



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

**DETERMINANTES DO PREÇO DA MADEIRA PARA PRODUÇÃO DE  
CELULOSE NO BRASIL**

**GUILHERME MOREIRA MARQUES**

**Orientador: Dr. HUMBERTO ANGELO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS**

**BRASÍLIA /DF: AGOSTO – 2012**



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

**DETERMINANTES DO PREÇO DA MADEIRA PARA PRODUÇÃO DE  
CELULOSE NO BRASIL**

Dissertação de mestrado submetida ao Departamento de Engenharia Florestal da Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de mestre.

**Orientador:** Prof. Dr. Humberto Angelo

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS**

**BRASÍLIA /DF: AGOSTO – 2012**

# FOLHA DE APROVAÇÃO DA BANCA EXAMINADORA

## FICHA CATALOGRÁFICA

MARQUES, GUILHERME MOREIRA

**Determinantes do Preço da Madeira para Produção de Celulose no Brasil**, 111f., 210

x 297 mm (EFL – FT – UnB, Mestrado, Engenharia Florestal, 2012)

Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia.

Departamento de Engenharia Florestal

- |                      |             |
|----------------------|-------------|
| 1. Madeira em tora   | 2. Preço    |
| 3. Econometria       | 4. Celulose |
| 5. Análise Econômica |             |

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

MARQUES, G. M. (2012). Determinantes do Preço da Madeira para Produção de Celulose no Brasil. (Dissertação de Mestrado em Engenharia Florestal), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, 2012, 111 f.

## CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: Guilherme Moreira Marques

TÍTULO: Determinantes do Preço da Madeira para Produção de Celulose no Brasil

GRAU: Mestre

ANO: 2012

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte dessa dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

---

Guilherme Moreira Marques

Aos meus pais, por terem dedicado grandes esforços para a minha educação e terem servido de exemplo para mim. À minha namorada e grande companheira, que me incentivou e me acompanhou em todos os passos dessa jornada, me ensinando algo que eu não sabia – acreditar em mim mesmo.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao departamento de Engenharia Florestal e a todos os seus professores que me apoiaram e me proporcionaram um ambiente favorável para o desenvolvimento da minha pesquisa. Principalmente aos professores Eraldo, Reginaldo, Emanuel, Ildeu, e aos funcionários da Secretaria Pedro e Chico.

Agradeço a todos os colegas de mestrado que me apoiaram nas horas mais difíceis, sendo esses. Obrigado Christian, Rafael e a sua esposa, Raquel, Vera, Fábio e Bruno.

Agradeço ao professor Alexandre Nascimento de Almeida, por ter disponibilizado o seu tempo e conhecimentos para os momentos mais críticos do meu trabalho, e que sempre será considerado por mim como um grande exemplo de ética e perseverança.

Ao professor Álvaro Nogueira de Souza e o seu irmão, por estarem sempre disponíveis para ouvir meus problemas e para tirar e as minhas dúvidas.

Agradeço a todos os meus amigos e familiares por terem compreendido a minha ausência por tanto tempo. Eu decidi não citá-los individualmente pelo fato de não serem poucos e eu não querer correr o risco de deixar alguém importante de fora.

Agradeço o apoio dado pelos meus irmãos e meus pais.

Agradeço a orientação do meu professor, Humberto Angelo.

E, acima de tudo, agradeço a todos os que desejaram o meu sucesso e perseverança. Eu quero aproveitar e deixar bem claro que o meu sentimento é recíproco.

## **RESUMO**

### **DETERMINANTES DO PREÇO DA MADEIRA PARA PRODUÇÃO DE CELULOSE NO BRASIL**

Autor: Guilherme Moreira Marques

Orientador: Humberto Angelo

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal

Brasília, mês de abril (2012)

O setor de florestas plantadas tem como característica o longo ciclo produtivo. Por isto, o entendimento do processo de formação do preço da madeira em tora para celulose torna-se imprescindível para a inserção e permanência do produtor na atividade de florestas plantadas. Os objetivos desta pesquisa foram descrever o comportamento do mercado brasileiro de madeira para produção de celulose e identificar os determinantes do preço da madeira em tora para celulose no País. Para análise do presente estudo, estimou-se um modelo econométrico por meio do método de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), na forma funcional logarítmica, com as variáveis do preço de exportação da celulose, preço da madeira em tora para outras finalidades e capacidade instalada da indústria. Os dados foram analisados anualmente e referem-se ao período de 1991 a 2010. Todas as variáveis explicativas apresentaram sensibilidade inelástica, porém com sinais positivos, o que confirma a hipótese econômica de que os determinantes da madeira em tora apresentam relação direta com o preço da madeira. Confirmou-se também o fato de o setor de madeira em tora sofrer influência do mercado externo, assim como o bem relacionado madeira em tora para outras finalidades e capacidade instalada.

Palavras-chave: Madeira em tora, Preço, Econometria, Celulose e Análise econômica.

## **ABSTRACT**

### **WOOD PRICE DETERMINANTS TO PULP PRODUCTION IN BRAZIL**

Author: Guilherme Moreira Marques  
Supervisor: Humberto Angelo  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal  
Brasília, month of May (2012)

The planted forests sector has the presentation of a long productive cycle as a characteristic. Thus, the understanding of the process of roundwood price formation destined to pulp production is a crucial factor to the producer insertion and permanence in the planted forests activity. The purpose of this research work is to describe the market behavior and identify the price determinants of the appropriated roundwood to produce pulp in Brazil. For the analysis of the present work, it was estimated an econometric model by the method of ordinary least squares (OLS), in the logarithmic functional form, with the variables: export price of pulp; roundwood price to another purposes and pulping capacity. These data are annual and refer to the period of 1990 – 2010. All explanatory variables presented an inelastic sensitivity, but with positive signs. Therefore, was confirmed that the economic hypothesis that the roundwood determinants presented a direct relationship with its price. It was also confirmed that the roundwood sector is influenced by the foreign market, as well as the well-connected roundwood to another purposes and pulping capacity.

**KEYWORDS:** Roundwood, Price, Econometrics, Pulp and Economic Analysis.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	1
1.1.OBJETIVOS .....	3
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1.MERCADODA MADEIRAEMTORA.....	3
2.1.1 PRODUTO MADEIRA EM TORA.....	12
2.1.2 MERCADO DE CELULOSE E A SUA CADEIA PRODUTIVA .....	13
2.2. EUCALIPTO E PINUS NO BRASIL.....	23
2.2.1 HISTÓRICO DO EUCALIPTO NO BRASIL.....	24
2.2.2 HISTÓRICO DO PINUS NO BRASIL .....	27
2.3. ASPECTOS HISTÓRICO-ECONÔMICOS DO SETOR.....	28
2.3.1. PROGRAMA DE INCENTIVOS FISCAIS AO FLORESTAMENTO E REFLORESTAMENTO NO PERÍODO DE 1966 A 1988.....	29
2.3.2. SILVICULTURA APÓS OS INCENTIVOS (ANÁLISE DO SETOR).....	30
2.3.3. PERÍODO ATUAL E POLÍTICAS DE INCENTIVOS (FOMENTO).....	31
2.4. MERCADO E O SETOR DE CELULOSE NO MUNDO.....	38
2.5 SETOR DE CELULOSE.....	41
2.6 ESTRUTURA DE MERCADO DO SEGMENTO DE MADEIRA EM TORA PARA PRODUÇÃO DE CELULOSE.....	48
2.5 TRABALHOS ECONOMÉTRICOS REFERENTES À FORMAÇÃO DO PREÇO DA MADEIRA EM TORA.....	52
3. METODOLOGIA .....	56
3.1. MATERIAL.....	56
3.2. ANÁLISE DE TENDÊNCIA.....	56
3.4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	58
3.5. ESTIMAÇÃO E AVALIAÇÃO DO MODELO.....	67
3.5.1 BASE DE DADOS .....	67
3.5.2. VARIÁVEIS ESTUDADAS .....	68
3.5.3. MULTICOLINEARIDADE.....	68
3.5.4. AUTOCORRELAÇÃO .....	69
3.5.5. HETEROCEDASTICIDADE.....	69
3.5.6 EXAME DO GRAU DE CORRELAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS EXPLICATIVAS.....	70

3.5.3 DESCARTE DAS VARIÁVEIS AUTOCORRELACIONADAS .....	73
3.5.4 AVALIAÇÃO DO PODER DE PREVISÃO DO MODELO .....	75
4. RESULTADOS .....	76
4.1. O CRESCIMENTO DO PREÇO DA MADEIRA EM TORA PARA A PRODUÇÃO DE CELULOSE E DE SEUS DETERMINANTES .....	76
4.4. CORRELAÇÃO.....	80
4.5. PREÇO DA MADEIRA EM TORA PARA PRODUÇÃO DE CELULOSE.....	81
4.5.1 AVALIAÇÃO DO PODER DE PREVISÃO DO MODELO DE PREÇO DA MADEIRA EM TORA PARA CELULOSE.....	85
5. CONCLUSÕES .....	86
6. RECOMENDAÇÕES .....	87
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	89

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Vantagens comparativas e competitivas do setor florestal brasileiro.....	11
Tabela 2 - Exportações e área plantada de alguns produtos do agronegócio.....	11
Tabela 3 - Evolução das exportações brasileiras de produtos de florestas plantadas (milhões US\$)...	22
Tabela 4 - Volume de celulose produzido com madeira de eucalipto no período de 1990-2010....	22
Tabela 5 - Matriz de correlação das variáveis explicativas do preço da madeira em tora para celulose (variáveis na base logarítmica).....	70
Tabela 6 - Taxa de crescimento do preço da madeira em tora para produção de celulose no Brasil (a.a.%). ....	76
Tabela 7 - Taxa de crescimento do preço da madeira em tora para outras finalidades no Brasil (a.a.%). ....	77
Tabela 8 - Preço FOB de exportação de celulose no Brasil (a.a.%). ....	78
Tabela 9 - Capacidade instalada da indústria de celulose de fibra curta (a.a.%).....	79
Tabela 10 - Quantidade exportada de celulose no Brasil (a.a.%). ....	79
Tabela 11 - Taxa geométrica de crescimento da produção de celulose no Brasil e no mundo, a.a.%.....	80
Tabela 12 - Matriz de correlação das variáveis explicativas (variáveis na base logarítmica). ....	81
Tabela 13 - Avaliação dos resultados do modelo de preço da madeira em tora.....	84

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição geográfica das florestas plantadas brasileiras – 2009. ....	10
Figura 2 - Fluxo da cadeia produtiva dos produtos florestais madeireiros e não madeireiros. ....	18
Figura 3 - Evolução do consumo nacional de papel celulose oriunda de florestas plantadas (2000-2009). ....	19
Figura 4 - Evolução da produção de celulose oriunda de florestas plantadas no Brasil (2000-2009). ....	20
Figura 5 - Evolução da balança comercial de produtos de florestas plantadas no Brasil (2000-2009). ....	21
Figura 6 - Participação do consumo de madeira em tora de florestas plantadas por segmento (2009). ....	24
Figura 7 - Distribuição geográfica das áreas com plantios silviculturais entre os estados brasileiros. ....	34
Figura 8 - Evolução do incremento médio anual do pinus e eucalipto no Brasil. ....	34
Figura 9 - Mapa-múndi mostrando taxas de crescimento real do PIB para 2009. CIA World Factbook estimativas. ....	41
Figura 10 - Evolução histórica da produção de celulose – em toneladas. ....	45
Figura 11 - Evolução histórica da produção de papel – em toneladas. ....	45
Figura 12 - Evolução histórica da produção de papel – em toneladas. ....	46
Figura 13 - Comparação entre o índice da defasagem da quantidade comercializada e o preço da madeira em tora para outras finalidades. ....	63
Figura 14 - Avaliação de dentro e de fora da amostra do modelo de preço no período de 1991 a 2010. ....	86

## **LISTA DE SÍMBOLOS, NOMENCLATURA E ABREVIACÕES**

ABRAF	- Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas.
Abimci	- Associação Brasileira da Indústria de Madeira Processada Mecanicamente.
Bracelpa	- Associação Brasileira de Celulose e Papel.
BNDES	- Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social.
CELIC	- Sistema Especial de Liquidação e Custódia.
CPI-U	- Consumer Price Index, All Urban Consumers.
EDC	- Equivalente Dedicación Completa.
FAO	- Food and Agriculture Organization of the United Nations.
FGV	- Fundação Getúlio Vargas.
FINEP	- Financiadora de Estudos e Projetos.
IBGE	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
MAPA	- Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento.
MCT	- Ministério da Ciência e Tecnologia.
MMA	- Ministério do Meio Ambiente.
MQO	- Mínimos Quadrados Ordinários.
PADCT	- Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico.
PFNM	- Produtos Florestais Não Madeireiros ou Productos Forestales No Maderables.
PNF	- Programa Nacional de Florestas.
R\$	- Real - moeda do Brasil.
SBS	- Sociedade Brasileira de Silvicultura.
SIDRA	- Sistema IBGE de recuperação Automática
US\$	- Dólar - moeda dos Estados Unidos.
VBPF	- Valor Bruto da Produção Florestal.

# 1. INTRODUÇÃO

A celulose e seus produtos estão presentes em muitos materiais que fazem parte do dia-a-dia do ser humano. Eles aparecem na composição de embalagens, papel, acetato (filmes), ésteres (tintas), cápsulas para medicamentos, e de muitos outros produtos. A indústria de celulose tem como sua base de produção o setor florestal.

Em 2006<sup>1</sup> esse segmento contribuiu com US\$ 200 bilhões para o PIB mundial. Já no Brasil essa contribuição foi de US\$ 6 bilhões para o PIB nacional (FAO, 2011).

A contribuição dos segmentos florestais de madeira em tora e transformação de madeira em pasta e papel no PIB mundial equivale a 1%, com valor total de US\$ 467 bilhões em 2006<sup>1</sup>. A participação do setor no PIB brasileiro foi de 2,8%, com um total de US\$ 28,2 bilhões para o mesmo período (FAO, 2011).

Segundo o relatório estatístico da Bracelpa (2011), o setor brasileiro de celulose e papel acumulou, nos últimos dez anos, US\$ 12 bilhões em investimentos e ocupou, em 2010, a quarta posição de produtor mundial de celulose e a décima posição de produtor mundial de papel. Com base na mesma fonte, a produção de celulose no Brasil é direcionada para as exportações, tendo como principal importador o continente europeu (com 59% das exportações brasileiras).

O segmento florestas plantadas no mundo apresentou taxa de crescimento de 1,88% no período de 1990-2000 e de 2,09%, no período de 2000-2010, tendo uma variação de 178.307 mil hectares para 264.084 mil hectares, respectivamente, em 1990 e 2010 (FAO, 2011).

De acordo com dados da FAO (2011), em 2010 a produção de madeira em tora mundial foi de 1,5 bilhão m<sup>3</sup>. Já o Brasil apresentou produção aproximada de 115.390 mil m<sup>3</sup>, no mesmo período. Em relação à mão de obra, o segmento mundial de madeira em tora empregou 3.876 mil EDC<sup>2</sup> - “pessoas ao longo do ano”- em 2006. O setor brasileiro, no mesmo período, empregou 306 mil EDC (FAO, 2011), devendo ser ressaltado que a área

---

<sup>1</sup> Sendo este o único período em que se pode comparar a contribuição no PIB brasileiro com a contribuição do PIB mundial. *State of the World's Forests, published at the outset of 2011* (FAO, 2011).

<sup>2</sup> EDC - (empleo) equivalente dedicación completa (FAO, 2011).

ocupada pelas florestas plantadas não ultrapassa 0,8% do território nacional (BRACELPA, 2011).

O Brasil é referência mundial em produtividade de espécies de fibra curta (no caso do eucalipto) para produção de celulose, pois o ciclo produtivo estimado dessas espécies é de cinco anos nesse país. Essa base florestal, em comparação com o mesmo segmento de outros países, apresenta as maiores taxas de incremento médio anual para pinus e eucalipto, as quais correspondem a 36 e 41 m<sup>3</sup>/ha/ano, respectivamente. De acordo com experimentos, o eucalipto pode atingir índices superiores a 70 m<sup>3</sup>/ha/ano (DASSEI, 1998). Segundo Soares *et al.* (2007), a alta produtividade dos reflorestamentos, com ciclos de rápido crescimento e baixos custos de produção em relação aos outros países, faz com que o setor de papel e celulose brasileiro tenha destaque mundial.

O segmento de madeira em tora para papel e celulose concentra 64,7 % das áreas plantadas de eucalipto e pinus no Brasil. No caso do eucalipto, a área plantada representa 73% das florestas de eucalipto e pinus, sendo 68% destinada para o segmento de papel e celulose (ABRAF, 2011). O estudo de Motta *et al.* (2010), direcionado à análise econômica da produção de madeira em tora de eucalipto para celulose e papel, evidenciou que o retorno econômico que o segmento de madeira em tora proporciona ao produtor apresentou Taxa Interna de Retorno (TIR) de 11,83%, levando em consideração um ciclo produtivo de cinco anos.

Ao considerar o uso de espécies (eucalipto e pinus) de grande potencial produtivo pelo segmento de madeira em tora para celulose e o fato de esta atividade apresentar retorno econômico significativo ao produtor, constata-se a capacidade de este setor atrair novos investimentos. Segundo dados do SIDRA/IBGE (2011), o preço da madeira em tora para celulose apresentou, nos últimos 19 anos, crescimento de aproximadamente 38,13%, o que reforça ainda mais o potencial desse segmento.

A organização industrial do setor florestal é tida como sendo complexa (BIAZUS, 2010). Conseqüentemente a análise do segmento de madeira em tora para celulose apresenta dificuldade, em virtude de sua complexidade. Segundo Toppinen (1998), em certos momentos essa complexidade apresenta uma estrutura competitiva e em outros, uma estrutura oligopsônica. No entanto, de acordo com o autor, a estrutura do setor está mais próxima da competitiva. É importante destacar que, em muitos casos, a estratégia da

indústria durante a comercialização da madeira em tora acaba determinando a sua estrutura de mercado (ALMEIDA, 2006).

Almeida (2006) ressaltou que para compreender o mercado brasileiro de madeira em tora para produção de celulose é necessário analisar o comportamento do preço da madeira em tora e de seus determinantes, bem como a determinação dos sinais. O modelo de preço da madeira em tora para celulose pode ser usado para prever níveis futuros dessa variável ou avaliar os impactos das prescrições de políticas alternativas, servindo de subsídio para o planejamento e o desenvolvimento do setor silvicultural brasileiro.

## **1.1. OBJETIVOS**

Este trabalho aborda os preços da madeira em tora para produção de celulose. Em especial, busca:

- especificar e estimar um modelo para o preço;
- determinar a magnitude e a direção dos fatores que impactam o preço e
- analisar as taxas de crescimento do preço da madeira em tora e de seus determinantes.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. MERCADO DA MADEIRA EM TORA**

A FAO – *Food and Agriculture Organization of the United Nations* – em seu arquivo FRA 2010, relata que a área de florestas ou “bosques” do mundo é de aproximadamente 4 bilhões de hectares, representando 31% da área total de terras, ou uma média de 0,6 ha *per capita*. O mesmo trabalho aponta os cinco países com maior riqueza florestal dentre os 233 países que colaboram com o estudo. Juntos representam mais da metade da área de florestas (bosques): “*Los cinco países con mayor riqueza florestal (la Federación de Rusia, Brasil, Canadá, Estados Unidos de América y China) representan más de la mitad del total del área de bosque,*” com 53% do total. Entre os 233 países, dez não têm nenhuma floresta e “*otros 54 tienen bosques en menos del 10 por ciento de su extensión total de tierra.*”. A variação líquida no período de 2000-2010 foi negativa, como relatado no arquivo FRA 2010:

La forestación y la expansión natural de los bosques en algunos países y regiones han reducido la pérdida neta del área de bosque de manera significativa a nivel mundial. La variación neta en el área de bosque para el período de 2000-2010 se estima en -5,2 millones de hectáreas por año (una superficie de aproximadamente la dimensión de Costa Rica), inferior al nivel de -8,3 millones de hectáreas por año en el período entre 1990 y 2000.

A mesma fonte aponta que

Los bosques y árboles se plantan para distintos fines y constituyen aproximadamente un 7 por ciento del área total de bosque, equivalente a 264 millones de hectáreas. Entre 2000 y 2010, La superficie de bosques plantados aumentó en unos 5 millones de hectáreas por año. La mayor parte fue establecida mediante la forestación (plantación de tierras que no habían sido forestadas en los últimos tiempos), particularmente en China. Tres cuartas partes de todos los bosques plantados están compuestos por especies nativas, y un cuarto por especies introducidas.

Valverde (2003) destaca que o setor florestal brasileiro apresenta vantagem competitiva e capacidade de alavancar o crescimento socioeconômico do País. O autor ressalta que este desenvolvimento é expresso na geração de empregos (na área rural e urbana), na arrecadação de impostos, na geração de divisas e no crescimento do produto interno bruto – PIB. Souza *et al.* (2009) destacam que o setor florestal não gera apenas benefícios econômicos, mas também contribui para a recuperação de áreas degradadas, viabiliza projetos de educação ambiental, proporciona melhorias na qualidade de vida da população e constitui atividade econômica alternativa para os produtores rurais.

Analisando a participação do segmento de florestas plantadas no Valor Bruto da Produção Florestal – VBPF –, constata-se que o setor de celulose e papel representa 50,65% do VBPF, seguido pelos segmentos de madeira, painéis reconstituídos, móveis e siderurgia a carvão vegetal, que contribuem, respectivamente, com 22,19, 16,22, 9,62 e 1,31% do VBPF total (ABRAF, 2010). Segundo a mesma fonte, o setor de florestas plantadas sofreu redução de 18% nas exportações durante o período de crise financeira global, em 2009, no entanto a sua redução foi a menor em comparação com a redução apresentada pelo somatório das exportações dos outros setores do Brasil, com queda de 23% (de US\$ 197,9 bilhões em 2008 para US\$153,0 bilhões em 2009).

O segmento de florestas plantadas foi responsável por 4% do total das exportações do País em 2009, sendo 1% a mais do que os 3% de participação em 2008 (de US\$6,8 bilhões em 2008 para US\$5,6 bilhões em 2009).

Em 2009, o setor apresentou 14,4% de saldo da Balança Comercial do Brasil, ou seja, US\$ 3,7 bilhões. No mesmo ano, em exportações, gerou US\$ 5 bilhões em receita e

R\$ 2,2 bilhões em impostos pagos (BRACELPA, 2010). As exportações dos produtos de florestas plantadas de celulose e papel representaram, em 2009, 59,2 e 30,1% do total exportado dos produtos de origem de florestas plantadas (ABRAF, 2010).

Um bom exemplo do potencial do setor florestal brasileiro está no cultivo do eucalipto, espécie de rápido crescimento e adaptação, que em condições de clima favorável apresenta ciclos curtos de produção. A madeira em tora de eucalipto para produção de celulose apresenta vantagem competitiva para a indústria de celulose nacional, por ser uma das madeiras de menor custo em comparação com a de outros países, por exemplo, os segmentos americano e escandinavo de celulose (GLOBO RURAL, 2009). Em 2009, segundo a mesma fonte, o custo médio da madeira em tora no Brasil foi de aproximadamente US\$ 108,00 por tonelada (para a fibra curta), contra os US\$ 112,00 nos Estados Unidos (madeira de pinheiro com 25 anos de crescimento) e os US\$ 250,00 na Escandinávia (madeira de bétula com 80 anos para crescimento e corte). A indústria de celulose apresentou a maior rentabilidade na produção de celulose de eucalipto no mundo (GLOBO RURAL, 2009).

A Associação Brasileira de Celulose e Papel – Bracelpa – (2010) afirma que toda a produção de madeira em tora proveniente de florestas plantadas nacionais é consumida internamente. Este fato mostra a importância do setor em relação aos segmentos industriais que utilizam a referida matéria-prima. O Valor Bruto da Produção Florestal – VBPF – do segmento de florestas plantadas e das cadeias produtivas integradas (celulose e papel, indústria madeireira, painéis reconstituídos, móveis, siderurgia a carvão vegetal) de 2009 foi em torno de R\$ 46.639.322.789,00, com uma estimativa da arrecadação de tributos<sup>3</sup> de aproximadamente R\$ 8.150.989.284,001, de acordo com os dados da ABRAF (2010).

Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA – (2004), o Brasil tem 388 milhões de hectares de terras agricultáveis férteis e de alta produtividade, dos quais 90 milhões ainda não foram explorados. De acordo com a FAO, destes 388 milhões de hectares, 7.418 mil estão ocupados por florestas plantadas. Entre os 7.418 mil hectares, 6.310 mil estão voltados para produção sustentada de eucalipto e pinus, com 4.516 mil hectares alocados para eucalipto e 1.795 mil para o pinus. Dos 851,488 mil hectares do território nacional, 0,7% encontra-se ocupado por florestas plantadas, segundo

---

<sup>3</sup> Utiliza, na maioria dos casos, informações sobre tributos totais fornecidas diretamente por entidades de classe.

dados técnicos informados pela Bracelpa (2010). A produção florestal sustentada<sup>4</sup> de madeira em tora no Brasil, em 2009, foi de aproximadamente 250,3 milhões de m<sup>3</sup>/ano (ABRAF, 2010). De acordo com a mesma fonte, deste valor total, o eucalipto ocupa 73% da produção sustentada e o pinus ocupa 27%.

Segundo MAPA/SPA (2007), as florestas plantadas, que atualmente estão concentradas nas Regiões Sul e Sudeste do Brasil, “foram criadas de acordo com um marco regulatório de incentivos fiscais e apoio governamental, que se iniciou em 1934”. A mesma fonte aponta que o Brasil foi um dos países que apresentou maior desenvolvimento na atividade silvicultural. Entretanto, esta demonstra pouca relevância em relação a outras atividades do agronegócio.

Uma das características da silvicultura (florestas plantadas) brasileira é que a atividade apresenta elevada área média de seus plantios florestais (MAPA/SPA, 2007). Desconsiderando os extensos maciços florestais pertencentes às grandes empresas de papel e celulose, siderurgia, etc., no Brasil a silvicultura caracteriza-se, “em grande parte dos casos, como uma atividade secundária e complementar à pecuária e à agricultura” (MAPA/SPA, 2007).

De acordo com o anuário estatístico da ABRAF (2010), as áreas destinadas ao plantio de florestas são compostas de 83% de terras próprias, apresentando a característica de verticalização de sua produção, na qual a indústria detém a maior parte dos plantios que são destinados ao seu próprio consumo, como o caso das empresas de celulose. Este fato já havia sido identificado por Piotto (2003), que afirma que “as fábricas normalmente administram suas próprias florestas, no entanto, parte da madeira pode vir de terceiros, por intermédio do fomento florestal”. Grande parte dos plantios é executada pela própria indústria de celulose, ou por meio de parcerias como o fomento florestal.

Segundo a Bracelpa, em seu relatório florestal de 2009, o setor brasileiro de florestas plantadas apresenta a seguinte proporção: 81,6% de florestas compostas por eucalipto, 17,2% de florestas compostas por pinus e 1,2% pelas demais. Com isso, pode-se justificar o enfoque de boa parte dos estudos referentes ao setor de madeira em tora para celulose dar abrangência apenas às espécies de eucalipto e pinus no Brasil.

---

<sup>4</sup> A produção sustentada de uma espécie é o crescimento potencial obtido pelo produto da área plantada e seu Incremento Médio Anual – IMA.

Tomando o eucalipto como referência, por ser a espécie mais plantada no País e, conseqüentemente, a mais representativa, Soares *et al.* (2010) concluíram que a “lucratividade privada e social da produção e comercialização da madeira de eucalipto foi positiva em todos os sistemas de produção analisados”. A referida lucratividade foi maior nas áreas motomecanizáveis. Eles destacam, com base na FAO (2008), que “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”.

Soares *et al.* (2010) ressaltam ainda que, no futuro, o Brasil poderá conquistar novos mercados e aumentar sua parcela de contribuição para o desenvolvimento socioeconômico do país. Esse fato está diretamente relacionado à competitividade das empresas desse segmento.

Segundo Rosado (1997), para compreensão da competitividade é importante o conhecimento dos custos, pois a “competitividade resulta da interação entre custos de produção e todos os custos adicionais incorridos para colocar a mercadoria para o comprador estrangeiro”. Soares *et al.* (2010) definem os determinantes da competitividade, como: eficiência produtiva, política de preços dos insumos, taxa de juros, taxa de câmbio e política de impostos e subsídios.

Os autores concluíram, em seu estudo referente à competitividade da cadeia produtiva da madeira de eucalipto, que no Brasil a cultura do eucalipto “vem sofrendo com políticas públicas distorcidas como impostos e taxas elevados, mas, mesmo assim, é lucrativa e competitiva”. Soares *et al.* (2009b) destacam que sem essas barreiras “os produtores brasileiros poderiam ter alcançado níveis mais altos de lucratividade” e competitividade. Parte dessa competitividade está atrelada aos ganhos de produtividade por área e à redução nos ciclos produtivos que acarretam na diminuição dos custos de produção.

Neto (2005) destaca que os insumos comercializados internacionalmente estão sujeitos a “barreiras tarifárias e não-tarifárias no país importador”, ou subsídios que podem provocar distorções sobre a competitividade. Valverde *et al.* (2006) relataram que o maior efeito da competitividade brasileira no período de 1993 a 2002 é devido ao “rápido crescimento das plantações florestais e baixos custos de produção”.

No entanto, Almeida (2006) adota a utilização dos bens substitutos e complementares da madeira para processamento mecânico, mostrando, assim, que o produtor pode optar pelo fornecimento de madeira em tora para outros segmentos, passando com isso a ideia de um mercado competitivo em relação à comercialização do produtor de madeira em tora.

Brun (2002) informa que “os dados disponíveis sobre madeira de mercado são normalmente relativos ao seu custo posto-fábrica – ou “em pé” – e normalmente expressos por unidade de volume ou peso”. Com isso, observa-se uma dificuldade na captação do custo real do produtor e também das outras relações que possam ocorrer no segmento florestal de madeira em tora para produção de celulose. Porém, como o preço da madeira para a indústria de celulose é conhecido, ressaltou-se que o custo da madeira em tora para ser utilizado na indústria é um dos menores do mundo (GLOBO RURAL, 2009).

Elizabeth *et al.* (2008) relata, com relação a crise econômica mundial, que o setor de celulose brasileiro está muito bem estruturado para, "após essa fase conjuntural, sairmos mais fortalecidos que nossos concorrentes”, pois o Brasil se diferencia pelo fato de toda a produção de florestas plantadas ser consumida no mercado interno e pelo incremento médio anual da produtividade das florestas plantadas com eucalipto e pinus, que é o maior do mundo (41 m<sup>3</sup>/ha/ano para o eucalipto e 35 m<sup>3</sup>/ha/ano para o pinus).

Na reportagem do Painel Florestal (2010), a autora diz que a conjuntura é favorável, pois o período de investimentos coincide com perspectivas otimistas para a economia nacional. “O setor viverá o ciclo mais importante das últimas décadas. Para isso, porém, é preciso garantir o aumento da competitividade”.

Para o período de 2009 a 2014 a ABRAF (2010) espera uma expansão de novas áreas de florestas de eucalipto e pinus de 4,3% ao ano, resultando em uma área total de 7.500.000 hectares para o ano de 2014. Essa expansão acarretará em um gasto total de aquisição de terras na ordem de R\$ 6 bilhões para o mesmo período. Esse aumento de área levará, conseqüentemente, a um aumento de investimento. Só com plantio, o gasto será na ordem de R\$ 7,2 bilhões para o mesmo período (ABRAF, 2010).

Valverde (2009) afirma que “as grandes empresas florestais não conseguem mais controlar totalmente os preços da madeira em seu mercado de atuação”. Isso ocorre pelo aumento da dependência por matéria-prima, que segundo ele ocorreu devido ao “aumento

na sua produção industrial sem o acompanhamento dos plantios”. O autor ressalta ainda que “ao exercitar uma conjectura, é possível prever que o mercado e o preço da madeira de eucalipto tenderão a crescer”.

Com relação “às grandes empresas florestais”, o setor de florestas plantadas para produção de celulose que compõem o segmento de celulose, Bacha (2001) já descrevia as características do setor naquele período, as quais predominam até hoje, como:

Apenas o setor de papel e celulose possui autossuficiência em madeira plantada e vem mantendo o seu ritmo anual de reflorestamento, estando em posição vantajosa frente a outros segmentos industriais consumidores de madeira (principalmente os que usam madeiras nativas) diante de uma possível escassez desta matéria-prima.

