

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

MAISA BUFFON SCARDINI PORTELLA

**PREVISÃO DE DEMANDA DE CELULOSE:
o caso da Cenibra**

JERÔNIMO MONTEIRO
ESPÍRITO SANTO
2011

MAISA BUFFON SCARDINI PORTELLA

PREVISÃO DE DEMANDA DE CELULOSE:
o caso da Cenibra

Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira Florestal.

JERÔNIMO MONTEIRO
ESPÍRITO SANTO
2011

MAISA BUFFON SCARDINI PORTELLA

PREVISÃO DE DEMANDA DE CELULOSE:
o caso da Cenibra

Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira Florestal.

Aprovada em 16 de junho de 2011

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. D. Sc. Wendel Sandro de Paula Andrade
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientador

Prof. D. Sc. Clovis Eduardo Nunes Hegedus
Universidade Federal do Espírito Santo

Prof^a. D. Sc. Graziela Baptista Vidaurre Dambroz
Universidade Federal do Espírito Santo

“Foi o tempo que dedicastes à tua
rosa que fez tua rosa tão importante”.
A.S. Exupéry

AGRADECIMENTOS

Foram inúmeras pessoas que me auxiliaram de alguma forma à conclusão deste trabalho, sendo impossível citar todas nesta página. Mas saibam que estou imensamente grata por todo o apoio recebido.

Agradeço, em especial, a minha família, por toda ajuda incondicional recebida, principalmente Sr^a Maria Helenise, mãe querida, que com muito amor e dedicação sempre esteve a meu lado, ao Sr. Hermes Junior por todo suporte dado, não só para este trabalho, mas por toda a vida, a meus irmão amados, João e Lais, meus eternos “bebês”, pelos risos, carinhos e até mesmo as brigas. A Marlúcia Inês Gonçalves e a Samira por terem me acolhido quando meu computador resolveu não funcionar.

À Natalia, que mais que colega de classe, se tornou amiga para vida toda, ao Lucas, um verdadeiro irmão, ao Lima, Mariana, Rodrigo, Marcelle, Camila, Nayara, Idalucia, João, enfim, a todos os amigos queridos, que sempre estiveram ao meu lado, dispostos a ajudar, apesar da distância se impor algumas vezes. As “meninas” da república, Gil, Jô, Marci e Sá, uma nova família que surgiu em Alegre.

Aos colegas de graduação pelos momentos compartilhados ao longo desta jornada. Ao professor Wendel Sandro de Paulo Andrade, orientador, sem o qual este trabalho não teria sido feito, por toda a ajuda e paciência concedida.

À CENIBRA e ao Dr. Antônio Marcos Rosado, que tão solícitamente dispuseram os dados utilizados neste trabalho, e sem o qual seria impossível realizar este trabalho.

RESUMO

O Brasil é um dos maiores produtores de celulose do mundo, sua produção está concentrada em cinco empresas principais, dentre elas a Cenibra, que se localiza mesorregião do Vale do Rio Doce, MG. Grande parte da produção da empresa é destinada ao mercado externo, sendo o asiático o seu principal importador. Assim, se torna necessário a aplicação de estratégias, tanto a nível de produção quanto a nível de vendas, que aumentem o potencial da empresa neste mercado. Dentre estas estratégias a gestão de demanda é um mecanismo eficaz de controle da produção, já que este constitui a relação entre a empresa e o ambiente externo no qual está inserido no mercado, e diversas são suas ferramentas, entre elas a previsão de demanda. Assim este trabalho procura determinar um modelo de previsão de demanda de celulose para a Cenibra, tendo para isto sido realizado um levantamento da série histórica de vendas de celulose entre janeiro de 2000 e dezembro de 2010, e após efetuou-se a previsão de demanda, por meio de análise quantitativa, utilizando seguintes técnicas: média móvel, média exponencial móvel, tendência linear, ajustamento exponencial de tendência, sazonalidade simples e sazonalidade com tendência e após foi calculado o erro, média do quadrado dos erros e desvio médio absoluto, para comparação dos métodos. Foi visto que a série apresenta sazonalidade e tendência, sendo o método de menor erro o de tendência linear e a de menor média do quadrado das diferenças o do ajustamento exponencial da tendência, e o de maior erro a sazonalidade simples. A tendência linear, apesar de apresentar o menor erro, não acompanha o movimento da curva da demanda real de celulose, sendo esta sua principal desvantagem. Já o ajustamento exponencial de tendência realiza a previsão apenas para o período imediatamente posterior, impossibilitando um planejamento a longo prazo por parte da empresa. A técnica da sazonalidade com tendência apesar do valor de erro encontrado apresentou R^2 elevado, indicando boa correlação entre o período e a demanda, esta técnica possui a vantagem de acompanhar a série temporal. As técnicas de média móvel e média exponencial móvel devem ser utilizadas apenas quando o mercado for estável e para produtos de menor importância, não apresentando grande relevância para este caso.

