILVA, 2008).

<sup>7</sup> Baldeio refere-se a retirar as árvores do talhão e levá-las até a beirada da estrada para serem desgalhadas e traçadas (NOVAIS, 2006).

<sup>8</sup> Depreciação é a redução do valor de um bem, resultante do desgaste pelo uso, pela ação da natureza, ou pela obsolescência normal, correspondente à perda do valor dos equipamentos com o passar dos tempos e uso (HIRSCHELD, 1992 citado por FREITAS et al., 2007).

média de cada Estado considerado. Eles foram obtidos em Celulose e Papel (1995) (CELULOSE E PAPEL, 1995).

Os preços privados dos insumos comercializáveis e dos fatores domésticos, assim como o preço privado da celulose, foram atualizados para valores de maio de 2008, de acordo com o índice de preços IGP-DI da Fundação Getúlio Vargas (IPEADATA, 2009).

Com relação aos preços sociais dos insumos comercializáveis e dos fatores de produção, eles foram obtidos em Baier e Pérramon (2008), na Food and Agriculture Organization (FAO, 2009) e na revista Celulose e Papel (SILVA, 1996). Esses preços referem-se aos preços praticados no Chile e nos Estados Unidos, dado que o Chile também se destaca na produção de celulose de fibra curta, depois do Brasil, e os Estados Unidos, há muitos anos, se destacam como o maior produtor e exportador mundial de celulose de todos os tipos (FAO, 2009).

Os preços sociais dos insumos e o valor social do produto são os próprios preços internacionais (MOSS, 2006). Esses preços foram internalizados no Brasil, multiplicando os mesmos pela taxa de câmbio. Posteriormente, eles também foram atualizados para valores de maio de 2008, de acordo com o índice de preços IGP-DI da Fundação Getúlio Vargas (IPEADATA, 2009).

Todos os preços considerados estão em R\$ por tonelada de maio de 2008 e podem ser observados no Apêndice A.

Para o cálculo dos custos de produção da madeira, adotou-se um horizonte temporal de 7 anos. E estes custos foram multiplicados por 4 porque para produzir uma tonelada de celulose são utilizados em média 4m<sup>3</sup> da madeira de eucalipto.

Ressalta-se, que Minas Gerais, São Paulo, Espírito Santo e Bahia foram responsáveis por, aproximadamente, 75% da produção nacional de celulose de todos os tipos, em 2007. Considerando apenas a produção brasileira de celulose de fibra curta, esses estados produziram 87% do total naquele ano. Então, pode-se constatar que os Estados sob análise são representativos (BRACELPA, 2009 b).

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Nesta seção, são apresentados os resultados dos indicadores estimados pela MAP para os Estados de Minas Gerais, São Paulo, Espírito Santo e Bahia. Inicialmente, faz-se uma discussão das transferências financeiras e, em seguida, dos indicadores privados e sociais.

Adicionalmente são apresentados os resultados da análise de sensibilidade realizada com a variação no preço social. Os efeitos dessa variação foram verificados pelos indicadores da MAP, considerando a produção da celulose nos diferentes Estados brasileiros.

#### **3.1. Lucratividades privadas e sociais**

No Quadro 2 estão os resultados da MAP para a produção da celulose de fibra curta em Minas Gerais, São Paulo, Bahia e Espírito Santo, em maio de 2008.

Quadro 2 – Matriz de Análise Política para a produção da celulose de fibra curta, maio de 2008.

Estados	Receita (R\$/t)	Custos de Comercialização		Lucro/ Benefícios Social (R\$/t)
		Insumos Comercializáveis (R\$/t)	Fatores Domésticos (R\$/t)	
<b>Minas Gerais</b>				
Preços Privados	1.301,32	162,26	1.051,03	88,03
Valorações Sociais	1.370,00	235,35	998,59	136,06
Efeitos de Divergências	-68,68	-72,99	52,44	-48,03
<b>São Paulo</b>				
Preços Privados	1.320,00	159,37	1.037,72	122,91
Valorações Sociais	1.370,00	235,35	971,96	162,69
Efeitos de Divergências	-50,00	-75,98	65,76	-39,57
<b>Espírito Santo</b>				
Preços Privados	1.334,40	153,92	1.054,23	126,25
Valorações Sociais	1.370,00	226,60	994,45	148,95
Efeitos de Divergências	-35,60	-72,68	59,78	-22,70
<b>Bahia</b>				
Preços Privados	1.320,30	154,63	1.012,59	153,08
Valorações Sociais	1.370,00	231,47	983,64	154,89
Efeitos de Divergências	-49,70	-76,84	28,95	-1,81

Fonte: Dados da pesquisa.

Os resultados obtidos evidenciam que a lucratividade privada da produção e comercialização da celulose para o mercado interno no setor produtivo foi positiva para todos os estados, com valores de R\$88,03, R\$122,91, R\$126,25 e R\$153,08 por tonelada, em Minas Gerais, São Paulo, Espírito Santo e Bahia, respectivamente (Quadro 2). A lucratividade privada foi positiva para a produção de celulose nas quatro regiões, indicando, em termos relativos, a competitividade<sup>9</sup> dos sistemas do ponto de vista privado. Além disso, esses resultados evidenciam que as regiões estudadas

<sup>9</sup> Competitividade, segundo Ferreira (1999), significa capacidade para competir com outros produtores, vendedores etc.

ganharam uma taxa de retorno sobrenormal e apresentaram perspectivas favoráveis para o desenvolvimento da produção de celulose especificamente para exportação.

Em termos comparativos, a produção da celulose de fibra curta na Bahia apresentou maior lucratividade privada, o que mostra a maior competitividade desse sistema produtivo. Isso pode ser resultado do menor custo dos fatores domésticos a preço privado e da menor carga tributária paga pelas empresas nesse Estado (Quadro 3).

Quadro 3 – Impostos e taxas pagos pelo segmento de celulose e papel, em 2008, em milhares de reais por tonelada de celulose.

<b>Estados</b>	<b>Municipal</b>	<b>Estadual</b>	<b>Federal</b>	<b>Total</b>
Minas Gerais	0,008	0,040	0,107	0,155
São Paulo	0,002	0,091	0,135	0,228
Espírito Santo	0,001	0,018	0,040	0,059
Bahia	0,003	0,005	0,025	0,033

Fonte: Bracelpa (2009 b).

Apesar de a carga tributária em São Paulo ser a mais elevada em comparação com Minas Gerais, Espírito Santo e Bahia, a produção da celulose no Estado apresentou considerável lucratividade privada, em comparação com Minas Gerais. Esse resultado pode ter sido influenciado pelo fato de São Paulo apresentar o segundo menor custo dos fatores domésticos a preço privado. O Espírito Santo apresentou a segunda maior lucratividade privada. Isso pode ser explicado pelo fato de esse Estado ter apresentado a maior receita a preços privados e o segundo menor custo dos insumos comercializáveis (Quadro 2).

As lucratividades sociais da produção da celulose em Minas Gerais, São Paulo, Espírito Santo e Bahia foram da ordem de R\$136,06, R\$162,69, R\$148,95 e R\$154,89 por tonelada, respectivamente (Quadro 2). Essa lucratividade social positiva indica que há eficiência econômica da produção de celulose nos quatro Estados e que eles são eficientes na geração de

divisas e na alocação de recursos nacionais. Assim, as empresas são incentivadas a produzir.

A maior lucratividade social foi observada em São Paulo, indicando a maior eficiência da produção nesse Estado, visto que em São Paulo se encontram os menores custos de produção e a maior produtividade das florestas de eucalipto, principal insumo para a produção de celulose (Quadro 4).

Quadro 4 - Produtividade média das florestas de eucalipto por Estado, em 2007.

Estados	Produtividade Média (m <sup>3</sup> sólido C/C)
Minas Gerais	40
São Paulo	44
Espírito Santo	42
Bahia	42

Fonte: Bracelpa (2007).

Em suma, o que se observa são os lucros privados inferiores aos sociais na produção da celulose em todos os Estados analisados, resultado que pode ser atribuído à ineficiência de políticas públicas implementadas, ou seja, à ineficiência das políticas públicas na tributação, legislação, taxa de câmbio, taxa de juros, nos encargos sociais e nas políticas comerciais, assim como nas falhas de mercado.

De um modo geral, o setor florestal é sensível às políticas públicas relacionadas com a tributação, legislação, taxa de câmbio, taxa de juros etc., assim como outros setores da economia (NELSON, 1991; NELSON e PANGGABEAN, 1991; ROSADO, 1997; AHMAD e MARTINI, 2000; MARRA, 2001; MARTINS, 2001; ALVES, 2002; MOHANTY et al., 2002; FERREIRA NETO, 2005; MOSS, 2006; ROSADO et al., 2006).

No caso das análises para o setor florestal Brasileiro, Silva et al. (2009), por exemplo, mostraram que o cumprimento efetivo da legislação florestal no que diz respeito às áreas de preservação permanente (APP) e

reserva legal (RL) reduz as receitas e, conseqüentemente, a lucratividade de um projeto de reflorestamento destinado à produção de carvão vegetal.

O mesmo foi constatado por Soares et al. (2010) ao analisarem a influência da APP e RL na viabilidade de projetos agropecuários e florestais.

Outros estudos mostraram que projetos florestais de eucalipto, teca, Pinus e seringueira no Brasil são sensíveis a variações na taxa de juros como o de Soares et al. (2003a), Nishi (2003), Soares et al. (2003b) e Tsukamoto Filho et al. (2003) e Soares et al. (2006). Em outras palavras, esses estudos constataram que aumentos na taxa de juros reduzem consideravelmente a lucratividade dos projetos florestais.

No tocante à taxa de câmbio, Paiva (2001) constatou que ela é uma variável decisiva para que o carvão adquira vantagem em relação ao coque. A autora verificou que a taxa de câmbio que viabiliza o uso do carvão vegetal ao invés do coque na siderurgia mineira, no período de 1995 a 1999, deve ser maior ou igual a R\$/US\$0,80.

A sensibilidade dos projetos florestais à taxa de juros, taxa de câmbio e à legislação pode ser devida às características dos projetos florestais como: elevado investimento inicial, longo tempo de maturação dos investimentos e, conseqüentemente, retorno do capital no longo prazo, diferentemente dos projetos da agropecuária, por exemplo.

### **3.2. Transferências financeiras associadas ao preço do produto**

Os resultados da MAP para a produção da celulose mostraram que os preços privados são menores que os preços sociais, ou seja, os preços mundiais, o que evidencia uma transferência negativa de R\$68,68, R\$50,00, R\$35,60 e R\$49,70 por tonelada de celulose em Minas Gerais, São Paulo, Espírito Santo e Bahia, respectivamente (Quadro 2).

Diante desses resultados, pode-se inferir que houve uma transferência de renda dos empresários para a sociedade e que os empresários brasileiros foram penalizados por políticas distorcidas como política de juros, política cambial, tributária e comercial, dado que essa atividade recebeu menos do que receberia, se essas políticas não tivessem sido implantadas.

Em outras palavras, as empresas de Minas Gerais, São Paulo, Espírito Santo e Bahia poderiam ter alcançado níveis maiores de lucratividade, caso não tivessem sido penalizadas por políticas distorcivas. Mas, mesmo assim verifica-se que os sistemas são lucrativos (Quadro 2).

O maior valor negativo foi encontrado para Minas Gerais. Isso porque nesse Estado foi observado o menor preço privado em comparação ao preço verificado nos demais Estados.

Mais especificamente, a produção da celulose nos Estados sob análise foi penalizada por taxa de juros elevadas, taxa de câmbio desfavorável e elevada carga tributária.

Com relação às políticas distorcivas relacionadas à taxa de juros no Brasil, existem alguns programas exclusivos para o investimento na atividade florestal, porém, como pode ser observado no Quadro 5, o custo do financiamento é elevado para o setor florestal devido às características dos projetos florestais<sup>10</sup>, o que acaba prejudicando o segmento de celulose e papel nacional. O mesmo pode ser verificado no Quadro 6, que mostra as linhas de crédito do Banco do Brasil para a atividade agropecuária que inclui o setor florestal.

---

<sup>10</sup> A produção florestal requer alto investimento inicial e seu retorno só ocorre no longo prazo. No Brasil, o corte de um povoamento de eucalipto ocorre aos seis ou sete anos (SILVA et al., 2002).

Quadro 5 - Programas exclusivos para investimento na atividade florestal <sup>11</sup>

Programas	Taxa de Juros
Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF florestal)	3% a.a
Programa de Plantio Comercial e Recuperação de Florestas (PROFLORA)	8,75% a.a
Programa de Financiamento das Atividades Florestais do Fundo Constitucional Norte (FNO Floresta)	Miniprodutores, suas cooperativas e associações: 6% a.a.; Pequenos e médios produtores, suas cooperativas e associações: 8,75% a.a.; Grandes produtores, suas cooperativas e associações: 10,75% a.a.
Programa de Financiamento à Conservação e Controle do Meio Ambiente (FNE VERDE)	Miniprodutores, suas cooperativas e associações: 6% a.a.; Pequenos e médios produtores, suas cooperativas e associações: 8,75% a.a.; Grandes produtores, suas cooperativas e associações: 10,75% a.a.
PRONATUREZA	Miniprodutores, suas cooperativas e associações: 6% a.a.; Pequenos e médios produtores, suas cooperativas e associações: 8,75% a.a.; Grandes produtores, suas cooperativas e associações: 10,75% a.a.

Fonte: Ministério do Meio Ambiente dos Recursos Naturais Renováveis (MMA) (MMA, 2009).

<sup>11</sup> Essas linhas de crédito estão no Programa Nacional de Florestas (PNF), criado em 2000 pelo governo federal (Decreto nº 3.420, de 20 de abril de 2000). Para mais detalhes sobre os programas para financiamento da atividade florestal, consultar o *site* do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2009).

Quadro 6 - Programas do Banco do Brasil para investimento na atividade agropecuária e florestal<sup>12</sup>

Programas	Taxa de Juros
FAT INTEGRAR – ÁREA RURAL	Médio produtor: 8,75% a.a.; Grande produtor: 10,75% a.a.
BNDES AUTOMÁTICO AGROPECUÁRIO	TJLP + taxa de juros
MDERFROTA	12,75% a.a. para produtores renda bruta a partir de R\$ 150 mil; 9,75% a.a. para produtores com renda bruta menor que R\$150mil.
MODERINFRA	8,75% a.a.
FINAME ESPECIAL	13,95% a.a.
FINAME AGRÍCOLA	TJLP + taxa de juros
MODERAGRO	8,75% a.a.

Fonte: Ministério do Meio Ambiente (MMA) (MMA, 2009).

A taxa de câmbio influencia as exportações e as importações. No caso da celulose, Radicchi (2004) constatou que uma desvalorização cambial proporcionou considerável ganho para a produção brasileira de celulose no período de 2000 a 2002. Em valores, US\$ 62,80 por tonelada para o produtor nacional contra US\$ 6,36 por tonelada para os concorrentes. O autor ressaltou que a desvalorização cambial pode ter impacto negativo, se a produção nacional de celulose absorver insumos importados.

Conforme observou Rezende et al. (2005) e Delepinasse e Bonse (2002), são vários os tributos que incidem sobre o setor florestal brasileiro.

As principais taxas, contribuições sociais e impostos que incidem sobre a cadeia produtiva da celulose no país são: Contribuição Social sobre o Lucro Líquido (CSLL), Contribuição para Financiamento da Seguridade Social (COFINS), Contribuição para o Instituto Nacional de Seguridade Social (INSS), Contribuição para o Programa de Integração Social (PIS), Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) e Imposto Renda sobre Pessoa Jurídica (IRPJ) e Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI).

<sup>12</sup> Para maiores detalhes sobre os programas para financiamento do Banco do Brasil que inclui o setor florestal, consultar o *site* do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2009).

Em 2009, a CSLL, COFINS e PIS eram de 15%, 3% e 0,65% (sobre o preço de venda), respectivamente. O IRPJ é de 15% sobre o lucro. Já a alíquota de importação dos adubos e fertilizantes varia de 4% a 6% na Tarifa Externa Comum (TEC). A alíquota do IPI era de 10% e a do ICMS variava de 7% a 17% sobre o preço de venda (MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO INDÚSTRIA E COMÉRCIO – MDIC, 2010; RECEITA FEDERAL, 2010).

Além disso, o segmento de celulose e papel assim como os outros segmentos do setor florestal brasileiros enfrentam barreiras não-tarifárias quando exportados como certificação e barreiras tarifárias. Essas últimas não são muito elevadas quando comparadas com as tarifas de outros produtos, mas se reduzidas poderiam elevar significativamente a receita do setor, por serem aplicadas justamente sobre os produtos de maior demanda de exportação (SILVA, 2009).

Vale ressaltar que em alguns países os produtores e as indústrias do setor florestal recebem vários incentivos para o investimento, manutenção ou ampliação dos investimentos nas atividades relacionadas com o setor florestal.

Segundo Siqueira (2002), no Chile, por exemplo, há subsídios no custo de implantação de florestas e isenção de impostos sobre a terra, bem como programa governamental que fornece informação sobre exportação e auxilia discussões entre governo e agências estrangeiras na remoção de barreiras ao comércio (programa Pró-Chile), incentivos à exportação, e as instituições e programas de apoio à atividade florestal priorizam as pesquisas e a cooperação entre os produtores e o poder público.

No Canadá, ainda segundo o autor supracitado, o governo incentiva o comércio por meio do Programa de Sustentação ao Financiamento de Projetos de Investimento no Estrangeiro. Além disso, o governo canadense coleta dados e fornece análises sobre os mercados potenciais.

Nos Estados Unidos, existem linhas de financiamento à comercialização, programas de apoio à exportação, programas de financiamento a projetos, garantia de capital de giro, seguro de crédito à exportação, sistema especiais de tributação com isenções etc. Também existe parceria entre a iniciativa privada e o setor público na condução de florestas, com respaldo do governo (SIQUEIRA, 2002).

Na França, há isenções tributárias para incentivar a atividade florestal. Essas isenções possuem caráter parcial ou total. No caso da isenção sobre as florestas em geral, destaca-se a isenção parcial sobre a fortuna e dos direitos de transmissão a título gratuito e oneroso, ou seja, institui, respectivamente, uma redução de três quartos às sucessões e doações e às vendas efetuadas por pessoas físicas e jurídicas envolvendo florestas e áreas verdes. Há, ainda, isenções relacionadas ao reflorestamento, ou seja, isenção da taxa rural e do imposto sobre a renda (SANTOS, 1997).

Na Finlândia e na Suécia, o governo também concede empréstimos e subsídios para os proprietários de florestas que praticam silvicultura e produção de madeira e papel sustentáveis (CARRERE, 2003; FINLÂNDIA, 2009).

Em Portugal, o governo desempenha um papel fundamental no setor florestal, apoiando a atividade em pequenas e grandes propriedades, bem como os investimentos na área de melhoramento florestal, o que contribuiu para o desenvolvimento do setor no país (COELHO, 2003).

Na Argentina, há subsídios à implantação e manutenção de florestas e isenções fiscais como no Paraguai e Uruguai. Os investimentos em equipamentos e obras civis poderão ser abatidos do imposto de renda, e as empresas que desenvolvem atividades florestais não podem ter sua carga tributária aumentada com novos impostos e taxas (FERREIRA, 2002).

Na Indonésia e Malásia, não há incidência de taxas de exportação nos produtos de madeira com valor agregado, e o governo assume a certificação das florestas, defendendo o interesse dos produtores e dos exportadores (FERREIRA, 2002).

No Brasil, foi no período de 1966 a 1988 que o setor florestal mais se beneficiou com as políticas públicas, pois foram criados os incentivos fiscais ao reflorestamento pela lei nº 5.106 de 02 de setembro de 1966, que possibilitou às empresas abater até 50% do valor do imposto de renda devido, para aplicar em projetos florestais. Isso contribuiu para que se observassem as maiores taxas de crescimento da área plantada, da produção e das exportações de produtos florestais no país. (ANTONANGELO e BACHA, 1998, LEÃO, 2000).

Atualmente, existem financiamentos para os produtores brasileiros investirem na atividade florestal, bônus para o produtor, garantias e seguros de florestas. Estes programas têm ajudado a alavancar o setor, porém precisam ser aperfeiçoados.

A competitividade do Brasil no mercado de produtos florestais se deve, principalmente, ao baixo custo de produção da madeira no Brasil, bem como às condições edafoclimáticas do país para a atividade florestal que proporcionam ciclos curtos e de alta produtividade, contrário a países como Estados Unidos, Canadá, Espanha, Indonésia, Finlândia, entre outros, conforme apresentado anteriormente.

### **3.3. Transferências financeiras associadas a preços dos insumos**

Os valores encontrados para as transferências associadas aos custos dos insumos comercializáveis foram negativos, da ordem de R\$72,99, R\$75,98, R\$72,68 e R\$76,84 por tonelada em Minas Gerais, São Paulo, Espírito Santo e Bahia, respectivamente. A explicação para este fato é que os preços dos insumos comercializáveis em Minas Gerais, São Paulo, Espírito Santo e Bahia se situaram abaixo dos internacionais em 45%, 48%, 47% e 50%, respectivamente (Quadro 2).

Como se trata de insumos comercializáveis, pode-se dizer que os efeitos de divergências entre os valores privados e sociais são atribuídos ao menor custo dos produtos químicos e da mão de obra no Brasil. Para se ter uma ideia, os custos com produtos químicos e da mão de obra no país foram, respectivamente, 80% e 55%, menores que no exterior, em maio de 2008. Esse fato parece ter eliminado o impacto negativo da taxaço sobre os produtos comercializáveis.

Além disso, a disparidade entre custos privados e sociais foi menor em Minas Gerais e no Espírito Santo, indicando que esses Estados possuem as melhores condições de preço para importar insumos, possibilitando-lhes aumentar mais seus níveis de produtividade e rentabilidade. Também, se pode dizer que as políticas vigentes do período tiveram efeitos negativos menores em Minas Gerais e no Espírito Santo, comparando com os outros estados analisados.

Quanto às transferências associadas aos fatores domésticos, em Minas Gerais, São Paulo, Espírito Santo e Bahia, elas foram da ordem de R\$52,44, R\$65,76, R\$59,78 e R\$28,95 por tonelada de celulose, respectivamente, ou seja, as empresas de Minas Gerais, São Paulo, Espírito Santo e Bahia pagaram, respectivamente, R\$52,45, R\$65,76, R\$59,78 e R\$28,95 a mais por tonelada de celulose produzida.

Os valores positivos para as transferências associadas aos fatores domésticos foram observados, uma vez que os custos privados são maiores que os custos sociais dos fatores domésticos. Em outras palavras, representam uma transferência negativa para o setor produtivo, uma vez que contribuíram para a redução do lucro privado.

Pode-se dizer que o elevado custo privado dos juros, depreciação e transporte foram os que mais contribuíram para esse resultado. No Brasil, os custos com juros, depreciação e transporte foram, respectivamente, 67%, 8% e 21% maiores que no exterior, em maio de 2008. De 2000 a 2002, esses custos também foram muito elevados no Brasil em relação a países como Espanha, Portugal, Canadá e Estados Unidos, conforme apresentado por Radicchi (2004).

Acredita-se, assim, que a redução na taxa de juros e nos custos portuários, por exemplo, favoreceria muito a competitividade da produção de celulose brasileira no mercado internacional.

Como as políticas públicas são desfavoráveis ao setor brasileiro de celulose e papel, as empresas nacionais têm adotado algumas estratégias para se manterem competitivas, tais como: concentração (fusões e aquisições, concentração produtiva, reestruturação produtiva e fechamento de unidades); verticalização (integração da cadeia produtiva e consolidação patrimonial); diversificação da produção<sup>13</sup>; e programas de fomento florestal, escala de produção<sup>14</sup> e capacitação tecnológica (CASTRO e MARROT, 1996; FAE BUSINESS, 2001; CARVALHO et al., 2005; SOARES, 2006, SOARES et al., 2010).

---

<sup>13</sup> As empresas do segmento de celulose e papel produzem mudas, florestas, madeira, celulose e papel de vários tipos (SOARES et al., 2010).

<sup>14</sup> Uma empresa apresenta economia de escala quando o custo médio (ou custo unitário) de longo prazo declina enquanto a produção aumenta, podendo ser decorrente da crescente especialização dos funcionários, de fatores tecnológicos e da mudança quantitativa e qualitativa no equipamento (PINDYCK e RUBINFELD, 2005).

A Bahia apresentou o menor valor de transferência associada aos fatores domésticos, o que indica menor divergência entre custos privados e sociais dos fatores domésticos e mostra maior eficiência no uso dos fatores domésticos nesse Estado, seguido por Espírito Santo, Minas Gerais e São Paulo.

#### **3.4. Transferências financeiras associadas à lucratividade (Transferências líquidas)**

Essa medida de transferência é o resultado principal da MAP, pois esse valor mostra a extensão de ineficiência de um sistema agrícola de produção (MOSS, 2006).

Nos quatro Estados analisados, as transferências líquidas foram negativas: de R\$48,03, R\$39,57, R\$22,70 e R\$1,81 por tonelada de celulose, em Minas Gerais, São Paulo, Espírito Santo e Bahia, respectivamente. Esses resultados indicam que as empresas de celulose tiveram seus lucros reduzidos, o que pode estar relacionado com taxações impostas à produção e à comercialização da madeira de eucalipto e da celulose, apesar de serem Estados que operam com lucro.

Enquanto os maiores valores negativos foram observados na produção da celulose em Minas Gerais e em São Paulo, os menores valores negativos foram observados no Espírito Santo e na Bahia. Talvez, isso possa ser devido à maior taxa em Minas Gerais e em São Paulo e à menor taxa no Espírito Santo e na Bahia (Quadro 3).

Verificou-se que Minas Gerais apresentou transferência maior, indicando que as empresas desse Estado foram mais penalizadas por políticas públicas distorcivas. Já a produção na Bahia apresentou a menor transferência líquida, indicando que as empresas do Estado foram menos penalizadas por políticas públicas distorcivas.

Um estudo específico para Minas Gerais mostrou que as principais dificuldades verificadas no Estado para o setor florestal são a legislação vigente, a falta de políticas públicas para financiamento da produção (estímulo ao produtor florestal), a inexistência de uma instituição governamental voltada exclusivamente à produção, ao desenvolvimento de

toda a cadeia produtiva e à implementação dos grandes projetos comprovadamente sustentáveis (CARVALHO et al., 2004).

Outra característica que merece destaque é a distribuição do custo total entre custos comercializáveis e custos dos fatores domésticos a preço privado. Enquanto o Espírito Santo apresentou 85% do custo total em forma do custo dos fatores domésticos, Minas Gerais, São Paulo e Bahia tiveram 84% de participação do custo dos fatores domésticos no custo total. Tal composição faz com que o Espírito Santo seja mais sensível às políticas governamentais em relação aos fatores domésticos.

A lucratividade privada é um indicador importante para que o produtor se sinta estimulado a produzir. Para que esse fato ocorra, é necessário que o governo proporcione melhores alternativas de políticas, como reduções nas taxações incidentes tanto no produto quanto nos insumos usados na produção (MOSS, 2006), que teriam como consequência aumento da lucratividade e posterior competitividade da celulose de fibra curta.

### **3.5. Indicadores de competitividade privados e sociais**

Os indicadores privados e sociais permitem fazer comparações entre a produção de celulose nos Estados analisadas no presente trabalho, possibilitando, assim, melhor avaliação entre eles, principalmente em relação à melhor alocação de recursos.

No Quadro 7, podem ser observados os valores privados e sociais gerados pela MAP.

Quadro 7 - Indicadores de competitividade privados e sociais gerados pela MAP, maio de 2008.

Indicadores	Minas Gerais	São Paulo	Espírito Santo	Bahia
RCP	0,92	0,89	0,89	0,87
CRD	0,88	0,86	0,87	0,86
CPN	0,95	0,96	0,97	0,96
CPNp	0,95	0,96	0,97	0,96
CPNi	0,69	0,68	0,68	0,67
CPE	1,00	1,02	1,03	1,02
CL	0,65	0,76	0,85	0,99
TSP	-0,04	-0,03	-0,02	-0,001

Fonte: Dados da Pesquisa.

Nota: RCP = razão custo privado, CRD = custo dos recursos domésticos, CPN = coeficiente de proteção nominal, CPNp = coeficiente de proteção nominal sobre produtos comercializáveis, CPNi = coeficiente de proteção nominal sobre insumos comercializáveis, CPE = coeficiente de proteção efetiva, CL = coeficiente de lucratividade, TSP = taxa de subsídio ao produtor.

A produção na Bahia apresentou o menor RCP, significando que nesse Estado a produção é mais competitiva entre os quatro analisados. Mas, como a RCP é menor que um em todos os Estados analisados, considera-se que eles são lucrativos e remunerados acima do seu retorno normal.

Na Bahia, 87% do valor adicionado, ou seja, da diferença entre receita e custo dos insumos comercializáveis, a valores privados, é requerido para pagar os fatores domésticos e produzir uma tonelada a mais de celulose para consumo doméstico. Raciocínio análogo pode ser feito para os demais Estados produtores. Em Minas Gerais, Espírito Santo e São Paulo, 92%, 89% e 89% do valor adicionado a valores privados é requerido para pagar os fatores domésticos e produzir uma tonelada a mais de celulose para consumo doméstico, respectivamente (Quadro 7). Desse modo, as empresas podem manter os níveis de utilização dos fatores domésticos e, assim, progredir nessa atividade.

Como a maior competitividade da produção da celulose está na Bahia, esse estado é o que apresenta a maior lucratividade e o maior potencial de expansão da produção.

Os CRD inferiores a um nos diferentes Estados indicam eficiência da produção e competitividade, pois foram gastos apenas R\$0,88, R\$0,86, R\$0,87 e R\$0,86 em recursos domésticos para gerar R\$ 1,00 de divisas por meio de exportação em Minas Gerais, São Paulo, Espírito Santo e Bahia, respectivamente. Isso mostra a vantagem competitiva do Brasil nas exportações de celulose. Então, pode-se dizer que a expansão dessa atividade representa ganhos líquidos para o Brasil em termos de alocação de recursos. Além disso, pode-se dizer que os Estados com maior produtividade na produção da madeira de eucalipto apresentaram maior eficiência econômica na alocação de recursos para produção da celulose de fibra curta (Quadros 4 e 7).

Os CPNps foram da ordem de 0,95 para Minas Gerais, 0,96 para São Paulo e Bahia e 0,97 para o Espírito Santo. Como os valores encontrados foram menores que a unidade, há desproteção à atividade, uma vez que a empresa de celulose recebe um preço interno menor que o internacional. Além disso, esses resultados mostram que existem taxações implícitas sobre os sistemas de produção da celulose resultantes das medidas de políticas, uma vez que seus preços se encontram abaixo dos internacionais, o que levou os produtores de Minas Gerais, São Paulo, Espírito Santo e Bahia a receber 5%, 4%, 4% e 3% a menos do que os preços praticados no mercado internacional (Quadro 7).

Como os resultados encontrados para o CNPi foram menores que um em todos os Estados analisados, observou-se que há transferências positiva de 31%, 32%, 32% e 33% em Minas Gerais, São Paulo, Espírito Santo e Bahia, respectivamente, pois os custos dos insumos comercializáveis são bem menores no Brasil, principalmente o custo dos produtos químicos e da mão de obra, e não foram aumentados pela intervenção política (Quadro 7).

Os CPEs para Minas Gerais, São Paulo, Espírito Santo e Bahia foram, respectivamente, de 1,00, 1,02, 1,03 e 1,02. Esses valores maiores que um não necessariamente indicam baixa desproteção ou taxação no

setor produtivo da celulose, mas sim baixo custo dos produtos químicos e da mão de obra no Brasil (Quadro 7).

Deve-se ressaltar também que o CPE apresenta como limitação o fato de não incorporar os efeitos de políticas que influenciam os preços dos fatores domésticos, mas apenas políticas que afetam os preços dos insumos comercializáveis. Dessa forma, pode-se considerar o CPE como um indicador parcial dos efeitos dos incentivos das políticas, e não como um indicador total ou completo. Para superar essa limitação, lança-se mão do coeficiente de lucratividade. Esse é considerado um indicador completo de incentivos, por considerar os efeitos das transferências políticas nos mercados de fatores, medindo assim o efeito de todas as políticas (FERREIRA NETO, 2005).

Os CLs encontrados foram menores que um e variaram de 0,65 a 0,99, o que significa que a produção da celulose no Brasil foi liquidamente taxada e que o lucro privado se reduziu. Significa, também, desproteção total da produção de celulose no país. Ressalta-se, ainda, que em Minas Gerais a produção de celulose está mais desprotegida. O contrário pode-se dizer do Estado da Bahia (Quadro 7).

Conforme Carvalho et al. (2009), os principais obstáculos ao desenvolvimento do complexo industrial florestal em Minas Gerais são a elevada carga tributária, assim como a má qualidade da rede viária e o apoio insuficiente do Estado à atividade produtiva. Segundo os autores, há insatisfação de empresas florestais com a ação governamental, apesar de a maior parte delas trocar informações com o governo local.

A TSP indica que os quatro Estados analisadas sofreram alguma taxaço por apresentarem valores negativos. Minas Gerais, São Paulo, Espírito Santo e Bahia foram taxados ou tiveram suas receitas reduzidas, respectivamente, em 4%, 3%, 2% e 0,2% (Quadro 7). Isso pode ser comprovado com base nos dados apresentados no Quadro 3, em que se encontra o valor dos impostos pagos pelas empresas do setor de celulose e papel, em Minas Gerais, São Paulo, Espírito Santo e Bahia, em 2008.

Os valores da TSP indicam, ainda, que a produção de Minas Gerais, São Paulo, Espírito Santo e Bahia necessitariam, respectivamente, de 4%, 3%, 2% e 0,1% de subsídio, a fim de manter a mesma renda. Esses

subsídios ocorreriam porque nesses Estados as empresas de celulose receberam abaixo do que deveriam receber.

### 3.6. Análise de Sensibilidade

Os efeitos de um acréscimo de 10% nos preços sociais sobre os indicadores privados e sociais da MAP são mostrados no Quadro 8.

Quadro 8 - Análise da sensibilidade dos indicadores da MAP, dada uma variação de 10% nos preços sociais, para a produção da celulose, maio de 2008.

Indicadores	Minas Gerais	São Paulo	Espírito Santo	Bahia
RCP	0,92	0,89	0,89	0,87
CRD	0,88	0,86	0,87	0,86
CPN	0,86	0,88	0,89	0,88
CPNp	0,86	0,88	0,89	0,88
CPNi	0,63	0,62	0,62	0,61
CPE	0,91	0,93	0,94	0,93
CL	0,59	0,69	0,77	0,90
TSP	-0,04	-0,04	-0,02	-0,01

Fonte: Dados da Pesquisa.

Como pode ser observado no Quadro 8, a RCP não se alterou com o aumento de 10% nos preços sociais. Esse resultado era esperado, pois o indicador é formado por variáveis que não dependem do valor social. Consequentemente, variações nos valores sociais não comprometem a competitividade da produção da celulose nos diferentes Estados analisados.

Os valores do CRD não se alteraram com a variação nos preços sociais. Assim, a eficiência produtiva e a vantagem competitiva da produção da celulose em Minas Gerais, São Paulo, Espírito Santo e Bahia permaneceram as mesmas.

O CPNp e o CPNi exibiram grandes alterações com o incremento de 10% no preço social. O CPNp e o CPNi apresentaram uma redução média de 10%.

O CPE apresentou uma redução média de 10% para a produção da celulose em Minas Gerais, São Paulo, Espírito Santo e Bahia. Esses resultados apontam aumento na taxaço ou desproteço à atividade, uma vez que a diferença entre o preço no mercado internacional (valoraço social) e o preço interno (preço privado) aumentou, podendo-se afirmar que as polítics praticadas penalizaram o setor produtivo da celulose.

Nesse caso, foram observadas reduçoões nos valores de CL, o que indica decréscimo do lucro privado em relação ao benefício social. Então, pode-se concluir que o incremento no preço social aumentou a desproteço da produção da celulose nos Estados em questão.

Com o acréscimo de 10% nos preços sociais, foram verificados valores negativos para o TSP. Assim, pode-se assegurar que houve elevaço da taxaço na produção da celulose tanto em Minas Gerais quanto em São Paulo, Espírito Santo e Bahia.

Sintetizando, a análise de sensibilidade pelo incremento nos preços sociais indica que falhas no processo de obtenço dos preços podem esconder os efeitos negativos das polítics adotadas no setor produtivo da celulose, já que o aumento nos preços sociais provocou aumento da desproteço e taxaço do setor.

#### **4.CONCLUSÃO**

Do presente trabalho, conclui-se que a lucratividade privada da produção e comercializaço da celulose foi positiva em todos os Estados analisados, e maior na Bahia. Já a lucratividade social foi maior em São Paulo. Além disso, a produção em na Bahia foi mais competitiva e menos exposta aos efeitos negativos das polítics públicas.

Em Minas Gerais, a produção de celulose foi mais penalizada por polítics públicas distorcivas e no Espírito Santo, observou-se uma maior sensibilidade da produção de celulose em relação às polítics públicas sobre os fatores domésticos.

Verificou-se que a produção da celulose no Brasil vem sofrendo com a implantação de políticas públicas distorcidas, mas mesmo assim é lucrativa e competitiva. Do contrário, as empresas brasileiras poderiam ter alcançado níveis mais altos de lucratividade e competitividade.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIBUSINESS. **Anuário estatístico da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2008.

AHMAD, S.; MARTINI, R. P. Agricultural Policy Analysis in Pakistan: Illustrations in the use of the Policy Analysis Matrix. **Working Paper**, 2000. Disponível em: <<http://ravi.lums.edu.pk/cmer/upload/agricultural%20policy%20analysis.pdf>> Acesso em: 08/07/2008.

ALVES, J. M. **Competitividade e tendência da produção de manga para exportação do nordeste do Brasil**. Piracicaba, SP: ESALQ/USP, 2002. 163 f. Tese (Doutorado em Ciências: Área de Concentração - Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

ANTONANGELO, A.; BACHA, C. J. I. As fases da silvicultura no Brasil. **Revista Brasileira de Economia**, v. 52, n. 1, p. 207-238, 1998.