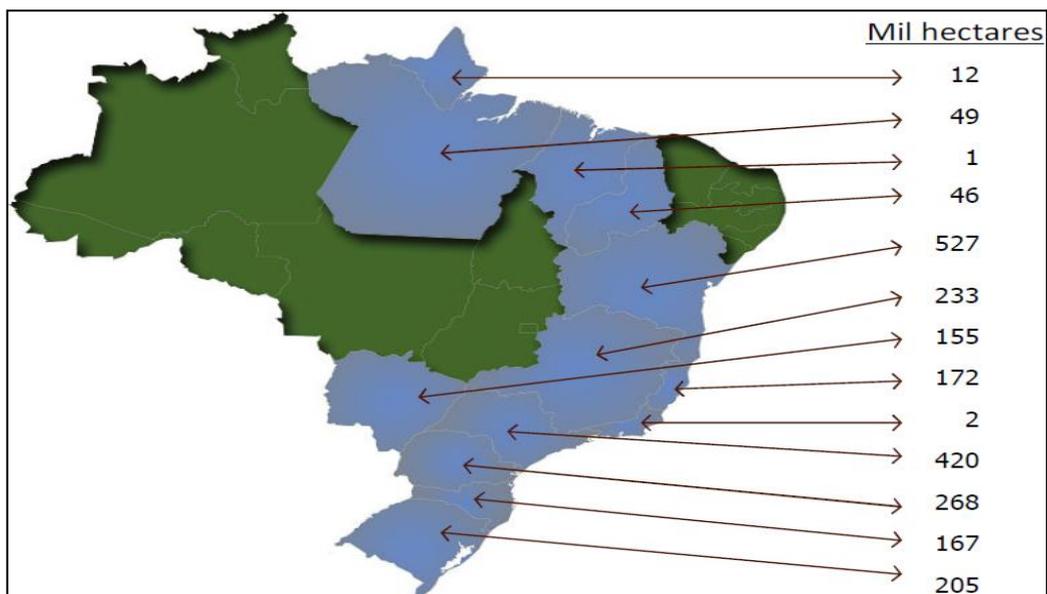
O setor de celulose não apresenta risco de escassez de matéria-prima, porém a tendência de descentralização da sua produção florestal é perceptível, sendo uma das causas para formação de um mercado competitivo. Bacha (2001) confirma que o mercado de madeira em tora para carvão e para papel e celulose tem em sua constituição a característica de oligopsônio na oferta de madeira reflorestada. Este fato, segundo o autor, “é preocupante em uma situação onde pode haver falta desse produto no futuro”.

Contudo, muitos autores relatam que o segmento de madeira em tora para produção de celulose opera mais próximo de uma estrutura competitiva, como detectado nos trabalhos de Toppinen (1998) e Soares *et al.* (2010). Além dessa constituição oligopsônica, Bacha (2001) afirma em relação ao Sistema Agroindustrial da Madeira<sup>5</sup> – SAG<sup>6</sup> – no Brasil: “Dentro do SAG Madeira, há vários casos de integração vertical. Como exemplo, tomam-se os casos de empresas de papel e celulose, as grandes siderúrgicas à base de carvão vegetal e as grandes empresas de chapas de madeira”.

---

<sup>5</sup> Baseando-se nos trabalhos de Zylbersztajn (1995) e Jank *et al.* (1995), entende-se por Sistema Agroindustrial da Madeira1 (SAG Madeira) o conjunto dos segmentos ofertantes de produtos e serviços à silvicultura e à extração vegetal, a própria extração vegetal e a silvicultura e as atividades processadoras e distribuidoras de produtos que, em sua elaboração, utilizam a madeira (BACHA, 2001).

<sup>6</sup> De acordo com Bacha (2001), é comum na literatura sobre Sistema Agroindustrial definir uma cadeia produtiva a partir do principal insumo que dá conexão entre os segmentos produtivos. Assim, surgem os sistemas agroindustriais do café, algodão, soja, leite, por exemplo. O termo madeira expressa todos os possíveis tipos, exóticos (como eucalipto e pinus) ou nativos (como aroeira, angico, pau-marfim, sucupira). Para cada um desses tipos de madeira, podem-se também definir subsistemas agroindustriais (como o subsistema agroindustrial do eucalipto). O mesmo pode ser feito para cada tipo de atividade industrial, por exemplo, subsistema agroindustrial do processamento mecânico da madeira ou subsistema agroindustrial dos móveis. Observa-se que desse ponto de vista o SAG é apenas uma maneira de agregar e associar atividades. A partir dessa agregação, podem-se observar pontos de estrangulamento que afetam a coordenação das atividades.



Fonte: Bracelpa, dados do setor, novembro – 2010.

Figura 1 - Distribuição geográfica das florestas plantadas brasileiras – 2009.

Como observado na Figura 1, dos 2.102 mil hectares de florestas plantadas brasileiras para celulose, a Região Sudeste comporta 827 mil hectares e apresenta a seguinte distribuição: 50,79% apenas no estado São Paulo, 28,17% em Minas Gerais, 0,24% no Rio de Janeiro e 20,80% no Espírito Santo.

A Região Sul tem 640 mil hectares de florestas plantadas e apresenta a seguinte distribuição para cada estado: 41,88% no Paraná, 26,09% em Santa Catarina e 32,03% no Rio Grande do Sul.

A Região Nordeste tem 574 mil hectares de florestas plantadas e apresenta a seguinte distribuição para cada estado: 91,81% na Bahia, 8,01% no Piauí e 0,17% no Maranhão.

Já a Região Norte comporta 61 mil hectares de florestas plantadas e apresenta a seguinte distribuição para cada estado: 19,67% no Amapá e 80,33% no Pará (BRACELPA, 2010).

O anuário estatístico da ABRAF (2010) aponta que “o menor custo da madeira de florestas plantadas no Brasil, em relação aos países do hemisfério norte, tem criado importantes vantagens comparativas e competitivas na cadeia de produtos de origem florestal”. Essas vantagens podem ser observadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Vantagens comparativas e competitivas do setor florestal brasileiro.

Vantagens Comparativas		Vantagens Competitivas	
Baixo custo de produção florestal;		Alta produtividade florestal;	
Disponibilidade de áreas degradadas e com vocação florestal;		Tecnologia de produção florestal;	
Área existente com florestas nativas (MFS);		Indústria de bens de capital;	
Florestas plantadas em diferentes estágios de desenvolvimento;		Capacidade técnica (gestão);	
Disponibilidade de mão-de-obra a custos relativamente reduzidos.		Clusters estabelecidos;	
		Mercado doméstico amplo e em crescimento.	

Fonte: ABRAF (2010).

O Relatório de Sustentabilidade da Bracelpa (2009) indica que o setor manteve posição de destaque em 2009, se forem consideradas as exportações por área plantada. Pode-se observar essa posição vantajosa na Tabela 2, a seguir.

Tabela 2 - Exportações e área plantada de alguns produtos do agronegócio.

Produtos	Exportações US\$ milhões	Área plantada mil ha	US\$/há
Complexo Soja	17.240	22.194	777
Sucroalcooleiro*	9.716	8.650	1.123
Celulose e Papel	5.001	2.250	2.223
Café*	4.279	2.110	2.028
Milho	1.390	13.587	102
Algodão	845	1.044	809

Fonte: Mapa/Conab/IBGE – \*Área colhida / Fonte: Mapa/Conab/IBGE.

Para um provável incentivo à atividade e redução dos riscos ao produtor, Soares *et al.* (2007) analisaram as possibilidades de implementação de um contrato de comercialização futura da madeira de reflorestamento. Com isso, era oferecido “aos produtores um referencial de preços futuros, auxiliando-os na tomada de decisão e protegendo-os contra variações nos preços do produto, contribuindo, assim, para o aumento na área reflorestada no país”. Os autores fazem essa recomendação tomando como referência a seguinte afirmação: “o produtor florestal tem que tomar decisão de investimento, baseando-se no preço corrente do produto”, pois o preço futuro do produto é desconhecido.

Soares *et al.* (2007) expõem o “risco envolvido na atividade florestal da maioria das empresas, relacionado à oferta do insumo florestal, à concorrência, à distância de transporte e ao preço”. Silva *et al.* (2009) ressaltam que “o custo de transporte para o produtor é o principal desmotivador para o investimento em plantação florestal para a produção de celulose”.

Os autores relatam que as empresas de celulose brasileiras apresentam familiaridade com a negociação em bolsas de valores e têm condições financeiras para operar em bolsas. Com base nesse fato, recomendam que as empresas (indústrias) “poderiam adotar o contrato futuro como instrumento de gestão de riscos”.

### **2.1.1 Produto madeira em tora**

Considera-se madeira em tora para celulose a madeira proveniente de reflorestamento, dentro de um determinado raio econômico, para extração de pinus e eucalipto. O produto originado da madeira em tora é a celulose, cujo uso vai desde a fabricação de papel até a composição de embalagens, tintas e instrumentos hospitalares. Esse produto está inserido em um mercado definido por uma estrutura oligopsônica na relação entre as indústrias de celulose e os produtores de madeira em tora.

No Brasil a madeira em tora para produção de celulose é proveniente, principalmente, de duas espécies: o *Eucalyptus* e o *Pinus*. A característica de ter apenas duas espécies predominantes, de acordo com Ferreira e Silva (2008), pode estar relacionada com a “elevada produtividade em plantações, com fins industriais, aliada à capacidade de adaptação a novos ambientes e rotações relativamente curtas” apresentadas pelas espécies dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*, que acabam sendo atrativas para a silvicultura.

Essa característica também pode estar atrelada ao fato histórico das pesquisas silviculturais no Brasil, que contribuíram para os altos índices de produtividade atual dessas espécies. Os autores destacam que as espécies desses dois gêneros, em sua maioria, “provêm de áreas de climas com regimes de chuva sazonais, úmidos e sub-úmidos, tropicais e subtropicais,” podendo ser essa uma das justificativas para o potencial de adaptabilidade apresentado por esses dois gêneros no Brasil.

Com base na análise de Almeida (2006), referente ao estado do Paraná, “o preço da madeira para celulose e lenha também não são desagregados por espécie”, e relação semelhante ocorre com a madeira para o processamento mecânico.

A localização da maior parte das florestas plantadas para produção de celulose está num raio médio de 100 km da fábrica, podendo chegar a uma distância superior a 150 km, como no caso da Celulose Nipo-Brasileira – Cenibra – (MOKFIENSKI, 2004), e a uma distância de aproximadamente 275 km de rota marítima (CAMPOS, 2011), por meio de

cabotagem industrial (transporte marítimo entre portos do mesmo país), como no caso da Aracruz Celulose, que realiza cabotagem entre Caravelas (BA) e Barra do Riacho (ES).

Com relação à localização das florestas plantadas de *Eucalyptus* para celulose, Mokfienski (2004) afirma que a maior parte “está localizada num raio médio de 100 km da fábrica. Após o abate, as árvores são desganhadas e traçadas em comprimentos que dependem do meio de transporte”, podendo chegar a uma distância superior a 150 km, como é o caso da Celulose Nipo-Brasileira – Cenibra.

Com relação às densidades da tora para produção de celulose, o autor aponta que para os critérios de produção das novas fábricas de celulose “é indicado um valor médio da densidade básica da madeira de eucalipto acima de 500 kg/m<sup>3</sup>”, podendo variar dentro da faixa de 0,450 a 0,550 g/cm<sup>3</sup>, com uma densidade a granel de aproximadamente 190 kg/m<sup>3</sup>.

Já Mokfienski *et al.* (2008) relatam que essa densidade básica varia entre 0,365 e 0,544 g/cm<sup>3</sup>. De acordo com Klock (2000) e Bittencourt (2004), a densidade básica da madeira do *Pinus taeda*, de 10 a 25 anos, vai de 0,345 a 0,413 g/cm<sup>3</sup>. Bittencourt (2004) observou que o rendimento de polpação aumentou nas polpas produzidas com madeira de maior idade, porém o teor de rejeitos e o número kappa<sup>7</sup> também aumentaram, o que evidencia maior dificuldade de deslignificação desse material. Já no *Pinus tecunumanii*, Moura *et al.* (2003) apontam densidade básica da madeira de 0,425 a 0,424 g/cm<sup>3</sup> para os períodos de 12 a 17 anos, respectivamente.

### **2.1.2 Mercado de celulose e a sua cadeia produtiva**

Segundo estudo da Bracelpa (2010), o setor de celulose e papel acumulou, nos últimos dez anos, US\$ 12 bilhões em investimentos. Soares *et al.* (2007) afirmam que as empresas nacionais do segmento de celulose são competitivas devido à alta produtividade dos reflorestamentos, o que faz com que o segmento brasileiro de celulose tenha todas as condições para continuar o crescimento acelerado e absorver cada vez mais uma maior parcela de mercado.

---

<sup>7</sup> O número kappa é obtido pela oxidação de certa quantidade de polpa em uma solução de permanganato de potássio, indicando o grau de deslignificação de um cozimento e a quantidade de produtos químicos necessários ao branqueamento (SMOOK, 1990, p. 319; SANJUAN, 1997, p. 245).

Soares *et al.* (2009) ressaltaram que o mercado de celulose brasileiro é competitivo em relação ao mercado mundial, sendo a qualidade da celulose brasileira reconhecida internacionalmente.

Os autores expõem o grande potencial brasileiro de produção e exportação de celulose, em virtude de o País possuir “condições físicas e naturais para o desenvolvimento da atividade florestal”, sendo essas: elevada extensão de terras apropriadas para a atividade; tecnologia silvicultural avançada; mão de obra abundante; clima e solos favoráveis; alta produtividade dos reflorestamentos; rápido crescimento das plantações florestais; alta qualidade; e baixo custo de produção. De acordo com os autores, esses são os elementos determinantes da atual competitividade do setor brasileiro no mercado internacional.

Soares *et al.* (2007), com base nos dados da Bracelpa (2006), ressaltam que o setor contava, em 2004, com 220 empresas localizadas em 16 estados, em 450 municípios, gerando 100.000 empregos diretos, sendo este resultado fruto de um crescimento que vem desde 1950. Em comparação com 2004, em 2009 o segmento apresentou crescimento, contando agora com 222 empresas com atividade em 539 municípios, localizadas em 18 estados e gerando 115 mil empregos diretos.

Pode-se observar, ao comparar os dados referentes a 2009 com os de 2004, que nesses cinco anos o setor apresentou crescimento tanto na sua renda como na sua produção. Esse fato já foi observado por Soares *et al.* (2007), durante o período de 1950 a 2004.

O segmento de celulose, comparado com os outros segmentos que consomem madeira em tora oriunda de florestas plantadas, é o maior em consumo e importância, devido à sua participação no mercado de madeira em tora. Dados fornecidos pela ABRAF (2010) apontam que o segmento de celulose e papel consome 37,3% da madeira em tora, sendo seguido pela lenha industrial, com 25,7% da madeira em tora; pela indústria madeireira, com 18,8%; pelo setor siderúrgico, com 11,9% (carvão vegetal); e por painéis reconstituídos com 5,8%.

De acordo com a publicação da Bracelpa (2010):

A indústria brasileira de celulose e papel investirá cerca de US\$ 20 bilhões nos próximos sete anos na base florestal e na construção de novas fábricas. Ao final de 2017, quando terminará o ciclo de crescimento das florestas que estão sendo plantadas em 2010, a produção de celulose passará de 13,4 milhões para 20 milhões de toneladas. Também nesse período, a produção de papel aumentará de 9,3 milhões para 12,5 milhões de toneladas, e a área de florestas plantadas crescerá 25%. (...)

Além disso, favorecem o novo ciclo de expansão da indústria anunciado em setembro, que prevê investimentos de US\$ 20 bilhões até 2020, com o objetivo ampliar a base florestal em 45%, passando dos atuais 2,2 milhões de hectares de florestas plantadas para 3,2 milhões de hectares, enquanto a produção de celulose terá aumento de 57% e a de papel, 30%, chegando, respectivamente, a 22 milhões de toneladas e a 12,7 milhões de toneladas. Os investimentos também devem dobrar, em dez anos, a receita de exportações, chegando a US\$ 13 bilhões.

Além desse crescimento, a afirmação da Elizabeth de Carvalhaes, Presidente Executiva da Associação Brasileira de Celulose e Papel (Bracelpa), traz uma expectativa do setor de que “o Brasil quer se posicionar como o terceiro produtor mundial de celulose, com as melhores práticas ambientais”. De acordo com a Bracelpa (2010), um dos os efeitos da crise financeira internacional foi provocar redução no consumo global, no preço dos produtos e na demanda por matérias-primas em mercados tradicionais para o setor.

Porém, se forem considerados os investimentos previstos no setor de celulose na ordem de US\$ 20 bilhões, que foram baseados “nas perspectivas de crescimento econômico do Brasil e no aumento da demanda dos mercados emergentes, como a China”, explica Elizabeth, o setor de celulose apresentará grande potencial para ocupar futuramente a terceira posição de produtor mundial de celulose.

O fato de a Europa estar em um processo de crise econômica e a China sofrer menos os efeitos da crise econômica mundial que os países do continente europeu faz com que se abram oportunidades para ampliar as vendas com a China, um dos principais países asiáticos. As exportações de celulose para a China cresceram 128%, em relação a 2008, fazendo com que esse país se tornasse o segundo principal mercado para o Brasil, à frente dos Estados Unidos.

Esses dados são “resultados significativos que mostram que o setor está bem posicionado tanto no mercado nacional como no internacional. Acreditamos que a tendência de crescimento se mantenha nos próximos anos”, relata Horacio Lafer Piva, Presidente do Conselho Deliberativo da Bracelpa.

Soares e Silva (2009) relatam os fatores que contribuíram para o crescimento da produção e da exportação da celulose brasileira:

- 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) 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 a sua alta qualidade.

Alguns indícios confirmam a verticalização do setor de celulose, por exemplo, o citado por Piotto (2003), que ressalta que “as fábricas normalmente administram suas próprias florestas, no entanto, parte da madeira pode vir de terceiros, por intermédio do fomento florestal”. Silva *et al.* (2009) destacam que o custo de transporte para o produtor é a principal causa para a desmotivação do investimento em plantação florestal destinada à produção de madeira em tora para celulose.

Bacha (2001) afirma que “as empresas de papel e celulose no Brasil só utilizam madeira de florestas plantadas. Essas empresas possuem florestas próprias ou contratos de fornecimento de madeira com pequenos e médios proprietários rurais”. O autor destaca ainda que:

Além disso, essas empresas possuem estrutura para exportação de celulose e/ou papel, havendo alguns casos em que elaboram embalagens com papel gerado em suas próprias empresas. Exemplos de grande integração vertical nesse segmento industrial são a Klabin e a Suzano, que produzem da madeira até a embalagem ou papel para escrever e imprimir (BACHA, 2001).

Segundo o anuário estatístico de 2010 da ABRAF, uma das características do setor florestal é:

em especial aquele baseado em florestas plantadas, destaca-se pelo grau elevado de aproveitamento da matéria-prima, a alta produtividade florestal, o desenvolvimento e uso de técnicas redutoras de impactos ambientais, a manutenção da biodiversidade, o desenvolvimento socioeconômico e a responsabilidade social. Tais fatores fazem do negócio florestal como um todo algo singular e de características únicas, capaz de fornecer uma ampla gama de bens e serviços à sociedade.

Com relação à cadeia produtiva, o mesmo anuário estatístico expõe que:

a cadeia produtiva florestal tem como base a silvicultura de florestas plantadas, inicialmente com árvores de espécies comerciais adequadas ao processo industrial a que se destinam. Após o plantio segue-se o cultivo, mediante o manejo florestal durante todo o ciclo de produção, e em seguida a colheita florestal, de acordo com o produto final ao qual a floresta se destina.

A partir da produção da matéria-prima florestal tem início a cadeia produtiva florestal através do processamento primário e da geração de produtos florestais. Estes podem ser madeireiros, notadamente na forma de madeira em tora e de principal interesse para a indústria baseada em florestas comerciais (plantadas ou nativas), ou não madeireiras.

Os produtos florestais não madeireiros são, entre outros, o látex, as resinas, ceras, gomas, fibras tanantes, corantes, e óleos aromáticos ou essenciais, e cascas, obtidos geralmente através de extração não destrutiva. Assim, na maioria dos casos onde esta atividade de extração é conduzida em larga escala, as árvores são mantidas em produção, ou seja, não são cortadas.

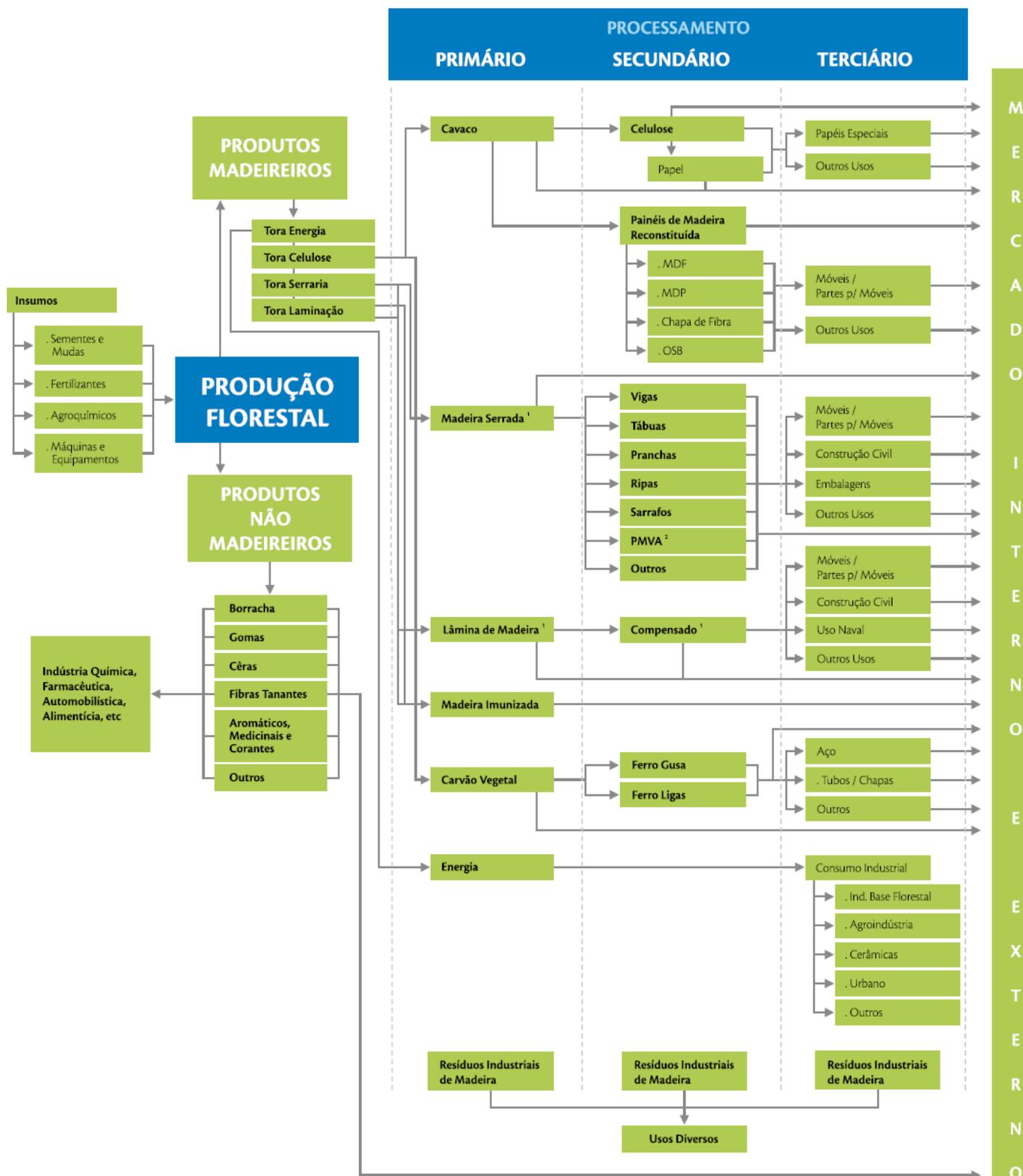
Com relação à importância da cadeia florestal, encontra-se na mesma fonte a informação que os produtos madeireiros “são os mais importantes da cadeia florestal, do ponto de vista econômico. A partir do processamento primário, secundário ou terciário da madeira, as indústrias de base florestal produzem uma gama de produtos que se destinam a diferentes fins”.

A divisão do processamento da madeira na indústria, de acordo com o relatório estatístico de 2010 da ABRAF, é estabelecida em três níveis: primário, secundário e terciário, “cada um com um fluxo próprio ao seu respectivo segmento”, como se pode observar na Figura 2, que demonstra o fluxo da cadeia produtiva dos produtos florestais.

Contudo, Santana *et al.* (2010), em seu estudo referente ao mercado paranaense local e ao mercado internacional para produção e comércio de madeira, constataram que a redução das exportações dos produtos do segmento de madeira serrada, compensada, laminada e artefatos foi agravada pela crise financeira e econômica global a partir de 2007, o que provavelmente se deu pelo forte abalo na indústria da construção civil nos países produtores e importadores de madeira, países estes que importam a celulose e seus produtos derivados do Brasil.

Esse fato gera incerteza sobre o futuro do segmento de madeira em tora para celulose, com relação aos seus principais mercados consumidores. Com base na Bracelpa (2012), o setor de celulose brasileiro assumiu posições no *ranking* mundial de produtor de celulose por causa do fechamento de fábricas na Europa. No entanto, o próprio segmento de celulose está sobre a névoa da crise financeira, pois com base na mesma fonte esse segmento tem como seu principal consumidor o mercado europeu.

Estudos da Bracelpa (2012) apontam que a China vem aumentando sua parcela de importação de celulose nos últimos anos, chegando em 2010 a ser o segundo maior importador de celulose proveniente do Brasil. Porém, não se sabe se a China irá manter esse comportamento de mercado ou irá também sofrer os efeitos da crise financeira mundial.



Fonte: STCP (2010), com base em Vieira (2004). Setor Florestal em Minas Gerais: caracterização e dimensionamento. Belo Horizonte – Universidade Federal de Minas Gerais.

<sup>1</sup>PMS (Produtos de Madeira Sólida) – madeira serrada, compensado, lâminas, PMVA.

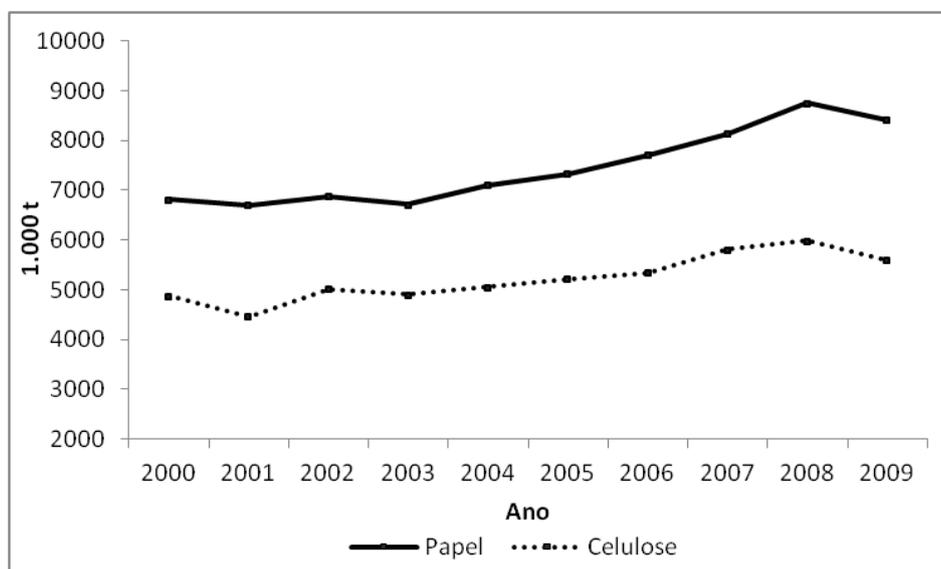
<sup>2</sup>PMVA (Produtos de Maior Valor Agregado) – portas, janelas, molduras, pisos, desks, dormentes, outros.

Figura 2 - Fluxo da cadeia produtiva dos produtos florestais madeireiros e não madeireiros.

A origem da madeira ou matéria-prima florestal que foi consumida pelas associadas da ABRAF em 2009, sendo que, 83,3% do total foram de plantios próprios sendo seguida pelas toras oriundas de fomento florestal (12,4%) e remanescentes do uso de toras procedidas de florestas de terceiros (4,3%), (ABRAF, 2010).

Com relação a distribuição da produção regional brasileira do pinus e de eucalipto, a produção do pinus se concentra mais na região Sul com 53.254 mil m<sup>3</sup> sendo seguido da região Sudeste com 11.704 mil m<sup>3</sup> (ABRAF, 2010). No caso do eucalipto, em comparação com as demais regiões, a região Sudeste é a que apresenta o maior valor de produção, no ano de 2009, sendo este na ordem de 102.814 mil m<sup>3</sup>. A região Nordeste e a Sudeste são as que ocupam a segunda e a terceira posições na produção de eucalipto, respectivamente com uma produção de 31.538 mil m<sup>3</sup> e 21.467 mil m<sup>3</sup>. Tanto a produção de eucalipto bem como a de pinus apresentar om menores índices na região Norte.

Nas Figura 3 é apresentado o consumo nacional de celulose e papel oriundos de madeira em tora de florestas plantadas. O consumo desses dois produtos apresentou um crescimento ao longo do período em análise e somente no período do ano de 2009 foi observada uma queda.



Fonte: ABIPA, Abimci, AMS, Bracelpa (2009/2010), adaptado por STCP.

<sup>1</sup> Dados estimados (vide Notas Metodológicas – Capítulo 5 deste Anuário).

<sup>2</sup> Consumo Aparente = Produção + Importação – Exportação + Estoque.

Figura 3 - Evolução do consumo nacional de papel e celulose oriundo de florestas plantadas (2000-2009).

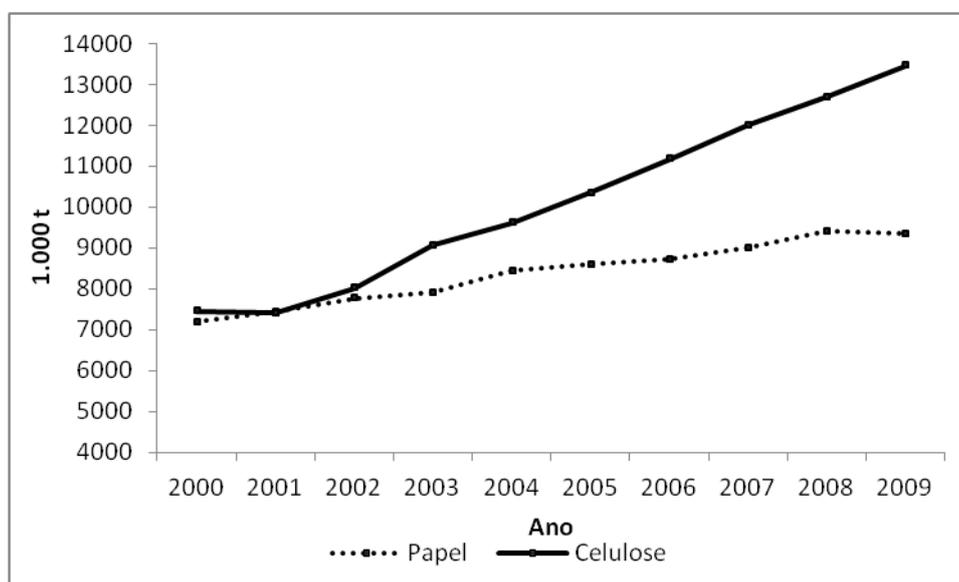
De acordo com o relatório anual de 2010 da ABRAF:

O setor de celulose do Brasil mantém a posição competitiva no mercado internacional, com uma taxa acumulada de crescimento de 81,6% nos últimos nove anos. O consumo nacional de celulose apresentou uma redução de 6,5% em 2009 em relação ao ano anterior, estimado em 5,6 milhões de toneladas.

Segundo a mesma fonte, “os dados mostram que a produção brasileira de celulose é suficiente para atender ao mercado interno e ainda ampliar sua participação no mercado externo, aumentando assim o *market share*<sup>8</sup>”.