Palavras chave: Tendência. Sazonalidade. Média.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	01
1.1 O problema e sua importância.....	03
1.2 Objetivos.....	04
1.2.1 Objetivos gerais.....	04
1.2.2 Objetivos específicos.....	04
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	05
2.1 Teoria da demanda.....	05
2.2. Elasticidade da demanda.....	08
2.2.1 Elasticidade preço da demanda.....	08
2.2.2 Elasticidade renda da demanda.....	10
2.2.3 Elasticidade preço cruzada da demanda.....	10
2.3 Gestão da demanda.....	11
2.4 Mercado de celulose e papel.....	13
2.4.1 Mercado interno.....	13
2.4.2 Mercado externo.....	18
3 METODOLOGIA.....	23
3.1 Caracterização da unidade empírica de análise.....	23
3.2 Classificação da pesquisa.....	25
3.3 Modelo analítico.....	26
3.3.1 Técnicas para previsão da média.....	28
3.3.2 Técnicas para previsão da tendência.....	30
3.3.3 Técnicas para previsão da sazonalidade.....	32
3.3.4 Escolha do modelo.....	33
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
4.1 Análise da série temporal.....	35
4.2 Técnicas para previsão da média.....	38
4.3 Técnicas para previsão da tendência.....	46
4.4 Técnicas para previsão da sazonalidade.....	51

4.5 Escolha do método.....	56
4.5.1 Comparação entre os principais métodos.....	56
5 CONCLUSÃO.....	62
6 REFERÊNCIAS.....	64
APÊNDICE.....	69
Apêndice 1 Vendas de celulose da CENIBRA (2000-2010).....	70
ANEXOS.....	75
Anexo 1 Preço de celulose de novembro de 2002 a janeiro 2011.....	76
Anexo 2 Relação preço x demanda de celulose de 2002 a 2010.....	77

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Produtores de celulose no mundo.....	14
Tabela 2 – Principais produtores de papel e papel reciclado no mundo...	15
Tabela 3 – Dados de venda de celulose da Cenibra (2000-2010).....	35
Tabela 4 – Média móvel para 3, 6, 9 e 12 períodos.....	38
Tabela 5 – Dados da média móvel exponencial para α de 0,1 a 1.....	44
Tabela 6 – Previsão pelo método da tendência linear.....	46
Tabela 7 – Previsão pelo método do ajustamento exponencial de tendência.....	48
Tabela 8 – Previsão pelo método da sazonalidade simples 2000-2010	51
Tabela 9 – Previsão pelo método da sazonalidade com tendência.....	53
Tabela 10 – Erro das técnicas de previsão.....	56
Tabela 11 – Previsão de demanda de celulose para o ano 2011.....	59

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Representação da curva de demanda.....	06
Figura 2 – Deslocamento da curva de demanda proporcionada pelo aumento da renda do consumidor.....	07
Figura 3 – Demanda elástica (a) e inelástica (b).....	09
Figura 4 – Produção brasileira de celulose de 1970 a 2010.....	16
Figura 5 – Consumo de papel em Kg/ha/ano em 2009.....	17
Figura 6 – Participação das empresas na exportação brasileira de celulose no ano de 2009.....	19
Figura 7 – Destino das Exportações Brasileiras de Celulose.....	20
Figura 8 – Distribuição de vendas de celulose da Cenibra, em 2009.....	24
Figura 9 – Produção de celulose pela Cenibra no período de 2000 a 2010.....	24
Figura 10 – Vendas de celulose da CENIBRA (2000-2010).....	37
Figura 11 – Demanda real e prevista de celulose pelo método da média móvel com período de 3 meses.....	39
Figura 12 – Demanda real e prevista de celulose pelo método da média móvel com período de 6 meses.....	40
Figura 13 – Demanda real e prevista de celulose pelo método da média móvel com período de 9 meses.....	41
Figura 14 – Demanda real e prevista de celulose pelo método da média móvel com período de 12 meses.....	42
Figura 15 – Demanda real e prevista de celulose pelo método da média móvel exponencial com coeficiente de ponderação de 1.....	45
Figura 16 – Vendas de celulose real e prevista pelo método de tendência linear.	47
Figura 17 – Demanda de celulose real e prevista pela técnica de ajustamento exponencial de tendência.....	50
Figura 18 – Demanda de celulose real e prevista pelo método da sazonalidade..	52
Figura 19 – Demanda de celulose real e prevista pela técnica de sazonalidade com tendência para o período de 2000 a 2010.....	54
Figura 20 – Demanda de celulose prevista pela técnica de sazonalidade com tendência e linha de tendência para o período de 2000 a 2010.....	55

Figura 21 – Demanda real e prevista de celulose pelos métodos de tendência linear e ajustamento exponencial da tendência.....	58
Figura 22 – Previsão de demanda de celulose para o ano de 2011.....	60

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Elasticidade-renda da demanda.....	10
---	----

1 INTRODUÇÃO

O processo de globalização e o avanço tecnológico vêm aumentando substancialmente a concorrência no mercado de papel e celulose. Neste contexto, o Brasil tem apresentado grande potencial competitivo, devido principalmente, a sua dimensão territorial associada a grande disponibilidade de mão-de-obra.

