

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

**ANÁLISE ECONOMETRICA DO MERCADO DE
MADEIRA EM TORAS PARA PRODUÇÃO DE CELULOSE**

ANDRÉ LUIZ MARQUES SERRANO

ORIENTADOR: PROF. DR. HUMBERTO ÂNGELO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM ECONOMIA FLORESTAL

Publicação 103/08

Brasília-DF, 5 de Dezembro de 2008

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

**ANÁLISE ECONOMÉTRICA DO MERCADO DE MADEIRA EM
TORAS PARA PRODUÇÃO DE CELULOSE.**

ANDRÉ LUIZ MARQUES SERRANO

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 em Economia Florestal.

APROVADA POR:

**Humberto Ângelo, Doutor, Programa de Pós Graduação em Ciências Florestais, UnB.
(Orientador – Presidente da Banca Examinadora)**

**Jorge Madeira Nogueira, PhD, Programa de Pós Graduação em Economia, UnB.
(Membro Externo da Banca Examinadora)**

**Álvaro Nogueira de Souza, Doutor, Programa de Pós Graduação em Ciências Florestais, UnB.
(Membro Interno da Banca Examinadora)**

**Joaquim Carlos Gonzalez, Doutor, Pós Graduação em Ciências Florestais, UnB
(Membro Suplente da Banca Examinadora)**

BRASÍLIA / DF, 05 DE DEZEMBRO DE 2008.

FICHA CATALOGRÁFICA

SERRANO, ANDRÉ LUIZ MARQUES

ANÁLISE ECONOMÉTRICA DO MERCADO DE MADEIRA EM TORAS PARA PRODUÇÃO DE CELULOSE , 2008

83 p., 210x297mm (EFL/FT/UnB, Mestre, Economia Florestal, 2008).

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

Departamento de Engenharia Florestal.

1. Economia Florestal

2. Madeira em tora

3. Econometria

4. Análise econômica

I. EFL/FT/UnB

II. Título (Série)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SERRANO, A. L. M., (2008). Análise Econométrica do Mercado de Madeira em Toras Para a Produção de Celulose. Dissertação de Mestrado, Publicação 103/2008, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 83 p.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: André Luiz Marques Serrano.

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO: Análise Econométrica do Mercado de Madeira em Toras Para a Produção de Celulose.

GRAU / ANO: Mestre / 2008.

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 desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

André Luiz Marques Serrano

Telefone: (61) 92203347

alms_bsb@yahoo.com.br

andrelms@unb.br

À minha querida esposa e companheira de todas as horas
Nadia Niman Aicha, que sempre esteve ao meu lado, me
incentivando e me motivando, compartilhando comigo
toda minha felicidade e também todos os problemas
durante o período em que estive envolvido com as aulas e
principalmente com a elaboração desse trabalho. A ela,
meu eterno agradecimento.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Universidade Brasília - UnB, por ter oferecido as condições de realizar este trabalho.

Ao meu professor orientador Humberto Ângelo obrigado por toda atenção prestada.

Aos professores Kalil Skeff, Marcelo Parise, Rui Siemes, Edwin de La Sota, Adelaida Pallavicini Fonseca; Álvaro Nogueira e Mauro Nappo dos departamentos de Física, Matemática, Agronegócios e Engenharias Civil e Florestal pela amizade.

Agradeço ao Professor Jorge Madeira Nogueira, Waneska e Marcos do departamento de Economia pela amizade e pelos incentivos.

Aos meus amigos, em especial Lindomar Mendes Lira; Halina Jancoski, Marcelo Lemes e Marcio Francisco obrigado pela solidariedade e aos momentos de convivência e apoio que jamais esquecerei.

À minha família, pelo apoio, carinho e paciência. À minha mãe e meu pai queridos. À minha irmã Jacqueline, minha eterna gratidão.

À Deus por ter me dado toda a força e determinação para concluir esse trabalho. Que ele abençoe a todos.

RESUMO

ANÁLISE ECONOMETRICA DO MERCADO DE MADEIRA EM TORA PARA A PRODUÇÃO DE CELULOSE NO BRASIL (1988 – 2007).

Autor: André Luiz Marques Serrano

Orientador: Humberto Ângelo

Programa de Pos Graduação em Engenharia Florestal

Brasília, mês de dezembro (2008)

Esta dissertação aborda o mercado de madeira em toras no Brasil – MMT destinada à produção de celulose. Em especial, o trabalho busca não somente identificar os principais fatores que determinam a oferta e a demanda de toras para produção de celulose, mas também estima o impacto de cada fator na oferta e na demanda. Como base metodológica, equações de oferta e demanda foram especificadas e estimadas pelo método de mínimos quadrados ordinários – MQO. Os resultados demonstram que a demanda de madeira é influenciada pelas variáveis; preço da madeira para produção de celulose, capacidade instalada e volume das exportações de celulose, enquanto que a oferta teve influência das seguintes variáveis; preço da madeira para produção de celulose, investimentos do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES e produtividade. E, por fim, a hipótese postulada de que a demanda e a oferta de toras para a produção de celulose têm baixa sensibilidade a preço confirmou ser a oferta e demanda de toras inelástico a preço.

PALAVRAS - CHAVE: Madeira em tora, Análise econômica, Celulose e Econometria.

ABSTRACT

ECONOMETRIC MARKET ANALYSIS OF WOOD IN TORA FOR PRODUCTION OF PULP IN BRAZIL (1988 to 2007).

Author: André Luiz Marques Serrano

Supervisor: Humberto Ângelo

Programa de Pos Graduação em Engenharia Florestal

Brasília, dezembro (2008)

This thesis addresses the market of timber logs in Brazil - MMT for the production of cellulose. In particular, the job search not only identify the key factors that determine supply and demand for logs for the production of cellulose, but also estimates the impact of each factor on supply and demand. As a methodological basis of supply and demand equations have been specified and estimated by the method of ordinary least squares - MQO. The results show that the demand for wood is influenced by variables; price of wood for the production of cellulose, capacity and export volume of pulp and supply of the following variables had influence; prices of wood for the production of cellulose, the National Bank for investment Economic and Social Development - BNDES and productivity. Finally, the hypothesis postulated that the demand and supply of logs for the production of cellulose has low sensitivity to price confirmed, it concludes that the supply and demand for logs inelastic to price.

KEY WORDS: Wood in the Torah, economic analysis, Pulp and Econometrics.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	OBJETIVOS	3
1.1.1	Geral	3
1.1.2	Específicos	3
1.2	JUSTIFICATIVA	3
1.3	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	4
2	A ECONOMIA DOS MERCADOS DE TORAS PARA CELULOSE: UMA REVISÃO DE LITERATURA	5
2.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	5
2.2	MERCADO DE TORAS PARA CELULOSE NO MUNDO	7
2.3	MERCADO DE TORAS PARA CELULOSE NO BRASIL	15
2.3.1	PRINCIPAIS INVESTIMENTOS E TENDÊNCIAS DO MERCADO DE PAPEL E CELULOSE	24
2.4	ANÁLISE DO MERCADO DE CELULOSE NO BRASIL	26
3	MÉTODOS E PROCEDIMENTOS	32
3.1	CONSIDERAÇÕES	32
3.2	MODELOS ECONOMETRICOS	36
3.3	TESTES ESTATÍSTICOS	43
3.3.1	Verificação de Simultaneidade	44
3.3.2	Multicolinearidade	44
3.3.3	Autocorrelação	46
3.3.4	Heteroscedasticidade	47
3.3.5	Testes de Especificação	48
4	RESULTADOS	50
4.1	RESULTADOS DAS ESTIMATIVAS DOS PARÂMETROS DA EQUAÇÃO DE DEMANDA DE MADEIRA EM TORA NO PERÍODO DE 1988 – 2007	52
4.1.1	Teste de Hipótese Para Verificar os Efeitos das Variáveis Independentes	54
4.1.2	Estatística t para b2	54
4.1.3	Estatística t para b3	56
4.1.4	Estatística t para b4	56
4.1.5	Teste de Durbin Watson	57
4.1.6	Teste para Detectar a Extensão da Multicolinearidade	59
4.1.7	Hipóteses Para Multicolinearidade	59
4.1.8	Verificação da heteroscedasticidade	61

4.2 RESULTADOS DAS ESTIMATIVAS DOS PARÂMETROS DA EQUAÇÃO DE OFERTA DE MADEIRA EM TORA NO PERÍODO DE 1988 A 2007	62
4.2.1 – Teste de Hipótese Para Verificar os Efeitos das Variáveis Independentes	64
4.2.2 –Estatística t para b2	64
4.2.3 –Estatística t para b3	65
4.2.4 –Estatística t para b4	66
4.2.5 –Teste de Durbin Watson	67
4.2.6 –Teste para Detectar a Extensão da Multicolinearidade	68
4.2.7 – Hipóteses Para Multicolinearidade	69
4.2.8 – Teste de Heterocedasticidade	71
5. CONCLUSÕES.....	72
5.1 – RECOMENDAÇÕES.....	74
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Brasil - Desempenho do Setor de Celulose e Papel 2006 – 2007.

TABELA 2 – Rotação e incremento médio anual (IMA) de folhosas e coníferas utilizadas na fabricação de polpa celulósica em diversos países.

TABELA 3 - Brasil - Perspectiva do setor de produção de celulose.

TABELA 4 – Brasil - Principais investimentos diretos na produção de celulose.

TABELA 5 – Brasil - Balança Comercial do Setor Mercado de Madeira em Tora, 1988-2007.

TABELA 6 – Variação das exportações brasileiras por país de 2000 a 2004.

TABELA 7 – Brasil - Resultados.

TABELA 8 – Brasil, Análise de Variância do Modelo da Demanda (ANOVA).

TABELA 9 – Brasil, Matriz de correlações das variáveis geradoras do modelo da demanda de madeira em tora no período de 1988 a 2007.

TABELA 10 – Brasil, Análise de Variância do Modelo da Oferta (ANOVA).

TABELA 11 – Brasil, Matriz de correlações das variáveis geradoras do modelo da oferta de madeira em tora no período de 1988 a 2007.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1 – Base Florestal, Instrumento Comparativo.

FIGURA 2.2 – Produção Brasileira de Celulose e Papel 1970 – 2007.

FIGURA 2.3 - Balança Comercial do Setor de Celulose e Papel no Brasil 1950 – 2006.

FIGURA 4.4 - Instrumento de Tomada de Decisão.

FIGURA 4.5 - Resultados da Estatística D ao Nível de Significância de 5% para 17 Graus de Liberdade e 3 Variáveis explicativas (Modelo Demanda).

FIGURA 4.6 - Instrumento de Tomada de Decisão.

FIGURA 4.7 - Resultados da Estatística D ao Nível de Significância de 5% para 17 Graus de Liberdade e 3 Variáveis explicativas (Modelo Oferta).

APÊNDICES

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

a.a	- Ao Ano
ABIMCI	- Associação Brasileira da Indústria de Madeira Processada Mecanicamente
BNDES	- Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
BPE	- Benefício Periódico Equivalente
BRACELPA	- Associação Brasileira de Celulose e Papel
CEI	- Comunidade dos Países Independentes
CEPEA	- Centro de Pesquisas Econômica e Aplicada
Cresc.	- Crescimento
Cerflor	- Sistema Brasileiro de Certificação Florestal é afiliado.
EMBRAPA	- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EUA	- Estados Unidos da América
Fabr.	- Fabricação
FAO	- <i>Food and Agriculture Organization of the United Nations</i>
FGV	- Fundação Getúlio Vargas
FINAME	- Financiamento de Máquinas e Equipamentos Industriais e Agrícolas
FSC	- <i>Forest Stewardship Council</i>
ha	- Hectare
IBAMA	- Instituto Brasileiro de Meio Ambiente
IBGE	- Instituto Brasileiro Geográfico de Estatística
ICMS	- Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
IEDI	- Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial
IF	- Incentivos Fiscais
IGP	- Índice Geral de Preços
IPEA	- Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IMA	- Incremento Médio Anual
INPC	- Índice Nacional de Preço ao Consumidor
IPA	- Índice de Preço no Atacado

IPCA	- Índice de Preço ao Consumidor Amplo
Ind.	- Indústria
Kg	- Quilograma
Km	- Quilômetro
m ³	- Metro cúbico
MDF	- <i>Médium Density Fibreboard</i>
MMA	- Ministério do Meio Ambiente
MMT	- Mercado de Madeira em Tora
MQO	- Mínimos Quadrados Ordinários
MVIC	- Máxima Verossimilhança com Informação Completa
Om	- Oferta momentânea
Ocp	- Oferta de curto prazo
Olp	- Oferta de longo prazo
PNPC	- Programa Nacional de Papel e Celulose
PIA	- Pesquisa Anual da Indústria
PIB	- Produto Interno Bruto
PROGR.	- Programas
PROJ.	- Projetos
PRONAF	- Programa Nacional de Agricultura Familiar
PEFC	- <i>Programme for the Endorsement of Forest Certification</i>
R\$	- Real – moeda do Brasil
REMADE	- Revista da Madeira
SBS	- Sociedade Brasileira de Silvicultura
SECEX	- Secretaria de Comércio Exterior
TJLP	- Taxa de Juros de Longo Prazo
US\$	- Dólar – moeda dos EUA
VAR	- Auto-Regressivo Vetorial
VBP	- Valor Bruto da Produção
VLP	- Valor Presente Líquido
VLf	- Valor Líquido Futuro
VTI	- Valor da Transformação Industrial

1 INTRODUÇÃO

Estudar o mercado brasileiro de madeira em tora para a produção de celulose é o objetivo geral desta dissertação. Para a sua concepção, estimam-se um modelo de demanda e um modelo de oferta para caracterizar esse mercado. Ao estabelecer esses modelos foi possível estimar as elasticidades-preços da demanda e da oferta.

A pesquisa econômica sobre o cenário brasileiro do mercado de madeira em tora para produção de celulose indica que este segmento tem expressiva importância em termos do produto interno bruto (PIB), assim como na geração de empregos, no volume de salários pagos, de impostos recolhidos e no desempenho da balança comercial. No mercado internacional de produtos florestais madeireiros derivados de madeira em tora, o Brasil vem conquistando seu espaço em razão das vantagens competitivas que possui.(BRACELPA, 2007).

As plantações florestais atuam nas economias regionais e compõem um setor da economia que, por envolver tanto grandes empresas quanto pequenos produtores, merece atenção especial em termos de política pública, de modo a proporcionar um aumento de produção concomitantemente a diminuição dos riscos do investimento e o melhor retorno dos produtores (KEIPI, 2001). De acordo com Rodigheri (2001), estudos realizados na região sul do Brasil destacam que produtores de florestas de eucaliptos que apesar do alto custo inicial da atividade, obtiveram taxas internas de retorno (TIR) próximas aos 21,8% ao ano, com os povoamentos perfazendo uma produtividade média em torno de 35 m³/hectare/ano.

O comércio internacional é, para a maioria dos segmentos desse setor florestal, a principal estratégia econômica. Isto é compreendido ao verificar que em termos de estrutura de mercado há alguns segmentos dominados por poucas empresas sendo estas responsáveis por quase toda totalidade da produção, como no caso do *Médium Density Fibreboard* - MDF, celulose e papel. Há segmentos como o de móveis que, por serem pulverizados, não admitem economias de escala significativas. Para alguns pesquisadores, em função do mercado interno não ser capaz de absorver a produção local, as exportações se tornam a razão de existência de muitas empresas.

Nos setores intensivos em capital, em especial o de celulose, a atuação no mercado internacional é indispensável para viabilizar os investimentos em novas plantas industriais. No caso da indústria de móveis, embora o mercado interno seja determinante para estimular os investimentos, as exportações retratam a competitividade da indústria nacional. O comportamento do mercado de madeira em tora – MMT - no Brasil foi analisado por vários pesquisadores, tais como Carvalho (2003), Soares (2005) e Silva (2005) os quais concluíram que a existente estrutura organizacional para a produção de celulose possui características complexas.

Em particular, o conhecimento do comportamento dos preços e dos fluxos comerciais do MMT faz-se relevante para a economia nacional e para isto a análise das equações de demanda e oferta estimadas no país devem ser comparadas com outras regiões do mundo que participe desse mercado. Apesar da importância do MMT para o comércio nacional e para a economia mundial existem poucos estudos sobre este assunto (BRACELPA, 2007).

Neste contexto, desenvolveu-se este trabalho com a proposta de estudar e estimar um modelo de demanda e um modelo de oferta que possa retratar o comportamento do mercado de madeira em tora destinado à produção de celulose no cenário brasileiro, inclusive com a pretensão de estimar as suas elasticidades de preços de demanda e de oferta em comparação com outros países. Além disso, far-se-á a análise da estrutura do mercado de madeira em tora no Brasil bem como do comportamento da demanda e oferta, de exportações de celulose e da participação no mercado internacional.

1.1– Objetivos

1.1.1 Geral

- i. Analisar o mercado de madeira em tora destinado à produção de celulose no Brasil, no período 1988-2007.

1.2.2. Específicos

- i. Estimar as funções de demanda e de oferta do mercado de madeira em tora para produção de celulose, mediante a utilização de um modelo econométrico que represente o comportamento desse mercado no cenário econômico brasileiro, no período de 1988-2007.
- ii. Identificar e analisar as principais variáveis que afetam a demanda e a oferta de madeira em tora, no período considerado;
- iii. Estimar e analisar as respectivas elasticidades de preço da demanda e da oferta.

1.2– Justificativa

O tema é merecedor de estudo, tendo em vista ser o MMT um segmento produtivo em ascensão competitiva. Nesse contexto o conhecimento e o domínio empresarial sobre as variáveis que afetam os negócios, a curto prazo, se transformam em uma vantagem competitiva adicional. Para tanto é fundamental possuir informações e ferramentas que auxiliem no processo de tomada de decisão, para investimentos no setor que objetivem a dilatação das plantas de produção, como também, os níveis de emprego e de salários.

Dentre as várias ferramentas, têm-se as elasticidades-preço da demanda e da oferta, as economias externas e as inovações tecnológicas. Pelo lado investigativo a capacidade analítica de prever modelos econométricos que visam o entendimento dos problemas da comercialização dos produtos de madeira em tora, a fim de buscar diferenciais competitivos no setor e em suas áreas de influência.

1.3 – Estrutura da Dissertação

Além da introdução e da conclusão, esta dissertação apresenta três capítulos centrais. No segundo capítulo é exposto a revisão de literatura (bibliográfica), os estudos relativos à elasticidade de preço da demanda e da oferta no Brasil e resto do mundo, de modo a elaborar uma *proxy* precisa do poder do MMT no país.

Já no segundo capítulo descreveu-se o âmbito do estudo de caso, justificando a adequação do mercado do MMT para os objetivos do estudo através de três aspectos básicos, quais sejam: os dados desse mercado são detalhados e amplamente disponíveis; a forma que se comporta MMT no Brasil; e o objetivo de conhecer o mercado de madeira para produção de celulose. O referido capítulo descreve também o processo de construção do banco de dados utilizados para a seleção desses.

O terceiro capítulo constitui a principal meta dessa dissertação e inclui a estimativa das equações de demanda e oferta para o mercado interno brasileiro. Inicialmente, a discussão é sobre a especificação econométrica do modelo e a metodologia de estimativa utilizada com especial ênfase na escolha dos instrumentos. Em seguida, é realizada a descrição da base de dados e são abordadas questões relacionadas à procedência e qualidade das variáveis. A última etapa do capítulo corresponde à discussão, interpretação e testes dos resultados obtidos.

Com base nestes resultados, foram indicadas direções de política para o setor de produção de madeira em tora, mais especificamente para madeira de eucalipto por que representam o maior quantitativo no estudo. A dissertação finaliza com a sugestão de novas aplicações para as técnicas econômicas empregadas.

2. A ECONOMIA DOS MERCADOS DE TORAS PARA CELULOSE: UMA REVISÃO DE LITERATURA.

2.1– Considerações Iniciais.

No mundo inteiro, as florestas nativas foram exploradas irracionalmente ao longo dos séculos, devido à grande demanda de madeira, que durante muito tempo foi o principal combustível disponível e matéria-prima para as construções. Atualmente, aos poucos, as florestas plantadas vêm ocupando esse papel, promovendo a preservação e a restauração das florestas nativas remanescentes.

No que tange a preservação, o Brasil é o sétimo país do mundo em áreas plantadas com florestas. São cerca de 5,5 milhões de hectares, aproximadamente 7,7% das áreas agriculturáveis do país. Sua presença se traduz em ganhos ambientais importantes, pois reduz a pressão sobre as florestas naturais e contribui para a preservação e recuperação dos solos e, portanto, das áreas degradadas. (BRACELPA, 2007).

As características climáticas do Brasil e a tecnologia de manejo florestal aqui desenvolvida fazem da produção de madeira em tora (eucalipto e pinus) uma atividade extremamente promissora, economicamente viável, ambientalmente correta e socialmente justa. Sua cadeia produtiva compreende as seguintes etapas: produção de madeira, energia, celulose, papel, conversão em artefatos de papel e papelão, reciclagem de papel, produção gráfica e editorial, além das atividades de transporte, distribuição e comércio. (CEPEA, 2006)

As florestas plantadas somam atualmente cerca de 5,5 milhões de hectares no Brasil. A maior parte, mais de 3 milhões de hectares, destina-se à produção de papel e celulose, mas o setor congrega também as empresas florestais voltadas para geração de energia, indústria moveleira, painéis de madeira e madeira sólida.

A indústria de papel e celulose é produtora de commodities, cujos preços são determinados no mercado internacional, oscilando segundo a conjuntura externa. Essa indústria, caracterizada como um oligopólio homogêneo, tem um produto com pouca diferenciação, notadamente no caso da celulose, além de depender de grandes escalas de produção para reduzir custos, o que leva boa parte das firmas do setor a serem

verticalizadas. Outra característica importante dessa indústria refere-se à necessidade de explorar recursos florestais para obter sua principal matéria-prima, a madeira. Esse traço, associado às características de seu processo de produção, revela o alto potencial poluidor da atividade. (SILVIMINAS, 2007)

A cadeia produtiva que tem por base as florestas plantadas gera cerca de 4,1 milhões de empregos e é responsável por 4,5% do Produto Interno Bruto (PIB). Apesar desses números expressivos, a participação brasileira no mercado mundial ainda é pequena e o setor de florestas plantadas se encontra em expansão. (MONTEBELLO, 2007)

Os investimentos geram um efeito multiplicador de renda bastante significativo, principalmente pelo estímulo à produção de bens de capital e à construção civil. As firmas dessa indústria geram tanto empregos diretos como indiretos nos pólos e/ou cidades articuladas ao setor (MDIC, 1997).