Na Figura 4, a seguir, é possível ver o crescimento da produção brasileira de celulose, que foi de 6% ao ano em 2009, em relação a 2008, totalizando 13,4 milhões de toneladas. De acordo com anuário da ABRAF (2010), no período de 2008/2009 manteve-se a tendência de crescimento anual entre 2000 e 2008, que foi de 6,8%.

Em 2009, período em que marcado pela crise financeira mundial, a fabricação de papel manteve-se estável em relação a 2008, com uma produção de aproximadamente 9.341 toneladas. Já o consumo interno (Figura 3) sofreu redução, fazendo com que fosse quebrada a tendência de aumento observada desde 2003.



Fonte: ABIPA, Abimci, Bracelpa (2009/2010), adaptado por STCP.

<sup>1</sup> Dados estimados (vide Notas Metodológicas – Capítulo 5 deste Anuário).

<sup>2</sup> Painéis Reconstituídos, segundo ABIPA, incluem: MDP, MDF e Chapa Dura (OSB excluído).

Figura 4 - Evolução da produção de celulose oriunda de florestas plantadas no Brasil (2000-2009).

<sup>8</sup> Quota de mercado.

O anuário estatístico de 2010 da ABRAF expõe que, nos últimos dois anos, o mercado consumidor nacional tem demonstrado comportamento semelhante ao de países desenvolvidos, pois acabou reduzindo o consumo de papel e indiretamente o das embalagens. A produção de papel nacional não aumentou no ano de 2009. Na figura 4 observa-se a evolução da produção de papel no Brasil.

Apesar dos efeitos da crise financeira mundial e da retração das exportações brasileiras, como relatado pela ABRAF (2010), em que “as exportações totais do Brasil chegaram a US\$ 153,0 bilhões em 2009, representando queda significativa de 23% em relação a 2008 (US\$ 197,9 bilhões)”, o setor de florestas plantadas foi o que apresentou a menor retração em relação a outros setores do País. A ABRAF, em seu anuário de 2010, expõe que “o setor de florestas plantadas foi responsável por 4% do total das exportações do país em 2009, representando um ponto porcentual acima da participação em 2008”, que foi de 3%. Este fato mostrou a importância significativa do setor para a economia nacional. Na Figura 5 é possível observar que a balança comercial apresentou, na última década, crescimento positivo até o período de crise financeira mundial, e que o setor brasileiro apresentou balança comercial positiva.



Fonte: SECEX (2010), adaptado por STCP (2011).

Figura 5 - Evolução da balança comercial de produtos de florestas plantadas no Brasil (2000-2009).

Os principais produtos que consequentemente tiveram maior participação no mercado brasileiro de madeira em tora no período 2000-2009 são a celulose, com 59,2%, e o papel,

com 30,1% das receitas de exportação do segmento florestal, como observado na Tabela 4, a seguir.

Tabela 3 - Evolução das exportações brasileiras de produtos de florestas plantadas (milhões US\$).

Produto	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Celulose	1.602	1.248	1.161	1.744	1.722	2.034	2.484	3.024	3.917	3.315
Papel	941	943	895	1.087	1.188	1.372	1.524	1.702	1.920	1.686
Madeira Serrada <sup>1</sup>	213	229	245	255	295	304	275	257	203	142
Painéis Reconstituídos <sup>2</sup>	69	70	93	114	154	167	162	146	120	83
Compensados <sup>1</sup>	156	156	211	344	521	510	438	422	477	279
Carvão Vegetal	2	2	2	3	6	4	3	3	2	2
Outros <sup>3</sup>	114	124	165	194	335	201	262	236	186	93
<b>TOTAL</b>	<b>3.097</b>	<b>2.771</b>	<b>2.771</b>	<b>3.742</b>	<b>4.220</b>	<b>4.593</b>	<b>5.148</b>	<b>5.790</b>	<b>6.824</b>	<b>5.600</b>

Fonte: SECEX (2010), adaptado por STCP.

<sup>1</sup> Inclui apenas coníferas.

<sup>2</sup> Painéis reconstituídos, segundo SECEX, incluem: MDP, MDF, chapa dura, OSB e outros (*waferboard*).

<sup>3</sup> “Outros” incluem molduras, *blocks & blanks* e EGP.

O Brasil é o maior produtor mundial de celulose de eucalipto (fibra curta) do mundo. Na Tabela 5 do informe da Bracelpa de 2009 é possível observar a vantagem produtiva brasileira. Parte dessa vantagem se deve ao curto ciclo produtivo do eucalipto e aos investimentos, como os desembolsos do BNDES, nesse segmento ao longo das duas últimas décadas. Esses fatos podem ser constatados nas Figura 8 e Tabela 1.

Tabela 4 - Volume de celulose produzido com madeira de eucalipto no período de 1990-2010.

1.000 t	1990	1995	2000	2005	2010
Brasil	1.380	2.280	3.615	6.090	10.010
Chile	-	270	450	760	2.265
Uruguai	-	-	-	-	1.825
Espanha	735	895	1.040	1.235	1.490
Portugal	1.075	1.075	975	925	975
China	-	-	-	415	635
Outros	305	600	1.050	1.100	950
<b>Total</b>	<b>3.495</b>	<b>5.120</b>	<b>7.130</b>	<b>10.525</b>	<b>18.150</b>

Fonte: PPPC – *Pulp and Paper Products Council et al., apud Bracelpa (2009)*.

Com relação à produção de celulose branqueada, Piotto (2003) relata que os países nórdicos, os Estados Unidos e o Japão têm produção praticamente nula de celulose Standart-STD, que é um processo de menor eficiência e qualidade. O autor destaca

também a tendência mundial da polpa celulósica livre de cloro elementar (ECF), branqueada com dióxido de cloro, continuar crescendo e dominar o mercado mundial de celulose química.

## **2.2. EUCALIPTO E PINUS NO BRASIL**

Dos 4,5 milhões de hectares de eucalipto plantados, 81,2% são cultivados pela indústria de celulose, o que equivale a 1,8 milhão de hectares (BRACELPA, 2012). O pinus representa 18,4% das florestas plantadas para produção de celulose, com 404 mil hectares cultivados por esse setor. A adoção dessas duas espécies (pinus e eucalipto) para a análise do presente estudo justifica-se por serem as mais cultivadas para produção de celulose no Brasil.

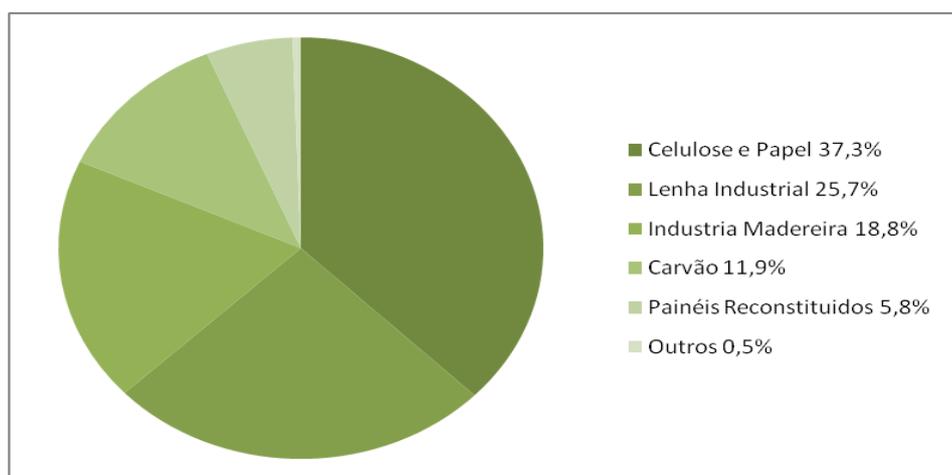
No período de 2004 a 2009, o crescimento das áreas de florestas plantadas de eucalipto e pinus foi de 27,1%, passando dos 4.964 mil hectares em 2004 para 6.310 mil hectares em 2009 (ABRAF, 2010). O pinus teve crescimento médio anual de área plantada de 0,3% e o eucalipto, de 7,1%. O eucalipto apresenta vantagem competitiva para a indústria brasileira de celulose por ser uma das madeiras de menor custo em comparação com os segmentos americano e escandinavo de celulose (GLOBO RURAL, 2009).

Em 2009, com base na mesma fonte, o custo médio da madeira em tora no Brasil ficou em torno de US\$ 108,00 por tonelada, contra US\$ 112,00 nos Estados Unidos (madeira de pinheiro) e US\$ 250,00 na Escandinávia (madeira de bétula). A indústria brasileira apresenta a maior rentabilidade na produção de celulose de eucalipto no mundo, grande evolução tecnológica no manejo das florestas e fabricação da pasta de celulose e excelentes condições geográficas e climáticas.

Com relação à crise financeira mundial, a mesma fonte relata que ocorreu aumento na taxa negativa de crescimento médio anual do pinus no período de 2007 a 2008, com decréscimo de 2,3% ou 43 mil hectares, que se manteve em 2009 com decréscimo de 2,1% ou 37 mil hectares (provavelmente devido à crise do mercado imobiliário americano de 2008). Com relação ao eucalipto, o efeito da crise só foi sentido no período de 2008 a 2009, quando a taxa de crescimento anual passou de 9 para 4,4%, com acréscimo de 191 mil hectares.

Para produção de celulose, as principais espécies ou as mais utilizadas são o eucalipto e o pinus. O aumento da produtividade dessas espécies exóticas é devido ao seu grande potencial de adaptação e principalmente ao processo de seleção e melhoramento genético empregado, que teve início na metade do século passado. Assim, o eucalipto passou de um Incremento Médio Anual – IMA– de 24 m<sup>3</sup>/ ha/ano em 1980 para 44 m<sup>3</sup>/ha/ano em 2009, e o pinus passou de 19 m<sup>3</sup>/ha/ano em 1980 para 38 m<sup>3</sup>/ha/ano em 2009.

De acordo com a ABRASA (2010), em 2009 o consumo da madeira em tora para produção de celulose foi de 60.631 mil m<sup>3</sup> de pinus e eucalipto. Desse total foram consumidos 52.545 mil m<sup>3</sup> de eucalipto e 8.086 mil m<sup>3</sup> de pinus, sendo o setor que mais consome madeira em tora e que ocupou 37,3% do consumo de madeira em tora de florestas plantadas em 2009. Na Figura 6 pode-se observar a participação do consumo de madeira em tora de florestas plantadas do segmento de celulose e papel em relação aos outros segmentos consumidores de madeira em tora.



Fonte: Anuário estatístico da ABRAF 2010.

Figura 6 - Participação do consumo de madeira em tora de florestas plantadas por segmento (2009).

### 2.2.1 Histórico do eucalipto no Brasil

A história do eucalipto no Brasil é tratada por Marco Antonio Fujihara na obra *O Valor das Florestas* (2009). Em seu livro, Fujihara afirma que alguns autores mencionam que o primeiro relato de existência do eucalipto foi no Jardim Botânico, por volta de 1825. O autor ressalta que “Os primeiros plantios comerciais de árvores no Brasil datam do início

do século XX e seu objetivo era o de suprir a demanda crescente de madeira nas regiões mais desenvolvidas, em especial no Estado de São Paulo”.

Na seleção das espécies a serem plantadas foram adotadas algumas exóticas, de crescimento mais rápido que as nativas, como as do gênero *Eucalyptus*, da Austrália, que se adaptaram muito bem às terras brasileiras. Elas se tornaram as mais cultivadas em nosso país por apresentar excelente desenvolvimento, versatilidade de uso e rendimento econômico.

Essas qualidades interessaram à indústria mundial de celulose e de madeira, e várias empresas se instalaram no Brasil a partir de 1950. Enquanto no País a idade de corte se dá entre seis e sete anos, na Escandinávia e em determinadas regiões da América do Norte ela é superior a 50 anos.

De acordo com o mesmo autor, a velocidade de crescimento apresentada pelo gênero *Eucalyptus* fez com que ele se destacasse e fosse plantado em países que precisavam repor suas florestas. Esse gênero é predominantemente australiano, pertencente à família das mirtáceas, como a goiabeira, a jabuticabeira e a pitangueira, que são nativas do Brasil. Fujihara (2009) relatou que o gênero é predominante de árvores da Austrália (contando com mais de 600 espécies) e que apresenta grande número de procedências e de híbridos naturais. O eucalipto tem sua expansão fora da Austrália, coincidindo com “o aumento da demanda por lenha a ser utilizada nas máquinas a vapor, matriz energética da revolução industrial”.

O autor ressalta ainda que na América do Sul as primeiras sementes de eucalipto chegaram pelo Chile, em 1823. No Brasil, como mencionado, existiam dois exemplares de eucalipto no Jardim Botânico do Rio de Janeiro, em 1825. O eucalipto foi utilizado no reflorestamento da Floresta da Tijuca e “há registros de seu cultivo em 1861, no interior de São Paulo, e em 1868, no Rio Grande do Sul”.

Fujihara (2009) relata que a Companhia Paulista de Estradas de Ferro, com o objetivo de abastecer suas locomotivas, foi pioneira na introdução do cultivo desse gênero com dimensões comerciais, nos anos de 1900. Com uma demanda de 1 milhão de dormentes de ferrovias e 600 mil m<sup>3</sup> de lenha por ano, em 1903, e também com o esgotamento das matas nativas próximas às ferrovias, seria antieconômico transportar lenha por grandes distâncias.

Para solucionar o problema foi designado o agrônomo Edmundo Navarro de Andrade (1882-1941), que assumiu a direção do serviço florestal da Companhia Paulista, instalando um horto em Jundiaí (SP), com o objetivo de plantar, nesse local, o maior número possível de árvores nativas e exóticas (FUJIHARA, 2009).

Em Jundiaí foram cultivadas quase 100 espécies diferentes, o que contribuiu para o início das pesquisas com o eucalipto, pouco conhecido no Brasil, mas que já era empregado nos reflorestamentos em Portugal, onde Edmundo Navarro de Andrade tinha estudado. Durante seis anos ele observou o crescimento de diversas espécies, escolheu a mais promissora e expandiu seu plantio nos hortos da Companhia Paulista, chegando a ter 230 espécies, 144 das quais trazidas por ele.

Fujihara (2009) destaca que Navarro de Andrade sofreu severas críticas de seus opositores em relação à qualidade da madeira para uso em locomotivas. Eles argumentavam que o eucalipto forneceria baixo poder calorífico, sua fumaça iria intoxicar o maquinista e a fuligem iria entupir as grelhas das fornalhas. No entanto, Navarro rebateu todas as críticas relacionadas aos trabalhos no horto florestal, às espécies plantadas e aos processos silviculturais.

Navarro percebeu a significativa mudança ocorrida no mercado nacional de madeira no início do século XX. A escassez de matérias-primas e de mercadorias importadas durante a Primeira Guerra Mundial (1914-1918) impulsionou o desenvolvimento da indústria nacional, com investimentos em siderurgia e mineração.

Após a instalação da companhia Belgo-Mineira (hoje Arcelor Mittal) em Sabará (MG), na década de 1920, a demanda por madeira aumentou consideravelmente em virtude da fusão do minério de ferro, que é necessário à formação do ferro-gusa para fabricação de aço. Além disso, o setor ferroviário exigia muita madeira para postes e dormentes, que poderiam ser fabricados a partir do eucalipto. A madeira podia ser utilizada também em construções rurais e iniciou-se a pesquisa de seu emprego na fabricação de móveis.

Em 1925, Navarro de Andrade viajou para os Estados Unidos para testar o eucalipto na fabricação de polpa para papel. Em 30 de dezembro de 1925, o principal jornal de Wisconsin foi impresso com papel fabricado a partir desses eucaliptos. Com a eletrificação das ferrovias brasileiras, reduziu-se a demanda por lenha e o eucalipto passou a ser empregado para outras finalidades.

Na década de 1940, beneficiando-se dos incentivos do governo para a indústria de base, a recém-criada Companhia Vale do Rio Doce (MG) plantou eucaliptos ao longo da ferrovia, que transportava sua produção até o porto de Vitória (ES). Outro cultivo significativo de eucalipto ocorreu no Espírito Santo, na nessa época, pela antiga Companhia de Ferro e Aço de Vitória, mais tarde incorporada pela antiga Belgo-Mineira. Essas florestas serviriam depois como ponto de partida para a Aracruz Celulose (hoje Fibria).

Nos anos de 1950, os eucaliptos também já forneciam matéria-prima para a indústria paulista de chapas de fibra de madeira, mas foi na fabricação de celulose que ganharam maior destaque.

### **2.2.2 Histórico do pinus no Brasil**

Marco Antonio Fujihara (2009) destaca que o pinus e outras coníferas são tidos como a principal matéria para a indústria de papel e celulose na Europa e na América do Norte, sendo, conseqüentemente, os continentes que mais produzem celulose de fibra longa. Em relação ao Brasil, a Bracelpa afirma que “O pinus chegou ao Brasil há mais de um século pelas mãos dos imigrantes europeus que plantavam a espécie para fins ornamentais”. De acordo com a mesma fonte, “as primeiras plantações de que se tem notícia foram de *Pinus canariensis*, proveniente das Ilhas Canárias, em torno de 1880, no Rio Grande do Sul”.

Já Fujihara (2009) ressalta que no Brasil os primeiros relatos de experimentos com a espécie datam do início do século XX. Esses experimentos foram realizados pela Companhia Melhoramentos, em Caieiras (SP), e apontaram a *Cunninghamia lanceolata* como tendo grande potencial. O autor destaca ainda que em 1906 o então diretor do Instituto Florestal do Estado de São Paulo (IF), Arthur Lofgren, divulgou os primeiros resultados referentes a 16 espécies de pinus.

Fujihara (2009) relata que os primeiros estudos com pinus subtropicais foram feitos a partir de 1936, no IF, e que:

O *Pinus elliotti* (*slash pine*) teve o cultivo incentivado na década de 1950, pois se adaptou muito bem às condições brasileiras, concorrendo vantajosamente com as árvores nativas. Outras coníferas foram cultivadas ao longo do tempo, principalmente no Paraná e em Santa Catarina, com destaque para o P. *Taeda*.

De acordo com dados da Bracelpa (2007), as espécies de pinheiro (*Pinus elliottii* e *Pinus taeda*) foram trazidas dos Estados Unidos em 1947 e acabaram se adaptando

especialmente nas regiões mais frias do País, a exemplo do Paraná e de Santa Catarina, onde se manifestaram com excepcional desempenho. De acordo com a mesma fonte, “as espécies *Pinus taeda* e *Pinus elliottii* se destacaram pela facilidade nos tratamentos culturais, rápido crescimento e reprodução intensa no Sul e Sudeste do Brasil”.

Fujihara (2009) afirma que, com relação às estações experimentais do IF, a partir de 1955 foram implantadas 55 espécies e variedades de pinus tropicais. A Bracelpa (2011) expõe que “entre 1955 e 1964, estabeleceram-se grandes programas de reflorestamento, baseados exclusivamente em *Pinus taeda* e *Pinus elliottii*”. A mesma instituição afirma que “em 1958, em Agudos (SP), teve início o primeiro plantio comercial de pinus, realizado pelo empresário alemão Richard Freudenberg”.

Em relação ao pinus como matéria-prima para celulose, pastas, papel e outras finalidades, o autor destaca que essa espécie se originou das plantações realizadas entre 1967 e 1987. Pelo fato de a *Araucaria angustifolia* e outras nativas serem extremamente abundantes e suprirem o mercado, não havia muita procura por pinus. De acordo com o autor, “até os anos de 1980 as florestas plantadas de pinus possuíam baixo valor, e muitos povoamentos, sem manejo adequado, ficaram expostos a sinistros, com a madeira apresentando defeitos e pouca resistência mecânica”.

Devido aos trabalhos desenvolvidos, nos anos seguintes, por institutos de pesquisa e universidades direcionados à espécie pinus, tornou-se possível conhecer as propriedades físicas e químicas da madeira dessa espécie, bem como o melhor manejo para uso múltiplo. Segundo FUJIHARA (2009), “a madeira de pinus adquiriu melhor qualidade. Hoje, além de matéria-prima para celulose, é amplamente utilizada na fabricação de painéis, móveis e produtos com alto valor agregado, destinados ao mercado interno e às exportações”.

### **2.3. ASPECTOS HISTÓRICO-ECONÔMICOS DO SETOR**

Segundo Vidal e Hora (2011), nas duas últimas décadas o setor apresentou taxas de crescimento positivas na sua produção (capacidade instalada) e Incremento Médio Anual – IMA – na variável tecnológica das espécies eucalipto e pinus. Constataram que esse incremento médio anual fez com que a rotatividade aumentasse e, conseqüentemente, o aumento de novas áreas plantadas não fosse expressivo.

As florestas plantadas no Brasil entre o período de 1990 e 2010 apresentaram crescimento acelerado. As áreas das duas espécies mais populares no País (pinus e eucalipto) passaram dos 1.769.000 hectares de pinus em 1990 para 1.923.000 hectares em 2010, e dos 2.964.000 hectares de eucalipto para 4.913.800 hectares no mesmo período (REVISTA DA MADEIRA, 2011).

### **2.3.1. Programa de incentivos fiscais ao florestamento e reflorestamento no período de 1966 a 1988**

O início do programa de incentivos fiscais deu-se com a Lei nº 5.106, de setembro de 1966, que possibilitava às empresas de reflorestamento abater 50% do valor do imposto de renda. Sousa *et al.* (2010) afirmam que essa política de incentivos fez com que o setor florestal brasileiro começasse a se destacar. Os autores ressaltam também que isso acarretou para o Brasil, em 1976, a posição de quarto país do mundo que mais incentivou a produção florestal, atrás apenas da China, da União Soviética e dos Estados Unidos.

Fujihara (2009) assevera que a política de incentivos fiscais para reflorestamento foi de fundamental importância para o desenvolvimento da indústria florestal brasileira e que “as florestas plantadas se vincularam a segmentos estratégicos da economia nacional como siderurgia, e celulose, em plena expansão, e o de painéis reconstituídos, além de se tornarem importantes fontes de energia”. O autor relata ainda que “As indústrias eram obrigadas por lei ao autossuprimento de matéria-prima florestal e os plantios anuais ampliaram-se nos anos seguintes”.

De acordo com Bacha (2001), o “Programa de Incentivos Fiscais ao Florestamento e Reflorestamento concedeu, no período de 1966 a 1988, US\$ 10,86 bilhões (a preços de dezembro de 1998) de incentivos fiscais ao plantio de florestas homogêneas.” Com o final dos incentivos em 1988 ocorreu reformulação na silvicultura brasileira (BACHA, 2001). O autor relata que para o segmento de florestas plantadas para celulose existiam 764 estabelecimentos produtores no Brasil em 1970 e 2.107, em 1985. Os projetos vinculados à política de incentivos fiscais totalizaram, com base em Leão (2000), 6,2 milhões de hectares entre 1967 e 1986.

Sousa (2010) relata que os fatores que motivaram o término dessa política de incentivos fiscais, que se deu em 1988, foram correlacionados “às deficiências técnicas na instalação e a distorções na aplicação de recursos disponíveis.” O autor destaca que, em

termos de qualidade, a produção de muitos projetos florestais implantados ficou abaixo das expectativas.

### **2.3.2. Silvicultura após os incentivos (análise do setor)**

Apesar do fato evidenciado, Oliveira *et al.* (2006) constataram que no Espírito Santo “parte dos produtores, após finalizar o contrato, não abandona a atividade de silvicultura, o que, associado a outros fatores, vem fortalecendo o mercado produtor de madeira”; fenômeno este não corroborado para os outros estados. Esse fato pode ser explicado por realmente ocorrer outra tendência ou pela não existência de algum estudo que complemente essa análise em outros estados.

Sousa *et al.* (2010) afirmam que o setor florestal brasileiro, após o fim da lei de incentivos fiscais, continuou desenvolvendo-se, “porém, com as grandes empresas de base florestal dedicando-se a ampliar sua área reflorestada, com recursos próprios ou tomando empréstimos de longo prazo em bancos de fomento estaduais e federais”.

Após o encerramento dos incentivos florestais, ocorreu mudança na composição da estrutura da silvicultura brasileira, que passou a ter menor número de estabelecimentos agropecuários voltados para a exploração dessa atividade. Os que deram continuidade ou ingressaram na exploração da silvicultura eram, em sua maioria, compostos por pequenos e médios imóveis rurais (BACHA, 2001). Um bom exemplo foi a área média dos estabelecimentos silvicultores, que passou de 572,32 hectares em 1985 para 359,03 hectares em 1995 (BACHA, 2001).

Em 1995, havia apenas 4.945 estabelecimentos silvicultores, ocupando 0,5% da área total de todos os estabelecimentos agropecuários brasileiros. Tratava-se de empresas rurais de grandes dimensões em relação ao padrão nacional. Por exemplo, em 1995 a área média dos estabelecimentos silvicultores era de 359,03 hectares e a de todos os estabelecimentos agropecuários do Brasil era de 72,76 hectares. Em sua maior parte, os estabelecimentos silviculturais pertenciam, e ainda pertencem, a grandes empresas consumidoras de toras de madeira ou de carvão vegetal.

Com isso, pode-se observar a tendência do setor à verticalização da sua produção, na qual a maioria dos estabelecimentos silviculturais (florestas plantadas) é pertencente a grandes empresas consumidoras de toras de madeira ou carvão vegetal. Assim, é indicada uma estrutura oligopsônica do setor de madeira em tora para celulose. O autor relata que

“os plantios próprios dessas empresas foram, em média, de 97,9 mil ha por ano, no período de 1987 a 1992, e de 98,7 mil ha por ano, de 1993 a 1998”.

Contudo, Soares *et al.* (2010) detectaram que as empresas de celulose têm aumentado sua dependência por madeira em tora nos últimos anos, devido aos contratos de fomento, que estimulam a entrada de novos produtores e a permanência dos que já atuam na atividade. Segundo Bacha (2001), a silvicultura nacional gerou R\$ 2.693,47<sup>9</sup> milhões em 1985, no entanto após os incentivos em 1987 (1986-1988) o segmento gerou apenas R\$ 1.266,22<sup>10</sup> milhões no período de 1995/96.

Após o fim da política de incentivos fiscais, o setor continuou crescendo. Sousa *et al.* (2010) ressaltam que, com relação à economia e à sociedade brasileira, “o setor florestal contribuiu com parcela importante da geração de produtos, impostos, divisas, empregos e renda”. Esse crescimento pode ser ainda maior, pois o autor ressalta que o Brasil dispõe de grandes vantagens naturais para o desenvolvimento e a expansão do seu setor florestal. Essas vantagens, com base em Sousa *et al.* (2010), são “elevada extensão de terras apropriadas, mão de obra abundante, clima e solos favoráveis, tecnologia silvicultural avançada e rápido crescimento das plantações florestais”.

No mesmo trabalho confirmou-se que o setor florestal, que tem sua produção destinada à fabricação de celulose, contribui para o saldo positivo da balança comercial brasileira, devido à sua significativa participação no valor das exportações por unidade de produção. O setor florestal brasileiro apresentou melhor desempenho que outros setores econômicos, como os de transporte, comércio e serviços diversos, com relação aos níveis de produção, emprego, renda e arrecadação de impostos (SOUSA *et al.*, 2010).

### **2.3.3. Período atual e políticas de incentivos (fomento)**

O fomento florestal tem por objetivo garantir a oferta de madeira para a indústria (SOARES, 2006). De acordo com Silva (2007) e Oliveira (2003), o fomento florestal tem por objetivo estimular a produção, servindo como um mecanismo de incentivo da indústria para o produtor que consiste num sistema de fornecimento de matéria-prima pelas empresas de celulose e siderúrgicas. Essas empresas, especificamente as do setor de celulose, por meio do contrato de fomento, fornecem aos produtores mudas clonais,

---

<sup>9</sup> Poder de compra em dezembro/98.

<sup>10</sup> Poder de compra em dezembro/98.

fertilizantes, defensivos, recursos financeiros e assistência técnica (SOUZA *et al.*, 2009). Já Oliveira (2003) afirma que as empresas de celulose e papel, em seus contratos de fomento florestal, repassam, para os produtores de mudas, fertilizantes, defensivos, recursos financeiros e assistência técnica.

Valverde *et al.* (2003) relatam a importância do fomento florestal para a indústria, além de sua contribuição para o desenvolvimento local. O verdadeiro interesse das indústrias, com base em Silva *et al.* (2009), é reduzir a imobilização de recursos em terras e capital. Esse contrato permite que a indústria reduza os seus riscos pela imobilização de capital e realoque seus recursos para outras partes do seu processo produtivo.

Silva (2007) identificou a existência de duas modalidades de contratos de fomento florestal: contrato de fomento comercial e contrato de fomento convencional. Souza *et al.* (2009) ressaltam que a única exigência por parte da empresa fomentadora em relação aos dois tipos de contratos “é que o produtor se comprometa a entregar 97% da produção para a empresa, e, dessa forma, no contrato convencional os custos referentes aos insumos são bonificados”. Os autores relatam que em caso de desistência do fomentado em firmar o contrato e se ele decidir vender a madeira para outras empresas ou segmentos, o produtor deverá “arcar com os custos referentes à quebra do contrato de fomento florestal”.

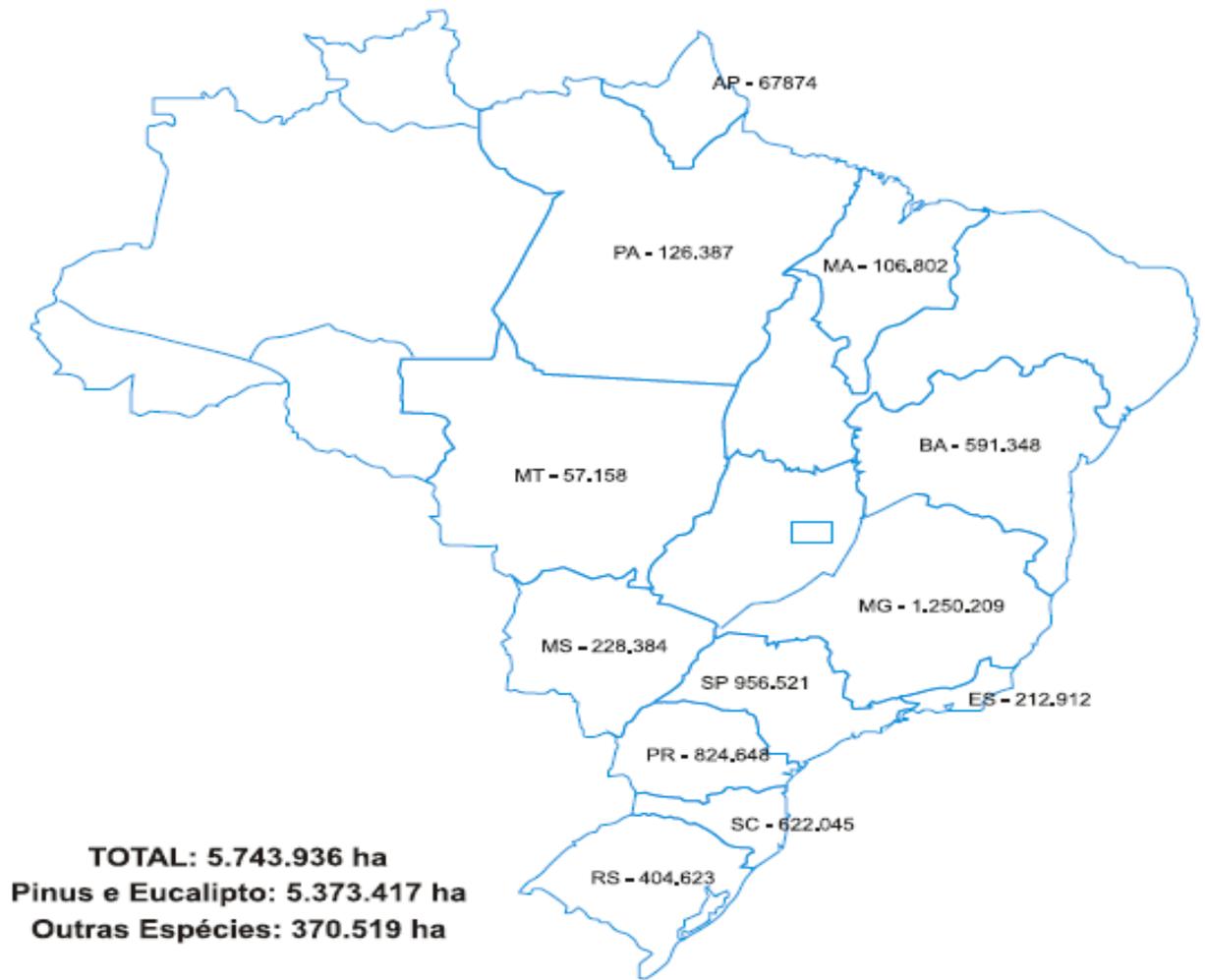
O contrato de fomento comercial tem como característica de cobrança da empresa fomentadora converter os custos do processo produtivo em volume de madeira, descontando, assim, do produtor (fomentado) os custos de mão de obra e os custos dos insumos fornecidos pela empresa fomentadora. A empresa fomentadora realiza o monitoramento do plantio até o fim do segundo ano da floresta. A partir desse estágio, o produtor (fomentado) tem a responsabilidade de conduzir a atividade (combate a pragas e proteção).