ARACRUZ CELULOSE – ARACRUZ. (2009). Disponível em: <<http://www.aracruz.com.br>>. Acesso em 01/04/2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL – BRACELPA. **Setor de Celulose e Papel**. (2009 a). Disponível em: <<http://www.bracelpa.org.br>>. Acesso em 11/05/2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL – BRACELPA. **Relatório Anual – 2008/2009**. (2009 b). Disponível em: <<http://www.bracelpa.org.br>>. Acesso em 11/05/2009.

BAIER, J. C. V.; PÉRRAMON, J. A. C. **Análisis económico de opciones productivas para plantaciones de *Eucalyptus nitens* en el sur de Chile.** (2006) Disponível em: <[http://www.chilenoticias.cl/revista\\_cifor/textos/e\\_nitens.pdf](http://www.chilenoticias.cl/revista_cifor/textos/e_nitens.pdf)>. Acesso em: 20/05/2008.

CARRERE, R. **As plantações não são florestas** – movimento mundial pelas florestas tropicais. (2003). Disponível em: <http://www.wrm.org.uy/plantaciones/material/textoport.pdf>>. Acesso em: 26/03/2009.

CARVALHO, K. H. A.; COSTA, C. C. M.; SOARES, N. S.; SILVA, M. L. da. Desempenho das exportações brasileiras de papel. **Scientia Florestalis**, Piracicaba, v. 38, n. 86, p. 263 - 271, jun. 2010.

CARVALHO, K. H. A.; SILVA, M. L. da.; SOARES, N. S. Competitiveness of Brazilian Wood Pulp in the International Market. **Cerne**, Lavras, v. 15, n. 4, p. 383-390, out./dez. 2009.

CARVALHO, R. R. M. A.; SOARES, T. S.; SILVA, J.C. Limitações ao desenvolvimento do setor florestal mineiro. **Revista Eletrônica de Engenharia Florestal**. v. 1, n. 3, 2004.

CARVALHO, R. R. M. A.; SOARES, T. S.; VALVERDE, S. R. Caracterização do Setor Florestal: uma Abordagem Comparativa com outros Setores da Economia. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 1, p. 105-118, 2005.

CARVALHO, R. R. M. A.; VALVERDE, S. R.; JACOVINE, L. A. G.; LIMA, A. A. T. F. C.; MENDES, L.; REZENDE, J. L. P.; NOCE, R. Estudo das Relações dos Atores Sociais no Complexo Industrial Florestal de Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.33, n.2, p.359-366, 2009.

CASTRO, A. G. de; MARROT, S. Perspectivas de desenvolvimento sustentável para o setor florestal na América Latina. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 10, n 27, p. 321 – 347, 1996.

CELULOSE e PAPEL. – Expansão – Em 10 anos, setor investirá US\$13,3 Bi para dobrar produção. **Celulose e Papel**, n. 50, p. 6 – 7, 1995.

CELULOSE NIPO BRASILEIRA – CENIBRA. (2009). Disponível em: <<http://www.cenibra.com.br>>. Acesso em 01/04/2009.

CENTRO DE DESENVOLVIMENTO DO AGRONEGÓCIO - CEDAGRO. **Coeficientes técnicos**. Disponível em: <<http://www.cedagro.org.br>> Acesso em: 14/06/2008.

COELHO, I. S. Propriedade da Terra e Política Florestal em Portugal. **Silva Lusitana**. Lisboa, v. 11, n. 2, p. 185 - 199, 2003.

DELEPINASSE, B. M.; BONSE, R. **Diagnóstico da comercialização de produtos florestais**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2002. 205 p.

DREW, W. M.; ALAVALAPATI, J. R.R.; NAIR, P. K. R. Determining Agroforestry Profitability Using The Policy Analysis Matrix: a Case Study from Pohnpei, Federated States of Micronesia. **Valuing Agroforestry Systems**, p. 59-78. Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands, 2004.

FAE BUSINESS. O mercado de papel e celulose. **Revista FAE BUSINESS**, n.1, nov. 2001, p. 44-45.

FERREIRA, A. B. H. **Dicionário Aurélio eletrônico – XXI**. Versão 3.0. São Paulo: Nova Fronteira, 1999. 1. CD-ROM.

FERREIRA, A. M. **“Bench Marking” da comercialização de produtos florestais**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2002, 86p.

FERREIRA NETO, J. **Competitividade da produção de cana-de-açúcar no Brasil**. Viçosa, MG: UFV, 2005. 87 f. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

FINLÂNDIA. Embaixada da Finlândia-Lisboa. Disponível em: <<http://www.finlandia.org.pt>>. Acesso em: 24/03/2009.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION - FAO. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 23/04/2009.

FREITAS, L.C. de; SILVA, M. L. da; MACHADO, C. C. Influência do Cálculo de Depreciação no Imposto de Renda e no Fluxo de Caixa de uma Atividade de Transporte Florestal. **Revista Árvore**, Viçosa – MG, v. 31, n. 2, p. 257 – 264, 2007.

HADI, P. U.; BUDHI, G. S. Analysis of the Economic Efficiency and Comparative Advantage of the Sumatran Smallholder Rubber Using “PAM” Method. **Working Paper**, nº. 4, 1997. Disponível em: <<http://www.worldagroforestrycenter.org/sea/Publications/files/workingpaper/WP0022-04.PDF>>. Acesso em 22/08/2008.

HAGUENAUER, L. Competitividade: conceitos e medidas: uma resenha da bibliografia recente com ênfase no caso brasileiro. **Texto para Discussão**, nº. 211, 20 p., Agosto/1989. Universidade Federal do Rio de Janeiro - Instituto de Economia Industrial

IE/UNICAMP - IEI/UFRJ - FDC – FUNCEX. **Estudo da competitividade da indústria brasileira**. Sistema de indicadores da competitividade. Nota Técnica, Campinas, 202 p., 1993.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA – IEA. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br>>. Acesso em 13/06/2008.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br>>. Acesso em 03/04/2009.

LEÃO, R. M. **A floresta e o homem**. São Paulo: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, 2000. 448 p.

MACHFUDH, W. E. Economic Analysis of Large Scale Logging. **Working Paper**, n 3, 1999. Disponível em: <<http://www.worldagroforestry.org/sea/Publications/files/workingpaper/WP0021-04.PDF>>. Acesso em: 07/07/2008.

MARRA, R.; MOTA, M. M.; LIMA FILHO, J. R. de; TEIXEIRA, S. M. Cadeia produtiva do café em Minas Gerais. In.: VIEIRA, R. C. M. T.; TEIXEIRA FILHO, A. R.; OLIVEIRA, A. J. de; LOPES, M. R. **Cadeias Produtivas no Brasil: análise da competitividade**. Brasília: Embrapa Comunicação para transferência tecnológica. Secretaria de Administração Estratégica, 2001, cap. 6, p. 139- 154.

MARTINS, P. C. Efeitos de políticas públicas sobre a cadeia produtiva do leite em pó. In.: VIEIRA, R. C. M. T.; TEIXEIRA FILHO, A. R.; OLIVEIRA, A. J. de; LOPES, M. R. **Cadeias Produtivas no Brasil: análise da competitividade**. Brasília: Embrapa Comunicação para transferência tecnológica. Secretaria de Administração Estratégica, 2001, cap. 10, p. 241- 272.

MARYANI, R; IRAWANTI, S. Economics analysis of land use system for Large scale plantations of oil palm and industrial timber estate. **Working Paper**, (1997). Disponível em: <<http://www.worldagroforestry.org/Sea/Publications/files/workingpaper/WP002004.pdf>>. Acesso em: 07/07/2008.

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

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR – MDIC. Disponível em: < <http://www.mdic.gov.br>>. Acesso em: 15/04/2010.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA (2009). **Linhas de Ação:** crédito & financiamento. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=5&idMenu=1442>>. Acesso em: 14/09/2009.

MOHANTY, S.; FANG, C.; CHAUDHARY, J. Assessing the Competitiveness of Indian Cotton Production: A Policy Analysis Matrix Approach. **Working Paper** (2002). Disponível em: <<http://www.card.iastate.edu/publications/DBS/PDFFiles/02wp301.pdf>>. Acesso em: 08/07/2008.

MONKE, A.E.; PEARSON, S.R. **The policy analysis matrix for agricultural development**. New York: Cornell University Press, 1989. 278p.

MONTEBELLO, A. E. S. **Análise da Evolução da Indústria Brasileira de Celulose no período de 1980 a 2005**. Piracicaba, ESALQ, 2006. 115 f. Dissertação (Mestrado em Ciências – Área de Concentração: Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

MOSS, S. R. **Competitividade da produção do café arábica em Minas Gerais e São Paulo**. Viçosa, MG: UFV, 2006. 90 f. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

NELSON, A. W. Applications of the Policy Analysis Matrix (PAM). **Working Paper** (1991). Disponível em: <[http://www.ifpri.org/training/material/miscellaneous/Foodpolicycom/AppendixF\\_policymemoranda.pdf](http://www.ifpri.org/training/material/miscellaneous/Foodpolicycom/AppendixF_policymemoranda.pdf)>. Acesso em: 08/07/2008.

NELSON, C.G.; PANGGABEAN, M. "The Costs of Indonesian Sugar Policy: A Policy Analysis Matrix Approach." **American Journal of Agricultural Economics**, v. 73, p. 703-12, 1991.

NISHI, M. H. **O MDL e o atendimento aos critérios de elegibilidade e indicadores de sustentabilidade por diferentes atividades florestais.** Viçosa, MG: UFV, 2003. 66 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

NOVAIS, L. F. **Análise da Colheita Florestal mecanizada em povoamentos de *Eucalyptus spp* na região de Coronel Fabriciano – MG.** Seropédica, UFRRJ, 2006, 33 f. Monografia (Engenharia Florestal) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

PAIVA, M. C. S. de. **Análise Financeira do Carvão Vegetal e do Coque na Siderurgia Mineira, no período de 1995 a 1999.** Viçosa, UFV, 2001. 86 f. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) – Universidade Federal de Viçosa.

PINDYCK, R.S.; RUBINFELD, D. L. **Microeconomia.** 6ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 641 p. 2005.

RADICCHI, C. C. **Competitividade das Exportações Brasileiras de Celulose:** uma Análise do Custo Brasil. Viçosa, UFV, 2004. 83 f. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa.

RECEITA FEDERAL. Disponível em:  
<http://www.receita.fazenda.gov.br/aliquotas/default.htm>. Acesso em:  
20/05/2010.

REZENDE, J. L. P. de; OLIVEIRA, A. D. de; RODRIGUES, C. Efeito dos tributos no custo de produção, na rotação e na reforma de *Eucalyptus spp*. **Revista Cerne**, Lavras, v. 11, n. 1, p. 70-83, jan./mar. 2005.

ROSADO, P. L. **Competitividade e expansão da avicultura e suinocultura no contexto do MERCOSUL**. Viçosa, MG: UFV, 1997. 105 f. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

ROSADO, P. L.; TOSTO, S. G.; GOMES, M. F. M. Competitividade e expansão da produção de borracha natural brasileira, no contexto de liberalização dos mercados. In.: ALVARENGA, A. P.; ROSADO, P. L.; CARMO, C. A. F. S. De; TOSTO, S. G. **Seringueira: Aspectos Econômicos Sociais e Perspectivas para o seu Fortalecimento**. Viçosa, MG; 2006. cap. 6, p. 103 – 128.

SANTOS, A. J. dos. Os instrumentos fiscais da política francesa. **Floresta**, Curitiba, v.25, n.1/2, p. 71-77, 1997.

SHARPLES, J. A. Cost of production and productivity in analyzing trade and competitiveness. **American Journal Agricultural Economics**. v.72, n.5, p.1278-1282, Dec. 1990.

SILVA, J. C. **Manual do Fazendeiro Florestal**. Viçosa, MG: CPD, 2008, 58 p.

SILVA, M. L. da; CORDEIRO, S. A.; MOREIRA, A. B. O.; MOREIRA, A. A. Impacto Econômico das Áreas de Preservação Permanente e Reserva Legal na Produção de Carvão Vegetal. **Revista de Política Agrícola**. Brasília – DF, Ano XVIII, nº 3, jul./ago./set. 2009.

SILVA, M. L. da; JACOVINE, L. A. G.; VALVERDE, S. R. **Economia florestal**. Viçosa: UFV, 2002, 178 p.

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

SILVA, O. M. As Barreiras Tarifárias no Mercado Internacional de Produtos Florestais. **Cerne**, Lavras, v. 15, n. 1, p. 35-40, jan./mar. 2009.

SIQUEIRA, J. P. **Propostas para a Melhoria da Comercialização de Produtos Florestais**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2002, 88p.

SOARES, N. S. **Potencial de Implantação de um Contrato Futuro da Madeira de Reflorestamento**. Viçosa, MG: UFV, 2006. 121 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SOARES, N. S.; OLIVEIRA, R. J. de; CARVALHO, K. H. A. de; SILVA, M. L. da; JACOVINE, L. A. G.; VALVERDE, S. R. A Cadeia Produtiva da Celulose e do Papel no Brasil. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 40, n. 1, p. 1-22, jan./mar. 2010.

SOARES, N. S.; SILVA, M. L. da; JACOVINE, L. A. G.; NOCE, R. Aspectos técnicos e sociais da heveicultura e viabilidade econômica. In.: ALVARENGA, A. P.; ROSADO, P. L.; CARMO, C. A. F. S.; TÔSTO, S. G. **Seringueira: aspectos econômicos sociais e perspectiva para o seu fortalecimento**. Viçosa, 2006, capítulo 8, p. 141-163, 180 p.

SOARES, N. S.; SILVA, M. L. da; LIMA, J. E. A função de produção da indústria brasileira de celulose, em 2004. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 495-502, 2007.

SOARES, N. S.; SILVA, M. L. da; RIBEIRO, C. A. A. S.; ROCHA, R. R. C. Influência das Áreas de Preservação Permanente (APP) e Reserva Legal (RL) na Viabilidade de Projetos Agropecuários e Florestais. **Agrogeoambiental**, Inconfidentes, 2010 (no prelo).

SOARES, T. S.; CARVALHO, R. M. M. A; VALE, A. B. do. Avaliação econômica de um povoamento de *Eucalyptus grandis* destinado a multiprodutos. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 5, p. 689-694, 2003a.

SOARES, T. S.; SILVA, M. L. da; GAMA, J. R. V.; CARVALHO, R. M. M. A.; VALE, R. S. do. Avaliação econômica de plantações de eucalipto submetidas a desbaste. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n.4, p. 481-486, 2003 (b).

SOUSA, E. P.; SOARES, N. S.; CORDEIRO, S. A.; SILVA, M. L. Da. Competitividade da Produção de Palmito de Pupunha no Espírito Santo e em São Paulo. In: VII Encontro Nacional de Estudos Regionais e Urbanos, **Anais...**, São Paulo, SP: USP, 2009 (a). CD-ROM.

SOUSA, E. P.; SOARES, N. S.; CORDEIRO, S. A.; SILVA, M. L. Da. Competitividade da Produção de Palmito de Pupunha (*Bactris Gasipaes Kunth.*) no Brasil. In: XLVII Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. **Anais...**, Porto Alegre, RS: SOBER, 2009 (b). CD-ROM.

TSUKAMOTO FILHO, A. A.; SILVA, M. L. da; COUTO, L. MÜLLER, M. D. Análise econômica de um plantio de teca submetido a desbastes. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n.4, p. 487-494, 2003.

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

VERACEL CELULOSE – VERACEL. (2009). Disponível em: <<http://www.veracel.com.br>>. Acesso em 24/04/2009.

VIEIRA, R. C. M. T.; TEIXEIRA FILHO, A. R.; OLIVEIRA, A. J. de; LOPES, M. R. Cadeias Produtivas no Brasil – Análise da Competitividade. **Revista de Política Agrícola**. Brasília-DF, Ano X, n. 4, p. 7 – 15, out./dez. 2001.

VOTORANTIN CELULOSE E PAPEL – VCP. (2009). Disponível em: <<http://www.vcp.com.br>>. Acesso em 01/04/2009.

VOTORANTIM CELULOSE E PAPEL – VCP. **Sustainable growth with value creation and solid returns.** São Paulo: VCP, January-December, 2004. 28p.

## **ARTIGO 2**

### **Integração entre os Preços Internos e Externos no Mercado de Celulose**

## **Integração entre os Preços Internos e Externos no Mercado de Celulose**

**RESUMO:** O presente trabalho analisou a relação entre os preços internos e externos no mercado de celulose buscando testar se a lei do preço único é válida nesse mercado, no período de novembro de 2002 a fevereiro de 2009. Para isso, foram utilizados os testes de raiz unitária e de cointegração de Johansen e a estimação e análise do modelo de correção de erro vetorial (VEC). Os resultados obtidos indicaram que um grande percentual das variações nos preços da celulose nos Estados Unidos, em longo prazo, foi repassado para o mercado brasileiro, no período de novembro de 2002 a fevereiro de 2009, e que a Lei do Preço Único não foi perfeitamente verificada para o mercado da celulose.

Palavras-chave: Celulose, Lei do preço único, Cointegração, Modelo de correção de erro vetorial (VEC).

## **Integration between Domestic and International Prices in the Wood Pulp Market**

**ABSTRACT:** This work aimed to analyze the relationship between domestic and international prices in the wood pulp market to test if the Law of One Price was valid in this market from November 2002 to February 2009. The Unit root and Johansen co-integration tests as well as the estimation and analysis of the vector error correction model were used. The results obtained showed that a considerable percentage of wood pulp price variation in the United States was transferred in the long run to the Brazilian market from November 2002 to February 2009, and that the Law of One Price was not perfectly verified for the wood pulp market.

Keywords: Wood Pulp, Law of One Price, co-integration, vector error correction model.

### **1. INTRODUÇÃO**

A celulose pode ser obtida do sisal, linho, algodão e bambu. Porém, estudos científicos apontam que a madeira de eucalipto e de pinus são as

mais indicadas para esse fim, pois resultam em maior produtividade e em produtos de alta qualidade (PIOTTO, 2003 citado por ROCHA, 2006).

Com a celulose são produzidos papéis diversos (impressão, cadernos, revistas), absorvente íntimo, papel higiênico, guardanapo, fralda descartável, viscose, tencel (roupas), papel celofane, filamento (pneu), acetato (filmes), ésteres (tintas), cápsulas para medicamentos, espessantes para alimentos e componentes eletrônicos (ASSOCIAÇÃO MINEIRA DE SILVICULTURA - AMS, 2008).

A produção industrial de celulose do pinheiro, no Brasil, iniciou-se no Paraná, em Monte Alegre, no início dos anos 40, e a produção em grande escala de celulose de eucalipto foi iniciada no Estado de São Paulo, em 1957 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL - BRACELPA, 2009).

Nas últimas décadas, a posição do Brasil no *ranking* dos maiores produtores e exportadores mundiais de celulose apresentou expressiva melhora, assim como sua parcela na produção e nas exportações mundiais do produto.

Em 1961, o Brasil era responsável por 0,49% e 0,03% da produção e das exportações mundiais de celulose, respectivamente. No início dos anos 80, o país respondeu por 2,67% e 4,2% da produção e das exportações mundiais do produto, respectivamente. Em 2007, o Brasil contribuiu com 6,83% da produção mundial de celulose e com 13,87% das exportações mundiais (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION - FAO, 2009).

Por outro lado, o Brasil foi o 17º produtor mundial de celulose e 23º exportador, em 1961. Em 1980, a posição do país no *ranking* dos maiores produtores e exportadores mundiais de celulose melhorou consideravelmente. Nesse período, o Brasil foi o 8º produtor mundial do produto e o 5º exportador. Em 2007, o país ocupou a 6ª posição no *ranking* dos maiores produtores mundiais de celulose de todos os tipos e a 3ª posição no *ranking* dos maiores exportadores mundiais (FAO, 2009). O Brasil se destaca na produção e nas exportações de celulose de fibra curta derivada do eucalipto sendo, desde 1990, líder na produção desse tipo de celulose. Em 2010, a produção nacional deve atingir 10.010.000 toneladas; a da Espanha, 1.490.000 toneladas; Portugal, 975.000 tonelada; Chile,

2.265.000 toneladas; Uruguai, 1.825; e China, 635.000 toneladas. Assim, constata-se que a expectativa é de continuidade da posição de liderança do país no mercado de celulose de fibra curta (BRACELPA, 2008).

Dentre os fatores que contribuíram para o crescimento da produção e exportação brasileira de celulose podem-se citar: i) o desenvolvimento de uma tecnologia específica para produção de celulose com eucalipto no fim de 1950; ii) a política de incentivos fiscais ao reflorestamento, a atuação do Conselho de Desenvolvimento industrial (CDI)<sup>15</sup> e os investimentos com participação do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico (BNDE, hoje BNDES), na década de 70; iii) fatores internos que afetam a competitividade, como alta produtividade dos reflorestamentos, em razão das condições climáticas favoráveis à atividade florestal no país, possibilitando ciclos de crescimento rápido e de alta qualidade e baixo custo de produção em relação aos outros países e fatores externos, como crescimento da população mundial, da renda nos mercados compradores de celulose e do comércio mundial bem como a abertura comercial global, a expansão de empresas do setor e a implantação de outras empresas; e iv) aceitabilidade da celulose brasileira de eucalipto no mercado internacional, devido à sua alta qualidade (REZENDE e NEVES, 1988; GOMIDE, 1988; MEDEIROS e FONTES, 1994; PIZZOL e BACHA, 1998; VALVERDE et al., 2006; CARVALHO et al, 2009).

Com relação ao preço da celulose, choques de preços em uma região podem ser transmitidos a outras levando a incerteza a respeito dos preços e renda. Desse modo, segundo Rosado (2006), estudos sobre a integração entre os preços nos mercados doméstico e internacional são importantes, pois permitem fazer previsão e monitoramento do movimento dos preços.

Em face desses aspectos que envolvem a celulose no mercado brasileiro e no mercado externo, pretende-se neste estudo verificar o comportamento dos preços da celulose e a integração entre os preços

---

<sup>15</sup> A Resolução 11/72 (de 9 de fevereiro de 1972) e a Portaria 78 (de 24 de outubro do mesmo ano) do Conselho de Desenvolvimento Industrial (CDI), assegurava a concessão de incentivos fiscais a projetos de instalação de fábricas de celulose e/ou papel, desde que esses projetos contemplassem a escala mínima de mil toneladas/dia para celulose (exceto de fibra longa), trezentas toneladas/dia para papel de imprensa, duzentas toneladas/dia para papel kraft e cinquenta toneladas/dia para outros papéis. As empresas poderiam atingir tal escala em etapas e deveriam comprovar a existência de suprimento de madeira adequado àqueles volumes de produção (JUVENAL e MATTOS, 2002).

domésticos e internacionais, buscando identificar se a determinação de preços entre esses mercados é interdependente, ou seja, se alterações de preços em um mercado são transmitidas aos preços em outros mercados. Logo, procura-se testar se a Lei do Preço Único é válida para o mercado brasileiro de celulose, no período de novembro de 2002 a fevereiro de 2009.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1. Referencial Teórico

Tomou-se como referência a teoria da Lei do Preço Único (LPU), segundo a qual bens idênticos serão vendidos pelo mesmo preço independentemente da moeda na qual os preços são cotados. A arbitragem assegura que a LPU se mantenha, ignorando custos de transporte, barreiras ao comércio e outras restrições (Yarbrough, 1991 citado por AGUIAR, 1995; KRUGMAN e OBSTFELD, 2005).

Se a LPU for válida, em longo prazo, os preços domésticos de determinado produto devem ser iguais àqueles que prevalecem no mercado internacional. O processo de arbitragem internacional tende a igualar os preços nos mercados doméstico e externo, pois leva a uma elevação do preço no país com preço baixo, em função do aumento da quantidade demandada, enquanto provoca queda de preço no país com preço alto, devido ao excesso da quantidade ofertada. O processo de arbitragem continua até os preços se igualarem nos dois países (BARBOSA et al., 2002).

Segundo Aguiar (1995), a relação básica usada para expressar a LPU, no caso de dois países diferentes, é (equação 1).

$$P_{dt} = P_{it} \cdot E_t \cdot S_t \quad (1)$$

em que  $P_{dt}$  = preço doméstico de equilíbrio de longo prazo do bem em análise;  $P_{it}$  = preço internacional do bem em moeda externa;  $E_t$  = taxa de câmbio do país; e  $S_t$  = variável que representa a política tributária em relação ao bem analisado.

Considerando  $\bar{P}_{it} = P_{it} \cdot E_t$ , o preço internacional convertido em moeda doméstica, tem-se a equação 2:

$$P_{dt}^* = \bar{P}_{it} \cdot S_t \quad (2)$$

Para que os coeficientes sejam as elasticidades, aplica-se logaritmo na equação 2. Assim, tem-se a equação 3.

$$p_{dt}^* = \bar{p}_{it} + s_t + u_t \quad (3)$$

A equação 3 pode ser representada como equação 4:

$$p_{dt}^* = \alpha + \beta \bar{p}_{it} + \varepsilon_t \quad (4)$$

O coeficiente  $\beta$  é a elasticidade do preço doméstico em relação ao internacional, ou seja, é a sua elasticidade de transmissão de preço. Quando seu valor é igual a um, isso significa que variações no âmbito internacional são plenamente transmitidas ao mercado interno, e quando seu valor é igual a zero, isso indica que variações do preço internacional não conduzem a qualquer tipo de reação do preço doméstico.

De acordo com Fackler e Goodwin (2000), citados por Rosado (2006), existe a LPU fraca, que ocorre quando se verifica a condição de arbitragem espacial; a LPU forte, que presume que o comércio seja contínuo e a condição de arbitragem garantida com regularidade; e a LPU agregada, enunciada em termos de índice de preço e conhecida como Paridade do Poder de Compra. A LPU forte é um teste para a integração perfeita, sendo a mais utilizada e testada. Para a LPU forte, a integração perfeita acontece quando a transmissão de preços entre as localidades é igual a um.

A falha de duas ou mais regiões em aderir à LPU pode ocorrer pelos seguintes motivos (Yarbrough e Yarbrough, 1991, citados por COELHO, 1996; SEXTON et al, 1991):

i) as regiões não estariam ligadas por arbitragem devido a custos de transação muito altos ou devido à interferência do governo, isto é, as regiões representariam mercados autárquicos;

ii) haveria impedimentos para arbitragens eficientes, tais como barreiras comerciais (custo de transporte, barreiras tarifárias ou não-tarifárias), informação imperfeita, ou aversão ao risco; e

iii) haveria competição imperfeita em um ou mais dos mercados.

Ressalta-se que é importante distinguir entre integração dos mercados e lei do preço único. A integração do mercado é o processo pelo

qual ocorre interdependência de preços (FAMINOW e BENSON, 1990) ou, é o processo pelo qual choques de preços são transmitidos entre mercados espacialmente separados (GOODWIN e PIGGOT, 2001). Assim, o conceito de integração dos mercados é menos restritivo que o da lei do preço único e, além disso, é possível que dois mercados sejam integrados, mas que a lei do preço único não seja válida, conforme observou Coelho (2002).

No exterior existem alguns trabalhos analisando a integração nos mercados doméstico e internacional de um produto florestal e a validade da lei do preço único (HÄNNINEN et al., 1997; HÄNNINEN, 1998; BUONGIORNO e UUSIVUORI, 1992; NYRUD, 2002; TOIVONEN et al., 2002; KAINULAINEN e TOPPINEN, 2006). Porém, no Brasil, tem-se evidência apenas do estudo de Soares et al. (2008) e de Melo (2008) com este tipo de análise para um produto florestal.

Soares et al. (2008) constataram que os mercados da borracha natural no Brasil e na Malásia são integrados e que 92% dos preços da borracha natural na Malásia foram transmitidos para o Brasil no longo prazo. Além disso, os autores verificaram que a lei do preço único não foi válida para esses mercados no período de janeiro de 2000 a maio de 2007.

Melo (2008) verificou que os mercados da madeira serrada canadense e dos estados brasileiros de São Paulo e Pará não foram integrados espacialmente entre setembro de 2002 e outubro de 2007, não permitindo que os mecanismos de arbitragem e a Lei do Preço Único funcionassem como esperado.

## **2.2. Referencial Analítico**

Neste tópico, são apresentados os procedimentos utilizados para analisar o comportamento dos preços da celulose no Brasil e no mercado internacional e também os procedimentos para análise da integração desses mercados.

### **Comportamento dos preços da celulose**

O comportamento dos preços da celulose de fibra curta no Brasil e no mercado internacional foi verificado pela taxa geométrica de crescimento (TGC) (equação 5) (GUJARATI, 2000).

$$Y = a \cdot e^{bt} \cdot \varepsilon_t \quad (5)$$

em que Y = variável dependente (preço da celulose); T = tempo; a e b = parâmetros a serem estimados.

Aplicando a forma logarítmica, tem-se a equação 6:

$$\begin{aligned} \ln Y &= \log a + bT \\ \ln &= (1 + 1) = b \\ 1 + r &= \text{anti log}(b) \\ r &= \text{anti log}(b) - 1 \end{aligned} \quad (6)$$

Deste modo, a TGC (R) em percentual é obtida pela equação 7.

$$R = [\text{anti log}(b) - 1] * 100 \quad (7)$$

### → Teste de raiz unitária

Inicialmente, foi determinada a ordem de integração das séries de preços da celulose por meio do teste de raiz unitária. Se for constatado que as séries possuem a mesma ordem de integração, pode-se proceder ao teste de cointegração (NOGUEIRA, 2001).

Utilizou-se no presente trabalho o teste de Dickey-Fuller Aumentado (ADF) para o teste de raiz unitária nas séries consideradas.

O Teste ADF pode ser aplicado nas seguintes formas, conforme observaram Seddighi et al. (2000):

- sem constante e sem tendência (equação 8):

$$\Delta X_t = \delta X_{t-1} + \sum_{i=1}^m \delta_i \Delta X_{t-i} + u_t \quad (8)$$

- com constante e sem tendência (equação 9):

$$\Delta X_t = \beta_1 + \delta X_{t-1} + \sum_{i=1}^m \delta_i \Delta X_{t-i} + u_t \quad (9)$$

- com constante e com tendência (equação 10):

$$\Delta X_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta X_{t-1} + \sum_{i=1}^m \delta_i \Delta X_{t-i} + u_t \quad (10)$$

Segundo Enders (1995), a especificação correta do teste ADF é extremamente importante. O fato de não incluir termos determinísticos (intercepto e tendência) quando necessário ou vice-versa, compromete a

confiabilidade do teste, levando-se à aceitação da hipótese de existência de uma raiz unitária, quando de fato isso não ocorre.

Deste modo, Seddighi et al. (2000) apresentaram a seguinte sequência para o teste de raiz unitária.

a) Testar a hipótese  $H_0 : \delta = 0$  na equação 10, utilizando a estatística  $\tau_\tau$ .

❖ Se a hipótese  $H_0 : \delta = 0$ , ela pode ser rejeitada, significando que a série  $X_t$  não contém raiz unitária e que ela é estacionária. Então, pode-se parar o processo.

❖ Se a hipótese  $H_0 : \delta = 0$ , ela não pode ser rejeitada, deve-se testar a hipótese condicional  $H_0 : \beta = 0$ , dado que  $\delta = 0$  e a hipótese conjunta  $\beta = \delta = 0$  utilizando as estatísticas  $\tau_{\beta\tau}$  e  $\Phi_3$ , respectivamente.

❖ Se a hipótese nula não puder ser rejeitada, continua-se o processo.

❖ Se a hipótese nula puder ser rejeitada, deve-se utilizar a distribuição normal para testar novamente a hipótese  $H_0 : \delta = 0$ . Assim, se hipótese  $H_0 : \delta = 0$ , pode ser rejeitada a série  $X_t$ , que não contém raiz unitária e é estacionária. Então, pode-se parar o processo. Se a hipótese  $H_0 : \delta = 0$ , não pode ser rejeitada a série  $X_t$ , que apresenta raiz unitária e  $\beta \neq 0$ . Segue-se para a próxima etapa.

b) Testar a hipótese condicional  $H_0 : \alpha = 0$ , dado que  $\delta = 0$  e a hipótese conjunta  $\alpha = \beta = \delta = 0$ , tendo como base as estatísticas  $\tau_{\alpha\tau}$  e  $\Phi_2$ , respectivamente.

❖ Se a hipótese  $H_0 : \alpha = 0$ , ela não pode ser rejeitada, continua-se o processo.

❖ Se a hipótese  $H_0 : \alpha = 0$ , ela pode ser rejeitada, devendo-se utilizar a distribuição normal para testar novamente a hipótese  $H_0 : \delta = 0$ . Se a hipótese  $H_0 : \delta = 0$ , pode ser rejeitada a série  $X_t$ , que não apresenta raiz unitária. Então, pode-se parar o processo concluindo que a série é

estacionária. Se a hipótese  $H_0 : \delta = 0$ , não pode ser rejeitada a série  $X_t$ , que apresenta raiz unitária  $\alpha \neq 0$ .

c) A seguir, deve-se estimar a equação (9).

d) Testar a hipótese  $H_0 : \delta = 0$  na equação (9) com a estatística  $\tau_\mu$ .

❖ Se a hipótese  $H_0 : \delta = 0$ , ela pode ser rejeitada, pois a série temporal  $X_t$  não contém raiz unitária. Com isso, pode-se parar o processo concluindo que a série é estacionária.

❖ Se a hipótese  $H_0 : \delta = 0$ , ela não pode ser rejeitada, continua-se o processo para o termo constante, ou seja, testa-se a hipótese condicional  $H_0 : \alpha = 0$ , dado  $\delta = 0$  e a hipótese conjunta  $\alpha = \delta = 0$  com as estatísticas  $\tau_{\alpha\mu}$  e  $\Phi_1$ , respectivamente.

❖ Se a hipótese  $H_0 : \alpha = 0$ , ela não pode ser rejeitada, continua-se o processo.

❖ Se a hipótese  $H_0 : \alpha = 0$ , ela pode ser rejeitada, utilizando-se a distribuição normal para testar novamente a hipótese  $\delta = 0$ . Se a hipótese  $H_0 : \delta = 0$ , pode ser rejeitada a série  $X_t$ , que não apresenta raiz unitária. Então, pode-se parar o processo concluindo que a série é estacionária. Se a hipótese  $H_0 : \delta = 0$ , não pode ser rejeitada a série  $X_t$ , pois apresenta raiz unitária. Conclui-se que  $\alpha \neq 0$  e  $\delta = 0$ . Sendo assim, parte-se para a próxima etapa.

e) Estimar a equação (8) e testar a hipótese  $H_0 : \delta = 0$  nesta equação com base na estatística  $\tau$ .

❖ Se a hipótese  $H_0 : \delta = 0$ , ela pode ser rejeitada, concluindo-se que a série  $X_t$  não contém raiz unitária, ou seja, é estacionária.

❖ Se a hipótese  $H_0 : \delta = 0$ , ela não pode ser rejeitada, concluindo-se que a série  $X_t$  contém raiz unitária, ou seja, é não-estacionária.

O Quadro 1 traz uma síntese das hipóteses que podem ser testadas mediante o teste ADF para verificar a existência de raiz unitária.

Quadro 1 – Teste de hipótese para verificar a existência de raiz unitária

Teste	Hipótese
Teste Geral	$H_0 : \delta = 0$ $H_1 : \delta < 0$
Teste de Hipótese Conjunta	$H_0 : \alpha = \beta = \delta = 0 \rightarrow \text{se } F_\delta < \Phi_2.$ $H_1 : \alpha = \beta = \delta \neq 0 \rightarrow \text{se } F_\delta > \Phi_2.$ $H_0 : \beta = \delta = 0 \rightarrow \text{se } F_\delta < \Phi_3.$ $H_1 : \beta = \delta \neq 0 \rightarrow \text{se } F_\delta > \Phi_3.$ $H_0 : \alpha = \delta = 0 \rightarrow \text{se } F_\delta < \Phi_1.$ $H_1 : \alpha = \delta \neq 0 \rightarrow \text{se } F_\delta > \Phi_1.$
Teste de Hipótese Condicional	$H_0 : \alpha = 0$ dado que $\delta = 0$ , se $ t  <  \tau_{\alpha\tau} $ $H_0 : \alpha \neq 0$ dado que $\delta = 0$ , se $ t  >  \tau_{\alpha\tau} $ $H_0 : \beta = 0$ dado que $\delta = 0$ , se $ t  <  \tau_{\beta\tau} $ $H_0 : \beta \neq 0$ dado que $\delta = 0$ , se $ t  >  \tau_{\beta\tau} $ $H_0 : \alpha = 0$ dado que $\delta = 0$ , se $ t  <  \tau_{\alpha\mu} $ $H_0 : \alpha \neq 0$ dado que $\delta = 0$ , se $ t  >  \tau_{\alpha\mu} $

Fonte: Seddighi et al. (2000).

Nota:  $H_0 \rightarrow$  a série possui raiz unitária, sendo não estacionária se  $t_\delta > \tau$ ;  $H_1 \rightarrow$  a série não possui raiz unitária, sendo estacionária se  $t_\delta < \tau$ .

Utilizou-se no presente trabalho a sequência apresentada em Seddighi et al. (2000) para o teste de raiz unitária nas séries analisadas.

### ➔ Análise de cointegração

O conceito de cointegração procura identificar se duas ou mais variáveis integradas de mesma ordem possuem uma relação de equilíbrio de longo prazo (HARRIS, 1995; MARGARIDO, 2000).

Os dois métodos mais utilizados para testar a existência de cointegração são o procedimento de Engle e Granger e o de Johansen. Este último testa a presença de mais de um vetor de cointegração e promove testes de razão de verossimilhança sobre os vetores de cointegração, sob a

ótica de sistema de variáveis, ao contrário do teste de Engle e Granger (BITTENCOURT e BARROS, 1996).

Segundo Buongiorno e Uusivuori (1992), as estimativas da equação (4) por procedimentos estatísticos convencionais, como os Mínimos Quadrados Ordinários, não são confiáveis, pois os preços  $P_{it}$  e  $P_{dt}$  são determinados simultaneamente em mercados integrados, logo  $P_{jt}$  não é independente de  $u_t$  e a aplicação dos Mínimos Quadrados Ordinários resultaria em estimativas viesadas e inconsistentes; e as séries de preços  $P_{it}$  e  $P_{dt}$  são geralmente não estacionárias.