Plantar florestas vem se consolidando como um bom negócio e atrai um número crescente de pequenos e médios proprietários rurais. Em 2005, esse segmento foi responsável por 23% das novas áreas de florestas plantadas, por meio de projetos de fomento florestal. (BRACELPA, 2007)

2.2 – Mercado de Toras Para Celulose no Mundo.

A análise do mercado de madeira em tora em termos mundiais tem uma larga utilização como fonte de energia e de calor. São poucas as alternativas, economicamente viáveis, que se desenvolveram para substituir a madeira nessas funções. Entretanto, é importante ressaltar que o comércio internacional é proporcional ao valor agregado dos produtos, ou seja, os fluxos do comércio se ampliam na medida em que os produtos são mais industrializados e mais próximos dos produtos finais. No caso dos produtos com menor valor agregado, o padrão de consumo reflete em boa medida a disponibilidade local dos insumos. Outro item importante é como o padrão de verticalização da produção afeta o comércio e a produção, ou seja, o consumo industrial de madeira como matéria-prima para os segmentos de maior industrialização.(CEPEA, 2006)

O mercado mundial de produtos florestais madeireiros é ainda muito concentrado nos países desenvolvidos, em especial nos Estados Unidos da América, que possui entre 25% e 35% da fabricação mundial. A China tem se destacado como um produtor emergente em vários segmentos, embora sua participação nos principais mercados da cadeia madeireira seja bem menor que em outros mercados de *commodities* industriais, cimento e aço, por exemplo. Ainda assim, continuará abaixo da participação dos Estados Unidos no futuro previsível, exceto talvez em painéis de madeira. (FAO, 2006).

Existem diversos países comprando celulose no mercado internacional, porém, a estrutura de consumo deste produto esta concentrada principalmente em alguns países da Europa (Alemanha, Reino Unido, Holanda, França, Bélgica e Itália), na América do Norte (Estados Unidos e Canadá) e Ásia (China e Japão).

Segundo a Votorantin Celulose e Papel - VCP, o comércio internacional de celulose apresentou , em 2005, uma dimensão de 51,5 milhões de toneladas, com a fibra de eucalipto participando com 9,7 milhões de toneladas, das quais o Brasil contribuiu com 60%. A maior produtora mundial de celulose de Fibra Curta, mais especificamente de eucalipto é a Aracruz Celulose S/A.

A figura 1 apresenta o resultado da base florestal, demonstrando a produtividade das florestas de rápido crescimento por meio do comparativo entre Brasil, Uruguai, Indonésia e Chile.

Base Florestal: Brasil, Benchmark Mundial

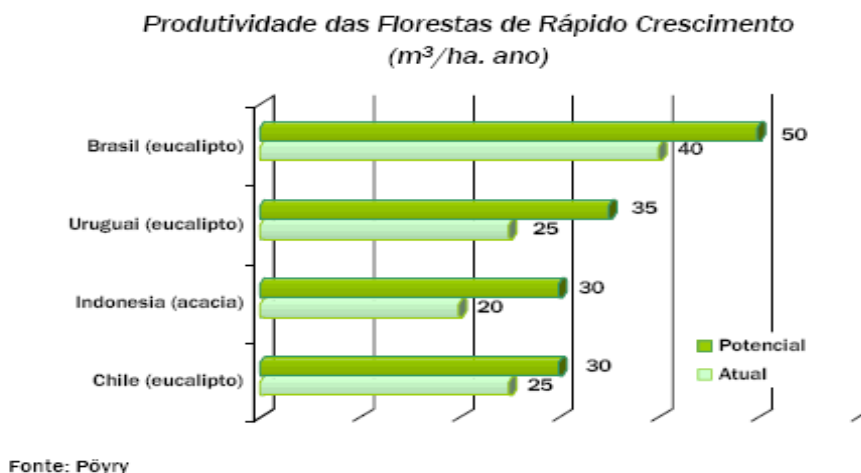


FIGURA 2.1 – Base Florestal, Instrumento Comparativo.

Diversos estudos quantitativos sobre o comportamento econômico do mercado de madeira foram descritos, sendo os que melhor contemplam essa dissertação, são analisadas em seguida.

De acordo com Klemperer (1996), estudos quantitativos nos Estados Unidos têm mostrado baixas elasticidades-preço na oferta e demanda de madeira em tora a curto prazo. Sendo encontrados valores variando entre (0,06 – 0,99), estando a sua maioria abaixo de 0,5. O autor aponta que as baixas elasticidades-preço encontradas para oferta têm levado alguns analistas a se preocuparem com a habilidade do mercado de ofertar madeira com o aumento de seu preço, embora isso não seja, necessariamente, um problema a longo prazo.

A ausência da influência preponderante de bens substitutos na função de demanda não é de se estranhar. Klemperer (1996) não considerou a ascendência de bens substitutos na demanda de madeira. Segundo o autor, as variáveis que determinam a demanda de madeira para indústria sólida do lado do consumidor final são: renda *per capita* real, população e taxa de juros. Conforme Gregory (1987), devido a não existência aparente de um substituto de madeira em tora para o processamento mecânico, alguns pesquisadores têm concluído que a demanda de madeira em tora deste segmento deve ser inelástica.

Foi realizada uma análise econométrica no mercado de madeira em tora para serraria e polpa na Suécia. Os resultados das estimações foram baseados em séries

temporais que cobriram o período de 1953 a 1981. A oferta de madeira para serraria foi estimada em função dos: preço da madeira em tora para serraria, preço da madeira para polpa e custos de colheita. A demanda teve como variáveis relevantes o preço da madeira em tora para serraria, a diferença entre o preço dos produtos de madeira serrada, os salários pagos nas serrarias e a oferta defasada em um período. (BRÄNNLUND, JOHANSSON E LÖFGREN, 1985)

O comportamento do mercado de madeira em tora na Finlândia foi analisado por meio de um modelo econométrico, utilizando-se séries temporais entre 1962 e 1981. A equação de demanda foi baseada no ajuste parcial do estoque de matéria-prima no início do período de produção, e foi obtida uma elasticidade-preço da demanda quase unitária. A oferta foi mostrada como sendo em função direta do preço e estoque de crescimento e indireta com a renda de produtos não-madeireiros dos proprietários de floresta. (KUULUVAINEN, 1986)

Na tentativa de derivar a função de oferta, Newman (1987) considera a variável inventário florestal como uma *proxy* inversa para os custos de colheita. Segundo o autor, com um aumento no volume de madeira em pé, os custos marginais de colheita percebidos em economias de escala diminuem. Esta diminuição dos custos possibilita então um aumento da oferta total.

Newman (1987) apresentou um modelo agregado regional para o mercado de madeira para polpa e segmento sólido. A área de estudo cobriu 12 estados do sul dos Estados Unidos e foram utilizados dados entre o período de 1950 a 1980. A estrutura do modelo foi baseada nos trabalhos realizados na Suécia e Finlândia por Brännlund, (JOHANSSON e LÖFGREN, 1985) e (KUULUVAINEN, 1986). A demanda foi derivada pela diferenciação da função de maximização do lucro com respeito ao preço de madeira em pé. Desta forma, a mesma foi explicada em função do: preço, preço dos bens finais produzidos com madeira, custo com mão de obra e taxa de juros. A derivação da oferta agregada não foi possível em virtude da heterogeneidade dos proprietários de florestas e estrutura de manejos utilizados. Porém, foram assumidas como variáveis influentes na oferta de madeira: o preço da madeira para serraria, o preço da madeira para polpa e o inventário.

O mercado de madeira para polpa no Texas (EUA), foi analisado onde foram utilizadas séries temporais anuais entre 1964 e 1986. A oferta foi estimada em função do: preço de madeira em pé para polpa, inventário, taxa de juros a curto prazo, renda de não-madeireiros, atividade da vespa da madeira e preço da madeira para serraria. A demanda foi ajustada em função: do preço de madeira para polpa, da capacidade de produção das fábricas de papel e celulose, de um parâmetro de tecnologia que define a relação de contribuição de madeira mole e dura na produção de polpa, nível de exportações do complexo de papel e celulose, preço da celulose e preço de resíduos como variável para indicar o bem substituto. As variáveis mais importantes na determinação da quantidade produzida de madeira para polpa e no seu preço foram: inventário, relação de contribuição entre fibra de madeira mole e dura, capacidade das fábricas e renda. (CARTER, 1992)

Polyakov, Teeter e Jackson (2005) apresentaram uma análise econométrica dos fatores que influenciam a demanda e oferta de madeira para as fábricas de papel e celulose no Alabama (EUA). As variáveis responsáveis na explicação da demanda por madeira foram: preço da madeira, capacidade instalada do complexo de papel e celulose e o preço da madeira oriunda do Mississippi. Esta última variável foi fundamentada ao grande comércio de madeira entre o Alabama e Mississippi e os seus resultados finais indicaram uma relação de substituição entre as regiões. Da mesma forma que Newman (1987), Brännlund, Johansson e Löfgren (1985) e Carter (1992) foram utilizados como variáveis explicativas da oferta: o preço da madeira em polpa e o preço da madeira para serraria. Porém, não foi utilizada a variável inventário, no seu lugar utilizou-se a variável oferta defasada em um período.

Estudos examinaram o mercado de madeira em polpa na Finlândia usando dados do período de 1960 a 1988. A oferta foi estimada com base nos preços da madeira, preço defasado em um período, renda de não-madeireiros, estoque de crescimento negociável de madeira, taxa de juros e oferta defasada. As variáveis representativas da demanda pelas empresas de papel e celulose foram: preço, preço defasado em um período, custo de mão-de-obra, custo do capital e o preço de exportações dos produtos finais das fábricas de celulose e papel. Em contrário a outros estudos do mercado de madeira para celulose, o preço mostrou ter um efeito significativo na demanda. (HETEMÄKI e KUULUVAINEN, 1992).

As equações de oferta e demanda de madeira para a Carolina do Norte (EUA), foram estimadas por meio de séries anuais de dados compondo o período de 1962 até 1982. Utilizaram-se apenas duas variáveis para explicar a demanda; o preço da madeira em pé e o preço dos bens finais que utilizam madeira. Da mesma forma a equação da oferta foi bem simples, apresentando-se em função do preço da madeira em pé e do inventário. (DANIELS E HYDE, 1986).

Foi proposto um modelo para madeira beneficiada nos Estados Unidos baseado em dados anuais entre o período de 1960 a 1979, consistindo na estimação da demanda e oferta. A demanda por madeira foi expressa em função: do preço da madeira, preço de materiais substitutos, preço dos produtos finais que utilizam madeira, nível de salários e taxa de juros. Para a oferta foram utilizadas as seguintes variáveis: quantidade ofertada defasada, preço de madeira, taxa de salários, custos de produção de madeira em pé, taxa de juros e variável tendência. As variáveis utilizadas para explicar o preço foram: quantidade média demandada nos últimos dois anos, média dos estoques possuídos pelas fábricas nos últimos dois anos, média das exportações e preço defasado nos últimos dois anos como uma variável para medir a expectativa dos preços. (LUPPOLD, 1984)

As equações de oferta e demanda para madeira em pé em Montana (EUA), foram estimadas utilizando uma base de dados que contemplou o período de 1965 a 1979. A demanda por ser derivada da demanda por bens finais, apareceu em função do: preço de madeira em pé e o preço dos bens finais. A oferta foi explicada com base no preço da madeira em pé e área florestal comerciável. (JACKSON, 1982)

Hultkrantz e Aronsson (1989) assumiram uma perda de realismo em seu modelo devido a não terem discriminado o mercado de madeira para polpa e de madeira serrada. Entretanto, os autores acreditam ser limitado uma consideração independente desses mercados, devido que mais da metade dos resíduos provenientes das serrarias são utilizados nas fábricas de papel e chapas de fibras na Suécia.

O mercado de madeira em tora na Suécia com dados coletados entre os anos de 1961 até 1984 foi analisado de forma quantitativa. A oferta foi estimada em função do preço da madeira em tora, os custos de colheita, taxa de juros real e a disponibilidade de árvores maduras para corte. As variáveis utilizadas para estimar a demanda foram: preço da

madeira em tora, a capacidade máxima de consumo da indústria florestal e a lucratividade da mesma. (HULTKRANTZ E ARONSSON, 1989).

As elasticidades para demanda e oferta de madeira serrada na Austrália foram estimadas por meio de dados anuais entre o período de 1955 até 1985. As variáveis consideradas importantes na demanda foram: preço, preço dos substitutos, população e atividade da construção civil. Como substituto foi utilizado somente preço de outros tipos de madeira pela dificuldade de encontrar dados de outros materiais como concreto e aço. Na demanda a renda não foi significativa e o preço não mostrou ser uma boa variável explicativa. De acordo com o autor a explicação para isto se deve ao baixo custo da madeira na construção civil. A variável mais importante esteve relacionada com a atividade da construção civil. Neste estudo foram estimadas as ofertas no mercado interno e externo, as variáveis utilizadas foram: preço, preço dos substitutos, variáveis para medir o estoque de madeira e algumas medidas de custos de produção. Como substitutos na oferta foram considerados os vários tipos de madeira serrada importada. Para captar a influência do estoque foram testadas duas variáveis: a oferta defasada e atividade das construções residenciais. (BIGSBY, 1993).

Uma análise econométrica do mercado de madeira para celulose em Wisconsin (EUA), foram utilizados dados anuais entre o período de 1948 a 1969. Foi considerada apenas a variação da capacidade instalada como variável para explicar a demanda, não sendo apreciado o preço da madeira em virtude dos altos custos de operação das fábricas de papel e celulose. Isto levou à conclusão que a curto prazo a demanda por madeira em polpa não flutua com o preço. A oferta foi estimada em função do preço, oferta defasada e importação defasada. A variável importação defasada deve-se que a maior parte dos importadores de madeira esteve dentro da área de estudo, sendo concluído que a oferta de madeira deve ser aumentada não só pelo aumento do preço simplesmente, mas também pelas mudanças nos custos de importação e exportação. (LEUSCHNER, 1973).

Segundo Leuschner (1973) um ano bom pode prover um maior lucro incentivando a permanência ou ampliação da produção florestal; um ano ruim pode dirigir produtores e mão-de-obra para outros empreendimentos. Alguns trabalhos presentes na literatura que utilizaram uma variável auto-regressiva para oferta foram: WIECHETECK (2001),

HETEMÄKI e KUULUVAINEN (1992), LEUSCHNER (1973), POLYAKOV, TEETER e JACKSON (2005) e ADAMS (1975).

Uma última possibilidade para captar a influência da disponibilidade de madeira presente na literatura tem como base o trabalho de Jackson (1983). Segundo o autor, o indicador mais desejável para explicar a variação da oferta é o nível de estoque de crescimento avaliado para colheita, ou seja, se trata do inventário apenas da quantidade de madeira apta ao corte. Outro trabalho que utilizou esta variável foi o de HETEMÄKI e KUULUVAINEN (1992).

Modelos econométricos foram desenvolvidos empregando duas sub-regiões geográficas, Wisconsin e Michigan-Minnesota (EUA). Foram consideradas variáveis relacionadas ao consumo de madeira para polpa: o custo de colheita, o preço da madeira, o inventário e o comércio de madeira em polpa entre as sub-regiões. As demandas foram estimadas em função da: quantidade de resíduos recebidos, demanda de madeira em tora pelas fábricas de celulose e mudanças no inventário das fábricas de papel e celulose. A oferta em Michigan foi explicada em função do preço da madeira e oferta defasada. Além de estimar as funções de oferta e demanda, foram estimadas equações do consumo de madeira em polpa e mudanças no inventário de madeira em tora. (ADAMS, 1975).

De acordo com Williams e Nautiyal (1990), a dependência de um longo prazo ótimo torna quase impossível a formulação de uma função de oferta de madeira a longo prazo sustentada pela teoria econômica clássica. Em virtude disso, vários autores têm utilizado os princípios de Faustmann¹ apud Buongiorno (2001) para formular uma equação de oferta de madeira. Entretanto, essas considerações apresentam várias limitações para este fim. A principal delas é a consideração das atividades de plantio e colheita como intermitentes, onde a decisão de plantio é dependente da decisão de colheita. Na atividade florestal essas decisões são feitas de forma simultânea e ocorrem em diferentes níveis frente às influências de preço e custos de produção.

Williams e Nautiyal (1990), na tentativa de derivar uma equação de oferta de madeira a longo prazo, utilizaram os princípios de Faustmann apud Buongiorno (2001). Foi concluído que um aumento do preço da madeira e conseqüente adiantamento no corte da

¹ FAUSTMANN, Calculation of the value which forest land and immature stands possess for forestry. *Allgemeine forst-und jagdzeitung*, n.15, p. 441 – 455, 1849.

floresta não levam a uma diminuição da oferta a longo prazo. Isto por que a perda no rendimento da colheita da floresta é mais do que equilibrado com a antecipação dos períodos de corte. Binkley (1993), em estudo da oferta de madeira a longo prazo e também partindo dos princípios de Faustmann apud Buongiorno (2001), obteve resultados opostos a Williams e Nautiyal (1990).

De acordo com Yin e Newman (1997), atualmente a análise da oferta de madeira a longo prazo é amparada pela falta de uma bem definida função de lucro, a qual possibilite os fundamentos teóricos para derivar uma equação de oferta consistente. E esta inabilidade de prever as interações que ocorrem entre insumos e produção em resposta à mudança de seus preços é que acaba levando muitos pesquisadores buscarem aproximações baseadas no modelo de Faustmann.

Yin e Newman (1997) apontando algumas limitações ao uso do modelo de Faustmann e na proposição de estimar a oferta agregada a longo prazo tiveram como objetivo esclarecer algumas confusões presentes na literatura sobre o assunto. Segundo os autores, a definição econométrica da oferta de madeira deve ser diretamente derivada da função de produção e deve contemplar as seguintes variáveis: preço, custo de regeneração, custo da terra e outras variáveis relevantes.

Kant, AL-Ameen e Nautiyal (1996) estruturaram modelos de oferta e demanda para importação e exportação dos setores de madeira, moveleiro e de papel e celulose, utilizando dados entre o período de 1961 – 1991. Este trabalho foi realizado no Canadá e teve como diferencial a utilização de variáveis macroeconômicas na estimativa das funções de oferta e demanda. As variáveis explicativas da demanda do setor de madeira para o consumo interno foram: preço da madeira, renda, atividade habitacional, custo da construção civil, desemprego, inflação e riqueza do país. A oferta foi explicada através do: preço, desemprego e capital utilizado em equipamentos.

Robinson (1974) estimou um modelo com oito equações econométricas para o mercado de duas espécies florestais de madeira. As variáveis utilizadas para expressar as equações estruturais foram: quantidade consumida, produzida e importada de madeira; preço real de produtos de madeira; preço real de madeira em pé; quantidade de produtos de madeira produzidos; renda real do frete de madeira; produtividade nas serrarias; quantidade de resíduos produzidos; taxa de câmbio entre Estados Unidos e Canadá; taxa de juros;

tendência; quantidade de madeira importada defasada em um período; valor real da construção residencial; número de unidades habitacionais construídas.

Sarkar² apud Wiecheteck (2001) especificou um modelo de oferta e demanda de madeira em Bangladesh. Para explicação da demanda foram utilizadas variáveis referentes à demanda primária de madeira como o PIB e população.

2.3 – Mercado de Toras Para Celulose no Brasil.

A cadeia produtiva com base no setor florestal constitui uma atividade econômica complexa e diversificada de produtos e aplicações energéticas e industriais. No mundo inteiro, o setor florestal tem importância como fornecedor de energia ou matéria prima para a indústria da construção civil e de transformação. No Brasil, apresenta ainda características mais singulares em razão do fato do País estar entre os principais detentores de recursos florestais abundantes, sendo um país que possui extensa área de florestas tropicais (BRACELPA, 2007).

Extensas áreas reúnem florestas tropicais abundantes e uma produção integrada, com base na plantação de pinus e eucaliptos, construiu-se ao longo dos anos, uma estrutura produtiva sofisticada, com relações entre os fornecedores e as indústrias de bens intermediários e de consumo, que convive com práticas arcaicas de destruição das florestas. (IPEA, 2007).

Uma tensão permanente é gerada no processo de desenvolvimento dessa cadeia produtiva, ora limitando a expansão de ativos florestais e de capacidade empreendedora da indústria; ora levando o país ao constrangimento de anunciar índices altos de desmatamento da Amazônia. Até esse momento, apesar dessa tensão, o resultado tem sido a expansão da indústria, que ampliou sua participação na produção e no comércio mundial. Contudo, as empresas vêm enfrentando, cada vez mais, dificuldade de ampliar seus negócios, em especial na região amazônica. (ABIMCI, 2007)

² SARKAR, A. Optimal resource allocation in timber products. **Resource Management and Optimization**, n. 9 v. 1 p. 61 – 76, 1991.

Entretanto, o Brasil desenvolveu uma complexa estrutura produtiva no setor florestal, em decorrência de suas florestas nativas, da importância mundial da indústria papelreira e de insumos, projetos de engenharia e produtos florestais. (SBS, 2006)

Em razão de seus ativos florestais e da capacidade empreendedora de sua indústria, o País vem ampliando sua capacidade na produção no setor florestal, sendo que, o setor de celulose é dominado por poucas empresas de grande porte, integradas verticalmente da floresta até os produtos acabados, que oligopolizam completamente a produção e o comércio.

No que se refere comércio mundial de produtos florestais, esse mercado é caracterizado por ser muito concentrado em países desenvolvidos, em especial nos Estados Unidos, que possui entre 25% e 30% da fabricação mundial. A China tem se destacado como um produtor emergente em vários segmentos, embora sua participação nos principais mercados da cadeia madeireira seja bem menor que outros mercados de *commodities* indústrias – cimento e aço, por exemplo – e continuará abaixo da participação dos estados unidos no futuro previsível, exceto talvez em papéis de madeira. (SBS, 2007)

Na produção de madeira serrada, compensados e móveis, existe um grande número de empresas de pequeno e médio porte, de menor capacidade empresarial (concorrência perfeita³), sendo que no caso da indústria de móveis, além da variedade no uso de materiais, o setor apresenta uma forte pulverização das preferências dos consumidores, levando a uma redução de escala da demanda e uma enorme fragmentação do mercado. (IEDI, 2006).

Há de se salientar também que na literatura Brasileira existem poucos trabalhos que analisam o mercado de madeira em tora para produção de celulose (eucalipto e pinus), sendo que a sua maioria indica que a demanda de madeira é inelástica a preços e que não existe substituto perfeito para a este produto. (MONTEBELLO, 2007).