O contrato de fomento convencional tem como característica o fato de a empresa antecipar ao produtor a quantia monetária referente à área a ser plantada para custear o plantio. Além da antecipação monetária, a empresa fornece os insumos necessários para o plantio (adubos, formicidas e mudas clonais). Já a contratação de mão de obra fica a cargo do fomentado. O valor custeado pela empresa fomentadora para o plantio é descontado na ocasião da entrega da madeira.

O Relatório de Atividades da Aracruz Celulose (2005), apud MAP/SAP (2007), apresenta alguns fatos relevantes a ações que incentivaram a implementação e a expansão do fomento florestal:

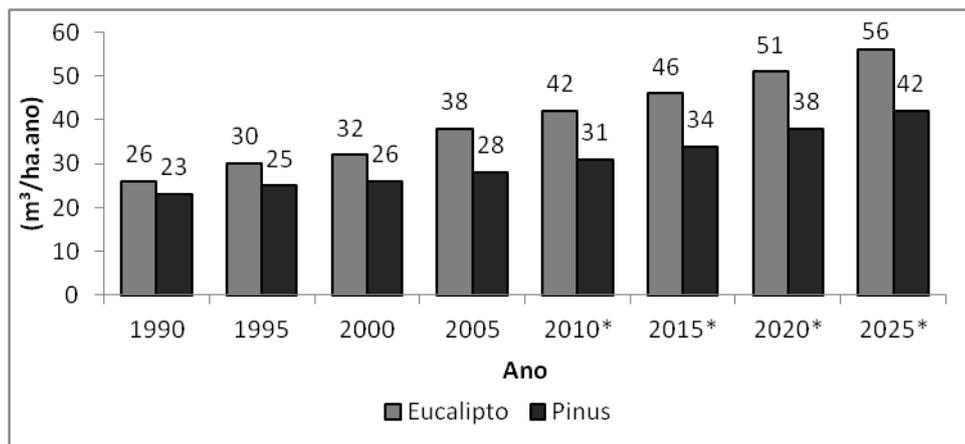
1. As empresas de papel e celulose passaram a enfrentar, a partir dos anos 1980, uma crescente resistência das organizações ambientalistas à expansão das florestas plantadas de eucalipto e pinus. Acusadas de criarem grandes áreas de monoculturas, reduzirem a biodiversidade e concentrarem as propriedades rurais, as empresas passaram a buscar uma maior parceria com produtores rurais para a produção de árvores. Foram criados, nas grandes empresas, programas de fomento florestal, com o objetivo de integrar as propriedades próximas às atividades industriais, ampliar o fornecimento de madeira e garantir uma alternativa de geração de renda e emprego para as populações locais.
2. Outra motivação foi a necessidade de reduzir a imobilização de capital próprio em florestas, cujos investimentos cresceram muito com o fim dos incentivos fiscais.
3. A Aracruz foi pioneira nesse tipo de ação, criando em 1990 o Programa Produtor Florestal, que atualmente abrange cerca de 3 mil contratos e alcança 131 municípios, sendo 67 do Espírito Santo, 40 de Minas Gerais, 14 da Bahia e 10 do Rio Grande do Sul. Conta com 71 mil hectares contratados, dos quais 62 mil hectares já plantados com eucalipto, com a área média por contrato de 23,5 hectares.

Atualmente o BNDES mantém o seu papel de incentivador e de mantenedor da atividade florestal e industrial do setor de celulose no Brasil. Esse incentivo se dá mediante apoio financeiro, pois tanto a indústria florestal (ampliação e implementação de novas fábricas de celulose) quanto os plantios silviculturais são financiados. É importante destacar que o setor de celulose é autossuficiente em matéria-prima (madeira em tora para processamento), consumindo praticamente toda a madeira plantada para essa finalidade no Brasil. Na Figura 7 está a distribuição geográfica das áreas com plantios silviculturais entre os estados brasileiros. Na Figura 8 são apresentados os resultados dos investimentos em pesquisa nas florestas plantadas. Esses investimentos resultam em aumento gradativo do Incremento Médio Anual – IMA – das espécies pinus e eucalipto.



Fonte: ABRAF (2008), citada por Abimci Estudo Setorial – 2008.

Figura 7 - Distribuição geográfica das áreas com plantios silviculturais entre os estados brasileiros.



\*Projeções STCP

Fonte: ABRAF, STCP (2007), adaptado pela Abimci Estudo Setorial – 2008.

Figura 8 - Evolução do incremento médio anual do pinus e eucalipto no Brasil.

A indústria de processamento de madeira e a indústria de fibra são estimuladas a melhorar sua competitividade. Esse fato, segundo a FAO (2011), está relacionado a:

En concreto, en el caso de la industria forestal, la competencia, o más específicamente la competencia por el acceso a los recursos forestales, constituye uno de los principales factores impulsores que influyen en el desarrollo. En la actualidad, a veces se denomina a las demandas competidoras por las tierras las “5 efes” - por los términos en inglés para alimentos, alimentación animal, bosques (para la conservación), fibra y combustible— y hay un interés cada vez mayor por la forma en que se van a atender estas demandas en el futuro (ver, por ejemplo, OCDE, 2009).

Aunque existe un margen considerable para mejorar la productividad, la demanda de tierras para la producción de alimentos sigue aumentando al crecer la población, y parece probable que continúe así durante muchos años. Más recientemente, el aumento de los niveles de ingresos en países como la India y China ha iniciado un cambio en la alimentación, que ahora incluye más carne y productos de origen animal, hecho que ha provocado el aumento de la demanda de piensos y que probablemente reforzará la tendencia global de incremento de la demanda de tierras agrícolas.

El aumento de la demanda de tierras para producir cultivos dedicados a biocombustibles como consecuencia de las políticas bioenergéticas constituye otra tendencia nueva. Aunque los efectos de estas políticas siguen siendo inciertos y algunas de ellas están actualmente en proceso de revisión, parece probable que estas circunstancias originen nuevas demandas importantes de tierras y fibra de madera que podrían estimular la reconversión forestal (Cuadro 37).

Estas repercusiones se complican aún más debido al aumento de la globalización de la agricultura, de manera que el incremento de la demanda en una parte del mundo provoca cambios importantes, e impredecibles, en la demanda de tierras en otras regiones. El posible efecto del cambio climático también genera incertidumbre, sobre todo en cuanto a la disponibilidad de agua, que podría afectar a la demanda de tierras u obligar a introducir cambios en la ordenación forestal.

Silva *et al.* (2009) identificaram um fato em relação aos efeitos que são acarretados pelos contratos de fomento perante os produtores. Os efeitos, em boa parte, induzem à inserção e permanência do produtor nessa atividade. Segundo os autores, esse fato é comprovado pelo baixo grau de interesse dos produtores silviculturas em realizar o segundo ciclo com o contrato das florestas; há apenas 18% interessados nesses contratos. Os autores supõem que “não havendo oscilações significativas nesses mercados concorrentes, 50% dos fomentados devem comercializar o segundo corte com a empresa fomentadora”. Observa-se que o mercado concorrente do referido estudo era o do carvão vegetal.

O interesse das indústrias, segundo Silva *et al.* (2009), é a redução da imobilização de recursos com terra e capital. De acordo com Soares (2006), a indústria de celulose adota

a política de fomento para redução da imobilização de recursos e principalmente para assegurar o seu suprimento de matéria-prima (madeira em tora). Com isso, afirma o autor, “o fomento surge como importante instrumento de apoio à atividade florestal, tanto para as empresas fomentadoras quanto para os produtores rurais”, pois para eles esta é uma oportunidade de expansão de suas atividades.

As vantagens resultantes para a indústria e os produtores florestais, com base em Souza *et al.* (2009), são: “para os produtores rurais, o fomento viabiliza o início de uma nova atividade econômica sem a necessidade de um desembolso de capital inicial, que é benéfico devido à limitação de capital por parte dos produtores”. Já pelo lado da indústria (empresas), “o fomento constitui-se numa forma de se integrar verticalmente”, sendo esta uma tendência após a lei dos incentivos fiscais, pois permite a realização de plantios com menores custos sem precisar realizar investimentos elevados, como a aquisição de novas terras.

Outro fato que ainda não foi relatado pelos autores que estudam o assunto é que os fomentos diluem os riscos do processo produtivo de madeira em tora, como os incêndios florestais e as variações climáticas, para os produtores. Porém, existe o risco de quebra de contrato dos produtores ou da indústria diante das variações dos mercados (siderúrgico, papel e celulose) ou econômicas (no âmbito nacional ou mundial).

Com relação à política de incentivos da atividade silvicultural por meio dos contratos de fomento, Silva *et al.* (2009) detectaram a existência de dois tipos de contratos praticados pela empresa de celulose com os produtores: o contrato de fomento comercial e o contrato de fomento convencional. No contrato de fomento comercial a indústria de celulose é responsável pelo plantio e o produtor arca com todos os custos de implementação. Já no contrato de fomento convencional a empresa fornece os insumos subsidiados e o produtor é responsável pela realização das atividades silviculturais.

Com base no mesmo estudo, 70% dos produtores “relataram como ponto positivo o fato de não haver oscilações bruscas no preço pago pela madeira”. Esse fato indica uma confiança na relação do produtor silvicultural com a indústria, que acarreta no desenvolvimento de uma política de incentivo e permanência de produtores na atividade.

Hardin (2001) define que o *trust* ou a confiança pode ser entendida como expectativa de confiabilidade do comportamento do mercado, ou seja, conhecimento, ações e

comportamentos são bases para o estabelecimento de uma relação de confiança. Essa relação, de acordo com o autor, pode mudar de pessoa para pessoa, organização para pessoas e organização para organização. Ele ressalta ainda que “a confiança (nível de confiança) é uma das variáveis que integram a Nova Economia Institucional, por poder contribuir na análise e discussão sobre as relações contratuais”.

No estudo de Silva (2009), constatou-se que há confiabilidade e confiança no relacionamento entre indústria de celulose e fomentados, porém foram detectados fatores existentes que contribuem “para a possível desconfiança no fomento florestal, como: o sistema de medida da madeira, o custo de transporte e a ausência de política de preços que favorecem o entendimento dos produtores fomentados”. Essa desconfiança, de acordo com o mesmo estudo, justifica-se pela falta de estratégias da empresa fomentadora para estimular os produtores a comercializarem o segundo corte com a indústria, reduzindo assim “a confiabilidade na compra da madeira via fomento”.

Um ponto positivo com relação aos contratos de fomento florestal, além dos já comentados, é o fato de este, com base em Oliveira *et al.* (2006), poder minimizar os impactos negativos da concentração de terras ou “latifúndios de monocultura”, como o definido por Silva (1994). De acordo com esse autor, o crescimento da atividade florestal acabou provocando a saída dos produtores do campo para as cidades, pois eles venderam suas terras para as empresas florestais durante o período.

Valverde (2008) destaca que o modelo silvicultural implantado no Brasil nas décadas de 1960 e 1970, baseado no latifúndio e na monocultura, acabou atingindo “parte dos órgãos públicos responsáveis pela política ambiental”, os quais desenvolveram preconceitos ou “aversões à silvicultura”. As aversões à silvicultura fazem com que este setor sofra mais exigências ambientais do que outros segmentos produtivos do agronegócio. Segmentos estes “que destruíram os biomas Atlântico e Cerrado, e que agora estão destruindo a Amazônia” (VALVERDE, 2008). Essas exigências contribuem para que o produtor fique desmotivado a entrar ou a permanecer na atividade silvicultural.

A expectativa com relação ao futuro desses tipos de contrato ou programas de fomento florestal no Brasil, segundo Souza *et al.* (2009), é de crescimento nos próximos anos. A SBS (2006) destaca que existe expectativa de aumento no número de contratos de fomento para os próximos anos, especificamente por parte das empresas que atuam no setor de celulose.

Com base na ABRAF e na Bracelpa (2012), os contratos de fomento para produção florestal aumentaram de 256.006 hectares em 2005 para 377.000 hectares em 2010. Em comparação com os tipos de propriedades com florestas plantadas próprias e com florestas plantadas arrendadas, as propriedades que englobam os contratos de fomento foram as que apresentam maior crescimento entre 2005 e 2010.

O maior destaque está na redução da área de florestas plantadas próprias, que passou de 1.923.805 hectares, em 2005, para 1.566.000 hectares, em 2010. A redução das áreas próprias e o aumento das áreas fomentadas reforçam o fenômeno que foi observado por Soares *et al.* (2010): “como aumentou o plantio via fomento florestal, pode-se dizer que, ao longo dos anos, aumentou a dependência das empresas por madeira do mercado e reduziu a integração vertical”. Os autores apresentam a expectativa de que “no futuro o mercado terá uma influência maior sobre os preços da madeira de reflorestamento”, aproximando uma estrutura de mercado competitiva.

O segmento área de florestas plantadas arrendadas apresentou crescimento. No entanto, foi um crescimento inferior comparado ao das áreas para produção florestal via fomento. O arrendamento para produção florestal apresentou crescimento de 186.124 hectares, em 2005, para 253.000 hectares, em 2010 (ABRAF; BRACELPA, 2012).

#### **2.4. MERCADO E O SETOR DE CELULOSE NO MUNDO**

Com base nos dados da FAO (2012), observa-se aumento gradativo da produção mundial de celulose de 3,49%, no período de 1980 a 2010. A indústria brasileira de papel e celulose registrou desempenho estável no primeiro semestre de 2011 e suas exportações cresceram 7,1%, acumulando US\$ 3,6 bilhões (BRACELPA, 2012). Existem fortes indícios de que o aumento na produção mundial pode estar relacionado com o aumento populacional, com a expansão da economia mundial e com a competição entre as empresas do próprio setor para redução de seus custos com aumento da escala de produção.

O preço de comercialização e exportação da celulose sofreu redução devido ao aumento de produção da indústria de celulose. Essa redução está, em grande parte, relacionada à economia de escala. Soares *et al.* (2010) ressaltam que o setor brasileiro de celulose tem reduzido sua verticalização na produção em virtude do aumento de sua capacidade instalada. Os autores relatam ainda que a indústria tem apoiado programas de

incentivo florestal para manutenção e estímulo da entrada de novos produtores na atividade, reduzindo, assim, os custos de produção industriais.

Observa-se a reestruturação no segmento de celulose, parte relacionada ao processo natural de reestruturação da indústria e parte relacionada à crise financeira mundial. Um bom exemplo dessa reestruturação é o que ocorreu em 2008, com o fechamento de algumas fábricas de menor porte e maior custo de produção nos Estados Unidos, na Europa, no Canadá e na Escandinávia (GLOBO RURAL, 2009). Em 2009, o Brasil alcançou a quarta posição de produtor mundial de fibra curta no mundo, fato este correlacionado com o fechamento de fábricas na Itália e na França (BRACELPA, 2010).

A FAO (2011) destaca esse processo de reestruturação das empresas que têm relação com o setor florestal:

A diferencia de lo que ocurre en la industria de la madera aserrada y los tableros a base de madera, en la tercera fila se encuentra un gran número de países, incluidos muchos de los principales países productores de pasta y papel. En casi todos estos países los precios disminuyen y los costos aumentan, lo que provoca un descenso del valor añadido por unidad de producción. Algunos países han conseguido aumentar el valor añadido total en la industria mediante el aumento de la producción, pero son muchos más los que no han aumentado el valor añadido total. Además, la mayoría de los países que han empezado a recortar la producción no han conseguido reestructurar sus industrias para alcanzar una posición en la que poder mejorar el valor añadido.

En cierta medida, las cifras que aparecen más abajo podrían reflejar cambios cíclicos en la industria, pero es poco probable que este sea uno de los principales factores. Por ejemplo, durante cada uno de los tres decenios anteriores, la mayoría de estos países consiguió aumentar tanto el valor añadido total como el valor añadido por unidad de producción. Es motivo de especial preocupación que el descenso de los precios, debido a las reducciones de la demanda, constituya una de las causas principales de la disminución del valor añadido, aunque la mayoría de los países están aumentando la producción y ejerciendo más presión a la baja sobre los precios. La sobrecapacidad actual en los países desarrollados junto con el rápido aumento de la capacidad en algunas economías emergentes señalan la necesidad de llevar a cabo una reestructuración y reorientación importantes de la industria para superar las tendencias desfavorables en costos y precios.

O fato de o setor depender das reestruturações industriais faz com que ele esteja sujeito a acompanhar o crescimento da renda e da população mundial, principalmente nos países emergentes. Esse crescimento está correlacionado com a intensificação da redução da demanda mundial por celulose.

A expectativa do setor de celulose para o período atual, período de crise econômica mundial, não é muito favorável, pois o setor de celulose no mundo, bem como o setor

brasileiro, já tem parte de sua produção voltada para as exportações. E mesmo os países que não exportam têm grande chance de sofrer os efeitos da crise financeira mundial.

Soares *et al.* (2009d) ressaltam que o segmento de celulose no mundo está sentindo a retração da economia mundial e que o “fraco desempenho do segmento de celulose e papel, em 2009, pode ser explicado pela queda das vendas para o exterior em face da retração da demanda mundial”.

Observa-se, Figura 9, o crescimento econômico dos países emergentes por meio das taxas de crescimento de seus PIBs, como também o estágio de recessão dos países mais economicamente desenvolvidos (PMED) <sup>11</sup> durante o período de crise econômica mundial. IBISWorld (2012) relata que o setor de papel é um grande negócio, por apresentar recuperação em 2011. Essa recuperação está relacionada à redução mundial da demanda por papel, o que levou a reduções no número de contratos e nas receitas e que *the average operator recorded net losses of 2.9% of revenue for the year*<sup>12</sup>.

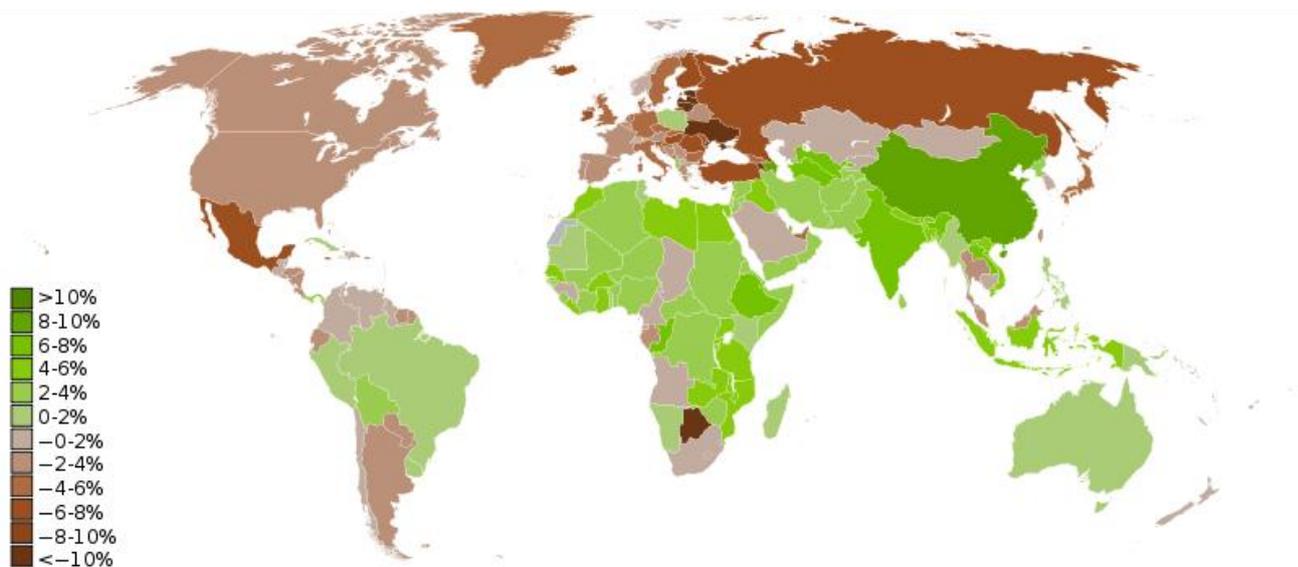
A mesma fonte destaca que *this indicated tough operating conditions for most companies, and the inability to cut costs and capacity at a fast enough rate to match a drop in demand*<sup>13</sup>. Com relação ao setor de celulose, de acordo com o IBISWorld (2012), é esperado incremento na produção de papel em 2011 e que o preço da celulose aumente em 4,3%. É evidente que esse aumento na produção de celulose no mundo resulte em maior consumo de madeira em tora para celulose. Se esse aumento persistir ocorrerá, conseqüentemente, aumento do preço da madeira em tora, o que estimulará o plantio de mais áreas de florestas plantadas.

---

<sup>11</sup> O termo PMED é utilizado pelos geógrafos modernos para descrever especificamente o estatuto dos países referidos como economicamente mais desenvolvidos (WIKIPÉDIA, 2012).

<sup>12</sup> O operador de média registrou perdas líquidas de 2,9% de receita para o ano.

<sup>13</sup> Esse fato indicou condições operacionais difíceis para muitas companhias, incapacidade de cortar custos e capacidade, a uma taxa rápida o suficiente, para corresponder à queda na demanda.



Fonte: *Wikimedia Commons* (2011).

Figura 9 - Mapa-múndi mostrando taxas de crescimento real do PIB para 2009. CIA World Factbook estimativas.

A perspectiva para o mercado mundial é que a cotação da celulose volte a subir devido ao fechamento de fábricas de alto custo no hemisfério norte e à recuperação dos mercados mundiais (GLOBO RURAL, 2009). Um dos motivos para essa recuperação é a retomada da compra de celulose pela China, em 2009. Essa retomada, com base em Globo Rural (2009), continuará a reaquecer a produção brasileira e alavancar a exportação nacional.

A mesma fonte aponta que, para o período de 2010, o segmento de celulose apresentou a expectativa de que 77,8% da produção mundial de celulose de eucalipto estaria concentrada na América Latina e que países como Portugal e Espanha teriam transferido suas linhas de produção para o continente sul-americano, com o objetivo de baratear seus custos e recuperar sua competitividade no mercado internacional.

## 2.5. SETOR DE CELULOSE

Existem relatos, como os de Silva (1996), Bacha e Sanjuan (2008), Montebello (2006) e Soares *et al.* (2009), que indicam a existência de poucos trabalhos econométricos realizados no Brasil com a finalidade de conhecer o comportamento do mercado de celulose nacional. Além do mais, Montebello (2006) afirma que esse tipo de pesquisa ou trabalho é fundamental para realização de previsões, para planejamento da produção, comercialização e formulação de políticas públicas e privadas para o desenvolvimento do

setor. Com base nessa afirmação, fica evidente a dificuldade em se afirmar fenômenos, tendências ou até em relatar o já ocorrido no setor.

A dificuldade da análise e do planejamento da produção, comercialização, previsão e formulação de políticas para o desenvolvimento está na incapacidade humana de identificar, compreender e prever todos os fenômenos inclusos nas esferas econômicas, políticas, sociais e ambientais.

Com relação às expectativas para o setor, apesar do encolhimento detectado por IBISWorld (2012), devido à crise financeira mundial no período de 2008/2009, já surgem rumores, de acordo com as estimativas da Associação Brasileira de Celulose e Papel (BRACELPA, 2010), de que a produção nacional de celulose deveria crescer 5,1% em 2010, em comparação com 2009, “chegando a 14 milhões de toneladas, enquanto a produção de papel deve registrar 3,4% de aumento, alcançando a marca de 9,8 milhões de toneladas”.

Durante o período de crise financeira mundial a indústria brasileira de celulose foi forçada a adiar e até a suspender projetos de expansão da sua capacidade instalada (GLOBO RURAL, 2009). A mesma fonte relata que algumas empresas nacionais enfrentam dificuldades decorrentes da desvalorização do dólar, que provocou “significativas perdas com operações de hedge cambial especulativo entre setembro e dezembro de 2008”.

Para 2011 já era esperado que o desempenho dos setores de papel e celulose retomasse as condições do período pré-crise (GLOBO RURAL, 2009). O rearranjo estrutural que ocorreu recentemente no setor brasileiro de celulose de fibra curta, como o da fusão da Aracruz com a VCP – Votorantim Celulose e Papel, “poderá influenciar valores no mercado internacional uma vez que sua capacidade de negociação será proporcional ao seu tamanho”, trazendo benefícios para o processo de formação de preços da celulose no mercado mundial e também para as empresas brasileiras de menor porte desses setores (GLOBO RURAL, 2009).

Destaca-se ainda, de acordo com Bracelpa (2010), o aumento da receita de exportações, sendo esse um dos principais impactos negativos da crise financeira internacional no setor, em 2009. Com crescimento estimado de 33%, o setor deve totalizar US\$ 6,7 bilhões – só a receita de exportações de celulose deve registrar 41,2% de aumento, chegando a US\$ 4,7 bilhões. Há fortes indícios para isso, por exemplo, o observado pelo

Ipea (2010) com relação à balança comercial: “em julho de 2010, o resultado da balança comercial brasileira registrou superávit de US\$ 1,4 bilhão, com as exportações totalizando US\$ 17,7 bilhões e as importações, US\$ 16,3 bilhões”.

O Painel Florestal, em sua reportagem de 2010, anunciou aumento de 7,3% da produção de celulose, sendo o aumento da base florestal de 2,2 milhões de hectares para 3,2 milhões de hectares. Anunciou ainda que

há previsões também para a construção de novas unidades e modernização de fábricas, o que permitirá elevar a produção anual de celulose em 57% até 2020, passando de 14 milhões de toneladas para 22 milhões de toneladas, e a de papel em 34%, elevando a produção anual de 9,5 milhões de toneladas para 12,7 milhões de toneladas. “*É um investimento arrojado. O Brasil quer se posicionar como o terceiro produtor mundial de celulose, baseado nas perspectivas de crescimento econômico do Brasil, no aumento da demanda dos mercados emergentes, na retomada do consumo em mercados tradicionais e, também, seguindo as melhores práticas ambientais*”, ressalta Elizabeth. Segundo ela, a conjuntura é favorável, pois o período de investimentos coincide com perspectivas otimistas para a economia nacional. “O setor viverá o ciclo mais importante das últimas décadas. Para isso, porém, é preciso garantir o aumento da competitividade”, avalia.

Na avaliação da Bracelpa de 2010, o crescimento expressivo das exportações de celulose do Brasil para a China

se deve à estratégia da indústria papelreira chinesa, que tem direcionado grandes investimentos para aumentar sua produção, sobretudo a de papéis de imprimir e escrever e de fins sanitários, fabricados a partir da celulose de eucalipto. No ano passado, a queda de preço das *commodities* também favoreceu a formação de estoques com o insumo brasileiro, de reconhecida qualidade.

A mesma fonte relata que outro fator pode ter influenciado o aumento das importações chinesas, que seria a busca por padrões de sustentáveis,

uma vez que o país tem sido fortemente pressionado pela Organização Mundial do Comércio (OMC) e nas negociações climáticas a reduzir as emissões de CO<sub>2</sub>. Além da alta qualidade, a celulose brasileira é reconhecida por atributos ambientais: provém 100% de florestas plantadas, altamente produtivas, e um recurso natural renovável que absorve e estoca grandes volumes de CO<sub>2</sub> da atmosfera.

O Painel Florestal (2012) relata que a capacidade de produção de papel para imprimir e escrever da China cresceu cerca de 6,5 milhões de toneladas entre 2010 e 2011. A mesma fonte relata que especialistas acreditam que a China será responsável por 70% da demanda adicional de celulose de mercado nos próximos anos. O Banco Fator, apud Painel Florestal (2012), apresenta a expectativa de que a demanda por celulose “não mantenha a volatilidade apresentada nos últimos anos”. Segundo reportagem do Painel Florestal (2012), empresas brasileiras do setor de celulose, como a empresa de celulose Cenibra, contam com um pequeno aumento do faturamento para 2012, associado à melhora dos

preços da celulose. De acordo com a análise do Diretor-Presidente da empresa, Paulo Eduardo Rocha Brant, “apesar do cenário de desaceleração na Europa e provavelmente também na Ásia, a demanda por celulose deve ter algum crescimento” em 2012.

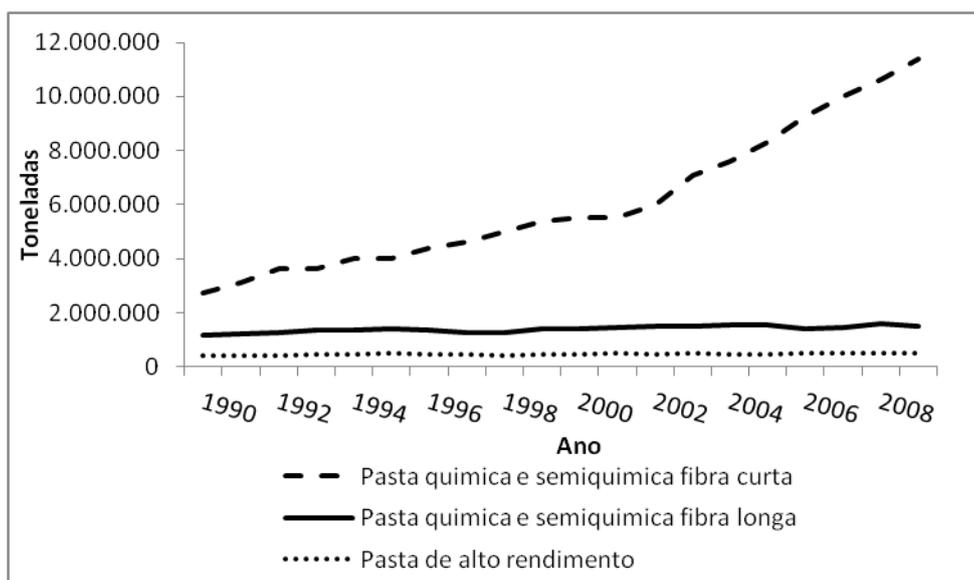
O diretor afirma que não está prevista a entrada de nenhuma grande indústria produtora de celulose em 2012. Com isso, “a oferta não vai aumentar enquanto a demanda vai continuar a crescer vegetativamente”. Os preços tenderam a ficar na média de US\$ 620 e US\$ 630. A empresa “também conta com um real menos valorizado do que em 2011, pois para a Cenibra, o Real valorizado não é vantajoso”. Observa-se a tendência de melhorias tecnológicas nos processos produtivos para aumentar ou melhorar a competitividade das empresas desse setor. Esse fato foi observado pela reportagem do Painel Florestal (2012), em que os maiores controladores da *holding JBP*, que é dona da Cenibra - a *Oji Paper*, “querem que a empresa se concentre em agregar mais tecnologia a seus processos, mais especificamente à colheita”.

Dados disponibilizados pela Bracelpa (2010) informam que no período de crise global o consumo nacional de papel e celulose, produtos estes oriundos de florestas plantadas, apresentou a mesma taxa de redução de 2009, que foi de 6,5%, mostrando que a crise atingiu o mercado consumidor nacional. Porém, mesmo assim, manteve-se na posição de quarto maior produtor de celulose do mundo, produzindo 13.315 mil toneladas.

Com relação ao segmento de papel, o setor ocupava o 12º lugar na classificação mundial em 2008 e passou para o nono lugar em 2009, com uma produção de 9.428 mil toneladas, mantendo o mesmo nível do ano anterior. Este fato ocorreu devido ao baixo desempenho dos setores de papel da Itália e da França, que foi motivado, em grande parte, pela crise financeira global (PAINEL FLORESTAL, 2011).

A produção de celulose no Brasil passou por alterações no seu volume de produção de fibra curta, fibra longa e pasta de alto rendimento no período de 1990-2009. A produção de fibra curta branqueada e não branqueada, juntas, era de 2.740.323 toneladas em 1990; em 2009 passou para 11.374.056 toneladas. Já a fibra longa branqueada sofreu redução de 216.703 toneladas em 1990 para 94.896 toneladas em 2009. Só no período de 2008-2009 ocorreu redução de 10,6%.