Assim, o procedimento de Johansen foi o utilizado no presente trabalho.

Este procedimento tem como ponto de partida o modelo autor-regressivo vetorial (VAR). Em outras palavras, antes da realização do teste de cointegração, deve-se determinar o número de defasagens adequado para o modelo VAR.

O referido modelo de ordem  $p$  com  $K$  variáveis pode ser representado como (equação 11):

$$Y_t = \theta_1 Y_{t-1} + \theta_2 Y_{t-2} + \theta_3 Y_{t-3} + \dots + \theta_p Y_{t-p} + BX_t + \varepsilon_t \quad (11)$$

em que  $Y_t$  é um vetor  $p \times 1$  de variáveis  $I(1)$ ;  $\theta_t$  são matrizes de parâmetros  $k \times k$ ; e  $\varepsilon_t$  é um vetor  $k$ -dimensional de termos ruído branco.

A equação (11) na forma reparametrizada é dada por (equação 12):

$$\Delta Y_t = \Gamma_1 \Delta Y_{t-1} + \Gamma_2 \Delta Y_{t-2} + \dots + \Gamma_{p-1} \Delta Y_{t-(p-1)} + \Pi Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (12)$$

A determinação do número de defasagens adequado para o modelo VAR foi feita com base nos resultados dos critérios: Akaike (AIC) (equação 13), Schwarz (SC) (equação 14) e Hannan-Quinn (HQ) (equação 15) (E-VIEWS, 2004).

$$AIC = 2\left(\frac{l}{T}\right) + 2\left(\frac{k}{T}\right) \quad (13)$$

$$SC = 2\left(\frac{l}{T}\right) + k \log(T)/T \quad (14)$$

$$HC = 2\left(\frac{l}{T}\right) + 2k \log(\log(T))/T \quad (15)$$

em que  $l$  = logaritmo da função de verossimilhança;  $k$  = número de parâmetros estimados; e  $T$  = número de observações.

Ressalta-se que quando os critérios apontam números de defasagens distintos, deve-se optar pelo número de defasagem indicada pelo critério de SC, pois este critério é mais parcimonioso (LÜTKPOHL, 2004; ENDERS, 1995).

Após a determinação do número de defasagens adequado para o modelo VAR, deve-se proceder à escolha do modelo de estimação. E-views (2004) destaca os seguintes modelos possíveis de estimação:

i) Os dados em nível não possuem tendências determinísticas e as equações de cointegração não têm interceptos.

ii) Os dados em nível não possuem tendências determinísticas e as equações de cointegração apresentam interceptos.

iii) Os dados em nível possuem tendências determinísticas lineares, mas as equações de cointegração têm somente interceptos.

iv) Os dados em nível e a equação de cointegração possuem tendências determinísticas lineares.

v) Os dados em nível possuem tendências quadráticas e as equações de cointegração têm tendências lineares.

Em seguida, realiza-se o teste de Johansen para determinar o número de vetores de cointegração, o que pode ser feito pela análise do posto ( $r$ ) da matriz  $\Pi$ .

Os testes do Traço e do máximo autovalor determinam o posto ( $r$ ) da matriz  $\Pi$ . O primeiro testa a hipótese nula de existência de no máximo  $r$  vetores de cointegração, e o segundo, a existência de exatamente  $r$  vetores de cointegração contra a alternativa de existência de  $r+1$  vetores (COELHO, 2002). Os testes do Traço e do máximo autovalor são definidos pelas equações 16 e 17, respectivamente (ENDERS, 1995).

$$\lambda_{trace}(r) = -T \sum_{i=r+1}^n \ln(1 - \hat{\lambda}_i) \quad (16)$$

em que  $\hat{\lambda}_i$  são os valores estimados das raízes características obtidos da matriz  $\Pi$  e  $T$  é o número de observações.

$$\lambda_{tmax}(r, r+1) = -T \ln(1 - \hat{\lambda}_{r+1}) \quad (17)$$

Então, parte-se para a estimação do Vetor de Correção de Erro (VEC), descrito conforme a equação 18, que tem por objetivo analisar os ajustamentos de curto prazo que ocorrem nas séries cointegradas, que são as relações de equilíbrio em longo prazo (NOGUEIRA et al., 2005).

$$\Delta Y_t = \Gamma_1 \Delta Y_{t-1} + \Gamma_2 \Delta Y_{t-2} + \dots + \Gamma_{p-1} \Delta Y_{t-(p-1)} + \alpha \beta' Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (18)$$

em que  $\beta' Y_{t-1}$  = relações de cointegração que definem a trajetória de longo prazo entre as variáveis;  $\alpha$  = matriz dos coeficientes de ajustamento para o equilíbrio de longo prazo; e  $\Gamma_i$  = matriz de coeficientes que definem a dinâmica de curto prazo.

### ➔ Teste de hipótese sobre os parâmetros

Coelho (2002) menciona que a simples existência de um vetor de cointegração não pode ser considerada condição suficiente para determinar a perfeita integração de mercado nem para a garantia da participação de todas as séries no equilíbrio de longo prazo. Assim, segundo o autor, é necessária a realização de testes de hipóteses sobre os parâmetros  $\beta$ , testando sua significância e a interação entre os preços.

Os testes de hipótese sobre os parâmetros permitem testar quais mercados efetivamente fazem parte do equilíbrio de longo prazo e se a integração entre esses mercados pode ser considerada perfeita, ou seja, se uma variação no preço de um mercado é transmitida de maneira completa ao outro mercado em longo prazo (COELHO, 2002).

Conforme Johansen e Juselius (1990), citados por Coelho (2002), as hipóteses sobre os parâmetros  $\beta$  assumem a seguinte forma (equação 19):

$$-2 \log Q(H_0) = -T \sum_{i=1}^r \log \left[ \frac{(1 - \lambda_i^*)}{(1 - \lambda_i)} \right], \text{ para } i = 1, \dots, r \quad (19)$$

Neste trabalho, são testadas as seguintes hipóteses nulas ( $H_0$ ):

$$a) \beta_{Brasil} = 0 \quad (20)$$

$$b) \beta_{Estados Unidos} = 0 \quad (21)$$

$$c) \beta_{Brasil} = \beta_{Estados Unidos} \quad (22)$$

As hipóteses nulas descritas em (20) e (21) testam se os mercados nacional e internacional podem ser considerados integrados no período analisado. Além disso, testa-se o grau de integração entre os referidos mercados a partir da hipótese (22).

A significância do parâmetro de curto prazo ( $\alpha$ ) indica que a variável preço não é uma exógena fraca com relação ao parâmetro de longo prazo ( $\beta$ ) e vice-versa. A exogeneidade fraca significa que a variável não reage ante as mudanças na relação de equilíbrio de longo prazo. As hipóteses sobre os parâmetros  $\alpha$  também assumem a forma da equação (19) (HARRIS, 1995). As seguintes hipóteses nulas ( $H_0$ ) são testadas:

$$a) \alpha_{Brasil} = 0 \quad (23)$$

$$b) \alpha_{Estados Unidos} = 0 \quad (24)$$

$$c) \alpha_{Brasil} = \alpha_{Estados Unidos} \quad (25)$$

As hipóteses nulas descritas em (23) e (24) testam a exogeneidade, e a hipótese (25) testa a igualdade na velocidade de resposta das variáveis a uma dada situação de desequilíbrio de curto prazo no processo de ajuste de longo prazo.

Segundo Lütkepohl (2004), os modelos VAR e VEC possibilitam a decomposição da variância dos erros de previsão  $k$  períodos à frente, o que permite determinar a evolução do comportamento dinâmico apresentado pelas variáveis do modelo econômico, ao longo do tempo. Além disso, possibilita a análise da elasticidade em cada período por meio da função impulso-resposta.

### 2.3. Fonte de Dados

Os dados utilizados são provenientes de séries temporais mensais que englobam o período de novembro de 2002 a fevereiro de 2008.

Para representar os preços da celulose no Brasil, foram utilizados os preços da celulose de fibra curta no Estado de São Paulo, maior produtor nacional, obtidos no Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA) (CEPEA, vários números; BRACELPA, 2009).

Os preços da celulose no mercado internacional referem-se aos preços da celulose de fibra longa nos Estados Unidos, maior produtor e segundo ou terceiro exportador mundial de celulose de todos os tipos desde 1960 (FAO, 2009), e são da FOEX Index Ltd (FOEX, 2009; CELULOSE ONLINE, 2008)<sup>16</sup>.

As séries de preços estão em US\$/t e foram transformadas em logaritmo para que os coeficientes encontrados expressem as elasticidades de transmissão de preços.

Utilizaram-se preços nominais, pois quando os preços são deflacionados, uma tendência é criada nos mesmos e quando se roda uma cointegração, este método vai justamente procurar uma tendência comum nos preços. Então, não faz sentido adicionar uma tendência (deflacionando) antes de rodar a cointegração. Ao deflacionar duas séries de preços, são criadas novas séries que correspondem à primeira multiplicada por um índice de deflação. Como o mesmo deflator é utilizado nas duas séries, ao rodar o teste de cointegração, o modelo vai encontrar uma tendência comum entre estas duas séries por causa do índice de deflação em comum entre elas, e não porque realmente existe uma tendência comum entre as séries (SIQUEIRA, 2007; WANG e TOMEK, 2007)<sup>17</sup>.

Ressalta-se que não se trabalhou com um período maior e com mais regiões porque alguns dados não estavam disponíveis.

Além disso, utilizaram-se as variáveis na forma logarítmica para que os coeficientes obtidos fossem interpretados como as elasticidades de impulso-resposta.

---

<sup>16</sup> De forma geral, os papéis de imprimir e escrever, os papéis sanitários e alguns tipos de cartão são fabricados com base em fibras curtas – que proporcionam maior opacidade e maciez – enquanto papéis para embalagem, imprensa, papelão ondulado e outros tipos de cartão são fabricados com base em fibras longas – que propiciam maior resistência mecânica. No Brasil, as fibras longas são obtidas, principalmente, da madeira de pinus, e as curtas, da madeira de eucalipto (DORES et al., 2007).

<sup>17</sup> Siqueira (2007), tratando desse assunto, deu o seguinte exemplo: *Consider two times series P1 and P2. If we deflate the series, we have P1,2 = P1,1.I and P2,2 = P2,1.I, where I is the deflator index. Combining them as occurs in a cointegration test, it is easy to find that P1,2 – P2,2 = (P1,1 – P2,1).I. Therefore, deflating a price series creates a trend between them.*

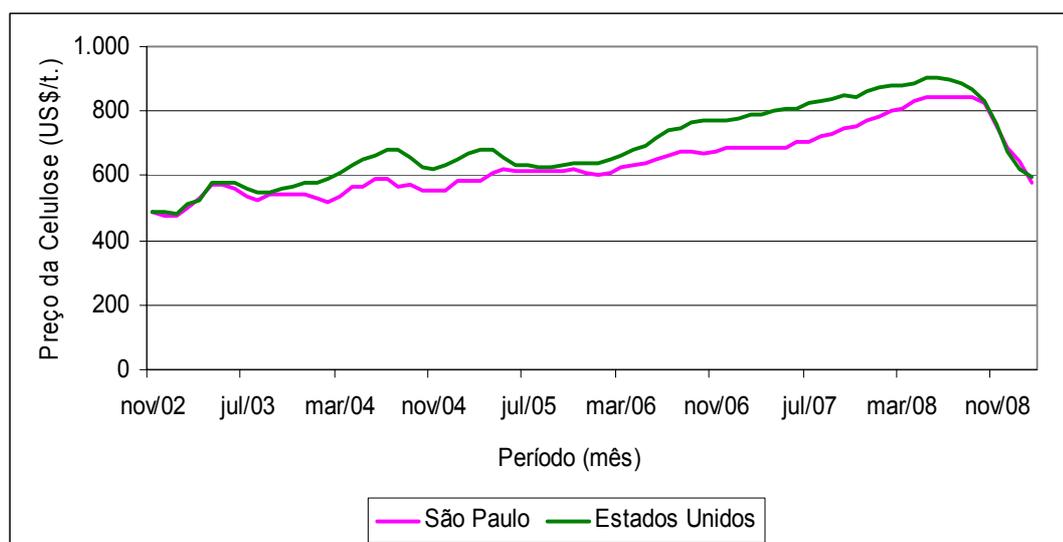
### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para se ter uma ideia do comportamento dos preços da celulose no Brasil e nos Estados Unidos, é relevante observar o Quadro 2, que apresenta a TGC dos preços da celulose, bem como o esboço do gráfico na Figura 1.

Quadro 2 – Taxas geométricas de crescimento (TGC) dos preços da celulose.

País	Unidade	TGC (% a.m.)		
		nov./2002 a fev./2009	nov./2002 a mai./2008	Jun./2008 a fev./2009
Brasil	US\$/t.	0,62 *	0,71 *	-7,77 *
Estados Unidos	US\$/t.	0,65 *	0,80 *	-5,02 *

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



Fonte: CEPEA (vários números); FOEX Index Ltd (2009).

Figura 1 - Comportamento dos Preços da Celulose em São Paulo e nos Estados Unidos, novembro de 2002 a fevereiro de 2009.

Nota-se, no Quadro 2 e na Figura 1, que os preços da celulose cresceram de novembro de 2002 a maio de 2008 nos Estados Unidos e de novembro de 2002 a setembro de 2008 em São Paulo, devido ao excesso de demanda. A partir daí até fevereiro de 2009, os preços caíram tanto nos Estados Unidos quanto em São Paulo. Isto pode ser explicado pela crise

financeira mundial que abrangeu o período considerado. Com a crise financeira, a demanda de celulose caiu no Brasil e no exterior. A redução da demanda levou a uma queda considerável nos preços do produto. No período de junho de 2008 a fevereiro de 2009, os preços da celulose se reduziram em média 7,7% ao mês em São Paulo e 5,0% nos Estados Unidos.

Observa-se na Figura 1 que as séries de preços mensais da celulose, se movimentaram juntas no período analisado. Então, aparentemente, tais séries seriam cointegradas, ou seja, haveria uma relação de equilíbrio de longo prazo entre elas.

Todavia, esta afirmação deve ser examinada criteriosamente. Sendo assim, procedeu-se à verificação econométrica da cointegração dos mercados de celulose. Mais especificamente, procedeu-se à análise de cointegração dos preços da celulose em São Paulo e nos Estados Unidos, bem como da transmissão de preços e da integração do mercado.

### **3.1. Teste de Raiz Unitária**

Nesta seção, são apresentados os resultados do teste de Dickey-Fuller Aumentado (ADF) na série de preços da celulose do Brasil e dos Estados Unidos, realizado conforme o procedimento de Seddighi (2000), descrito anteriormente. Os resultados do teste para a série de preços em nível são descritos no Quadro 3.

Quadro 3 – Resultados do teste de ADF em nível para as séries mensais de preços da celulose no Brasil e nos Estados Unidos, novembro de 2002 a fevereiro de 2009.

Modelo	Estatística	Valores Críticos (5%)*	Valores Calculados	
			Preços do Brasil	Preços dos Estados Unidos
Com intercepto e tendência <sup>1</sup>	$\tau_\tau$	-3,47	-2,19	-2,19
	$\Phi_3$	6,73	3,29	3,61
	$\tau_{\beta\tau}$	2,81	1,72	1,47
	$\tau_{\alpha\tau}$	3,14	2,34	2,48
	$\Phi_2$	5,13	2,25	2,41
Somente com intercepto	$\tau_\tau$	-2,90	-2,06	-2,36
	$\tau_{\alpha\mu}$	2,56	1,78	2,21
	$\Phi_1$	4,86	1,82	2,48
Sem intercepto e sem tendência	$\tau_\tau$	-1,94	-0,29	-0,13

Fonte: Dados da pesquisa. <sup>1</sup> p-valor da tendência na série de preços do Brasil = 0,0885; p-valor da tendência na série dos Estados Unidos = 0,1440.

Nota: Os valores críticos  $\tau_\tau$  são do teste ADF. Os demais valores críticos estão em Seddighi et al (2000) e correspondem a 100 observações.

Com o teste ADF em nível para a série de preços do Brasil com intercepto e com tendência, observou-se um  $\tau_{calculado} = -2,19$ . Para os níveis de significância de 5%, o valor crítico de  $\tau_\tau$  é -3,47. Uma vez que o valor calculado é menor em módulo que o valor crítico, a hipótese nula de raiz unitária não pode ser rejeitada.

Testando o coeficiente da tendência, verificou-se um  $\tau_{\beta\tau}$  calculado da ordem de 1,72. O valor críticos de  $\tau_{\beta\tau}$  é 2,81 para um nível de significância de 5%. Como o valor calculado foi menor em módulo que o valor crítico, a hipótese nula de raiz unitária não pode ser rejeitada. Este resultado também foi verificado pela estatística  $\Phi_3$ . O próximo passo foi, então, testar o intercepto usando a estatística  $\tau_{\alpha\tau}$ . O valor crítico  $\tau_{\alpha\tau}$  para um nível de significância de 5% é 3,14. Como  $\tau_{\alpha\tau}$  calculada foi igual a 2,34, a hipótese

nula de raiz unitária não pode ser rejeitada, novamente. Este resultado, também é verificado por meio da estatística  $\Phi_2$ . Logo, deu-se continuidade ao processo, realizando o teste ADF somente com intercepto.

Neste caso, observou-se um  $\tau_{calculado} = 2,06$ . Para os níveis de significância de 5%, o valor crítico de  $\tau_{\tau}$  é -2,90. Portanto, a hipótese nula de raiz unitária não pode ser rejeitada. Os valores críticos  $\tau_{\alpha\mu}$  para um nível de significância de 5% é 2,56. Como  $\tau_{\alpha\mu}$  calculado corresponde a 1,78, a hipótese nula de raiz unitária não pode ser rejeitada. Este resultado também ocorre pela estatística  $\Phi_1$ .

No próximo passo, ou seja, a realização do teste ADF sem intercepto e sem tendência, foi observado um  $\tau_{calculado} = -0,29$ . Como o  $\tau_{crítico}$  é -1,94 para um nível de significância de 5%, a hipótese nula de raiz unitária não pode ser rejeitada. Portanto, constata-se que a série de preços do Brasil possui raiz unitária, encerrando-se o procedimento.

Com relação à série de preços dos Estados Unidos, considerando o modelo com constante e com tendência para realizar o teste de ADF em nível, foi verificado que  $\tau_{calculado}$  é -2,19 e  $\tau_{crítico}$  com 5% de significância é de -3,47. Assim, a hipótese nula de raiz unitária não pode ser rejeitada.

Comparando os valores críticos de  $\tau_{\beta\tau}$ , apresentados anteriormente, com  $\tau_{\beta\tau}$  calculado = 1,47, conclui-se que a hipótese nula de raiz unitária não pode ser rejeitada. O mesmo foi constatado pela estatística  $\Phi_3$ .

Testando o intercepto usando a estatística  $\tau_{\alpha\tau}$ , tem-se  $\tau_{\alpha\tau}$  calculado igual a 2,48. Como este valor é menor em módulo que o valor crítico  $\tau_{\alpha\tau}$ , a hipótese nula de raiz unitária não pode ser rejeitada.

Continuando o processo com o teste ADF somente com intercepto, observou-se um  $\tau_{calculado} = -2,36$ . Para os níveis de significância de 5%, o valor crítico de  $\tau_{\tau}$  é -2,90. Por conseguinte, a hipótese nula de raiz unitária não pode ser rejeitada. Comparando  $\tau_{\alpha\mu}$  calculado (2,21) com o valor crítico  $\tau_{\alpha\mu}$  para um nível de significância de 5%, não se pode rejeitar a hipótese nula de raiz unitária. O mesmo se observa pela estatística  $\Phi_1$ .

Realizando o teste ADF sem intercepto e sem tendência, foram observados um  $\tau_{calculado} = -0,13$  e  $\tau_{critico} = -1,94$  para 5% de significância. Com isso, a hipótese nula de que a série possui raiz unitária não pode ser rejeitada, encerrando-se o procedimento.

Como as séries sob análise não são estacionárias em nível, partiu-se para a realização do teste ADF em primeira diferença. Os resultados encontrados estão apresentados no Quadro 2.

Quadro 4 – Resultados do teste de ADF em primeira diferença para as séries mensais de preços da celulose no Brasil e nos Estados Unidos, novembro de 2002 a fevereiro de 2009.

Modelo	Valores Críticos (5%)*	Estatística	Valores Calculados	
			Preços do Brasil	Preços dos Estados Unidos
Com intercepto e tendência <sup>1</sup>	-3,47	$\tau_{\tau}$	-3,67	-3,57

Fonte: Dados da pesquisa. <sup>1</sup> p-valor da tendência = 0,0131; <sup>2</sup> p-valor da tendência = 0,0704. Obs.: Os valores críticos  $\tau_{\tau}$  são do teste ADF.

Analisando a série de preços do Brasil em primeira diferença com constante e com tendência, observou-se que  $\tau_{calculado}$  é igual a -3,67 e  $\tau_{critico}$  com significância de 5% de -3,47. Como  $\tau_{calculado}$  é maior que  $\tau_{critico}$  em módulo, a hipótese nula de raiz unitária pode ser rejeitada. Com isso, encerrou-se o processo, concluindo-se que a série de preços do Brasil é estacionária na primeira diferença.

Na série de preços dos Estados Unidos em primeira diferença com constante e com tendência, o  $\tau_{calculado}$  é de -3,57. Como  $\tau_{critico}$  com significância de 5% é -3,47, a hipótese nula de raiz unitária pode ser rejeitada. Então, encerrou-se o processo, verificando-se que a série de preços dos Estados Unidos é estacionária na primeira diferença como a do Brasil.

Sintetizando, o teste de raiz unitária revelou que as séries de preço do Brasil e dos Estados Unidos possuem a mesma ordem de integração. Elas são integradas de ordem 1, ou seja, são I(1).

### 3.2 Testes de Johansen para cointegração

Segundo os critérios de Akaike (AIC), Schwarz (SC) e Hannan-Quinn (HQ), o modelo VAR deve possuir duas defasagem (Quadro 5). Em outras palavras, esses critérios indicaram um VAR (2).

Quadro 5 – Determinação do número de defasagens do modelo VAR.

Lag	AIC	SC	HQ
0	-5,714441	-5,584928	-5,663059
1	-9,558933	-9,299906	-9,456168
2	-10,47887*	-10,09033*	-10,32472*
3	-10,39566	-9,877606	-10,19013
4	-10,31694	-9,669374	-10,06003
5	-10,29772	-9,520635	-9,989422
6	-10,23024	-9,323651	-9,870569
7	-10,23876	-9,202653	-9,827702

Fonte: Dados da Pesquisa. \* indica a ordem selecionada pelo critério.

Com relação à escolha do modelo de estimação, aplicou-se o que não considera tendências determinísticas lineares nos dados em nível e nem interceptos nas equações de cointegração, pois os p-values do componente de tendência na série de preços dos Estados Unidos foram não significativos, Quadro 3, assim como o intercepto da equação de cointegração.

Os resultados do teste de Johansen para determinar o número de vetores de cointegração, obtidos pelos testes do traço e do máximo autovalor, são apresentados no Quadro 6.

Quadro 6 - Resultados do teste de cointegração de Johansen para as séries mensais de preços da celulose no Brasil e nos Estados Unidos, novembro de 2002 a fevereiro de 2009.

Hipótese nula	Teste do Traço	Valor Crítico (5%)	Teste do máximo autovalor	Valor Crítico (5%)
$r=0$	30,11786 *	25,32	22,12769 *	18,96
$r\leq 1$	7,990166	12,25	7,990166	12,25

Fonte: Dados da pesquisa. \*indica rejeição da hipótese nula a 5% de significância.

Verifica-se no Quadro 6 que a hipótese nula de que não há nenhum vetor de cointegração foi rejeitada em nível de 5%. Em função deste resultado, pode-se inferir que as séries de preço da celulose analisadas apresentam um vetor de cointegração.

O Quadro 7 apresenta o vetor de cointegração. A normalização foi efetuada considerando-se que o valor da estimativa do coeficiente da variável preço no Brasil assumiu valor igual à unidade. A estimativa do coeficiente de longo prazo  $\beta$  para a variável preço nos Estados Unidos mostrou que 98,81% das variações nos preços da celulose nesse país foram transmitidas para o preço no Brasil no longo prazo.

Quadro 7 – Estimativa do parâmetro de longo prazo  $\beta$  para as séries mensais de preços da celulose no Brasil e nos Estados Unidos, novembro de 2002 a fevereiro de 2009.

Séries	Estimativa do parâmetro de longo prazo $\beta$
Preço no Brasil	1,0000
Preço nos Estados Unidos	-0,9881* (0,00307)**

Fonte: Resultados da pesquisa. \* significativo em nível de 1%; \*\* o valor entre parêntese indica o desvio padrão.

O fato de os Estados Unidos serem um grande produtor e um dos principais exportadores e consumidores mundial de celulose pode ter favorecido a influência dos preços nesse país sobre os preços domésticos.

A desregulamentação do mercado interno, que ocorreu a partir da década de 90, também pode estar explicando a integração verificada, pois os produtos em geral ficaram mais expostos às condições de oferta e demanda global, e os países produtores deixaram de exercer controle direto sobre os preços.

Soma-se a isso o desenvolvimento da infraestrutura da informação que possibilita a obtenção de informação tão logo ela surja, aumentando a habilidade das empresas nas negociações e facilitando uma resposta adequada às condições de mercado a curto prazo. Os índices semanais de preços da celulose publicados pela empresa finlandesa Foex Ltd são utilizados como referência pelos investidores, e o surgimento da *internet* permitiu uma transferência de informação de modo muito mais rápido.

Com base nos resultados apresentados no Quadro 8, observou-se que a hipótese nula sobre os parâmetros  $\beta_{Brasil}$  e  $\beta_{Estados Unidos}$  pode ser rejeitada. Assim, os movimentos de preços no Brasil e no mercado dos Estados Unidos foram significativamente relevantes no estabelecimento do padrão de equilíbrio de longo prazo. Além disso, estes mercados podem ser considerados integrados, no período analisado, de modo que choques ocorridos em um mercado foram repassados para o outro no longo prazo.

Como esses mercados estavam integrados, foi testada a hipótese de perfeita integração entre eles, verificando-se a rejeição dessa hipótese. Assim, pode-se dizer que a alteração de preços em um mercado não foi completamente transmitida ao outro mercado no longo prazo. Portanto, a partir deste resultado, constata-se que a Lei do Preço Único não foi perfeitamente verificada para o mercado da celulose no período analisado (Quadro 8). A ausência da perfeita integração pode ser resultado de custos de transação relacionados a fretes, taxas portuárias, entre outros, conforme observou Cunha (2008), numa análise semelhante à do presente trabalho, porém, com o mercado de café.

Contudo, pode-se inferir que quando os preços da celulose se alteram nos Estados Unidos, o preço interno pode se alterar num percentual considerável no Brasil.

Quadro 8 – Teste de significância de restrição sobre o parâmetro de longo prazo ( $\beta$ ) do vetor de cointegração.

Hipótese nula	Razão de Verossimilhança	Valor crítico (5%)
$\beta_{Brasil} = 0$	5,75*	3,84
$\beta_{Estados Unidos} = 0$	5,77*	3,84
$\beta_{Brasil} = \beta_{Estados Unidos}$	5,76*	3,84

Fonte: Dados da pesquisa. \* indica rejeição a 5% de significância.

Observando o Quadro 9, pode-se dizer que 11,54% do desequilíbrio de curto prazo referente à trajetória de longo prazo foi corrigido a cada mês. Verificou-se, então, que esses desequilíbrios transitórios são corrigidos lentamente.

Quadro 9 – Estimação do VEC referente à variável preço da celulose no Brasil, novembro de 2002 a fevereiro de 2009.

Variável explicativa	Coefficiente estimado	Estatística t	Desvio padrão
$u_{t-1}$	-0,115409*	-2,02184	0,05708

Fonte: Dados da pesquisa. \* significativo em nível de 5%.

Os testes de hipótese sobre o parâmetro  $\alpha$  revelaram que na série de preços do Brasil a hipótese de exogeneidade fraca foi rejeitada, isto é, os níveis dos preços no Brasil reagiram a desequilíbrios transitórios que ocorreram nos níveis dos preços dos Estados Unidos. Já a série de preços dos Estados Unidos se revelou exógena fraca com respeito ao equilíbrio de longo prazo. Em outras palavras, como esperado, as cotações dos Estados

Unidos influenciaram os níveis de preços no Brasil. Além disso, constatou-se que ambos os mercados retornam a um dado desequilíbrio a velocidades estatisticamente diferentes (Quadro 10).

Quadro 10 – Teste de significância de restrição sobre o parâmetro  $\alpha$  do vetor de cointegração.

Hipótese nula	Razão de Verossimilhança	Valor crítico (5%)
$\alpha_{Brasil} = 0$	4,14*	3,84
$\alpha_{Estados Unidos} = 0$	0,01 **	3,84
$\alpha_{Brasil} = \alpha_{Estados Unidos}$	4,79 *	3,84

Fonte: Dados da pesquisa. \* indica rejeição a 5% de significância; \*\* indica aceitação a 5% de significância.

### 3.3. Decomposição da Variância e Função de Impulso Resposta

Para melhor avaliar a relação existente entre o preço da celulose no Brasil e nos Estados Unidos, esta seção mostra a decomposição da variância dos erros de previsão do preço da celulose nos Estados Unidos e no Brasil e a função de impulso-reposta.

Com base nos dados do Quadro 11, verificou-se que o preço da celulose no Brasil sofreu influência considerável do preço nos Estados Unidos. No primeiro e no segundo mês, o preço da celulose nos Estados Unidos explicou 21,84% e 39,95% das variações no preço da celulose no Brasil, respectivamente. Mas foi no sétimo mês que o preço da celulose nos Estados Unidos explicou a maior parcela do preço da celulose no Brasil, 76,73%. Por outro lado, o preço da celulose no Brasil explica uma parcela pequena do erro de previsão. No primeiro mês, o preço da celulose no país não explicou o preço da celulose nos Estados Unidos. No segundo mês, o preço da celulose no Brasil explicou 0,88% do preço da celulose nos Estados Unidos. Raciocínio análogo pode ser feito para os outros períodos (Quadro 11).

Sendo assim, a análise da decomposição da variância também confirmou o resultado do teste de significância de restrição sobre o parâmetro  $\alpha$ .

Quadro 11 – Decomposição da variância dos erros de previsão do preço da celulose, em porcentagem.

Mês	Decomposição da Variância dos Estados Unidos		Decomposição da Variância do Brasil	
	Preço nos Estados Unidos	Preço no Brasil	Preço no Estados Unidos	Preço no Brasil
1	100,0000	0,000000	21,84015	78.15985
2	99,11377	0,886234	39,95844	60.04156
3	99,51112	0,488875	55,34553	44.65447
4	99,64109	0,358905	64,36661	35.63339
5	98,42715	1,572850	70,82015	29.17985
6	94,44242	5,557577	74,91893	25.08107
7	86,65149	13,34851	76,73398	23.26602
8	76,58245	23,41755	76,04503	23.95497
9	67,29132	32,70868	73,09585	26.90415
10	61,03886	38,96114	68,75681	31.24319
11	57,97574	42,02426	64,16116	35.83884
12	57,31095	42,68905	60,24345	39.75655

Fonte: Dados da pesquisa.

No tocante à função de impulso resposta, os resultados são apresentados no Quadro 12. Ressalta-se que foi discutido o impacto do preço da celulose nos Estados Unidos sobre o preço da celulose no Brasil, em cada mês, em termos de elasticidades e vice-versa.

Quadro 12 – Elasticidade-impulso resposta dos preços da celulose no Brasil e nos Estados Unidos.

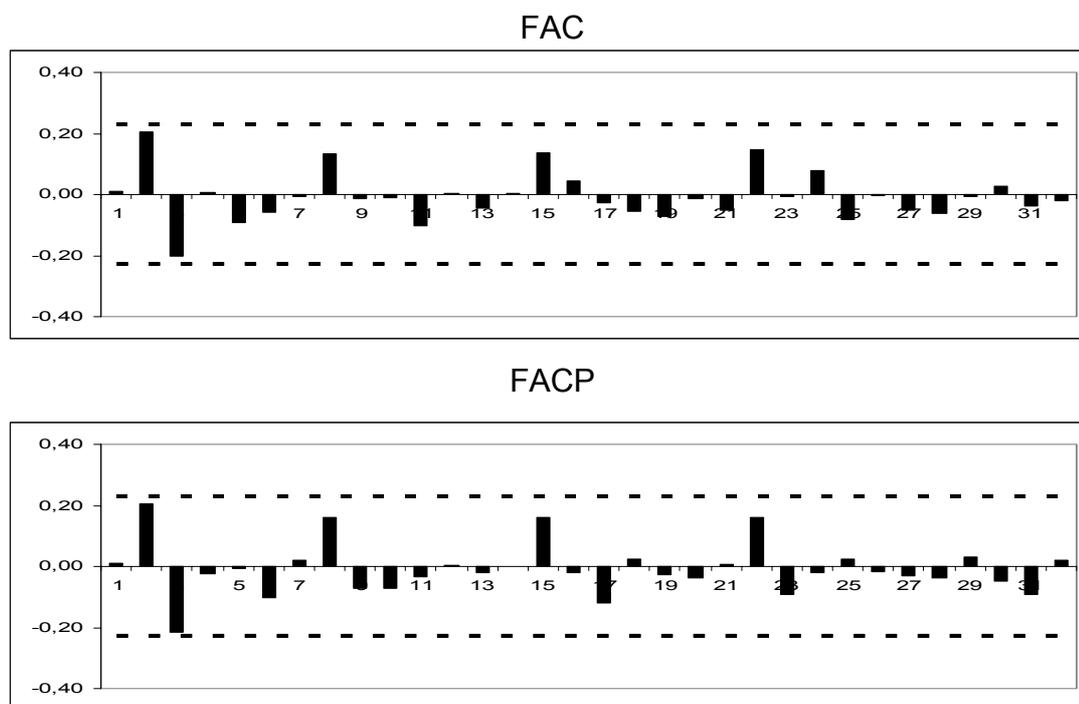
Período	Resposta dos Estados Unidos		Resposta do Brasil	
	Preço nos Estados Unidos	Preço no Brasil	Preço no Estados Unidos	Preço no Brasil
1	0,017711	0,000000	0,010558	0,019973
2	0,028845	0,003201	0,021640	0,021731
3	0,039706	0,001769	0,031266	0,019630
4	0,040605	-0,001540	0,034914	0,016747
5	0,036365	-0,008674	0,034940	0,010486
6	0,025767	-0,016826	0,030773	0,002871
7	0,013270	-0,025147	0,024600	-0,005233
8	6,61E-05	-0,031486	0,017169	-0,012585
9	-0,011246	-0,035205	0,009829	-0,018591
10	-0,020198	-0,035696	0,002951	-0,022734
11	-0,026214	-0,033315	-0,003063	-0,025000
12	-0,029753	-0,028540	-0,008270	-0,025477

Fonte: Dados da pesquisa.

Os dados do Quadro 12 revelaram que no primeiro mês um aumento inesperado de 10% no preço da celulose nos Estados Unidos tende a levar ao aumento no preço no Brasil em 0,10%. No segundo mês, um aumento inesperado de 10% no preço da celulose nos Estados Unidos aumentou o preço no Brasil em 0,21%. De forma semelhante, podem ser interpretadas as elasticidades nos demais períodos. Constatou-se, também, que o incremento inesperado no preço da celulose no Brasil não afetou o preço nos Estados Unidos até o quinto mês.

### 3.4. Avaliação do VEC

Com relação à avaliação do VEC, verificou-se pela FAC e pela FACP<sup>18</sup> que o comportamento médio dos seus resíduos foi satisfatório, obtendo-se resíduos próximos a um ruído branco (Figura 2). Então, constata-se que o modelo foi satisfatório para as estimações realizadas.



Fonte: Dados da Pesquisa.

Figura 2 - Correlograma dos resíduos do VEC.

Pelo Quadro 13 é reforçada a existência de resíduos ruído branco<sup>19</sup>, uma vez que o valor calculado de ADF é maior em módulo que o valor crítico em nível de 1% de probabilidade.

Sendo assim, o modelo foi satisfatório para as estimações realizadas.

<sup>18</sup> Para uma série estacionária, pode-se definir a autocorrelação entre  $y_t$  e  $y_{t-s}$  como  $\rho_s = \gamma_s / \gamma_0$ . A FAC mostra os valores de  $\rho_s$  para valores crescentes de  $s$ . A FACP mede a intensidade da relação entre duas observações da série, controlando (mantendo constante) o efeito das demais. Se, por exemplo, numa série mensal, os valores de  $y_t$  forem altamente correlacionados com os valores de  $y_{t-12}$ , então a função de autocorrelação parcial deveria exibir um pico na defasagem 12, e nenhum valor significativo nas demais (ENDERS, 1995).

<sup>19</sup> Uma sequência  $(\varepsilon_t)$  é dita ruído branco se cada valor da série tiver média zero, variância constante, e não apresentar correlação serial (ENDERS, 1995).

Quadro 13 – Resultados do teste ADF em nível nos resíduos do VEC.

Modelo	Estatística	Valores Críticos (1%)	Valor Calculado
Com intercepto e tendência	$\tau_\tau$	-4,09	-8,47

Fonte: Dados da pesquisa.

#### 4. CONCLUSÃO

Com base nos resultados encontrados, concluiu-se que um grande percentual das variações nos preços da celulose nos Estados Unidos, no longo prazo, foi repassado para o mercado brasileiro, no período de novembro de 2002 a fevereiro de 2009.

Constatou-se que esses mercados não são perfeitamente integrados, uma vez que a hipótese de perfeita integração entre eles foi rejeitada. Assim, a Lei do Preço Único não foi perfeitamente verificada para o mercado da celulose no referido período. Os preços no Brasil foram influenciados pelos preços dos Estados Unidos. Porém, o contrário não foi verdadeiro.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, D. R. D. Transmissão de Preços Mensais entre os Mercados Externo e Interno: Uma aplicação do Modelo de Mundlak-Larson. **Revista de Economia e Sociologia Rural**. Brasília, v. 33, n. 4, p. 43-59, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL – BRACELPA. **Reflorestamento**. (2009). Disponível em: <<http://www.bracelpa.org.br/bra/saibamais/reflorestamento/index.html>>. Acesso em 20/02/2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL – BRACELPA. **Setor de Celulose e Papel**. 2008. Disponível em: <[http://www.bracelpa.org.br/bra/eveventos\\_bracelpa/press\\_release.pdf](http://www.bracelpa.org.br/bra/eveventos_bracelpa/press_release.pdf)>. Acesso em: 03/04/2008.