³ A concorrência perfeita é um conceito exato e forma a base de um dos mais importantes modelos de comportamento econômico. A essência do conceito, definida com detalhes, é de que o mercado é inteiramente impessoal. Não há rivalidade entre os vendedores no mercado e os compradores não reconhecem a sua competitividade vis-à-vis. Ou seja, num certo sentido, a concorrência perfeita descreve um mercado no qual existe uma ausência completa de concorrência direta entre os agentes econômicos. Como conceito econômico teórico é o exatamente oposto ao conceito empresarial de concorrência. (FERGUSON, 1989).

Para Ângelo (1998), os produtos madeireiros brasileiros são substitutos imperfeitos ao produto doméstico do país importador, ou seja, são diferenciados pelo consumidor. Entre as razões para essas distinções, destacam-se a diferença na qualidade do produto e as discrepâncias nos procedimentos, leis comerciais, formalidades alfandegárias, entre outros.

Em um trabalho quantitativo sobre as exportações brasileiras de painéis de madeira, BRASIL (2002) avaliou como variáveis importantes para a demanda do mercado externo: preço das exportações, preço do substituto e renda dos países importadores. Para oferta de exportações de painéis foram utilizadas as seguintes variáveis: preço no mercado externo, taxa de câmbio efetiva real, demanda interna e preço doméstico.

A produção de madeira no Brasil pode ser analisada pela composição da cadeia produtiva, que tem por base as florestas plantadas, gerando cerca de 4,1 milhões de empregos e é responsável por 4,5% do Produto Interno Bruto (PIB).

Apesar desses números expressivos, a participação brasileira no mercado mundial ainda é pequena e o setor de florestas plantadas está em expansão. Plantar florestas vem se consolidando como um bom negócio e atraindo um número crescente de pequenos e médios proprietários rurais.

Entre os anos de 2006 e 2007, esse segmento foi responsável por aproximadamente 27% das novas áreas de florestas plantadas, por meio de projetos de fomento florestal (SUZANO, 2007).

Atualmente, o Brasil é o principal produtor de celulose de fibra curta de eucalipto, e esta vem ganhando mercado diante da celulose de fibra longa, em função do custo tecnológico utilizado na sua produção ser mais barato. O crescimento da produção brasileira está relacionado, parcialmente, a incentivos fiscais e creditícios concedidos às empresas do setor. Trata-se de um mercado altamente concentrado. (CEPEA, 2007).

Os investimentos realizados pelo setor nos últimos anos tornaram o Brasil o maior produtor mundial de celulose de fibra curta. Desde 1990 a produção brasileira passou de 1,4 para 7,7 milhões de toneladas ano, sendo que no ano de 2007 a produção nacional de celulose superou a produção dos Estados Unidos da América EUA. (BRACELPA, 2008).

No que se refere ao setor de celulose e papel, o Brasil é composto atualmente por 220 empresas localizadas em 450 municípios, em 16 estados, sendo que 35 empresas exportam freqüentemente. O setor é altamente intensivo de capital e seus investimentos têm longo prazo de maturação. Vale ressaltar que apenas cinco grupos respondem por aproximadamente 75% da produção de celulose no Brasil. (BRACELPA, 2008).

As indústrias produtoras de celulose podem ou não estar integradas às indústrias produtoras de papel, seja em uma mesma planta industrial ou na mesma empresa. Assim, há empresas que vendem toda sua produção no mercado e empresas que só comercializam os seus excedentes. Essa dinâmica faz formar um mercado para a celulose que, em escala mundial, é conhecido como *market pulp*. Como exportadores, participam deste mercado, principalmente, Canadá, Estados Unidos, Suécia, Brasil, Finlândia, Chile, Indonésia e Portugal, os quais, juntos, respondem por 79% do total de celulose transacionado no mercado internacional.

Outro tópico relevante refere-se ao desempenho do comércio internacional, e particularmente a celulose quanto evolução das exportações e importações brasileiras, em termos absolutos e de sua participação relativa *market share*. Existem inúmeros países comprando celulose no mercado internacional, porém, a estrutura de consumo deste produto está concentrada principalmente em alguns países da Europa (Alemanha, Reino Unido, França, Holanda, Itália e Bélgica), América do Norte (Estados Unidos e Canadá) e Ásia (Japão). (SANJUAN, 2003).

O fluxo internacional da celulose se dá, principalmente, dos países escandinavos para a própria Europa; do Canadá para a própria América do Norte, bem como para a Europa e a Ásia, e do Brasil e Chile para a Europa, os Estados Unidos e a Ásia. O Brasil, logo após o Canadá, é o produtor que apresenta a estrutura de comercialização mais importante e diversificada em termos mundiais, uma vez que os demais grandes produtores escandinavos e ibéricos concentram 98% de suas vendas no próprio continente (MACEDO et al., 1995).

Apesar da importância do comércio internacional de celulose para a economia mundial, ainda há poucos estudos tratando deste tema, alguns dos quais estão relacionados em seguida.

Gillers & Buongiorno (1987) desenvolveram um modelo de pesquisa operacional, denominado *Papyrus*, para a indústria de celulose norte-americana, o qual foi baseado no princípio de equilíbrio espacial. Este modelo utiliza programação linear que incorpora curvas de oferta e demanda, permitindo fazer projeções a longo prazo da produção, do consumo, da importação, da exportação, do preço de equilíbrio.

Oliveira (1995) empregou um modelo de comércio internacional para analisar possíveis mudanças comerciais e estruturais no mercado mundial de celulose, considerando os principais países importadores e exportadores. Para a construção do modelo, foram utilizados como base os fundamentos da “teoria da demanda por produtos distinguidos por local de origem”.

Os produtos brasileiros de papel e celulose são fabricados exclusivamente, por madeiras de florestas plantadas, basicamente de eucalipto e pinus. A tabela 1 apresenta o desempenho do setor de celulose no Brasil, mediante as variações percentuais no período de 2006 - 2007.

TABELA 1 - Desempenho do Setor de Celulose e Papel (2006 – 2007)

	2006 – 1000t	2007 – 1000t	var %
Produção	11180	11916	6.6
Importação	362	346	-4.4
Exportação	6246	6584	5.4
Consumo Aparente	5296	5678	7.2
Papel	2006 -1000t	2007- 1000t	var %
Produção	8725	8966	2.8
Importação	967	1097	13.4
Exportação	1990	2006	0.8
Consumo Aparente	7702	8057	4.6
Consumo Per Capita	41.2	42.6	

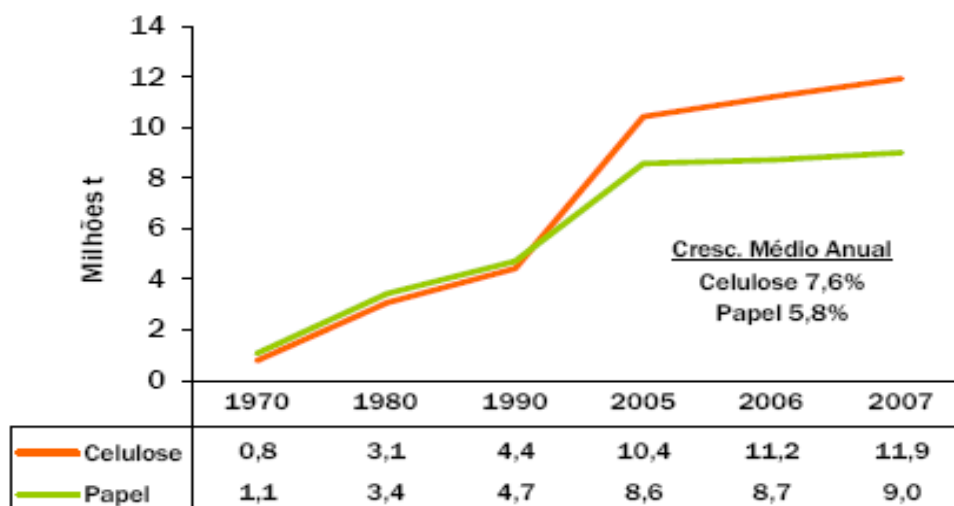
Fontes: Secretaria de Comércio Exterior (SECEX) – Ministério de Desenvolvimento e Comércio Exterior (MIDIC); dados do desempenho da Economia Brasileira, 2006, 2007.

A indústria de papel e celulose registrou em 2006 resultados significativos em seu desempenho produtivo, onde, segundo as projeções da Bracelpa, a produção de celulose

alcançou 10,8 milhões de toneladas, e a de papel atingiu quase 10 milhões de toneladas. O consumo aparente nacional de papel neste mesmo período foi de 7,3 milhões de toneladas. Este resultado indicou um consumo per capita anual de aproximadamente 39,5 kg/habitante. Diante esses números, a figura 2 apresenta o incremento da produção brasileira de celulose e papel no período de 1970 a 2007 segundo dados obtidos junto a Bracelpa, demonstrando um crescimento médio anual da produção celulose e papel em torno de 7.6% e 5.8%, respectivamente. (BRACELPA, 2007)

No que se refere ao comércio internacional, o Brasil é o principal exportador de celulose de fibra curta de eucalipto. De acordo com resultados anunciados pela Suzano Papel e Celulose e disponibilizados pela Associação Brasileira de Celulose e Papel – Bracelpa, “o crescente *spread* entre a celulose de fibra curta e fibra longa intensificado pelo processo de substituição favorecendo a demanda por celulose de eucalipto”, corrobora para o crescimento da participação brasileira nas exportações mundiais do referido setor.

Produção Brasileira de Celulose e Papel



Fonte: Associação Brasileira de Papel e Celulose - Bracelpa, 1970, 2007.

FIGURA 2.2 – Produção Brasileira de Celulose e Papel.

Nesse cenário mundial, o Brasil ocupou, em 2005, a 7ª posição como país produtor. Em comparação ao ano de 1980, em que o país produziu 3,14 milhões de toneladas, houve salto para 10,35 milhões de toneladas de celulose produzidas em 2005.

Este crescimento, conforme Pizzol & Bacha (1998), deveu-se, em parte, aos incentivos fiscais e creditícios concedidos às empresas brasileiras de celulose. Na década de 1970, dentro do 2o Plano Nacional de Desenvolvimento, o setor de papel e celulose teve grande impulso, praticamente duplicando sua produção. As décadas de 1980 e 1990 presenciaram um apoio marcante do BNDES aos planos de expansão das empresas de papel e celulose.

Vale ressaltar que o Brasil possui, no momento, a maior participação na produção mundial de celulose de fibra curta de eucalipto, a qual foi introduzida a partir dos anos 70 pelos países então chamados de produtores não tradicionais como, por exemplo, Brasil, Portugal e Espanha.(MONTEBELLO, 2007)

No que se refere ao complexo de papel e celulose podem ser citados os trabalhos de CRUZ et al. (2003, p. 48 - 55); CRUZ (2001, p. 1 - 145) e SILVA (1996, p. 1 - 120). Para o uso energético da madeira destacam-se os trabalhos de SILVA e SILVA (1996, p. 57 - 67); AMÂNCIO, BRANDT e PEREIRA (1983, p. 31 - 56); PEREIRA, BRANDT e TEXEIRA (1982). Há de se ressaltar também alguns trabalhos referentes ao mercado externo para o segmento de madeira sólida, entre eles o de ANGELO e SILVA (1998); ANGELO, HOSOKAWA e BERGER (1998); BRASIL (2002); CALDERON (2005).

A principal fonte de matéria prima para a produção de celulose, no Brasil, é a madeira de eucalipto, que é composta por fibras curtas (0,8 a 1,2 mm de comprimento). As empresas cujo processo de produção dão origem à celulose de fibra curta são denominadas “linha branca” de produção, enquanto que as empresas que produzem celulose de fibra longa são denominadas de “linha marron” de produção. A maior parte da celulose produzida no Brasil, cerca de 70 %, pertence à linha branca de produção (RIBEIRO, 1998).

Entre outras vantagens comparativas do Brasil em relação a outros países está a alta produtividade das espécies cultivadas para fins de produção de polpa, tal fato pode ser observado na tabela 2.

TABELA 2 – Rotação e incremento médio anual (IMA) de folhosas e coníferas utilizadas na fabricação de polpa celulósica em diversos países.

Folhosas (Fibra Curta)			
Espécies	Países	Rotação (anos)	Rendimento m ³ /ha ano
Eucalipto	Brasil	7	35-55
Eucalipto	Africa do sul	8 –10	20
Eucalipto	Chile	10—12	30
Eucalipto	Portugal	12—15	12
Eucalipto	Espanha	12—15	10
Bétula	Suécia	35—40	5.5
Bétula	Finlândia	35—40	4
Coníferas (Fibra Longa)			
Espécies	Países	Rotação (anos)	Rendimento m ³ /ha ano
Pinus ssp	Brasil	15	30
Pinus radiata	Chile	25	22
Pinus radiata	Nova Zelândia	25	22
Pinus elliotti / taeda	Estados Unidos	25	10
Pinus do oregon	Canadá	45	7
Picea abies	Suécia	70-80	4
Picea abies	Finlândia	70-80	3,6
Picea glauca	Canadá(interior)	55	2,5
Pinus mariana	Canadá(leste)	90	2

Fontes: Associação Brasileira de Papel e Celulose - Bracelpa.

Observa-se duas importantes vantagens na tabela 2 como apontadas por Poyry (2004), ou seja, a maior produtividade e menos tempo de rotação

Em relação às projeções econômicas relacionadas ao MMT, espera-se um crescimento no consumo de 3% ao ano para a produção de lenha, carvão, celulose, mourão, poste, madeira de construção e serraria (REMADE, 2004).

Com o término dos incentivos fiscais para as atividades de reflorestamento, as grandes empresas adotaram progressivamente estratégias de diversificação de fontes de financiamento, com recursos do BNDES, dos bancos de desenvolvimento estaduais e recursos internacionais. Buscaram, também reutilizar florestas já existentes de baixa produtividade e incentivaram programas de reflorestamento em pequenos estabelecimentos rurais, por meio de programas de fomento florestal.

A tabela três apresenta resultados referentes à perspectiva do setor de papel e celulose, demonstrando o percentual de crescimento esperado do ano de 2007 para 2008.

TABELA 3 - Perspectiva do Setor de Papel e Celulose, Brasil

PRODUÇÃO	MIL TONELADAS		
	2007	2008	CRESC %
Celulose	11916	12800	7.40%
Papel	8966	9250	3.20%
PRODUÇÃO	US\$ Milhões FOB		
	2007	2008	CRESC %
Celulose	3024	3500	15.7
Papel	1702	1800	5.7
Total	4276	5300	12.1

Fonte: Secretaria de Comércio Exterior (SECEX) – Ministério de Desenvolvimento e Comércio Exterior (MIDIC); dados do desempenho da Economia Brasileira, 2006, 2007.

Em geral, as grandes empresas consumidoras de madeira em tora, principalmente de eucalipto no Brasil são as fábricas de papel e celulose (Aracruz, Cenibra, Banhia Sul, Jari, Riocell e Votorantim), as quais possuem sua produção atrelada ao mercado externo (RIBEIRO, 1998).

Normalmente são empresas de grande porte que dependem de altos investimentos na instalação de suas fábricas e que consomem milhares de metros cúbicos diários de madeira. Estas empresas possuem capacidade econômica e financeira para estabelecerem suas próprias florestas e manterem seu próprio ritmo de fornecimento de matéria-prima. (CRUZ, 2001).

Cabe salientar que cada país deve especializar-se na produção dos bens em que conseguir maior vantagem comparativa, ou menor custo comparativo, devendo importar os

demais produtos. A vantagem comparativa na produção de um bem ocorre quando “o custo de oportunidade de produção desse bem em relação aos demais é mais baixo nesse país do que em outros” (KRUGMAN, 2005). Este conceito não deve ser confundido com vantagem absoluta, que advém de “quando um país pode produzir uma unidade de um bem com menos trabalho que outro país”. (KRUGMAN, 2005).

Trata-se da relação entre a quantidade de um produto que determinado país deixa de produzir para se especializar em outros. Deste modo haveria maior eficiência produtiva do trabalho (ou menor custo de oportunidade), além do aumento da quantidade total de bens, contribuindo para o bem estar da sociedade como um todo. Ao contrário da teoria de Smith, podem ser determinados os padrões de especialização e troca, já que dois países podem se beneficiar do comércio internacional mesmo que um deles seja mais produtivo em ambos os setores de troca.

2.3.1 Principais Investimentos e Tendências do Mercado de Papel e Celulose

A Tabela 4 apresenta os principais investimentos no seguimento de celulose de mercado, celulose de dissolução e papel cartão para o ano de 2008 e para as futuras alocações de recursos no período de 2012 à 2020, já que o consumo projetado de madeira industrial para o ano de 2020 será superior a 280 milhões de m³. Desse total a maior parte (49%) será representada pela madeira de eucalipto, sendo a de pinus (31%) e a tropical, os 21% restantes. O consumo se concentrara na região Sul e Sudeste do país e no que concerne às madeiras de espécies plantadas (pinus e eucalipto), o setor de celulose e papel continuará a ser o principal demandante (BRACELPA, 2007).

Os resultados de programas de fomento florestal, ainda não totalmente satisfatório, mostram que é esperado para 2020 um incremento de 38% no rendimento médio das florestas plantadas. O rendimento atual do eucalipto, estimado em torno de 40 m³, subirá para 93 m³. As projeções sinalizam uma demanda crescente de madeira de plantações florestais, em especial de eucalipto, em substituição às de origem nativa (MONTEBELLO, 2007).

TABELA 4 - Principais Investimentos / Em Operação -2007.

	Localização	Produto	US\$ Milhão
Aracruz	ES	Celulose de Mercado	200
Banhia Pulp	BA	Celulose de Dissolução	400
Suzano	BA	Celulose de Mercado	1350
Klabin	PR	Papel Cartão	1090
Total			3040
Em Implantação, 2008 – 2009			
	Localização	Produto	US\$ Milhão
VCP	MS	Celulose de Mercado	1500
International Paper	MS	Papel p/ Imprimir e Escrever	260
Total			1760
Em Estudo, 2010 – 2012			
	Localização	Produto	US\$ Milhão
Aracruz	RS	Celulose de Mercado	1800
Veracel	BA	Celulose de Mercado	1200
VCP	RS	Celulose de Mercado	1500
Cenibra	MG	Celulose de Mercado	680
Stora Enso	RS	Celulose de Mercado	1300
Total			6480

Fonte: Bracelpa, 2007.

Segundo análises feitas para o período 2005/2012 foi considerada a concretização dos anúncios de investimentos em todos os segmentos do MMT, mais especificamente para produção de eucalipto, especialmente na siderurgia e celulose. Na siderurgia são esperados investimentos da ordem de US\$ 10 bilhões, ampliando a capacidade de produção de aço de 34 para 44 milhões de toneladas até 2012 e cerca de 74 milhões em 2020, ampliando, assim, o consumo de ferro-gusa. Os novos investimentos irão também contemplar a utilização parcial de carvão vegetal, esperando-se, assim, um aumento da participação deste insumo na produção de ferro-gusa e aço – hoje presente em 30% da produção – para 35% no ano de 2010 e 50% em 2020. (BRACELPA, 2005).

Os valores de investimentos divulgados para o segmento de celulose de fibra curta, da ordem de US\$ 6,8 bilhões para o período 2005/2012, dos quais US\$1,6 na ampliação e renovação das plantações florestais de eucalipto, resultando em um aumento de produção

de 7,5 milhões de toneladas (2005) para 14 milhões em 2012. Com os investimentos necessários, espera-se uma produção da ordem de 20,7 milhões em 2020. (Anuário Estatístico SILVIMINAS).

As bases para essas pressuposições foram inferidas a partir de análises realizadas por Berger, Kugler e Posse (1992), Ramos (1993), Bacha (2000), os quais focaram um desequilíbrio entre a necessidade e a disponibilidade de madeira. Esses estudos projetaram uma provável demanda e disponibilidade de madeira futura.

No que se refere à elasticidade, Mendes (1998) comenta que o fator que possibilita uma maior elasticidade-preço da oferta em produtos agrícolas é a capacidade de armazenamento. No setor florestal, é possível adiar ou adiantar o desbaste e a colheita por alguns anos, o que pode conferir uma maior elasticidade da oferta. Contudo, não é muito comum estocar madeira de reflorestamento (Bacha 2000), pois, a partir de certo ponto, há uma grande perda na produtividade da floresta causada por um aumento de competição e estagnação do incremento médio anual (IMA), levando a um aumento do percentual de árvores dominadas e mortas. (Apud ALMEIDA 2006).

Outro fator que afeta a elasticidade-preço da oferta de madeira plantada é o período de tempo considerado. A sensibilidade da oferta de madeira às variações de preço é maior a longo prazo do que no curto, devido à mobilidade de ampliar a área de floresta madura.

2.4– Análise do Mercado de Celulose no Brasil

Segundo Hilgemberg e Bacha (2001), nos anos 1950 o Brasil tinha praticamente auto-suficiência produtiva de papel, exceto o de imprensa. Porém importava quase 70% da celulose de que necessitava. Naquela mesma época expandiram as preocupações mundiais para o suprimento de celulose, voltando as atenções dos países do norte para os países tropicais. Fato que fez, ao final daquela década, o Brasil elevar sua produção de celulose em mais de trinta vezes, principalmente à base de madeira em tora, especificamente madeira de eucalipto (HILGEMBERG; BACHA, 2001).

Ao longo das décadas seguintes, o crescimento da produção e das áreas ocupadas por eucaliptos evoluiu em escala prodigiosa, fazendo com que em 2006, o setor de celulose e papel esteja inserido em 450 municípios e 16 estados da federação (BRACELPA, 2006).

Investimentos realizados na década 1970 principalmente, com o apoio de recursos financiados pelo BNDES, à época ainda conhecido como BNDE demonstraram o empenho do banco em financiar o setor que se fortaleceu com legislações que concediam prioridade ao setor de papel e celulose nos planos governamentais do regime militar (HILGEMBERG; BACHA, 2001; SOARES, 2003). Dessa época originam boa parte dos problemas que hoje dominam o centro do debate da sociedade civil com as empresas produtoras de celulose.