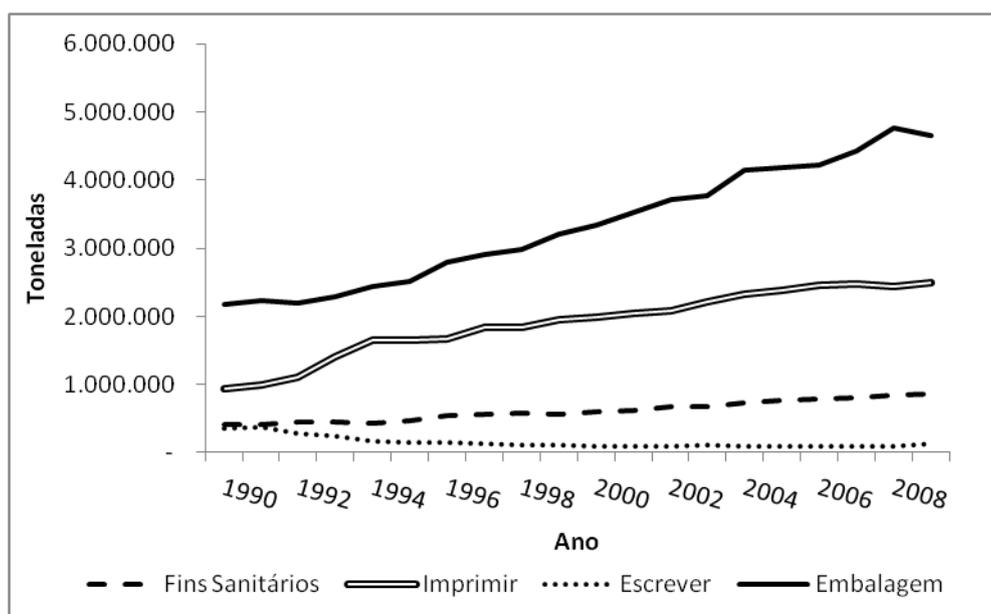
Houve crescimento na produção total de fibra longa branqueada e não branqueada de 1.174.456 toneladas em 1990 para 1.576.329 toneladas em 2008 e redução de 4,1% entre o período de 2008-2009. Nas Figuras 10, 11 e 12 estão as produções totais de papel e celulose das duas últimas décadas no Brasil, sendo também uma aproximação (representação) da capacidade instalada da indústria desses dois segmentos



Fonte: adaptado de Relatório Estatístico – Bracelpa (2011).

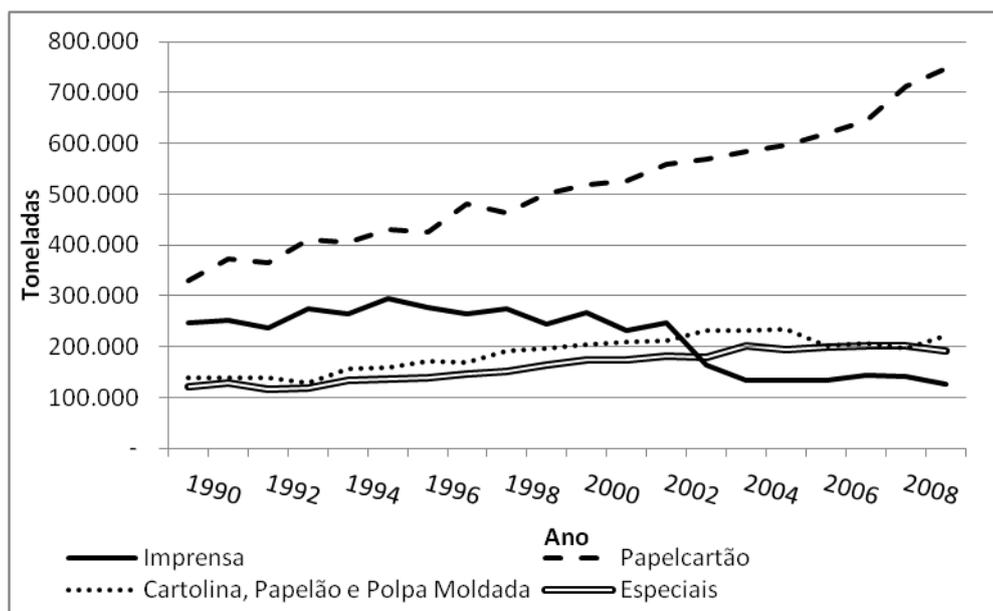
Figura 10 - Evolução histórica da produção de celulose – em toneladas.

Com relação à produção de papel, os segmentos que apresentaram crescimento no período de 1990-2009 foram de papel para imprimir, papel-cartão, embalagem, fins sanitários e especiais, com aumento de 5,3 4,4, 4,1, 2,5 e 2,4%, respectivamente, passando de uma produção total de 4.715.791 toneladas, em 1990, para 9.428.475 toneladas, em 2009, Figuras 11 e 12.



Fonte: adaptado de Relatório Estatístico – Bracelpa (2011).

Figura 11 - Evolução histórica da produção de papel – em toneladas.



Fonte: adaptado de Relatório Estatístico – Bracelpa (2011).

Figura 12 - Evolução histórica da produção de papel – em toneladas.

Com base em BEI – EIB Europe (1997, EIB BEI Financing, pág.12), o segmento de celulose apresenta a seguinte característica

The pulp and paper industry is characterized by two interlinked key features: capital intensity and price volatility. Volatility is a result of many factors influencing the industry.

Firstly, economic agents form (partly speculative) expectations over the production chain from forest to paper consumer that tend to accentuate normal economic business cycles. At the start of a new cycle, customers and merchants increase pulp and paper inventories partly to offset price rises (customers) or to take speculative advantage of price rises to come (merchants). Thus increasing volumes of pulp and paper are purchased with rising prices (resulting in a positive demand price elasticity). For forest owners, the rising pulp prices signal the possibility to increase wood prices. In consequence, wood sales are reduced in hope to sell later with higher price (resulting in a negative wood supply price elasticity). When the price rise slows down, the positive expectations collapse for prices of wood, pulp and paper. The emphasis moves to reducing stocks and purchases from the pulp and paper mills, accelerating price falls for the products. Expectations change towards lower prices, keeping the price elasticity of demand for pulp and paper positive as well as the price elasticity of wood supply negative.<sup>14</sup>

<sup>14</sup> A indústria de celulose e papel é caracterizada por dois aspectos principais interligados: intensidade de capital e volatilidade de preços. A volatilidade é o resultado de muitos fatores que influenciam a indústria.

Primeiramente, agentes econômicos formam expectativas (em parte, especulativas) sobre a cadeia produtiva desde a floresta até o consumidor de papel, que tendem a acentuar seu ciclo de negócios econômicos. No início de um novo ciclo, consumidores e comerciantes aumentam os estoques de celulose e papel, em parte para compensar os aumentos de preços (consumidores) ou para tirar proveito especulativo dos aumentos de preço que virão (comerciantes). Assim, volumes crescentes de celulose e papel são adquiridos com o aumento dos preços (resultando em uma elasticidade-preço da demanda positiva). Para os proprietários florestais, o aumento nos preços da celulose indica a possibilidade de aumento no preço da madeira. Consequentemente, as vendas de madeira diminuem a esperança de vender mais tarde a preços mais altos (resultando em uma elasticidade-preço negativa no fornecimento de madeira). Quando o aumento do preço

Com base na FAO (2011),

Como señaló Wagberg (2007), en los últimos años muchos de los mercados de los productos de papel han sufrido fragmentaciones y un aumento de la competencia por parte de los nuevos medios. Por ejemplo, en Noruega, el mercado de los medios de información se ha multiplicado por 25 desde 1980, pero las diferentes formas de publicidad han pasado de los cinco segmentos principales en 1980 a más de 40 en la actualidad. Ante estos hechos, las industrias de fabricación y utilización del papel emplean diversas estrategias para mantener la demanda de sus productos. Las empresas de prensa, por ejemplo, están cambiando el enfoque de la prensa de pago hacia una gama de productos que incluye prensa gratuita de menor tamaño y servicios de Internet. En un nivel más general, las empresas papeleras realizan una diferenciación mayor entre los productos de gran volumen y bajo costo, determinados por los avances tecnológicos, y los productos especializados, más complejos y de alto valor, elaborados con un mayor conocimiento de las necesidades y hábitos de los consumidores.

El sector del embalaje también está desarrollando nuevos productos para seguir siendo competitivo y satisfacer mejor las necesidades actuales y futuras de los clientes. Se diseñan productos de embalaje de papel con una funcionalidad nueva a fin de mejorar la logística y las capacidades de almacenaje, con características como la detección automática de manipulaciones, la mejora de la trazabilidad, la autenticación y codificación, y el control de la temperatura y las sustancias químicas. Se están desarrollando asimismo otros ejemplos avanzados de “papel inteligente”, entre ellos la incorporación de tecnología de identificación por radiofrecuencia en el papel a fin de mejorar la trazabilidad del producto y la logística, así como la integración de otros dispositivos electrónicos en el papel para realizar varias funciones diferentes, como por ejemplo dispositivos de visualización y baterías.

Fuentes: Wagberg, 2007; Moore, 2007.

Os conflitos social e ambiental que o segmento de exploração florestal acarreta apresentam particularidades, de acordo com a FAO (2011):

El aprovechamiento forestal es muy diferente de otras industrias, en el sentido de que tiene lugar en zonas relativamente amplias y repercute en un gran número de personas. Sus efectos no solo son relativamente importantes, sino que además conllevan una serie amplia y compleja de problemas ambientales y sociales que en muchas ocasiones son difíciles de resolver. Resulta complicado también por la diversidad de opiniones que se mantiene respecto de estos temas y, en muchos casos, la falta de solución a los distintos intereses, a menudo conflictivos, de las partes interesadas.

São esses os conflitos e as características encontrados na atividade florestal para produção de celulose. A atividade ocupa extensas áreas e depende de um grande número de mão de obra. Entretanto, foi detectado maior emprego de tecnologia e mão de obra especializada para o desenvolvimento de plantas clonais e para a operacionalização das máquinas.

---

desacelera, as expectativas positivas dos preços de madeira, celulose e papel entram em colapso. A ênfase desloca-se para a redução estoques e compras das fábricas de celulose e papel, acelerando a queda dos preços dos produtos. As expectativas mudam para preços mais baixos, mantendo a elasticidade-preço da demanda por celulose e papel positiva, bem como a elasticidade-preço do fornecimento de madeira negativo.

O custo com a mão de obra tem sofrido aumento no mundo inteiro, boa parte provocada pelo aumento de renda da população e de seu próprio envelhecimento, como ocorrido na Europa e nos Estados Unidos. A FAO (2011) aponta que tanto os países desenvolvidos como os em desenvolvimento terão que futuramente investir na mecanização de seus processos produtivos.

A tendência do comportamento da oferta e do custo de mão de obra para o setor florestal, com base na FAO (2011, pág. 40), é de que *el valor añadido por trabajador en la actividad forestal aumentó casi un 50 por ciento de 1990 a 2006 y gran parte de dicho aumento puede atribuirse a la mecanización de las actividades de extracción en el sector*. Isso faz com que o setor e, principalmente, a indústria procurem novas alternativas para minimizar as perdas e aumentar a sua produtividade. Alternativas estas, como a citada pela FAO (2011), de automatização:

*muchas máquinas de papel modernas pueden funcionar también fuera de las instalaciones de la fábrica y algunos fabricantes de maquinaria ofrecen este servicio, lo que aumenta sus ganancias y reduce la necesidad de mano de obra en fábrica.*

## **2.6. ESTRUTURA DE MERCADO DO SEGMENTO DE MADEIRA EM TORA PARA PRODUÇÃO DE CELULOSE**

Uma estrutura de mercado que apresenta um “alto grau de concentração na indústria implica em um comportamento interdependente entre as firmas em relação a preços e níveis de produção, o que gera uma falta de competição no mercado” (LEITE; SANTANA, 1998). BAIN (1956) destaca que as condições de entrada das novas firmas são os principais determinantes da forma de concorrência do mercado.

É esperado, ao tomarmos como base na teoria econômica, que empresas inseridas em estruturas de oligopólio tenham em seus processos produtivos uma regulação (controle) que consiga formar um preço superior ao de uma estrutura competitiva (concorrência perfeita) e inferior ao cobrado de um monopólio. Situação similar pode ser considerada para empresas inseridas em estruturas oligopsônicas, contudo, o seu controle pode dar-se na determinação da quantidade comprada de matéria prima (MANKIN, 2006; ALMEIDA, A.N. et al 2012).

No Brasil e na maioria dos países produtores de celulose o segmento de madeira em tora para produção de celulose é conhecido por apresentar uma estrutura oligopsônica.

Essa determinação em muitos casos é gerada pelo fato de haver poucas fábricas de celulose e diversos produtores ou fornecedores de madeira em tora para a produção da mesma (SOARES, N.S. et al 2010).

A referida estrutura foi discutida nos estudos de SOARES, N.S. (2006) e SOARES, N.S. et al (2010) nos quais foi identificada uma estrutura de mercado concentrada para os mercados da madeira e de celulose. SOARES, N.S. (2006) observou, com base no ano de 2006, que 33,3% das empresas de celulose utilizaram de 85% a 99% de madeira própria, representando 63,9% do consumo total de madeira em tora para produção de celulose no Brasil e que 22,2% consomem de 55% a 69% de madeira própria, representando 34,9% sobre o consumo total de madeira em tora da indústria de celulose.

LEITE; SANTANA, (1998) destaca que um dos motivos da indústria de celulose apresentar uma concentração em sua estrutura de mercado está no fato de serem grandes as barreiras de entrada a novas empresas. O mesmo autor expõe que outro motivo é a existência de “forte tendência, no complexo de celulose e papel, à integração vertical”. Os investimentos em larga escala pelas empresas de grande porte do setor, “com o propósito de aumentar e ampliar a base florestal”, também podem aumentar a concentração da produção em determinadas indústrias de celulose e papel (LEITE; SANTANA, 1998).

Tal, com base na BRACELPA (2012), também pode ser observada pela característica de verticalização da produção da indústria de celulose, pois, 71,3% da área de florestas plantadas do segmento de papel e celulose no ano de 2010 pertenciam à própria indústria de celulose e papel, e a pequena parte restante das superfícies de florestas plantadas eram distribuídas entre áreas fomentadas e arrendadas, que apresentaram respectivamente 17,2% e 11,5% da dimensão total do segmento.

Outro fato que pode corroborar para a definição de uma estrutura de mercado oligopsônica, no segmento de celulose e papel, é o custo de transporte, o qual pode determinar o raio econômico de produção florestal. ALMEIDA, A.N. et al (2012) expõe que o mercado florestal é considerado bastante regional “em virtude do alto custo de transporte das madeiras em toras,” que acaba ampliando as forças oligopolísticas e oligopsônicas das grandes empresas florestais no comércio da madeira em tora, “dependendo da acessibilidade e localização florestal”.

É importante destacar, com relação ao comércio de madeira em tora no Brasil, que as empresas de celulose e siderurgia são menos dependentes de madeira do mercado em relação ao segmento de processamento mecânico (ALMEIDA, A.N. et al 2012). Esse fato está relacionado à característica dessas grandes empresas de manterem, por necessidade própria ou por motivação estratégica, plantios florestais próprios que supram parcial ou totalmente as suas demandas por madeira em tora.

LEITE; SANTANA, 1998 destacam que a existência de práticas oligopolísticas não apresenta uma relação determinística para a existência de alta concentração em um mercado, “dado que as empresas líderes, além da obtenção de economias de escala, podem ser levadas a buscar inovações tecnológicas e se modernizar”. É observado que as empresas de celulose continuam trabalhando com a política de incentivo ao aumento da área plantada por meio dos contratos de fomento.

Apenas no ano de 2010 foram disponibilizados 14.863 contratos de fomentos e foi alcançado o número de 12.623 beneficiários. Soares et al. (2010) detectaram que as empresas de celulose têm aumentado sua dependência por madeira em tora nos últimos anos, devido aos contratos de fomento, que estimulam a entrada de novos produtores e a permanência dos que já atuam na atividade.

SOARES, N.S. (2006) destaca que todas as empresas de celulose apresentam certa pretensão de investir nos plantios florestais por meio dos contratos de fomento florestal. Com base no mesmo autor, “no futuro a concentração do mercado e a integração vertical serão menores”, pelo fato de que “todas as empresas estão planejando” esses investimentos e incentivos aos plantios florestais “via fomento florestal”.

Outro fato que pode corroborar para a ausência de uma estrutura de mercado concentrada, ou para que a conduta e o desempenho da indústria de celulose em certo momento possam promover o incentivo para a permanência dos produtores florestais que já atuam na atividade ou o incentivo para o ingresso de novos produtores pode ser encontrada no trabalho de ALMEIDA, A.N. et al (2012). Os autores detectaram que a comercialização da madeira em tora era mais vantajosa para os produtores de madeira fina localizados nas proximidades de uma empresa de celulose, indicando assim a não adoção do poder de mercado “na busca de aumentar seu lucro na compra ou venda de madeira”.

É importante destacar, com base no relato de SOARES, N.S. (2006), que as empresas de madeira “já não estão conseguindo mais controlar totalmente o preço do insumo florestal, uma vez que estão surgindo novos produtos e novos mercados consumidores de madeira”.

SOARES, N.S. et al.(2010) relata que o fato de ter ocorrido uma elevação dos preços da madeira de reflorestamento, devido ao não acompanhamento do aumento da produção industrial pelo aumento da área reflorestada no Brasil, obrigou as empresas florestais a recorrerem “ao mercado e a introduzirem programas de fomento florestal para garantir o seu suprimento”. O incentivo aos programas de fomento florestal tem como objetivo de aumentar a área plantada, complementar o abastecimento da madeira e diminuir a imobilização de ativos (SOARES, N.S. 2006).

Com isso, a indústria de celulose pode, ao longo do tempo, adotar estratégias que incentivem a formação de um mercado mais competitivo em relação à comercialização de madeira em tora. É importante deixar claro que as análises que fazem uso da estrutura de mercado, com base nas determinações “Estrutura-Desempenho” de BAIN, J.S. (1956), para a análise do segmento de celulose podem não ser, em certos momentos, suficientes para a análise e compreensão da comercialização da madeira em tora para produção de celulose.

Com base em ALMEIDA, A.N. et al (2012), “o mais importante para a sociedade” é identificar se o preço de um bem é influenciado ou não por uma empresa ou grupos de empresas. Portanto, a compreensão da estrutura de mercado não é o foco principal para o entendimento dos fenômenos de formação do preço da madeira em tora para outras finalidades. O mesmo autor destaca que em certos momentos não é vantagem para a indústria de celulose maximizar o seu lucro ao fazer uso do seu poder de mercado para adquirir vantagens no momento de comercialização da madeira em tora.

Uma das justificativas para a adoção dessa estratégia por parte da indústria de celulose está no fato de o foco da indústria ser a maximização do seu lucro na produção de celulose e papel, pois a maximização da comercialização da madeira em tora pode entrar em choque com o real interesse da indústria (ALMEIDA, A.N. et al, 2012). No mesmo estudo, ALMEIDA, A.N. et al, 2012 aponta que em momentos específicos a indústria de celulose pode ter mudado a sua estratégia com relação ao uso do “seu poder de mercado na busca de aumentar seu lucro na compra ou venda de madeira”.

Portanto, fica claro que a estrutura nem sempre será o fator determinante da estratégia do segmento de madeira em tora para produção de celulose e que esse segmento pode apresentar comportamento de estruturas oligopsônicas ou de mercado competitivo no momento de comercialização da madeira em tora para produção de celulose.

## **2.5. TRABALHOS ECONÔMICOS REFERENTES À FORMAÇÃO DO PREÇO DA MADEIRA EM TORA**

Trabalhos referentes à quantificação e à formação do preço da madeira em tora no Brasil e no mundo são poucos. Como relatado por ALMEIDA (2006), em relação aos trabalhos publicados que fazem uso de modelos econômicos para descrever o comércio de produtos florestais, a maioria “é composta de estudos e perspectivas setoriais e anuários que apresentam uma análise descritiva do cenário de comércio, desprovida de abordagens quantitativas”.

Com relação ao produto madeira em tora para produção de celulose no Brasil e no mundo, destacam-se alguns trabalhos. No mundo, os trabalhos considerados relevantes para a análise do preço da madeira em tora para celulose e da oferta e demanda foram os de SULLIVAN, E.T. (1968), LEUSCHNER, W.A.(1973), CARTER, D. R. (1992), TOPPINEN, A. (1998), TILLI, T. et al (2001). No Brasil, destacam-se, para a análise da oferta e da demanda de madeira em tora para celulose, os trabalhos de SERRANO, A.L.M. (2008); ANGELO, H. et al. (2009).

LEUSCHNER, W.A.(1973) desenvolveu um modelo de equações simultâneas para a oferta e demanda de madeira em tora, referente ao mercado de celulose. O modelo de demanda foi constituído basicamente de uma variável explicativa, que no caso foi a capacidade instalada, a qual apresentou uma elasticidade da demanda de 2,8. Já no modelo de oferta, a elasticidade da oferta em relação ao preço foi de 2,6 quando avaliada no meio (ou forma) do preço e quantidade.

O autor citado concluiu que a oferta de madeira em tora é afetada pelo preço e é deslocada pelo montante da quantidade comercializada de madeira em tora no mercado interno no ano anterior e da quantidade importada no ano anterior. As quantidades de mercado e de importações do ano anterior têm seu efeito relacionado com as expectativas dos produtores de madeira para celulose e com os trabalhadores e sua capacidade financeira efetiva para ficar na indústria e produzir celulose.

CARTER, D. R. (1992), em seu trabalho *Efeitos dos determinantes da oferta da demanda sobre a quantidade celulose da madeira em pé e seu preço no Texas*, propôs um modelo que foi estimado utilizando uma forma de regressão em crista de três estágios de mínimos quadrados para corrigir os problemas associados à colinearidade degradante.

O referido autor estimou em seu estudo as elasticidades dos principais determinantes do preço da madeira em pé para produção de celulose. Nesse estudo foi determinado que o estoque de madeira em pé é considerado “reserva de riqueza que pode ser liquidada no curto prazo para cumprir as metas de renda”. Esse fato enfatiza a importância das taxas de empréstimos de curto prazo, no lugar de rendimentos de investimento de longo prazo. Destaca-se nesse estudo que também foram considerados os efeitos conjuntos de produção de madeira serrada e o impacto da epidemia do besouro do pinho historicamente significativa.

As elasticidades dos determinantes do preço da madeira em tora foram inelásticas para: as taxas de juros sobre os empréstimos de curto prazo, com 0,41; o preço da madeira macia (fibra longa) para serralheria, com -0,08; o número de pontos atacados pelo besouro (praga), com -0,06; o índice de preço da polpa de celulose, com 0,1; a capacidade instalada da indústria de celulose, com 0,96; o preço dos resíduos e lascas de madeira do "médio sul", com 0,51; e a quantidade exportada do Texas de madeira em tora para celulose, com 0,14.

Apenas três variáveis determinantes do preço da madeira em tora apresentaram elasticidade, sendo essas: o estoque de madeira em pé, com -1,41; a renda per capita no Texas, com 1,49; e a porcentagem da proporção de madeira de fibra curta pela madeira de fibra longa recebida pela indústria de celulose, com 1,35. Em seu estudo, CARTER, D.R. (1992) identificou que as variáveis mais influentes na determinação de quantidade e preço da madeira para celulose foram o estoque, a capacidade instalada da fábrica, a relação de entrada de fibra (entre a fibra curta e a fibra longa) e a renda.

SULLIVAN, E.T. (1968) analisou as implicações da oferta e da demanda na formação do preço da madeira para celulose. O mesmo autor relatou que em uma análise da mudança da demanda para a madeira em tora para celulose foi determinada a ocorrência de um elevado grau de correlação entre a produção de madeira em tora para produção de celulose e o preço da referida madeira. Com isso, um aumento de um milhão de metros

cúbicos de madeira em tora de pinho para celulose acarretará num aumento de \$ 0,91 no preço da madeira de pinho para celulose.

SULLIVAN, E.T. (1968) leva em consideração que a demanda de madeira em tora para celulose é a derivada da demanda dos produtos manufaturados da madeira em tora para celulose. Assim, é esperada uma correlação entre o preço da madeira em tora para produção de celulose e o preço dos produtos fabricados a partir da madeira em tora. Foi considerada a relação do preço da madeira de pinho para celulose com o índice de preços por atacado do papel, exceto papel jornal, papelão e papel de construção.

Essa relação, de acordo com o mesmo autor, indica que a cada variação de um ponto no índice de preços no atacado, ocorre uma mudança de preço da madeira de pinho para celulose de \$ 0,11. Nesse estudo, as equações representam estimadores razoavelmente satisfatórios de evolução dos preços, como os relacionados à produção de madeira para celulose ou os preços no atacado dos produtos da indústria de celulose e papel.

Portanto, tanto o modelo que considera a relação preço da madeira em tora para celulose com a produção de madeira em tora quanto o modelo que considera a relação do preço da madeira em tora para celulose com o preço índice dos seus subprodutos representam estimadores razoavelmente satisfatórios de evolução dos preços, como os relacionados à produção de madeira para celulose ou os preços no atacado dos produtos da indústria de celulose e papel.

Porém, é detectada a presença de autocorrelação significativa nos resíduos, no caso do preço índice dos produtos derivados da madeira. O autor sugere a utilização de primeiras diferenças em vez de dados reais para indicar o impacto de mudanças na demanda no preço da madeira para celulose.

Sullivan, E.T. (1968) também sugere uma abordagem alternativa para tentar descrever o preço da madeira em tora para celulose. Seguiu-se o princípio da simplicidade por meio dos mínimos quadrados para testar a relação entre as primeiras diferenças do preço da madeira para celulose e as primeiras diferenças do índice de preço por atacado dos produtos derivados da madeira em tora, primeiras diferenças da produção de madeira de pinho para celulose e relação percentual entre o inventário e o consumo de madeira em tora para celulose (dados defasados em um ano).

Nessa análise, das primeiras diferenças do índice de preços no atacado dos produtos derivados da madeira em tora para celulose, o índice de preços foi tido como o deslocador da demanda externa para a economia de produção da madeira para celulose. Com relação às mudanças na produção de madeira para celulose, foi considerada uma medida da demanda interna que se desloca para a economia de produção da madeira para celulose, e também foi considerado o indicativo de forças dentro da economia de produção da madeira para celulose, que podem operar de forma independente do índice de preços no atacado. O preço da celulose, como esperado, apresentou uma relação direta com o índice de preço dos produtos derivados da madeira para celulose e com a produção de madeira para celulose.

O índice da relação entre o inventário de madeira para celulose e seu consumo foi considerado como um indicador de mudanças de abastecimento enfrentado pelos agentes comerciais que compram madeira e vendem para a indústria de celulose e papel. Foi assumido que a indústria tenderia a manter uma relação "normal" entre o estoque e o consumo e que os desvios em relação ao índice da relação entre o inventário e o consumo possam ser o resultado de mudanças de fornecimento para além da "capacidade de manuseio do organismo de colheita".

SULLIVAN, E.T. (1968) destaca que, como o esperado, o preço da madeira para celulose apresentou uma relação inversa com o índice da relação inventário de madeira para celulose e seu consumo. Porém, ao analisar os coeficientes de correlação parciais, é sugerido que o efeito do índice produção/consumo não é apenas o resultado de mudanças de abastecimento.

Outro fato importante a ser relatado é a correlação relativamente alta detectada entre o índice de preços no atacado e o índice da relação percentual entre o inventário e o consumo, que tendeu a causar alguma dificuldade em interpretar a relação entre as variáveis dependentes e independentes. Com isso, o autor conclui que "esta correlação entre variáveis independentes tende a enfatizar a natureza não competitiva do mercado de celulose".

### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1. MATERIAL**

O material deste trabalho é madeira em tora para celulose, incluindo os produtos de tora ou torete oriundos de *Pinus* e de *Eucalyptus*. Suas determinações de forma, volume e densidade são pré-especificadas de acordo com as exigências técnicas dos equipamentos industriais e características do produto final a ser produzido, como a polpa de celulose e o papel.

O IBGE classifica madeira em tora como “o tronco de árvore cortado em toras roliças, ainda com casca, serrado nas extremidades e que não tenha sido utilizado como combustível, isto é, como lenha ou transformado em carvão”. O mesmo instituto define que madeira em tora para produção de papel e celulose é aquela “destinada à produção de polpa ou pasta mecânica, utilizada na fabricação de papel, papelão e celulose”.

De modo geral, as toras ou toretes dessas espécies para produção de celulose têm dimensões de diâmetro mínimo variando de 5 a 7 cm; com relação ao comprimento das toras, este pode variar de 1,20 a 6,0 m. Em alguns casos específicos, pode ultrapassar os 6,0 m de comprimento (SOARES *et al.*, 2003; FERREIRA *et al.*, 2004; MOKFIENSKI, 2004; NYLINDER *et al.*, 2009). O mesmo pode ser considerado para o pinus. A densidade da madeira em tora para celulose varia de 0,450 a 0,550 g/cm<sup>3</sup> - para o *Eucalyptus* e de 0,365 a 0,544 g/cm<sup>3</sup> para o *Pinus*; para maiores detalhes ver Klock (2000), Moura *et al.* (2003), Bittencourt (2004), Foelkel (2007a; 2007 b) e Mokfienski *et al.* (2008).

#### **3.2. ANÁLISE DE TENDÊNCIA**

Realizou-se análise de tendência linear para especificação das taxas de crescimento anual do preço unitário real da madeira em tora para produção de celulose e de seus determinantes no Brasil. Com base nos estudos de NOCE *et al.* (2005) e ANGELO *et al.* (2009), foram obtidas as estimativas da TGC (Taxa de Crescimento Geométrico) para o período de 1990-2010 e para períodos menores, com intervalos de cinco anos (1990-1994, 1995-1999, 2000-2004 e 2005- 2010).

As TGC (Taxa de Crescimento Geométrico), bem como os seus desvios-padrão, foram organizados em novas séries, gerando o segundo resultado, que é o retorno (Taxa de Crescimento Geométrico) de cada variável. GUJARATI, D.N. (2006) relata que a

tendência linear de uma variável pode ser ajustada pelo método dos Mínimos Quadrados Ordinários – MQO. Segundo o autor, o método de MQO em equações de modelo semilogaritmo ou LOG-LIN é utilizado na determinação da taxa de crescimento, indicando tanto taxa de crescimento instantânea quanto taxa composta.

A denominação LOG-LIN é caracterizada pelo fato de apenas uma das variáveis, neste caso o regressando, apresentar-se na forma logarítmica (GUJARATI, 2006). A seguir está a representação do modelo. Cada variável do modelo está representada por um  $Y_{ti}$ , em que  $i$  representa cada variável,  $t$  é o período da amostra e  $u_i$  é o termo de erro:

$$\ln Y_t = \beta_1 + \beta_2 t + u_i \quad (1)$$

$$\ln PEX_t^{mundial} = \beta_1 + \beta_2 t + u_i \quad (2)$$

$$\ln POF_t = \beta_1 + \beta_2 t + u_i \quad (3)$$

$$\ln QEX_t = \beta_1 + \beta_2 t + u_i \quad (4)$$

em que,

$Y_t$  =- preço da madeira em tora para produção de celulose;

$PEX_t^{mundial}$  = preço de exportação mundial da celulose;

$POF_t$  = preço da madeira em tora para outra finalidade no Brasil,

$QEX_t$  = quantidade exportada de celulose no Brasil.;

$t$  = variável tendência medida em ano; e

$u_i$  = termo de perturbação.

Para estimar a taxa composta basta utilizar o  $\beta_2$  da taxa de crescimento instantânea (5) na fórmula:

$$[\text{antilog}(\beta_2) - 1] \times 100 = \text{Taxa em \%} \quad (5)$$

O objetivo da análise é encontrar a observação relativa, isto é, a variação relativa que apresenta maior relevância (GUJARATI, 2006). Portanto, na análise não se incluiu a taxa de crescimento, uma vez que a variação relativa apresenta maior relevância (GUJARATI, 2006).

### 3.4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

MANKIN. N.G. (2005) ressalta que as principais variáveis que afetam a demanda e a oferta de um produto são: “renda, preço, gostos e preferência, preço de bens relacionados (substituto ou complementar), custos de produção, tecnologia e expectativas”. O preço é determinado pela interseção das curvas de oferta e de demanda (mantida a quantidade comercializada constante). Pela econometria, esse modelo multiequacional é definido como equações simultâneas, em que o preço é função da demanda (D) e da oferta (O), sendo estas consideradas em equilíbrio.