ASSOCIAÇÃO MINEIRA DE SILVICULTURA – AMS. **Por dentro do Eucalipto: Aspectos sociais, ambientais e econômicos do seu cultivo.** (2008). Disponível em: <<http://www.showsite.com.br>>. Acesso em: 14/03/2008.

BARBOSA, M. Z.; MARGARIDO, M. A.; NOGUEIRA JÚNIOR, S. Análise da elasticidade de transmissão de preços no mercado brasileiro de algodão. **Nova Economia**, Belo Horizonte, v.12, n.2, p.79-108, jul./dez.2002.

BITTENCOURT, M. V. L.; BARROS, G.S.C. Relações de Preços de Frango nas Regiões Sul e Sudeste do Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**. Brasília, v. 34, n. 3, p. 147-172, 1996.

BUONGIORNO, J.; UUSIVUORI, J. The Law of One Price in the trade of forest products: Co-Integration Tests for U.S. exports of pulp and paper. **Forest Science**, v.38, n.3, p.539-553, 1992.

CARVALHO, K. H.; SILVA, M. L. da; SOARES, N. S. Competitiveness of Brazilian Wood Pulp in the International Market. **Cerne**, Lavras, v. 15, n. 4, p. 383-390, out./dez. 2009.

CELULOSE ONLINE. **Cotações de C&P.** Disponível em: <<http://www.celuloseonline.com.br/>>. Acesso em: 11/02/2008.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA – CEPEA. **Informativo CEPEA – Setor Florestal.** Vários números. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/>>. Acesso em: 11/02/2008.

COELHO, A. B. **A Cultura do Algodão e a Questão da Integração entre Preços Internos e Externos.** São Paulo, SP: USP, 2002. 136 f. Dissertação (Mestrado em Economia), Universidade de São Paulo, 2002.

COELHO, F. C. **Análise do Mecanismo de Transmissão de Preços de Laranja e Soja entre os Mercados Externo e Interno.** Viçosa, MG: UFRV,

1996. 94 f. Dissertação (Mestrado em Economia Rural), Universidade Federal de Viçosa, 1996.

CUNHA, D. A. da. **Integração de Preços no Mercado Internacional de Café**. Viçosa, MG: UFV, 2008. 105 f. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada), Universidade Federal de Viçosa, 2008.

DORES, A. M. B. das; CHAGAS, F. B. das; MATTOS, R. L. G. de; GONÇALVES, R. M. **Panorama Setorial: Setor Florestal, Celulose e Papel**. (2007). Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br>>. Acesso em: 12/010/2009.

ENDERS, W. **Applied Econometric Time Series**. New York: John Wiley, 1995. 433p.

EViews. **User's Guide**. Irvine: QMS, 2004. 978 p. (Versão 5.0).

FAMINOW, M. D.; BENSON, B. L. Integration of espacial market. **American Journal of Agricultural Economics**, 72 (1): p. 49-62, 1990.

FOEX Index Ltd. Disponível em: <<http://www.foex.fi>>. Acesso em: 20/02/2009.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION - FAO. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 23/02/2009.

GOODWIN, B. K.; PIGGOT, N. E. Spatial market integration in the presence of threshold effects. **American Journal of Agricultural Economics**, 83 (2): p. 302-317, 2001.

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

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

HÄNNINEN, R. H. The Law of One Price in United Kingdom Soft Sawnwood Imports – a Cointegration Approach. **Forest Science**, v. 44, n. 1; p. 17 - 23, 1998.

HÄNNINEN, R. H.; TOPPINEN, A.; RUUSKA, P. Testing arbitrage in newsprint imports to United Kingdom and Germany. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 27, p. 1946 – 1952, 1997.

HARRIS, R. I. D. **Using Cointegration Analysis in Econometric Modelling**. London: Prentice Hall/Harvester Wheatsheaf, 1995. 176 p.

JUVENAL, T. L.; MATTOS, R. L. G. (2002). **BNDES 50 Anos - Histórias Setoriais: O Setor de Celulose e Papel**. Disponível em: <[http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes\\_pt/Institucional/Publicacoes/Consulta\\_Expressa/Setor/Produtos\\_Florestais/200212\\_17.html](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Publicacoes/Consulta_Expressa/Setor/Produtos_Florestais/200212_17.html)>. Acesso em: 15/12/2009.

KAINULAINEN, T.; TOPPINEN, A. Testing integration in main European paper markets under floating and fixed exchange rates. **Forest Policy and Economics**, v. 9, p. 372 – 379, 2006.

KRUGMAN, P. R.; OBSTFELD, M. **Economia Internacional: Teoria e Política**. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2005, 6ª ed, 558 p.

LUTKPOHL, H. **Introduction to multiple time series analysis**. 2.ed. Berlin: Springer-Verlag, 2004. 545 p.

MARGARIDO, M. A. **Transmissão de Preços Agrícolas Internacionais sobre Preços Agrícolas Domésticos: O Caso do Brasil**. Piracicaba, SP: ESALQ, 2001. 74 f. Tese (Doutorado em Ciências – Área de Concentração:

Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

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

MELO, L. Q. de. **Relação entre os Preços Nacionais e Internacionais da Madeira**. Lavras, MG: UFLA, 2008. 53 f. Dissertação (Mestrado em Administração– Área de Concentração: Dinâmica e gestão de cadeias produtivas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

NOGUEIRA, F. T. P. **Integração Espacial e Efetividade do “Hedge” no Mercado Brasileiro de Café Arábica**. Viçosa, MG: UFV, 2001. 147 f. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

NOGUEIRA, F. T. P.; AGUIAR, D. R. D.; LIMA, J. E. Integração Espacial no Mercado Brasileiro de Café Arábica. **Nova Economia**, Belo Horizonte, v. 15, n. 2, p. 91 – 112, maio – agosto de 2005.

NYRUD, A. Q. Integration in the Norwegian pulpwood market: domestic prices versus external trade. **Journal of Forest Economics**, v. 8, p. 213 - 225, 2002.

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

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

ROCHA, S. S. **Sustentabilidade no Setor Brasileiro de Papel e Celulose:** uma Análise Comparativa entre Empresas Nacionais e Transnacionais. Araraquara, UNESP, 2006. 133 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Estadual Paulista.

ROSADO, P. L. **Integração Espacial entre os Mercados Brasileiros de Suínos.** Viçosa, MG: UFV, 2006. 117 f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SEDDIGHI, H.R., LAWYER, K.A., KATOS, A.V. **Econometrics** – A Pratical Approach. London: Routledge, 2000. 396 p.

SEXTON, R. J.; KLING, C. L.; CARMAN, H. F. Market integration, efficiency of arbitrage, and imperfect competition: methodology and application to U.S. celery. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 73, n. 3, p. 569-580, 1991.

SIQUEIRA, K. B. **The Dinamics of Farm Milk Prices Formation in Brazil.** Viçosa, MG: UFV, 2007. 126 f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SOARES, N. S.; SILVA, M. L.; LIMA, J. E. de; ROSADO, P. L. Relação entre os preços da borracha natural nos mercados doméstico e internacional. **Revista de Política Agrícola**, Ano XVII, n.3, jul./ago./set., p. 51 -63, 2008.

TOIVONEN, R.; TOPPINEN, A., TILLI, T. Integration of roundwood markets in Austria, Finland and Sweden. **Forest Policy and Economics**, v. 4, p. 33 - 42, 2002.

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

WANG, D.; TOMEK, W. G. Commodity Prices and Unit Root Test. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 89, n. 4, p. 873 – 889, 2007.

### **ARTIGO 3**

**Previsão dos Preços da Celulose de Fibra Curta,  
em São Paulo, Brasil**

## **Previsão dos Preços da Celulose de Fibra Curta, em São Paulo, Brasil**

**RESUMO:** O Brasil é o maior produtor mundial de celulose de fibra curta. No presente trabalho buscou-se a elaboração de um modelo para prever o preço da celulose de fibra curta, em São Paulo, Brasil, utilizando a metodologia de Box e Jenkins em observações mensais, cobrindo o período de novembro de 2002 a julho de 2009. Os resultados obtidos indicaram que o modelo adequado para efetuar as previsões do preço da celulose de fibra curta foi um ARIMA (0,1,1).

Palavras-chave: Séries Temporais; Modelo ARIMA; Previsão de Preços.

## **Hardwood Pulp Price Forecasting in São Paulo, Brazil**

**ABSTRACT:** Brazil is the largest hard wood pulp-producing country, worldwide. This work aimed to elaborate a price forecasting model for hardwood pulp in São Paulo, Brazil, using the Box and Jenkins methodology in monthly observations, during the period from November 2002 to July 2009. The results showed that ARIMA (0,1,1) was the model appropriate for hardwood pulp price forecasting.

Keywords: Time Series; ARIMA Model; Price Forecasting.

### **1. INTRODUÇÃO**

O Brasil tem se destacado como um dos principais produtores e fornecedores de celulose do mundo, principalmente de celulose de fibra curta (FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION – FAO, 2009; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL – BRACELPA, 2008).

A produção da celulose de fibra curta desenvolveu-se no Brasil, acentuadamente a partir da década de 60, quando superou a produção da celulose de fibra longa, e o país passou a produzir papel com 100% de celulose de fibra curta (GOMIDE, 1988).

Em 2007, a produção nacional de celulose de fibra curta foi de, aproximadamente, 10.000.000 de toneladas, representando cerca de 90% da produção total de celulose no país, sendo São Paulo (35,1%), Espírito

Santo (21,3%), Bahia (19,1%) e Minas Gerais (11,6%), os estados com maior participação na produção nacional. Os demais estados juntos foram responsáveis por 12,9% do total produzido internamente (BRACELPA, 2008).

Com relação às exportações brasileiras de celulose de fibra curta, elas representaram 99% das exportações nacionais de celulose e somaram cerca de US\$5 bilhões em 2008 (BRACELPA, 2009).

Em 2008, o segmento de celulose e papel gerou 114 mil empregos diretos (67 mil nas indústrias e 47 mil nas florestas) e 570 mil empregos indiretos. Pagou R\$2,2 bilhões em impostos e exportou um total de US\$ 5,8 bilhões (BRACELPA, 2009).

Por ser um produto de grande importância para a economia brasileira, pesquisas que buscam estimar modelos para previsão dos preços da celulose de fibra curta no Brasil são fundamentais para as empresas, por fornecerem orientações sobre os melhores meios de selecionar seus empreendimentos, dimensionar suas vendas e planejar o volume de estoques, e para o governo, pois pode subsidiar o planejamento de políticas para o desenvolvimento do setor no país.

A possibilidade de antever o comportamento dos preços pode ser decisiva no que diz respeito às pretensões dos exportadores, principalmente quando se trata de um país de presença tão incisiva no mercado mundial de celulose.

Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo elaborar um modelo para prever o preço da celulose de fibra curta. Especificamente, pretendeu-se estimar um modelo que permita prever os preços da celulose de fibra curta em São Paulo, com base em técnicas estatísticas de previsão.

## **2. METODOLOGIA**

### **2.1. Referencial Teórico**

Para fornecer respostas a este estudo, tomou-se como referência a metodologia desenvolvida por Box e Jenkins (1976), que consiste em quatro etapas:

i) Identificação: Compreende um conjunto de procedimentos com o objetivo de proporcionar uma ideia apropriada da estrutura do modelo (FISHER, 1982).

Segundo Rocha (2003), existem as seguintes classes de modelos.

- Média Móvel (MA): No modelo de média móvel (MA), a série temporal  $Y_t$  é resultado da combinação linear dos termos aleatórios em  $t$  e em períodos anteriores. Em sua forma geral ou um MA(q), leva em consideração  $q$  valores defasados de  $\varepsilon$  (equação 1):

$$Y_t = \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} \dots \dots \dots \theta_p \varepsilon_{t-p} \quad (1)$$

em que  $\theta$  = parâmetro; e  $\varepsilon_t$  = termos aleatórios.

- Autorregressivo (AR): No caso do modelo autorregressivo (AR), a série temporal  $Y_t$  é descrita somente pelos seus valores realizados e pelos termos aleatórios. O referido modelo de ordem  $p$  AR(p) será o resultado da soma ponderada de seus  $p$  valores passados e dos termos aleatórios (equação 2):

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots \dots \dots + \phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t \quad (2)$$

em que  $\phi_t$  = parâmetro; e  $\varepsilon_t$  = termos aleatórios.

- Média Móvel Autorregressivo (ARMA): No modelo Média Móvel Autorregressivo (ARMA), a série temporal  $Y_t$  é função de seus valores históricos e de termos aleatórios corrente e passados. Generalizando, este modelo é representado como (equação 3):

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \dots \dots \dots + \phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \dots \dots \dots - \theta_p \varepsilon_{t-p} \quad (3)$$

- Média Móvel Autoregressivo e Integrado (ARIMA): Se a série temporal analisada não for estacionária em nível, devem-se aplicar diferenças até que a condição de estacionariedade se torne válida. O número de diferenças necessárias é denominado ordem de integração (I). Sendo  $Y_t$  estacionária, após ser diferenciada  $d$  vezes, com a série derivada deste processo podendo ser descrita como um modelo ARMA(p,q), diz-se que a série temporal  $Y_t$  segue um modelo ARIMA(p,d,q) (equação 4).

$$W_t = \phi_1 W_{t-1} + \dots \dots \dots + \phi_p W_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \dots \dots \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (4)$$

em que  $W_t = \Delta^d Y_t$

- Modelos Sazonais:

- Modelo Sazonal Autorregressivo (SAR(P)): O Modelo Sazonal Autorregressivo (SAR(P)) corresponde à versão sazonal do AR(p) (equação 5):

$$Y_t = \Phi_1 Y_{t-S} + \Phi_2 Y_{t-2S} + \dots + \Phi_p Y_{t-pS} + \varepsilon_t \quad (5)$$

- Modelo sazonal de média móvel (SMA(Q)): O modelo sazonal de média móvel (SMA(Q)) é equivalente à versão sazonal do MA(q) (equação 6):

$$Y_t = \varepsilon_t - \Theta_1 \varepsilon_{t-S} - \Theta_2 \varepsilon_{t-2S} - \dots - \Theta_Q \varepsilon_{t-QS} \quad (6)$$

- Modelo Sazonal Autorregressivo de Média Móvel (SARMA(P,Q)): O Modelo Sazonal Autorregressivo de Média Móvel (SARMA(P,Q)) corresponde à versão sazonal do ARMA(p,q) (equação 7):

$$Y_t = \Phi_1 Y_{t-S} + \Phi_2 Y_{t-2S} + \dots + \Phi_p Y_{t-pS} + \varepsilon_t - \Phi_1 \varepsilon_{t-S} - \dots - \Phi_Q \varepsilon_{t-QS} \quad (7)$$

- Modelo Sazonal Aautorregressivo Integrado de Média Móvel (SARIMA(P,D,Q)), dedica-se a séries originais não estacionárias, que após D diferenças sazonais podem ser descritas por um processo estocástico sazonal estacionário SARMA(P,Q). O referido modelo em sua forma generalizada pode ser representado como (equação 8).

$$W_t = \Phi_1 W_{t-S} + \dots + \Phi_p W_{t-pS} + \varepsilon_t - \Phi_1 \varepsilon_{t-S} - \dots - \Phi_Q \varepsilon_{t-QS} \quad (8)$$

Quando se consideram, em conjunto, as correlações temporais entre observações em períodos de tempo sucessivos, encontra-se o modelo sazonal multiplicativo geral ARIMA(p,d,q)x(P,D,Q), que combina os modelos ARIMA sazonal e não sazonal.

Para cada um desses modelos, a ordem pode variar. Deve-se optar por modelos de ordem 1 ou 2 com base no “princípio de parcimônia”, isto é, deve-se obter um modelo mais simples com um pequeno número de parâmetros para facilitar a compreensão e implementação e evitar os problemas de *overfitting* ou superajustamento<sup>20</sup>. Assim, ao visualizar o correlograma e o correlograma parcial, deve-se considerar o menor grau de defasagem (MARSHALL e OLIVER, 1995; SILVA e SILVA, 1996; GREENE, 1997).

---

<sup>20</sup> A esse respeito, ver Kennedy (1992) e Abraham e Ledolter (1983).

As principais ferramentas da identificação são a função de autocorrelação (FAC) (equação 9), a função de autocorrelação parcial (FACP) (equação 10) e os correlogramas resultantes, que são as representações gráficas das FACs e FACP (GUJARATI, 2000; ENDERS, 1995).

$$\rho_k = \frac{\gamma_k}{\gamma_0} \quad (9)$$

em que  $\rho_k$  = coeficiente de autocorrelação na defasagem  $k$ ;  $\gamma_k$  = covariância na defasagem, e  $k$ ;  $\gamma_0$  = variância.

$$\hat{\gamma}_k = \frac{\sum (Y_t - \bar{Y})(Y_{t+k} - \bar{Y})}{n}$$

$$\hat{\gamma}_0 = \frac{\sum (Y_t - \bar{Y})^2}{n} \quad (10)$$

$$\hat{\rho}_k = \frac{\hat{\gamma}_k}{\hat{\gamma}_0}$$

em que  $\hat{\gamma}_k$  = covariância amostral na defasagem  $k$ ;  $\hat{\gamma}_0$  = variância amostral; e  $\hat{\rho}_k$  = função de autocorelação amostral.

O intervalo de confiança de 95% para qualquer  $\hat{\rho}_k$ , seguindo uma distribuição normal padrão, é dado por (equação 11):

$$IC = \pm 1,96 * \sqrt{\frac{1}{n}} \quad (11)$$

em que IC = intervalo de confiança;  $\frac{1}{n}$  = variância; e  $n$  = número de observações.

Se um  $\hat{\rho}_k$  se localizar dentro do intervalo de confiança, aceita-se a hipótese de que o verdadeiro valor de  $\rho_k$  é zero e vice-versa.

A estatística Q de Box e Pierce pode ser utilizada para testar a hipótese conjunta de que todos  $\rho_k$  são simultaneamente iguais a zero. Essa estatística se distribui aproximadamente como a distribuição Qui-quadrado com  $m$  graus de liberdade e é definida como (equação 12):

$$Q = n \sum_{k=1}^m \hat{\rho}_k^2 \quad (12)$$

em que  $n$  = número de observações; e  $m$  = duração da defasagem.

Ressalta-se que um procedimento muito utilizado é identificar não só um único modelo, mas alguns modelos que serão então estimados e verificados.

ii) Estimação: Após a identificação do modelo apropriado, a próxima etapa é estimar os parâmetros dos termos autorregressivos e de média móvel incluídos no modelo.

iii) Avaliação: A avaliação consiste em checar se o modelo escolhido é adequado para os fins desejados. Isso pode ser verificado pelo comportamento da FAC e da FACP dos resíduos do modelo estimado, e por meio do teste de  $\chi^2$  de *Box-Pierce*, que compara o valor da estatística de teste com os valores tabelados da distribuição Qui-quadrado com  $k - p - q$  graus de liberdade. Para que o modelo seja considerado adequado, é necessário que os resíduos do modelo estimado sejam estimativas do ruído branco, ou seja, suas autocorrelações devem se comportar de maneira aleatória e devem ser não significativas (GUJARATI, 2000).

Além disso, pode-se fazer o teste ADF nos resíduos do modelo. Se a hipótese nula de raiz unitária for rejeitada, conclui-se que o modelo está corretamente especificado e vice-versa. Quando o modelo se mostra inadequado, volta-se à etapa identificação, conforme observou Miranda (2001).

iv) Previsão: Nesta etapa, verifica-se a confiabilidade da previsão do modelo. Para obter melhores resultados na utilização da metodologia de Box e Jenkins, a amostra deve ser de no mínimo 50 observações; a série deve ser estacionária, ou seja, a série deve variar em torno de uma média constante e de uma variância constante; e a série deve ser homocedástica, ou seja, deve possuir uma variância constante ao longo do tempo (SANTOS e LIMA, 2006).

Na área florestal, a metodologia de Box e Jenkins (1976) já foi utilizada em alguns trabalhos para previsão de preços.

Silva e Silva (1996), por exemplo, analisando o comportamento dos preços do carvão vegetal, no período de 1980 a 1992, constataram que o modelo ARIMA (1,1,1) forneceu boas estimativas e boa previsão para os preços da referida matéria-prima.

Coelho Junior et al. (2006a) dedicaram-se à análise das séries dos preços do metro cúbico de carvão vegetal, em Minas Gerais, utilizando os preços médios pagos por metro cúbico do período de janeiro de 1975 a dezembro de 2002. Os autores observaram que o modelo SARIMA (2,0,1)(0,1,1)<sub>12</sub> proporcionou melhor ajuste para previsão dos preços do metro cúbico de carvão vegetal no Estado de Minas Gerais.

Coelho Junior et al. (2006b), considerando o período de janeiro de 1999 a abril de 2004, constataram que o SARIMA (2,1,2)(0,1,0)<sub>12</sub> e o SARIMA (0,1,2)(0,1,0)<sub>12</sub> proporcionaram melhor ajuste para a previsão dos preços do carvão de origem plantada e de origem nativa, respectivamente.

Oliveira et al. (1977) utilizaram dados semanais de janeiro de 1973 a dezembro de 1975 para a previsão do preço futuro de diferentes tipos de madeira serrada nos Estados Unidos. O modelo ARIMA mostrou-se uma ferramenta eficaz na previsão do preço da madeira serrada para os dados utilizados.

Song (2003) utilizou a metodologia de Box-Jenkins para prever o preço da madeira serrada na região sul dos Estados Unidos, utilizando dados de janeiro de 1990 a dezembro de 2003. O autor concluiu que o melhor modelo para previsão do preço da madeira serrada foi o ARIMA(13,1,0).

Soares et al. (2008) constataram que o modelo ARIMA (2,1,1) forneceu boas estimativas para a previsão dos preços da borracha natural no Brasil, de janeiro a 1999 e setembro de 2007.

Coelho Junior et al. (2009) também estimaram um modelo para a previsão dos preços da borracha natural no Brasil. Porém, consideraram o período de janeiro de 1999 a junho de 2006. Os autores observaram que o modelo ARIMA (1,1,1) proporcionou melhor ajuste.

Almeida et al. (2009) estimaram um modelo para previsão do preço pago às exportações do compensado paranaense, no período de janeiro de 1989 a novembro de 2006, com base na metodologia Box e Jenkins (1976),

e concluíram que o modelo ARIMA (1,1,3) seria o melhor para a previsão do preço externo do compensado.

Cordeiro et al. (2009) elaboraram um modelo para prever o preço de exportação da madeira serrada de pinus no Brasil utilizando a metodologia de Box e Jenkins, considerando o período de janeiro de 1995 a agosto de 2007. Os autores verificaram que o modelo adequado para efetuar as previsões do preço de exportação da madeira serrada de pinus no Brasil foi um ARIMA (3,1,0).

## 2.2. Referencial Analítico

A seguir, são descritos os procedimentos para determinar um modelo de previsão de preços da celulose com base nas etapas da metodologia de Box e Jenkins.

i) Identificação: A ordem  $d$  do modelo foi verificada pelo teste de Dickey-Fuller aumentado (ADF), conforme os procedimentos de Seddighi et al. (2000) apresentados no artigo 2.

A ordem  $p$  e  $q$  do modelo foi analisada com base na FACP e na FAC, assim como a sazonalidade.

ii) Estimação: Com base na análise da FAC e da FACP, estimou-se o modelo de previsão de preços da madeira de eucalipto no Brasil pelo método Mínimos Quadrados Ordinários (MQO). O software utilizado foi o E-Views 5.0.

iii) Avaliação: Para avaliar a capacidade de previsão do modelo estimado, foram analisados o correlograma e os resultados do teste ADF nos resíduos do modelo.

Além disso, foram conduzidos os seguintes testes: raiz do erro de previsão quadrático médio (REPQM) (equação 13), que é uma medida do desvio da variável simulada em comparação com sua evolução temporal; erro absoluto médio (EAM) (equação 14); erro absoluto médio (PEAM) (equação 15); e Coeficiente de Desigualdade de Theil (equação 16) e os Componentes de sua Decomposição - Proporção de Tendenciosidade (equação 17), Proporção de Variância (equação 18) e Proporção de Covariância (equação 19) (EVIEWES, 2004).

$$REPQM = \sqrt{\frac{\sum_{t=T+1}^{T+h} (\hat{y}_t - y_t)^2}{h}} \quad (13)$$

$$EAM = \frac{\sum_{t=T+1}^{T+h} |\hat{y}_t - y_t|}{h} \quad (14)$$

$$PEAM = 100 \cdot \frac{\sum_{t=T+1}^{T+h} \left| \frac{\hat{y}_t - y_t}{y_t} \right|}{h} \quad (15)$$

$$CDT = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{t=T+1}^{T+h} (\hat{y}_t - y_t)^2}{h}}}{\sqrt{\frac{\sum_{t=T+1}^{T+h} \hat{y}_t^2}{h} + \frac{\sum_{t=T+1}^{T+h} y_t^2}{h}}} \quad (16)$$

$$PT = \frac{\left( \frac{\sum_{t=T+1}^{T+h} \hat{y}_t / h}{\bar{y}} - \bar{y} \right)^2}{\sum_{t=T+1}^{T+h} \left( \frac{\hat{y}_t - y_t}{h} \right)^2} \quad (17)$$

$$PV = \frac{\left( s_{\hat{y}} - s_y \right)^2}{\sum_{t=T+1}^{T+h} \left( \frac{\hat{y}_t - y_t}{h} \right)^2} \quad (18)$$

$$PC = \frac{2(1 - \gamma) s_{\hat{y}} s_y}{\sum_{t=T+1}^{T+h} \left( \frac{\hat{y}_t - y_t}{h} \right)^2} \quad (19)$$

Em que  $y$  = preço observado,  $\hat{y}$  = preço estimado,  $\bar{y}$  = média dos preços = desvio padrão dos preços,  $h$  = número de observações e  $t$  = tempo.

Um modelo adequado é aquele cujo Coeficiente de desigualdade de Theil seja pequeno (próximo de zero), os componentes de sua decomposição - Proporção de Tendenciosidade e Proporção de Variância sejam próximos de zero e a Proporção de Covariância seja próxima de um. Os componentes dos coeficientes de desigualdade de Theil são úteis para mostrar que o modelo de previsão é adequado.

Com relação às estatísticas relacionadas ao erro, seus resultados indicam o erro das previsões. Assim, o melhor é que o REPQM, EAM e PEAM apresentem valores baixos. Ressalta-se que se o coeficiente de desigualdade de Theil for igual a zero, isso indica um ajuste perfeito. Quanto mais próximo da unidade, pior o ajuste (EVIEWS, 2004; SANTOS e LIMA, 2006).

iv) Previsão: Depois de estimado e avaliado, foram realizadas 12 previsões para o modelo escolhido para visualizar melhor o poder preditivo do mesmo.

### **2.3. Fonte de dados**

Os dados utilizados referiam-se aos preços nominais mensais da celulose de fibra curta em São Paulo, Brasil, no período de novembro de 2002 a julho de 2009. Esses preços estão em US\$/tonelada e foram obtidos no Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada – CEPEA (CEPEA, 2009).

A utilização de preços nominais pode ser justificada pelo fato de que no período considerado para análise, a inflação foi baixa e apresentou tendência bem definida. Sendo assim, as estimativas obtidas a partir de preços correntes são muito semelhantes às obtidas utilizando preços reais, portanto, é dispensável calcular previamente os preços reais (CÉZAR et al., 1995).

O tamanho da amostra, a decisão de utilizar dados mensais e a escolha da região para análise foram definidos em função da disponibilidade de dados.

Ressalta-se que nas estimativas foram deixadas de fora as doze últimas observações com objetivo de fazer uma previsão prévia para melhor avaliar o modelo.

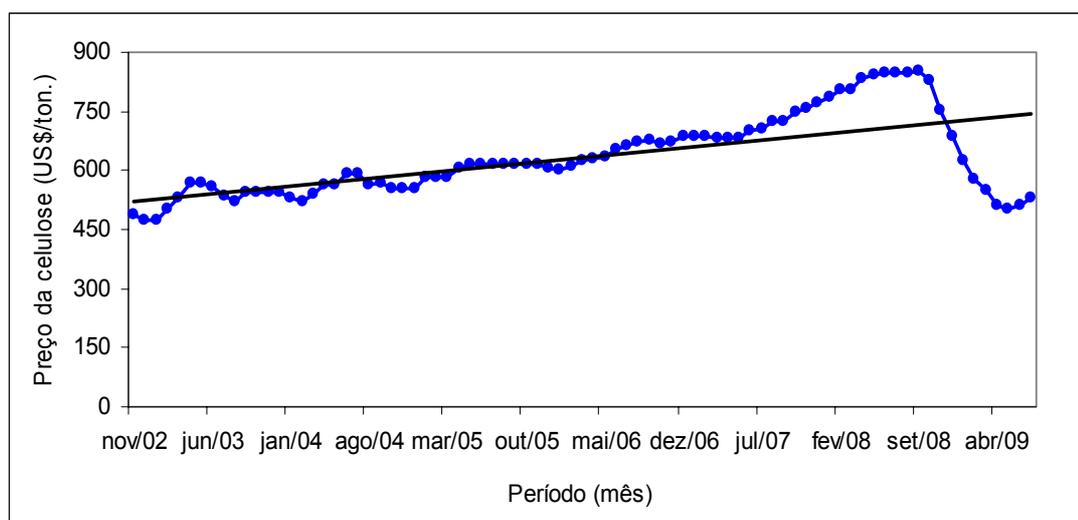
## **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados encontrados no presente trabalho, por meio da metodologia de Box e Jenkins (1976), são apresentados a seguir.

i) Identificação:

De acordo com Fisher (1982), é conveniente plotar os valores da série observada. Seu gráfico possibilita a visualização de uma série com tendência crescente, geométrica, sugerindo a inexistência de componente sazonal significativa. Por outro lado, pode sugerir a possibilidade de conveniência de transformação da variável para estabilizar a variância.

A Figura 1 mostra o esboço do gráfico com a série mensal de preço da celulose (R\$/tonelada), no período de novembro de 2002 a julho de 2009.



Fonte: Cepea (vários anos).

Figura 1 – Preço da celulose em São Paulo, no período de novembro de 2002 a julho de 2009.

Como mostra a Figura 1, os preços da celulose aumentaram de novembro de 2002 a setembro de 2008 e se reduziram de outubro de 2008 a julho de 2009. O aquecimento da demanda mundial até setembro de 2008 pode estar explicando o aumento dos preços. Porém, de outubro de 2008 a julho de 2009, o segmento começou sentir os efeitos da crise financeira internacional. Nesse período, a demanda se reduziu consideravelmente, provocando uma queda nos preços internos.

Por outro lado, com a análise gráfica preliminar, podem-se inferir a existência de tendência crescente, inexistência de sazonalidade e não estacionariedade da série de preços da celulose. Esses fatores foram analisados criteriosamente pelo teste ADF, bem como pela FAC e FACP.

No Quadro 1 são apresentados os resultados do teste ADF para a série de preços da celulose em nível, de acordo o procedimento de Seddighi et al. (2000).

Quadro 1 - Resultados do teste de ADF em nível para as séries mensais de preços da celulose, novembro de 2002 a julho de 2008.

Modelo	Estatística	Valores Críticos (1%)	Valores Calculados
Com intercepto e tendência	$\tau_\tau$	-4,10	-1,79
	$\Phi_3$	9,31	2,05
	$\tau_{\beta\tau}$	3,60	0,14
	$\tau_{\alpha\tau}$	3,87	0,56
	$\Phi_2$	7,02	3,44
Somente com intercepto	$\tau_\tau$	3,53	0,14
	$\tau_{\alpha\mu}$	3,28	2,52
	$\Phi_1$	7,06	3,17
Sem intercepto e sem tendência	$\tau_\tau$	2,60	2,52

Fonte: Dados da pesquisa.

Nota: Os valores críticos  $\tau_\tau$  são do teste ADF. Os demais valores críticos se encontram em Seddighi et al. (2000) e correspondem a 50 observações.

Com o teste ADF em nível para a série de preços da celulose com intercepto e com tendência, observou-se  $\tau_{calculado} = -1,79$ . Para os níveis de significância de 1%, o valor crítico de  $\tau_\tau$  é -4,10. Uma vez que o valor calculado é menor em módulo que o valor crítico, a hipótese nula de raiz unitária não pode ser rejeitada.

Testando o coeficiente da tendência, verificou-se  $\tau_{\beta\tau}$  calculado da ordem de 0,14. O valor crítico de  $\tau_{\beta\tau}$  é 3,60 para um nível de significância de 1%. Como o valor calculado foi menor em módulo que o valor crítico, a hipótese nula de raiz unitária não pode ser rejeitada. Este resultado também foi verificado pela estatística  $\Phi_3$ . O próximo passo foi, então, testar o intercepto usando a estatística  $\tau_{\alpha\tau}$ . O valor crítico  $\tau_{\alpha\tau}$  para um nível de

significância de 1% é 3,87. Sendo que  $\tau_{\alpha\tau}$  calculada foi igual a 0,56, a hipótese nula de raiz unitária não pode ser rejeitada, novamente. Este resultado, também, é verificado por meio da estatística  $\Phi_2$ . Logo, deu-se continuidade ao processo, realizando o teste ADF somente com intercepto.

Neste caso, observou-se  $\tau_{calculado} = 0,14$ . Para os níveis de significância de 1%, o valor crítico de  $\tau_{\tau}$  é 3,53. Portanto, a hipótese nula de raiz unitária não pode ser rejeitada. O valor crítico de  $\tau_{\alpha\mu}$  para um nível de significância de 1% é de 3,28. Como  $\tau_{\alpha\mu}$  calculado corresponde a 2,52, a hipótese nula de raiz unitária não pode ser rejeitada. Este resultado também ocorre pela estatística  $\Phi_1$ .

No próximo passo, ou seja, a realização do teste ADF sem intercepto e sem tendência, foi observado  $\tau_{calculado} = 3,52$ . Como o  $\tau_{crítico}$  é 2,60 para um nível de significância de 1%, a hipótese nula de raiz unitária não pode ser rejeitada. Portanto, constata-se que a série de preços da celulose possui raiz unitária, encerrando-se o procedimento para a referida série em nível.

Como a série sob análise não é estacionárias em nível, partiu-se para a realização do teste ADF em primeira diferença. Os resultados encontrados estão apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 – Resultados do teste de ADF em primeira diferença para as séries mensais de preços da celulose, novembro de 2002 a julho de 2008.

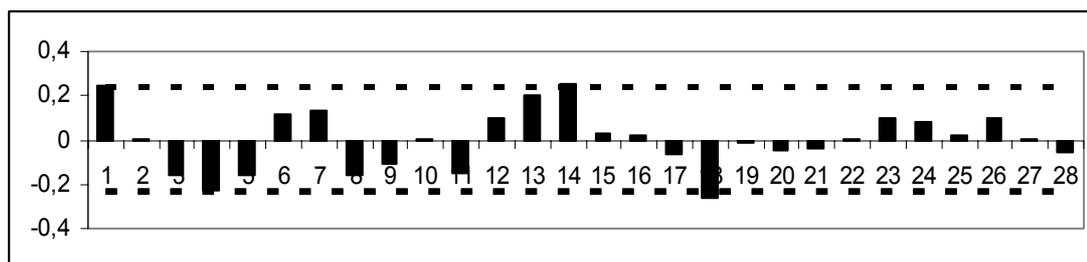
Modelo	Estatística	Valores Críticos (1%)	Valores Calculados
Com intercepto e tendência	$\tau_{\tau}$	-4,10	-5,17

Fonte: Dados da pesquisa.

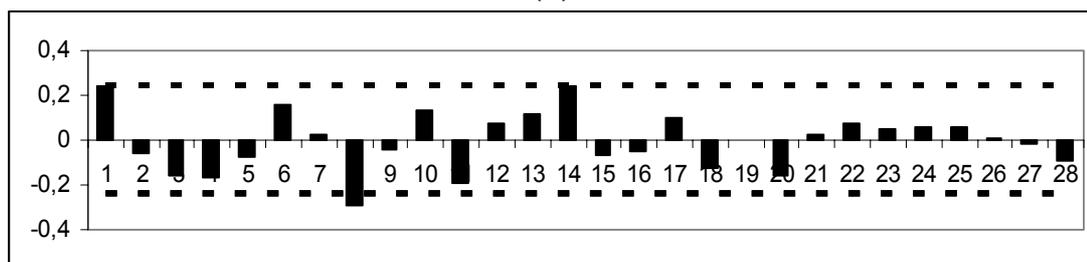
Na série de preços da celulose em primeira diferença com constante e com tendência, o  $\tau_{calculado}$  é de -5,17. Como  $\tau_{crítico}$  com significância de 1% é -4,10, a hipótese nula de raiz unitária pode ser rejeitada. Então, encerrou-se o processo, constatando que a série é estacionária na primeira diferença.

Assim, o teste de raiz unitária revelou que a ordem “d” do modelo de previsão de preços da celulose deve ser 1.

Analisando a FAC e a FACP da série de preços da celulose na primeira diferença para determinar a ordem P e Q do modelo de previsão, observou-se na FAC um pico nos lags 1, 14 e 18, indicando a inclusão do MA(1), MA(14) e MA(18). Na FACP, observou-se um pico nos lags 1, 8 e 14, o que sugere a inclusão do AR(1), AR (8) e AR(14) (Figura 2).



(a)



(b)

Fonte: Dados da Pesquisa.

Figura 2 - FAC (a) e FACP (b) em primeira diferença para as séries mensais de preços da celulose, novembro de 2002 a julho de 2008.

Para a seleção dos modelos foram considerados, além da análise da FAC e da FACP, o princípio de parcimônia, a significância dos coeficientes, o comportamento dos resíduos e os critérios de informação de Akaike (AIC) e Schwarz (SC). Em outras palavras, foi selecionado o modelo que apresentou menor valor para os critérios AIC e SC, resíduos com comportamento aleatório do tipo ruído branco e coeficientes significativos como mostrado a seguir.