Nos últimos dez anos o setor de celulose apresentou números significativos, tendo expandido 87,2%, com crescimento médio anual de 6,5% ao ano, em comparação temos que na última década o Produto Interno Bruto (PIB) *per capita* brasileiro registrou crescimento médio anual de 2,4% (IBGE, 2010). Em 2008, o setor teve uma grande conquista: alcançou o posto de quarto produtor mundial de celulose – atrás apenas de Estados Unidos, Canadá e China. O recorde foi obtido em um período adverso, durante a crise financeira internacional. Em 2009, o setor produziu 13,5 milhões de toneladas de celulose (BRACELPA, 2010).

Dentre as maiores empresas produtoras de celulose no País encontra-se a CENIBRA, fundada em 13 de setembro de 1973, localizada na mesorregião do Vale do Rio doce (IBGE, 2005), produzindo celulose branqueada de fibra curta de eucalipto, sendo esta comercializada nos principais mercados mundiais. Em 2009 a Cenibra produziu 1.207.184 toneladas de celulose branqueada de fibra curta de eucalipto. Deste total 91,2% das vendas foram destinadas ao mercado externo e 8,8% ao mercado interno (CENIBRA, 2010).

Este é um mercado crescente e cada vez mais competitivo, sendo necessária a implementação de mecanismos de gestão que assegurem a posição da indústria, tanto no mercado interno quanto externo. Assim diversos a previsão de demanda surge como mecanismo que visa auxiliar as decisões de administrativas de planejamento e controle da produção, e em diversas áreas da gestão, podendo ser uma ferramenta eficiente para ajudar a diversos empreendimentos a manter a posição no mercado interno e externo.

Geralmente a previsão de demanda é função do marketing, porém, diversos setores da empresa dependem de previsões para formular e executar seus planos, sendo esta utilizada em todos os setores da organização, por exemplo, o departamento

financeiro utiliza as previsões para projetar fluxos de caixa e requisitos de capitais, os recursos humanos utilizam este recurso a fim de realizar contratações e treinamentos, o departamento de operações necessita de previsões para planejar níveis de produto, compra de serviço e materiais e mão de obra, cronograma de produção, estoque e capacidade a longo prazo. Previsões de demanda é uma função do marketing pois este se encontra diretamente ligado ao ambiente externo da empresa(KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2009).

As técnicas de previsão de demanda podem ser qualitativas, quantitativas ou a combinação de métodos quantitativos e qualitativos (PELEGRINI, 2000). Os métodos quantitativos utilizam dados históricos para prever a demanda em períodos futuros, sendo a regressão linear simples o método mais utilizado. A previsão da demanda futura requer a construção de modelos matemáticos a partir dos dados disponíveis, ou seja, a partir de dados que descrevem a variação da demanda ao longo do tempo. Esse grupo de dados é denominado série temporal (SEBER, 1977 citado por PELEGRINI, 2000).

Porém, algumas vezes não é possível obter a série histórica, ou por esta não existir ou por não serem adequadas, como na inserção novos produtos, ou quando há novas tecnologias no mercado, por exemplo. Este método pode ser usado, ainda, em conjunto com métodos quantitativos para prever eventos futuros específicos, que de outra forma não seriam visualizados, estes métodos podem ser usados também para ajustar arquivos de dados de dados históricos que serão usados em técnicas quantitativas. Os métodos qualitativos mais usuais são: estimativa da força de vendas, júri de executivos, pesquisa de mercado e método Delphi (KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2009).

A escolha da técnica é fundamental para o sucesso na previsão da demanda. Em sua escolha, devem ser considerados diversos fatores, sendo os principais: o custo de sua implantação da e a acuracidade de suas previsões, a disponibilidade de dados históricos, a experiência passada com a aplicação de determinada técnica, a disponibilidade de tempo para coletar, analisar e preparar os dados e a previsão, e o período de planejamento para o qual se necessite da previsão (TUBINO, 2007).

Este processo envolve gastos e demanda tempo, porém conhecer o comportamento de preços e de fluxos comerciais é cada dia mais importante na economia moderna.