A análise econométrica dos determinantes do preço da madeira em tora para produção de celulose foi um tema pouco abordado nos principais países produtores de celulose. No Brasil, a análise do preço da madeira em tora para produção de celulose como variável endógena (dependente) também não foi muito abordada (ALMEIDA, 2006). Essas análises econométricas basearam-se nas teorias de oferta e demanda, na teoria de preço único, na teoria da produção e na teoria de *Mark-up* (TOPPINEN, 1998; ALMEIDA, 2006; SERRANO, 2008; NEVES, 2010).

Ao considerarmos que o produtor, no momento de comercialização da madeira em tora ou no momento de decidir permanecer ou sair da atividade, leve em consideração os custos de produção, o custo é reputado como um dos principais formadores do preço da madeira (ALMEIDA, 2010). Contudo, é o mercado que determina ou estabelece o preço da madeira em tora, mesmo que este dependa dos custos de produção (ALMEIDA *et al.*, 2010).

Essa determinação do mercado é resultante do equilíbrio entre as forças de oferta e de demanda. Portanto, um aumento da demanda ou uma redução da oferta de madeira em tora para produção de celulose acarreta num aumento ou redução do seu preço.

Ao apoiar-se nesses fundamentos, para a compreensão do mercado de madeira em tora, é importante a análise da demanda de madeira em tora para produção de celulose, tendo como embasamento a teoria da oferta e da demanda. Com isso, as variáveis determinantes da oferta e da demanda de madeira em tora para celulose devem ser consideradas na especificação do modelo explicativo de preço (ALMEIDA *et al.*, 2010; TOPPINEN, 1998).

É importante destacar que o emprego da estrutura de mercado não foi considerado como um fator determinante para a concepção do modelo econométrico do preço da madeira em tora para celulose. Mesmo que o mercado de madeira em tora para celulose apresente uma estrutura concentrada (oligopsônica), a sua estrutura não é um fator determinante no processo de formação do preço e nas relações entre os agentes que atuam nesse mercado (TOPPINEN, (1998); SOARES, (2006), SOARES, (2010); ALMEIDA (2012). Destaca-se que esse mercado pode apresentar comportamentos que transitem entre estruturas de mercados competitivos e oligopsônicos (TOPPINEN, (1998)).

Estudos correlatos apresentam diversas alternativas no intuito de estimar o preço da madeira em tora para celulose. A definição das variáveis independentes, utilizada nas investigações empíricas, varia com o país em questão, com o período de análise e com a disponibilidade dos dados (TOPPINEN, 1998).

Para a concepção do modelo de preço da madeira em tora para celulose, levantou-se a hipótese de considerar o quadro de produção familiar para a concepção do modelo, devido às dificuldades encontradas na análise e na captação de todos os efeitos de longo prazo do processo produtivo da madeira em tora para celulose no Brasil (CARTER, 1992; ALMEIDA, 2010). Assim, o modelo de preço da madeira em tora teve em sua concepção a análise de curto prazo.

Apesar da limitação proporcionada pela análise de curto prazo não permitir nenhum ciclo completo de produção, algumas variáveis podem ser inclusas para explicar o preço, a oferta e a demanda de madeira em tora para celulose, sendo essas: a capacidade instalada da indústria de celulose, o preço de exportação de celulose, a quantidade total de madeira em tora para celulose comercializada no ano anterior, a taxa de empréstimo de curto prazo e o preço da madeira em tora para outras finalidades.

No curto prazo, a demanda de madeira em tora não é afetada pelo preço da madeira em tora para celulose, segundo WILLIAM A. LEUSCHNER (1973). A demanda por madeira em tora para celulose é deslocada por mudanças na capacidade instalada da indústria de celulose (WILLIAM, 1973; TOPPINEN, 1998). O fato da produção de celulose estar atrelada à produção de escala faz com que a demanda por madeira em tora seja, em sua maior parte, deslocada pela abertura, ampliação ou fechamento de alguma planta de produção.

Portanto, um aumento da capacidade de produção faz com que a indústria demande mais madeira que, conseqüentemente, faz com que o preço da madeira em tora para celulose tenda a subir. Já num cenário de fechamento de alguma linha de produção, há uma redução da demanda por madeira em tora que, como consequência, acarreta numa redução do preço da madeira em tora para celulose. Com base nesses preceitos, justifica-se a inclusão da variável capacidade instalada da indústria de celulose para explicar o processo de formação do preço da madeira em tora para celulose.

O fato da demanda por madeira em tora para celulose ser derivada da demanda dos produtos fabricados a partir dela faz com que se espere a ocorrência de correlação entre o preço da madeira em tora para celulose e o preço dos produtos fabricados a partir da madeira em tora (SULLIVAN, 1968). A variável preço de exportação da celulose é tida como uma variável relacionada com a demanda de madeira em tora (CARTER, 1992).

Ao observar-se o segmento de celulose brasileiro, nota-se que a maior parte de sua produção está voltada para o mercado externo, sendo que 62% da sua produção de celulose no ano de 2011 foi exportada (BRACELPA, 2012). Esse fato confirma a influência do mercado externo sobre o segmento de celulose brasileiro no processo de formação do preço da madeira em tora para celulose e da quantidade demandada de celulose a ser exportada. Com base nisso, considera-se, para o segmento celulose brasileiro, que a indústria de celulose é tomadora de preço (com relação ao preço da celulose) e que o preço de exportação da celulose é tido como o deslocador da demanda externa, captando assim os efeitos da economia global ou do mercado externo (SULLIVAN, 1968; SOARES, (2010)).

O fato da oferta de celulose e da demanda por madeira em tora para celulose no Brasil estarem relacionadas com a capacidade instalada do segmento de celulose acaba reforçando o argumento de que no curto prazo o preço de exportação da celulose gera pouca ou nenhuma influência na oferta de celulose no Brasil. É importante lembrar que, em mercados com características de estruturas oligopsônicas, a renda da indústria de celulose tem relação direta com o preço de exportação da celulose, pelo fato de sua produção já estar relacionada com a capacidade instalada da própria indústria (ALMEIDA, 2006; ÂNGELO et al., 2009; SOARES et al., 2009a). Destaca-se que o comportamento de mercado da madeira em tora para celulose transita entre estruturas competitivas e monopolísticas, sendo essa a razão para a não definição da estrutura (TOPPINEN, 1998).

Portanto, a produção do segmento de celulose está direcionada para as exportações, sendo esse o motivo para o mercado externo ter grande influência na demanda por celulose e no preço de exportação da celulose. Isso significa que a renda da indústria brasileira de celulose pode ser influenciada pelo mercado externo. Assim, variações na receita de exportação de celulose podem acarretar em variações na renda da indústria de celulose. Com base nesses preceitos, espera-se que a inclusão da variável Preço FOB de exportação da celulose no Brasil, como variável exógena (independente) no modelo econométrico, tenha como função servir de proxy da renda da indústria de celulose brasileira e refletir o efeito da demanda externa por celulose.

Antes de se discutir a importância da relação entre a variável quantidade de madeira comercializada no ano anterior e o preço da madeira em tora para celulose, é relevante expor a importância da variável estoque para assim compreender o efeito da variável quantidade defasada de madeira em tora comercializada.

O estoque de madeira em pé é uma variável correlacionada com a oferta de madeira em tora. O estoque é tido como reserva de riqueza que pode ser liquidada no curto prazo para cumprir as metas de renda do produtor (CARTER, 1992). É importante considerar que, em curto prazo, as decisões de oferta realizadas ao longo de qualquer período não podem ser inteiramente realizadas para o fornecimento efetivo no mesmo período. Provavelmente isso ocorre em virtude da natureza dos contratos de plantio, de colheita ou de outros fatores institucionais.

Para o modelo de análise da quantidade comercializada e do preço da madeira em tora para celulose, é esperado que a renda do produtor provoque um maior impacto sobre essas variáveis endógenas com relação ao efeito provocado pela variável inventário (CARTER, D.R. 1992). Com base nisso, supõe-se que, para o modelo de preço da madeira em tora para celulose a influência da variável inventário (exógena) sobre a variável preço da madeira em tora para celulose (endógena) seja menor do que o efeito da variável renda sobre a variável endógena no modelo econométrico.

Destaca-se que, além da pouca relevância de efeito do estoque (inventário) sobre a formação do preço da madeira em tora para celulose, não é possível a coleta de uma série temporal de âmbito nacional sem alguma quebra entre o período de 1990 a 2010, portanto a sua aplicação apresenta baixa confiabilidade.

Ao considerar a quantidade global comercializada de madeira em tora no ano anterior uma relação positiva entre a oferta no ano corrente e a quantidade de madeira negociada em anos prévios, espera-se que o efeito de expectativa do produtor seja melhor captado por essa variável, apesar de o suporte teórico da mesma ser muito frágil (LEUSCHNER, 1973; ALMEIDA, 2010). Ao considerar que o produtor cumpra as suas metas no ano anterior, conseqüentemente, ele planeja a sua produção para o ano corrente, formando assim a sua expectativa.

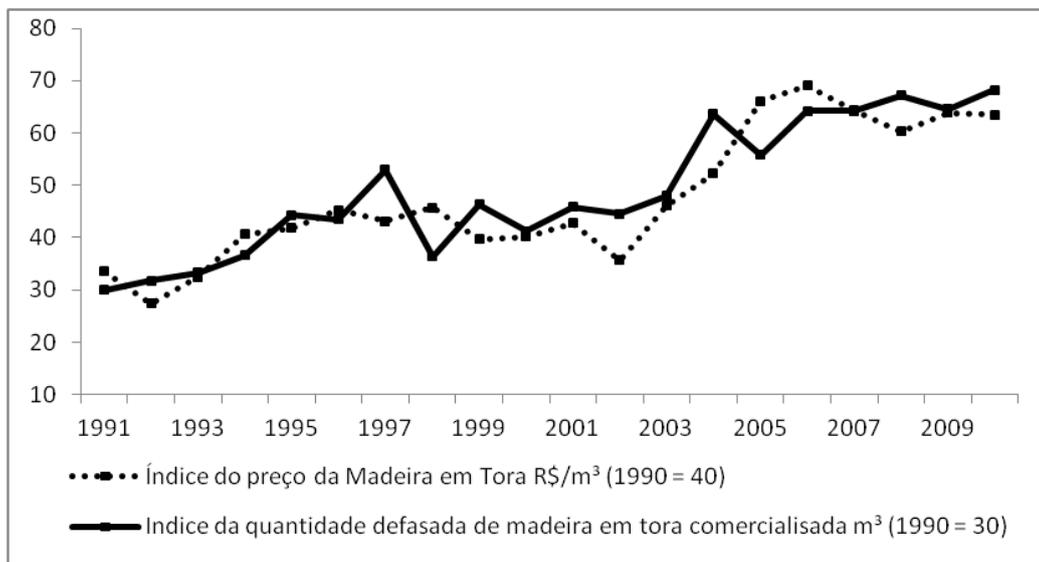
Inferese que a quantidade de madeira em tora comercializada no ano anterior pudesse captar o efeito da renda do produtor florestal sobre a oferta de madeira em tora para celulose, interferindo assim na formação do preço da madeira em tora (LEUSCHNER, 1973). Portanto, se for considerado que o produtor agiu com racionalidade, este só ficará motivado a comercializar a sua produção se obtiver lucro e a definição do volume de madeira em tora a ser ofertada terá como base as suas metas de renda.

Ao considerar que a formação da expectativa do produtor para o ano corrente seja tomada com base na sua renda do ano anterior, inferese que a renda do produtor tenha maior poder de captar o efeito da oferta de madeira em tora para celulose do que o efeito da expectativa do produtor, pois, quando o produtor atingir a sua meta de renda, ele tenderá a reduzir a sua produção e conseqüentemente a oferta de madeira em tora.

Destaca-se que quando se considera o volume global de madeira em tora comercializada, capta-se todos os efeitos relacionados à oferta do mercado doméstico de madeira em tora, deixando de lado o risco de captar apenas o efeito do segmento de celulose brasileiro na produção de madeira em tora. Com isso, espera-se captar mais precisamente o efeito da renda do produtor silvicultural, pois quando ele deixa de ofertar a sua produção para um segmento, na maioria dos casos, é pelo fato do produtor ter optado por ofertar para outro segmento que apresenta uma maior rentabilidade.

Ao observar a figura 13, vê-se a relação entre o preço da madeira em tora para celulose e a quantidade comercializada no ano anterior do mesmo produto. Sendo assim, já é esperado algum grau de correlação satisfatório entre o preço e a oferta de madeira em tora para celulose, como o detectado nos estudos de LEUSCHNER, W.A. (1973), SULLIVAN, T.E. (1968) e CHRISTOPHER, J. B. (1963). Portanto, a renda do produtor pode ter o seu efeito explicado pela quantidade comercializada de madeira em tora no ano

anterior, que é uma variável autorregressiva, sendo considerada essa uma proxy da renda do produtor.



Fonte: Adaptado de Ibge (2012).

Figura 13 - Comparação entre o índice da defasagem da quantidade comercializada e o preço da madeira em tora para outras finalidades.

Ao considerar o estoque de madeira em pé como uma reserva de riqueza, que pode ser usado no curto prazo para cumprir as metas de renda, como o proposto por CARTER, D.R. (1992), esse fato acaba destacando a importância das taxas de empréstimos perante o processo de produção e de oferta de madeira em tora para celulose. Quando consideramos o mesmo processo de cumprimento das metas de renda, observamos que a taxa de juros (custo de capital) também apresenta uma relação com esse processo.

Com base nisso, infere-se que os investimentos de longo prazo não apresentam tanta relevância quanto os investimentos de curto prazo, para a análise da oferta de madeira em tora no curto prazo. Assim, o foco é a análise em curto prazo.

Pode-se, em tese, considerar as taxas de juros de curto prazo como sendo um dos determinantes do preço da madeira em tora para celulose. Portanto, a taxa de empréstimo ao produtor pode captar o efeito do custo de capital do processo produtivo de madeira em tora para celulose. O custo de capital pode fazer com que o produtor opte em aumentar, em manter ou reduzir a sua oferta de madeira em tora para produção de celulose, para cumprir a sua meta de renda. Isso faz com que o silvicultor só tenha interesse de ofertar a madeira em tora para celulose se for vender por um valor compensatório ao aumento ocorrido pela taxa de juros.

Portanto, um aumento da taxa de juros acarreta numa redução da renda do produtor que conseqüentemente tende a optar por uma redução na sua oferta de madeira em tora na tentativa de manter a sua meta de renda. A redução da oferta de madeira em tora para celulose acarreta no aumento do seu preço. Com base nesses preceitos, espera-se que a taxa de juros explique o efeito da oferta de madeira em tora para celulose com o objetivo principal de captar o efeito da renda do produtor, sendo essa a sua justificativa de inclusão no modelo econométrico de preço da madeira em tora para celulose.

A variável preço da madeira em tora para outras finalidades tem na sua aplicação o objetivo de ser um bem substituto da madeira em tora para celulose e o potencial de explicar a concorrência ou complementaridade de outros usos da madeira em tora. A justificativa para essa hipótese está no fato de considerarmos que o produtor de madeira em tora trabalhe com racionalidade, portanto, é esperado que o produtor tenda a maximizar o seu lucro (Carter, 1991).

O preço da madeira em tora para outras finalidades e o preço da madeira em tora para celulose, como constatado por TOPPINEN (1998), seguem um padrão similar nos dois mercados. Portanto, existe indício de que a variável preço da madeira em tora para outras finalidades apresente a capacidade de explicar a concorrência ou a complementaridade de outros usos da madeira (BRÄNNLUND et al., 1985; NEWMAN, 1987; ALMEIDA, 2006).

Seguindo o princípio da simplicidade, no qual um modelo representativo deve ser o mais simples possível e deve obedecer à regra do “menos é melhor” no que se refere ao espectro de variáveis relevantes para a explicação do fenômeno a que se propõe (KOOPMANS, (1957). Fez-se uso da abordagem de mínimos quadrados – MQO (a abordagem mais simples) para analisar a relação entre o preço da madeira em tora para produção de celulose e os seus determinantes, buscando assim um melhor ajuste para o modelo (GUJARATI (2006); SULLIVAN (1968); KOOPMANS (1957)).

Com o objetivo de estimar as elasticidades, optou-se pela forma logarítmica, pois pode-se obter as elasticidades diretamente dos coeficientes de inclinação. A forma funcional logarítmica e o método de estimação da equação de preço por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) asseguram o princípio da simplicidade e proporcionam um bom ajuste do modelo (KOOPMANS, 1957; SULLIVAN, 1968; TOPPINEN, 1998; SERRANO, 2008).

A princípio, foi considerada, no modelo de preço da madeira em tora para celulose, a inclusão das variáveis exógenas: quantidade total de madeira em tora comercializada no ano anterior e taxa de juros. Contudo, no processo de especificação do modelo econométrico foram realizados testes para determinar a exclusão ou não dessas variáveis do modelo econométrico.

Tomando como base o raciocínio das revisões bibliográficas, especificou-se o seguinte modelo para o preço da madeira em tora para produção de celulose no Brasil:

$$\ln Y_t = \beta_0 + \beta_1 \ln K_t + \beta_2 \ln PMT_t^{outra} + \beta_3 \ln PE_t^{celu.} + \beta_4 \ln TJ_t + \beta_5 \ln QMT_t^{defasada} - \mu_t \quad (6)$$

em que:

$Y_t$  = preço da madeira em tora para produção de celulose;

$K_t$  = capacidade instalada da industria de celulose no Brasil;

$PMT_t^{outra}$  = preço da madeira em tora para outras finalidades;

$PE_t^{celu.}$  = preço FOB de exportação da celulose no Brasil;

$TJ_t$  = taxa de juros SELIC *overnight*\* anual;

$QMT_t^{defasada}$  = quantidade de madeira em tora total comercializada no ano anterior;

$\mu_t$  = termo de erro da equação de preço;

ln = base do logaritmo neperiano; e

$\beta_i$  = parâmetros a serem estimados.

O termo de perturbação estocástica  $\mu$  tem por finalidade representar todos os fatores que afetam a demanda, a oferta e, conseqüentemente, o preço da madeira em tora para produção de celulose, “mas que não são levados em conta explicitamente”, por terem importância secundária ou por serem explicados por outras variáveis (GUJARATI, 2006).

Com base nos preceitos econômicos, é esperado que os parâmetros  $\beta_i$  obedeam a esses preceitos, tendo como expectativa que  $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$  e  $\beta_5 > 0$ . Em relação ao intercepto  $\beta_0$ , não é preciso testar o termo constante, pelo fato de o teste t do termo

constante ser necessário apenas em momentos raros (HAIR JUNIOR *et al.*, 2005). De maneira similar ao modelo formulado por ALMEIDA (2010), o termo constante estaria “fora” dos dados e atuaria apenas para o posicionamento do modelo.

Assume-se que o aumento da capacidade instalada da indústria de celulose leva ao aumento da demanda por madeira em tora e, conseqüentemente, ao aumento do preço da madeira em tora para produção de celulose. Quanto ao preço da madeira em tora para outras finalidades, é esperado um sinal positivo, pelo fato de ser um bem relacionado da madeira em tora para celulose.

Um aumento da demanda da indústria de celulose por madeira em tora acarreta num aumento do preço da madeira em tora para celulose. Esse aumento atrai a oferta de madeira em tora de outros segmentos, provocando assim, uma escassez de madeira em tora para estes. Portanto, esses outros segmentos, e principalmente o segmento da madeira em tora para outras finalidades, tendem a aumentar o preço de compra da madeira em tora para, assim, assegurarem às suas demandas.

Quanto ao preço de exportação da celulose mundial, espera-se sinal positivo. Ou seja, o aumento no preço de exportação da celulose provoca aumento da produção de celulose na indústria de celulose. Por conseguinte, provoca um aumento da demanda e do preço da madeira em tora para celulose.

Quanto à taxa de juros, que tem a capacidade de captar o efeito da renda do silvicultor, espera-se um sinal positivo, pois, um aumento da taxa de juros faz com que o produtor opte em reduzir a sua oferta de madeira em tora e conseqüentemente acarreta numa redução da sua renda. A redução da oferta de madeira em tora provoca um aumento no preço da madeira em tora para celulose. É importante ressaltar que o aumento da taxa de juros inviabiliza para o silvicultor os financiamentos para produção e para a colheita de madeira em tora para celulose.

Em relação à variável defasada da quantidade total de madeira em tora comercializada, espera-se um sinal positivo. O fato da quantidade de madeira comercializada no ano anterior aumentar até o ponto de o produtor atingir a sua meta de renda faz com que o produtor opte por diminuir a sua oferta de madeira em tora. A redução na oferta global de madeira em tora no Brasil provoca um aumento do preço da madeira

em tora para celulose, pois esse segmento tem que aumentar o preço do produto para que o produtor fique motivado a ofertá-lo.

No intuito de simplificação da análise, tomou-se como referencial a abordagem econométrica clássica, fundamentada na teoria econômica. Portanto, procurou-se priorizar a predeterminação do modelo econométrico, utilizando-se princípios e conceitos econômicos, assim como trabalhos relacionados ao tema estudado.

### **3.5. ESTIMAÇÃO E AVALIAÇÃO DO MODELO**

Como o modelo especificado é identificado, recorreu-se ao método dos Mínimos Quadrados Ordinários – MQO. Para verificação das hipóteses de nulidade e validação da significância dos coeficientes, adotou-se o teste F. Em seguida, o teste “t” de Student foi empregado, visando à verificação individual de cada um dos coeficientes t estimados (GUJARATI, 2006). A avaliação do grau de ajustamento da regressão foi obtida pelo coeficiente de determinação R<sup>2</sup>.

Os testes econométricos empregados no trabalho foram: verificação de simultaneidade, multicolinearidade, autocorrelação, heterocedasticidade e teste da raiz unitária.

#### **3.5.1. Base de Dados**

Os dados econômicos levantados no contexto nacional foram deflacionados com base no ano de 2011, a partir do IGP-DI<sup>15</sup>, fornecido pela Fundação Getúlio Vargas (FGV). Para deflação dos dados econômicos, levantados no contexto internacional, recorreu-se ao Índice de Preço ao Consumidor dos Estados Unidos ou *Consumer Price Index –All Urban Consumers (CPI-U)*. Este índice é disponibilizado pelo *U.S. Department of Labor - Bureau of Labor Statistics*<sup>16</sup> (2012), tendo como principal vantagem a aplicabilidade para todas as variáveis econômicas cotadas em dólar.

Os dados levantados neste estudo são secundários, fornecidos por órgãos governamentais, empresas privadas, associações e cooperativas ligadas diretamente à cadeia produtiva de celulose, em âmbito nacional e internacional. A análise dos dados tem

---

<sup>15</sup>O IGP-DI/FGV foi instituído em 1944 com a finalidade de medir o comportamento de preços em geral da economia brasileira. É uma média aritmética, ponderada, dos seguintes índices: Índice de Preços ao Consumidor - IPA, Índice de Preços ao Consumidor - IPC e Índice Nacional da Construção Civil - INCC.

<sup>16</sup>Departamento do Trabalho dos Estados Unidos – Escritório de Estatísticas do Trabalho.

como base o período de 1991 a 2010. A justificativa para o tamanho da série temporal escolhida foi influenciada principalmente pela disponibilidade dos dados, pelas características específicas de algumas variáveis e pela representatividade da amostra.

Com relação ao último aspecto, representatividade da amostra, o período de abrangência permitiu captar o comportamento do mercado de madeira em tora para celulose (de pinus e de eucalipto) no Brasil.

### 3.5.2. Variáveis Estudadas

- Preço da madeira em tora para produção de celulose – (Y): preço medido pelo valor unitário da receita de madeira em tora para celulose, calculado pelo quociente entre a receita (valor) e a quantidade comercializada, em R\$, deflacionado pelo Índice Geral de Preços (IGP-DI/FGV). Dados do Sidra-IBGE (2012).
- Capacidade instalada da indústria de celulose no Brasil – ( $K_t$ ), em toneladas/ano. Dados da BRACELPA (2012).
- Preço da Madeira em Tora para outra finalidade (para processamento mecânico) Brasil – ( $PMT_t^{outra}$ ). Preço medido pelo valor unitário da receita de madeira em tora para outras finalidades, calculado pelo quociente entre receita e a quantidade comercializada, em R\$/ton, deflacionado pelo Índice Geral de Preços (IGP-DI/FGV). (IBGE, 2012).
- Preço de exportação mundial da celulose – ( $PE_t^{celu.}$ ). Preço FOB medido pelo valor unitário das exportações brasileiras de celulose, calculado pelo quociente entre a receita e a quantidade exportada, em US\$/t, deflacionado pelo Índice CPI-U (U.S. Department of Labor - Bureau of Labor Statistics<sup>17</sup>, 2012) (FAO, 2012).
- Taxa de juros acumulada ao ano Overnight-Selic – ( $TJ_t$ ). Ipeadata (2012).
- Quantidade total de madeira em tora comercializada no ano anterior no Brasil (de madeira em tora para produção de celulose e de madeira em tora para outras finalidades) – ( $QMT_t^{defasada}$ ). Dados do Sidra-IBGE (2012).

### 3.5.3. Multicolinearidade

A análise de multicolinearidade (multicolinearidade perfeita, multicolinearidade imperfeita e ausência de multicolinearidade) foi aplicada conforme o apresentado por MATOS (2000). O autor relata que “a multicolinearidade ocorre quando, por exemplo,

---

<sup>17</sup>Departamento do Trabalho dos Estados Unidos – Escritório de Estatísticas do Trabalho.

duas variáveis  $X_1$  e  $X_2$  medem aproximadamente a mesma coisa, ou seja, a correlação entre elas é quase perfeita”, sendo a correlação, “entre duas variáveis explicativas ou entre uma delas e as demais, incluídas na equação de um modelo”.

Outra ferramenta que pode ser utilizada para detectar a presença ou não de multicolinearidade é a matriz de correlação, por meio do coeficiente de correlação dois a dois, que mostra a correlação entre as variáveis estudadas. Na matriz de correlação, é interessante que não haja altas correlações acima de 0,8 na relação entre as variáveis independentes. (GUJARATI, 2006). A regra de Klein também tem aplicação para avaliar o problema da multicolinearidade. O seu princípio está indicar a presença de multicolinearidade quando o R da regressão principal for menor que o R obtido das regressões auxiliares.

#### **3.5.4. Autocorrelação**

Com base em MATOS (2000), para detecção da correlação serial dos resíduos, fez-se uso do teste de Durbin e Watson (1951). A autocorrelação significa dependência temporal dos valores sucessivos dos resíduos; em outras palavras, os resíduos são correlacionados entre si, o que é um dos problemas mais sérios em econometria. O teste de Durbin-Watson ou teste  $d$  evidencia a ausência de autocorrelação, com significância estatística de 5% de probabilidade para o valor estimado  $d$  da função de preço da madeira em tora para produção de celulose.

Para o problema de pequenas amostras, MATOS (2000) ressalta que a partir de  $n > 15$  a ocorrência do problema de teste não conclusivo desaparece. Observa-se que não ocorre omissão de variáveis relevantes e nem má especificação da forma funcional.

#### **3.5.5. Heterocedasticidade**

O teste aplicado para detecção da heterocedasticidade foi o de *Koenker-Bassett* (KB), conseqüentemente, na hipótese de detecção de heterocedasticidade utilizar-se-á o procedimento de White para a correção desse problema (GUJARATI, 2006). O teste de KB apresenta certa vantagem em relação aos demais. Além da simplicidade de ser aplicado a qualquer número de regressores, está embasado nos quadrados dos resíduos, com a aplicação de regressão dos quadrados dos resíduos contra os valores estimados do regressando elevados ao quadrado. Destaca-se que a hipótese nula de KB pode ser testada

por meio dos testes t e F. A vantagem do teste de KB está no fato de poder ser aplicado diretamente na regressão múltipla.

### 3.5.6. Exame do Grau de Correlação entre as Variáveis Explicativas

É importante destacar que a maioria das séries econômicas apresentam, entre si, certo grau de correlação (GUJARATI, 2006). Como o proposto por ALMEIDA, A.N. (2006), para uma posterior avaliação de quais dessas variáveis serão consideradas em conjunto no modelo, antes de começar o processo de especificação do modelo, “foi necessário um exame do grau de correlação entre as variáveis explicativas”.

A matriz de correlação pode ser usada como parâmetro para a escolha das variáveis a serem incluídas no modelo de preço da madeira em tora para produção de celulose, bem como pode ser aplicada para a identificação da multicolinearidade. GUJARATI (2006) relata que “se os coeficientes de correlação entre dois repressores forem significativos”, maiores que 0,8, detecta-se um problema sério de multicolinearidade.

É apresentado na Tabela 5 o grau de correlação entre as variáveis tidas como independentes do modelo econométrico de preço da madeira em tora para celulose, tendo como objetivo básico o de medir o grau de associação linear entre cada par de variáveis explicativas, não acarretando obrigatoriamente em qualquer relação de causa e efeito.

Tabela 5 - Matriz de correlação das variáveis explicativas do preço da madeira em tora para celulose (variáveis na base logarítmica).

	Coluna 1	Coluna 2	Coluna 3	Coluna 4	Coluna 5
Coluna 1	1				
Coluna 2	0,71	1			
Coluna 3	-0,65	-0,49	1		
Coluna 4	0,91	0,78	-0,58	1	
Coluna 5	-0,74	-0,86	0,57	-0,81	1

Variável 1: Índice da Capacidade Instalada da Indústria de celulose (Fibra Curta Eucalyptu Celulose Branqueada e Não Branqueada); variável 2: Preço da madeira em tora para outra finalidade R\$/m<sup>3</sup>; variável 3: Índice do Preço FOB (US\$/Ton) de exportação da celulose no Brasil; variável 4: Índice da quantidade total defasada de madeira em tora comercializada; variável 5: Índice da Taxa de Juros Overnight Selic.

Observa-se na Tabela 5 que a variável quantidade total defasada de madeira em tora comercializada indicou um alto grau de correlação com a capacidade instalada da indústria de celulose e com a taxa de juros. Já era esperado um alto grau de correlação entre a capacidade instalada da indústria de celulose e a quantidade total defasada de madeira em tora comercializada.

A expectativa para que essas variáveis sejam correlacionadas entre si está no fato da variável quantidade defasada de madeira em tora total comercializada ser uma variável defasada da própria série da quantidade de madeira em tora total comercializada no ano presente. A capacidade instalada da indústria de celulose interfere na demanda de madeira em tora, que conseqüentemente acaba refletindo na renda do produtor. Esse fato também foi detectado nos trabalhos de LEUSCHER, W.A. (1973), SERRANO, A.L.M. (2008) e ANGELO, H. et al. (2009). Portanto, a demanda de madeira para produção de celulose é em grande parte determinada pela capacidade instalada da indústria de celulose.

O fato da madeira em tora para celulose ser um bem substituto da madeira em tora para outras finalidades faz com que a demanda da indústria de celulose interfira na oferta e na demanda de madeira em tora para outras finalidades. Com base nisso, conclui-se que as variáveis capacidade instalada da indústria e quantidade defasada total comercializada de madeira em tora têm a capacidade de captar o efeito renda do produtor.

Apesar do insuficiente suporte teórico, já era esperado que a variável quantidade defasada de madeira em tora comercializada apresentasse efeito similar ao da taxa de empréstimo (taxa de juros). A taxa de juros e quantidade defasada de madeira em tora comercializada apresentam os mesmos motivos de tendência em seus crescimentos e declínios. A quantidade defasada de madeira em tora comercializada tem como potencial representar o efeito da renda do produtor de madeira em tora para celulose. Já a taxa de juros tem como potencial representar o custo de capital do produtor silvicultural e, conseqüentemente, a renda do referido produtor, porém, a relação entre a taxa de juros e a renda do produtor é inversa.

Quanto maior a quantidade comercializada de madeira em tora, maior a chance de o produtor atingir a sua meta de renda, portanto, o produtor tende a reduzir a sua oferta de madeira em tora. O mesmo efeito também ocorre com a taxa de juros, pois o produtor silvicultural, no momento de tomada de decisão, ao perceber um aumento da taxa de juros, tende a reduzir a sua oferta de madeira em tora para celulose com o objetivo de atingir a sua meta de renda. Com a redução da oferta, o preço da madeira em tora para celulose tende a subir até um determinado ponto, que faz com que o produtor volte a ofertar a madeira em tora, captando, assim, o efeito da renda do produtor.