#### ii) Estimação

Os resultados da estimação dos parâmetros do processo ARIMA para o preço da celulose estão no Quadro 3. Vários modelos foram estimados.

Contudo, no Quadro 3, encontram-se apenas os que apresentaram coeficientes significativos.

Quadro 3 – Resultados dos modelos estimados para previsão do preço da celulose.

Modelo	Variáveis	Coefficiente	Erro-Padrão	Teste t	AIC	SCH
I ARIMA (1,1,0)	C	0,008782*	0,003539	2,481565	-4,817421	-4,751609
	$\phi_1$	0,259448**	0,116912	2,219169		
II ARIMA (0,1,1)	C	0,007916*	0,003387	2,337471	-4,795045	-4,729765
	$\theta_1$	0,291112*	0,117268	2,482460		
III ARIMA (2,1,0)	C	0,008516*	0,002218	3,838849	-5,426565	-5,316066
	$\phi_8$	-0,281528*	0,106133	-2,652601		
	$\phi_{14}$	0,307141*	0,088840	3,457238		

Fonte: Dados da pesquisa. \* significativo em nível de 1% de probabilidade; \*\* significativo em nível de 5% de probabilidade; sc = sem correlação serial nos resíduos.

Com base na significância dos coeficientes e na análise dos resíduos dos modelos, escolheu-se o modelo II – ARIMA (0,1,1) para previsão do preço da celulose.

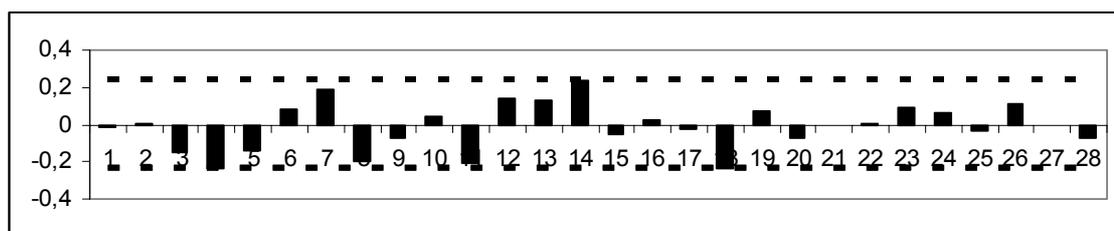
Assim, a equação estimada do modelo ARIMA assume a seguinte forma (equação 20).

$$W_t = 0,007916 + \varepsilon_t + 0,291112\varepsilon_{t-1} \quad (20)$$

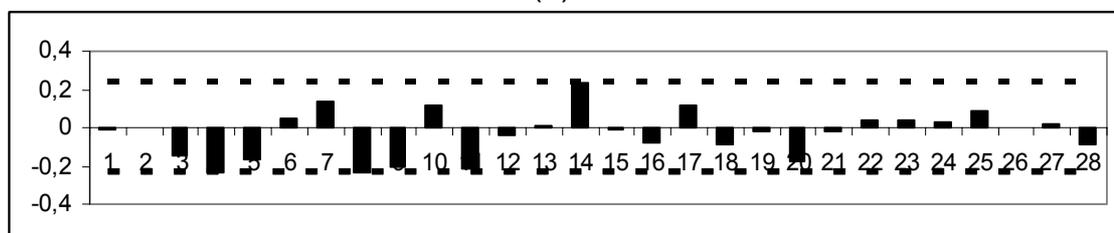
Para finalizar, os modelos SARIMA não foram identificados pela FAC e FACP.

### iii) Avaliação

Com relação à avaliação dos modelos escolhidos, ou seja, o modelo II – ARIMA (0,1,1) verificou-se que o comportamento médio dos seus resíduos foi satisfatório, obtendo resíduos próximos a um ruído branco (Figura 3).



(a)



(b)

Fonte: Dados da Pesquisa.

Figura 3 – FAC (a) e FACP (b) dos resíduos do modelo de previsão de preços da celulose.

Os resultados do teste ADF nos resíduos indicaram que se pode rejeitar a hipótese nula de raiz unitária, uma vez que o valor calculado de ADF é maior em módulo que o valor crítico em nível de 1% de probabilidade (Quadro 4).

Quadro 4 – Resultados do teste ADF em nível nos resíduos do modelo II – ARIMA (0,1,1).

Modelo	Estatística	Valores Críticos (1%)	Valor Calculado
Com intercepto e tendência	$\tau_r$	-4,10	-5,20

Fonte: Dados da pesquisa.

Assim, pode-se dizer que o modelo foi satisfatório para a estimação realizada.

#### iv) Previsão

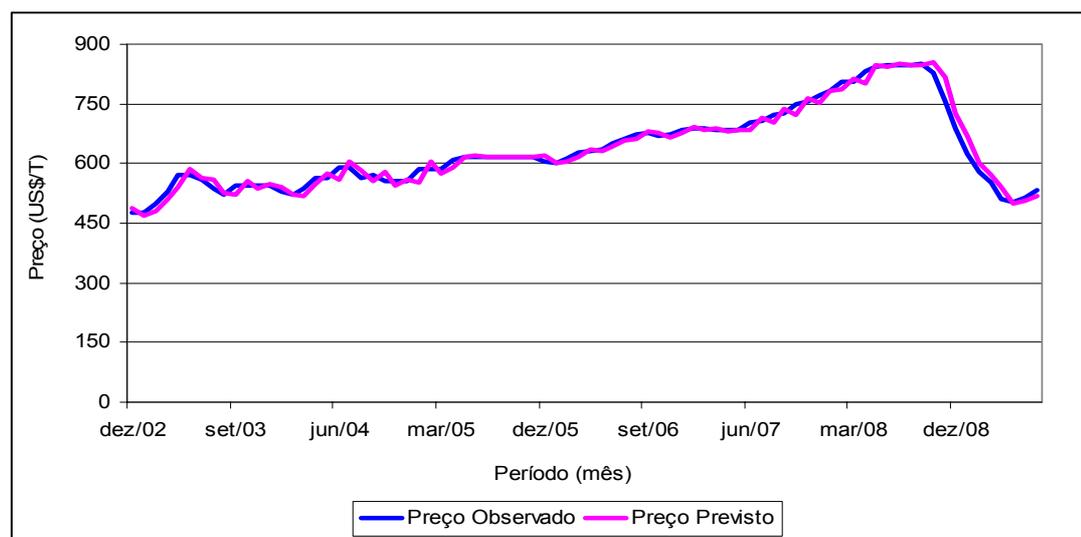
As previsões dos preços da celulose no período de agosto de 2008 a julho de 2009 estão no Quadro 6. Já na Figura 4, observam-se o preço observado e o preço previsto da celulose no período de novembro de 2002 a julho de 2009.

Verificando as projeções futuras do modelo estimado e comparando com os valores reais, certifica-se que as previsões foram boas, estando entre o limite superior e inferior (Quadro 5 e Figura 4).

Quadro 5 - Previsão do preço da celulose, agosto de 2008 a julho de 2009.

Período	Valores Observados	Previsão	Limite Inferior	Limite Superior	Erro (%)
ago/08	846,25	845,57	822,42	868,72	-0,08
set/08	850,42	847,60	824,39	870,81	-0,33
out/08	829,43	852,89	829,54	876,24	2,83
nov/08	755,42	818,49	796,08	840,90	8,35
dez/08	687,92	725,52	705,66	745,38	5,47
jan/09	623,25	669,99	651,65	688,33	7,50
fev/09	579,50	601,02	584,57	617,47	3,71
mar/09	550,25	569,32	553,73	584,91	3,47
abr/09	511,65	541,25	526,43	556,07	5,79
mai/09	502,00	497,53	483,91	511,15	-0,89
jun/09	512,62	504,92	491,10	518,74	-1,50
jul/09	532,16	517,26	503,10	531,42	-2,80
Média	648,41	665,95	647,72	684,18	2,63

Fonte: Dados da pesquisa.



Fonte: Dados da Pesquisa; CEPEA (vários anos).

Figura 4 - Previsão do preço da celulose para o período de novembro de 2002 a julho de 2009.

A previsão feita pelo modelo I – ARIMA (0,1,1) para os preços da celulose superestimou o preço em 2,63% no período de agosto de 2008 a julho de 2009, sendo que os maiores desvios foram observados em novembro de 2008 e janeiro de 2009. O resultado encontrado com relação ao erro médio foi baixo como em outros estudos de previsão utilizando a metodologia de Box e Jenkins (1976).

Soares et al. (2008) e Coelho Júnior et al. (2009), por exemplo, realizaram uma análise da previsão de preços da borracha natural para o Brasil. Soares et al. (2008) verificaram que a previsão subestimou o preço do produto em 0,39%, de outubro de 2006 a setembro de 2007. E, Coelho Júnior et al. (2009) constataram que a previsão subestimou o preço da borracha natural em 3,71%, de janeiro de 1999 a junho de 2007.

Cordeiro et al. (2009) constataram que a previsão feita pelo modelo ARIMA (3,1,0) superestimou o preço de exportação da madeira serrada de pinus em 2,2%, no período de setembro de 2007 a agosto de 2008.

Santos e Lima (2006), por outro lado, observaram que a previsão feita pelo modelo SARIMA (12,1,12) (0,1,1), de junho de 2004 a maio de 2005, superestimou a previsão da arrecadação do ICMS no Estado de Minas Gerais em 1,18%.

Os testes para avaliar a capacidade de previsão do modelo estimado são apresentados no Quadro 6.

Quadro 6 - Avaliação da previsão do preço da celulose, agosto de 2008 a julho de 2009.

Testes	Resultados
Raiz do erro de previsão quadrático médio (REPQM)	16,80710
Erro absoluto médio (EAM)	12,37726
Percentual do erro absoluto médio (PEAM)	2,003885
Coefficiente de Desigualdade de Theil (CDT)	0,013067
Proporção de tendenciosidade (PT)	0,000109
Proporção de variância (PV)	0,006181
Proporção de covariância (PC)	0,993710

Fonte: Dados da Pesquisa.

O coeficiente CDT encontrado sugere um bom ajustamento do modelo e, conseqüentemente, das previsões, pois é da ordem de 0,01. Ressalta-se que este coeficiente varia entre zero e um, sendo que zero indica um ajuste perfeito. Quanto mais próximo da unidade, pior o ajustamento. Com relação à PT, PV e PC, o ideal é valor baixo para PT e PV e valor alto para PC, o que foi observado nos resultados obtidos para o preço da celulose (Quadro 7).

#### **4. CONCLUSÃO**

Do presente trabalho conclui-se que o modelo ARIMA (0,1,1) foi eficiente e apresentou desempenho satisfatório para previsão dos preços da celulose, no período de agosto de 2008 a julho de 2009. Os modelos SARIMA não foram identificados nas análises.

#### **5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ABRAHAM, B., LEDOLTER, J. **Statistical methods for forecasting**. New York: John Wiley & Sons, 1983. 445p.

ALMEIDA, A. N. de; SOUZA, V. S. de; LOYOLA, C. E. de; BITTENCOURT, M. V. L.; SILVA, J. C. G. L. da. Análise do preço externo do compensado paranaense através da metodologia de Box & Jenkins. **Scientia Forestalis**, v. 37, n. 81, p. 61 – 69, mar. 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL – BRACELPA. **Setor de Celulose e Papel**. (2009). Disponível em: <<http://www.bracelpa.org.br>>. Acesso em 11/05/2009.

BOX, G. E. P.; JENKINS, G. M. **Times Series Analysis: Forecasting and Control**. São Francisco: Holden-Day, 1976.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA – CEPEA. **Informativo CEPEA – Setor Florestal**. Vários números. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br>>. Acesso em: 10/06/2009.

CÉZAR, S. A. G.; SUEYOSHI, M. L. S.; PINO, F. A.; FRANCISCO, V. L. F. S.; AMARAL, A. M. P. Ajustamento Sazonal de Preços com Inflação. **Agricultura em São Paulo**, v. 42, n. 2, p. 39-63, 1995.

COELHO JUNIOR, L. M.; REZENDE, J. L. P.; BORGES, L. A. C.; OLIVEIRA, A. D. Análise temporal da Borracha Natural Brasileira. **Cerne**, v. 15, n. 1, p. 19-26, jan./mar. 2009.

COELHO JUNIOR, L. M.; REZENDE, J. L. P. de; CALEGARIO, N.; SILVA, M. L. da. Análise longitudinal dos preços do carvão vegetal, no Estado de Minas Gerais. **Revista Árvore**, vol.30, no.3, p.429-438, mai./jun. 2006 (a).

COELHO JUNIOR, L. M.; REZENDE, J. L. P.; SÁFADI, T. CALEGARIO, N. Análise temporal do preço do carvão vegetal oriundo de floresta nativa e de floresta plantada. **Scientia Forestalis**, n. 70, p. 39 – 48, abril, 2006 (b).

CORDEIRO, S. A., SOARES, N. S., BRAGA, M. J.; SILVA, M. L. da. Previsões do Preço de Exportação da Madeira Serrada de *Pinus* no Brasil In: XLVII Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. **Anais...**, Porto Alegre, RS: SOBER, 2009. CD-ROM.

ENDERS, W. **Applied Econometric Time Series**. New York: John Wiley, 1995. 433p.

EIEWS. **User's Guide**. Irvine: QMS, 2004. 978 p. (Versão 5.0).

FISHER, S. **Séries univariantes no tempo – Metodologia de Box e Jenkins**. Porto Alegre: Fundação de Economia e Estatística, 1982.

FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION. Disponível em: <http://www.fao.org>. Acesso em: 03/08/2009.

GOMIDE, J. L. Situação atual e perspectivas futuras do setor de celulose e papel no Brasil. In: SIMPÓSIO BILATERAL BRASIL-FINLÂNDIA SOBRE

ATUALIDADES FLORESTAIS, 1988, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR/IBDF, 1988. p. 296-302.

GREENE, W. H. **Econometric analysis**. New York: Prentice Hall, 1997. 1075p.

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

KENNEDY, P. **A guide to econometrics**. Oxford: Blackwell Publishers, 1992. 410p.

MARSHALL, K.T., OLIVER, R.M. **Decision making and forecasting: with emphasis on model building and policy analysis**. New York: McGraw-Hill, 1995. 318p.

MIRANDA, S. H. G. de. **Quantificação dos Efeitos das Barreiras Não-tarifárias sobre as Exportações Brasileiras de Carne Bovina**. Piracicaba, SP: ESALQ, 2001. 257 f. Tese (Doutorado em Ciências, Área de Concentração: Economia Aplicada). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

OLIVEIRA, R. A., BUONGIORNO, J. e KMIOTEK, A. M. Time Series Forecasting Models of Lumber Cash, Futures, and Basis Prices. **Forest Science**, V. 23, n.2. p. 269 – 279, 1977.

ROCHA, F. G. **Contribuição de Modelos de Séries Temporais Para a Previsão da Arrecadação de ISS**. Campinas, SP: UNICAMP, 2003. 123 f. Dissertação (Mestrado em Economia). Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

SANTOS, C. M. dos; LIMA, J. E. Análise de Previsão da Arrecadação do ICMS no Estado de Minas Gerais. **Revista de Economia e Administração**, v. 5, n. 4, p. 413 - 423, out./dez., 2006.

SEDDIGHI, H.R., LAWYER, K.A., KATOS, A.V. **Econometrics – A Practical Approach**. London: Routledge, 2000. 396 p.

SILVA, M. L. da; SILVA, J. M. A. da. Análise do Comportamento Temporal dos Preços do Carvão Vegetal: Aplicação e Avaliação da Metodologia “Box e Jenkins”. **Revista Árvore**, v. 20, n. 1, p. 57 – 67, 1996.

SOARES, N. S.; SILVA, M. L. da; LIMA, J. E. de; CORDEIRO, S. A. Análise de previsões do preço da borracha natural no Brasil. **Scientia Forestalis**, v. 36, n. 80, p. 285-294, dez. 2008.

SONG, N. **Structural and Forecasting Softwood Lumber Models with a Time Series Approach**. 2003. Disponível em: <[http://etd.lsu.edu/docs/available/etd-07122006-093251/unrestricted/Song\\_dis.pdf](http://etd.lsu.edu/docs/available/etd-07122006-093251/unrestricted/Song_dis.pdf)>. Acesso em: 15/01/2008.

## **ARTIGO 4**

### **Competitividade da Produção da Madeira de Eucalipto no Brasil**

## **Competitividade da Produção da Madeira de Eucalipto no Brasil**

**RESUMO:** O presente trabalho teve como objetivo analisar a competitividade da produção da madeira de eucalipto no Brasil, comparando diferentes sistemas de produção, por meio da matriz de análise política (MAP). Pelos resultados obtidos, conclui-se que a lucratividade privada e social da produção e comercialização da madeira eucalipto foi positiva e maior em áreas motomecanizáveis; os produtores brasileiros foram penalizados por políticas públicas adotadas para o setor; a produção em áreas motomecanizáveis foi mais competitiva e menos exposta aos efeitos negativos das políticas públicas; e os produtores nacionais tiveram seus lucros reduzidos.

Palavras-chave: Matriz de Análise Política, Madeira de Eucalipto, Política Florestal.

## **Competitiveness of Wood Eucalyptus Production in Brazil**

**ABSTRACT:** The present work objectives were to analyze the competitiveness of wood eucalyptus production in Brazil, comparing different production systems, through policy analysis matrix (PAM). Based on the results obtained, it was concluded that the private and social profitability of the production and commercialization of eucalyptus wood was positive and large in mechanized areas; Brazilian producers were penalized by the public politics adopted for the sector; the production in mechanized areas was more competitive and less exposed to the negative effects of public politics; and, the national producers had their profits decreased.

Keywords: Policy Analysis Matrix, Eucalyptus Wood, Forest Politics.

### **1. INTRODUÇÃO**

O eucalipto é um gênero arbóreo nativo da Austrália, com mais de 600 espécies conhecidas. A introdução do eucalipto em bases técnicas no Brasil iniciou-se em 1904, no Horto de Jundiá (SP), conduzida por Edmundo Navarro de Andrade. Entretanto, há informações de existência de dois

exemplares de *E. gigantea* no Jardim Botânico do Rio de Janeiro, em 1825, e de alguns exemplares no Rio Grande do Sul, em 1865 (ASSOCIAÇÃO MINEIRA DE SILVICULTURA – AMS, 2008).

Em 2008, existiam no Brasil 4.258.704 hectares de florestas plantadas com eucalipto. Minas Gerais foi o Estado com maior percentual de área plantada (29%), seguido por São Paulo (22%), Bahia (14%), Rio Grande do Sul (7%), Mato Grosso do Sul (6%), Espírito Santo (5%), e os demais estados responderam por 17% (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS - ABRAF, 2009).

Em 2006, a produtividade média das florestas nacionais de eucalipto alcançou 40 m<sup>3</sup>/ha/ano, enquanto no Uruguai, Indonésia, Chile, Estados Unidos, Canadá, Espanha e Finlândia, ela corresponde a 25, 20, 25, 10, 7, 10 e 4 m<sup>3</sup>/ha/ano, respectivamente. Acrescenta-se, ainda, que no Brasil a rotação das florestas de eucalipto é de 7 anos, inferior à de países como África do Sul (8 - 10 anos), Chile (10 -12 anos), Portugal (12 – 15 anos), Espanha (12 – 15 anos) (BRACELPA, 2007).

O gênero pode ser usado na produção de óleos essenciais, produtos apícolas, celulose e papel, madeira serrada, postes e moirões, laminados, MDF, HDF, chapa de fibra, compensados, carvão e lenha (ASSOCIAÇÃO MINEIRA DE SILVICULTURA-AMS, 2009). Porém, em 2005, o consumo da madeira de eucalipto no Brasil concentrou-se, principalmente, na produção de celulose e na siderurgia a carvão vegetal, segmentos que consumiram entre 65% e 75% do total (ASSOCIAÇÃO MINEIRA DE SILVICULTURA – AMS, 2008).

Devido ao aumento da produção do setor florestal brasileiro, o consumo da madeira de eucalipto pelas empresas nacionais cresceu. No período de 1980 a 2005, o aumento no consumo dessa matéria-prima pelas empresas de celulose do país foi, em média, de 5,8% ao ano (SOARES, 2006) e a expectativa é de que esse consumo continue crescente nos próximos anos, devido aos novos investimentos que estão sendo realizados ou que estão previstos para os próximos anos no segmento de celulose e papel nacional (BRACELPA, 2007). Gomes (2006) verificou que o consumo dessa matéria-prima nas empresas de ferro-gusa de Minas Gerais cresceu, aproximadamente, 22%, no período de 2001 a 2005.

Os segmentos do setor florestal brasileiro, como celulose e papel, madeira serrada, compensado, aglomerado etc., ocupam posição de destaque no *ranking* dos maiores produtores e exportadores mundiais (FAO, 2009). Essa situação pode permanecer no futuro e, além disso, o setor florestal brasileiro pode conquistar novos mercados e, com isso, contribuir ainda mais para o desenvolvimento socioeconômico do país, pois as empresas nacionais são competitivas pela alta produtividade dos reflorestamentos, em razão das condições climáticas favoráveis à atividade florestal no país, possibilitando ciclos rápidos de crescimento e de alta qualidade, e pelo baixo custo da madeira e da mão de obra em relação aos outros países. No mais, há a aceitabilidade dos produtos brasileiros no mercado internacional, devido à sua alta qualidade (MEDEIROS e FONTES, 1994; PIZZOL e BACHA, 1998; VALVERDE et al., 2006; NOCE et al., 2003; COELHO e BERGER, 2004; NOCE et al., 2007, NOCE et al., 2008; CARVALHO et al., 2009; CARVALHO et al., 2010).

Entretanto, o setor florestal brasileiro enfrenta a concorrência internacional e a falta de políticas adequadas para o seu desenvolvimento. E como a madeira de eucalipto é um insumo de grande importância para o setor, estudos mostrando os efeitos das políticas públicas na produção do eucalipto tornam-se relevantes, pois permitem identificar pontos de estrangulamento na estrutura de custos do setor produtivo para que se possam direcionar políticas que objetivem a manutenção e, ou, a ampliação da capacidade produtiva e de exportação da celulose e dos outros produtos que utilizam a madeira de eucalipto no Brasil.

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo geral analisar a competitividade da produção da madeira de eucalipto no Brasil, comparando sistemas de produção com níveis tecnológicos diferenciados.

Especificamente, pretendeu-se:

- ❖ Determinar a lucratividade privada e social na produção da madeira de eucalipto no Brasil para diferentes sistemas tecnológicos;
- ❖ Identificar os efeitos de políticas públicas sobre os diferentes sistemas adotados, em relação ao mercado externo; e

❖ Mensurar os indicadores que avaliam o grau de competitividade do setor produtivo, assim como a eficiência econômica e os efeitos das políticas neste setor, levando em consideração os resultados privados e sociais.

## **2. MATERIAL E MÉTODO**

### **2.1. Referencial Teórico**

O referencial teórico refere-se à abordagem que relaciona a competitividade aos custos, apresentada no artigo 1.

### **2.2. Referencial Analítico**

O método utilizado foi o da matriz de análise política (MAP) desenvolvido por Monke e Pearson (1989), também apresentado no artigo 1.

No presente trabalho, foram analisados quatro sistemas de produção – I, II, III e IV - descritos a seguir.

O sistema I representa um nível de produtividade mais baixa com 180 m<sup>3</sup> por hectare no sétimo ano. Nesse sistema, o plantio é feito em áreas motomecanizáveis, ou seja, em áreas planas com espaçamento de 3 m x 3 m e com 1.111 plantas por hectare. Esse sistema de produção é caracterizado por baixa a média tecnologia. Os custos envolvidos nesse sistema de produção relacionam-se a fertilizantes, defensivos, mudas, limpeza da área, marcação de covas, coveamento, calagem e adubação, plantio e replantio, combate a formiga, capina manual, roçagem manual, construção e manutenção de aceiros, corte e toragem, baldeio, carregamento e transporte da colheita.

O sistema II é semelhante ao anterior, apresentando a mesma produtividade, espaçamento e plantas por hectare. Também é caracterizado por baixa a média tecnologia. Porém, o plantio é feito em áreas não motomecanizáveis, ou seja, em áreas mais acidentadas. Os custos envolvidos nesse sistema de produção são os mesmos presentes no sistema I, porém com uso mais intensivo de mão de obra .

O sistema III apresenta um nível de produtividade mais alto, com 245 m<sup>3</sup> por hectare no sétimo ano. Nesse sistema, o plantio é feito em áreas motomecanizáveis com alta tecnologia, também com espaçamento de 3 m x 3 m e 1.111 plantas por hectare. Os custos envolvidos nesse sistema de

produção incluem os mesmos do sistema II, com exceção do custo das roçadas e capinas manuais, mais aplicação de herbicida pré-plantio, aplicação de gel, aplicação de herbicidas aos 90 dias, aplicação de herbicidas aos 10 dias,

O sistema IV refere-se ao plantio em áreas não motomecanizáveis com alta tecnologia. Esta é a única diferença desse sistema com o citado anteriormente.

### **2.3. Fonte de dados**

Os dados utilizados no presente trabalho foram obtidos conforme descrito a seguir.

Os preços privados foram obtidos no Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA, 2008), no AGRIANUAL (2008) e no Centro de Desenvolvimento do Agronegócio (CEDAGRO, 2008). Já os preços sociais são do estudo de Baier e Pérramon (2008) e na Food and Agriculture Organization (FAO, 2009) e referem-se ao preço do Chile e de países de tradição florestal como Canadá, Finlândia e Suécia.

Para o cálculo dos custos, adotou-se um horizonte temporal de 7 anos. Os preços dos insumos no exterior foram internalizados no Brasil, multiplicando-os pela taxa de câmbio (IPEADATA, 2009).

Em seguida, todos os preços foram atualizados para valores de maio de 2008, de acordo com o índice geral de preços (IGP-DI) da Fundação Getúlio Vargas (IPEADATA, 2009). Assim, esses preços estão em R\$/m<sup>3</sup>.

No Apêndice B, estão os custos dos insumos não-comercializáveis e dos insumos comercializáveis utilizados para cálculo, a preços privados e a preços sociais.

## **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **3.1. Lucratividades privadas e sociais**

No Quadro 1, estão os resultados da MAP para a produção da madeira de eucalipto no Brasil, em maio de 2008.

Quadro 1 – Matriz de Análise Política para a madeira de eucalipto, Brasil, maio de 2008.

Sistemas Tecnológicos	Receita (R\$/m <sup>3</sup> )	Custos de Comercialização (R\$/m <sup>3</sup> )		Lucro (R\$/m <sup>3</sup> )
		Insumos Comercializáveis	Fatores Domésticos	
<b>Sistema I</b>				
Preços Privados	62,33	5,56	33,43	23,33
Valorações Sociais	79,33	5,39	32,97	40,97
Efeitos de Divergências	-17,00	0,16	0,46	-17,63
<b>Sistema II</b>				
Preços Privados	62,33	5,56	37,61	19,16
Valorações Sociais	79,33	5,39	33,83	40,11
Efeitos de Divergências	-17,00	0,17	3,79	-20,95
<b>Sistema III</b>				
Preços Privados	62,33	6,96	31,70	23,67
Valorações Sociais	79,33	6,51	31,45	41,37
Efeitos de Divergências	-17,00	0,45	0,25	-17,70
<b>Sistema IV</b>				
Preços Privados	62,33	6,32	32,96	23,05
Valorações Sociais	79,33	5,95	32,23	41,15
Efeitos de Divergências	-17,00	0,37	0,73	-18,10

Fonte: Dados da Pesquisa.

Os resultados obtidos evidenciam que a lucratividade privada da produção e comercialização do eucalipto para o mercado interno no setor produtivo foi positiva, com valores de R\$23,33, R\$19,16, R\$23,67, R\$23,05 por m<sup>3</sup>, nos sistemas I, II, III e IV, respectivamente (Quadro 1). Em outras palavras, os sistemas de produção sob análise são competitivos na produção da madeira de eucalipto.

As lucratividades sociais nos sistemas I, II, III e IV foram da ordem de R\$40,97, R\$40,11, R\$41,37 e R\$41,15 m<sup>3</sup>, respectivamente (Quadro 1). Ressalta-se, ainda, que a lucratividade social positiva, nos quatro sistemas, indica que há eficiência econômica na produção da madeira de eucalipto no

Brasil. Além disso, esses resultados demonstram que a produção é eficiente na alocação de recursos nacionais e na geração de divisas. Apesar de a exportação da madeira de eucalipto ser relativamente pequena, as exportações de celulose, seu principal produto final, são elevadas, constituindo uma grande fonte de divisas, uma vez que o Brasil é o terceiro exportador mundial de celulose de todos os tipos e o maior exportador mundial de celulose de fibra curta derivada do eucalipto, conforme FAO (2008) e BRACELPA (2007).

Em termos comparativos, a produção da madeira de eucalipto no sistema III apresentou maior lucratividade privada e social, mostrando a eficiência e a maior competitividade desse sistema de produção onde se encontra a maior produtividade do eucalipto com a produção em áreas planas.

Pode-se dizer, também, que os lucros privados foram bem inferiores aos sociais em todos os sistemas tecnológicos. Isso pode ser devido à ineficiência de políticas públicas implementadas, ou seja, à ineficiência das políticas públicas na tributação, na taxa de câmbio, nos encargos sociais, nas políticas comerciais e na legislação florestal e ambiental.

### **3.2. Transferências financeiras associadas ao preço do produto**

Os resultados da MAP para o setor produtivo da madeira de eucalipto mostraram que os preços privados são menores que os preços internacionais, o que evidencia uma transferência negativa de R\$17,00 por m<sup>3</sup>. Assim, pode-se inferir que os produtores brasileiros foram penalizados por políticas distorcivas como política de juros, política cambial, tributária e comercial, dado que essa atividade recebeu menos do que receberia, se essas políticas não tivessem sido implantadas. Em outras palavras, os produtores poderiam ter alcançado níveis maiores de lucratividade, caso não tivessem sido penalizados por políticas distorcivas. Mas, mesmo assim, verifica-se que os sistemas são lucrativos (Quadro 1).

Ressalta-se, ainda, que como os preços internos estão menores que os internacionais, houve transferência de renda dos produtores para a sociedade.

### **3.3. Transferências financeiras associadas aos preços dos insumos**

Os valores encontrados para as transferências associadas aos custos dos insumos comercializáveis foram de R\$0,16, R\$0,17, R\$0,45 e R\$0,37 por m<sup>3</sup> nos sistemas I, II, III e IV, respectivamente (Quadro 1).

Como se trata de insumos comercializáveis, pode-se dizer que os efeitos de divergências entre os valores privados e sociais são atribuídos às políticas distorcivas e não às imperfeições do mercado. Essas políticas distorcivas fazem com que exista divergência entre os preços no mercado nacional e internacional. O impacto do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) é um exemplo desse tipo de política distorciva. Acredita-se que se o governo não tivesse taxado o preço dos insumos comercializáveis, os custos nos sistemas de produção da madeira de eucalipto teriam sido menores, estimulando o desenvolvimento da atividade e contribuindo para o aumento da renda do produtor. A eliminação ou a redução de alíquotas sobre os insumos favoreceria a competitividade da madeira de eucalipto e, conseqüentemente, da celulose no mercado internacional.

Quanto às transferências associadas aos fatores domésticos, nos sistemas I, II, III e IV, elas foram da ordem de R\$ 0,46, R\$ 3,79, R\$ 0,25, R\$ 0,73 por m<sup>3</sup>, respectivamente. Esses valores positivos significam custos privados maiores que os custos sociais dos fatores domésticos. Em outras palavras, representa uma transferência negativa para o setor produtivo, uma vez que contribuiu para a redução do lucro privado.

Os sistemas I e III apresentaram os menores valores de transferências, o que indica menor divergência entre custos privados e sociais dos fatores domésticos e mostra maior eficiência no uso dos fatores domésticos nesses sistemas.

A possibilidade do uso de máquinas para preparo do solo e colheita em áreas motomecanizáveis pode estar explicando a maior eficiência no uso dos fatores domésticos nos sistemas I e III.

### **3.4. Transferências financeiras associadas à lucratividade (Transferências líquidas)**

A transferência é o resultado principal da MAP, pois esse valor mostra a extensão de ineficiência de um sistema agrícola de produção (MOSS, 2006).

Nos quatro sistemas analisados, as transferências líquidas foram negativas. São elas de R\$17,63, R\$20,95, R\$17,70 e R\$18,10 por m<sup>3</sup>, nos sistemas I, II, III e IV, respectivamente. Esses resultados indicam que os produtores de madeira de eucalipto tiveram seus lucros reduzidos, o que pode estar relacionado com taxações impostas à produção e à comercialização da madeira de eucalipto, apesar de serem sistemas que operam com lucro.

Verificou-se que a produção em áreas não motomecanizáveis com baixa a média tecnologia (sistema II) apresentou transferências maiores, indicando que os produtores desse sistema de produção foram mais penalizados por políticas públicas distorcivas. Já a produção em áreas motomecanizáveis com baixa a média tecnologia apresentou a menor transferência líquida. Mas isso não significa que esse sistema seja menos afetado por políticas distorcivas.

A lucratividade privada é um indicador importante para que o produtor se sinta estimulado a produzir. Para que esse fato ocorra, é necessário que o governo proporcione melhores alternativas de políticas, como as reduções nas taxações incidentes tanto no produto quanto nos insumos usados na produção (MOSS, 2006), que teriam como consequência o aumento da lucratividade e posterior competitividade da madeira de eucalipto.

### **3.5. Indicadores de competitividade privados e sociais**

O Quadro 2 mostra os valores privados e sociais gerados pela MAP.

Quadro 2 – Indicadores de competitividade privados e sociais gerados pela MAP.

Indicadores	Sistema I	Sistema II	Sistema III	Sistema IV
RCP	0,59	0,66	0,57	0,59
CRD	0,45	0,46	0,43	0,44
CPN	0,79	0,79	0,79	0,79
CPNp	0,79	0,79	0,79	0,79
CPNi	1,03	1,03	1,07	1,06
CPE	0,77	0,77	0,76	0,76
CL	0,57	0,48	0,57	0,56
TSP	-0,22	-0,26	-0,22	-0,23

Fonte: Dados da Pesquisa.

Verificou-se que a RCP da produção da madeira de eucalipto no sistema III apresenta maior competitividade aos sistemas I, II e IV. Mas, como a RCP é menor que um em todos os sistemas analisados, considera-se que os mesmos são lucrativos e são remunerados acima do seu retorno normal. Sendo assim, no sistema III apenas 57% do valor adicionado, ou seja, da diferença entre receita e custo dos insumos comercializáveis, a valores privados, é requerido para pagar os fatores domésticos e produzir 1 m<sup>3</sup> a mais de madeira de eucalipto, por hectare, para consumo doméstico. Raciocínio análogo pode ser feito para os demais sistemas produtivos. Apenas 59%, 66% e 59% do valor adicionado, a valores privados, é requerido para pagar os fatores domésticos e produzir 1 m<sup>3</sup> a mais de eucalipto, por hectare, para consumo doméstico nos sistemas I, II e IV (Quadro 2).

Desse modo, esses setores produtivos podem manter os níveis de utilização dos fatores domésticos e, assim, progredir nessa atividade.

Os CRDs inferiores a um nos diferentes sistemas de produtivos indicam eficiência de produção e competitividade, pois foram gastos apenas R\$0,45, R\$0,46, R\$0,43, e R\$0,44 em recursos domésticos para gerar R\$ 1,00 de divisas por meio de exportação nos sistemas I, II, III e IV,

respectivamente. Isso mostra a vantagem competitiva do Brasil nas exportações de celulose, principal produto derivado do eucalipto. Então, pode-se dizer que a expansão dessa atividade representa ganhos líquidos para o Brasil em termos de alocação de recursos. Além disso, os sistemas produtivos com maior nível tecnológico na produção da madeira de eucalipto apresentaram maior eficiência econômica na alocação de recursos (Quadro 2).

Os CPNps foram da ordem de 0,79 em todos os sistemas de produção analisados como era esperado. Como os valores encontrados foram menores que a unidade, há desproteção à atividade, uma vez que o produtor de madeira de eucalipto recebe um preço interno menor que o do internacional. Além disso, esses resultados mostram que existem taxações implícitas sobre os sistemas de produção do eucalipto resultantes das medidas de políticas, uma vez que seus preços se encontram abaixo dos internacionais, o que levou os produtores a receber 21% a menos do que os preços praticados no mercado internacional (Quadro 2).

Como os resultados encontrados para o CNPi foram maiores que um em todos os sistemas analisados, observou-se que há transferências negativas de 3%, 3%, 7% e 6% nos sistemas I, II, III e IV, respectivamente, pois os custos dos insumos comercializáveis são aumentados pela intervenção política. Os valores do CNPi mostram, ainda, que os produtores de eucalipto que utilizam um maior nível tecnológico receberam taxaço mais alta devido a essas políticas distorcivas praticadas no setor (Quadro 2).

Os CPEs para os sistemas I, II, III e IV foram, respectivamente, de 0,77, 0,77, 0,76 e 0,76, ou seja, os valores foram menores que um, indicando elevada desproteção ou taxaço no setor produtivo da madeira de eucalipto no país. Isso demonstra que o setor foi penalizado por políticas públicas distorcivas (Quadro 2).

Os resultados dos CPEs para os sistemas III e IV em comparação com os mesmos coeficientes obtidos no sistema I e II, segundo Alves (2002), corroboram a constataço de que uma tecnologia mais avançada proporciona uma reduço dos efeitos negativos de políticas públicas, seja

com a redução dos custos, seja com a possibilidade de obter melhores preços para o produto.

Os CLs encontrados foram menores que um e variaram de 0,48 a 0,57, o que significa que a produção da madeira de eucalipto foi liquidamente taxada e que o lucro privado se reduziu. Significa, também, desproteção total da produção de eucalipto no Brasil (Quadro 2).

A TSP indica que os quatro sistemas produtivos analisados sofreram alguma taxaço, por apresentarem valores negativos. Os sistemas I, II, III e IV foram taxados ou tiveram suas receitas reduzidas, respectivamente, em 22%, 26%, 22% e 23% (Quadro 2).

### 3.6. Análise de Sensibilidade

Os efeitos de um acréscimo de 10% nos preços sociais sobre os indicadores privados e sociais da MAP estão apresentados no Quadro 3.