1.1 O problema e sua importância

A Cenibra se encontra entre as maiores empresas produtoras de celulose do Brasil (BNDES, 2010). Sendo este um mercado cada vez mais competitivo é fundamental conhecimento do comportamento de mercado bem como da demanda e oferta do produto para manter tal posição. Soares et al (2009) afirma que poucos trabalhos econométricos têm sido feitos no Brasil com o objetivo de conhecer o comportamento do mercado de celulose. Trabalhos deste tipo são fundamentais para fins de planejamento da produção, comercialização, previsão e formulação de políticas para o desenvolvimento do setor (SOARES et.al., 2009).

O comportamento da demanda é bastante oscilatório, estando sujeito a diversos fatores. São inúmeras as técnicas que se propõe ao conhecimento do comportamento da demanda, dentre elas as técnicas que envolvem séries temporais. O conhecimento das características de cada uma e análise criteriosa do comportamento da demanda ao longo do tempo é essencial para a estimação da demanda com nível de erro aceitável, e a partir deste conhecimento realizar o planejamento da cadeia produtiva.

Levando em consideração a importância que a previsão de demanda possui no planejamento em diversos setores de um empreendimento, bem como a ausência de estudos a respeito da previsão de demanda no setor florestal este trabalho propõe determinar qual o comportamento da demanda de celulose fabricada pela Cenibra ao longo de toda a série temporal de 2000 a 2010 e qual a melhor técnica de previsão de demanda para a série temporal da demanda de celulose da Cenibra.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

- Determinar qual (is) modelo (s) de previsão de demanda de celulose melhor se ajustam às vendas de celulose da CENIBRA.

1.2.2 Objetivos específicos

- Levantar uma série histórica da demanda efetiva de celulose junto à empresa;
- Caracterizar a demanda de celulose, quanto ao comportamento da série temporal;
e
- Analisar o ajustamento de alguns dos modelos de previsão de demanda, em relação aos dados de demanda efetiva de celulose da empresa.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo foram abordados aspectos relativos à demanda, tais como: Teoria da Demanda, elasticidade da demanda, elasticidade-preço da demanda, elasticidade-renda da demanda, elasticidade-preço cruzada da demanda e gestão da demanda. Neste capítulo são vistos ainda alguns aspectos relevantes do mercado de celulose e papel, levando em consideração o mercado interno e externo.

2.1 Teoria da demanda

Demanda pode ser definida como o desejo do consumidor adquirir determinada quantidade de um bem ou serviço em um determinado período (SILVA; LUIZ, 2006) e diversos são os fatores que a determinam. Mankiw (2009) aponta alguns fatores, sendo estes: renda, preço dos bens relacionados, gosto e expectativa.

O preço de é inversamente proporcional à demanda de um determinado produto. Segundo a Lei da Demanda “com tudo mais mantido constante, quando o preço de um bem aumenta, sua quantidade demandada diminui; quando o preço diminui a quantidade demandada aumenta” (MANKIW, 2009, p. 68). O referido autor aponta ainda que alguns bens se comportam de forma contrária a Lei da Demanda, que é o caso dos Bens de Giffen e Bens de Veblen. Os Bens de Giffen são aqueles que ao aumento do preço sua demanda aumenta, estes casos acontecem quando o efeito renda é maior que o efeito substituição. São casos raros, mas ocorrem, por exemplo, quando devido a um aumento no nível geral de preços e conseqüente queda no poder de compra, alguns itens tornam-se proibitivos, e por isso, são substituídos por outros, que impactam menos na renda. Assim, o item consumido em substituição ao anterior, apresenta um aumento em sua demanda frente ao aumento de seu próprio preço. No caso brasileiro, pode-se dizer que em uma situação de elevada inflação, o “pão francês” assumiria a condição de Bem de Giffen. Segundo Cheluchinhak e Cheluchinhak (2010) os Bens de Veblen são aqueles adquiridos apenas para serem ostentados, assim, quanto maior o valor desses bens maior sua demanda, a exemplo tem-se jóias, obras de artes, tapeçarias etc.

A curva de demanda representa a relação entre a demanda por um bem e o seu preço, ou seja, a relação entre quantidade de um produto que os consumidores desejam e o seu valor monetário. É uma curva descendente, pois quanto menor o

preço maior o estímulo que os consumidores têm de adquirir determinada mercadoria, conforme representado na Figura 1 (PINDYCK; RUBINFELD, 2005).