O elevado grau de correlação encontrado entre a taxa de juros e o preço da madeira em tora para outras finalidades não gerou surpresa, pelo fato da taxa de juros estar

relacionada com a renda do produtor. A taxa de juros reflete tanto na oferta de madeira em tora para celulose quanto na oferta de madeira em tora para outras finalidades, pelo fato dessas duas variáveis apresentarem a relação de bens substitutos entre si.

Portanto, o custo de capital do produtor silvicultural (taxa de juros) pode acarretar no aumento do preço da madeira em tora para celulose e do preço da madeira em tora para outras finalidades. Porém, a correlação inversa gerou surpresa. O provável motivo pode dar-se por problemas da série de dados das duas variáveis, pelo mercado externo, ou por outras características microeconômicas do mercado da madeira em tora para outras finalidades.

Foi detectado um alto grau de correlação, contudo, não tão grave como o especificado por GUJARATE (2006) entre o preço da madeira em tora para outras finalidades e a quantidade defasada de madeira em tora comercializada. Esse grau de correlação já era esperado pela própria composição da variável quantidade defasada de madeira em tora comercializada, que é constituída do somatório da quantidade comercializada de madeira em tora para celulose com a quantidade comercializada de madeira em tora para outras finalidades. Essas variáveis são bens concorrentes entre si na relação de oferta e demanda, portanto, uma alteração positiva em uma variável acarreta em uma alteração positiva na outra variável.

O grau de correlação encontrado entre o preço da madeira em tora para outras finalidades e a capacidade instalada da indústria de celulose está de acordo com o esperado pelo fato de essas variáveis captarem a relação da demanda interna de madeira em tora no Brasil. A madeira em tora para outras finalidades é considerada um bem concorrente da madeira em tora para celulose (ALMEIDA, 2006). Portanto, a indústria de celulose pode interferir no destino final da madeira em tora que seria designada a outro segmento, demonstrando assim a relação entre a capacidade instalada da indústria de celulose e o preço da madeira em tora para outras finalidades.

Um fato intrigante foi a correlação inversa entre o preço da madeira em tora para outras finalidades e o preço FOB de exportação da celulose no Brasil. Com base no estudo de ALMEIDA, N.A. (2006), era esperada uma correlação positiva, pois, o preço da madeira em tora para celulose era tido como um dos determinantes do preço da madeira em tora para outras finalidades.

Uma das explicações para essa correlação inversa pode ser a influência da demanda externa da celulose na formação do preço de exportação da mesma. Além disso, o câmbio, a renda interna e a produtividade ( $m^3/ha/ano$ ) podem ter uma maior influência na formação do preço da madeira em tora para outras finalidades (ALMEIDA, 2006).

A correlação entre a capacidade instalada e o preço de exportação já era esperada, pois o preço de exportação da celulose apresenta relação com a demanda de madeira em tora para produção de celulose, como detectado no trabalho de ANGELO *et al.* (2009). O trabalho citado destaca que “embora em magnitude modesta”, essa relação entre o preço FOB de exportação da celulose e a demanda de madeira em tora para produção de celulose apresentou efeito estatisticamente significativo na demanda de madeira. O fato de a capacidade instalada determinar em grande parte a demanda por madeira em tora reforça a relação entre a variável capacidade instalada e a variável preço de exportação da celulose.

É importante destacar que já era esperada a correlação inversa entre a capacidade instalada e preço de exportação da celulose, pois, a capacidade instalada da indústria de celulose no Brasil apresentou tendência de crescimento enquanto o preço de exportação da celulose apresentou tendência decrescente. O baixo grau de correlação apresentado entre as duas variáveis foi adequado, pois a capacidade instalada é influenciada pela estratégia da indústria de celulose, por conjunturas políticas e pelo próprio desempenho do segmento de celulose. Já o preço de exportação da celulose é mais influenciado pela demanda externa de celulose.

Não foi encontrada justificativa teórica consistente para explicar a alta correlação inversa entre a capacidade instalada e a taxa de juros. Isso provavelmente se deve a uma peculiaridade da amostra obtida. Também não foram encontradas justificativas teóricas consistentes para a correlação entre o preço FOB de exportação da celulose no Brasil e a taxa de juros e para a correlação inversa entre o preço de exportação da celulose e a quantidade defasada de madeira em tora comercializada.

### **3.5.3. Descarte das variáveis autocorrelacionadas**

Durante o processo de especificação de um modelo, é sabido que a omissão de uma variável relevante ou a inclusão de uma variável irrelevante arremete ao erro de especificação de um modelo econométrico (GUJARATI, 2006). Portanto, resultados enganosos podem ser atingidos na omissão de variáveis explicativas correlacionadas

(STOCK & WATSON (2004). Os mesmos autores destacam que a solução para esse problema não é simples e propõe a formulação de especificações alternativas concorrentes para uma possível comparação dos resultados e corroboração dos mesmos.

Com base no relato de ZAMAN, A. (1996) em que, “mesmo se, por um raro acaso, o ajustamento do modelo inicial se revela bom, muitas vezes é importante explorar e aprender que tipos de modelos se adaptam ou não aos dados”. Portanto, a especificação do modelo “precisa ser uma ponderada combinação de teoria e dados” (KENNEDY, P. apud GUJARATI. D.N (2006).

Para o presente estudo, conforme o proposto por MICHAEL (1978), foi considerado que a melhor abordagem econométrica tem como base “incluir apenas as variáveis explanatórias que, por motivos teóricos, influenciam diretamente a variável dependente e não são explicadas por quaisquer das demais variáveis incluídas”.

É observado na função de preço da madeira em tora para celulose (7) que a autocorrelação trouxe consequências bastante severas para o modelo proposto inicialmente (equação 6). O fato de a equação ser bem explicada pelos repressores ( $R^2_{aj}$  e teste F significativo) não concretizou a possibilidade de separar a influência das variáveis no ajuste do modelo (teste  $t$  insignificante para quase todas variáveis explicativas).

$$\ln \hat{Y}_t = -1,033 + 0,266 \ln K_t + 0,422 \ln PMT_t^{outra} + 0,028 \ln PE_t^{celu.}$$

Teste  $t=$  (-0,93) (1,85) (3,34) (0,19)

$$+0,282 \ln QMT_t^{defasada} + 0,030 \ln TJ_t \quad (7)$$

(1,15) (1,28)

n= 20  $R^2_{aj} = 0,86$  F = 24,74 d= 2,07

Assim, com base no fato de que na presença de alta correlação entre as variáveis explicativas os sinais esperados e a razão  $t$  tendem a ser enganosos, foram descartadas todas as variáveis que apresentaram um alto grau de colinearidade (R acima de 0,8) com base na tabela 5, como o recomendado por GUJARATI. D.N. (2006). O descarte das variáveis explicativas correlacionadas (acima de 0,8) foi fundamentado no grau de correlação de ordem zero sugerido por GUJARATI (2006).

A quantidade defasada de madeira em tora comercializada mostrou-se altamente correlacionada com a capacidade instalada da indústria de celulose e com a taxa de juros. Isso ocorre, em grande parte, devido à influência da capacidade instalada da indústria de celulose sobre a demanda de madeira em tora (LEUSCHER, W.A. (1973), SERRANO, A.L.M. (2008) e ANGELO, H. et al. (2009).

O fato da variável capacidade instalada da indústria de celulose estar mais próxima da demanda e, conseqüentemente, do preço da madeira em tora é a justificativa para a aceitação da capacidade instalada, e conseqüentemente, do descarte da variável quantidade defasada de madeira em tora comercializada.

A taxa de juros apresentou alto grau de correlação com o preço da madeira em tora para outras finalidades e com a quantidade defasada de madeira em tora comercializada. Não se encontrou um bom suporte teórico para explicar a correlação inversa entre o preço da madeira em tora para outras finalidades e a taxa de juros. O preço da madeira em tora indicou estar mais próximo da madeira em tora, pelo fato de ser um bem relacionado da madeira em tora para celulose. Portanto, é justificada a sua permanência no modelo econométrico e a exclusão da taxa de juros.

O alto grau de correlação entre a taxa de juros e a quantidade total defasada de madeira em tora comercializada pode ser explicado pelo fato de ambas as variáveis apresentarem o potencial de captar o efeito da renda do produtor silvicultural. Como a taxa de juros e a quantidade total defasada de madeira em tora comercializada apresentam um alto grau de correlação com outras variáveis tidas como mais próximas da madeira em tora, a justificativa do descarte destas é reforçada.

O procedimento de ajuste do modelo seguiu apenas uma etapa, que foi o descarte das variáveis autocorrelacionadas. A justificativa para a não aplicação do descarte das variáveis desnecessárias está no fato de considerar-se que o modelo está bem ajustado. Portanto, a verificação de ocorrência de simultaneidade não foi realizada, por considerar-se que o modelo está bem especificado.

#### **3.5.4. Avaliação do poder de previsão do modelo**

A metodologia adotada para análise do poder de previsão do modelo de preço da madeira em tora para a produção de celulose foi a mesma aplicada nos trabalhos de ALMEIDA, A.N. (2006) e ALMEIDA, A.N. et al (2010). O último trabalho teve a

aplicação de um modelo estimado pelo método de Mínimos Quadrados Ordinários - MQO para a análise dos determinantes do preço da madeira em tora para produção de celulose. Essa metodologia se dá pela análise gráfica entre o valor real da série de preço da madeira em tora e o valor estimado.

Como o objetivo é avaliar o poder de previsão fora do período da amostra, foi reestimado o modelo de preço da madeira em tora para celulose sem o último período da amostra (grau de liberdade do último período). Depois, com os parâmetros gerados pelo modelo sem o último período, estima-se um valor para esse período e o compara com o valor real da amostra do mesmo período. Portanto, infere-se que quanto maior a discrepância entre o valor real e o valor previsto, pior será o poder de previsão do modelo de preço da madeira em tora para celulose.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. O CRESCIMENTO DO PREÇO DA MADEIRA EM TORA PARA A PRODUÇÃO DE CELULOSE E DE SEUS DETERMINANTES

Nas Tabelas 6, 7, 8 e 9 estão as taxas de crescimento encontradas do preço da madeira em tora para produção de celulose, do preço da madeira em tora para outras finalidades, da quantidade exportada de celulose e do preço de exportação de celulose, no Brasil.

Tabela 6 - Taxa de crescimento do preço da madeira em tora para produção de celulose no Brasil (a.a.%).

Preço da madeira em tora para para produção de celulose no Brasil	1990 a 1994	1995 a 2000	2001 a 2005	2006 a 2010
Preço unitário real (R\$/m <sup>3</sup> )	-0,04	-1,48	13,35	-1,71
	1990 a 2000		2001 a 2010	
Preço unitário real (R\$/m <sup>3</sup> )	2,68		6,02	
	1990 a 2010			
Preço unitário real (R\$/m <sup>3</sup> )	3,61			

Tabela 7 - Taxa de crescimento do preço da madeira em tora para outras finalidades no Brasil (a.a.%).

Preço da madeira em tora para outras finalidades no Brasil	1990 a 1994	1995 a 2000	2001 a 2005	2006 a 2010
Preço unitário real (R\$/m <sup>3</sup> )	-2,70	-3,70	9,37	0,05
	1990 a 2000		2001 a 2010	
Preço unitário real (R\$/m <sup>3</sup> )	4,50		3,52	
	1990 a 2010			
Preço unitário real (R\$/m <sup>3</sup> )	3,50			

Ao longo do período de 1990 a 2010, o preço da madeira em tora para produção de celulose apresentou taxa de crescimento bem próxima da taxa de crescimento do preço da madeira em tora para outras finalidades, que foram, respectivamente, de 3,61 e 3,50% a.a., como o observado nas Tabelas 6 e 7. Portanto, infere-se que o fato das variações apresentadas pelas duas variáveis indicarem estar próximas ao longo de todo o período possa ser explicado pelo fato dessas variáveis serem tidas como bens relacionados entre si (ALMEIDA, 2006).

Na última década (2001 - 2010), o preço da madeira em tora para produção de celulose apresentou taxa de crescimento maior que a do preço da madeira em tora para outras finalidades, sendo essas de 6,02 e 3,52% a.a., respectivamente. No entanto, quando se observa o período de 2006 a 2010 constata-se efeito inverso, no qual o preço da madeira em tora para produção de celulose apresenta taxa negativa, de -1,71% a.a., e o preço da madeira em tora para outras finalidades apresenta taxa positiva, porém não muito expressiva, de 0,05% a.a.

Essa discrepância das taxas de crescimento entre o período de 2001 a 2005 e o período de 2006 a 2010 é explicada pelo fato do preço ter apresentado no primeiro período um crescimento de mais de duas vezes a média dos dois períodos juntos. Tomou-se como base o preceito econômico de que em qualquer economia a demanda e a oferta, no longo prazo, tendem a serem elásticas. Portanto, num período de aumento abrupto da demanda, a oferta ao longo prazo tende a se igualar (MANKIWI, 2005).

Tabela 8 - Preço FOB de exportação de celulose no Brasil (a.a.%).

Preço de exportação de celulose no Brasil	1990 a 1994	1995 a 2000	2001 a 2005	2006 a 2010
Preço unitário real (US\$/Ton)	-11,23	-3,60	-2,51	2,03
	1990 a 2000		2001 a 2010	
Preço unitário real (US\$/Ton)	-3,50		1,56	
	1990 a 2010			
Preço unitário real (US\$/Ton)	-2,83			

Apesar de o preço FOB de exportação da celulose no Brasil no período de 1990 a 2010 apresentar taxa negativa de crescimento de -2,83% a.a., no período mais recente, de 2006 a 2010, o preço de exportação da celulose apresentou taxa positiva, sendo essa taxa de 2,03% a.a.(tabela:8). Nas duas décadas em análise (1990-2000 e 2001-2010) o preço de exportação da celulose no Brasil apresentou taxas de crescimento com sinais opostos entre si, sendo esses respectivamente de -3,50 e 1,56% a.a.

Uma provável explicação para a ocorrência desse fenômeno está no fato, de que, ao longo dos vinte anos de análise, os anos de 2001 e 2004 registraram os menores índices do preço FOB de exportação da celulose. Não foi possível identificar o real motivo para essa redução ou choque no preço de exportação da celulose. SILVA, M.L. et al. (1997) afirma que "a oferta e a demanda de celulose são preço-inelásticas, qualquer choque ou mudança no mercado, seja na demanda ou na oferta, vai afetar muito mais o preço da celulose do que as quantidades ofertadas e demandadas no mercado".

Ao considerar o relato de SILVA, M.L. et al. (1997) de que os choques no preço do produto celulose "são praticamente nulos após cinco anos, tanto na oferta como na demanda", infere-se que após esse choque o preço tende a voltar para seu comportamento "natural". Portanto, o fato do choque ter feito o preço atingir o seu valor mínimo no ano de 2001 e no ano de 2004, faz com que após cinco anos o preço de exportação da celulose tenda a voltar ao seu ponto de equilíbrio. Como o ponto de equilíbrio tende a ser maior do que o período do choque, o preço FOB de exportação da celulose tende a apresentar uma taxa positiva de crescimento ao final da última década.

Quando comparadas as taxas de crescimento da capacidade instalada e da quantidade exportada, nas tabelas 9 e 10, é observado comportamento semelhante de suas tendências ao longo do período de análise. Portanto, quando a taxa de crescimento da capacidade instalada apresentou valores altos nos períodos de 1990 a 1994 e 2001 a 2005 e valores um

pouco menores nos períodos de 1995 a 2000 e 2006 a 2010, a quantidade exportada apresentou o mesmo comportamento.

Esse fato já era esperado devido ao segmento de celulose ter a sua produção direcionada às exportações (BRACELPA, 2011). Destaca-se que a capacidade instalada é um dos determinantes da demanda por madeira em tora e, conseqüentemente, da oferta de celulose (LEUSCHER, (1973); SERRANO; (2008) e ANGELO, H. et al. (2009).

Tabela 9 - Capacidade instalada da indústria de celulose de fibra curta (a.a.%).

Capacidade Instalada	1990 a 1994	1995 a 2000	2001 a 2005	2006 a 2010
Quantidade ton	10,13	5,00	10,79	7,66
	1990 a 2000		2001 a 2010	
Quantidade ton	6,28		9,52	
	1990 a 2010			
Quantidade ton	7,21			

Tabela 10 - Quantidade exportada de celulose no Brasil (a.a.%).

Quantidade exportada de celulose no Brasil	1990 a 1994	1995 a 2000	2001 a 2005	2006 a 2010
Quantidade ton	19,38	9,26	15,03	8,90
	1990 a 2000		2001 a 2010	
Quantidade ton	9,62		11,56	
	1990 a 2010			
Quantidade ton	10,07			

A taxa de crescimento das exportações de celulose ao longo do período de 1990-2010 apresentou crescimento de 10,07% a.a., e somente na última década (2001-2010) essa taxa foi de 11,56% a.a (tabela10). O período mais recente (2006 a 2010) foi o que apresentou a menor taxa de crescimento e o período de 1990 a 1994 foi o que apresentou a maior taxa de crescimento, os quais foram de 8,90 e 19,38% a.a., respectivamente.

Com relação à produção de celulose, entre 1990 e 2010 o Brasil apresentou a maior taxa de crescimento (5,8% a.a.), comparada à taxa mundial (América do Norte, Ásia e Europa), como pode ser observado na Tabela 11. Para o mesmo período, a América do Norte apresentou a pior taxa de crescimento (-0,82% a.a.), sendo seguida pela taxa da produção mundial (0,63% a.a.) e pela taxa europeia (0,97% a.a.).

Na Tabela 11, observa-se que entre 2008 e 2010, período marcado pela crise financeira mundial, a Europa apresentou a pior taxa de crescimento (-4,03% a.a.) de todo o período de 1990 a 2010. Com base na BRACELPA (2011) e VIDAL, A.C.F. et al (2011), o ganho de posições do segmento brasileiro no ranking mundial de produtor de celulose está relacionado com a ampliação e implementação de plantas industriais no Brasil nos últimos dez anos e com o fechamento na Europa de plantas industriais antigas e ineficientes.

O Brasil, no mesmo período de análise, apresentou taxa de crescimento de 5,62% a.a., uma das maiores em comparação com a da Ásia (-1,01% a.a.), da mundial (-2,50% a.a.) e a da América do Norte (-3,30% a.a.). O período de maior taxa de crescimento geométrico da produção apresentada pelo Brasil foi de 2000 a 2010. Uma provável explicação para o segmento brasileiro apresentar uma taxa positiva no período de 2008 a 2010 está no fato de o BNDES ter promovido uma política de incentivo à implementação e à ampliação de plantas industriais nos últimos dez anos (BNDES, 2011).

Tabela 11 - Taxa geométrica de crescimento da produção de celulose no Brasil e no mundo, a.a.%.

Período	1990 a 2010	1990 a 2000	2000 a 2010	2008 a 2010
Região	% taxa de crescimento			
Brasil	5,80	4,90	7,29	5,62
Mundo	0,63	0,95	0,27	-2,50
América do Norte	-0,82	0,40	-1,84	-3,30
Ásia	1,65	2,11	2,14	-1,01
Europa	0,97	0,28	0,04	-4,03

Fonte: resultado da pesquisa.

#### 4.4. CORRELAÇÃO

A matriz de correlação também pode ser aplicada para a identificação da multicolinearidade, de acordo com GUJARATI (2006). LEUSCHNER (1973) constatou que o nível de correlação de 0,85 entre os coeficientes sugere uma “pequena multicolineariedade”. O problema da análise de correlação, de acordo com MATTOS (2000), é que ela não indica o sentido da relação de dependência e que a correlação apenas consta que as variáveis se alteram de forma direta. Na tabela 12, são apresentadas as correlações de Pearson com o produto entre cada par de variáveis e a significância estatística das correlações estimadas com base no valor P.

Tabela 12 - Matriz de correlação das variáveis explicativas (variáveis na base logarítmica).

	Coluna 1	Coluna 2	Coluna 3
Coluna 1	1		
Coluna 2	0,71*	1	
Coluna 3	-0,65*	-0,49*	1

\* significativo a 1% de probabilidade

Variável 1: Índice da Capacidade Instalada da Indústria de celulose (Fibra Curta Eucalyptu Celulose Branqueada e Não Branqueada); variável 2: Preço da madeira em tora para outra finalidade R\$/m<sup>3</sup>; variável 3: Índice do Preço FOB (US\$/Ton) de exportação da celulose no Brasil.

Não se faz o "teste da multicolinearidade" pelo fato da multicolinearidade ser uma característica da amostra, porém, se desejado, pode-se medir o seu grau em qualquer amostra particular (KMENTA, 1978).

Ao adotar a “regra prática de Klien”, em que a multicolinearidade só será um problema sério se o R obtido pelas regressões auxiliares for maior que o R geral, detecta-se ausência de “um problema sério de multicolinearidade” na análise da matriz de correlação (Tabela 12), pois o R das regressões auxiliares foi menor que o R geral (X com os de mais Xi), com uma relação de 0,93 (R geral) > R x1, Rx2 e Rx3.

Portanto, a relação entre as variáveis independentes, preço de exportação da celulose, preço da madeira em tora para outras finalidades e capacidade instalada da indústria de celulose no Brasil apresentou baixo grau de correlação, com o R < 0,93. A baixa correlação entre as variáveis explicativas (independentes) já era desejada. Assim, constatou-se que os coeficientes de correlação entre as variáveis explicativas e dependentes do modelo de preço da madeira em tora para produção de celulose indicaram a ausência de multicolinearidade grave e foram estatisticamente significativos a 1% de probabilidade, minimizando, dessa forma, maiores problemas de multicolinearidade.

#### 4.5. PREÇO DA MADEIRA EM TORA PARA PRODUÇÃO DE CELULOSE

O modelo do preço da madeira em tora para produção de celulose, estimado pelo método de Mínimos Quadrados Ordinários – MQO, ajustou-se satisfatoriamente. Os resultados do modelo, bem como os seus indicadores estatísticos, foram obtidos pela equação 8, a seguir:

$$\ln \hat{Y} = -0,021 + 0,362 * \ln K_t + 0,386 * \ln PMT_t^{OUTRA} + 0,050 * \ln PE_t^{celu.} \quad (8)$$

Teste t= (-0,02)                      (3,99)                      (3,87)                      (0,34)

Valor P= (0,982)      (0,001)      (0,001)      (0,735)

R<sup>2</sup>aj = 0,86      Erro-padrão = 0,1

n = 20      F= 39,58      d = 1,60

O valor F calculado (39,58) foi maior que o F crítico (6,11), a 1% de significância, rejeitando-se com isso a hipótese de efeito nulo  $H_0$ . Então, as variáveis explicativas *PEX*, *PMEC* e *K* explicam a variável dependente Y (preço da madeira em tora para produção de celulose), com uma probabilidade de erro de apenas 1%.

O valor do coeficiente de determinação R<sup>2</sup> foi de 88,12%, o que indica que o ajuste do modelo é bom, e o teste Durbin-Watson obteve um valor de 1,60 a 5% de significância. O teste foi não conclusivo em nível de significância de 5%. Pelo fato de o teste *d* estar na zona de indecisão, não se pode afirmar a ocorrência ou não de correlação entre os resíduos.

No teste das carreiras ou *teste de Geary* foi possível confirmar a ausência de autocorrelação serial com um R = 8, estando dentro dos valores críticos de 6 e 16 das tabelas de Swed e Eissenhart (GUJARATI, 2006). Com isso, o teste de carreira rejeitou a hipótese nula de aleatoriedade com 95%.

A aplicação do teste de *Koenker-Bassett* (KB) indicou ausência de heteroscedasticidade, pois o valor do coeficiente de determinação R<sup>2</sup> foi de 0,05% e os valores observados das estatísticas F (1,08) e t (-1,01) foram menores que os críticos, a 20% de significância. Portanto, a hipótese de homoscedasticidade no modelo de preço da madeira em tora é aceita, não sendo necessária a correção da heteroscedasticidade.

O fato do intercepto do preço da madeira em tora não ter sido estatisticamente significativo não foi o suficiente para justificar a sua não aplicação no modelo. É aconselhado utilizar o modelo convencional com intercepto, "a menos que haja uma expectativa a priori bastante forte" (GUJARATI, 2006).

As variáveis independentes do preço da madeira em tora para outras finalidades e capacidade instalada foram significativas no âmbito de 1%. Apenas o preço de exportação da celulose no Brasil não foi significativo estatisticamente. Apesar do alto valor de significância estatística para aceitação da variável independente (preço de exportação da celulose no Brasil), essa variável não foi descartada no modelo econométrico. Infere-se que a falta de ajuste para o preço de exportação da celulose seja causada pela influência do

câmbio e da demanda externa na sua formação. Lembra-se que o mercado interno (capacidade instalada da indústria de celulose e o preço do bem substituto da madeira em tora para celulose) apresenta, no curto prazo, uma maior influência na formação do preço da madeira em tora.

Outra justificativa para a aplicação do intercepto e permanência da variável preço de exportação da celulose no Brasil teve como embasamento a hipótese do modelo clássico de regressão linear, de que “o modelo de regressão está corretamente especificado, alternativamente, não há nenhum viés ou erro de especificação no modelo usado na análise empírica” (GUJARATI, 2006). Frisa-se que ao adotar um determinado modelo de regressão como modelo “*verdadeiro*” ele não pode ser modificado com a admissão ou a omissão de uma ou mais variáveis (GUJARATI, 2006).

Por curiosidade, realizou-se o teste da forma funcional da regressão para fazer a escolha entre o modelo linear e o modelo log-linear. Pelo teste de Mackinnon, White e Davidson – MWD constatou-se que não se pode rejeitar a especificação linear ou log-linear para o modelo de preço da madeira em tora para produção de celulose, logo, o teste foi não conclusivo para a determinação da aplicação do modelo linear ou do modelo log-linear.

Portanto, o argumento de considerar-se que o modelo de preço da madeira em tora para produção de celulose “está corretamente especificado, alternativamente não há nenhum viés ou erro de especificação no modelo usado na análise empírica” e o fato do modelo linear já fornecer pelos estimadores as elasticidades fazem dessas, boas justificativas para a aplicação do modelo log-linear (GUJARATI, 2006).

Os sinais e o tamanho dos parâmetros gerados pelo modelo de preço estão em conformidade com a teoria econômica. Com base nessa teoria, sugeriu-se que o preço da madeira em tora apresentasse relação direta com as variáveis capacidade instalada da indústria de celulose, preço de exportação da celulose no Brasil e preço da madeira em tora para outras finalidades e exportada no Brasil. Em vista disso, os parâmetros estão de acordo com o esperado nos trabalhos de SULLIVAN, T.E. (1968), CARTER, D. (1992) e ALMEIDA, A.N. (2006), como o observado na tabela 13.

Tabela 13 - Avaliação dos resultados do modelo de preço da madeira em tora.

Coeficiente	Sinal de $\beta_i$	
	Esperado	Encontrado
$\beta_0$	$\pm^*$	-
$\beta_1$	>0	>0
$\beta_2$	>0	>0
$\beta_3$	>0	>0

\*O intercepto tem apenas o objetivo de indicar a posição do modelo.

De acordo com o esperado, a elasticidade do preço da madeira em tora para celulose no Brasil e a elasticidade da capacidade instalada da indústria de celulose foram altamente significativas e aceitas com uma probabilidade de erro inferior a 1 %. Já era esperado que o preço da madeira em tora para celulose não reagisse tão sensivelmente a mudanças na oferta e na procura (SULLIVAN, 1968).

Como o indicado no trabalho de ALMEIDA, A.N. (2006), a elasticidade preço de exportação da celulose no Brasil indicou uma relação direta e inelástica (menor que um) com o preço da madeira em tora para outras finalidades. Portanto, um aumento de 10% no preço da madeira em tora para outras finalidades traria um aumento de 3,9% no preço da madeira em tora para celulose.

A elasticidade preço da capacidade instalada da indústria de celulose indicou uma relação direta e inelástica com o preço da madeira em tora para celulose, como o detectado no trabalho de CARTER, D. (1992). Um aumento de 10% da capacidade instalada da indústria de celulose acarreta em um aumento de 3,6% no preço da madeira em tora para celulose.

O esperado, como o indicado por SULLIVAN, T.E. (1968) e CARTER, D. (1992), para a elasticidade preço da celulose era de uma relação positiva e inelástica com o preço da madeira em tora para celulose. Contudo, o presente estudo indicou que a elasticidade do preço de exportação da celulose foi não significativa. Nenhum embasamento teórico foi encontrado para explicar a baixa significância. Infere-se que, no curto prazo, a capacidade instalada e o preço da madeira para outras finalidades apresentam uma maior influência no preço da madeira em tora para celulose do que o preço de exportação da celulose.

#### 4.5.1. Avaliação do poder de previsão do modelo de preço da madeira em tora para celulose

Como o objetivo é avaliar o poder de previsão fora do período da amostra, foi reestimado o modelo (8) sem o último período da amostra (grau de liberdade do último período) e foram gerados novos coeficientes presentes na equação (9). É feita a aplicação desses novos coeficientes em conjunto com os dados coletados das variáveis independentes (explicativas) do período de 2010, para a estimativa do preço de comercialização da madeira em tora para a produção de celulose no Brasil. O próximo passo foi avaliar a diferença entre o valor do preço estimado e o valor do preço coletado.

$$\ln \hat{Y} = -0,227 + 0,385 \cdot \ln K_t + 0,381 \cdot \ln PMT_t^{OUTRA} + 0,077 \cdot \ln PE_t^{celu.} \quad (9)$$

$$\text{Teste } t = (-0,22) \quad (3,57) \quad (3,69) \quad (0,47)$$

$$n = 19 \quad R^2_{ajust.} = 0,85 \quad F = 34,17 \quad d = 1,66$$

Na figura 14, é representada a comparação gráfica entre as duas séries, a estimada e a do valor real. Por meio dessa comparação gráfica é obtido o poder de previsão da amostra. O valor previsto para um período posterior ao da amostra apresentou um erro superior a 5%, subestimando o valor observado em 5,12% (diferença percentual entre o valor coletado e o estimado). Foi considerado, para a análise do poder de previsão, que a variação percentual de 5,12% é uma variação baixa devido ao pequeno tamanho da série de dados, à complexidade estrutural (TOPPINEN, 1998; BIAZUS, 2010).

Não foi detectada nenhuma ineficiência no modelo em acompanhar o valor real do preço da madeira em tora durante o período de 1991 a 2010. Pode-se considerar que o modelo apresenta um poder de previsão razoável. O poder de previsão razoável pode ser confirmado pelo  $R^2_{ajust.}$  de 0,85, o qual foi considerado como satisfatório devido ao pequeno valor da amostra.

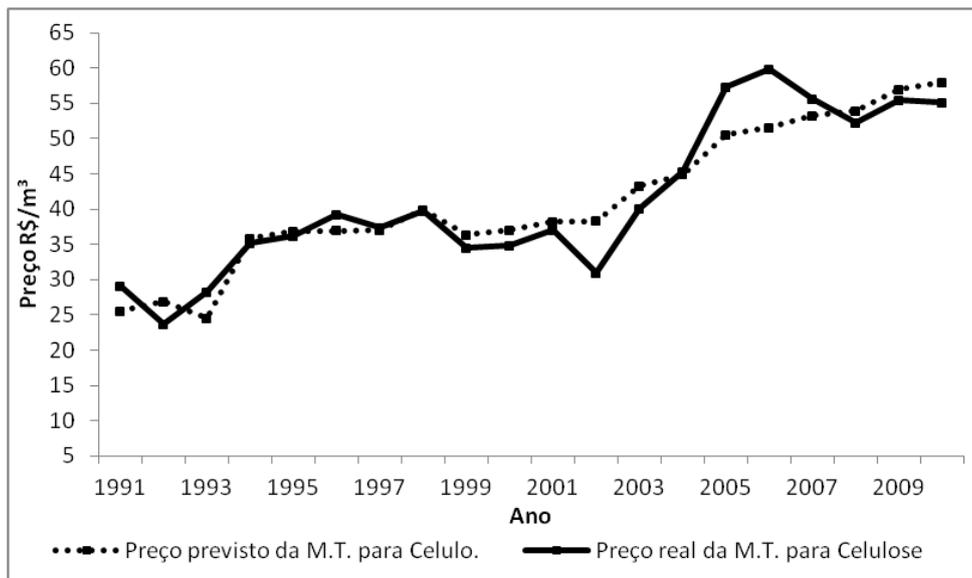


Figura 14 - Avaliação de dentro e de fora da amostra do modelo de preço no período de 1991 a 2010.