Quadro 3 - Análise da sensibilidade dos indicadores da MAP, dada uma variação de 10% nos preços sociais, para a produção da madeira de eucalipto, Brasil, maio de 2008.

Indicadores	Sistema I	Sistema II	Sistema III	Sistema IV
RCP	0,59	0,66	0,57	0,59
CRD	0,45	0,46	0,43	0,44
CPN	0,71	0,71	0,71	0,71
CPNp	0,71	0,71	0,71	0,71
CPNi	0,94	0,94	0,97	0,97
CPE	0,70	0,70	0,69	0,69
CL	0,52	0,43	0,52	0,51
TSP	-0,25	-0,29	-0,25	-0,25

Fonte: Dados da Pesquisa.

Como pode ser observado no Quadro 3, a RCP não se alterou com o aumento de 10% nos preços sociais. Esse resultado era esperado, pois o indicador é formado por variáveis que não dependem do fator de conversão.

Consequentemente, variações nos fatores não comprometem a competitividade da madeira de eucalipto nos diferentes sistemas analisados.

O valor do CRD também não se alterou com a variação nos preços sociais. Assim, a eficiência produtiva e a vantagem competitiva desse sistema de produção permaneceram as mesmas.

O CPNp e o CPNi exibiram grandes alterações com o incremento de 10% no preço social. O CPNp e o CPNi apresentaram uma redução média de 10% e 9%, respectivamente.

As diminuições dos CPNis, para valores menores do que a unidade, constituíram uma mudança no cenário. Anteriormente, foi observada transferência de renda dos produtores para a sociedade ( $CPNi > 1$ ), no entanto, após a variação nos preços sociais, observa-se transferência de renda da sociedade para os produtores ( $CPNi < 1$ ).

O CPE, também, reduziu-se em média 10% nos sistema de produção analisados. Esses resultados apontam aumento na taxaço ou desproteço à atividade, uma vez que a diferença entre o preço no mercado internacional (valoraço social) e o preço interno (preço privado) aumentou, podendo-se afirmar que as políticas praticadas penalizaram o setor produtivo de eucalipto.

Nesse caso, foram observadas reduçoões nos valores de CL, o que indica decréscimo do lucro privado em relação ao benefício social. Então, pode-se concluir que o incremento no preço social aumentou a desproteço da produção da madeira de eucalipto nos sistemas em questão.

Com o acréscimo de 10% nos preços sociais, foram verificados valores negativos para o TSP. Assim, pode-se assegurar que houve elevaço da taxaço na produção da madeira de eucalipto nos sistemas I, II, III e IV.

Sintetizando, a análise de sensibilidade pelo incremento nos preços sociais indica que falhas no processo de obtenço dos preços podem esconder os efeitos negativos das políticas adotadas no setor produtivo do eucalipto, já que o aumento nos preços sociais provocou aumento da desproteço e taxaço do setor.

#### **4. CONCLUSÃO**

Do presente trabalho concluiu-se que a lucratividade privada e social da produção e comercialização da madeira de eucalipto foi positiva em todos os sistemas de produção analisados, e maior nas áreas motomecanizáveis.

A produção em áreas motomecanizáveis foi mais competitiva e menos exposta aos efeitos negativos das políticas públicas.

A cultura do eucalipto no Brasil vem sofrendo com as políticas públicas distorcidas como impostos e taxas elevadas, mas mesmo assim é lucrativa e competitiva.

Com políticas mais adequadas, os produtores brasileiros poderiam ter alcançado níveis mais elevados de lucratividade e competitividade.

#### **5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

AGRIANUAL. **Anuário estatístico da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2008.

ALVES, J. M. **Competitividade e Tendência da Produção de Manga para Exportação do Nordeste do Brasil**. Piracicaba, SP: ESALQ, 2002. 147 f. Tese (Doutorado em Ciência, Área de concentração: Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL – BRACELPA. **Setor de Celulose e Papel**. 2007. Disponível em: <[http://www.bracelpa.org.br/bra/eveventos\\_bracelpa/press\\_release.pdf](http://www.bracelpa.org.br/bra/eveventos_bracelpa/press_release.pdf)>. Acesso em: 03/04/2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS – ABRAF. **Anuário Estatístico da ABRAF 2009**. Disponível em: <<http://www.abraflor.org.br/estatisticas.asp>>. Acesso em: 02/06/2009.

ASSOCIAÇÃO MINEIRA DE SILVICULTURA – AMS. (2008). **Eucalipto**. Disponível em: <<http://www.silviminas.com.br>>. Acesso em: 20/03/2008.

ASSOCIAÇÃO MINEIRA DE SILVICULTURA - AMS (2009). **Por dentro do Eucalipto: Aspectos sociais, ambientais e econômicos do seu cultivo.** Disponível em: <<http://www.silviminas.com.br>>. Acesso em: 02/06/2009.

BAIER, J. C. V.; PÉRRAMON, J. A. C. **Análisis económico de opciones productivas para plantaciones de *eucalyptus nitens* en el sur de Chile.** (2006) Disponível em: <[http://www.chilenoticias.cl/revista\\_cifor/textos/e\\_nitens.pdf](http://www.chilenoticias.cl/revista_cifor/textos/e_nitens.pdf)>. Acesso em: 20/05/2008.

CARVALHO, K. H. A.; COSTA, C. C. M.; SOARES, N. S.; SILVA, M. L. Desempenho das Exportações Brasileiras de Papel. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 38, n. 86, p. 263-271, jun. 2010.

CARVALHO, K. H. A.; SILVA, M. L.; SOARES, N. S. Competitiveness of Brazilian Wood Pulp in the International Market. **Cerne**, Lavras, v. 15, n. 4, p. 383-390, out./dez. 2009.

CENTRO DE DESENVOLVIMENTO DO AGRONEGÓCIO - CEDAGRO. (2008). **Coeficientes técnicos.** Disponível em: <<http://www.cedagro.org.br>> Acesso em: 14/06/2008.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA – CEPEA. **Informativo CEPEA – Setor Florestal.** Vários números. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br>>. Acesso em: 11/02/2008.

COELHO, M.R.F., BERGER, R., Competitividade das Exportações Brasileiras de Móveis no Mercado Internacional: Uma Análise Segundo a Visão de Desempenho. **Revista FAE**, Curitiba, v.7, n.1, p.51-65, 2004.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION - FAO. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 23/04/2009.

GOMES, M. T. M. **Potencialidades de inserção do carvão vegetal em bolsa de mercadorias**. Viçosa, MG: UFV, 2006. 71 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br>>. Acesso em 03/04/2009.

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

MONKE, A.E.; PEARSON, S.R. **The policy analysis matrix for agricultural development**. New York: Cornell University Press, 1989. 278p.

MOSS, S. R. **Competitividade da produção do café arábica em Minas Gerais e São Paulo**. Viçosa, MG: UFV, 2006. 90 f. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

NOCE, R., CARVALHO, R.M.M.A., SOARES, T.S., SILVA, M.L. Desempenho do Brasil na Produção de Madeira Serrada. **Revista Árvore** Viçosa, v. 27, n.5,p.695-700, 2003.

NOCE, R., SILVA, M.L., MENDES, L.M., SOUZA, A.L., SILVA, O.M., OLIVEIRA, J.M., CARVALHO, R.M.M.A. Preço Relativo e Competitividade no Mercado Internacional de Compensado. **Revista Cerne**, Lavras, v. 13, n. 1, p. 51-56, 2007.

NOCE, R., SILVA, M.L., SOUZA, A. L., SILVA, O. M., MENDES, L. M., CARVALHO, R. M. M. A., OLIVEIRA, J. M., CARVALHO, R. M. M. A., VALVERDE,R.S. Competitividade do Brasil no Mercado Internacional de Aglomerado. **Revista Arvore** Viçosa, v. 32, n. 1, p.113-118, 2008.

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

SOARES, N. S. **Potencial de Implantação de um Contrato Futuro da Madeira de Reflorestamento**. Viçosa, MG: UFV, 2006. 121 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

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

## **ARTIGO 5**

### **Integração Espacial no Mercado da Madeira de Eucalipto em São Paulo, Brasil**

## **Integração Espacial no Mercado da Madeira de Eucalipto em São Paulo, Brasil**

**RESUMO:** Este estudo analisou a integração espacial no mercado da madeira de eucalipto em pé e da madeira serrada de eucalipto, em São Paulo, de janeiro de 2002 a dezembro de 2007. Para isso, foram utilizados os testes de raiz unitária, cointegração de Johansen, causalidade de Granger e a estimação e análise do modelo de correção de erro vetorial (VEC). Os resultados indicaram que o mercado da madeira em pé é independente e que no mercado da madeira serrada ocorreu transmissão de preços, no longo prazo, no período considerado, ou seja, esse mercado é integrado.

Palavras-chave: Madeira de Eucalipto, Cointegração, Causalidade de Granger, transmissão de preços.

## **Spatial Integration in the Market of Eucalyptus Wood in São Paulo, Brazil**

**ABSTRACT:** This study analyzed the spatial integration in the eucalyptus timber and eucalyptus sawnwood markets in São Paulo, Brazil, from January 2002 to December 2007. For this, Unit roots test, Johansen co-integration test, Granger-causality test and estimation and analysis of vector error correction model (VEC) were used. The results indicated that the market of wood on the forest is independent and that on the market of sawnwood prices transmission occurred, in the long term, in the considered period, in other words, that the market is integrated.

keywords: Eucalyptus wood, Co-integration, Granger-causality, Price transmission.

### **1. INTRODUÇÃO**

O eucalipto é um gênero arbóreo nativo da Austrália utilizado na fabricação de óleos essenciais, produtos apícolas, celulose e papel, madeira serrada, postes e moirões, laminados, MDF (*medium density fiberboard*), chapa de fibra, carvão e lenha (ASSOCIAÇÃO MINEIRA DE SILVICULTURA – AMS, 2009).

Em 2005, o consumo da madeira de eucalipto concentrou-se, principalmente, na produção de celulose e na siderurgia a carvão vegetal, segmentos que consomem entre 65% e 75% do total. O restante é utilizado, de forma crescente, por outros segmentos como lenha, madeira serrada, painéis, construções rurais, postes de eletrificação, estacas de cerca e outros em menores proporções (AMS, 2006).

Em 2006, cerca de 87% da produção nacional de celulose foi com madeira de eucalipto (BRACELPA, 2007), sendo o *E. grandis*, *E. urophylla* e o híbrido *E. urograndis* os mais utilizados. O consumo da madeira de eucalipto pelas empresas de celulose no país cresceu, em média, 5,8% ao ano, de 1980 a 2005 (SOARES, 2006).

A área plantada com o gênero no Brasil foi de 3.459.147 ha em 2006, sendo Minas Gerais o Estado que contribuiu com o maior percentual (31%), seguido por São Paulo (23%), Bahia (15%) e Espírito Santo (5%) (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE – ABIMCI, 2007).

A produtividade média das florestas nacionais de eucalipto cresceu 63% de 1980 a 2006, alcançando 40 m<sup>3</sup>/ha/ano, em 2006, enquanto no Uruguai, Indonésia, Chile, Estados Unidos, Canadá e Finlândia, ela corresponde a 25, 20, 25, 10, 7 e 4 m<sup>3</sup>/ha/ano, respectivamente (VOTORANTIM CELULOSE E PAPEL – VCP, 2004; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS - ABRAF, 2009).

Com relação à distância de transporte da madeira de eucalipto, em 2006, a maior parte foi transportada por até 100 km (50%), 19% de 101 a 200 km, 12% de 201 a 300 km, 17% de 301 a 400 km e 2% de 402 a 500 km (BRACELPA, 2007). Uma vez que a madeira de reflorestamento em tora apresenta elevado peso e baixo preço, o custo de transporte é alto e, com isso, os reflorestamentos devem estar localizados próximos às empresas consumidoras para que o transporte do produto seja economicamente viável (VALVERDE et al., 2005; SILVA et al., 2007). O custo de transporte pode ser um dos motivos da pouca expressividade do comércio da tora de eucalipto entre regiões distantes. Com isso, alterações de preços em um mercado não devem, por consequência, ser transmitidas aos preços de outros mercados,

ou seja, conforme Basu (2006), os mercados não devem ser integrados espacialmente e não devem ser eficientes. Todavia, espera-se que o contrário aconteça nos mercados de produtos florestais cujos preços são maiores.

Goodwin e Schroeder (1991) destacam que mercados que não são integrados podem carregar informações imprecisas de preços que podem distorcer as decisões de comercialização dos produtores e contribuir para movimentação ineficiente dos produtos.

Segundo Gonzáles-Rivera e Helfand (2001), citados por Rosado (2006), mercados regionais integrados podem proporcionar crescimento de renda aos produtores ao possibilitar aumento na especialização e no comércio, e, também, provocar melhoria no bem-estar de consumidores avessos ao risco, ao reduzir a variabilidade dos preços dos bens que antes eram não comercializáveis.

Para Nogueira (2001) e Susanto e Adcock (2007), a mensuração do grau de integração de mercados regionais é de grande importância para a determinação de políticas reguladoras de mercado e para a tomada de decisão de comercialização dos agentes de mercado.

Mas, mesmo sendo importante a análise da integração de mercados regionais, no Brasil, até o presente momento, apenas Fontes et al. (2005) fizeram este tipo de análise para um produto florestal: o carvão vegetal, no Estado de Minas Gerais.

Entretanto, no exterior existem vários trabalhos deste tipo na área florestal como os de Jung e Doroodian (1994), Toppinen e Toivonen (1998), Nanang (2000), Nagubadi et al. (2001), Yin et al. (2002) e Yin e Baek (2005).

Sendo assim, este trabalho teve como objetivo geral analisar a integração do mercado da madeira em pé de eucalipto e da madeira serrada de eucalipto. Mais especificamente, pretendeu-se analisar o comportamento dos preços da madeira em pé de eucalipto e da madeira serrada de eucalipto no mercado físico em diferentes regiões do Estado de São Paulo e testar a existência da transmissão de preços no mercado, assim como a validade da lei do preço único.

## **2. MATERIAL E MÉTODO**

### **2.1. Referencial Teórico**

Tomou-se com referência a teoria da Lei do Preço Único (LPU), descrita no artigo 2.

### **2.2. Referencial Analítico**

#### **Comportamento dos Preços da Madeira**

O comportamento dos preços da madeira em pé de eucalipto e da madeira serrada de eucalipto foi verificado pela taxa geométrica de crescimento (TGC), conforme Gujarati (2000), apresentado no artigo 2.

#### **Análise da Integração dos Mercados**

Os procedimentos econométricos utilizados para analisar a integração do mercado da madeira de eucalipto foram iniciados com o teste de raiz unitária utilizando a metodologia de Dickey-Fuller aumentado (ADF) para determinar a ordem de integração das variáveis consideradas.

Em seguida, realizou-se o teste de cointegração seguindo o procedimento de Johansen.

Posteriormente, foi estimado o modelo vetorial de correção de erro (VEC), conforme o artigo 2.

Empregou-se neste trabalho o modelo multivariado para estimar o VEC, pois segundo Gonzalez-Rivera e Helfand (2000), citados por Nogueira (2005), um sistema bivariado será mal especificado devido à omissão de variáveis potencialmente relevantes. Tal problema leva à inconsistência dos parâmetros estimados dos VEC bivariados.

Além disso, procedeu-se ao teste de causalidade de Granger para determinar a ordem de inclusão das variáveis no VEC, uma vez que não se dispõe de dados sobre produção, consumo ou número de produtores nas regiões analisadas, para tomar este tipo de decisão com base nas expectativas, conforme feito por vários pesquisadores.

O teste de causalidade de Granger possibilita aferir o sentido dos preços entre os mercados. Este teste consiste em estimar as equações (1) e (2) (GUJARATI, 2000).

$$Y_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \beta_{Yi} Y_{t-i} + \sum_{i=1}^p \beta_{Xi} X_{t-i} + \varepsilon_{1t} \quad (1)$$

$$X_t = \gamma_0 + \sum_{i=1}^p \beta_{Xi} X_{t-i} + \sum_{i=1}^p \beta_{Yi} Y_{t-i} + \varepsilon_{2t} \quad (2)$$

A equação (1) demonstra que valores correntes de  $Y$  estão relacionados com valores passados de  $Y$  e com valores passados de  $X$ . A equação (2), por sua vez, demonstra que valores correntes de  $X$  estão relacionados com valores passados de  $X$  e com valores passados de  $Y$ . Se  $X$  não for relevante para explicar  $Y$ , deve-se aceitar a hipótese nula  $H_0 = \beta_{X1} = \beta_{X2} = \dots \beta_{XP} = 0$ . Por outro lado, se  $Y$  não for relevante para explicar  $X$ , deve-se aceitar a hipótese nula  $H_0 = \beta_{Y1} = \beta_{Y2} = \dots \beta_{YP} = 0$ .

Assim, os resultados possíveis do teste de causalidade de Granger são:

- ❖ Causalidade unidirecional de  $X$  para  $Y$  ( $X \rightarrow Y$ ): indicada quando se rejeita  $H_0$  para  $X \rightarrow Y$  e não se rejeita  $H_0$  para ( $Y \rightarrow X$ );
- ❖ Causalidade unidirecional de  $Y$  para  $X$  ( $Y \rightarrow X$ ): indicada quando se rejeita  $H_0$  para  $Y \rightarrow X$  e não se rejeita  $H_0$  para  $X \rightarrow Y$ ;
- ❖ Causalidade bidirecional ( $X \leftrightarrow Y$ ): indicada quando as duas hipóteses nulas são rejeitadas; e

Ausência de causalidade (independência): indicada quando as duas hipóteses nulas não são rejeitadas.

Ressalta-se que o teste de causalidade de Granger deve ser aplicado nas variáveis diferenciadas quando elas não forem estacionárias. Além disso, o teste tradicional descrito acima se aplica às variáveis que não são cointegradas. Caso sejam, o referido teste deve ser feito no modelo VAR ou VEC, uma vez que o teste padrão de causalidade de Granger se concentra apenas em relações de curto prazo (ENGLE e GRANGER, 1987).

### 2.3. Fonte de dados

Os dados utilizados no presente trabalho têm frequência mensal e são do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA). Eles se encontram no Informativo CEPEA – SETOR FLORESTAL (CEPEA, vários anos).

Os preços da madeira em pé de eucalipto são das regiões de Itapeva (SP) e Bauru (SP) e referem-se ao período de maio de 2002 a dezembro de 2007. A distância entre essas duas cidades é de, aproximadamente, 270 km (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CONCESSIONÁRIAS DE RODOVIÁRIAS - ABCR, 2009).

Já os preços da madeira serrada de eucalipto são das regiões de Sorocaba (SP), Bauru (SP) e Marília (SP) e compreende o período de janeiro de 2002 a dezembro de 2007. A distância entre Sorocaba e Bauru é de, aproximadamente, 260 km, enquanto a distância entre Sorocaba e Marília é de cerca de 300 km e entre Bauru e Marília é de 105 Km (ABCR, 2009).

Não se trabalhou com um período maior e com mais regiões, porque alguns dados não estavam disponíveis. Segundo a Equipe Economia Florestal - CEPEA/ESALQ/USP todas as informações sobre os preços dos produtos florestais coletadas pelo CEPEA são publicadas no Informativo CEPEA - SETOR FLORESTAL, que começou ser divulgado no ano de 2002.

Ressalta-se que foram utilizados preços nominais em R\$/estéreo para a madeira em pé de eucalipto e em R\$/m<sup>3</sup> para a madeira serrada de eucalipto, pois quando os preços são deflacionados, uma tendência é criada nos mesmos e quando se roda uma cointegração, este método vai justamente procurar uma tendência comum nos preços. Então, não faz sentido adicionar uma tendência (deflacionando) antes de rodar a cointegração. Ao deflacionar duas séries de preços se criam novas séries que correspondem à primeira multiplicada por um índice de deflação. Como o mesmo deflator é utilizado nas duas séries, ao aplicar o teste de cointegração, o modelo vai encontrar uma tendência comum entre estas duas séries por causa do índice de deflação em comum entre elas, e não por que realmente existe uma tendência comum entre as séries, conforme observou Siqueira (2007) numa análise semelhante à do presente trabalho, porém com o mercado brasileiro de leite.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Comportamento dos Preços da Madeira de Eucalipto

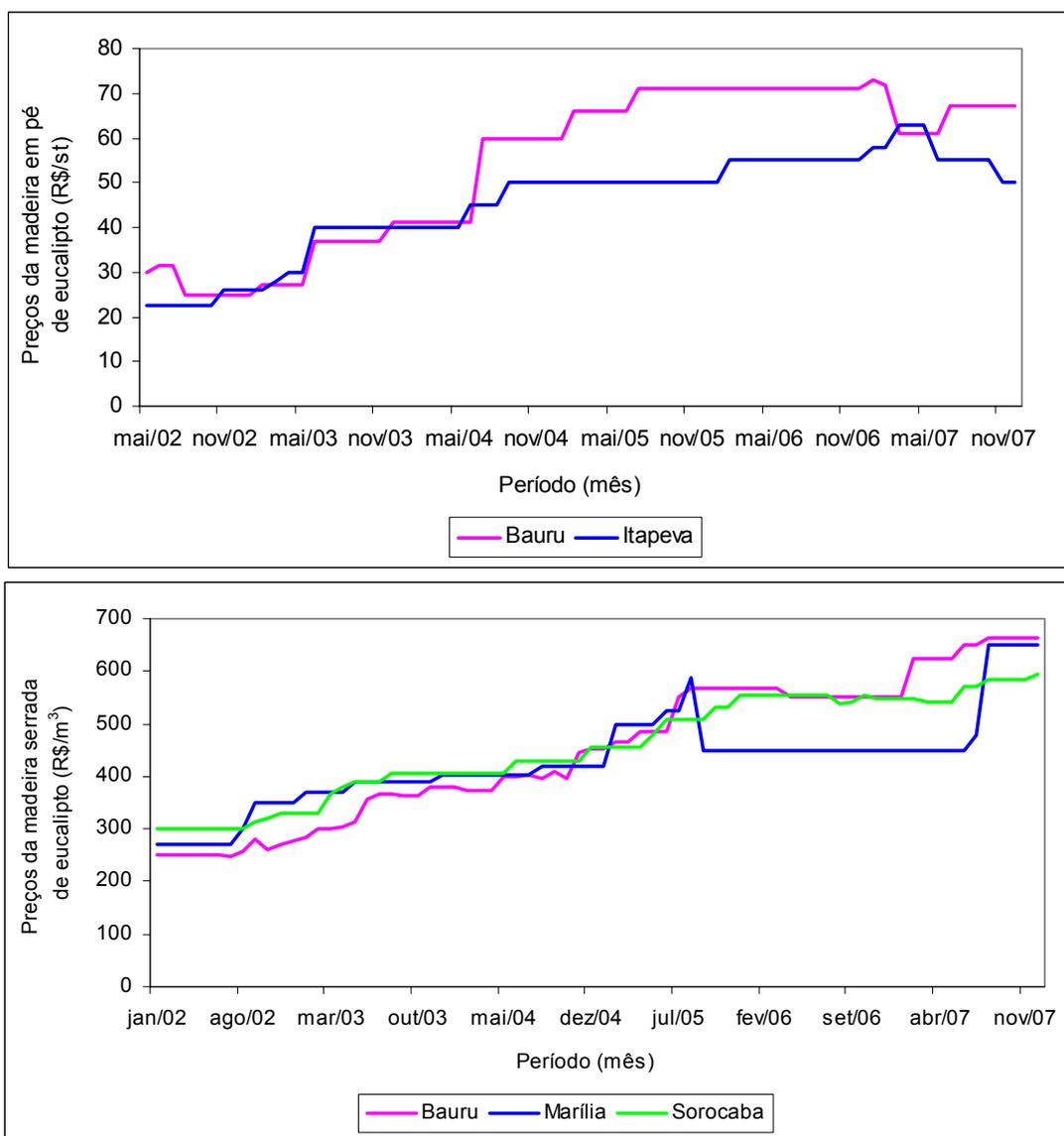
Para verificar o comportamento dos preços da madeira em pé de eucalipto e da madeira serrada de eucalipto nas regiões de Itapeva, Bauru, Sorocaba e Marília, é relevante observar o Quadro 1, que apresenta a TGC dos preços da madeira, bem como o esboço do gráfico na Figura 1.

Quadro 1 – Taxas geométricas de crescimento (TGC) dos preços da madeira de eucalipto.

Praças	Unidade	TGC (% ao mês)	
		Madeira em pé	Madeira serrada
Itapeva	R\$/estéreo	1,3400 *	-
Bauru	R\$/estéreo	1,6755 *	1,4916 *
Marília	R\$/m <sup>3</sup>	-	0,8521 *
Sorocaba	R\$/m <sup>3</sup>	-	1,0271 *

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

Nota: A TGC dos preços da madeira em tora foi calculada considerando o período de maio de 2002 a dezembro de 2007 e a TGC dos preços da madeira serrada compreende período de janeiro de 2002 a dezembro de 2007.



Fonte: Informativo CEPEA – Setor Florestal (vários números).

Figura 1 – Comportamento dos Preços da madeira de eucalipto, janeiro de 2002 a dezembro de 2007.

Nota-se no Quadro 1 e na Figura 1 que os preços da madeira de eucalipto cresceram no período de janeiro de 2002 a dezembro de 2007, tanto os da madeira em pé em Itapeva e Bauru, quanto os da madeira serrada em Bauru, Sorocaba e Marília.

Os preços da madeira em pé cresceram em média 1,3% e 1,6% ao mês, em Itapeva e Bauru, respectivamente. Já os preços da madeira serrada cresceram a uma taxa média mensal de 1,4%, 0,8% e 1,0% em Bauru, Marília e Sorocaba, respectivamente (Quadro 1).

Esse crescimento dos preços da madeira pode ser explicado pelo menor crescimento das áreas plantadas no Brasil com o fim da política de

incentivos fiscais ao reflorestamento, no ano de 1988, e pelo aumento do consumo dessa matéria-prima, devido ao crescimento da produção e das exportações da indústria brasileira que tem como base a madeira de reflorestamento (VALVERDE et al., 2005; SOARES, 2006). Para se ter uma ideia, no período de 1967 a 1986, os reflorestamentos no Brasil cresceram em média 168% ao ano e no período de 1995 a 2008, cresceram 109,8% ao ano (LEÃO, 2000; ABRAF, 2009).

Por outro lado, observa-se na Figura 1 que as séries de preços mensais da madeira de eucalipto se movimentaram juntas no período analisado, indicando uma possível cointegração das regiões.

Todavia, esta afirmação deve ser examinada criteriosamente. Sendo assim, procedeu-se à verificação econométrica da cointegração dos mercados da madeira em pé de eucalipto e da madeira serrada de eucalipto. Mais, especificamente, foi feita uma análise de cointegração dos preços da madeira em pé de eucalipto e da madeira serrada de eucalipto nas praças de Bauru, Sorocaba e Marília, bem como da transmissão de preços e da integração do mercado.

### **3.2. Análise da Integração do Mercado da Madeira de Eucalipto**

#### **Teste de raiz unitária**

Os resultados do teste de ADF em nível para as séries mensais de preços da madeira em pé de eucalipto e da madeira serrada de eucalipto estão apresentados na Quadro 2.

Quadro 2 – Resultados do teste ADF em nível para as séries mensais de preços da madeira de eucalipto.

Séries	Modelos	Valores críticos		Estatísticas do teste ADF	
				Madeira serrada	Madeira em pé
		$\tau_{\alpha=0,01}$	$\tau_{\alpha=0,05}$	$\tau_{calculado}$	$\tau_{calculado}$
Preço em Itapeva	Com intercepto e tendência	-4,10	-3,47	-	-0,88
	Somente com intercepto	-3,53	-2,90	-	-2,03
	Sem intercepto e sem tendência	-2,59	-1,94	-	1,00
Preço em Bauru	Com intercepto e tendência	-4,10	-3,47	-2,77	-1,21
	Somente com intercepto	-3,53	-2,90	-0,34	-1,22
	Sem intercepto e sem tendência	-2,59	-1,94	2,51	0,91
Preço em Sorocaba	Com intercepto e tendência	-4,10	-3,47	-1,87	-
	Somente com intercepto	-3,53	-2,90	-0,73	-
	Sem intercepto e sem tendência	-2,59	-1,94	1,35	-
Preço em Marília	Com intercepto e tendência	-4,10	-3,47	-2,23	-
	Somente com intercepto	-3,53	-2,90	-0,87	-
	Sem intercepto e sem tendência	-2,59	-1,94	1,30	-

Fonte: Dados da pesquisa.

Os resultados descritos no Quadro 2 sinalizam que as séries de preços sob análise não são estacionárias, tendo em vista que os valores calculados são menores em módulo que seus respectivos valores críticos em todos os modelos analisados. Mas observa-se que estas séries passam a ser estacionárias em primeira diferença, indicando que elas são integradas de ordem um, isto é, apenas uma diferenciação é suficiente para torná-las estacionárias (Quadro 3).

Quadro 3 – Resultados do teste de ADF em primeira diferença para as séries mensais de preços da madeira de eucalipto.

Séries	Modelos	Valores críticos		Estatísticas do teste ADF	
				Madeira serrada	Madeira em pé
		$\tau_{\alpha=0,01}$	$\tau_{\alpha=0,05}$	$\tau_{calculado}$	$\tau_{calculado}$
Preço em Itapeva	Com intercepto e tendência	-4,10	-3,47	-	-8,61
	Somente com intercepto	-3,53	-2,90	-	-8,19
	Sem intercepto e sem tendência	-2,59	-1,94	-	-7,96
Preço em Bauru	Com intercepto e tendência	-4,10	-3,47	-8,92	-8,11
	Somente com intercepto	-3,53	-2,90	-8,98	-8,12
	Sem intercepto e sem tendência	-2,59	-1,94	-7,88	-7,98
Preço em Sorocaba	Com intercepto e tendência	-4,10	-3,47	-7,90	-
	Somente com intercepto	-3,53	-2,90	-7,94	-
	Sem intercepto e sem tendência	-2,59	-1,94	-6,83	-
Preço em Marília	Com intercepto e tendência	-4,10	-3,47	-8,77	-
	Somente com intercepto	-3,53	-2,90	-8,81	-
	Sem intercepto e sem tendência	-2,59	-1,94	-8,58	-

Fonte: Dados da pesquisa.

### Testes de Johansen para cointegração

Como foi constatado por meio do testes de raiz unitária que a série de preço da madeira de eucalipto na primeira diferença tem a mesma ordem de integração, seguiu-se para a próxima etapa que é a análise de cointegração.

Segundo os critérios razão de verossimilhança (LR), Akaike, Schwarz e Hannan Quinn, o modelo VAR para a série de preços da madeira em pé de eucalipto deve apresentar uma defasagem (Quadro 4).

Quadro 4 – Número de defasagens do modelo VAR para a série de preços da madeira em pé de eucalipto.

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	46.72196	NA	0.000810	-1.442644	-1.374027	-1.415703
1	185.3226	263.7884*	1.05e-05*	-5.784602*	-5.578750*	-5.703779*
2	185.8702	1.006840	1.18e-05	-5.673233	-5.330147	-5.538529
3	186.5873	1.272249	1.31e-05	-5.567333	-5.087012	-5.378747
4	186.7577	0.291314	1.49e-05	-5.443797	-4.826242	-5.201329
5	187.2970	0.887211	1.67e-05	-5.332161	-4.577371	-5.035812
6	187.8084	0.808309	1.88e-05	-5.219625	-4.327601	-4.869394

Fonte: Dados da Pesquisa. \* indica a ordem selecionada pelo critério.

No caso da série de preços da madeira serrada de eucalipto, o critério razão de verossimilhança (LR) indicou que o modelo VAR deve apresentar três defasagens. Entretanto, segundo os demais critérios (Akaike, Schwarz e Hannan Quinn), o modelo VAR para a série de preços da madeira serrada deve apresentar apenas uma defasagem (Quadro 5). Sendo assim, optou-se pelo VAR (1).

Quadro 5 – Número de defasagens do modelo VAR para a série de preços da madeira serrada de eucalipto.

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	175.8683	NA	1.07e-06	-5.238433	-5.138904	-5.199104
1	390.4156	403.0888	2.10e-09*	-11.46714*	-11.06902*	-11.30982*
2	393.3938	5.324752	2.53e-09	-11.28466	-10.58795	-11.00936
3	405.8101	21.07001*	2.29e-09	-11.38818	-10.39289	-10.99489
4	409.8385	6.469874	2.69e-09	-11.23753	-9.943643	-10.72625
5	412.6840	4.311392	3.28e-09	-11.05103	-9.458554	-10.42177
6	420.6369	11.32688	3.46e-09	-11.01930	-9.128235	-10.27205

Fonte: Dados da Pesquisa. \* indica a ordem selecionada pelo critério.

Com relação à escolha do modelo de estimação para a série de preços da madeira em pé de eucalipto, aplicou-se aquele que não considera tendências determinísticas lineares nos dados em nível, mas equações de cointegração somente com intercepto, pois o p-valor do componente de tendência foi não significativo nas duas séries de preço em nível.

Por outro lado, para a série de preços da madeira serrada de eucalipto, optou-se pelo modelo que considera tendências determinísticas lineares nos dados em nível, mas equações de cointegração somente com intercepto, uma vez que o p-valor do componente de tendência foi significativo nas três séries de preço em nível.

Os resultados do teste de cointegração de Johansen para determinar o número de vetores de cointegração, obtidos pelos testes do traço e do máximo autovalor, estão no Quadro 6.

Quadro 6 - Resultados do teste de cointegração de Johansen para as séries mensais de preços da madeira de eucalipto.

Séries	Hipótese nula	Teste do Traço	Valor Crítico (5%)	Teste do máximo autovalor	Valor Crítico (5%)
Preço da madeira em pé de eucalipto	$r=0$	20.01062*	20.26184	10.72780*	15.89210
	$r\leq 1$	9.282821	9.164546	9.282821	9.164546
Preço da madeira serrada de eucalipto	$r=0$	49.03103	35.19275	27.27831	22.29962
	$r\leq 1$	21.75272	20.26184	16.44220	15.89210
	$r\leq 2$	5.310519 *	9.164546	5.310519 *	9.164546

Fonte: Dados da pesquisa. \* indica aceitação da hipótese nula a 5% de significância.

Com base nos resultados apresentados no Quadro 6, pode-se inferir que as séries mensais de preços da madeira em pé de eucalipto nas praças de Itapeva e Bauru não são cointegradas, uma vez que a hipótese nula de que não há nenhum vetor de cointegração foi aceita em nível de 5%.

Os resultados do teste de causalidade de Granger para a série de preços da madeira em pé de eucalipto indicaram ausência de causalidade (com duas defasagens) entre as regiões de Itapeva e Bauru, pois as duas

hipóteses nulas não são rejeitadas (Quadro 7). Deste modo, pode-se dizer que esses mercados não são integrados e agem de maneira independente. Isto, talvez, possa ser devido ao fato de a madeira de reflorestamento apresentar baixo coeficiente preço sobre peso específico, em razão de ser um produto pesado e de baixo valor comercial, não compensando transportá-la por longas distâncias, conforme observaram Valverde et al. (2005).

Quadro 7 - Resultados do teste de causalidade de Granger para as séries mensais de preços da madeira em pé de eucalipto em Itapeva, Bauru, janeiro de 2002 a dezembro de 2007.

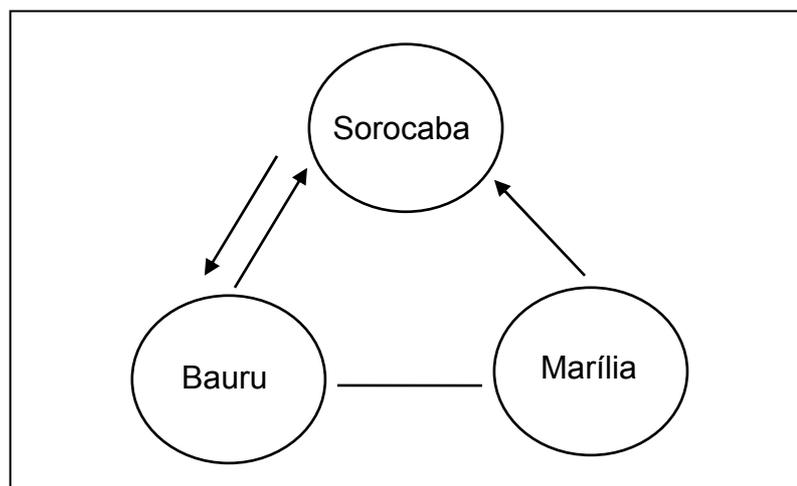
Hipótese nula	Obs.	F-Estatístico	P-valor
Bauru Granger não causa Itapeva	65	1,19009	0,31127
Itapeva Granger não causa Bauru	65	0,22067	0,80263

Fonte: Dados da pesquisa. Nota: realizou-se o teste padrão de causalidade de Granger em primeira diferença.

Todavia, observa-se que a série de preços da madeira serrada de eucalipto nas praças de Sorocaba, Bauru e Marília são cointegradas. Os testes do traço e do máximo autovalor indicaram dois vetores de cointegração (Quadro 6). Tal fato sugere que o mercado da madeira serrada seja eficiente na difusão de informações e nas operações de arbitragem.

Deste modo, prosseguiu-se para a análise do vetor de cointegração apenas da série de preços da madeira serrada de eucalipto nas praças de Sorocaba, Bauru e Marília.

Com os resultados do teste de causalidade de Granger para o mercado da madeira serrada de eucalipto, foram obtidas as seguintes relações de causalidade (com duas defasagens): Marília causa Sorocaba, Bauru causa Sorocaba e Sorocaba causa Bauru (Figura 2, Quadro 8).



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 2 – Direção de transmissão dos preços da madeira serrada.

Assim, pode-se sugerir que os preços em Sorocaba são influenciados pela região de Marília e Bauru e que os preços de Bauru sofrem influência dos preços de Sorocaba. Além disso, pode-se considerar que Marília é um polo que transmite choques (alterações) de preços aos demais mercados (Quadro 8).