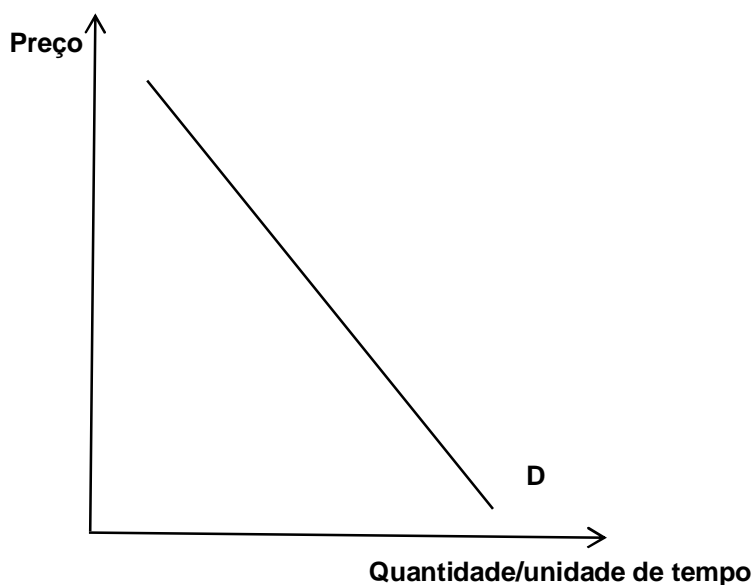


Figura 1 – Representação da curva de demanda (D)

Fonte –Pindick e Rubinfeld (2005).

Quando a renda do consumidor aumenta, mantendo-se o preço da mercadoria constante em P_1 , se espera que a quantidade demandada aumente de Q_1 para Q_2 , havendo um deslocamento da curva da demanda para direita, D para D'(Figura 2). Observa-se que com aumento da renda a disposição a pagar dos consumidores aumenta (PINDYCK; RUBINFELD, 2005).

Nem todos os bens se comportam da mesma forma à alteração de renda, no caso de bens normais, quando a renda diminui e a demanda de determinado bem também diminui, este é chamado bem normal. Por outro lado, quando a demanda por um bem aumenta quando a renda cai, este é um bem inferior (MANKIW, 2009).

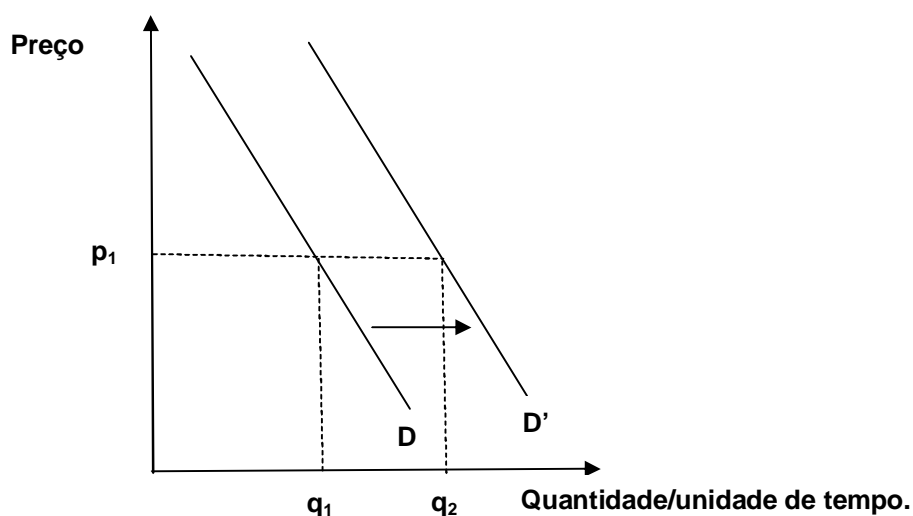


Figura 2–Deslocamento da curva de demanda (D) proporcionado pelo aumento da renda do consumidor

Fonte: Pindick e Rubinfeld (2005).

A alteração de preço de bens relacionados também interfere na demanda. No caso de bens substitutos a elevação do preço de um deles aumentará a demanda por outro, já de bens complementares o aumento do preço de um deles acarretará em decréscimo da demanda do outro (PINDYCK; RUBINFELD, 2005).

A preferência está atrelada às forças históricas e psicológicas e psicossociais, sendo variável com a época e cultura, devido a esta preferência do consumidor haverá maior ou menor procura por um determinado bem em um dado momento.

Já a expectativa se refere à probabilidade de eventos futuros, por exemplo: diante da expectativa do aumento de renda, o consumidor pode decidir consumir mais ao invés de economizar (MANKIW, 2009).

Soares et al.(2009) afirmaram que os fatores que interferem na demanda de exportação de um produto são: preço de exportação, preço dos substitutos, renda dos países importadores, quantidade produzida por outros países produtores e taxa de câmbio.

2.2 Elasticidade da demanda

Elasticidade é uma medida de resposta que compara a mudança percentual de uma variável dependente Q a uma mudança percentual em uma variável explicativa P. Já no que tange à demanda, a variação percentual da procura se dá principalmente em relação à variação percentual dos preços dos bens, na renda do consumidor, no preço dos bens relacionados, nas preferências e expectativas (MANKIW, 2009).