A produção de celulose é feita sob critérios tecnológicos avançados e com o uso de áreas reflorestadas (ALMEIDA; SILVA, 1998). Atualmente, o Brasil é dos maiores produtores de papel e o maior produtor de celulose fibra curta de eucalipto do mundo, sendo que, a indústria contava no final da década de noventa com mais de duzentas empresas, que respondiam por quase 10% da produção mundial de fibra e pastas de celulose (MATTOS; VALENÇA, 1999). Apesar disso, o país ainda importava muito do papel que consumia, e a média de consumo per capita estava em tendência de crescimento em virtude da melhoria do poder aquisitivo da população, proporcionado pelo plano real (ALMEIDA; SILVA, 1998).

Em 2006 as exportações do setor de papel e celulose foram de US\$ 4 bilhões de dólares, contra US\$ 3,4 bilhões em 2005, com crescimento de 17,6%. Para 2007, estima-se US\$ 4,5 bilhões em exportações, com expansão de 13,6% sobre os resultados de 2006. Destaca-se que o valor das exportações previsto para 2007 deveria alcançar o estabelecido pelo programa de investimento do setor para 2012 (BRACELPA, 2008).

TABELA 5 - Balança Comercial do Setor

	US\$ Milhões FOB		
	2006	2007	var %
Exportação	4005	4726	18
Celulose	2484	3024	21.7
Papel	1521	1702	11.9
Importação	1125	1318	17.2
Celulose	213	232	9.2
Papel	912	1086	19.1
Saldo	2880	3408	18.3
Celulose	2271	2792	22.9
Papel	609	616	1.2

Fonte: Secretaria de Comércio Exterior (SECEX) – Ministério de Desenvolvimento e Comércio Exterior (MIDIC); dados do desempenho da Economia Brasileira, 2006, 2007.

O superávit da balança comercial de 2006 foi de US\$ 2,9 bilhões, representando aumento de 13,3% sobre 2005. Para 2007, está previsto um superávit de US\$ 3,3 bilhões, o que representará um crescimento de 15,3%.

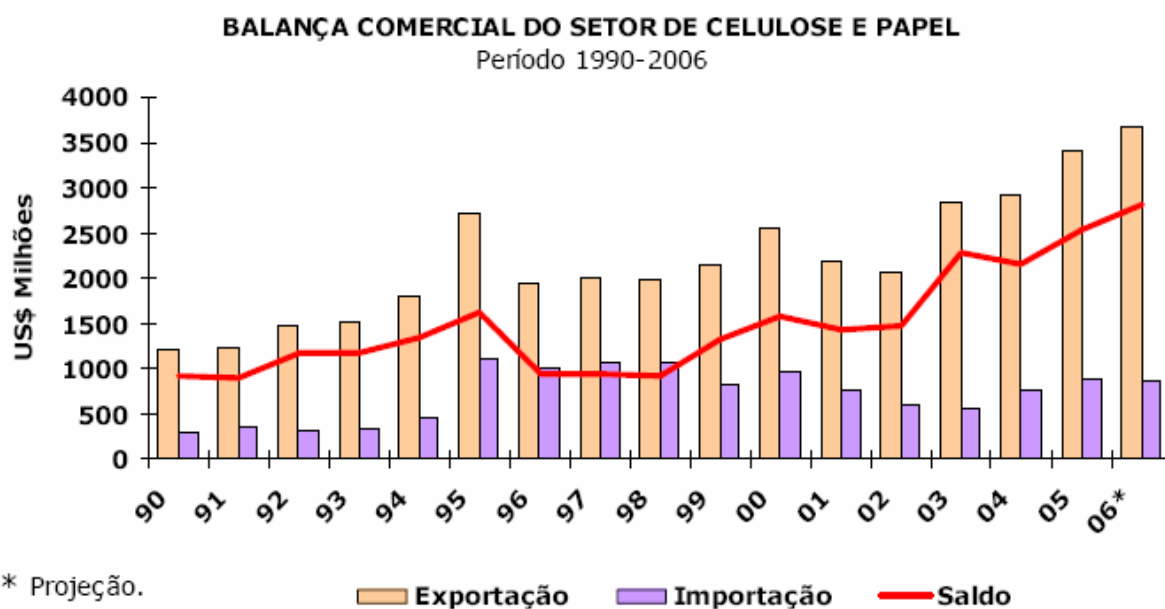


FIGURA 2.3 – Balança Comercial Setor de Celulose e Papel no Brasil, 1990 – 2006.

O crescimento das exportações foi possível, porque, desde a sua concepção, as indústrias se dedicaram a produzir celulose para atender ao mercado externo. Este é o caso da Cenibra, da Aracruz e da Veracell. Outras empresas geram excedentes para exportação, como a Suzano e a VCP. (MONTEBELLO, 2006)

Existem hoje no país mais de 200 *players* no mercado de papel e celulose, conforme dados da Bracelpa (2007). Desses, os cinco maiores grupos respondem por mais de 72% da produção total. Segundo Soares (2004), no período compreendido entre 2003 e 2012 deverá ocorrer um novo grande ciclo de investimentos, a exemplo dos ocorridos nas décadas de setenta e noventa, sendo que nesse último ciclo foram aportados mais de 6 bilhões de dólares no setor no Brasil.

O crescimento esperado é grande, até porque a busca pelo mercado externo tem sido uma regra das empresas produtoras de celulose no Brasil. Almeida e Silva (1998) já previam um processo de queda de oferta no mundo. O suprimento de fibras de celulose é uma questão mundial, principalmente com a abertura dos mercados consumidores trazida com a globalização, o que tende a tornar a celulose uma *commodity* internacional (ALMEIDA; SILVA, 1998).

É importante salientar o crescimento das exportações para países como China, que tem produção própria, mas que deve superar os Estados Unidos em breve em termos de demanda implicando assim, um aumento na produção nacional.

O aumento da competitividade brasileira na produção de celulose, gerada pelos seguintes fatores: menor tempo de crescimento das árvores, clima favorável, produção elaborada a partir de florestas plantadas (sustentabilidade ambiental), baixo custo na produção de celulose e significativas inovações tecnológicas, elementos que se inter-relacionam.

Os dados expostos na Tabela 06 demonstram a relevância do crescimento do mercado externo para as produtoras nacionais de celulose.

TABELA 6 - Variação das Exportações por Países de 2000 a 2004:

País	Peso líquido (1.000 toneladas)					2004		Var. %
	2000	2001	2002	2003	2004	Part. % %acum.		
Estados Unidos	839,14	866,51	915,79	1117,3	1058,14	21,21	21,21	-5,29
China	98,31	418,64	337,67	739,95	809,98	16,24	37,45	9,46
Holanda	0	0	0	550,27	786,47	15,76	53,21	42,93
Bélgica	539,29	447,24	492,04	371,07	507,54	10,17	63,38	36,78
Itália	239,16	223,35	290,12	361,62	453,21	9,08	72,47	25,33
Japão	376,45	320,81	312,66	325,8	306,67	6,15	78,62	-5,87
Suíça	89,67	72,68	103,18	188,15	230,11	4,61	83,23	22,3
França	142,9	148,45	165,39	145,88	142,41	2,85	86,08	-2,38
Coréia do Sul	96,99	118,51	77,29	125,61	153,07	3,07	89,15	21,85
Reino Unido	204,4	229,13	204,14	159,45	115,68	2,32	91,47	-27,45
Indonésia	82,19	91,86	93,29	86,18	88,35	1,77	93,24	2,51
Sub-total	2708,5	2937,18	2991,57	4171,28	4651,63	93,24	0	11,52
Outros	305,33	401,09	458,02	399,16	337,18	6,76	0	-15,53
Total	3013,83	3338,27	3449,59	4570,44	4988,81	100	0	9,15

Fonte: Perez e Resende (2005).

Esse cenário de crescimento das exportações aliado ao crescimento da demanda interna mostra o excelente momento que vive o mercado de celulose brasileira. Isso demonstra que muitos investimentos devem ser feitos e a coerência desses investimentos é um dos fatores críticos de sucesso para as empresas produtoras de papel e celulose no mercado nacional.

Segundo análises desenvolvidas por Bracelpa (2006), ao contrário de países europeus, asiáticos e da América do Norte, o Brasil produz celulose e papel exclusivamente a partir de florestas plantadas de eucalipto e pinus. Isso demonstra que a derrubada de mata nativa tem sido evitada para tais fins. Apesar do uso de florestas ditas sustentáveis as alterações continuam, ao passo que outros estudos trazem discussões sobre o plantio de eucalipto em larga escala não ser a melhor alternativa com base em ponto de vista sócio-ambiental (Andrade, 2000), seja pelo uso intensivo de agrotóxicos e pelo esgotamento de recursos hídricos (Santos; Silva, 2004) ou pelo empobrecimento do solo pela monocultura silvícola (CARRERE; LOHMANN, 2005). O próprio presidente da

Aracruz reconhece o problema da monocultura, ao dizer que “é claro que florestas plantadas em áreas degradadas não têm a mesma biodiversidade da Mata Atlântica original, mas essas áreas estão melhor agora do que estavam antes dos eucaliptos” (SOUZA, 2006).

Como exposto anteriormente, o mercado de celulose brasileiro vem tendo crescimento constante e expressivo no comércio internacional. Essa vantagem competitiva demonstrada pela indústria nacional se deve à elevada capacidade de produção das florestas de crescimento rápido em tempo inferior à média mundial, associada à excelente tecnologia produtiva e exploratória.

A qualidade da madeira produzida pelas companhias de celulose brasileiras, que reflete o padrão do produto final se devem à valorização estratégica do setor de pesquisa e desenvolvimento (P&D), para a geração de árvores clonais, conforme ponderação de ALMEIDA E SILVA (1998).

Além dessas estratégias de melhoramento genético expostas, a produção de celulose têm sido realizada dentro de padrões ambientalmente respeitáveis, segundo a Bracelpa (2006), que destaca ainda que as florestas brasileiras estão entre as que possuem o maior número de certificações florestais, como o “*Forest Stewardship Council* (FSC) e o *Programme for the Endorsement of Forest Certification* (PEFC), ao qual o Sistema Brasileiro de Certificação Florestal (Cerflor) é afiliado”.

Essas exigências legais, que podem garantir maior competitividade às indústrias no mercado internacional, principalmente, e a necessidade de redução de gastos por ganho de escala, podem ser justificativas para o fortalecimento dos grandes conglomerados produtivos através de fusões e incorporações, conforme Mattos e Valença (1999). A busca por evolução tecnológica também tem sido uma constante nas empresas, com vistas a desenvolver árvores com maturação mais rápida e maior produtividade.

3. MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

3.1 Considerações

Esta pesquisa é do tipo exploratória, pois, segundo Lakatos & Marconi (2002) é o tipo, cujo objetivo é a formulação de questões ou de um problema, com tripla finalidade: desenvolver hipóteses; aumentar a familiaridade do pesquisador com o ambiente de estudo; e o fato ou fenômeno para a realização de uma pesquisa futura mais precisa. Uma análise do tipo exploratória foi utilizada usando técnicas qualitativas, com base na perspectiva construtivista cujo objetivo é a formulação de uma proposta (epistemologia) que envolva idéias filosóficas combinadas com enfoques teóricos (teoria de conhecimento) e complementada com uma estratégia associada a métodos por meio de procedimentos específicos, que permitam analisar seus resultados. (J.W.CRESWELL – BOOKMAN, 2007).

Esta seção objetiva apresentar um padrão de análise definido para a consecução do estudo e, para tanto, serão utilizadas fontes secundárias.

Utilizou-se nesta pesquisa o método qualitativo e quantitativo, pois qualitativo é um dos métodos mais indicados quando se pretende pesquisar ou investigar algo como percepções, atitudes ou julgamentos. Richardson (1999) cita que alguns autores entendem que a pesquisa quantitativa é também qualitativa, pois não importa como foram feitas as medidas, pois o que é medido continua a ser uma qualidade.

Para coletar dados, utilizaram-se fontes secundárias e sites específicos na Internet, através de uma prévia seleção bibliográfica já publicada, ou seja, de domínio público. Os segmentos abordados na pesquisa foram: mercado de madeira em tora; modelos de demanda e de oferta de madeira em tora para a produção de celulose em várias regiões do Brasil, níveis de produção e de produtividade, capacidade instalada e volume de exportações.

Os dados utilizados são provenientes de séries temporais anuais, abrangendo o período de 1988 a 2007. Não se trabalhou com um período maior porque alguns dados não estavam disponíveis e por entender que o período abrangido é representativo e capta a

evolução do mercado de madeira em tora (eucalipto e pinus) no Brasil. As séries foram construídas como indicado a seguir: Quantidade produzida de madeira para produção de papel e celulose obtida no banco de dados da Bracelpa, preço de madeira em tora para produção de papel e celulose foram obtidos no banco de dados SIDRA, no IBGE/Pesquisa da Silvicultura; capacidade instalada foi utilizada com um indicador *Proxy* da renda, variável está obtida no MDIC; Volume das exportações e índice de preço da madeira em tora para produção de papel e celulose voltados para o mercado externo foram obtidas nos *sites* da BRACELPA E IPEADATA; Investimentos do Banco Nacional de Desenvolvimento - BNDES foram obtidas no site do BNDES; Produtividade foi obtida no site da Sociedade Brasileira de Silvicultura.

| A análise econométrica da inserção brasileira em um mercado com ambiente organizacional complexo com muitos participantes possui um complicador em especial uma vez que a estimativa direta das curvas de oferta e demanda exige a correta especificação e estimação de sistemas com inúmeras equações e particularidades. Goldberg & Knetter (1999) desenvolveram a metodologia proposta por Baker & Bresnahan (1988) e sugeriram um enfoque mais simples através da abordagem da demanda defrontada pelos países exportadores.

Será analisada a especificação da hipótese, envolvendo as considerações *a priori* da:

(1) geração das variáveis dependentes e explicativas que serão incluídas no modelo;

(2) organização de forma funcional o relacionamento das variáveis (número de equações, forma linear ou não linear destas equações);

(3) verificação da expectativa teórica referente aos sinais e ao tamanho dos parâmetros da função;

(4) e por fim levantamento de outras hipóteses do modelo de regressão linear. (KOUTSOYIANNIS, 1978).

A segunda análise foi considerado o método de equações simultâneas com a forma funcional logarítmica. Optou-se pela forma logarítmica devido à simplicidade de obter as

elasticidades diretamente dos coeficientes de inclinação. E por fim, compreendeu a parte final da pesquisa com a análise dos resultados, conclusões e recomendações para futuros estudos.

De acordo com Koutsoyiannis (1978) qualquer investigação econométrica pode ser distinguida basicamente em quatro fases:

- (1) formulação da hipótese sustentada,
- (2) estimação,
- (3) avaliação do modelo e
- (4) avaliação do poder de previsão do modelo.

A formulação da hipótese sustentada se ocupa em especificar o modelo com o qual o fenômeno econômico será explorado empiricamente. A estimação é uma fase puramente técnica que resume em utilizar os métodos econométricos apropriados para obter estimativas numéricas dos coeficientes do modelo. E finalmente a avaliação, que além de apreciar se a estimativa dos parâmetros tem sentido em termos teóricos e se são estatisticamente satisfatórios, deve também julgar o poder de previsão do modelo.

Por analogia, foi designado um modelo de representação esquemática, formado por um sistema de equações entre determinado número de variáveis. Podem estas ser elementar, como preço de um produto bem definido ou o montante de notas em circulação no Brasil, ou então sintéticas, como o nível geral de investimentos no setor de produção de papel e celulose. Ligam-se entre si pelo jogo de certo número de relações; por conseguinte, as suas evoluções no tempo não são independentes e são os laços de dependência, descritos pelas equações, que visam contribuir para uma representação simplificada dos mecanismos econômicos no que se refere à produção de madeira em tora, em particular de eucalipto e pinus para a produção de papel e celulose.

Os modelos econométricos são os mais amplos, pois além de explicarem o comportamento setorial, permitem projeções que devem respeitar determinadas regras de estrutura, nomeadamente de coerência. É possível apresentar a estrutura lógica dos modelos econométricos por referência aos conceitos da lógica formal e, nomeadamente, da teoria

dos conjuntos. Todavia, esta forma de apresentar convoca noções que só agora começam a ser introduzidas com suficiente generalidade no ensino e cujo conhecimento não é indispensável para compreender, ou mesmo, para aplicar a econometria. Foi utilizada uma formulação mais simplificada, de modo a dar mais continuidade à exposição do modelo proposto, espero assim, compensar com uma maior facilidade de entendimento certa perda de rigor na exposição.

Gujarati (2000) sugere os seguintes passos que a metodologia econométrica tradicional, na maioria dos casos segue:

1. Formulação da teoria ou da hipótese;
2. Especificação do modelo matemático da teoria;
3. Especificação do modelo econométrico da teoria;
4. Obtenção dos dados;
5. Estimativa dos parâmetros do modelo econométrico;
6. Teste de hipótese;
7. Previsão ou predição; e
8. Utilização do modelo para fins de controle ou política.

Apesar de ser expressa de forma generalizante, a metodologia proposta por Gujarati segue os mesmos critérios da apresentada por Koutsoyiannis e Dinardo (2005). Os passos um, dois e três estão implícitos na formulação da hipótese sustentada; o passo quatro, cinco e seis na estimação do modelo e o número sete e oito na avaliação do poder de previsão do modelo.

Portanto, o problema consiste então em estabelecer a ponte entre as variáveis elementares da teoria econômica e as variáveis globais do modelo.

3.2 Modelos Econométricos

A econometria consiste na aplicação de métodos matemáticos e estatísticos à análise de conjuntos de dados econômicos, com objetivo de prover suporte empírico às teorias econômicas (FILHO e BRAGA 2000).

Para atingir aos objetivos dessa dissertação, foi proposto o modelo econométrico composto pela equação da demanda e equação de oferta, adotando a forma *log log* e o Método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) tendo como referencia o modelo de regressão múltipla com K parâmetros, como segue (HAYASHI, 2000):

$$Y = \beta_1 + \beta_2 X_{t2} + \beta_3 X_{t3} + \beta_4 X_{t4} + \dots + \beta_K X_{tk} + \mu_t \quad (1)$$

Onde Y_t é a variável dependente para a observação t , e x_{ij} , $j = 2, 3, \dots, k$ são as variáveis independentes. Foi considerado o intercepto de β_1 e fazendo $\beta_2 \dots \beta_k$ representam os parâmetros da inclinação. Vale lembrar, que para cada t , define-se um vetor $1 \times K$, $X_t = (1, x_{t2}, x_{t3}, \dots, x_{tk})$ e seja $\beta = (\beta_1, \beta_2, \beta_3, \dots, \beta_k)$ o vetor $K \times 1$ todos os parâmetros. Então, podemos escrever (2) como.

$$Y_t = X_t \beta + \mu_t, t = 1, 2, 3, 4, \dots, n. \quad (2)$$

Finalmente, seja \mathbf{u} o vetor $n \times 1$ dos distúrbios não observados. Então, podemos escrever (3) de todas as n observações em **notação matricial**:

$$Y = X\beta + \mu \quad (3)$$

Tendo-se \mathbf{X} como vetor, $n \times k$ e β é $k \times 1$ e $\mathbf{X}\beta$ será $n \times 1$.

A estimação de β prossegue minimizando a soma dos resíduos quadrados, como definida a função da soma dos quadrados dos resíduos para qualquer possível vetor de parâmetros \mathbf{b} $k \times 1$ como.

O vetor $k \times 1$ das estimativas de mínimos quadrados ordinários, $\hat{\beta} = (\hat{\beta}_1, \hat{\beta}_2, \dots, \hat{\beta}_k)$, minimiza $SQR(\mathbf{b})$ de todos os possíveis vetores \mathbf{b} $k \times 1$. Isso é um problema no cálculo

multivariado. Para que $\hat{\beta}$ minimize a soma dos resíduos quadrados, ele deve satisfazer a **condição de primeira ordem**.

$$SQR(b) = \sum_{t=1}^n (y_t - x_t b)^2 \quad (4)$$

$$\frac{\partial SQR(\hat{\beta})}{\partial b} = 0 \quad (5)$$

Usando o fato que a derivada de $(y_t - x_t b)^2$ em relação a b é o vetor $1 \times k - 2(y_t - x_t b)x_t$, (5) é equivalente a

$$\sum_{t=1}^n X_t'(Y_t - X_t \hat{\beta}) = 0 \quad (6)$$

vemos que (6) é equivalente a:

$$X_t'(Y - X \hat{\beta}) = 0 \quad (7)$$

$$(X'X)\hat{\beta} = X'Y \quad (8)$$

É possível mostrar que (8) sempre tem pelo menos uma solução. Soluções múltiplas não nos ajudam, já que estamos querendo um conjunto único de estimativas MQO, dado nosso conjunto de dados. Assumindo que a matriz simétrica $k \times k$ $X'X$ é não singular, podemos premultiplicar ambos os lados de (8) por $(X'X)^{-1}$ para encontrar o estimador $\hat{\beta}$.

Essa é a fórmula básica para a análise matricial do modelo de regressão linear múltipla. A hipótese de que $X'X$ é inversível é equivalente à hipótese de que $\text{posto}(X) = k$, o que significa que as colunas de X devem ser linearmente independentes.

$$\hat{\beta} = (X'X)^{-1} X'Y = X^{-1}(X')^{-1} X'Y = X^{-1}Y \quad (9)$$

Ainda segundo Gujarati, para as estimativas dos coeficientes, utilizou-se o Método dos Mínimos Quadrados (MQO), levando-se em consideração os seguintes pressupostos:

$$\text{I. } E(\mu_i) = 0;$$

$$\text{II. } E(\mu_i^2) = \sigma^2;$$

$$\text{III. } E(\mu_i, \mu_j) = 0;$$

IV. as observações são fixas;

V.- há ausência de relação linear entre as variáveis explicativas; e

$$\text{VI. } \mu_i \sim N(0, \sigma^2).$$

A segunda análise foi considerado o método de equações simultâneas com a forma funcional logarítmica. Optou-se pela forma logarítmica devido à simplicidade de obter as elasticidades diretamente dos coeficientes de inclinação.

Assim, acrescentando os termos de perturbação estocástica ε_t e ω_t e assumindo a ausência de outras variáveis por falta de dados, foram consideradas as equações explicativas da demanda e oferta do MMT. De acordo com Varian (1999), dificilmente, e só em pequenos espaços de tempo, as demandas e as ofertas das pessoas não sejam compatíveis. Isso até pode acontecer, mas normalmente não ocorre. Em geral, os preços ajustam-se até que o total que as pessoas demandam seja igual ao total ofertado.

O primeiro modelo analisado tomou como referência os fundamentos da teoria da demanda com o objetivo de analisar a demanda brasileira de madeira em tora para produção de celulose. Demanda de madeira para um determinado período é a quantidade de madeira que algum grupo deseja e pode comprar em diferentes níveis de preço.