Ressalta-se que o teste de causalidade de Granger para o mercado da madeira serrada de eucalipto foi conduzido dentro da estrutura do modelo VAR, no qual os preços regionais para um mercado são regredidos sobre os valores defasados de preços em outro mercado. Assim, coeficientes significativos implicam que choques de preços em um mercado ocasionam respostas significativas em outros com defasagens de tempo (ROSADO, 2006).

Quadro 8 - Resultados do teste de causalidade de Granger para as séries mensais de preços da madeira serrada de eucalipto em Bauru, Sorocaba e Marília, janeiro de 2002 a dezembro de 2007.

Hipótese nula	Obs.	F-Estatistic	P-valor
Bauru Granger não causa Sorocaba	70	8,685340	0,0130
Marília Granger não causa Sorocaba	70	4,066795	0,1009
Sorocaba Granger não causa Bauru	70	4,584646	0,1010
Marília Granger não causa Bauru	70	2,171701	0,3376
Sorocaba Granger não causa Marília	70	0,106670	0,9481
Bauru Granger não causa Marília	70	0,800903	0,6700

Fonte: Dados da pesquisa. Nota: Realizou-se o teste de causalidade de Granger no modelo VAR.

Deste modo, optou-se por estimar o VEC com as variáveis na seguinte ordem: Sorocaba, Bauru e Marília. Os resultados dessa análise estão no Quadro 9.

Quadro 9 – Estimativa do parâmetro de longo prazo ( $\beta$ ) para as séries mensais de preços da madeira serrada de eucalipto em Sorocaba, Bauru e Marília, janeiro de 2002 a dezembro de 2007.

Região	Sorocaba	Bauru
	1,000000	1,000000
Marília	-1,035012 *	-1,516184 *
	(0,17872) **	(0,24990) **
Constante	0,150807	3,086226

Fonte: Dados da pesquisa. \* significativo em nível de 1%; \*\* desvio padrão.

Nota-se que os coeficientes encontrados em valor absoluto são elevados, o que sugere que estas regiões, por serem distantes de Marília, tenham, dentre outros fatores, custos de transferência elevados (Quadro 9).

Os resultados do teste de significância de restrição sobre o parâmetro  $\beta$ , apresentados no Quadro 10, mostraram que todos os três mercados participaram efetivamente do equilíbrio de longo prazo, sendo, assim, importante no espaço de cointegração, ou seja, os mercados foram integrados. Mas os resultados do Quadro 10 revelam que a lei do preço único não foi verificada para o mercado da madeira serrada no período analisado. Assim, pode-se dizer que a alteração de preços em um mercado não foi completamente transmitida ao outro mercado no longo prazo.

Quadro 10 – Teste de significância de restrição sobre o parâmetro  $\beta$  do vetor de cointegração.

Hipótese nula	$\chi^2$	Valor crítico (5%)
$\beta_{Sorocaba} = 0$	16,06881 *	3,84
$\beta_{Bauru} = 0$	18,26587 *	3,84
$\beta_{Marília} = 0$	12,47325 *	3,84
$\beta_{Marília} = \beta_{Sorocaba} = 0$	7,382865 *	3,84
$\beta_{Marília} = \beta_{Bauru} = 0$	7,265553 *	3,84

Fonte: Resultados da pesquisa. \* rejeição a 5% de significância.

Com relação à estimação do vetor de Correção de Erro (VEC), ela tem por objetivo analisar os ajustamentos de curto prazo que ocorrem nas séries cointegradas, que são as relações de equilíbrio no longo prazo (NOGUEIRA et al., 2001). Os resultados dessas estimativas se encontram no Quadro 11.

Quadro 11 – Estimação do coeficiente de ajustamento ( $\alpha$ ) do modelo VEC referente à variável preço da madeira serrada de eucalipto, janeiro de 2002 a dezembro de 2007.

Correção de Erro:	LN (Sorocaba)	LN (Bauru)
LN (Sorocaba, LN Marília)	-0,216485 *	0,265148 *
	(0,06690)**	(0,10904)**
LN (Bauru, LN Marília)	0,126762 *	-0,224945 *
	(0,04773)**	(0,07778)**

Fonte: Dados da pesquisa. \* significativo em nível de 1% de probabilidade; \*\* desvio padrão.

Considerando a relação entre regiões distintas, verifica-se que, em relação a Marília, Sorocaba respondeu, rapidamente, ao desequilíbrio de preço de Bauru (0,126762), e Bauru ao de Sorocaba (0,265148). Bauru foi a região que respondeu mais rapidamente ao próprio desequilíbrio de preços em relação a Marília (-0,224945). Em outras palavras, em relação a Marília, pode-se inferir que 12,67% do desequilíbrio de preço de curto prazo referente à trajetória de longo prazo é corrigido a cada mês entre Sorocaba e Marília, indicando que precisaria de, aproximadamente, 8 meses para corrigir o desequilíbrio de preços, ou seja, para os preços se igualarem entre as regiões. Raciocínio análogo pode ser aplicado aos demais casos (Quadro 11).

Por outro lado, os testes de hipótese sobre o parâmetro  $\alpha$  revelam que na série de preços de Sorocaba e Bauru a hipótese de exogeneidade fraca é rejeitada, isto é, os níveis dos preços nessas regiões reagem a desequilíbrios transitórios que ocorrem nos níveis de preços de Marília. Já a série de preços de Marília se revela exógena fraca com respeito ao equilíbrio de longo prazo. De outro modo, o preço em Marília influencia os preços em Sorocaba e Bauru. Então, esses resultados confirmam a ordem de inclusão das variáveis no modelo VEC. Além disso, constatou-se que ambos os mercados retornam a um dado desequilíbrio a velocidades estatisticamente iguais (Quadro 12).

Quadro 12 – Teste de significância de restrição sobre o parâmetro  $\alpha$  do vetor de cointegração.

Hipótese nula	$\chi^2$	Valor crítico (5%)
$\alpha_{Sorocaba} = 0$	10,62*	3,84
$\alpha_{Bauru} = 0$	8,36*	3,84
$\alpha_{Marília} = 0$	2,44**	3,84
$\alpha_{Marília} = \alpha_{Sorocaba} = 0$	2,29**	3,84
$\alpha_{Marília} = \alpha_{Bauru} = 0$	0,83**	3,84

Fonte: Dados da pesquisa. \* Rejeição a 5% de significância; \*\* Aceitação a 5% de significância.

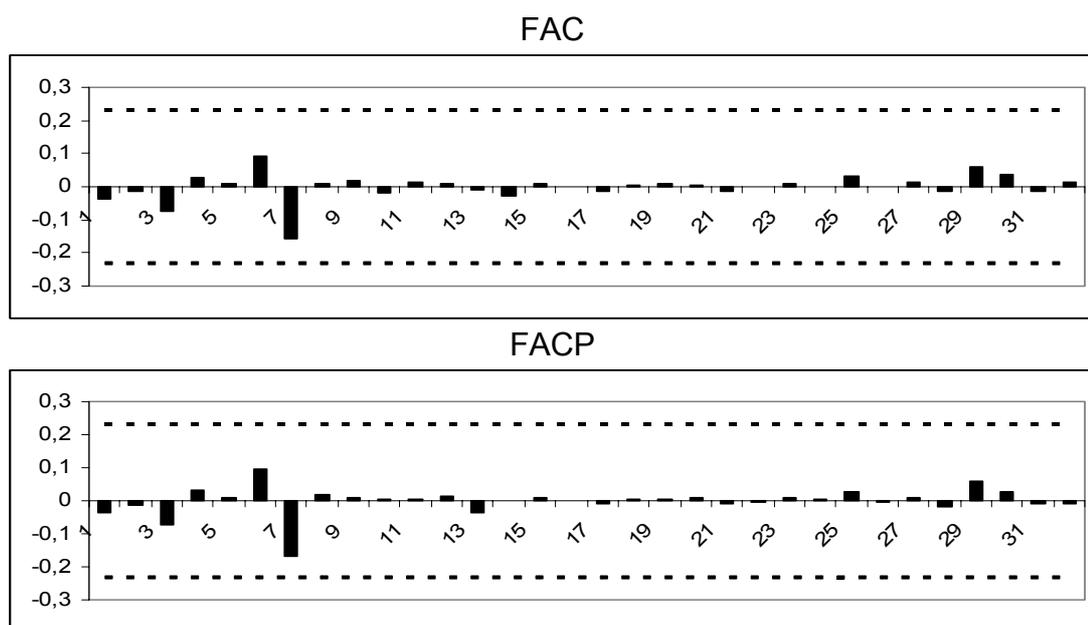
Aparentemente, os resultados encontrados no presente trabalho têm sentido econômico, pois a expectativa era de que no mercado da madeira serrada, em que os preços foram elevados no período analisado (entre R\$ 250,00 e R\$ 650,00 o m<sup>3</sup>) (CEPEA, 2008), fosse observada integração, e no mercado da madeira em pé, em que os preços foram menores (entre R\$ 20,00 e R\$ 70,00 o estéreo) (CEPEA, 2008), fosse observada independência. Acredita-se que isso tenha acontecido porque, quando o preço da madeira foi mais alto, compensou transportá-la por distâncias maiores e vice-versa, isso porque, segundo Silva et al. (2007), o preço da madeira foi o fator que mais influenciou na distância máxima de transporte.

Os autores verificaram que utilizando o rodotrem, aumentando-se o preço da madeira em 20%, a distância máxima de transporte teve incremento de 44%, aumentando, assim, a sua logística de transporte em relação à situação original. No entanto, se o preço da madeira cair em 20 %, a empresa terá que buscar madeira em áreas mais próximas à fábrica para não ter prejuízo. Com relação ao caminhão truck, com um aumento de 20% no valor da madeira, a distância de transporte aumenta cerca de 44%.

Ressalta-se que Silva et al. (2007) verificaram que outras variáveis também influenciaram na distância de transporte da madeira pelas empresas, apesar de ser numa proporção menor. Dentre estas variáveis, a produção de madeira por hectare, o preço da terra, a taxa de juros e o custo de implantação das florestas.

## Avaliação do VEC

Com relação à avaliação do VEC, verificou-se que o comportamento médio dos seus resíduos foi satisfatório, obtendo resíduos próximos a um ruído branco (Figura 3). Esse resultado também foi observado pelo teste ADF nos resíduos, pois o valor calculado de ADF foi maior em módulo que o valor crítico em nível de 1% de probabilidade (Quadro 13). Destarte, pode-se dizer que o modelo foi satisfatório para as estimações realizadas.



Fonte: Dados da Pesquisa.

Figura 3 - Correlograma dos resíduos do VEC.

Quadro 13 – Resultados do teste ADF em nível nos resíduos do VEC.

Modelo	Estatística	Valores Críticos (1%)	Valor Calculado
Com intercepto e tendência	$\tau_r$	-4,09	-8,02

Fonte: Dados da pesquisa.

## 4. CONCLUSÕES

As informações obtidas neste trabalho permitiram concluir que os mercados da madeira serrada de eucalipto das regiões de Sorocaba, Bauru e Marília são integrados espacialmente via preços, ou seja, existe relação de equilíbrio de longo prazo entre eles. Mas, apesar de serem integrados, a lei

do preço único não foi verificada, isto é, a integração desses mercados não foi perfeita no período analisado.

Concluiu-se, também, que as regiões de Marília e Bauru transmitem alterações de preços da madeira serrada ao mercado de Sorocaba.

Já os mercados da madeira em pé de eucalipto das regiões de Itapeva e Bauru não apresentaram integração espacial.

Vale ressaltar que, como os mercados da madeira serrada considerados estão funcionando eficientemente, por serem integrados, intervenções governamentais seriam desnecessárias, ou prejudiciais, caso criassem restrições ao fluxo de informações ou às operações de arbitragem. Mas, para o mercado da madeira em pé, intervenções governamentais no sentido de melhorar, principalmente, questões que influenciam as operações de arbitragem poderiam ser positivas.

## **5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE – ABIMCI. (2007). **Estudo Setorial 2007**: Indústria de Madeira Processada Mecanicamente. Disponível em: <[http://www.abimci.com.br/importancia\\_setor.html](http://www.abimci.com.br/importancia_setor.html)>. Acesso em: 10/03/2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL – BRACELPA. **Relatório Estatístico Florestal**. (2007). Disponível em: <[http://www.ipef.br/estatisticas/relatorios/Bracelpa-Relatorio\\_Estatistico\\_Florestal-2006-ENG.pdf](http://www.ipef.br/estatisticas/relatorios/Bracelpa-Relatorio_Estatistico_Florestal-2006-ENG.pdf)>. Acesso em: 3/02/2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CONCESSIONÁRIAS DE RODOVIÁRIAS – ABCR. Disponível em: <<http://www.abcr.org.br>>. Acesso em: 16/04/2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS – ABRAF. **Anuário Estatístico da ABRAF**. 2009. CR-ROM.

ASSOCIAÇÃO MINEIRA DE SILVICULTURA – AMS. (2008). **Eucalipto**. Disponível em: <<http://www.silviminas.com.br>>. Acesso em: 20/03/2009.

ASSOCIAÇÃO MINEIRA DE SILVICULTURA – AMS. **Perspectivas e Tendências do Abastecimento da Madeira para a Indústria de base florestal no Brasil**: uma contribuição à construção e acompanhamento dos cenários futuros. (2006). Disponível em: <<http://www.showsite.com.br/silviminas/html/AnexoCampo/CENÁRIO.pdf>>. Acesso em: 22/03/2008.

BASU, J. P. **Cointegration and Market Integration**: An application to the Potato Markets in Rural West Bengal, India. 2006. Disponível em: [http://agecon.lib.umn.edu/cgi-bin/pdf\\_view.pl?paperid=22101&ftype=.pdf](http://agecon.lib.umn.edu/cgi-bin/pdf_view.pl?paperid=22101&ftype=.pdf). Acesso em: 28/03/2008.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA – CEPEA. **Informativo CEPEA – Setor Florestal**. Vários números. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br>>. Acesso em: 11/02/2008.

ENGLE R. F.; GRANGER, C. W. J. Cointegration and error correction: representation, estimation and testing. **Econometrica**. v. 55, p. 251 – 276, 1987.

FONTES, A. A.; SILVA, M. L. da; LIMA, J. E. de. Integração Espacial no Mercado Mineiro de Carvão Vegetal. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 937 – 946, 2005.

GOODWIN, B. K.; SCHROEDER, T. C. Cointegration Test and Spatial Price Linkages in Regional Cattle Markets. **American journal of Agricultural Economics**. v. 73, p. 452 – 464, 1991.

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

JUNG, C.; DOROODIAN, K. The law of one price for U. S. softwood lumber: a multivariate cointegration test. **Forest Science**, v. 40, n. 4, p. 595 -600, 1994.

LEÃO, R. M. **A floresta e o homem**. São Paulo: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, 2000. 448 p.

NAGUBADI, V.; MUNN, I. A.; TAHAI, A. Integration of hardwood stumpage market in the south central United States. **Journal of Forest Economics**, v. 7, n. 1, p. 69 – 98, 2001.

NANANG, D. M. A multivariate cointegration test of the law of one price for Canadian softwood lumber market. **Forest Policy and Economics**, v.1, p. 347 -355, 2000.

NOGUEIRA, F. T. P. **Integração dos Mercados Interno e Externo de Café**. Viçosa, MG: UFV, 2005. 142 f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

NOGUEIRA, F. T. P. **Integração Espacial e Efetividade do “Hedge” no Mercado Brasileiro de Café Arábica**. Viçosa, MG: UFV, 2001. 147 f. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

ROSADO, P. L. **Integração Espacial entre os Mercados Brasileiros de Suínos**. Viçosa, MG: UFV, 2006. 117 f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SILVA, M. L. da; OLIVEIRA, R. J. de; VALVERDE, S. R.; MACHADO, C. C.; PIRES, V. A. V. Análise do Custo e do Raio Econômico de Transporte de Madeira de Reflorestamentos para Diferentes Tipos de Veículos. **Revista Árvore**, v. 31, n.6, p. 1073 –1079, 2007.

SIQUEIRA, K. B. **The Dynamics of Farm Milk Prices Formation in Brazil**. Viçosa, MG: UFV, 2007. 126 f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SOARES, N. S. **Potencial de Implantação de um Contrato Futuro da Madeira de Reflorestamento**. Viçosa, MG: UFV, 2006. 121 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SUSANTO, C.P. R. D.; ADCOCK, F.J. **Market Integration in the North American Onion Markets: An Empirical Analysis Using Panel Data**. 2007. Disponível em: <[http://agecon.lib.umn.edu/cgi-bin/pdf\\_view.pl?paperid=25203&ftype=.pdf](http://agecon.lib.umn.edu/cgi-bin/pdf_view.pl?paperid=25203&ftype=.pdf)>. Acesso em: 28/03/2008.

TOPPINEN, A.; TOIVONEN, R. Roundwood market integration in Finland: a multivariate cointegration analysis. **Journal of Forest Economics**, v. 4, n. 3, p. 241 – 266, 1998.

VALVERDE, S. R.; SOARES, N. S.; SILVA, M. L. da; JACOVINE, L. A. G.; NEIVA, S. A. Reflexões sobre o Mercado da Madeira de Eucalipto no Brasil. **Revista da Madeira**, v.15, n. 87, fev. 2005.

VOTORANTIM CELULOSE E PAPEL – VCP. **Sustainable growth with value creation and solid returns**. São Paulo: VCP, January-December, 2004. 28p.

YIN, R.; BAEK, J. Is there a single national lumber market in the United States? **Forest Science**, v. 51, n. 2, p. 155 -164, 2005.

YIN, R.; NEWMAN, D. H.; SIRY, J. Testing for market integration among southern pine regions. **Journal of Forest Economics**, v. 8, p. 151 – 166, 2002.

## **ARTIGO 6**

**Previsão de Preço da Madeira de Eucalipto,  
em São Paulo, Brasil**

## **Previsão de Preço da Madeira de Eucalipto, em São Paulo, Brasil**

**RESUMO:** No presente trabalho, buscou-se a elaboração de um modelo para prever o preço da madeira de eucalipto em Itapeva (SP) e Bauru (SP) utilizando a metodologia de Box e Jenkins (1976) em observações mensais, cobrindo o período de maio de 2002 a janeiro de 2008. Os resultados obtidos indicaram que o modelo adequado para efetuar as previsões do preço da madeira de *Eucalyptus* em Itapeva e Bauru foram, respectivamente, um ARIMA (0,1,4) e um ARIMA (2,1,2).

Palavras-chave: Séries Temporais; Modelo ARIMA; Previsão de Preços; Madeira de Eucalipto.

## ***Eucalyptus* Wood Price Forecasting, in São Paulo, Brazil**

**ABSTRACT:** The objective of this paper was to establish a price forecasting model of *Eucalyptus* spp. wood in Itapeva (SP) and Bauru (SP), using Box & Jenkins (1976) methodology in monthly observations, from May 2002 to January 2008. The results shows that the appropriate models for forecasting *Eucalyptus* spp. wood price in Itapeva (SP) and Bauru (SP) were, respectively, ARIMA (0,1,4) and ARIMA (2,1,2).

Keywords: Times Series; ARIMA Models; Price Forecasting; *Eucalyptus*. Wood.

### **1. INTRODUÇÃO**

O eucalipto é um gênero arbóreo nativo da Austrália, com mais de 600 espécies conhecidas. A introdução do eucalipto em bases técnicas no Brasil iniciou-se em 1904, no Horto de Jundiaí (SP), conduzida por Edmundo Navarro de Andrade. Entretanto, há informações de existência de dois exemplares de *E. gigantea* no Jardim Botânico do Rio de Janeiro, em 1825, e de alguns exemplares no Rio Grande do Sul, em 1865 (ASSOCIAÇÃO MINEIRA DE SILVICULTURA – AMS, 2008).

A área plantada total com o gênero no país atingiu 3.351.867 ha em 2007, sendo Minas Gerais o Estado que contribuiu com o maior percentual (28%), seguido por São Paulo (22%), Bahia (15%) e Espírito Santo (6%) (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS - ABRAF, 2008).

Em 2006, a produtividade média das florestas nacionais de Eucalipto alcançou 40 m<sup>3</sup>/ha/ano. Em termos comparativos, no Uruguai, Indonésia, Chile, Estados Unidos, Canadá, Espanha e Finlândia, a produtividade média das florestas de eucalipto naquele ano foi 25, 20, 25, 10, 7, 10 e 4 m<sup>3</sup>/ha/ano, respectivamente. Além disso, no Brasil, a rotação florestal é de 7 anos, inferior a de países como África do Sul (8-10 anos), Chile (10-12 anos), Portugal (12-15 anos), Espanha (12-15 anos) (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL-BRACELPA, 2007; VOTORANTIM CELULOSE E PAPEL-VCP, 2004).

A importância deste gênero pode ser atribuída à sua múltipla utilização e ao seu consumo crescente. Em 2005, o consumo da madeira de eucalipto no Brasil concentrou-se, principalmente, na produção de celulose e na siderurgia a carvão vegetal, segmentos que consomem entre 65% e 75% do total (AMS, 2008).

Segundo Soares (2006), o consumo da madeira de eucalipto pelas empresas de celulose no país cresceu, em média, 5,8% ao ano, de 1980 a 2005. Já Gomes (2006) verificou que o consumo dessa matéria-prima nas empresas de ferro-gusa de Minas Gerais cresceu, aproximadamente, 22%, no período de 2001 a 2005, enquanto outros segmentos como lenha, madeira serrada, painéis, construções rurais, postes de eletrificação e estacas de cerca também estão utilizando de forma crescente a madeira de eucalipto (AMS, 2008).

Pode-se, portanto, afirmar que a madeira de eucalipto a cada dia se torna mais importante, tanto para produtores (por uma alternativa produtiva) como para insumo industrial.

Assim, pesquisas que busquem estimar modelos para previsão dos preços da madeira de eucalipto no Brasil são importantes para os produtores por fornecer orientações sobre os melhores meios de selecionar seus empreendimentos, dimensionar suas vendas e planejar o volume de

estoques. Para o governo também é importante, pois pode subsidiar o planejamento de políticas para o desenvolvimento do mercado da madeira de eucalipto no país (SILVA e SILVA, 1996).

Em síntese, a previsão do preço da madeira de Eucalipto no Brasil deve ser uma ferramenta de apoio a tomadas de decisões futuras, de eficiência comprovada, precisão de resultados, simplicidade nos métodos empregados e confiabilidade estatística do modelo.

No entanto, grande parte da madeira de eucalipto no país é comercializada entre regiões próximas. Em 2006, por exemplo, 50% dessa madeira foi transportada por até 100 km, 19% de 101 a 200 km, 12% de 201 a 300 km, 17% de 301 a 400 km e 2% de 402 a 500 km (BRACELPA, 2006). Como a madeira de reflorestamento em tora apresenta elevado peso e baixo preço, o custo de transporte é elevado (VALVERDE et al., 2005; SILVA et al., 2007), explicando a pouca expressividade do comércio da madeira de eucalipto entre regiões distantes.

Sendo assim, acredita-se que alterações nos preços da madeira de eucalipto em tora, em um mercado, não são transmitidas aos preços de outros mercados quando o preço for baixo a ponto de não compensar transportá-la por longas distâncias. Ou seja, conforme Basu (2006), os mercados não são integrados espacialmente. Conseqüentemente, um modelo de previsão de preços da madeira de Eucalipto para uma região não deve ser válido para outras regiões.

Nesse contexto, em termos gerais, o presente trabalho buscou elaborar um modelo para prever o preço da madeira de eucalipto. Mais especificamente, pretendeu-se estimar um modelo que permita prever os preços da madeira de eucalipto em duas regiões do Brasil, Itapeva (SP) e Bauru (SP), com base em técnicas estatísticas de previsão.

## **2. METODOLOGIA**

### **2.1. Referencial Teórico**

Para fornecer respostas a este estudo, tomou-se como referência a metodologia desenvolvida por Box e Jenkins (1976), descrita no artigo 3.

## **2.2. Referencial Analítico**

Os procedimentos para determinar um modelo de previsão de preços da madeira de eucalipto em Itapeva (SP) e Bauru (SP), com base na metodologia de Box e Jenkins (1976), foram os mesmos do artigo 3.

## **2.3. Fonte de dados**

Os dados utilizados referem-se aos preços mensais da madeira em pé de eucalipto nas praças de Itapeva (SP) e Bauru (SP), no período de maio de 2002 a janeiro de 2008. Esses preços estão em R\$/st e são do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada – CEPEA (CEPEA, 2008). O tamanho da amostra, a decisão de utilizar dados mensais e a escolha das regiões para análise foram definidas em função da disponibilidade de dados.

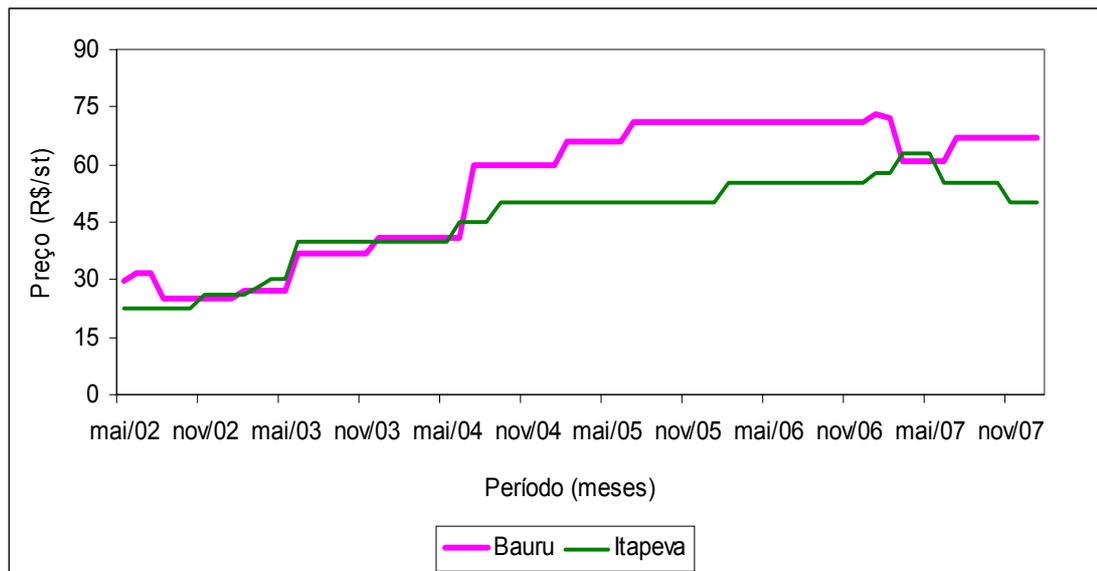
Ressalta-se que nas estimativas foram deixadas de fora as doze últimas observações com o objetivo de fazer uma previsão prévia para melhor avaliar o modelo, e que se trabalhou com preços nominais, pois no período considerado para análise, a inflação foi baixa e apresentou tendência bem definida. Sendo assim, as estimativas obtidas a partir de preços correntes são muito semelhantes às obtidas utilizando preços reais, portanto, é dispensável calcular previamente os preços reais (CÉZAR et al, 1995).

## **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados obtidos, por meio da metodologia de Box e Jenkins (1976), estão a seguir.

### **i) Identificação**

Conforme sugerido por Fischer (1982), na Figura 1, observa-se o esboço do gráfico com a série mensal de preço da madeira de eucalipto (R\$/st), no período de maio de 2002 a janeiro de 2008.



Fonte: CEPEA (vários anos).

Figura 1 – Preço nominal da madeira de Eucalipto em Itapeva e Bauru, maio de 2002 a janeiro de 2008.

Como mostra a Figura 1, os preços da madeira de Eucalipto aumentaram no período de maio de 2002 a janeiro de 2008. O aquecimento da demanda e a estabilização da área plantada podem estar explicando este aumento dos preços, conforme observaram Valverde et al. (2005).

Com a análise gráfica preliminar, pode-se inferir a existência de tendência crescente, inexistência de sazonalidade e não estacionariedade da série de preços da madeira de eucalipto. Esses fatores foram analisados criteriosamente pelo teste ADF, bem como pela FAC e FACP e pela análise espectral.

Os resultados do teste ADF em nível para a série de preços da madeira foram conduzidos conforme o procedimento de Seddighi (2000) (Quadro 1).

Quadro 1 – Resultados do teste de ADF em nível para as séries mensais de preços da madeira de eucalipto, maio de 2002 a janeiro de 2007.

Modelo	Estatística	Valores Críticos (1%)	Valores Calculados	
			Itapeva	Bauru
Com intercepto e tendência	$\tau_\tau$	-4,12	-1,66	-1,96
	$\Phi_3$	9,31	1,65	1,94
	$\tau_{\beta\tau}$	3,60	-1,19	0,67
	$\tau_{\alpha\tau}$	3,87	1,17	-0,31
	$\Phi_2$	7,02	3,54	2,51
Somente com intercepto	$\tau_\tau$	-3,55	-1,19	-0,67
	$\tau_{\alpha\mu}$	3,28	2,22	1,51
	$\Phi_1$	7,06	4,31	1,97
Sem intercepto e sem tendência	$\tau_\tau$	-2,60	2,22	1,51

Fonte: Dados da pesquisa.

Nota: Os valores críticos  $\tau_\tau$  são do teste ADF. Os demais valores críticos encontram-se em Seddighi et al (2000) e correspondem a 50 observações.

Com o teste ADF em nível com intercepto e com tendência para a série de preços da madeira, observou-se um  $\tau_{calculado} = -1,66$  e  $-1,96$  para Itapeva e Bauru, respectivamente. Para os níveis de significância de 1%, o valor crítico de  $\tau_\tau$  é  $-4,12$ . Uma vez que o valor calculado é menor em módulo que o valor crítico, a hipótese nula de raiz unitária não pode ser rejeitada.

Testando o coeficiente da tendência, verificou-se um  $\tau_{\beta\tau}$  calculado da ordem de  $-1,19$  e  $0,67$  para Itapeva e Bauru, respectivamente. O valor crítico de  $\tau_{\beta\tau}$  é  $3,60$  para um nível de significância de 1%. Como o valor calculado foi menor em módulo que o valor crítico, a hipótese nula de raiz unitária não pode ser rejeitada. Este resultado também foi verificado pela estatística  $\Phi_3$ . O próximo passo foi, então, testar o intercepto usando a estatística  $\tau_{\alpha\tau}$ . O valor crítico  $\tau_{\alpha\tau}$  para um nível de significância de 1% é  $3,87$ . Sendo que  $\tau_{\alpha\tau}$  calculada foi igual a  $1,17$  e  $-0,31$  para Itapeva e Bauru, respectivamente, a hipótese nula de raiz unitária não pode ser rejeitada, novamente. Este

resultado, também, é verificado por meio da estatística  $\Phi_2$ . Logo, deu-se continuidade ao processo, realizando o teste ADF somente com intercepto.

Neste caso, observou-se um  $\tau_{calculado} = -1,19$  e  $-0,67$  para Itapeva e Bauru, respectivamente. Para os níveis de significância de 1%, o valor crítico de  $\tau_r$  é 3,55. Portanto, a hipótese nula de raiz unitária não pode ser rejeitada. Os valores críticos  $\tau_{\alpha\mu}$  para um nível de significância de 1% são de 3,28. Como  $\tau_{\alpha\mu}$  calculado corresponde a 2,22 e 1,51, respectivamente, a hipótese nula de raiz unitária não pode ser rejeitada. Este resultado também ocorre pela estatística  $\Phi_1$ .

No próximo passo, ou seja, a realização do teste ADF sem intercepto e sem tendência foi observado um  $\tau_{calculado} = 2,22$  e  $1,51$  para Itapeva e Bauru, respectivamente. Como o  $\tau_{critico}$  é 2,60 para um nível de significância de 1%, a hipótese nula de raiz unitária não pode ser rejeitada. Portanto, constata-se que as séries de preços da madeira possuem raiz unitária, encerrando-se o procedimento para as séries em nível.

Como as séries sob análise não são estacionárias em nível, partiu-se para a realização do teste ADF em primeira diferença. Os resultados encontrados estão no Quadro 2.

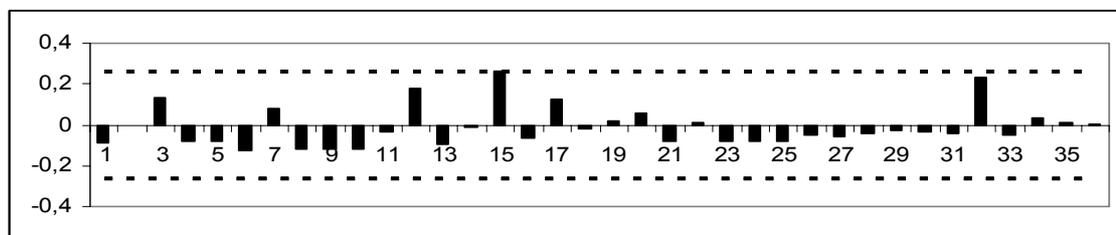
Quadro 2 – Resultados do teste de ADF em primeira diferença para as séries mensais de preços da madeira de eucalipto, maio de 2002 a janeiro de 2007.

Modelo	Estatística	Valores Críticos (1%)	Valores Calculados	
			Itapeva	Bauru
Com intercepto e tendência	$\tau_r$	-4,12	-5,44	-5,74

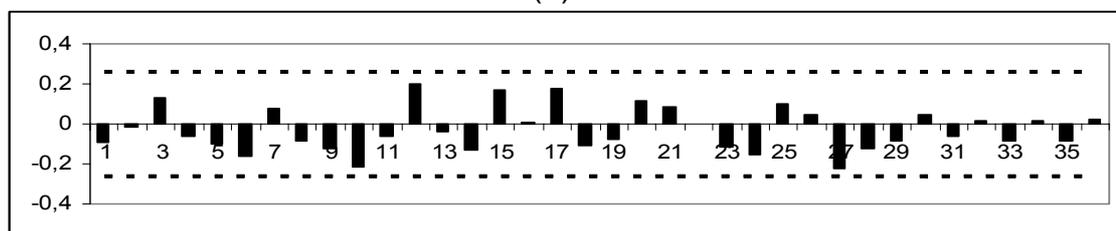
Fonte: Dados da pesquisa.

Como o valor calculado de ADF em primeira diferença é maior, em módulo, que o valor crítico, em nível de 1% de probabilidade, constata-se que as séries de preço da madeira tanto para Itapeva como para Bauru passam a ser estacionárias (Quadro 2). Assim, finalizou-se o teste.

Com relação à análise da FAC e da FACP, para a série de preços de Itapeva, na primeira diferença, observou-se na FAC um pico no lag 15 indicando a inclusão do MA(15). Na FACP, não foram observados picos fora do intervalo de confiança (Figura 2).



(a)

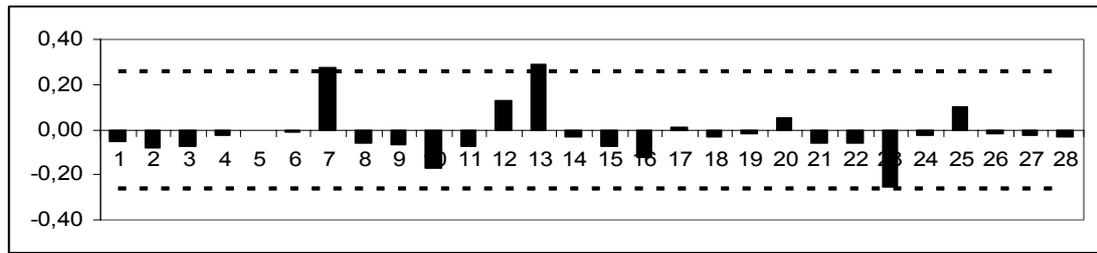


(b)

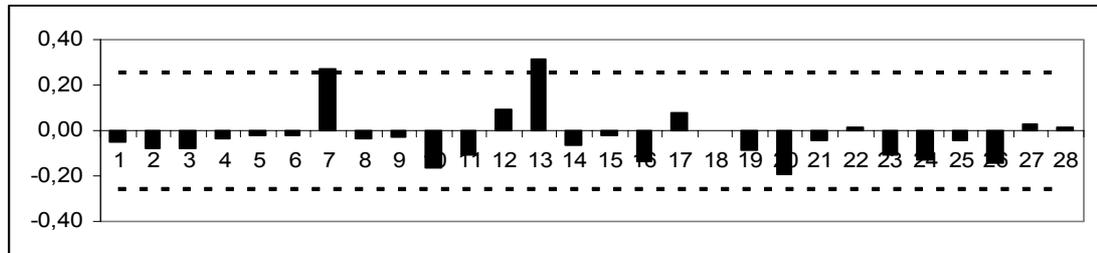
Fonte: Dados da Pesquisa.

Figura 2 – FAC (a) e FACP (b) em primeira diferença para as séries de preços da madeira em Itapeva, maio de 2002 a janeiro de 2007.

Na série de preços da madeira de Eucalipto em Bauru na primeira diferença, foram verificados dois picos fora do intervalo de confiança nos lags 7 e 13 na FACP, sugerindo a inclusão do AR(7) e AR(13). Na FAC, foi observado o mesmo. Assim, têm-se o MA(7) e o MA(13) (Figura 3).



(a)



(b)

Fonte: Dados da Pesquisa.

Figura 3 – FAC (a) e FACP (b) em primeira diferença para as séries de preços da madeira em Bauru, maio de 2002 a janeiro de 2007.

Para a seleção dos modelos, foram considerados a FAC e da FACP, o princípio de parcimônia, a significância dos coeficientes, o comportamento dos resíduos e os critérios de informação de Akaike (AIC) e Schwarz (SC). Em outras palavras, foi selecionado o modelo que apresentou menor valor para os critérios AIC e SC, resíduos com comportamento aleatório do tipo ruído branco e coeficientes significativos como se mostra a seguir.

## ii) Estimação

Os resultados da estimação dos parâmetros do processo ARIMA para o preço da madeira de Eucalipto em Itapeva e Bauru estão no Quadro 3. Vários modelos foram estimados. Contudo, no Quadro 3 encontram-se apenas os modelos que apresentaram coeficientes significativos.

Quadro 3 – Modelos estimados para previsão do preço da madeira de eucalipto em Itapeva e Bauru.