2.2.1 Elasticidade – preço da demanda

Mede quanto a quantidade demandada pode ser afetada por alterações no preço do bem, ou seja, mede quanto uma variação de 1% no preço de determinada mercadoria, altera sua quantidade demandada. Matematicamente, é expressa por meio da equação 1 (PINDYCK; RUBINFELD, 2005).

$$E_p = \frac{\% \Delta Q}{\% \Delta P} (1)$$

Onde, $\% \Delta Q$ é a variação percentual da demanda, e $\% \Delta P$ é a variação percentual do preço.

O autor supracitado afirma que, normalmente, a elasticidade da demanda é negativa, pois quando o preço aumenta é esperado queda na quantidade demandada. Ao se tratar de elasticidade da demanda é comum a utilização de valores absolutos, sendo estes valores referentes à sua magnitude.

Quando a sua magnitude assume valores superiores a 1, diz-se que a demanda é elástica, o que pode ser observado na Figura 3a (PINDYCK; RUBINFELD, 2005). Nesse caso a quantidade demandada sofre variações em uma proporção maior que o preço. É o caso da maioria dos produtos industrializados com boa disponibilidade de substitutos, dos bens supérfluos, dos produtos com muitos usos alternativos, dos bens com alto preço e que absorvem uma grande parcela da renda do consumidor, como automóveis e televisores, e da demanda em longo prazo (MANKIW, 2009).

Se tratando de elasticidade de demanda com magnitude inferior a 1, diz-se que a demanda é inelástica ao preço (PINDYCK; RUBINFELD, 2005), ou seja, a demanda varia em proporção menor do que o preço (Figura 3b). Enquadram-se nessa

categoria os bens essenciais, os produtos diferenciados e com pouca disponibilidade de substitutos, os bens com poucos usos alternativos, os bens muito baratos, com o preço representando muito pouco da renda do consumidor (sal, caixa de fósforos,...), e a demanda em curto prazo, quando as pessoas têm pouco tempo para conhecerem e se ajustarem às alternativas existentes (MANKIW, 2009) e *commodities*, como a celulose, por exemplo.

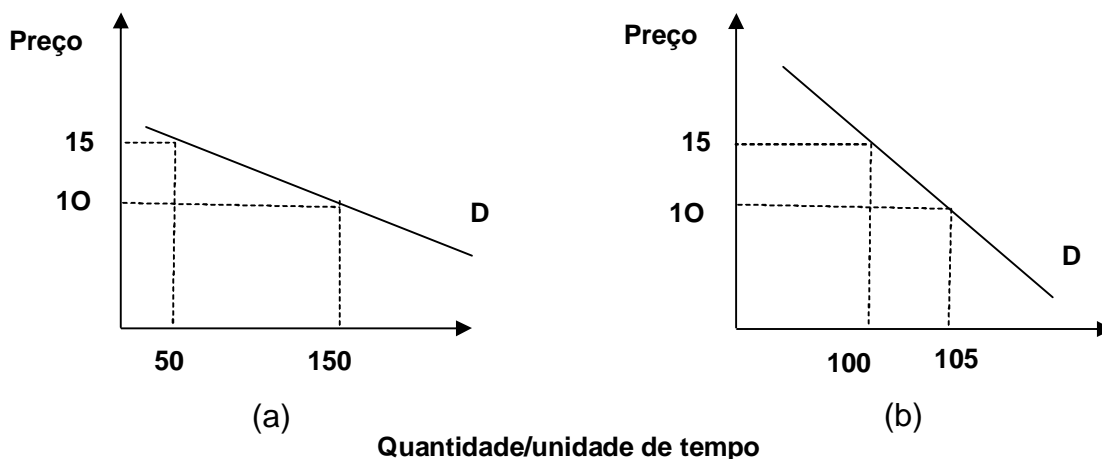


Figura 3 – Demanda elástica (a) e demanda inelástica (b)

Fonte: Camargo (2006).

Existe relação direta entre a receita das empresas, a despesa dos consumidores e a elasticidade da demanda, pois na fase elástica da curva de demanda há um aumento mais que proporcional da demanda em relação a ao preço, portanto qualquer redução de preço ocasionará grande aumento na quantidade demandada, e aumento na receita da empresa. Por outro lado, na fase inelástica da curva, há uma variação menos proporcional entre o preço e a quantidade demandada, assim, qualquer aumento nos preços irá ocasionar uma pequena redução na demanda, elevando, também, a receita da empresa e o gasto do consumidor (MANKIW, 2009).