Vale ressaltar que a demanda de madeira em tora depende da necessidade do consumidor final, que, em geral, adquire a madeira sólida em duas formas principais: como móveis ou para uso na construção civil, neste caso em produtos de maior valor agregado, como: portas, pisos, janelas, molduras, etc. Portanto, os economistas dizem que a demanda

por madeira é derivada (dependente) da procura do consumidor final e a demanda do consumidor final é dita primária, porque é onde tudo se inicia.

Entretanto, a demanda final pelo consumidor não é o único fator que influencia a procura por madeira. Isso porque o consumidor final não utiliza a madeira em tora, e sim produtos para atender suas necessidades, que não precisam ser necessariamente de madeira. Sendo assim, é preciso considerar fatores relacionados à competitividade da madeira frente a seus bens substitutos e a disposição de tecnologia para o aproveitamento da madeira como matéria-prima.

Normalmente bens não industrializados ou de baixo valor agregado possuem poucos substitutos e conseqüentemente um baixo grau de elasticidade, este é o caso das matérias-primas em geral.

A partir da lei de demanda, e procurando escolher as variáveis mais importantes para explicar o comportamento da madeira em tora no Brasil, foram selecionadas as seguintes variáveis: preço da madeira para celulose, capacidade instalada, valor das exportações de celulose.

$$Q_m^D = f(P_M^C, K, V_{EXP}) \quad (10)$$

A variação dos preços internacionais dos produtos da indústria de celulose não foi considerada para explicar as exportações ou demanda externa. O motivo foi a dificuldade de encontrar séries históricas para todos segmentos da indústria de transformação.

Outro ponto levantado refere-se à determinação de um bem como substituto. É preciso analisar a influência do mercado na diferenciação entre eles. Com isso, são importantes fatores como: preço, qualidade, garantia de fornecimento, costumes, arranjos políticos, institucionais, creditícios, entre outros (FONTES e BARBOSA⁴ 1991).

Vários são os materiais substitutos da madeira, nos seus mais diferentes usos. A construção civil é um grande consumidor de madeira e os seus principais substitutos,

⁴ FONTES, R. M. O.; BARBOSA, M. L. – Efeitos da integração econômica do Mercosul e da Europa na competitividade das exportações brasileiras de soja. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 29, n. 4, p. 355 – 351, 1991.

segundo Mckillop (1980) foram: o ferro, o alumínio e o concreto. Cabe ressaltar que este estudo foi realizado nos Estados Unidos, onde o uso madeira na construção não é essencialmente de forma descartável ou em acabamentos como ocorre no Brasil. A realidade da construção civil nacional é outra e bem diferente dos Estados Unidos. Aqui, geralmente, a madeira é utilizada apenas na fundação e estruturação das obras, para marcar e/ou nivelar o terreno.

Vale salientar que de acordo com a teoria do consumidor e com a classificação de Hicks, a quantidade demandada reage negativamente ao aumento de preço do produto e no preço do bem complementar e reage positivamente ao aumento do preço do bem substituto e da população. Com relação ao aumento na renda dos consumidores, a quantidade demandada reage positivamente se o bem for normal e negativamente se o bem for inferior. As mudanças nos gostos e nas preferências dos consumidores podem aumentar ou diminuir a quantidade demandada de um determinado bem.

Vale ressaltar que as variações nos preços do próprio produto provocam deslocamentos ao longo da curva de demanda. Já as mudanças no preço do bem complementar, nos preços do bem substituto, na população, nos gostos e nas preferências dos consumidores e na renda deslocam a curva de demanda para direita ou para esquerda.

Considerando o ajuste do modelo apenas com as variáveis relevantes, foi obtida a equação (11) como representativa no mercado de madeira de eucalipto para a produção de celulose no Brasil.

O resultado do ajuste da regressão linear múltipla, modela e descreve o relacionamento entre a variável dependente (quantidade demandada de madeira em tora) e três variáveis independentes (preço da madeira para celulose, capacidade instalada, valor das exportações) no período de 1988 - 2007.

Os resultados dos testes t , F e R^2 para a hipótese da atuação das variáveis na função de demanda foi apresentado como se segue.

Com base em dados amostrais, a forma matemática do modelo a ser ajustado é a linear. Vale salientar que o modelo matemático estabelece a relação entre as variáveis. O coeficiente angular da reta mostra a inclinação da curva de demanda e o coeficiente linear

mostra onde a altura da curva da demanda intercepta o eixo vertical Y. Então, adotando-se o método MQO e a forma log-log, tem-se a seguinte equação da demanda:

$$\ln Q_t^D = \beta'_0 + \beta'_1 \ln P_t^C + \beta'_2 \ln K + \beta'_3 \ln V_{exp} + \omega \quad (11)$$

Q_t^D = Quantidade Demandada de Madeira em Tora para Produção de Papel e Celulose;

P_t^C = Preço da Madeira para fins Produção de Papel e Celulose - IPEA

K = Capacidade Instalada - BRACELPA

V_{exp} = Valor das Exportações – MDIC/SECEX

ω_t = termo de erro da equação de demanda

$\beta'_0, \beta'_1, \beta'_2$ e β'_3 = são parâmetros a serem estimados.

Ln = base do logaritmo neperiano

O método dos mínimos quadrados tem por finalidade ajustar uma reta a um conjunto de pontos, ou seja, é um método de ajustamento dos parâmetros do modelo de forma que a soma dos quadrados dos desvios sejam mínimos. GUJARATI (2000)

A expectativa é de que $\beta'_0, \beta'_2, \beta'_3 > 0$ e $\beta'_1 < 0$. Devido à especificação logarítmica, as elasticidades com relação a demanda de madeira, são dadas diretamente por β'_i .

O segundo modelo econométrico analisado nesta dissertação tomou como referência a teoria da oferta. A oferta de madeira em uma determinada região e período de tempo depende do volume de madeira em pé que os donos das florestas estão dispostos a cortar e vender aos diferentes níveis de preços.

Apesar das limitações no estabelecimento de uma função de oferta de madeira em tora para a produção de celulose no Brasil, foi proposto um modelo baseado nos trabalhos presentes na literatura e ajustada de acordo com a realidade florestal do País. Foram selecionadas as seguintes variáveis: Quantidade Produzida de madeira em tora para produção de papel e celulose, Preço da madeira em tora, investimentos do BNDES, produtividade de papel e celulose.

Outro ponto a ser levantado nessa dissertação refere-se ao fato da oferta de madeira em tora no Brasil ser proveniente, principalmente, de madeira de extração vegetal

da Amazônia ou de madeira de silvicultura, neste caso composta essencialmente pelo gênero *Pinus* e *Eucalyptus*. Atualmente, a produção de madeira para o segmento sólido é abastecida, essencialmente, por florestas plantadas. Em 2003 a madeira de silvicultura respondeu por aproximadamente 71% do total produzido de madeira em tora no Brasil (IBGE 2006).

De acordo com Yin & Newman (1997), atualmente a análise da oferta de madeira a longo prazo é amparada pela falta de uma bem definida função de lucro, a qual possibilite os fundamentos teóricos para derivar uma equação de oferta consistente. E esta inabilidade de prever as interações que ocorrem entre insumos e produção em resposta à mudança de seus preços.

Tomaram-se como referencia os fundamentos da teoria da oferta para analisar a oferta de madeira em tora no Brasil para a produção de celulose.

$$Q_m^O = f(P_M^C, PRO, I_{BNDES}) \quad (12)$$

Para atingir aos objetivos dessa dissertação, foi proposto o modelo econométrico composto pela equação da oferta, adotando a forma log log e o Método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO).

$$\ln Q_m^O = \beta_0 + \beta_1 \ln P_m^C + \beta_2 \ln I_{BNDES} + \beta_3 \ln PRO + \omega \quad (13)$$

Q_m^O = Quantidade de madeira ofertada pelo produtor florestal (m³)

P_m^C = Preço da Madeira em Tora para Produção de Celulose

I_{BNDES} = Investimentos do BNDES no Setor de Papel e Celulose

PROD = Produtividade

ε_t = termo de erro da equação de oferta

$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$ = são parâmetros a serem estimados.

Ln = logaritmo neperiano

A expectativa é de que $\beta_1', \beta_2', \beta_3', \beta_4' > 0$. Devido à especificação logarítmica, as elasticidades com relação a oferta de madeira, são dadas diretamente por β_i .

3.3 Testes Estatísticos

Os critérios econométricos servem como teste de segunda ordem (como teste dos testes estatísticos), eles determinam a confiança do critério estatístico, e em particular dos erros padrões dos parâmetros estimados. Eles também ajudam a estabelecer se as estimativas têm as propriedades desejáveis de não viés, eficiência e consistência (KOUTSOYIANNIS, 1978).

Um estimador não viesado, eficiente e consistente significa que ele não é tendencioso, possui variância mínima entre todos possíveis estimadores, e estas variâncias convergem para zero à medida que a amostra aumenta.

Para testar a significância da regressão obtida pelo método dos Mínimos Quadrados Ordinários (foi adotado MQO pois o modelo possui o número de variáveis exógenas maior que o número de variáveis endógenas), utilizou-se o teste F, e como a estatística F prevê o R^2 , este indicador será analisado, enquanto que o grau de ajustamento da regressão foi avaliado por meio do coeficiente de determinação R^2 .

Assumindo que todas variáveis escolhidas são consistentes com a teoria econômica, a especificação do modelo, ou no presente caso, a detecção dos regressores desnecessários, foi realizada por meio dos sinais esperados, teste t e F, coeficiente de determinação R^2 e ao julgamento referente às variáveis consideradas fundamentais e secundárias.

Na prática, nunca se tem certeza de que o modelo adotado está corretamente especificado. Em geral são observados alguns aspectos gerais dos resultados, como o valor do R^2 , as razões t estimadas, os sinais e magnitudes dos coeficientes estimados e a estatística d . Se esses diagnósticos forem razoavelmente bons o modelo recebe uma palavra de incentivo, caso contrário, são procurados meios de correção e adequação ao fenômeno estudado (GUJARATI, 2000)

O coeficiente de determinação indica a parcela de variação de Y explicada pela variação de X e pode ser interpretado como sendo o quadrado de correlação simples entre os valores observados e estimados.

A significância dos coeficientes foi verificada individualmente por meio do teste “t” de Student. As variações cujos coeficientes não foram significativos, ou cujos sinais não estavam coerentes com a teoria econômica, foram excluídos do modelo. Ou seja, este teste é utilizado para testar o nível de significância de cada um dos parâmetros estimados a partir de um modelo econométrico.

3.3.1 – Verificação de Simultaneidade

A utilização do método de equação única em um sistema de equações simultâneas leva a estimativas viesadas, inconsistentes e ineficientes. Caso seja considerado um sistema de equações simultâneas quando de fato não houver simultaneidade a consequência é menos grave, neste caso os estimadores são não viesados e consistentes, porém já não são os mais eficientes. Desta forma, o problema de simultaneidade deve ser cuidadosamente examinado antes de um definitivo descarte do método de equações únicas em favor da técnica de equações simultâneas.

Embora na prática decidir se o modelo pode ser estimado por mínimos quadrados ordinários ou se deve ser utilizado o método de equações simultâneas seja uma questão de bom senso, uma verificação formal pode ser obtida através do teste de HAUSMAN⁵ apud (GUJARATI, 2000).

3.3.2 – Multicolinearidade

Refere-se ao caso em que duas ou mais variáveis explicativas no modelo de regressão são altamente correlacionadas, tornando difícil ou impossível isolar seus efeitos individuais na variável dependente. Ou seja, a multicolinearidade refere-se a correlação entre duas variáveis explicativas ou entre uma delas e as demais, incluídas na equação de um modelo. Isso implica que a multicolinearidade ocorre, quando duas variáveis, por exemplo, medem aproximadamente a mesma coisa, ou seja, a correlação entre elas é quase perfeita.

⁵ HAUSMAN, p. 1251 – 1271.

Quando tal correlação é aumentada, a eficiência dos parâmetros estimados é significativamente afetada, tornando-os instáveis. A consequência disso é o aumento da variância da estimativa e, portanto, do erro-padrão. Assim, o valor da estatística “t” reduz-se e, as vezes, a hipótese de efeito nulo pode ser aceita, quando deveria ser rejeitada. Ademais, os parâmetros estimados são imprecisos, porque apresentam elevada a sensibilidade a pequenas alterações dos dados básicos. Dessa forma, torna-se difícil isolar a influência relativa dos X_j , ficando a interpretação dos resultados prejudicados (JOHNSTON, 1972)

Achen (1982) minimiza o problema da multicolinearidade; segundo o autor, a multicolinearidade não viola nenhuma hipótese da regressão. Estimativas não-viesadas e consistentes vão ocorrer, e seus erros-padrão serão corretamente estimados. O único efeito é tornar difícil a obtenção de estimativas de coeficientes com pequeno erro-padrão. O que também ocorre em caso de um número pequeno de observações, assim como ter variáveis independentes com pequenas variâncias.

Além do exame de coeficiente de correlação dois a dois, outro clássico sintoma de multicolinearidade frequentemente avaliado é caso se tenha um alto R^2 (digamos, em excesso de 0,8) e poucas razões t significativas. Os coeficientes de correlação entre variáveis inclusas nos modelos de demanda e oferta (p. 103 e 104), bem como os resultados dos testes t (p. 119) indicaram uma ausência de multicolinearidade grave.

A multicolinearidade apresenta três casos básicos de análises a saber:

- i) a ausência de multicolinearidade, ocorre quando a correlação entre as variáveis explicativas é nula, isto é, as variáveis são ortogonais entre si. Essa é a situação ideal.
- ii) multicolinearidade perfeita – nesse caso, a correlação entre as variáveis explicativas é igual a 1 ou a -1. O cálculo das estimativas dos parâmetros é, matematicamente, impossível nessas circunstâncias, porque o determinante da matriz X é nulo.

- iii) multicolinearidade imperfeita – trata-se da situação em que a correlação entre as variáveis explicativas entre 0 e 1 ou entre -1 e 0. É o caso mais comum.

A multicolinearidade é inevitável, ela sempre existe. O importante para um bom modelo regressivo é que seu grau seja baixo. Vale salientar que o problema de multicolinearidade foi verificado por meio da regra de Klein, que sugere que a multicolinearidade pode ser um problema se o R^2 obtido de uma regressão auxiliar for maior que o R^2 obtido de uma regressão global, ou seja, o obtido de uma regressão Y sobre todos os seus regressores (GUJARATI, 2000).

Uma outra ferramenta utilizada para analisar a presença de multicolinearidade é a matriz de correlação. Ela mostra as correlações entre as variáveis em estudo. É importante que não haja altas correlações (acima de 0,8) entre as variáveis independentes, pois caso contrário o modelo não será bom. Já se houver alta correlação das variáveis independentes com a variável dependente isto confirma a influência das variáveis em estudo sobre a dependente.

3.3.3 – Autocorrelação

Um problema comum em estudos que utilizam dados de séries temporais é a autocorrelação. O termo autocorrelação pode ser definido como “correlação entre membros de séries de observações ordenadas no tempo (para séries temporais) ou no espaço (para dados de corte)”.

Na presença de autocorrelação, os estimadores usuais de mínimos quadrados, embora não-viesados e consistentes, já não possuem variância mínima entre todos os estimadores lineares não-viesados. Neste caso, uma das formas de corrigir o problema é obter os estimadores através do método de mínimos quadrados generalizados (MQG).

O estimador de MQG incorpora o efeito da autocorrelação na fórmula de estimativa, enquanto o processo por mínimos quadrados simplesmente ignora, conferindo ao MQG um melhor aproveitamento da informação (GUJARATI, 2000).

Antes de avaliar os vários procedimentos corretivos de autocorrelação foi verificada se a mesma esteve presente ou qual a possibilidade de estar presente nos modelos estimados. Alguns métodos são descritos na literatura para este fim, o mais célebre é a estatística d de Durbin-Watson. O teste d pode ser perfeitamente aplicado nos modelos propostos devido a não ter sido violado nenhuma hipótese que o fundamenta. O valor estimado de d para função de demanda sugere uma ausência de autocorrelação à nível de significância de 5% de probabilidade.

No que se refere ao teste de Dubin Watson, este verifica a existência de autocorrelação entre os resíduos. O teste “ d ” determina os delimitadores das regiões críticas do teste ao longo de uma reta que engloba valores críticos de 0,2 e 4, conforme o nível de significância, o número de observações e o número de variáveis independentes.

Em termos gerais, valores em torno de 2 indicam a inexistência de correlação serial nos resíduos. Para um dado nível de significância existem limites superiores e inferiores para os valores críticos da estatística “ d ”, abaixo dos quais se constataria correlação serial positiva e acima dos quais seria indicada uma correlação negativa.

3.3.4 – Heteroscedasticidade

Uma importante hipótese do modelo de regressão linear é que as perturbações que aparecem na função de regressão da população têm todas as mesmas variâncias (homoscedasticidade), quando isso não ocorre se tem o problema da heteroscedasticidade.

A heteroscedasticidade é mais comum em estudos que utilizam dados de corte ao invés de séries temporais. Em dados de séries temporais as variáveis tendem a ser da mesma ordem de magnitude, pois em geral os dados são coletados para a mesma entidade durante um período de tempo. Entretanto, isto não implica que estudos que utilizam séries temporais estejam livres do problema de heteroscedasticidade.

Da mesma forma que para autocorrelação, na presença de heteroscedasticidade os coeficientes estimados pelo método usual dos mínimos quadrados são lineares e não-viesados, porém já não são os mais eficientes. Uma das formas de corrigir o problema é igualmente obter os estimadores através de MQG.

Ambos os testes rejeitaram a hipótese de heteroscedasticidade e aceitaram a homocedasticidade nos modelos de demanda e oferta com uma probabilidade de erro inferior a 5% de chance.

3.3.5 – Testes de Especificação

Os erros de especificação mais comuns são devidos a: omissão de uma ou mais variáveis importantes, inclusão de uma variável desnecessária, erros de medida, entre outros.

A omissão de variáveis relevantes traz conseqüências muito sérias, pois leva a estimadores viesados e inconsistentes. Além disso, as variâncias e os erros-padrão desses coeficientes são estimados incorretamente, viciando assim os procedimentos usuais de teste de hipótese.

Já a inclusão de variáveis irrelevantes no modelo é menos grave: os estimadores dos coeficientes das variáveis relevantes, bem como das irrelevantes, continuam não-viesados e consistentes e as variâncias e os erros-padrão continuam corretamente estimados. O único problema é que os coeficientes estimados das variáveis relevantes já não são os mais eficientes, ou seja, suas variâncias serão geralmente maiores quando comparado com o modelo especificado corretamente.

Os erros de medida são comuns em trabalhos aplicados que dependem de fontes secundárias. Os mais comuns erros de medida são devidos a aproximações, interpolações, arredondamentos, entre outros. Se estes erros forem somente nas variáveis explicativas o problema é menos grave, os estimadores são não-viesados e consistentes, porém menos eficientes. Mas se estiver presente na variável dependente, os estimadores além de ineficientes passam a ser viesados e inconsistentes.

São presentes vários testes formais na literatura para detectar erros de especificação. E apesar dos sinais, magnitudes, R^2 , teste t e estatística d obtidas terem apresentado suficientes, foi conveniente a confirmação de ausência de erro de especificação através do teste de WHITE citados por (GUJARATI, 2000).

Os resultados do teste de White também podem ser interpretados para avaliar a especificação do modelo. De acordo com Gujarati , o teste de White pode ser um teste de heteroscedasticidade [pura], ou de erro de especificação, ou de ambos.

Para o ajustamento do modelo de regressão e testes econométricos, foram utilizados os *softwares stata e SPSS 16*.

4. RESULTADOS

Conforme mencionado anteriormente o principal objetivo dessa dissertação é o de avaliar o mercado de madeira em tora para produção de celulose. Sendo que, nessa seção, procura-se quantificar e avaliar os efeitos das variáveis que influenciam o comportamento da demanda e da oferta de madeira em tora para produção de celulose no Brasil.

As variáveis que se mostraram relevantes para explicar as variações na demanda brasileira do mercado de madeira em tora foram: preço da madeira para celulose, capacidade instalada, valor das exportações de celulose, no que tange ao modelo da oferta as variáveis utilizadas foram: Preço de Madeira para a produção de Celulose, Investimentos do BNDES e por fim a produtividade de madeira em tora no Brasil. O melhor ajustamento foi obtido utilizando o modelo na forma logarítmica.

Dentro dessa perspectiva, procurou-se definir um modelo de demanda e de oferta utilizando o Método dos Mínimos Quadrados Ordinários – MQO, que de acordo com a literatura especializada contemplasse de um lado, um conjunto de variáveis que melhor delineiem as principais características – estruturais e de mercado – do segmento de produção de celulose objeto do presente estudo; e de outro, que essas variáveis selecionadas, sejam aquelas que melhor expliquem o comportamento da produção de celulose no Brasil.

Neste sentido, esta seção tem por objetivo descrever o modelo geral e as suas respectivas formas operacionais, bem como discutir o significado de cada uma das variáveis independentes e a sua influência na determinação o mercado de madeira em tora para produção de celulose no Brasil.

Todas as variáveis ajustadas foram consistentes com a teoria da demanda e da teoria da oferta.

Dentre as diversas formas funcionais utilizadas para especificar os modelos econométricos, a que apresentou os melhores resultados estatísticos foi a forma linear múltipla. Na Tabela 7, têm-se os resultados dos modelos econométricos estimados para os dois modelos pesquisadas.

TABELA 7 - Resultados dos Modelos de Demanda e de Oferta de Madeira em Tora para Produção de Celulose no Brasil, 1988 – 2007.