Praça	Modelo	Variáveis	Coefficiente	Erro-Padrão	Teste t	AIC	SCH	
Itapeva	I ARIMA(0,1,4)	C	0,018120 *	0,006431	2,817588	-3,17691	-2,99769	
		$\theta_1$	-0,242736 **	0,123119	-1,971554			
		$\theta_2$	0,312397 *	0,101363	3,081968			
		$\theta_3$	0,469612 *	0,105481	4,452089			
			$\theta_4$	-0,524318 *	0,115423	-4,542564		
	II ARIMA(0,1,1)	C	0,014301 *	0,006182	2,313201	-4,27341	-4,20172	
		$\theta_{15}$	0,918822 *	0,028266	32,50629			
	Bauru	I ARIMA(2,1,2)	C	0,013991 <sup>ns</sup>	0,009289	1,506188	-2,44948	-2,27026
$\phi_1$			0,130276 *	0,040422	3,222908			
$\phi_2$			-0,873623 *	0,043540	-20,06493			
$\theta_1$			-0,185955 *	0,042338	-4,392150			
			$\theta_2$	0,994953 *	0,019415	51,24784		
II ARIMA(1,1,1)		C	0,020768 *	0,008584	2,419341	-2,85419	-2,74266	
		$\phi_7$	-0,495337 *	0,104315	-4,748468			
			$\theta_7$	0,982526 *	0,046230	21,25319		
III ARIMA(1,1,1)	C	0,021069 <sup>ns</sup>	0,018759	1,123154	-3,06895	-2,95742		
	$\phi_7$	0,383032 *	0,131726	2,907803				
	$\theta_{13}$	0,912214 *	0,044358	20,56500				
IV ARIMA(1,1,1)	C	0,003455 *	0,019235	0,179641	-3,41144	-3,29335		
	$\phi_{13}$	0,409453 *	0,079968	5,120206				
		$\theta_7$	0,944651 *	0,020416	46,26925			

Fonte: Dados da pesquisa. \* significativo em nível de 1% de probabilidade; \*\* significativo em nível de 5% de probabilidade; sc = sem correlação serial nos resíduos.

Com base nos critérios de AIC e SC, escolheu-se o modelo I – ARIMA (0,1,4) para previsão do preço da madeira de eucalipto em Itapeva.

No caso de Bauru, com base na FAC e na FACP, no princípio de parcimônia, na significância dos coeficientes e no comportamento dos resíduos, o melhor modelo de previsão de preços da madeira de eucalipto em Bauru seria o modelo II – ARIMA (1,1,1). Todavia, observando o

comportamento da FAC e na FACP, bem como a significância dos coeficientes, o comportamento dos resíduos e os critérios de informação de AIC e SCH, concluiu-se que o melhor modelo de previsão de preços seria o modelo I – ARIMA (2,1,2) (Quadro 3).

Sintetizando, com base no Quadro 3, a equação estimada do modelo ARIMA para Itapeva e para Bauru assume as formas apresentadas em (1) e (2), respectivamente.

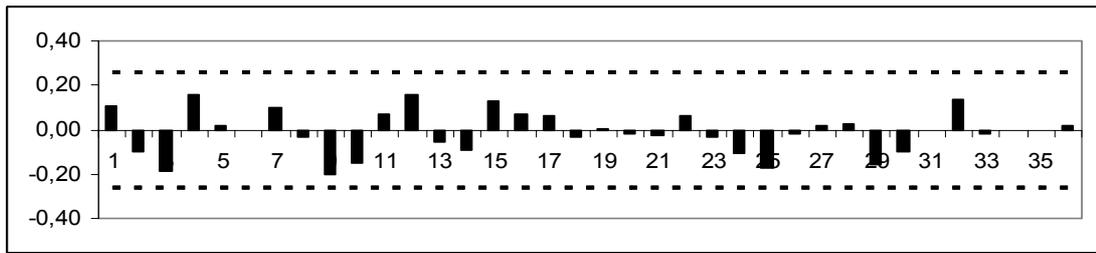
$$Y_t = 0,018120 + \varepsilon_t - 0,242736\varepsilon_{t-1} + 0,312397\varepsilon_{t-2} + 0,469612\varepsilon_{t-3} - 0,524318\varepsilon_{t-4} \quad (1)$$

$$W_t = 0,013991 - 0,130276W_{t-1} - 0,873623W_{t-2} + \varepsilon_t - 0,982526\varepsilon_{t-1} + 0,994953\varepsilon_{t-2} \quad (2)$$

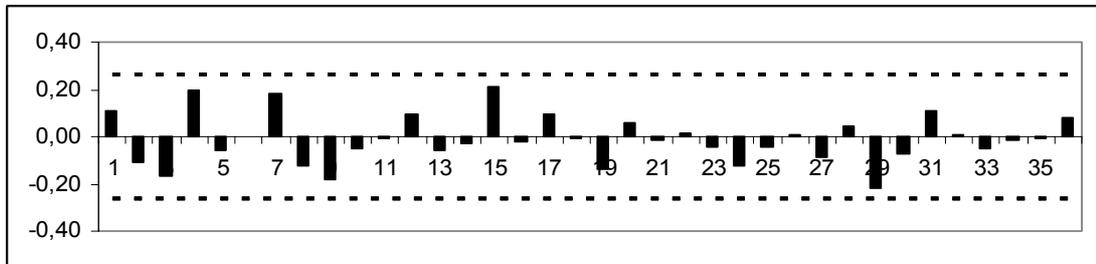
Assim como nos estudos sobre previsão de preços apresentados anteriormente no artigo 3 para a área florestal, os modelos que proporcionaram melhor ajuste para a previsão de preços da madeira foram aqueles com os menores valores para p, d e q e com ausência do componente sazonal.

### iii) Avaliação

Na avaliação dos modelos escolhidos, verificou-se que o comportamento médio dos seus resíduos foi satisfatório, obtendo resíduos próximos a um ruído branco conforme Figuras 4 e 5 e Quadro 4. Destarte, constata-se que os modelos se mostraram satisfatórios para as estimações realizadas.



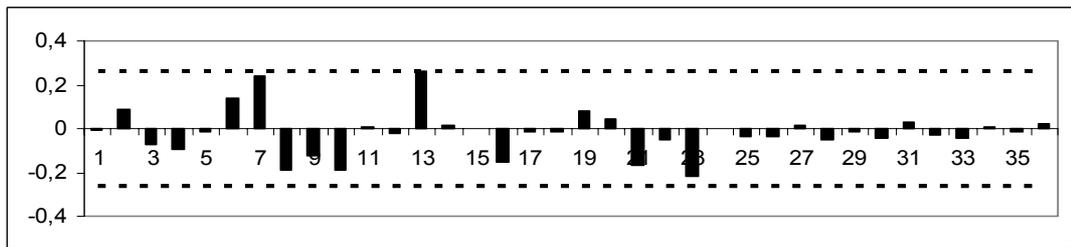
(a)



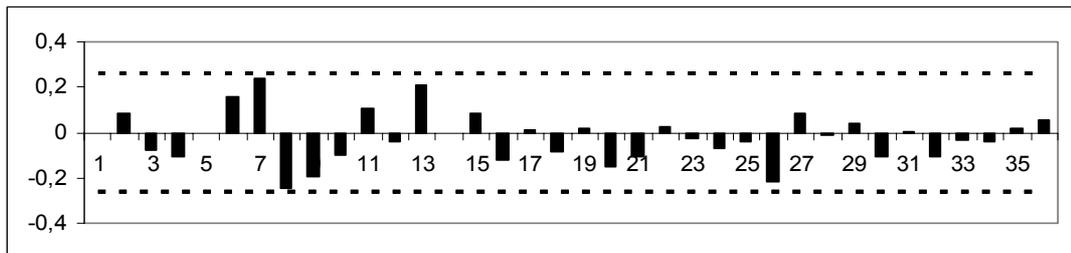
(b)

Fonte: Dados da Pesquisa.

Figura 4 – FAC (a) e FACP (b) dos resíduos do modelo de previsão de preços da madeira em Itapeva.



(a)



(b)

Fonte: Dados da Pesquisa.

Figura 5 – FAC (a) e FACP (b) dos resíduos do modelo de previsão de preços da madeira em Bauru.

Quadro 4 – Resultados do teste ADF em nível nos resíduos do modelo ARIMA (0,1,4) e ARIMA (2,1,2).

Modelo	Estatística	Valores Críticos (1%)	Valor Calculado
ARIMA (0,1,4)	$\tau_r$	-4,13	-6,70
ARIMA (2,1,2)	$\tau_r$	-4,13	-7,47

Fonte: Dados da pesquisa. Nota: Os resultados são do teste ADF com constante e com tendência.

#### iv) Previsão

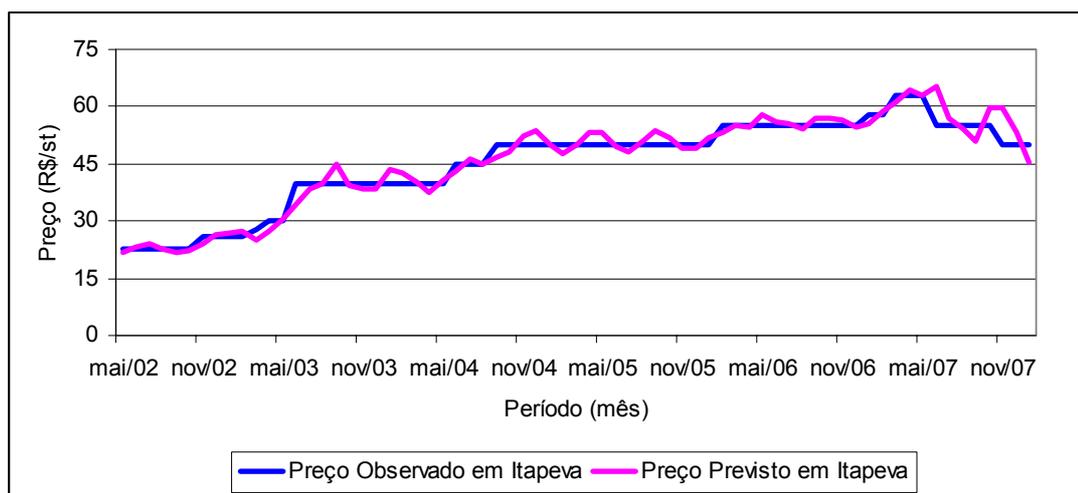
As previsões dos preços da madeira de eucalipto em Itapeva e Bauru, de fevereiro de 2007 a janeiro de 2008, estão no Quadro 5.

A Figura 6 mostra os preços observados e previstos no período de maio de 2002 a janeiro de 2008.

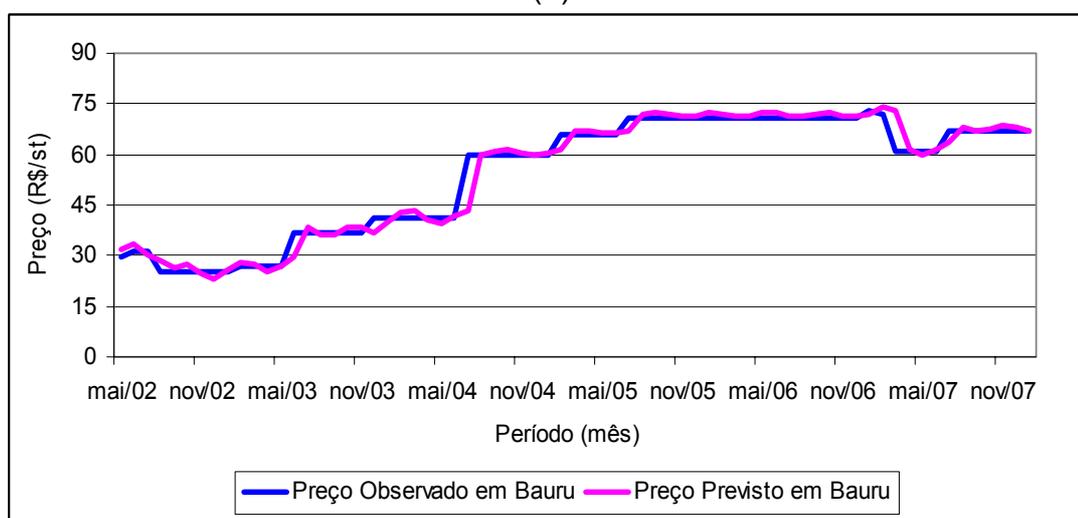
Quadro 5 - Previsão do preço da madeira de Eucalipto em Itapeva e Bauru, fevereiro de 2007 a janeiro de 2008.

Período	Valores Observados		Previsão		Limite Inferior		Limite Superior		Erro (%)	
	Itapeva	Bauru	Itapeva	Bauru	Itapeva	Bauru	Itapeva	Bauru	Itapeva	Bauru
fev/07	58	72	58,96	74,34	56,14	69,28	61,79	79,41	1,66	3,26
mar/07	63	61	61,15	73,10	58,22	68,12	64,07	78,09	-2,94	19,84
abr/07	63	61	64,43	61,34	61,35	57,16	67,51	65,52	2,27	0,56
mai/07	63	61	63,12	59,91	60,10	55,83	66,14	63,99	0,19	-1,79
jun/07	55	61	65,20	61,62	62,08	57,42	68,31	65,82	18,54	1,02
jul/07	55	67	56,82	63,40	54,11	59,08	59,54	67,72	3,32	-5,38
ago/07	55	67	54,11	67,89	51,53	63,26	56,70	72,52	-1,61	1,33
set/07	55	67	51,03	66,71	48,59	62,16	53,47	71,26	-7,21	-0,44
out/07	55	67	59,51	67,33	56,67	62,74	62,36	71,91	8,21	0,49
nov/07	50	67	59,90	68,63	57,04	63,95	62,77	73,31	19,80	2,43
dez/07	50	67	53,30	68,23	50,75	63,58	55,85	72,88	6,61	1,84
jan/08	50	67	45,28	66,87	43,12	62,32	47,45	71,43	-9,43	-0,19
Média	56	65,42	57,73	66,61	54,98	62,08	60,50	71,16	3,28	1,91

Fonte: Dados da pesquisa.



(a)



(b)

Fonte: Dados da Pesquisa; CEPEA (vários anos).

Figura 6 - Preços observados e preços previstos da madeira de Eucalipto em Itapeva (a) e Bauru (b), no período de maio de 2002 a janeiro de 2008.

Com relação ao erro percentual médio, a previsão feita pelo modelo I – ARIMA (0,1,4) para Itapeva superestimou o preço da madeira de eucalipto em 3,28%, no período de fevereiro de 2007 a janeiro de 2008, sendo que os maiores desvios foram observados em junho e novembro de 2007 (Quadro 4).

No caso de Bauru, a previsão feita pelo modelo I – ARIMA (2,1,2) superestimou o preço da madeira de eucalipto em 1,91%, no período de fevereiro de 2007 a janeiro de 2008, sendo que o maior desvio foi verificado em março de 2007 (Quadro 5).

Em outros estudos sobre previsão usando a metodologia de Box e Jenkins (1976), também foram observados erros médios percentuais baixos para as previsões (SOARES et al., 2008; COELHO JÚNIOR et al., 2009; CORDEIRO et al., 2009; SANTOS e LIMA, 2006).

Para avaliar a capacidade de previsões dos modelos estimados, foi elaborado o Quadro 6 onde se encontram os componentes de desigualdade de Theil, úteis para mostrar se o modelo de previsão é adequado. Mais precisamente, um modelo adequado é aquele cujo coeficiente de desigualdade de Theil seja pequeno (próximo de zero), os componentes de sua decomposição - proporção de tendenciosidade e proporção de variância - sejam próximos de zero e a proporção de covariância seja próxima de um (SANTOS e LIMA, 2006).

Quadro 6 – Resultados da avaliação da previsão do preço da madeira de eucalipto em Itapeva e Bauru.

Testes	Bauru	Itapeva
Raiz do erro de previsão quadrático médio (REPQM)	3,039159	2,747218
Erro absoluto médio (EAM)	1,653003	1,9787245
Percentual do erro absoluto médio (PEAM)	3,532271	4,451681
Coefficiente de Desigualdade de Theil (CDT)	0,026625	0,029219
Proporção de tendenciosidade (PT)	0,000799	0,023561
Proporção de variância (PV)	0,010562	0,059028
Proporção de covariância (PC)	0,988638	0,917410

Fonte: Dados da pesquisa.

O CDT encontrado sugere um bom ajustamento do modelo e, conseqüentemente, das previsões para Itapeva e Bauru, pois é da ordem de 0,02 para as duas praças analisadas. Ressalta-se que este coeficiente varia entre zero e um, sendo que zero indica um ajuste perfeito. Quanto mais próximo da unidade, pior o ajustamento. Com relação à PT, PV e PC, o ideal é valor baixo para PT e PV, e valor alto para PC, o que foi observado nos resultados obtidos para o preço da madeira de eucalipto em Itapeva e Bauru

(Quadro 6). Desse modo, pode-se dizer que os modelos de previsão foram adequados.

#### 4. CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos, concluiu-se que o modelo ARIMA (0,1,4) e o modelo ARIMA (2,1,2) referentes a Itapeva e Bauru, respectivamente, foram eficientes e apresentaram projeções satisfatórias para previsão dos preços da madeira de eucalipto nessas regiões, no período de fevereiro de 2007 a janeiro de 2008. Os modelos SARIMA não foram identificados, pois não foram constatados efeitos de sazonalidade.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL – BRACELPA. **Relatório Estatístico Florestal**. 2006. Disponível em: <[http://www.ipef.br/estatisticas/relatorios/Bracelpa-Relatorio\\_Estatistico\\_Florestal-2006-ENG.pdf](http://www.ipef.br/estatisticas/relatorios/Bracelpa-Relatorio_Estatistico_Florestal-2006-ENG.pdf)>. Acesso em: 3/02/2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL – BRACELPA. **Setor de Celulose e Papel**. 2007. Disponível em: <[http://www.bracelpa.org.br/bra/eveventos\\_bracelpa/press\\_release.pdf](http://www.bracelpa.org.br/bra/eveventos_bracelpa/press_release.pdf)>. Acesso em: 03/04/2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS – ABRAF. **Anuário Estatístico da ABRAF**. 2008. CR-ROM.

ASSOCIAÇÃO MINEIRA DE SILVICULTURA – AMS. ***Eucalyptus spp.*** Disponível em: <<http://www.silviminas.com.br>>. Acesso em: 20/03/2008.

BASU, J. P. **Cointegration and Market Integration: An application to the Potato Markets in Rural West Bengal, India**. 2006. Disponível em: <[http://agecon.lib.umn.edu/cgi-bin/pdf\\_view.pl?paperid=22101&ftype=.pdf](http://agecon.lib.umn.edu/cgi-bin/pdf_view.pl?paperid=22101&ftype=.pdf)>. Acesso em: 28/03/2008.

BOX, G. E. P.; JENKINS, G. M. **Times Series Analysis**: Forecasting and Control. São Francisco: Holden-Day, 1976.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA – CEPEA. **Informativo CEPEA – Setor Florestal**. Vários números. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br>>. Acesso em: 10/06/2008.

CÉZAR, S. A. G.; SUEYOSHI, M. L. S.; PINO, F. A.; FRANCISCO, V. L. F. S.; AMARAL, A. M. P. Ajustamento Sazonal de Preços com Inflação. **Agricultura em São Paulo**, v. 42, n. 2, p. 39-63, 1995.

COELHO JUNIOR, L. M.; REZENDE, J. L. P.; BORGES, L. A. C.; OLIVEIRA, A. D. Análise temporal da Borracha Natural Brasileira. **Cerne**, v. 15, n. 1, p. 19-26, jan./mar. 2009.

CORDEIRO, S. A., SOARES, N. S., SILVA, M. L. Utilização da Metodologia de Box e Jenkins nas Previsões do Preço de Exportação da Madeira Serrada de Pinus no Brasil In: XLVII Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. **Anais...**, Porto Alegre, RS: SOBER, 2009. CD-ROM.

FISHER, S. **Séries univariantes no tempo** – Metodologia de Box e Jenkins. Porto Alegre: Fundação de Economia e Estatística, 1982.

GOMES, M. T. M. **Potencialidades de inserção do carvão vegetal em bolsa de mercadorias**. Viçosa, MG: UFV, 2006. 71 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SANTOS, C. M. dos; LIMA, J. E. Análise de Previsão da Arrecadação do ICMS no Estado de Minas Gerais. **Revista de Economia e Administração**, v. 5, n. 4, p. 413 - 423, out./dez., 2006.

SEDDIGHI, H.R., LAWYER, K.A., KATOS, A.V. **Econometrics** – A Practical Approach. London: Routledge, 2000. 396 p.

SILVA, M. L. da; OLIVEIRA, R. J. de; VALVERDE, S. R.; MACHADO, C. C.; PIRES, V. A. V. Análise do Custo e do Raio Econômico de Transporte de Madeira de Reflorestamentos para Diferentes Tipos de Veículos. **Revista Árvore**, v. 31, n.6, p. 1073 –1079, 2007.

SILVA, M. L. da; SILVA, J. M. A. da. Análise do Comportamento Temporal dos Preços do Carvão Vegetal: Aplicação e Avaliação da Metodologia “Box e Jenkins”. **Revista Árvore**, v. 20, n. 1, p. 57 – 67, 1996.

SOARES, N. S. **Potencial de Implantação de um Contrato Futuro da Madeira de Reflorestamento**. Viçosa, MG: UFV, 2006. 121 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SOARES, N. S.; SILVA, M. L. da; LIMA, J. E. de; CORDEIRO, S. A. Análise de previsões do preço da borracha natural no Brasil. **Scientia Forestalis**, v. 36, n. 80, p. 285-294, dez. 2008.

VALVERDE, S. R.; SOARES, N. S.; SILVA, M. L. da; JACOVINE, L. A. G.; NEIVA, S. A. Reflexões sobre o Mercado da Madeira de *Eucalyptus spp.* no Brasil. **Revista da Madeira**, v.15, n. 87, fev. 2005.

VOTORANTIM CELULOSE E PAPEL – VCP. **Sustainable growth with value creation and solid returns**. São Paulo: VCP, January-December, 2004. 28p.

## CONCLUSÕES

De modo geral, foi possível concluir que a produção da celulose e da madeira de eucalipto no Brasil tem sido competitiva quando comparado aos concorrentes externos devido aos altos índices de produtividade e aos menores custos de produção. No entanto, a competitividade da produção da celulose apresentou-se distinta entre as diferentes regiões produtoras e a da madeira de eucalipto entre os diferentes sistemas tecnológicos, devido às ações políticas implementadas pelo governo e aos níveis tecnológicos utilizados.

Quanto à integração dos mercados, constatou-se que o mercado doméstico e internacional da celulose apresentou-se integrado no período considerado, porém não foi observada integração perfeita entre esses mercados.

No caso da madeira de eucalipto, verificou-se que os mercados da madeira serrada de eucalipto das regiões de Sorocaba, Bauru e Marília são integrados espacialmente via preços, mas a integração desses mercados não foi perfeita no período analisado, assim como no mercado da celulose.

Já, os mercados da madeira em tora de eucalipto das regiões de Itapeva e Bauru não se apresentaram integrados.

Com relação aos modelos para previsão dos preços da celulose de fibra curta e da madeira de Eucalipto, os modelos ARIMA (0,1,4) e ARIMA (2,1,2) foram eficientes e apresentaram projeções satisfatórias para previsão

dos preços da madeira de eucalipto em Itapeva e Bauru, respectivamente, enquanto o modelo ARIMA (0,1,1) foi eficiente e apresentou projeção satisfatória para previsão dos preços da celulose.

Dentre as principais limitações deste trabalho, estão a indisponibilidade de séries completas de preços da madeira para outras regiões brasileiras e da celulose para outros países, de modo em que não foi possível fazer uma análise da integração dos mercados ou estimar modelos de previsão de preços considerando outras localidades, e a falta de dados sobre custo de produção da celulose e da madeira de eucalipto em outros países e em outras regiões do Brasil.

## **RECOMENDAÇÕES**

Recomenda-se que outros trabalhos de pesquisa sejam desenvolvidos no Brasil e na área florestal utilizando a Matriz de Análise Política, a análise de cointegração e a metodologia de Box e Jenkins, devido à escassez de estudos nesse sentido e às importantes conclusões que se podem obter com o uso dessas ferramentas metodológicas.

Em outras palavras, sugere-se para outros trabalhos um estudo sobre competitividade da produção, integração de mercados e previsão de preços utilizando as metodologias supracitadas para os outros segmentos do setor florestal brasileiro.

Além disso, torna-se relevante a atualização deste trabalho no sentido de verificar se a produção da celulose e da madeira de eucalipto no Brasil está numa situação melhor em relação às políticas públicas e, também, a elaboração outros estudos considerando os demais estados brasileiros produtores de celulose.

## **APÊNDICES**

## APÊNDICE A

Quadro 1A – Custos de produção da Celulose em Minas Gerais, maio de 2008.

Itens	Preço Privado (R\$/t)	Preço Social (R\$/t)
<b>RECEITA</b>	<b>1.301,32</b>	<b>1.370,00</b>
<b>CUSTO TOTAL</b>	<b>1.213,39</b>	<b>1.233,94</b>
<b>A - Não-Comercializáveis</b>	<b>1.051,03</b>	<b>998,59</b>
Preparo do Solo	1,41	9,36
Tratos Culturais	13,14	11,51
Manutenção de aceiros, carreadores	3,68	2,88
Controle de Formiga - inicial	1,76	2,88
Plantio	26,26	20,16
Energia	53,05	82,52
Juros	88,41	53,05
Depreciação	388,68	360,92
Transporte	335,82	277,63
Administração	138,82	177,68
<b>B - Comercializáveis</b>	<b>162,36</b>	<b>235,35</b>
Herbicida	5,16	2,16
Nitrogênio	3,02	2,16
Fósforo	3,6	2,16
Potássio	1,36	2,16
Calcário	0,02	2,16
Formicida	1,04	2,16
Mudas	9,26	2,16
Adubo	8,84	1,16
Cupinicida	0,39	2,16

continuação...

cont....

<b>Itens</b>	<b>Preço Privado (R\$/t)</b>	<b>Preço Social (R\$/t)</b>
Produtos químicos	76,62	135,57
Trabalho	53,05	81,34

Fonte: AGRUANUAL (2008); Montebello (2006); Cenibra (2007); FOEX (2008); FAO (2009); Baer e Pérramon (2006); Montebello (2006).

Nota: Em preparo do solo, está o custo com calagem, subcalagem e adubação. Em tratos culturais, está o custo com aplicação de herbicida e da roçada na entrelinha. Em plantio, está o custo com aplicação de cupinicida, plantio/replante, adubação de plantio, adubação de cobertura, capina/coroamento, controle de formiga (repasse), roçada na linha.

Quadro 2A – Custos de produção da Celulose em São Paulo, maio de 2008.

<b>Itens</b>	<b>Preço Privado (R\$/t)</b>	<b>Preço Social (R\$/t)</b>
<b>RECEITA</b>	<b>1.320,00</b>	<b>1.370,00</b>
<b>CUSTO TOTAL</b>	<b>1.197,09</b>	<b>1.207,31</b>
<b>A - Não-Comercializáveis</b>	<b>1.037,72</b>	<b>971,96</b>
Sulcamento/Adubação	0,34	2,88
Plantio/Replântio	0,22	2,88
Aplicação de Herbicida	3,47	2,88
Roçagem na entrelinha	1,57	2,88
Manutenção de aceiro e carreadores	1,23	2,88
Desbrota	0,45	2,88
Combate a formiga	0,56	2,88
Energia	53,05	82,52
Juros	88,41	53,05
Depreciação	388,68	360,92
Transporte	360,92	277,63
Administração	138,82	177,68
<b>B - Comercializáveis</b>	<b>159,37</b>	<b>235,35</b>
Formicida	0,29	2,16
Mudas	9,26	2,16
Nitrogênio	3,02	2,16
Fósforo	3,6	2,16
Potássio	1,36	2,16
Cupinicida	0,39	2,16
Adubo	8,84	1,16
Herbicida	2,71	2,16
Calcário	0,02	2,16
Produtos químicos	76,62	135,57
Trabalho	53,05	81,34

Fonte: AGRUANUAL (2003); Montebello (2006); CEPEA (2008); VCP (2009); FOEX (2008); FAO (2009); Baer e Pérramon (2006).

Quadro 3A – Custos de produção da Celulose no Espírito Santo, maio de 2008.

Itens	Preço Privado (R\$/t)	Preço Social (R\$/t)
<b>RECEITA</b>	<b>1.334,40</b>	<b>1.370,00</b>
<b>CUSTO TOTAL</b>	<b>1.208,15</b>	<b>1.221,05</b>
<b>A - Não-Comercializáveis</b>	<b>1.054,23</b>	<b>994,45</b>
Preparo do Solo	12,79	4,28
Plantio e replantio	3,6	5,76
Aplicação de gel	0,9	2,88
Combate a formiga	3,6	2,88
Aplicação de herbicidas aos 90 dias	0,9	2,88
Aplicação de herbicidas aos 10 dias	0,9	2,88
Capina Manual	1,35	2,88
Construção e Manutenção de estradas e aceiros	4,5	2,88
Corte e toragem	6,3	2,88
Baldeio	6,3	5,03
Carregamento	6,3	5,51
Transporte	336,6	278,28
Energia	53,05	82,52
Juros	88,41	53,05
Depreciação	389,59	361,76
Administração	139,14	178,1
<b>B - Comercializáveis</b>	<b>153,92</b>	<b>226,6</b>
Mudas (Plantio e Replanteio)	10,8	2,16
Calcário	0,01	2,16
Nitrogênio	2,27	2,16
Potássio	1,02	2,16
Fósforo	2,56	2,16
Formicida	1,35	2,16
Adubo	8,84	1,16
Cupinicida	0,54	2,16

continuação...

cont....

<b>Itens</b>	<b>Preço Privado (R\$/t)</b>	<b>Preço Social (R\$/t)</b>
Herbicida	1,8	2,16
Produtos químicos	71,68	126,82
Trabalho	53,05	81,34

Fonte: CEDAGRO (2008); Montebello (2006); Aracruz (2008); FOEX (2008); FAO (2009); Baer e Pérramon (2006).

Nota: Em preparo do solo, está o custo com limpeza da área, marcação de linha de plantio, marcação de covas, coveamento, calagem e adubação, aplicação de herbicida em pré-plantio.

Quadro 4A – Custos de produção da Celulose na Bahia, maio de 2008.

<b>Itens</b>	<b>Preço Privado (R\$/t)</b>	<b>Preço Social (R\$/t)</b>
<b>RECEITA</b>	<b>1.320,30</b>	<b>1.370,00</b>
<b>CUSTO TOTAL</b>	<b>1.167,22</b>	<b>1.215,11</b>
<b>A) Não-Comercializáveis</b>	<b>1.012,59</b>	<b>983,64</b>
Custos Iniciais	5,05	7,66
Combate a formiga	0,03	3,06
Aplicação de herbicida	0,04	3,06
Subsolagem com fosfatagem	0,03	1,53
Abertura de bacia p/ irrigação	0,02	1,18
Trat. Mudas c/ cupinizada	0,01	1,53
Adubação fosfatada de mudas	0,02	1,53
Plantio (mão de obra)	0,14	6,16
Adubação plantio	0,04	1,53
capina	0,38	1,16
Adubação de cobertura	0,04	1,53
Transporte	336,6	278,28
Energia	53,05	82,52
Juros	88,41	53,05
Depreciação	389,59	361,76
Administração	139,14	178,1
<b>B) Comercializável</b>	<b>154,63</b>	<b>231,47</b>
Mudas	6,68	2,28
Adubo	8,84	1,16
Nitrogênio	3,02	2,16
Fósforo	4,91	1,16
Potássio	1,36	2,16
Calcário	0,01	1,16
Formicida - isca	0,15	1,16
Herbicida - produto	0,69	1,16
Produtos químicos	76,62	135,57

continuação...

cont.

<b>Itens</b>	<b>Preço Privado (R\$/t)</b>	<b>Preço Social (R\$/t)</b>
Cupinicida	0,39	2,16
Trabalho	53,05	81,34

Fonte: CEDAGRO (2008); Montebello (2006); Veracel (2008); FOEX (2008); FAO (2009); Baer e Pérramon (2006).

Nota: Em custos iniciais, estão inclusos os custos de orientação técnica, planta topográfica, transporte de insumos e implementação, roçada mecanizada e calagem.

## APÊNDICE B

Quadro 1B – Custos de produção do eucalipto no Sistema I, maio de 2008.

Itens	Preço Privado (R\$/m <sup>3</sup> )	Preço Social (R\$/m <sup>3</sup> )
<b>RECEITA</b>	<b>62,33</b>	<b>79,33</b>
<b>CUSTO TOTAL</b>	<b>39,99</b>	<b>38,36</b>
<b>a) Não Comercializáveis</b>	<b>33,43</b>	<b>32,97</b>
Preparo do solo	4,34	2,26
Plantio e replantio	0,88	2,01
Construção/Manutenção de estradas e aceiros	1,33	1,01
Combate a formiga	0,31	1,01
Capina Manual	1,26	1,01
Roçagem Manual	1,26	1,01
Corte e toragem	1,89	1,01
Baldeio	2,39	2,03
Carregamento	2,77	2,35
Transporte	17,00	19,27
<b>b) Comercializável</b>	<b>5,56</b>	<b>5,39</b>
Mudas	3,77	0,83
Calcário	0,06	0,76
Nitrogênio	0,35	0,76
Fósforo	0,43	0,76
Potássio	0,16	0,76
Formicida	0,53	0,76
Cupinicida	0,26	0,76

Fonte: AGRIANUAL (2008); CEDAGRO (2008); CEPEA (2008); Baier e Pérramon (2008); FAO (2008).

Nota: Em preparo do solo, estão incluídos os custos com limpeza da área, marcação de cova, coveamento, calagem e adubação.

Quadro 2B – Custos de produção do eucalipto no Sistema II, maio de 2008.

<b>Itens</b>	<b>Preço Privado (R\$/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Preço Social (R\$/m<sup>3</sup>)</b>
<b>RECEITA</b>	<b>62,33</b>	<b>79,33</b>
<b>CUSTO TOTAL</b>	<b>43,17</b>	<b>39,22</b>
<b>a) Não Comercializáveis</b>	<b>37,61</b>	<b>33,83</b>
Preparo do solo	5,21	2,26
Plantio e replantio	1,01	2,01
Construção/Manutenção de estradas e aceiros	1,33	1,01
Combate a formiga	1,73	1,01
Capina Manual	1,39	1,01
Roçagem Manual	1,50	1,01
Corte e toragem	2,27	1,01
Baldeio	2,90	2,46
Carregamento	3,27	2,78
Transporte	17,00	19,27
<b>b) Comercializável</b>	<b>5,56</b>	<b>5,39</b>
Mudas	3,77	0,83
Calcário	0,06	0,76
Nitrogênio	0,35	0,76
Fósforo	0,43	0,76
Potássio	0,16	0,76
Formicida	0,53	0,76
Cupinicida	0,26	0,76

Fonte: AGRIANUAL (2008); CEDAGRO (2008); CEPEA (2008); Baier e Pérramon (2008); FAO (2008).

Nota: Em preparo do solo, estão incluídos os custos com limpeza da área, marcação de covas, coveamento, marcação de linhas, calagem e adubação.

Quadro 3B – Custos de produção do eucalipto no Sistema III, maio de 2008.

<b>Itens</b>	<b>Preço Privado (R\$/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Preço Social (R\$/m<sup>3</sup>)</b>
<b>RECEITA</b>	<b>62,33</b>	<b>79,33</b>
<b>CUSTO TOTAL</b>	<b>38,66</b>	<b>37,96</b>
<b>a) Não Comercializáveis</b>	<b>31,70</b>	<b>31,45</b>
Preparo do solo	3,83	1,40
Plantio e replantio	0,74	1,48
Construção/Manutenção de estradas e aceiros	1,33	1,01
Aplicação de gel	0,19	0,74
Combate a formiga	0,93	0,74
Aplicação de Herbicida	0,46	1,48
Capina Manual	0,37	0,74
Corte e toragem	2,31	0,74
Baldeio	2,13	1,81
Carregamento	2,41	2,04
Transporte	17,00	19,27
<b>b) Comercializável</b>	<b>6,96</b>	<b>6,51</b>
Mudas	2,17	0,83
Calcário	0,49	0,76
Nitrogênio	0,78	0,76
Fósforo	0,64	0,76
Potássio	0,35	0,76
Formicida	0,36	0,76
Cupinicida	0,23	0,76
Fosfato Natural	1,48	0,56
Herbicida	0,46	0,56

Fonte: AGRUANUAL (2008); CEDAGRO (2008); CEPEA (2008); Baier e Pérramon (2008); FAO (2008).

Nota: Em preparo do solo, estão incluídos os custos com limpeza da área, marcação de covas, marcação de linhas, calagem, adubação e coveamento.

Quadro 4B – Custos de produção do eucalipto no Sistema IV, maio de 2008.

<b>Itens</b>	<b>Preço Privado (R\$/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Preço Social (R\$/m<sup>3</sup>)</b>
<b>RECEITA</b>	<b>62,33</b>	<b>79,33</b>
<b>CUSTO TOTAL</b>	<b>39,28</b>	<b>38,18</b>
<b>a) Não Comercializáveis</b>	<b>32,96</b>	<b>32,23</b>
Preparo do solo	4,01	1,39
Plantio e replantio	0,93	1,48
Construção/Manutenção de estradas e aceiros	1,33	1,01
Aplicação de gel	0,19	0,74
Combate a formiga	1,27	0,74
Capina Manual	0,37	0,74
Corte e toragem	1,94	0,74
Baldeio	2,59	2,20
Carregamento	2,87	2,44
Transporte	17,00	19,27
Aplicação de herbicida	0,46	1,48
<b>b) Comercializável</b>	<b>6,32</b>	<b>5,95</b>
Mudas	2,76	0,83
Calcário	0,49	0,76
Nitrogênio	0,78	0,76
Fósforo	0,85	0,76
Potássio	0,35	0,76
Formicida	0,36	0,76
Cupinicida	0,28	0,76
Herbicida	0,45	0,56

Fonte: AGRIANUAL (2008); CEDAGRO (2008); CEPEA (2008); Baier e Pérramon (2008); FAO (2008).

Nota: Em preparo do solo, estão incluídos os custos com limpeza da área, marcação de covas, coveamento, marcação de linhas, calagem e adubação.