Caso haja bens substitutos para determinada mercadoria, a demanda tenderá ser elástica, pois um aumento qualquer no preço desta mercadoria irá ocasionar queda na demanda da mesma e aumento da demanda de seu substituto, tornando a demanda elástica. Quando não houver bens substitutos a demanda tenderá a ser inelástica (PINDYCK; RUBINFELD, 2005).

Pindyck e Rubinfeld (2005) afirmam que a elasticidade da demanda pode ser: infinitamente inelástica, caso em que os consumidores tenderão a adquirir a quantidade que puderem no preço P , caso haja aumento neste preço a demanda cairá para zero, e a um valor menor a demanda crescerá indefinidamente. Ou completamente elástica, quando o consumo de um bem é independente do preço.

2.2.2 Elasticidade-renda da demanda

A elasticidade-renda (E_R) da demanda reflete a variação da quantidade demandada devido ao aumento de 1% da renda do consumidor (PINDYCK; RUBINFELD, 2005). Um bem pode ser considerado normal ou inferior em função da variação de renda do consumidor. Quando a relação entre renda e demanda é diretamente proporcional, ou seja, um aumento na renda ocasiona crescimento na demanda o bem é considerado normal. Quando esta relação é inversamente proporcional, ou seja, quando a demanda decresce ao aumento de renda o bem é considerado inferior, conforme sintetizado no Quadro 1 (RIBEIRO; LANNA; PEREIRA, 1999).

Quadro 1 – Elasticidade-renda da demanda

Se a E_R é	O bem é	Se a renda R é alterada	A quantidade demandada Q
$0 < E_R < 1$	Normal	$R \uparrow$	$Q \uparrow$
		$R \downarrow$	$Q \downarrow$
< 0	Inferior	$R \uparrow$	$Q \downarrow$
		$R \downarrow$	$Q \uparrow$

Fonte: Ribeiro, Lanna e Pereira (1999).

2.2.3 Elasticidade-preço cruzada da demanda

Quando se pode substituir um bem pelo outro no momento do consumo estes são considerados bens substitutos, já os bens complementares são aqueles que necessitam ser consumidos juntos, para que haja satisfação máxima do consumidor (SILVA; LUIZ, 2001).

Segundo Silva e Luiz (2001) a elasticidade-preço cruzada diz respeito à variação da demanda de um bem em função da variação de preço de outro bem, ou seja é o impacto que o aumento de 1% no preço de um bem na demanda de outro bem. A

elasticidade cruzada apresentará coeficiente positivo ao se tratar de bens substitutos, no caso de bens complementares esta elasticidade apresentará coeficiente negativo (PINDYCK; RUBINFELD, 2005). Quando a elasticidade for nula significa que não há relação entre os bens (SILVA; LUIZ, 2001).

2.3 Gestão da demanda

A gestão de demanda constitui na relação entre a empresa e o ambiente externo no qual está inserido no mercado, atuando como mecanismo fundamental no planejamento e controle da produção. A gestão de demanda transforma dados em informações e os inserem dentro da empresa (VOLLMANN et al., 1992 citados por REIS, 2007).

Cox et al. (1998) e Chase e Aquilano (1995 citados por AZEVEDO et al., 2006) definem gestão de demanda como a função de reconhecimento de todas as demandas por produtos e serviços para atender ao mercado, tendo como objetivo coordenar e controlar os fatores da demanda a fim de tornar o sistema produtivo eficiente.

Segundo Kotler e Keller (2010) gestão de demanda pode ser conceituada como conjunto de ações que incluem a compreensão de perspectivas presentes e futuras do consumidor, o estudo das características de mercado e da análise das alternativas disponíveis para atendimento. As empresas possuem até 90 tipos de estimativas de demanda, que pode ser mensurada em seis níveis diferentes de produtos (itens, forma, linha, empresa, setoriais, totais), cinco tipos diferentes de níveis espaciais (cliente, território, região, País, Mundo) e três diferentes níveis de tempo (curto, médio e longo prazo)

Mello (1996 citado por REIS, 2007), por sua vez, afirma que a gestão de demanda, além de lidar com a previsão de demanda, também implica no processamento de pedidos e gerenciamento de vendas. Ou ainda que a gestão da demanda constitui na junção do “processo de balanceamento das necessidades dos clientes com a capacidade do fornecedor” (PIRES, 2004 citado por REIS, 2007, p. 17)

Para Reis (2007) a gestão de demanda constitui o conjunto de ações que envolvem o estudo das tendências de mercado, as previsões de vendas e o balanceamento entre a capacidade do fornecedor e as necessidades do cliente.

Em curto prazo, a gestão de demanda é útil para se determinar os recursos necessários na produção, tais como matéria-prima, máquinas e mão-de-obra. Em longo prazo, a gestão de demanda serve como base para decisões estratégicas, tais como criação de novos produtos ou ampliação das instalações (CHASE; AQUILANO, 1995 citados por AZEVEDO et al., 2006).