		Modelo Demanda				Modelo Oferta			
Descrição das Variáveis		Coeficiente Estimado	Erro Padrão	Teste t	P Valor	Coeficiente Estimado	Erro Padrão	Teste t	P valor
Constantes		6,499	4,354	1,492	0,155	12,012	1,544	7,779	0
Pc	Preço da Madeira para Celulose - (R\$/m3)	-0,193	0,117	-1,64	0,120	0,160	0,126	1,27	0,222
K	Capacidade Instalada	0,655	0,301	2,178	0,044	----	----	----	----
Vexp	Volume de Exportações	0,066	0,342	0,194	0,848	----	----	----	----
I_{BNDDES}	Investimento	----	----	----	----	2,127	0,712	2,988	0,008
PRO	Produtividade	----	----	----	----	-0,071	0,099	-0,72	0,418
R²	R ²	0,730	----	----	----	0,6873	----	----	----
R²_{ajust}	R2 Ajustado	0,679	----	----	----	0,6287	----	----	----
N⁰	Numero de Observações	20	----	----	----	20	----	----	----
F	Teste F	14,387	----	----	----	11,726	----	----	----
EE	Erro Estimado	0,120	----	----	----	0,1292	----	----	----
DW	Durbin Watson	1,25	----	----	----	1,276	----	----	----
K	Variaveis Explicativas	3	----	----	----	3	----	----	----
n-k-1	Grau de Liberdade	16	----	----	----	16	----	----	----
F_c	P(F _c <F)	3,24	----	----	----	3,24	----	----	----

4.1 Resultados das Estimativas dos Parâmetros da Equação de Demanda de Madeira em Tora no Período de 1988 – 2007.

O resultado do ajuste da regressão linear múltipla, modela e descreve o relacionamento entre a variável dependente (quantidade demandada de madeira em tora) e três variáveis independentes (preço da madeira para celulose, capacidade instalada, valor das exportações) no período de 1988 a 2007.

Dependendo do caráter e objetivo do experimento o nível de significância pode ser mais ou menos exigente que 5%. O fato é que em trabalhos econômicos, além dos dados usados serem observados da vida real e não derivados de experimentos controlados, o comportamento econômico é, até certo ponto, irregular, sendo influenciado por eventos impossíveis de prever. Desta forma a tolerância em experimentos econômicos deve ser maior do que aqueles relacionados à área da medicina, os quais são ligados diretamente com a vida das pessoas, bem como, quando comparado com experimentos onde é permitido um maior controle das variáveis como, por exemplo, aqueles ligados à área de inventários florestais.

Considerando o ajuste do modelo apenas com as variáveis relevantes, foi obtida a equação (16) como representativa no mercado de madeira em tora para a produção de celulose no Brasil . Foi considerado nesta dissertação uma serie temporal que considera o período de 1988 a 2007, nesse contexto, esta seção tem dois objetivos: primeiro, discutir os resultados da análise de regressão; e segundo, discutir à luz da lógica econômica, os resultados obtidos.

$$Q_M^D = f(P_M^C, K, V_{\text{exp}}) \quad (14)$$

$$Q_M^D = \beta_1 + \beta_2 \text{Ln}P_M^C + \beta_3 \text{Ln}K + \beta_4 \text{Ln}V_{\text{exp}} + \omega \quad (15)$$

$$Q_m^D = 6,50 - 0,193 \text{Ln}P_m^c + 0,656 \text{Ln}K + 0,066 \text{Ln}V_{\text{exp}} + \omega \quad (16)$$

$$(1,492) \quad (-1,642) \quad (2,178) \quad (0,194)$$

$$\mathbf{R^2_{AJ} = 0.679 \quad R^2 = 0.730 \quad Erro estimado = 0.120}$$

TABELA 8 - Quadro de Análise de Variância (ANOVA)

Modelo		Soma dos Quadrados	Grau de liberdade	Soma média dos quadrados	F
1	Regressores	VE = 0,6236458	K = 3	0,207881943	14,38736
	Resíduos	VR = 0,2311828	n-k-1 =16	0,01444893	
	Total	VT = 0,8548287	19		

O coeficiente de determinação R^2 (calculado com os resultados da variação explicada VE em relação à variação total de Y, VT da tabela ANOVA) indica que 73% das variações ocorridas na demanda brasileira do mercado de madeira em tora foram explicadas pelas variáveis predeterminadas no modelo. O coeficiente das variáveis explicativas foram; Preço da Madeira para fins de Produção de Papel e Celulose (P_t^S), Capacidade Instalada (K) e Volume das Exportações para o setor de celulose. Significativos em nível de 5% de probabilidade. *Adjusted* $R^2 = 0,6788^6$.

Todos os sinais dos coeficientes de regressão parcial dessas variáveis são coerentes com a teoria de demanda e/ou com o conhecimento empírico.

O cálculo da estatística F foi realizado por meio da equação
$$F = \frac{\frac{VE}{k}}{\frac{VR}{n-k-1}} = 14,38,$$

onde os graus de liberdade do numerador e do denominador são 3 e 16, respectivamente. A estatística F significativa em nível de 5% de probabilidade, isto é, NS = 0,05. Portanto, o valor crítico, fornecido pela tabela de distribuição F, é de $F_c = 3,24$

⁶ Apenas um valor alto de R^2 não atesta o poder de previsão do modelo fora da amostra, a não ser que os valores das variáveis explicativas para as quais se desejam as previsões obedeçam às mesmas dependências lineares do modelo original, o que é uma condição difícil de cumprir na prática.

Segundo FRIEDMAN apud GUJARATI (2000, p. 456), “o único teste relevante da validade de um modelo é comparar sua previsões com a experiência”. Entretanto, a avaliação da previsão é um teste independente dos testes estatísticos e econométricos aplicados nas fases anteriores, ou seja, os resultados da previsão não invalidam as elasticidades obtidas.

FRIEDMAN, M. – **The Methodology of Positive Economics**. Essays in Positive Economics, University of Chicago Press, Chicago, p.14, 1953.

4.1.1 Teste de Hipótese Para Verificar os Efeitos das Variáveis Independentes.

A hipótese que se deseja testar é verificar se as variáveis explicativas P, K e V exercem conjuntamente efeito significativo sobre a variável dependente Q. Tal hipótese pode ser feita da seguinte forma:

$$H_0 = b_1 = b_2 = b_3 = 0 \text{ (ausência de efeito)}$$

$$H_1 = b_1 \neq b_2 \neq b_3 \neq 0 \text{ (presença de efeito)}$$

Como $F_c = 3,24 < F = 14,38$, então rejeita-se a hipótese de efeito nulo H_0 e aceita a hipótese alternativa H_1 , ao nível de significância de 5%. Isso significa que, pelo menos uma das variáveis explicativas P, K e V exercem influência significativa sobre a variável dependente Q, com uma probabilidade de erro de apenas 5%. Logo, tal modelo sugere que as variáveis explicativas são, conjuntamente, significativas para explicar a demanda brasileira de madeira em tora para o mercado brasileiro.

Segundo a regra de Klein, parece ser de pouca influência os efeitos de multicolinealidade nas estimativas das variáveis explicativas, uma vez que o valor de R^2 das regressões auxiliares foi menor que o R^2 obtido da regressão global (0,7295).

4.1.2 Estatística t para b_2

O teste de significância do efeito do preço pode ser feito da seguinte maneira:

$$H_0 : b_2 = 0 \text{ (a ausência de efeito)}$$

$$H_1 : b_2 < 0 \text{ (presença de efeito negativo de acordo com a teoria da demanda)}$$

Para criar uma estatística teste, foi considerado como hipótese nula a igualdade $H_0 : b_2 = 0$. Se a hipótese nula não for verdadeira, então pela equação $T = \frac{b_k - \beta_k}{\text{d.p.}(b_k)} \sim T_{(t-k)}$; é a estatística T é: $T = \frac{b_k}{\text{d.p.}(b_k)} \sim T_{(t-k)}$.

Dado uma amostra com 20 dados observados e que o número de grau de liberdade é representado por: $T - K - 1 = 16$, onde T e o número de observações e K o número de variáveis explicativas e nível de significância de 10%, no caso de teste unilateral. Então o valor crítico de T é $T_c = -1,337$ a 10% de probabilidade. O valor da estatística t é dado por $\frac{\beta_2}{dp_{\beta_2}} = -1,64$. Sendo assim, será rejeitado H_0 quando $t > T_{(t-k)}$ e aceito H_0 quando $t < T_{(t-k)}$.

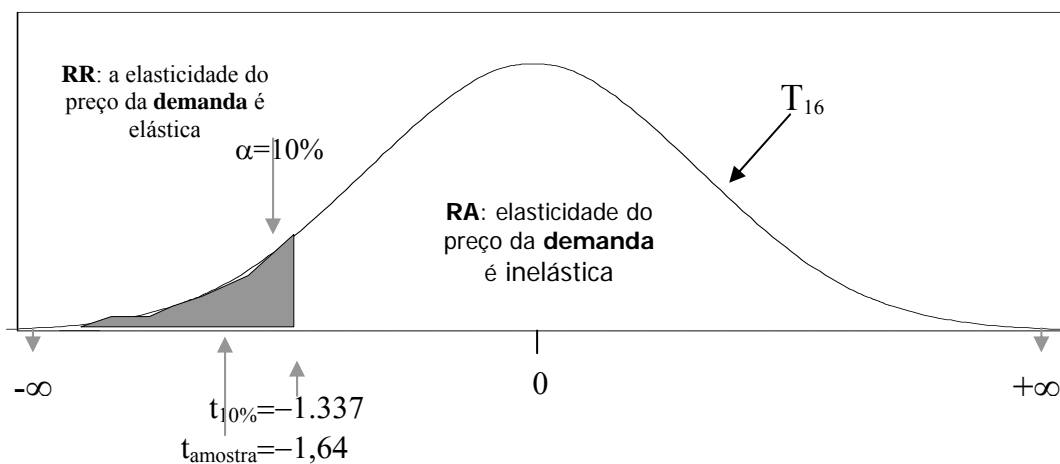


FIGURA 4.4 - Instrumento de Tomada de Decisão Para b_2

Logo, o modelo analisado, apresenta $t_{crit} > t_{calc}$, $(-1,337 > -1,64)$, portanto, rejeita-se a hipótese nula e aceita a hipótese alternativa a 10% de pr T_{16} ade. A evidencia amostral apoiada na proposição que uma redução no preço da madeira acarretará um aumento na receita ou uma elevação do preço da madeira ocasionará um aumento na quantidade ofertada desse bem. Ocasionalmente dessa forma que o β_2 encontrado no modelo é inelástico a preço.

Isso indica que a influência do preço da madeira em tora para produção de celulose sobre a quantidade de madeira para produção de celulose (Q) é estatisticamente significativa, com uma probabilidade de 10%.

Uma alternativa para comparar t com o T_c consiste em calcular o p-valor que é dado por $P [T_c < \mu]$, então rejeitaremos H_0 se esse valor for superior a 10%. No modelo analisado foi obtido um $P [T_c < \mu] = \mu' = 0,12$, como, $\mu' > 0.1$ chegaremos a mesma

conclusão acima e rejeitaremos H_0 , logo, concluímos que $(0,12 > 0,1)$, portanto a madeira em tora para produção de papel celulose será inelástica ao preço.

4.1.3 Estatística t para b3

O teste de significância do efeito da capacidade instalada pode ser feito da seguinte maneira:

$$H_0 : b_3 = 0 \text{ (a ausência de efeito)}$$

$$H_1 : b_3 > 0 \text{ (presença de efeito positivo, de acordo com a teoria)}$$

Como o valor crítico é o mesmo do teste anterior (em modulo), pode se, portanto se concluir que, $t_c = 1,746 < t = 2,1$, a hipótese de efeito nulo H_0 é rejeitada em favor da presença de efeito positivo, ao nível de significância de 5%. Isso indica que o efeito da capacidade instalada é altamente significativo, com uma probabilidade de 5%.

4.1.4 Estatística t para b4

O teste de significância do efeito do valor das exportações pode ser feito da seguinte maneira:

$$H_0 : b_4 = 0 \text{ (a ausência de efeito)}$$

$$H_1 : b_4 > 0 \text{ (presença de efeito positivo, de acordo com a teoria)}$$

Como o valor crítico e o mesmo do teste anterior, pode se, portanto se concluir que, $t_c = 1,746 > t = 0,194$, a hipótese de efeito nulo H_0 não é rejeitada em favor da presença de efeito positivo, ao nível de significância de 5%. Isso indica que o efeito do valor das exportações é altamente significativo, com uma probabilidade de 5%.

Como as estimativas foram feitas a partir de um modelo logarítmico, os parâmetros representam as estimativas das elasticidades da demanda. Sendo assim, a elasticidade-preço da Madeira para fins Produção de Papel e Celulose no mercado de madeira em tora foi de -0.193, sugerindo que um aumento de 10% no preço da Madeira para fins Produção

de Papel e Celulose, ocasionaria uma redução de apenas 1,93% na quantidade de madeira em tora, “*ceteris paribus*”, indicando que a demanda brasileira da Madeira para fins Produção de Papel e Celulose é inelástica com relação ao preço e pouco sensível às variações no mesmo.

O valor relativamente baixo da elasticidade-preço da demanda de Madeira para fins Produção de Papel e Celulose, encontrado neste trabalho, pode estar relacionado com o aumento da importância relativa da Madeira para fins Produção de Papel e Celulose. Assim, o uso da madeira em tora, principalmente a madeira de eucalipto, faz-se indispensável nessas indústrias, limitando o grau de substituição pela madeira de pinus.

No que tange a capacidade instalada, foi observado que uma variação de 10% na capacidade instalada ocasiona uma variação positiva de 6,5% na quantidade demandada de madeira em tora para produção de celulose, “*ceteris paribus*”.

Quanto ao volume das exportações, a elasticidade desse volume foi de (0,06), sugerindo que um aumento de 10% nos volume das exportações brasileiras de papel e celulose promoverá um incremento de 0,66% na quantidade demandada de madeira em tora para produção de celulose no mercado Brasileiro.

Uma série de métodos para testar co-integração (autocorrelação serial) tem sido proposta em diversos artigos. Um método simples é o teste Durbin-Watson para regressão co-integrante (GUJARATI, 2000). De acordo com valor calculado (Durbin-Watson) foi aceito a hipótese de co-integração no nível de 5% pelo teste DW

4.1.5 Teste de Durbin Watson

Quanto ao teste de Durbin Watson – DW, que tem por finalidade de analisar a existência ou não de autocorrelação serial entre os resíduos da função ajustada, ou seja, é o instrumento mais comum para diagnosticar a autocorrelação serial de primeira ordem. Assim, se $0 < d < 2$, então existe algum grau de autocorrelação positiva, sendo menos forte a medida que d se aproxima de 2. Obteve-se no modelo de demanda um $DW = 1,25$, com nível de significância a 5%.

H_0 – Ausência de Autocorrelação

H_1 – Presença de Autocorrelação

O valor calculado de d foi comparado com limites inferior (d_l) e superior (d_u) de valores, tabelados por Durbin Watson.

No caso de autocorrelação positiva ($d < 2$)

- Se $d < d_l$ (região 1) rejeita-se a hipótese nula de ausência de autocorrelação (H_0) e aceita-se a presença de autocorrelação de primeira ordem;
- Se $d_l < d < d_u$ (região 2), o teste é não conclusivo;
- Se $d > d_u$ (região 3), aceita-se a hipótese nula (H_0) e rejeita-se H_1 .

Assim, temos a situação de autocorrelação retratada:

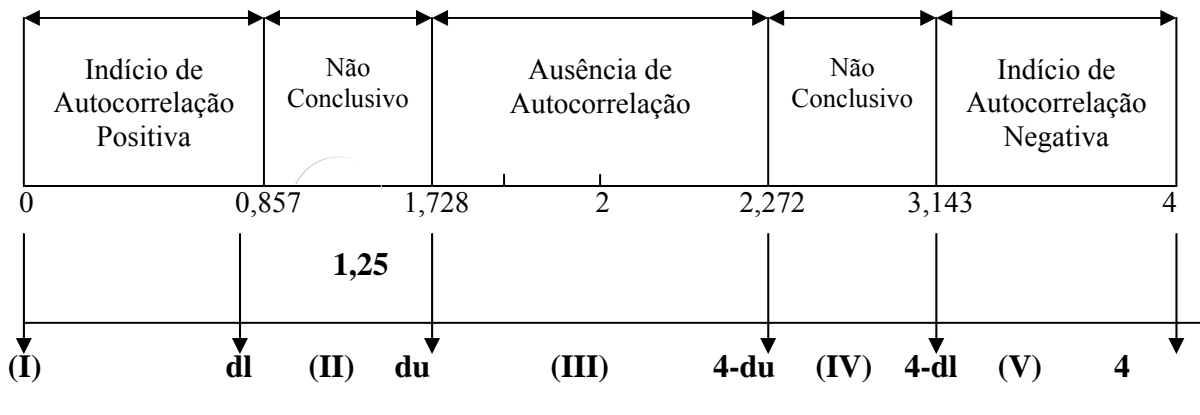


FIGURA 4.5 – Resultados da Estatística d ao Nível de Significância de 5% Para 16 Graus de Liberdade e 3 Variáveis Explicativas.

A figura anterior apresentou os valores críticos da estatística d para nível de significância de 5%, três variáveis explicativas e $n=20$ fornece o limite inferior $d_l = 0,857$ e o limite superior $d_u = 1,728$. conhecidos esses limites, poder-se-ão definir as regiões de rejeição, não conclusiva e aceitação da hipótese nula de ausência de autocorrelação.

Dessa forma, $d = 1,25$ pertence a região não conclusiva. Portanto, não se pode aceitar ou rejeitar a hipótese de ausência de autocorrelação serial. Note-se que, sendo $d_l < d < d_u$ (região II), a região de aceitação não se define.

De acordo com Gujarati, uma regra prática é que, se o coeficiente de correlação dois a dois ou de ordem zero entre as variáveis for alto (digamos, em excesso de 0,8), então a multicolinearidade se constitui um sério problema.

4.1.6 Teste para Detectar a Extensão da Multicolinearidade

A estatística para a realização do teste de Farar e definido pela seguinte fórmula:

$$X^2 = -[n - 1 - 1/6 * (2k - 5)] * \ln \det \begin{bmatrix} 1 & r_{12} & \dots & r_{1k} \\ r_{21} & 1 & & r_{2k} \\ \dots & & & \dots \\ r_{k1} & r_{k2} & \dots & 1 \end{bmatrix};$$

onde n = tamanho da amostra, k número de variáveis explicativas, \ln = log neperiano, \det = determinante e r_{ij} coeficiente de correlação simples entre x_i e x_j , isto é,

$$r_{ij} = \frac{\sum X_i X_j}{\sqrt{\sum X_i^2} * \sqrt{\sum X_j^2}}. \text{ Vale ressaltar que a estatística } X^2 \text{ tem distribuição qui}$$

quadrado com $K*(K-1)/2$ graus de liberdade.

$$X^2 = -[20 - 1 - 1/6 * (2 * 3 - 5)] * \ln \det \begin{bmatrix} 1 & -0,17 & -0,81 \\ -0,42 & 1 & -0,14 \\ -0,81 & -0,14 & 1 \end{bmatrix}; \text{ Logo } X^2 = 31,678.$$

4.1.7 Hipóteses Para Multicolinearidade

$$H_0 : r_{ij} = 0 \text{ (Ausência de Multicolinearidade).}$$

$$H_1 : r_{ij} \neq 0 \text{ (Presença de Multicolinearidade).}$$

O valor crítico da distribuição do qui-quadrado para 16 graus de liberdade e nível de significância de 0,01, fornece um valor crítico $X_c^2 = 32,00 > X^2 = 31,678$, rejeita-se, ao

nível de significância de 1%, a hipótese nula de ausência de multicolinearidade em favor da hipótese alternativa de presença de problema.

Nesse caso foi testado a localização da multicolinearidade para identificar quais variáveis são mais afetadas e como ocorre a correlação entre elas, como se segue

Regredindo-se cada variável explicativa sobre as demais obtêm-se os seguintes resultados:

$$\hat{P} = -29,71 + 0,37 \ln K + 1,2 \ln V \quad R^2 = 0,87, F = 60,50.$$

$$(-5,57) \quad (0,61) \quad (1,89)$$

$$\hat{K} = -5,12 + 0,057 \ln P + 0,92 \ln V \quad R^2 = 0,94, F = 161,16.$$

$$(-1,56) \quad (0,61) \quad (5,79)$$

$$\hat{V} = -10,57 + 0,143 \ln P + 0,71 \ln K \quad R^2 = 0,95, F = 192,4.$$

$$(6,14) \quad (1,89) \quad (5,79)$$

Os testes F realizados indicam que as variáveis mais afetadas pela multicolinearidade são V (F=192,4) e K (F= 161,16), nessa ordem. Dessa forma, a variável P não é afetada significativamente pela multicolinearidade.

Quando tal correlação é elevada, a eficiência dos parâmetros estimados é significativamente afetada, tornando-os instáveis. A consequência disso é o aumento da variância da estimativa e, portanto o erro padrão. Assim, o valor da estatística t reduz-se e, às vezes, a hipótese de efeito nulo pode ser aceita, quando deveria ser rejeitada. Ademais, os parâmetros estimados são imprecisos, porque apresentam elevada sensibilidade a pequenas alterações dos dados básicos. Dessa forma, torna-se difícil isolar a influência relativa dos Xi, ficando a interpretação dos resultados prejudicada.

O grau de correlação de ordem zero para as variáveis explicativas inerentes à demanda e oferta foram expressas pelas TABELA 9. Onde o objetivo básico foi medir o grau de associação linear entre cada par de variáveis explicativas não implicando necessariamente em qualquer relação de causa e efeito.

TABELA 9 - Matriz de Correlações das Variáveis Geradoras do Modelo de Demanda Brasileira de Madeira em Tora no Período de 1988 a 2007.

		V	P_t^c	K
Correlação	V	1,000	-0,17	-0,815
	P_t^c	-0,425	1,000	-0,147
	K	-0,815	-0,147	1,000

O teste indica que existe uma pequena presença de multicolinearidade significativa no modelo, já que o valor entre K x V ultrapassou 0.8. A consequência da presença de multicolinearidade não se tornam precisas, entretanto, como as demais variáveis ($V \times P_t^c$, $K \times P_t^c$) não apresentam multicolinearidade, pode se concluir que este resultado não foi prejudicial ao modelo. Assim a estimativa conseguida com teste adotado, pode ser considerada aceitável.

4.1.8 Verificação da heterocedasticidade

Com base no teste de Glejser conclui-se que não há heterocedasticidade, em função dos testes t e F, a hipótese de relação significativa entre os valores absolutos dos resíduos e_i e P é rejeitada ao nível de significância de 5%. Nesse nível, o termo constante é, também estatisticamente nulo. Portanto aceita a hipótese de ausência de heterocedasticidade. Isso era esperado em virtude de se tratar de uma série histórica, em que tal problema é pouco freqüente.