Observa-se uma discrepância entre o acompanhamento dos valores reais e os previstos para o período de 2005 a 2006. Porém, não foi encontrado nenhum embasamento teórico forte que explicasse essa discrepância. Infere-se que a referida discrepância pode estar mais relacionada com mudanças na política, no câmbio, no custo de produção e na estratégia da indústria de celulose.

## 5. CONCLUSÕES

Neste estudo foram analisados o preço da madeira em tora para produção de celulose no Brasil, o preço da madeira em tora para outras finalidades, a sua capacidade instalada e a sua quantidade exportada; e constatou-se que todos apresentaram taxas crescentes nos últimos vinte e um anos. Verificou-se também que apenas o preço de exportação de celulose apresentou taxa negativa para o mesmo período em análise.

Os fatores que contribuem para a formação do preço da madeira em tora para produção de celulose são a capacidade instalada da indústria de celulose; o preço da madeira em tora para outras finalidades; e o preço de exportação da celulose no Brasil.

A abordagem de uma análise de curto prazo para a especificação do modelo econométrico está de acordo com os preceitos econômicos. A capacidade instalada da indústria de celulose é o principal determinante da demanda dessa indústria por madeira

em tora para celulose, portanto, a demanda de madeira em tora para celulose é pouco influenciada pelo seu preço.

Com relação à oferta de madeira em tora, há influência em grande parte pelo mercado interno, por existir a possibilidade do produtor optar em ofertar para outros segmentos. Em vista disso, o preço da madeira em tora para outras finalidades, que é um bem substituto da madeira em tora para celulose, tem o potencial de captar o efeito do mercado interno. Esse fato indica que as decisões da indústria de celulose têm uma menor influência na formação do preço da madeira em tora para celulose.

A renda externa, bem como a demanda externa, para uma análise de curto prazo, exercem pouca influência na formação do preço da madeira em tora para celulose. Essas variáveis podem apresentar uma maior influência no longo prazo.

Considera-se que o modelo está corretamente especificado de acordo com os preceitos econômicos. Os determinantes do preço da madeira em tora para produção de celulose explicaram a formação do preço da referida madeira, portanto, o modelo do preço da madeira em tora para produção de celulose pode ser utilizado para a previsão do seu preço.

Os determinantes do preço da madeira em tora para produção de celulose apresentaram sinais e magnitude coniventes com a teoria econômica. Todas as variáveis independentes do modelo apresentaram ser inelásticas (magnitude abaixo de 1), porém, com uma relação direta com o preço da madeira em tora para produção de celulose.

## **6. RECOMENDAÇÕES**

É interessante realizar uma análise mais profunda na relação entre o preço FOB de exportação da celulose no Brasil defasado em dois anos com o efeito inovação tecnológica e a adequação da indústria ao seu processo produtivo ao longo do tempo. À medida que a indústria atinge as suas metas de receita, ela pode optar por realizar melhorias ou ampliações em seu processo produtivo que acarretem no aumento da sua demanda por madeira em tora. Isso se considerar-se o tempo médio de construção de uma planta industrial até que a sua operação seja em torno de dois anos.

O setor brasileiro de celulose apresenta características competitivas, logo, é importante avaliar essa competitividade em relação aos segmentos de celulose de outros países, com o objetivo de identificar a *proxy* que melhor capte a competitividade brasileira.

É interessante a realização de um estudo, de verificação empírica, em que se faça o teste da relação entre a variável competitividade do setor de celulose brasileiro e a demanda de madeira em tora para celulose. Recomenda-se, também, fazer o teste da variável competitividade do setor de celulose brasileiro.

É necessário que novos estudos avaliem, empiricamente, os impactos provocados pelos desembolsos do BNDES e de outras instituições financeiras no apoio à indústria de papel e celulose e à sua base florestal. A importância que se dá ao BNDES está relacionada ao fato de essa instituição ter participado ativamente da criação da indústria de celulose e de sua base florestal e ter sido um grande mantenedor desse segmento.

Portanto, existem fortes indícios da interferência que essa instituição pode provocar na demanda e na oferta de madeira em tora para produção de celulose. O mais provável é que essa instituição possa provocar uma maior interferência na demanda de madeira em tora, pois, é a capacidade instalada da indústria de celulose que determina em grande parte a demanda por madeira em tora para celulose. Destaca-se que a maior parte dos desembolsos do BNDES para esse segmento foi para a ampliação e para a implementação de novas plantas industriais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAF - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. **Anuário Estatístico (2008)**. Disponível em: <<http://www.abraflor.org.br>>. Acesso em: 13 de dezembro de 2011.
- ALMEIDA, A.N. **Estudo Econométrico da Demanda e Oferta de Madeira em Tora Para o Processamento Mecânico no Estado do Paraná**. Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Ciências Florestais, Setor de Ciências Florestais, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.
- ALMEIDA, A.N.; SILVA, J.C.G.L.; ÂNGELO, H. **Influência do câmbio e preço externo nas exportações brasileiras de celulose e de madeira serrada de coníferas**. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, v. 37, n. 83, p. 243-251, set.2009a.
- ALMEIDA, A.N.; SILVA, J.C.G.L.; ÂNGELO, H.; BITTENCOURT, A.M.; NUÑEZ, B.E.C. **Mercado Paranaense de Madeira em Tora Procedente de Silvicultura Entre 1999 e 2005**. *Floresta*, Curitiba, PR, v. 39, n. 4, p. 869-875, out./dez. 2009b.
- ALMEIDA, A.N.; SILVA, J.C.G.L.; ÂNGELO, H.; NUÑEZ, B.E.C. **Análise de fatores que influenciam o preço da madeira em tora para processamento mecânico no Paraná**. *Cerne*, Lavras – MG, v. 16, n. 2, p. 243-250, abr./jun. 2010.
- ALMEIDA, A.N.; ÂNGELO, H.; SILVA, J.C.G.L.; HOEFLIH, V.A. **Mercado de madeiras tropicais: substituição na demanda de exportação**. *ACTA AMAZONIA*, vol. 40(1), p. 119-126, 2010.
- ALMEIDA, A. N.; SILVA, J. C. G. L.; ANGELO, H. **Influência da Klabin no mercado de madeira em tora do Estado do Paraná**. *CERNE (UFLA)*, v. 18, p. 153-158, 2012.
- ÂNGELO, H.; ALMEIDA, A.N.; SERRANO, A.M. **Determinantes da demanda de madeira em toras para celulose no Brasil**. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, v. 37, n. 84, p. 491-498, dez. 2009.
- A melhor economia dos últimos 30 anos**, Veja on-line, Edição 1885. 22 de dezembro de 2004. Acesso em: 06 de fevereiro de 2012. Disponível em: <[http://veja.abril.com.br/221204/p\\_136.html](http://veja.abril.com.br/221204/p_136.html)>
- BACHA, C.J.C. **O Sistema Agroindustrial da Madeira no Brasil**. Documentos Técnico-Científicos. In: *Revista Econômica do Nordeste*, Fortaleza, v. 32, n. 4 p. 975-993, out-dez. 2001. Acesso em: 28 de dezembro de 2010. Disponível em: <[http://www.bnb.gov.br/content/aplicacao/Publicacoes/REN-Numeros\\_Publicados/docs/ren2001\\_v32\\_n4\\_a3.pdf](http://www.bnb.gov.br/content/aplicacao/Publicacoes/REN-Numeros_Publicados/docs/ren2001_v32_n4_a3.pdf)>
- BACHA, C. J. C. **Análise Custo-Benefício dos Programas Federais de Incentivo Ao Reflorestamento No Brasil**. In: *Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, 1995. Anais do XXXIII Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural*. Curitiba, PR. v. II. p. 1007-1030.

- BACHA, C. J. C.; SANJUAN, A. E. **The determinants of Brazilian pulp exports from 1980 to 2001.** Publicado em 2008. Disponível em: <<http://www.ersa.org/ersaconfs/ersa04/PDF/691.pdf>>. Acesso em: 02 abr. 2011.
- BIAZUS, A.; HORA, A.B. LEITE, B.G.P. **O potencial de investimento nos setores florestal, de celulose e de papel - Perspectivas do Investimento 2010-2013.** BNDES, Rio de Janeiro - RJ – Brasil, Março/2010.
- BRASIL, A.A. **As Exportações Brasileiras de Painéis de Madeira.** Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre, pelo Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal - Área Economia e Política Florestal, do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, 2002.
- BRACELPA, **Brasil conquistará o quarto lugar entre os maiores produtores mundiais de celulose.** Conjuntura, 04 de dezembro de 2008. Acesso em: 06 de janeiro de 2011. Disponível em: [http://www.bracelpa.org.br/bra/releases\\_bracelpa/Press%20Release%20Bracelpa.pdf](http://www.bracelpa.org.br/bra/releases_bracelpa/Press%20Release%20Bracelpa.pdf)
- BRACELPA. **Indústria de celulose e papel brasileira anuncia investimentos. Reportagem.** SÃO PAULO, Junho de 2010. Acesso em: 22 de dezembro de 2010. Disponível em: < <http://www.bracelpa.org.br/bra2/?q=node/198> >
- BRACELPA, **Florestas plantadas; Pinus.** Acesso em: 06 de janeiro de 2011. Disponível em: < <http://www.bracelpa.org.br/bra2/?q=node/137> >
- BRACELPA, **Florestas Plantadas; Eucalipto.** Acesso em: 06 de janeiro de 2011. Disponível em: <http://www.bracelpa.org.br/bra2/?q=node/136>
- BRACELPA, **Florestas Plantadas de Eucalipto e Pinus: a solução verde.** 2007. Acesso em: 08 de janeiro de 2011. Disponível em: <http://www.bracelpa.org.br/bra/saibamais/florestas/index.html>
- BRACELPA, **Panorama da Indústria Brasileira de Celulose e Papel,** Dados do Setor, Novembro de 2010. Acesso em: 31 de dezembro de 2010. Disponível em: <http://www.bracelpa.org.br/bra/estatisticas/pdf/booklet/booklet.pdf>
- BRACELPA. **Relatório Estatístico.** Anuário Estatístico 2009-2010.
- BITTENCOURT, E., **Parâmetro de Otimização no Processo de Fabricação de Celulose e Papel.** Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Florestal do Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2004.
- Brasil. **Sociedade de Investigações Florestais.** Revista *Árvore*, Viçosa-MG, v.31, n.2, p.307-314, 2007.
- BRUN, F.L. **Influência do valor da madeira de mercado sobre o ordenamento de florestas plantadas para o suprimento parcial de uma indústria de celulose e papel: uma aplicação da programação linear.** Piracicaba. São Paulo, Fevereiro 2002.

- BRÄNNLUND, R.; JOHANSSON, P. O.; LOFGREN, K. G. **An econometric analysis of aggregate sawtimber and pulpwood supply in Sweden.** *Forest Science*, Chicago, v. 31, n. 3, p. 595- 606, 1985.
- CARTER, D.R. **Effects of supply and demand determinants on pulpwood stumpage quantity and price in Texas.** *Forest Science*, v. 38, n.3, p. 652 -660.
- Consumer Price Index - All Urban Consumers (CPI-U)** All items 1982-84=100. U.S. Department Of Labor Bureau of Labor Statistics. Washington, D.C. 20212. Acesso em: 12 de dezembro de 2011. Disponível em: < <http://www.bls.gov/eag/eag.wa.htm> >
- FAO. La novena edición del informe bienal **Situación de los bosques del mundo**, publicada a principios de 2011. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Roma 2011.
- FAO. **Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010.** Esta publicación, que constituye el informe principal de FRA 2010. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación Roma, 2010.
- FAOSTAT, ForestSTAT. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Roma 2011.
- FAOSTAT, ForestSTAT. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Roma 2012.
- FERREIRA,C.A; SILVA, H.D. **Formação de povoamentos florestais.** Colombo Embrapa Florestas, 2008.
- FERREIRA, P.S.S. **Economia mundial: como as condições internacionais têm ajudado os países emergentes e até quando?** *Conjuntura e Planejamento*, Salvador: SEI, n.153, p.26-30, Fevereiro/2007. Acesso em: 10 de fevereiro de 2012. Disponível em: [http://www.nec.ufba.br/artigos/Artigos/Revista\\_Conjuntura\\_e\\_Planejamento/2007.02%20-%20Economia%20mundial%20-%20como%20as%20condi%C3%A7%C3%B5es%20internacionais%20t%C3%AAm%20ajudado%20os%20pa%C3%ADses%20emergentes%20e%20at%C3%A9%20quando.pdf](http://www.nec.ufba.br/artigos/Artigos/Revista_Conjuntura_e_Planejamento/2007.02%20-%20Economia%20mundial%20-%20como%20as%20condi%C3%A7%C3%B5es%20internacionais%20t%C3%AAm%20ajudado%20os%20pa%C3%ADses%20emergentes%20e%20at%C3%A9%20quando.pdf)
- FERREIRA, T.C.; OLIVEIRA, A.D.; SCOLFORO, J.R.S.; REZENDE, J.L.P. Rotação econômica de plantios de *Eucalyptus grandis* para a produção de celulose. *Cerne*, Lavras, v. 10, n. 2, p. 222-241, jul./dez.2004.
- FOELKEL, C. As fibras dos eucaliptos e as qualidades requeridas na celulose kraft para a fabricação de papel. *Eucalyptus Online Book & Newsletter*, Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel – ABTCP, 2007a. Acesso em: 07 de junho de 2012. Disponível em: < [http://www.eucalyptus.com.br/capitulos/PT03\\_fibras.pdf](http://www.eucalyptus.com.br/capitulos/PT03_fibras.pdf) >
- FOELKEL, C. Resíduos sólidos industriais da produção de celulose KRAFT de eucalipto. 2007b. *Eucalyptus Online Book & Newsletter*, Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel – ABTCP, 2007a. Acesso em: 07 de junho de 2012. Disponível em: < [http://www.ufsm.br/dcf/seriestecnicas/capitulo\\_residuos.pdf](http://www.ufsm.br/dcf/seriestecnicas/capitulo_residuos.pdf) >

- GUJARATI, D.N. **Econometria Básica**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006 – 5ª triagem.
- HAIR JUNIOR, J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C. **Análise multivariada de dados**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. 593 p.
- HOFFMANN, R. **Análise de Regressão, Uma Introdução à Econometria**. Economia e Planejamento – Obras didáticas, editora Hucitec. São Paulo, 2006.
- Trust in Society**. Karen S. Cook, editor. Russell Sage Foundation, New York, 2001.
- IBISWorld. **Industry Analysis & Industry Trends**. Global Paper & Pulp Mills: Market Research Report. Acesso em: 10/04/2012 Disponível em: <http://www.ibisworld.com/industry/global/global-paper-pulp-mills.html>
- Indústria de celulose e papel brasileira anuncia investimentos**. Bracelpa online - SÃO PAULO, Junho de 2010. Acesso em: 03 de janeiro de 2011. Disponível em: < <http://www.bracelpa.org.br/bra2/?q=node/198> >
- IPEA - **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada**. Acesso em: 30 de dezembro de 2010. Disponível em : < [www.ipea.gov.br/](http://www.ipea.gov.br/)>
- IPEA, **SETOR EXTERNO**. Carta de Conjuntura/jun. 2010. Acesso em 31 de dezembro de 2010. Disponível em: [http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/conjuntura/cc10\\_setorexterno.pdf](http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/conjuntura/cc10_setorexterno.pdf)
- IPEF . **Indicações para escolha de espécies de *Eucalyptus***. Acesso em: 07 de janeiro de 2011. <<http://www.ipef.br/identificacao/eucalyptus/indicacoes.asp>>
- IPEF. **Indicações para escolha de espécies de *Pinus***. IPEF - Acesso em: 07 de janeiro de 2011. Disponível em: < [http://www.ipef.br/silvicultura/escolha\\_pinus.asp](http://www.ipef.br/silvicultura/escolha_pinus.asp) >
- IRLAND, LLOYD C.; SENDAK, PAUL E.; WIDMANN, RICHARD H. 2001. **Hardwood pulpwood stumpage price trends in the northeast**. Gen. Tech. Rep. NE-286. Newtown Square, PA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Research Station. 23 p. Acesso em: 10 de janeiro de 2011. Disponível em: < <http://www.fs.fed.us/ne> >
- JUNIOR, L.M.C; 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.
- KENNEDY, P. **Sinning in the Basement: What Are the Rules? The Ten Commandments of Applied Econometrics**, manuscrito não publicado apud GUJARATI, D.N. **Econometria Básica**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.
- KLOCK, U. **Qualidade da madeira juvenil de *Pinus maximinoi* H. E. Moore**. Curitiba, 2000. 347 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

- KMENTA, J. – **Elementos de Econometria**. 1. ed. Nova York: Macmillan Company, 1978. 670 p.
- Koopmans, T. C. **Three essays on the state of economics science**. New York : McGraw-Hill, 1957.
- KUULUVAINEN, J. **An econometric analysis of the sawlog market in Finland**. In: *Journal of World Forest Resource Management*, vol 2, 1–19, 1986.
- LEÃO, R. M. **A floresta e o homem**. São Paulo: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, 2000. 448 p.
- LEUSCHENER, W. A. **An Econometric Analysis of the Wisconsin Aspen Pulpwood Market**. *Forest Science*, Madison, v.19, n.1, p.41-46, 1973.
- CAMPOS, J. **Cabotagem Industrial no Transporte de Madeira em Toras**. *Logística e Comunicação*, 6 de dezembro de 2011. Acesso em 20 de abril de 2012. Disponível em: < <http://logisticaecomunicacao.blogspot.com.br/2011/12/cabotagem-industrial-no-transporte-de.html> >.
- MANKIN. N.G. **Introdução a economia – princípios de micro e macroeconomia**. CAMPUS – RJ, 2ª edição, p. 896, 2001.
- MATOS, O.C. **Econometria básica: teoria e aplicações**. Atlas, 3. ed. ver. São Paulo, 2000.
- MCT/FINEP/PADCT. **Estudo da competitividade da indústria brasileira. Nota Técnica Setorial do Complexo Papel e Gráfica**. MCT - Ministério da Ciência e Tecnologia, FINEP - Financiadora de Estudos e Projetos, PADCT - Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Campinas – SP, 1993.
- MOKFIENSKI, A., COLODETTE, J.L., GOMIDE, J.L., CARVALHO, A.M.M.L. **A Importância Relativa da Densidade da Madeira e do Teor de Carboidratos no Rendimento de Polpa e na Qualidade do Produto**. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 18, n. 3, p. 401-413, 2008.
- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Cadeia produtiva de madeira**, Secretaria de Política Agrícola, Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura ; coordenadores Antonio Márcio Buainain e Mário Otávio Batalha. – Brasília, Brasil: IICA : MAPA/ SPA, 2007.
- 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.
- MOTTA,D.; DINIZ, E.N.; SILVA, W. F. **Rentabilidade na Plantação do Eucalipto. VII Simpósio de Gestão em Ciência e tecnologia - 2010**. Associação Educacional Dom Bosco. Resende-RJ. Acesso em: 11 de janeiro de 2012. Disponível em: < <http://www.aedb.br/seget/artigos2010.php?pag=93> >.

- NOCE, R., SILVA, M.L., SOARES, T.S., CARVALHO, R.M.M.A. **Análise de risco e retorno do setor florestal: Produtos da madeira. Sociedade de Investigações Florestais.** In: *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v.29, n.1, p.77-84, 2005.
- NOCE, R; CANRO, J.L; OLIVEIRA, J.M; CARVALHO, R.M.M.A; BRAGA, M.J; SILVA, M.L; MENDES, L.M. **Choque de preço no Mercado de Carvão Vegetal: 1997/2005.** *Cerne*– 2008. Universidade Federal de Lavras, Brasil. Acesso em: 28 de dezembro de 2010 Disponível em: < >
- NETO, J.F.;GOMES, M.F.M.; ROSADO, L.R. **Competitividade da produção de cana-de-açúcar no Brasil.** Tese de mestrado apresentada na Universidade Federal de Viçosa – MG, Brasil, 2005.
- NEVES, V.R.S. **O Preço das Ações e os Sistemas de Ratings (uma análise não-paramétrica).** Dissertação apresentada à Faculdade de Economia da Universidade Coimbra para o cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Gestão. Coimbra 2010. Acesso em: 18 de janeiro de 2012. Disponível em: <https://estudogeral.sib.uc.pt/bitstream/10316/14492/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20Mestrado%20em%20Gest%C3%A3o%20-%20Vandrelei%20Neves.pdf>
- NEWMAN, D. H. **An econometric analysis of the southern softwood stumpage market: 1950-1980.** *Forest Science*, Chicago, v. 33, n. 4, p. 932-945, 1987.
- NYLINDER, M.; KUBÉNKA, T.; HULTNÄS, M. **Roundwood measurement of truck loads by laser scanning.** 2009. Acesso em: 18 de dezembro de 2012. Disponível em: <[http://www.colheidademadeira.com.br/imagens/publicacoes/224/roundwood\\_measurement\\_of\\_truck\\_loads\\_by\\_laser\\_scanning\\_a\\_iield\\_study\\_at\\_arauco\\_pulp\\_millnueva\\_aldea.pdf](http://www.colheidademadeira.com.br/imagens/publicacoes/224/roundwood_measurement_of_truck_loads_by_laser_scanning_a_iield_study_at_arauco_pulp_millnueva_aldea.pdf)>
- OLIVEIRA, P.R. **Diagnóstico e indicadores de sustentabilidade em fomento florestal no estado do Espírito do Santo.** Dissertação p. 127 (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Voçosa, Viçosa, MG, 2003.
- OLIVEIRA, P.R.S.; VALVERDE, S.R.; COELHO, F.M.G. **Aspectos de Relevância Econômica no Fomento Florestal a Partir da Percepção dos produtores Rurais Envolvidos.** In: *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v. 30, n. 4, p. 593-602, 2006.
- OLIVEIRA, P.R.S.; VALVERDE, S.R.; COELHO, F.M.G. **Aspectos de relevância econômicos no fomento florestal a partir da recepção dos produtores rurais envolvidos.**In: *Revista Árvore*, v. 30, n. 4, p. 593-601, 2006.
- OLIVEIRA, L. M. N; Crisóstomo, L.M; Fernandes, C. A.C. **O desenvolvimento da economia.** Instituto Politécnico de Coimbra, Instituto Superior de Engenharia de Coimbra - Departamento de Engenharia Civil. Junho de 2007. Acesso: em 25 de janeiro de 2012. Disponível em:
- Painel florestal. Reportagem - **Brasil cresce 7,3% na produção de celulose e fortalece investimentos.** Outubro de 2010. Acesso em: 18 de dezembro de 2010. Disponível em: < <http://painelflorestal.com.br/noticias/celulose/9721/brasil-cresce-7-3-na-producao-de-celulose-e-fortalece-investimentos> >

- Painel florestal. Reportagem - **Especialistas falam sobre o peso da China no mercado de papel e celulose**. Fevereiro de 2012. Acesso em: 23 de fevereiro de 2012. Disponível em <http://painelflorestal.com.br/noticias/papel-e-celulose/14158/especialistas-falam-sobre-o-peso-da-china-no-mercado-de-papel-e-celulose>
- Painel Florestal. Reportagem - **Cenibra estima alta da receita com recuperação dos preços da celulose**. Fevereiro de 2012. Acesso em 23 de fevereiro de 2012. Disponível em: < <http://painelflorestal.com.br/noticias/economia/14169/cenibra-estima-alta-da-receita-com-recuperacao-dos-precos-da-celulose> >
- PIOTTO, Z.C. **Eco-eficiência na indústria de celulose e papel – estudo de caso** / Zeila Chittolina Piotto. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária. – São Paulo, 2003. 379 p. (pag. 161 a 163).
- 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.
- Florestas no mundo chegam 4 bilhões de hectares** – Cenário Florestal. In: *Revista da Madeira* - Edição n. 126 - Fevereiro De 2011.
- SANTANA, C.S.; SANTOS, M.A.S.; OLIVEIRA, C.M. **Comportamento histórico da produção e comércio de madeira do estado do Pará nos mercados local e internacional**. Amazônia: Ci. & Desenv., Belém, v. 6, n. 11, jul./dez. 2010.
- SANTANA, A.C.; SANTANA, A.L.; SANTOS, M.A.S. **Influência do desmatamento no mercado de madeira em tora da região Mamuru-Arapiuns, Sudoeste do Pará**. In: *Revista de Ciências Agrárias*. v. 54, n. 1, p. 42-51, Jan/Abril 2011
- SERRANO, A.L.M.; NOGUEIRA, J.M.; Neto, J.R. (2009). **Demanda e oferta de madeira em tora para produção de celulose no Brasil: uma aplicação do método dos mínimos quadrados em dois estágios (MQ2E) – 1977 a 2007**. (Artigo enviado para congresso e revista). Brasília: UnB, 2009. Acesso em: 22 de outubro de 2012 Disponível em: < <http://www.unb.br> >
- SILVA, E. **Avaliação qualitativa de impactos ambientais do reflorestamento no Brasil**. p. 309 Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa MG, 1994.
- SILVA, M.L; REZENDE, J.L.P.; LEITE, C.A.M.; SILVA, O.M. **Efeito de mudanças nos fatores que afetam o mercado de celulose e de papel e papelão**. In: *Revista Árvore*, Viçosa -MG, v. 21 , n. 2, p. 231 - 241, 1997.
- SILVA, F.L. **Estudo da relação de confiança em programa de fomento florestal de indústria de celulose na visão dos produtores rurais**. In: *Revista Árvore*, Viçosa - MG, v. 33 , n. 4, p. 723 - 732, 2009.
- SILVA, F.L. **Estudo da relação de confiança em programa de fomento florestal de indústria de celulose na visão dos produtores rurais**. Dissertação p. 102 (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG, 2007.

Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA, IBBGE, **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura**. Acesso em: dezembro de 2011. Disponível em: [www.sidra.ibge.gov.br](http://www.sidra.ibge.gov.br)

SOARES, T.S.; VALEII, A.B.; LEITEII, H.G.; MACHADO, C.C. **Otimização de multiprodutos em povoamentos florestais**. Rev. *Árvore*, Viçosa, v. 27, n. 6, Dec. 2003.

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

SOARES, N.S., SILVA, F.L., SILVA, M.L., JUNIOR, A.G.S., LÍRIO, V.S. **Viabilidade da implementação de um contrato de comercialização futura da madeira de reflorestamento no Brasil**. In: *Revista Árvore*, março-abril, vol. 31, número 002, p. 307-314. Sociedade de Investigações Florestais, Viçosa-MG, Brasil, 2007.

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

SOARES, N.S., SILVA,M.L., VALVERDE, S.R., ALVES, R.R., SANTOS, F.L. **Análise Econométrica da demanda Brasileira de Importação de Borracha Natural, de 1964 a 2005**. In: *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v.32, n.6, p.1133-1142, 2008.

SOARES, N.S. SILVA, M.L. VALVERDE, S.R. LIMA, J.E. SOUZA, R.S. **Análise do mercado Brasileiro de celulose, 1969-2005**. In: *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v.33, n.3, p.563-573, (2009a).

SOARES, N.S.; SILAVA, M.L. **Integração Entre os Preços Internos e Externos no Mercado de Celulose**. APRESENTAÇÃO ORAL - Comercialização, Mercados e Preços. UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA, Viçosa-MG, Brasil, (2009b). Acesso em: 20 de outubro de 2011. Disponível em: < <http://www.sober.org.br/palestra/15/83.pdf> >.

SOARES, N.S.; SILVA, M.L.; VALVERDE, S.R.; LIMA, J.E.; SOUZA, U.R. **Desempenho das Exportações Brasileiras de Celulose**. In: *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v. 30, n. 6, p. 1017-1023, (2009c).

SOARES, N.S.; REZENDE, A.M.; SILVA, M.L.; MOURA, A.D. **Desempenho do setor florestal brasileiro em 2009**. Centro de Inteligência em Florestas. Análise Conjuntural – dezembro/2009. (2009d) Acesso em: 27 de março de 2012. Acesso em: < [http://www.ciflorestas.com.br/arquivos/ana\\_n\\_2009\\_24193.pdf](http://www.ciflorestas.com.br/arquivos/ana_n_2009_24193.pdf) >.

SOARES, N.S. **Análise da competitividade e dos preços da celulose e da madeira de eucalipto no Brasil**. Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2010. xix, 184f. :II, 29cm.

SOARES, N.S.; OLIVEIRA, R..J; CARVALHO, K.H.A.; SILVA, M.L.; 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. (2010a).

- SOARES, N.S.; SILVA, M.L.; REZENDE, J.L.P.; GOMES, M.F.M. **Competitividade da cadeia Produtiva da Madeira de Eucalipto no Brasil**. In: *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v. 34, n. 5, p. 917-928, (2010b).
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA – SBS. **Fatos e números do Brasil Florestal**. Acesso em: 12 de fevereiro de 2012. Disponível em: < [http://www.sbs.org.br/detalhes\\_dia.php?ok=3&id=1421](http://www.sbs.org.br/detalhes_dia.php?ok=3&id=1421) >.
- SOUZA, V.S.; NUÑES, B.H.C; ALMEIDA, A.N; EISFELD, C.D. **Utilização da metodologia de Box & Jenkins na previsão do preço future pago as exportações paranaenses de madeira serrada**. Área VI – Métodos quantitativos para a economia regional. Universidade Federal do Paraná – UFPR. 2006.
- SOUZA, U.R.; SILVA, F.L.; GRIFFITH, J.J.; LIMA, J.E.; QUINTELA, M.C.A.; COSTA, E.C.V. (2009) **Determinantes dos Novos Contratos de Fomento Florestal na Mesorregião do Vale do Rio Doce, Minas Gerais**. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v. 33, n. 2, p. 377-386, 2009.
- SOUZA, E.P.; SOARES, N.S.; SILVA, M.L.; VALVERDE, S.R. **Desempenho do setor florestal para a economia brasileira: uma abordagem da matriz insumo-produto**. Universidade Regional do Cariri, URCA, Brasil.
- SULLIVAN,, E.T. **Pine pulpwood prices in the southeast**. *Journal of Forest*. 66: 134 - 137, 1968.
- TILLI, T.; TOIVONEN, R.; TOPPINEN, A. **Modelling Birch pulpwood imports to Finland**. *Scandinavian Journal of Forest Research*. 16: 173 –179, 2001.
- TOPPINEN, ANNE. **Econometric models on the Finnish roundwood market**. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 701. Finnish Forest Research Institute, Research Papers 701. ISBN 951-40-1642-4, ISSN 0358-4283. 52 P.+5 original papers. 1998.
- U.S. Bureau of Labor Statistics, UNITED STATES DEPARTMENT OF LABOR**. Disponível em: < <http://www.bls.gov/>>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2012.
- VIDAL, A.C.F.; HORA, A. **A atuação do BNDES nos setores de florestas plantadas, painéis de madeira, celulose e papéis: o período de 2001-2010**. BNDES - Setorial, 34, p. 133-172, 2011.
- VALVERDE, S. R. et al **Efeitos multiplicadores da economia florestal brasileira**. *Revista Árvore*. v.27, n.3, p.285-293, 2003.
- VALVERDE, S.R. **Desenvolvimento sustentável sem preciosismo ambiental: a vez do setor florestal brasileiro**. 2008. In: *Revista Opiniões*. Acesso em 01/02/2012 Disponível em: < <http://www.madeiratotal.com.br/noticia.php?id=5860&volta=noticias.php?cat=12> >

VALVERDE,S,R. **Características do mercado da madeira de reflorestamento no Brasil.** 07/08/2009. Texto Técnico CIFlorestas. Acesso em: 28 de dezembro de 2010. Disponível em: < [www.ciflorestas.com.br](http://www.ciflorestas.com.br) >

VALVERDE, S.R.; SOARES, N.S.; SILVA, M.L. **Desempenho das Exportações Brasileiras de Celulose.** In: *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v. 30, n. 6, p. 1017-1023, 2006.

WIKIPÉDIA – 2011, **Crise econômica de 2008-2009.** Acesso em: 04 de fevereiro de 2011. Disponível em: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Crise\\_econ%C3%B4mica\\_de\\_2008-2009](http://pt.wikipedia.org/wiki/Crise_econ%C3%B4mica_de_2008-2009)

**World map showing GDP real growth rates for 2009.** CIA world factbook estimates. Wikimedia Commons. Acesso em 12 de janeiro de 2011. Disponível em: <[http://commons.wikimedia.org/wiki/File: GDP\\_Real\\_](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:GDP_Real_)

ZAMAN, A. **Statistical Foundations for Econometric Thechniquis.** Nova York: Academic Press, 1996, p. 226.