4.2 RESULTADOS DAS ESTIMATIVAS DOS PARÂMETROS DA EQUAÇÃO DE OFERTA DE MADEIRA EM TORA NO PERÍODO DE 1988 A 2007

Os dados utilizados são provenientes de séries temporais anuais, abrangendo o período de 1988 a 2007. Não se trabalhou com um período maior porque alguns dados não estavam disponíveis e por entender que o período abrangido é representativo e capta a evolução do mercado de madeira em tora no Brasil voltados para produção de papel e celulose. As séries foram construídas como indicado a seguir: Preço de Madeira para o Produção de Papel e Celulose foi obtido no banco de dados Aliceweb, IBGE/Pesquisa da Silvicultura e EPAGRI/CEPA; Investimentos do BNDES no *site* do próprio BNDES e por fim a produtividade de Eucalipto para o Brasil que foi pesquisado junto a EPAGRI/CEPA, BRACELPA, ABRAFLOR.

Dependendo do caráter e objetivo do experimento o nível de significância pode ser mais ou menos exigente que 5%. O fato é que em trabalhos econômicos, além dos dados usados serem observados da vida real e não derivados de experimentos controlados, o comportamento econômico é, até certo ponto, irregular, sendo influenciado por eventos impossíveis de prever. Desta forma a tolerância em experimentos econômicos deve ser maior do que aqueles relacionados à área da medicina, os quais são ligados diretamente com a vida das pessoas, bem como, quando comparado com experimentos onde é permitido um maior controle das variáveis como, por exemplo, aqueles ligados à área de inventários florestais.

Considerando o ajuste do modelo apenas com as variáveis relevantes, foi obtida a equação (17) como representativa no mercado de madeira em tora para a produção de celulose no Brasil.

$$Q_m^O = f(P_m^c, PRO, I_{BNDES}) \quad (17)$$

$$Q_m^O = \beta_1 + \beta_2 \ln P_m^c + \beta_3 \ln I_{BNDES} + \beta_4 \ln PRO + \omega \quad (18)$$

$$Q_m^O = 12,01 + 0,160 \ln P_m^c + 2,127 \ln I - 0,071 \ln PRO + \omega \quad (19)$$

(7,779) (1,271) (2,988) (-0,720)

$$R^2_{AJ} = 0.6287 \quad R^2 = 0.6873 \quad \text{Erro estimado} = 0.1292$$

TABELA 10 - Quadro de Análise de Variância (ANOVA)

Modelo		Soma dos Quadrados	Grau de liberdade	Soma média dos quadrados	F
1	Regressores	VE = 0,58758	K = 3	0,000259	11,72601
	Resíduos	VR = 0,267249	n-k-1 =16		
	Total	VT = 0,854829	19		

O coeficiente de determinação R^2 (calculado com os resultados da variação explicada VE em relação à variação total de Y, VT da tabela ANOVA) indica que 68% das variações ocorridas na demanda brasileira do mercado de madeira em tora foram explicadas pelas variáveis predeterminadas no modelo. O coeficiente das variáveis explicativas foram; Preço da Madeira para fins Produção de Papel e Celulose (P_t^S), *Produtividade e Investimentos do BNDES para o setor de celulose*. Significativos em nível de 5% de probabilidade. *Adjusted R² = 0.6287*⁷

Todos os sinais dos coeficientes de regressão parcial dessas variáveis são coerentes com a teoria de oferta e/ou com o conhecimento empírico.

A estatística F significativa em nível de 5% de probabilidade sugere que as variáveis explicativas são, conjuntamente, significativas para explicar a oferta brasileira de madeira em tora para o mercado brasileiro.

O cálculo da estatística F foi realizado por meio da equação
$$F = \frac{\frac{VE}{k}}{\frac{VR}{n-k-1}} = 11,726,$$

onde os graus de liberdade do numerador e do denominador são 3 e 16, respectivamente. Portanto, o valor crítico, fornecido pela tabela de distribuição F, é de $F_c = 3,24$

⁷ Apenas um valor alto de R^2 não atesta o poder de previsão do modelo fora da amostra, a não ser que os valores das variáveis explicativas para as quais se desejam as previsões obedeçam às mesmas dependências lineares do modelo original, o que é uma condição difícil de cumprir na prática.

Segundo FRIEDMAN apud GUJARATI (2000, p. 456), “o único teste relevante da validade de um modelo é comparar suas previsões com a experiência”. Entretanto, a avaliação da previsão é um teste independente dos testes estatísticos e econométricos aplicados nas fases anteriores, ou seja, os resultados da previsão não invalidam as elasticidades obtidas. FRIEDMAN, M. – **The Methodology of Positive Economics**. Essays in Positive Economics, University of Chicago Press, Chicago, p.14, 1953.

4.2.1 Teste de Hipótese Para Verificar os Efeitos das Variáveis Independentes.

A hipótese que se deseja testar é verificar se as variáveis explicativas P, PRO e I exercem conjuntamente efeito significativo sobre a variável dependente Q. Tal hipótese pode ser feita da seguinte forma:

$$H_0 = b_1 = b_2 = b_3 = 0 \text{ (ausência de efeito)}$$

$$H_1 = b_1 \neq b_2 \neq b_3 \neq 0 \text{ (presença de efeito)}$$

Como $F_c = 3,24 < F = 11,726$, então rejeita-se a hipótese de efeito nulo H_0 e aceita a hipótese alternativa H_1 , ao nível de significância de 5%. Isso significa que, pelo menos uma das variáveis explicativas P, PRO e I exercem influência significativa sobre a variável dependente Q, com uma probabilidade de erro de apenas 5%. Logo, tal modelo sugere que as variáveis explicativas são, conjuntamente, significativas para explicar a demanda brasileira de madeira em tora para o mercado brasileiro.

Segundo a regra de Klein, parece ser de pouca influência os efeitos de multicolinealidade nas estimativas das variáveis explicativas, uma vez que o valor de R^2 das regressões auxiliares foi menor que o R^2 obtido da regressão global (0,687).

4.2.2 Estatística t para b_2

O teste de significância do efeito do preço pode ser feito da seguinte maneira:

$$H_0 : b_2 = 0 \text{ (a ausência de efeito)}$$

$$H_1 : b_2 > 0 \text{ (presença de efeito positivo de acordo com a teoria)}$$

Para criar uma estatística teste, consideramos como hipótese nula a igualdade $H_0 : b_2 = 0$. Se a hipótese nula não for verdadeira, então pela equação $T = \frac{b_k - \beta_k}{\frac{dP(b_k)}{\sqrt{\tau - k}}} \sim T_{(\tau - k)}$; é a estatística T é: $T = \frac{b_k}{\frac{dP(b_k)}{\sqrt{\tau - k}}} \sim T_{(\tau - k)}$.

Dado uma amostra com 20 dados observados e que o número de grau de liberdade é representado por: $T - K - 1 = 16$, onde T é o número de observações e K o número de variáveis explicativas e nível de significância de 25%. Então o valor crítico de T é $T_c = 0,691$ a 25% de probabilidade. O valor da estatística t é dado por $\frac{\beta_2}{dp_{\beta_2}} = 1,271$. Sendo assim, nós rejeitaremos H_0 quando $t < T_{(t-k)}$ e aceitaremos H_0 quando $t > T_{(t-k)}$.

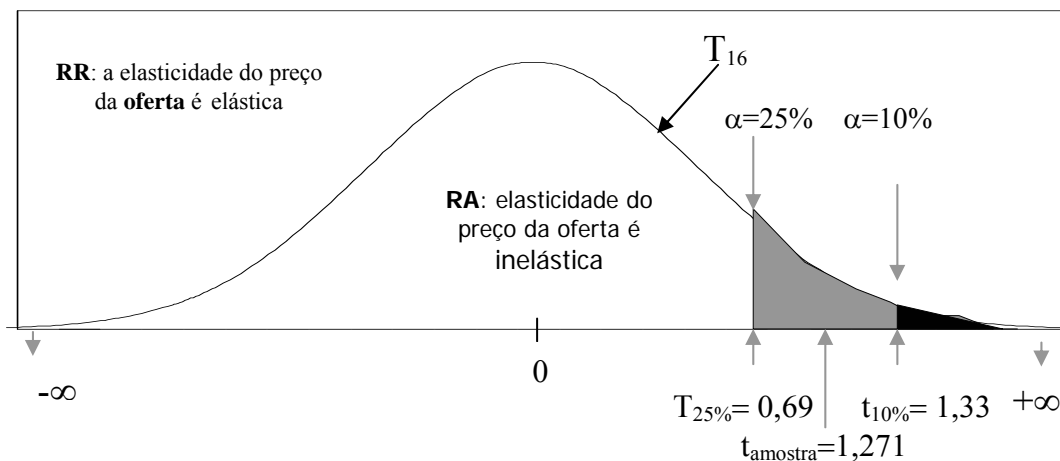


FIGURA 4.6 - Instrumento de Tomada de Decisão

Logo, o modelo analisado, apresenta $t_{t-k} > t$, ($1,271 > 0,691$), portanto a evidência amostral apoiada na proposição que uma redução no preço da madeira acarretará um aumento na receita ou uma elevação do preço da madeira ocasionará um aumento na quantidade ofertada desse bem. Ocasionalmente dessa forma que o β_2 encontrado no modelo é inelástico a preço. A hipótese de efeito nulo H_0 é rejeitada em favor da presença de efeito positivo, ao nível de significância de 25%.

Isso indica que a influência do preço da madeira em tora para produção de celulose sobre a quantidade ofertada de madeira para produção de celulose (Q) é estatisticamente significativa, com uma probabilidade de 25%.

4.2.3 Estatística t para b3

O teste de significância do efeito da capacidade instalada pode ser feito da seguinte maneira:

$$H_0 : b_3 = 0 \text{ (a ausência de efeito)}$$

$$H_1 : b_3 > 0 \text{ (presença de efeito positivo, de acordo com a teoria)}$$

Como o valor crítico e o mesmo do teste anterior, pode se, portanto se concluir que, $t_c = 1,746 < t = 2,98$, a hipótese de efeito nulo H_0 é rejeitada em favor da presença de efeito positivo, ao nível de significância de 5%. Isso indica que o efeito dos Investimentos são altamente significativo, com uma probabilidade de 5%.

4.2.4 Estatística t para b4

O teste de significância do efeito do valor das exportações pode ser feito da seguinte maneira:

$$H_0 : b_4 = 0 \text{ (a ausência de efeito)}$$

$$H_1 : b_4 > 0 \text{ (presença de efeito positivo, de acordo com a teoria)}$$

Como o valor crítico e o mesmo do teste anterior, pode se, portanto se concluir que, $t_c = -1,746 < t = -0,72$, a hipótese de efeito nulo H_0 não é rejeitada em relação a presença de efeito positivo, ao nível de significância de 5%. Isso indica que o efeito produtividade é pouco significativo, com uma probabilidade de 5%.

Análise dos Resultados

Como as estimativas foram feitas a partir de um modelo logarítmico, os parâmetros representam as estimativas das elasticidades da oferta. Sendo assim, a elasticidade-preço da Madeira para fins Produção de Papel e Celulose no mercado de madeira em tora foi de 0.16, sugerindo que um aumento de 10% no preço da Madeira para fins Produção de Papel e Celulose, ocasionaria um aumento de apenas 1,6% na quantidade de madeira em tora, “*ceteris paribus*”, indicando que a oferta brasileira da Madeira para fins Produção de Papel e Celulose é inelástica com relação ao preço e pouco sensível às variações no mesmo.

O valor relativamente baixo da elasticidade-preço da oferta da Madeira para fins produção de celulose, encontrado neste trabalho, pode estar relacionado com o aumento da importância relativa da Madeira para fins Produção de Celulose. Assim, o uso da madeira

em tora faz-se indispensável nessas indústrias, limitando o grau de substituição pela madeira de pinus.

No que tange aos investimentos fomentados pelo BNDES, observa-se que uma variação de 10% nesses investimentos ocasiona uma variação positiva (21,27)% na quantidade ofertada de madeira em tora para produção de celulose, “*ceteris paribus*”.

Quanto a produtividade, a elasticidade desse fator foi de (-0,07), sugerindo que um aumento de 1% na produtividade promoverá uma diminuição de 0,07% na quantidade ofertada de madeira em tora para produção de celulose no mercado brasileiro.

4.2.5 Teste de Durbin Watson

Quanto ao teste de Durbin Watson – DW, que tem por finalidade de analisar a existência ou não de autocorrelação serial entre os resíduos da função ajustada, ou seja, e o instrumento mais comum para diagnosticar a autocorrelação serial de primeira ordem. Assim, se $0 < d < 2$, então existe algum grau de autocorrelação positiva, sendo menos forte a medida que d se aproxima de 2. Obteve-se no modelo de oferta um $DW = 1,276$, com nível de significância a 5%.

H_0 – Ausência de Autocorrelação

H_1 – Presença de Autocorrelação

O valor calculado de d foi comparado com limites inferior (d_l) e superior (d_u) de valores, tabelados por Durbin Watson.

No caso de autocorrelação positiva ($d < 2$)

- Se $d < d_l$ (região 1) rejeita-se a hipótese nula de ausência de autocorrelação (H_0) e aceita-se a presença de autocorrelação de primeira ordem;
- Se $d_l < d < d_u$ (região 2), o teste é não conclusivo;
- Se $d > d_u$ (região 3), aceita-se a hipótese nula (H_0) e rejeita-se H_1 .

Assim,

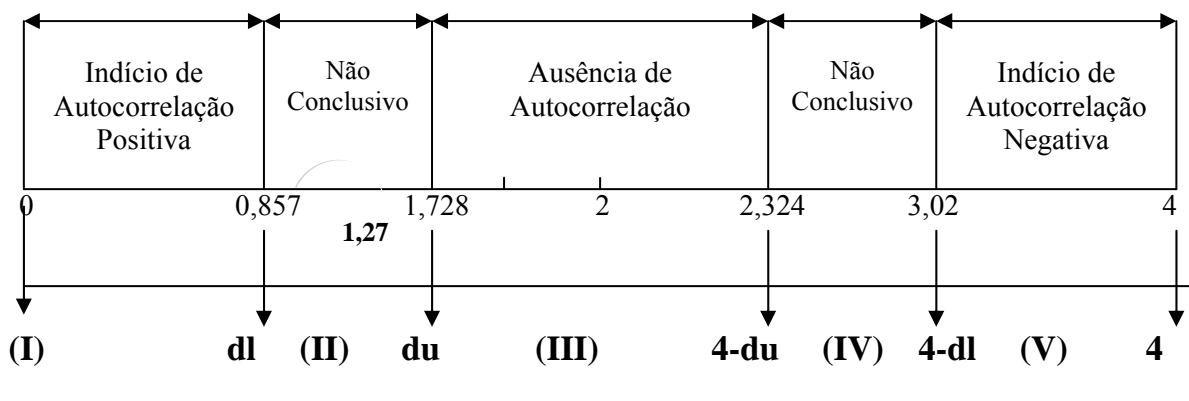


FIGURA 4.7 – Resultados da Estatística D ao Nível de Significância de 5% para 17 Graus de Liberdade e 3 Variáveis explicativas.

A figura anterior apresentou os valores críticos da estatística d para nível de significância de 5%, três variáveis explicativas e $n=20$ fornece o limite inferior $dl= 0,998$ e o limite superior $du = 1,676$. conhecidos esses limites, poder-se-ão definir as regiões de rejeição, não conclusiva e aceitação da hipótese nula de ausência de autocorrelação.

Dessa forma, $d = 1,27$ pertence a região não conclusiva. Portanto, não se pode aceitar ou rejeitar a hipótese de ausência de autocorrelação serial. Note-se que, sendo $dl < d < du$ (região II), a região de aceitação não se define.

Dependendo do caráter e objetivo do experimento o nível de significância pode ser mais ou menos exigente que 5%. O fato é que em trabalhos econômicos, além dos dados usados serem observados da vida real e não derivados de experimentos controlados, o comportamento econômico é, até certo ponto, irregular, sendo influenciado por eventos impossíveis de prever. Desta forma a tolerância em experimentos econômicos deve ser maior do que aqueles relacionados à área da medicina, os quais são ligados diretamente com a vida das pessoas, bem como, quando comparado com experimentos onde é permitido um maior controle das variáveis como, por exemplo, aqueles ligados à área de inventários florestais.

4.2.6 Teste para Detectar a Extensão da Multicolinearidade

A estatística para a realização do teste de Farar e definido pela seguinte fórmula:

$$X^2 = -[n - 1 - 1/6 * (2k - 5)] * \ln \det \begin{bmatrix} 1 & r_{12} & \dots & r_{1k} \\ r_{21} & 1 & & r_{2k} \\ \dots & & & \dots \\ r_{k1} & r_{k2} & \dots & 1 \end{bmatrix};$$

onde n = tamanho da amostra, k numero de variaveis explicativas, ln = log neperiano, det = determinante e r_{ij} coeficiente de correlação simples entre x_i e x_j, isto é,

$$r_{ij} = \frac{\sum X_i X_j}{\sqrt{\sum X_i^2} * \sqrt{\sum X_j^2}}. \text{ Vale ressaltar que a estatística } X^2 \text{ tem distribuição qui}$$

quadrado com K*(K-1)/2 graus de liberdade.

$$X^2 = -[20 - 1 - 1/6 * (2 * 3 - 5)] * \ln \det \begin{bmatrix} 1 & -0,175 & -0,670 \\ -0,175 & 1 & -0,563 \\ -0,670 & -0,563 & 1 \end{bmatrix}; \text{ Logo } X^2 = 50,38.$$

4.2.7 Hipóteses Para Multicolinearidade

$$H_o : r_{ij} = 0 \text{ (Ausência de Multicolinearidade)}$$

$$H_I : r_{ij} \neq 0 \text{ (Presença de Multicolinearidade)}$$

O valor critico da distribuição do qui quadrado para 16 graus de liberdade e nivel de significância de 0,05, fornece um valor critico $X_c^2 = 26,30 < X^2 = 50,38$, rejeita-se, ao nível de significância de 5%, a hipótese nula de ausencia de multicolinearidade em favor da hipótese alternativa de presença de problema.

Nesse caso foi testado a localização da multicolinearidade para identificar quais variáveis são mais afetadas e como ocorre a correlação entre elas, como se segue

Regredindo-se cada variável explicativa sobre as demais obtêm-se os seguintes resultados

$$\hat{P} = -11,123 + 3,19 \ln PRO + 0,13 \ln I \quad R^2 = 0,87, F = 59,35.$$

(-8,75) (2,81) (0,73)

$$PRO\hat{O} = 1,35 + 0,099\ln P + 0,093\ln I \quad R^2 = 0,92, F=111,11.$$

(3,28) (2,81) (3,73)

$$\hat{I} = 2,47 + 0,22\ln P + 4,831\ln PRO \quad R^2 = 0,89, F = 75,721.$$

(0,66) (0,73) (3,73)

Os testes F realizados indicam que as variáveis mais afetadas pela multicolinearidade são PRO (F=111,11) e I (F= 75,721), nessa ordem. Dessa forma, a variável P não e afetada significativamente pela multicolinearidade.

Quando tal correlação e elevada, a eficiência dos parâmetros estimados é significativamente afetada, tornando-os instáveis. A consequência disso é o da variância da estimativa e, portanto o erro padrão. Assim, o valor da estatística t reduz-se e, às vezes, a hipótese de efeito nulo pode ser aceita, quando deveria ser rejeitada. Ademais, os parâmetros estimados são imprecisos, porque apresentam elevada sensibilidade a pequenas alterações dos dados básicos. Dessa forma, torna-se difícil isolar a influência relativa dos Xi, ficando a interpretação dos resultados prejudicada.

TABELA 11 – Matriz de Correlações das variáveis geradoras do modelo de oferta brasileira de madeira em tora no período de 1988 a 2007.

Modelo		I_{bnbes}	P	PRO	
1	Correlations	I_{bnbes}	1	-0,175	-0,670
		P	-0,175	1	-0,563
		PRO	0,670	-0,563	1

O teste indica que não existe presença de multicolinearidade no modelo. Como as demais variáveis ($I_{bnbes} \times PRO$, $I_{bnbes} \times PA_t^C$, $I_{bnbes} \times V_{IMP}$, $PRO \times PA_t^C$, $PRO \times V_{IMP}$, $PA_t^C \times V_{IMP}$) não apresentam multicolinearidade, pode se concluir que este resultado não foi prejudicial ao modelo. Assim a estimativa conseguida com teste adotado, podem ser consideradas aceitáveis.

4.2.8 Teste de Heterocedasticidade

Com base no teste de Glejser conclui-se que há heterocedasticidade, em função dos testes t e F, a hipótese de relação significativa entre os valores absolutos dos resíduos e_i e P não é rejeitada ao nível de significância de 5%. Nesse nível, o termo constante não é estatisticamente nulo. Portanto aceita a hipótese de presença de heterocedasticidade.

5. CONCLUSÕES

- A demanda de madeira em tora pela indústria brasileira para produção de papel e celulose pode ser explicada pelo: preço da madeira para celulose, capacidade instalada e volume das exportações.
- A baixa elasticidade-preço da demanda no Brasil no que tange a madeira para produção de celulose está em conformidade com a literatura existente relativa aos diversos países do mundo e confirmou a expectativa desse estudo que aponta a inelasticidade do material além de ratificar a dificuldade de se encontrar bons substitutos para a madeira em tora relativa à produção de celulose.
- A capacidade instalada foi considerada no modelo estudado como sendo uma *proxy* da renda e a resposta dos consumidores a variações em sua renda na demanda de madeira em tora foi inelástica. Isso indica uma demanda mais do que proporcional de madeira diante do aumento da renda dos consumidores, conferindo à madeira o status de bem normal.
- A significância estatística da variável capacidade instalada bem como seu comportamento inelástico enfatiza a importância do mercado externo na demanda de madeira e da dependência desta variável na competição pelo mercado externo.
- Constatou-se uma baixa influência do volume das exportações no modelo estudado, porém isso não implica que esta variável não seja relevante nesse modelo já que um incremento no volume das exportações afetaria muito pouco a quantidade de madeira para produção de celulose no mercado nacional.
- As principais variáveis determinantes da oferta de madeira em tora para o processamento mecânico foram: preço endógeno, produtividade e investimentos do Banco Nacional de Desenvolvimento para o mercado de papel e celulose.
- Na função de oferta, uma primeira evidência relevante deve-se às elasticidades-preço serem menores que um, indicando desta forma, que a oferta brasileira da madeira para fins produção de celulose é inelástica com relação ao preço e pouco sensível às

variações no mesmo. Em geral os resultados presentes na literatura foram mais inelásticos.

- A sensibilidade ao preço da madeira em tora menor do que um (01) encontrada para a oferta retrata que o uso em tora da espécie eucalipto faz-se indispensável nessas indústrias, limitando o grau de substituição pela da espécie pinus quando comparado aos mesmos em outros países do mundo.
- A baixa elasticidade encontrada para a produtividade reflete a importância que a pesquisa em melhoramento genético e tratamentos silviculturais têm na oferta de madeira durante o período estudado.
- A alta elasticidade encontrada para os investimentos do BNDES foi o esperado segundo a expectativa econômica visto que, com um incremento de receitas nesse segmento, espera-se um aumento na quantidade ofertada pelos produtores de madeira.
- A maior limitação dos modelos é o seu pequeno conjunto de dados, entretanto esses são a melhor informação disponível no momento.

5.1 – Recomendações

As plantações de madeira em tora (eucalipto e pinus) no Brasil são exemplos de sucesso na gestão de florestas sobre a óptica exclusivamente financeira. Alimentadas por uma demanda interna e externa crescente por celulose e seus derivados, o parque industrial brasileiro não pára de investir maciçamente em novos empreendimentos.

Existe um crescente movimento de grandes produtores mundiais estudando possíveis parcerias com empresas brasileiras, com vistas a aproveitar todas as vantagens competitivas que a celulose produzida no Brasil (especialmente a de eucalipto) tem hoje comparada com a celulose do norte da Europa e dos Estados Unidos.

O estudo da demanda e da oferta brasileira de madeira em tora, principalmente no que se refere às culturas de eucalipto para a produção de celulose, revelam que as variáveis predeterminadas dos modelos têm um bom poder de explicação e que, diante das tendências mundiais, as autoridades brasileiras precisam investir no fomento da produção nacional como meio de aumentar a participação deste setor no mercado internacional.

Entretanto, cabe ao governo tomar medidas cautelares a fim de alavancar tal segmento econômico visto que opiniões mais pessimistas são fundamentadas principalmente em uma possível desaceleração nos EUA, já que este vêm enfrentando fortes déficits em suas contas públicas e externas, superiores a 6% do seu PIB, ou seja, o dobro do considerado como o máximo tolerável. Além da confirmação de uma bolha especulativa imobiliária no mercado norte-americano, outro fato considerado se deve a confirmação de um choque mundial decorrente das constantes altas do preço do petróleo.

A atual valorização do real preocupa o setor exportador brasileiro como um todo. Porém, alguns setores vêm se ressentindo muito mais do que outros, sendo os mais prejudicados aqueles voltados ao mercado norte-americano, considerando a negociação ser realizada em dólar, agravando mais ainda o fato de existir um baixo peso de importações nos seus custos de produção, como no caso do segmento de madeira sólida.

Os dados pesquisados e analisados identificam a existência de um forte desequilíbrio entre oferta e demanda de madeira em tora para atender as projeções de crescimento das indústrias de base florestal. Estudos conduzidos por várias associações

setoriais e entidades de ensino e pesquisa corroboram os resultados obtidos. As observações realizadas sinalizam a ocorrência de altas taxas de crescimento da demanda de produtos e insumos como celulose, ferro-gusa, ferro ligas, móveis e lenha. Entretanto, se não for ampliado o ritmo de expansão dos plantios florestais, o crescimento industrial será limitado uma vez que os estoques de madeira não atenderão a demanda do mercado interno. Tampouco haverá condições de assegurar a manutenção da posição brasileira no mercado internacional relativo a esses produtos, em médio e longo prazos, ocasionando a perda de oportunidade.

A análise realizada nessa pesquisa ressalta os principais pontos para compreender o desenvolvimento do setor de celulose no Brasil e dentro dessa perspectiva, destaca-se o papel do Estado na consolidação de uma estrutura empresarial moderna, vinculado ao mercado internacional.

Neste contexto, as empresas precisam buscar alternativas para uma gestão mais efetiva sobre as variáveis de risco do setor de modo a eliminar os efeitos da variabilidade dos preços. Assim, geraria uma melhor previsibilidade de fluxo de caixa futuro, o que aumentaria a atratividade para os acionistas, bem como para futuros investimentos.

Este cenário baseia a elaboração do presente estudo. O objetivo almejado é definir qual dos modelos econométricos analisados melhor explicaria a variável preço da celulose no futuro. Assim, versa nessa dissertação um conjunto de propostas de ações, a seguir relacionadas:

- Ampliar os programas de fomento florestal integrados à indústria consumidora da madeira;
- negociar a aplicação dos recursos dos fundos constitucionais de financiamentos e fiscais de investimento junto ao Ministério da Integração Nacional;
- simplificar os procedimentos legais e administrativos para as atividades de plantio, colheita, transporte, processamento e comercialização de produtos e subprodutos florestais provenientes dos plantios, equiparando a silvicultura às plantações agrícolas;

- dimensionar os programas de expansão da base plantada em função da demanda do mercado consumidor, com a participação de pequenos e médios produtores rurais;
- apoiar, técnica e financeiramente, os pequenos e médios produtores com linhas de crédito adequadas quanto às taxas de juros, prazos de carência e amortização.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, D. M. – A model of pulpwood production and trade in Wisconsin and the Lake States. **Forest Science**, v. 21, n. 3, p. 301 – 312, 1975.

ÂNGELO, H. – **As exportações brasileiras de madeiras tropicais**. Curitiba, 1998. 129 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

ÂNGELO, H.; HOSOKAWA, R. T.; BERGER, R. – O Brasil no mercado internacional de madeiras tropicais. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.22, n.4, p.483 – 494, 1998.

ÂNGELO, H.; SILVA, D. A. – As exportações brasileiras de Mogno (*Swietenia macrophylla*, King). **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.22, n.1, p.113 – 121, 1998.

ANUARIO ESTATÍSTICO SILVIMINAS 2007: Disponível em: <<http://www.silviminas.com.br>>. Acesso em: 22/2/2008.

BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. Estatísticas Operacionais. Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br/estatisticas/setor.asp>>. Acesso em:12/1/2008

BACHA, C.J.C. – Evolução da produção brasileira de Madeira: Haverá Escassez? **Preços Agrícolas**, p. 13 – 16, Julho de 2000.

BERGER, R.; KUGLER, H., e POSSE, E. G. – **Estúdio de lãs alternativas de Uruguay en los mercados de productos forestales de Brasil y Argentina**. Serie de documentos de divulgacion tecnica. Ministério de Ganaderia, Agricultura y Pesca (MGAP), Organizacion de los Estados Americanos (OEA), Fondo Nacional de Preinversion (FONADEP), 98 f , 1992.

BIGSBY, H. R. – An econometric model of the sawn timber market in Australia. **Australian Forest Journal**, v. 56, n. 1, p. 61 – 67, 1993.

BINKLEY, C. S. – Long-run timber supply: price elasticity, inventory elasticity, and the use of capital in timber production. **Natur. Resour. Model**, v.7, p. 163 – 181, 1993.

BRÄNNLUND, R.; JOHANSSON, P. O.; LOFGREN, K. G. – An econometric analysis of aggregate sawtimber and pulpwood supply in Sweden. **Forest Science**, v. 31, n. 3, p. 595 – 606, 1985.

BUONGIORNO, J. – Generalization of Faustmann's Formula for Stochastics Forest Growth and Prices with Markov Decision Process Model. **Forest Science**, v. 47, n. 4, p. 466 – 474, 2001.

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, 1992.

CRUZ, E. S.; OLIVEIRA, A. D. de; SCOLFORO, J. R. S.; REZENDE, J. L. P. de – A demanda de celulose no mercado internacional. **Revista Cerne**, Lavras, v. 9, n.1, p. 48 – 55, 2003.

CRUZ, E. S. – **Análise do comércio mundial de celulose e papel**. Lavras, 2001. 145 f. Dissertação (Mestrado em Florestas de Produção) – Universidade Federal de Lavras, MG.

DANIELS, B. J.; HYDE, W. F. – Estimation of supply and demand for North Carolina's timber. **Forest Ecology and Management**, v. 14, p. 59 – 67, 1986.

FGV – Fundação Getúlio Vargas. Séries Gratuitas. Disponível em: <http://fgvdados.fgv.br/dsp_gratuitas.asp>. Acesso em: 16/2/2008

FERGUSON - Microeconomia

GRAÇA, L. R.; RODIGHERI, H. R; CONTO, A. J. de – Custos florestais de produção: conceituação e aplicação. Colombo: **Embrapa Florestas, Documentos 50**, 32 p. 2000.

GUAJARATI, D. N. – **Econometria Básica**. 4. ed., São Paulo: Makron Books, 2004. 846p.

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

HULTKRANTZ, L.; ARONSSON, T. – Factors affecting the supply and demand of timber from private nonindustrial lands in Sweden: an econometric study. **Forest Science**, v. 35, n. 4, p. 946 – 961, 1989.

JACKSON, D. H. – Sub-regional timber demand analysis: remarks and an approach for prediction. **Forest Ecology and Management**, v. 5, p. 109 – 118, 1983.

JOHNSTON, J.; DINARDO, J.; *Econometric Methods*, v. 5, p. 514, 2005

KANT, S.; AL-AMEEN, W.; NAUTIYAL, J.C.; The Canadian forest product sector: a sectoral econometric model. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 26, p. 1122 – 1134, 1996.

KLEMPERER, W. D. **Forest resource economics and finance**. New York: McGraw-Hill, 1996. 551 p.

KOUTSOYIANNIS, A. **Theory of Econometrics**. 2. ed. New Jersey: Barnes&Noble Books, 1978. 683 p.

KUULUVAINEN, J. An econometric analysis of the sawlog market in Finland. **Journal of World Forest Resource Management**, v. 2, p. 1 – 19, 1986.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Técnicas de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

LEUSCHNER, W. A. An econometric analysis of the Wisconsin Aspen pulpwood market. **Forest Science**, v. 19, n. 1, p. 41 – 46, 1973.

LUPPOLD, W. G. – An econometric study of the hardwood lumber market. **Forest Science**, v. 30, n. 4, p. 1027 – 1038, 1984.

MCKILLOP, W., STUART, T. W e GEISSLER, P. J. – Competition between wood products and substitute structural products: an econometric analysis. **Forest Science**, vol. 26, no 1, p. 134 – 148, 1980.

MENDES, J. T. G. **Economia agrícola – Princípios básicos e Aplicações**. 2. ed. Curitiba: ZNT LTDA, 1998. 458 p.

MONTGOMERY, A. A.; ROBINSON, V. L.; STRANGE, J. D. – An economic model of Georgia's long-run timber market. *G. For. Res. Counc. Rep.*, n. 34, p. 1 – 20, 1975.

MONTEBELLO, A.E.S. - Estrutura de Mercado e Desempenho da Indústria Brasileira de Celulose: Período de 1980 a 2005. **PESQUISA & DEBATE**, SP, volume 18, número 1 (31) pp. 83-104, 2007

NAUTIYAL, J. C.; WILLIAMS, J. S. – The long-run timber supply function. **Forest Science**, v. 36, n. 1, p. 77 – 86, 1990.

NEWMAN, D. H. – An econometric analysis of the southern softwood stumpage market: 1950 – 1980. **Forest Science**, v. 33, n. 4, p. 932 – 945, 1987.

OLIVEIRA, M. J. L; GHIRARDI, A G. Comércio exterior e meio ambiente: o caso da Bahia Sul Celulose. *Bahia Análise & Dados: população, meio ambiente e esenvolvimento*. Salvador, v.10,n. 4, p. 310 - 319, mar. 2001.

PEREIRA, A. R.; BRANDT, S. A.; TEXEIRA, H. H. L. – Análise econométrica da demanda de carvão vegetal. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.6, n.2, p.99 – 103, 1982.

ROBINSON, V. L. – An econometric model of softwood lumber and stumpage markets, 1947 – 1967. **Forest Science**, v. 20, n. 2, p. 171 – 179, 1974.

SILVA, M. L. – Análise econométrica do mercado brasileiro de celulose e de papel e papelão. Viçosa-MG, 1996, 120 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa.

SILVA, M. L. da; SILVA, J. M. A. da – Análise do comportamento temporal dos preços do carvão vegetal: aplicação e avaliação da metodologia “Box and Jenkins”. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.20, n.1, p.57 – 67, 1996.

YIN, R.; NEWMAN, D. H. – Long-run timber supply and the economics of timber production. **Forest Science**, v. 43, n. 1, p. 113 – 120, 1997.

RODIGHERI, H. R.: Acácia Negra, Bracatinga, Eucalipto e Erva Mate: espécies florestais para produtores rurais do sul do Brasil. Memória do 1 Simpósio Ibero Americano de Gestão e Economia Florestal. Série Técnica IPEF, v 14, n. 34, p. 174, jul 2001.

SANTOS, M. J. C.; RODRIGUEZ, L. C. E.; WANDELLI, E. V.: Avaliação econômica de quatro modelos agroflorestais em áreas degradadas por pastagens na Amazônia Ocidental. *Scientia Forestalis*. N. 62, p. 48-61, dez. 2002.

SANJUAN, A.E.; BACHA, C.J.C. Avaliação da competitividade brasileira no mercado mundial de celulose. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE

ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 41., 2003, Juiz de Fora. **Anais ...** Brasília: SOBER, 2003. p. 1-15.

SILVA, Z. A. G. P. G.: Análise econômica da concentração no uso de madeira pelas marcenarias de Rio Branco, Estado do Acre em 1996. Scientia Forestalis. N. 64, p. 48-58, dez. 2003.

SUZANO. Disponível em <www.suzano.com.br>. Acesso em fevereiro de 2008.

KEIPI, K. Forest financing in Latin América and the Caribbean. Memória do 1 Simpósio Ibero Americano de Gestão e Economia Florestal. Série Técnica IPEF, v 14, n. 34, p. 212 a 239.

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

CONJUNTURA ECONÔMICA. As 500 maiores. Rio de Janeiro: FGV, v. 57 n. 8, ago. 2003. 146p.

FAO. FAOSTAT. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 27 novembro. 2007.

ANEXOS

TABELA A – DADOS OBSERVADOS

Ano	LnQ _t	LnP ^C _t	LnK	Ln V export	LnK	Ln V export
1988	17,10	2,07	14,75	21,56	14,75	21,56
1989	17,21	2,28	14,82	21,53	14,82	21,53
1990	17,31	2,27	14,82	21,47	14,82	21,47
1991	17,39	1,82	14,96	21,50	14,96	21,50
1992	17,47	1,82	15,10	21,66	15,10	21,66
1993	17,55	1,82	15,11	21,71	15,11	21,71
1994	17,75	2,14	15,21	21,87	15,21	21,87
1995	17,70	2,31	15,21	21,73	15,21	21,73
1996	17,33	2,48	15,30	21,94	15,30	21,94
1997	17,38	2,50	15,35	21,97	15,35	21,97
1998	17,47	2,58	15,42	21,97	15,42	21,97
1999	17,53	2,62	15,49	22,04	15,49	22,04
2000	17,64	2,72	15,53	22,21	15,53	22,21
2001	17,53	2,88	15,52	22,06	15,52	22,06
2002	17,58	2,95	15,61	22,00	15,61	22,00
2003	17,72	3,27	15,78	22,32	15,78	22,32
2004	17,65	3,50	15,85	22,35	15,85	22,35
2005	17,82	3,75	15,93	22,51	15,93	22,51
2006	17,82	3,83	16,04	22,67	16,04	22,67
2007	17,87	3,86	16,11	22,83	16,11	22,83

TABELA B-DURBIN-WATSON *d* STATISTIC: SIGNIFICANCE POINTS OF *dL* AND *dU* AT 0.05 LEVEL OF SIGNIFICANCE

<i>n</i>	<i>k'</i> = 1		<i>k'</i> = 2		<i>k'</i> = 3		<i>k'</i> = 4		<i>k'</i> = 5		<i>k'</i> = 6		<i>k'</i> = 7		<i>k'</i> = 8		<i>k'</i> = 9		
	<i>dL</i>	<i>dU</i>	<i>dL</i>	<i>dU</i>	<i>dL</i>	<i>dU</i>	<i>dL</i>	<i>dU</i>	<i>dL</i>	<i>dU</i>	<i>dL</i>	<i>dU</i>	<i>dL</i>	<i>dU</i>	<i>dL</i>	<i>dU</i>	<i>dL</i>	<i>dU</i>	
6	0.610	1.400	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	0.700	1.356	0.467	1.896	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	0.763	1.332	0.559	1.777	0.368	2.267	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	0.824	1.320	0.629	1.699	0.455	2.128	0.296	2.588	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	0.879	1.320	0.697	1.641	0.525	2.016	0.376	2.414	0.243	2.822	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11	0.927	1.324	0.658	1.604	0.595	1.928	0.444	2.283	0.316	2.645	0.203	3.005	—	—	—	—	—	—	—
12	0.971	1.331	0.812	1.579	0.658	1.864	0.512	2.177	0.379	2.506	0.268	2.832	0.171	3.149	—	—	—	—	—
13	1.010	1.340	0.861	1.562	0.715	1.816	0.574	2.094	0.445	2.390	0.328	2.692	0.230	2.985	0.147	3.266	—	—	—
14	1.045	1.350	0.905	1.551	0.767	1.779	0.632	2.030	0.505	2.296	0.389	2.572	0.286	2.848	0.200	3.111	0.127	3.360	—
15	1.077	1.361	0.946	1.543	0.814	1.750	0.685	1.977	0.562	2.220	0.447	2.472	0.343	2.727	0.251	2.979	0.175	3.216	—
16	1.106	1.371	0.982	1.539	0.857	1.728	0.734	1.935	0.615	2.157	0.502	2.388	0.398	2.624	0.304	2.860	0.222	3.090	—
17	1.133	1.381	1.015	1.536	0.897	1.710	0.779	1.900	0.664	2.104	0.554	2.318	0.451	2.537	0.356	2.757	0.272	2.975	—
18	1.158	1.391	1.046	1.535	0.933	1.696	0.820	1.872	0.710	2.060	0.603	2.257	0.502	2.461	0.407	2.667	0.321	2.873	—
19	1.180	1.401	1.074	1.536	0.967	1.685	0.859	1.848	0.752	2.023	0.649	2.206	0.549	2.396	0.456	2.589	0.369	2.783	—
20	1.201	1.411	1.100	1.537	0.998	1.676	0.894	1.828	0.792	1.991	0.692	2.162	0.595	2.339	0.502	2.521	0.416	2.704	—
21	1.221	1.420	1.125	1.538	1.026	1.669	0.927	1.812	0.829	1.964	0.732	2.124	0.637	2.290	0.547	2.460	0.461	2.633	—
22	1.239	1.429	1.147	1.541	1.053	1.664	0.958	1.797	0.863	1.940	0.769	2.090	0.677	2.246	0.588	2.407	0.504	2.571	—
23	1.257	1.437	1.168	1.543	1.078	1.660	0.986	1.785	0.895	1.920	0.804	2.061	0.715	2.208	0.628	2.360	0.545	2.514	—

TABELA C- PERCENTAGE POINTS OF THE t DISTRIBUTION

Pr	0.25	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005	0.001
df	0.50	0.20	0.10	0.05	0.02	0.010	0.002
1	1.000	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	318.31
2	0.816	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	22.327
3	0.765	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	10.214
4	0.741	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	7.173
5	0.727	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	5.893
6	0.718	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.208
7	0.711	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	4.785
8	0.706	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	4.501
9	0.703	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	4.297
10	0.700	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	4.144
11	0.697	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	4.025
12	0.695	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	3.930
13	0.694	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	3.852
14	0.692	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	3.787
15	0.691	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	3.733
16	0.690	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	3.686
17	0.689	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.646
18	0.688	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.610
19	0.688	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.579
20	0.687	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.552
21	0.686	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.527
30	0.683	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.385
40	0.681	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	3.307
60	0.679	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	3.232
120	0.677	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617	3.160
∞	0.674	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	3.090

TABELA D- QUI QUADRADO

n	.005	.010	.025	.050	.100	.250	.500	.750	.900	.950	.975	.990	.995
1	.00004	.0002	.001	.004	.02	.10	.45	1.32	2.71	3.84	5.02	6.63	7.88
2	.01	.02	.05	.10	.21	.58	1.39	2.77	4.61	5.99	7.38	9.21	10.60
3	.07	.11	.22	.35	.58	1.21	2.37	4.11	6.25	7.81	9.35	11.34	12.84
4	.21	.30	.48	.71	1.06	1.92	3.36	5.39	7.78	9.49	11.14	13.28	14.86
5	.41	.55	.83	1.15	1.61	2.67	4.35	6.63	9.24	11.07	12.83	15.09	16.75
6	.68	.87	1.24	1.64	2.20	3.45	5.35	7.84	10.64	12.59	14.45	16.81	18.55
7	.99	1.24	1.69	2.17	2.83	4.25	6.35	9.04	12.02	14.07	16.01	18.48	20.28
8	1.34	1.65	2.18	2.73	3.49	5.07	7.34	10.22	13.36	15.51	17.53	20.09	21.95
9	1.73	2.09	2.70	3.33	4.17	5.90	8.34	11.39	14.68	16.92	19.02	21.67	23.59
10	2.16	2.56	3.25	3.94	4.87	6.74	9.34	12.55	15.99	18.31	20.48	23.21	25.19
11	2.60	3.05	3.82	4.57	5.58	7.58	10.34	13.70	17.28	19.68	21.92	24.72	26.76
12	3.07	3.57	4.40	5.23	6.30	8.44	11.34	14.85	18.55	21.03	23.34	26.22	28.30
13	3.57	4.11	5.01	5.89	7.04	9.30	12.34	15.98	19.81	22.36	24.74	27.69	29.82
14	4.07	4.66	5.63	6.57	7.79	10.17	13.34	17.12	21.06	23.68	26.12	29.14	31.32
15	4.60	5.23	6.26	7.26	8.55	11.04	14.34	18.25	22.31	25.00	27.49	30.58	32.80
16	5.14	5.81	6.91	7.96	9.31	11.91	15.34	19.37	23.54	26.30	28.85	32.00	34.27
17	5.70	6.41	7.56	8.67	10.09	12.79	16.34	20.49	24.77	27.59	30.19	33.41	35.72
18	6.26	7.01	8.23	9.39	10.86	13.68	17.34	21.60	25.99	28.87	31.53	34.81	37.16

TABELA E - A evolução da produtividade das florestas plantadas no Brasil foi notável, com um aumento de 171% para Eucalipto e 83% para Pinus nos últimos 50 anos.

EVOLUÇÃO DA PRODUTIVIDADE EM FLORESTAS PLANTADAS (M³/HA/ANO).

	ANOS 70	ANOS 80	APÓS 95
Pinus	18	23	33
Eucalipto	14	27	38

FONTE: EPAGRI (2005).