Segundo Corrêa, Gianesi e Caon (2001) a gestão de demanda inclui esforço de cinco áreas principais: previsão de demanda, comunicação com o mercado, influência sobre a demanda, promessa de prazos de entrega, priorização e alocação.

- Previsão de demanda: procura determinar o volume de vendas da mercadoria visando para que sejam fabricadas antecipadamente, os autores acima citados afirmam que esta ferramenta pode ser considerada como a mais importante na gestão de demanda, porém um dos problemas da gestão de demanda é que nunca será possível obter uma previsão 100% correta. Os erros de previsão estão sujeitos a duas fontes distintas: erros relativos ao próprio mercado, que pode ser instável e de baixa previsibilidade, a segunda está relacionada a eficácia do sistema de previsão.
- Comunicação com o mercado: consiste na interação empresa-consumidor, procura colher e analisar as informações disponíveis, preparando a empresa para as eventualidades do mercado. Normalmente essa atividade fica a cargo da equipe de vendas (AZEVEDO et al., 2006).;
- Influenciar a demanda: para tal é imprescindível o conhecimento do mercado, pois este permite saber qual parcela é influenciável e quais estratégias adotar para influenciá-la. Em momentos onde a oferta se sobrepõe à procura essa atividade se torna útil (AZEVEDO et al., 2006);
- Prometer prazos de entrega: para se determinar prazos de entrega é essencial conhecimento dos dados de recebimento da matéria prima, de

previsão de vendas e do bom funcionamento do mercado produtivo. O prazo de entrega é determinado pela disponibilidade para a promessa ou *Available-to-Promise-ATP* que é influenciada pelo estoque disponível e pela produção da empresa(AZEVEDO et al., 2006);

- Priorizar e alocar: caso não haja produtos suficientes para atender toda a demanda, esta prática consiste em escolher quais clientes priorizar e qual será colocado em lista de espera, objetivando-se atender toda a demanda (AZEVEDO et al., 2006);

2.4 Mercado de celulose e papel

O setor de papel e celulose é composto pelas indústrias de celulose, de papéis e de artefato de papéis (MONTEBELLO; BACHA, 2011). A cadeia produtiva deste setor é composta desde as bases florestais até produtos convertidos: envelopes, caixas de papelão, papéis gráficos, sacos multifilados, entre outros (FAE BUSINESS, 2001).

2.4.1 Mercado interno

A celulose de mercado é aquela destinada ao comércio nacional e internacional, negociadas por meio de contrato ou mercado *spot*¹. Diferencia-se da celulose produzida e alocada na própria empresa, para a produção de papel (HILCHEMBERG; BACHA, 2003).

No Brasil, a principal matéria prima da celulose de fibra longa é a madeira de pinus, e para a celulose de fibra curta, a madeira de eucalipto(BRACELPA, 2010). A celulose de fibra longa é utilizada na fabricação de papéis que demandam mais resistência, como os de embalagens, e nas camadas internas do papel cartão, além do papel jornal. Já a celulose de fibra curta, devido sua menor resistência, associada à alta maciez e absorção, são as preferidas para fabricação de papéis como os de imprimir e escrever e de fins sanitários (papel higiênico, toalhas de papel, guardanapos).

Com o desenvolvimento constante de novas tecnologias no plantio e manejo de florestas plantadas, o Brasil se tornou referencia mundial no setor de papel e

¹ É o mercado de *commodities* em que os negócios são realizados com pagamento à vista e entrega imediata das mercadorias (SANDRONI, 2002).

celulose, trazendo inúmeras vantagens, como: maiores investimentos no setor, e na melhora da posição do país, quarto produtor mundial de celulose (BNDES, 2010), e de nono produtor mundial de papel, Tabelas 1 e 2 (BRACELPA, 2011).

Tabela 1 – Produtores de celulose no mundo

Países	Quantidade Produzida (mil ton.)
1. EUA	48.329
2. China	20.813
3. Canadá	17.079
4. Brasil	13.315
5. Suécia	11.463
6. Finlândia	9.003
7. Japão	8.506
8. Rússia	7.235
9. Indonésia	5.971
10. Chile	5.000
11. Índia	3.803
12. Alemanha	2.542
13. Demais	24.898
Mundo	177.957

Fonte: BRACELPA (2011).

Tabela 2 – Principais produtores de papel e papel reciclado no Mundo

País	Mil toneladas
1. China	86.391
2. EUA	71.613
3. Japão	26.279
4. Alemanha	20.902
5. Canadá	12.857
6. Suécia	10.933
7. Finlândia	10.602
8. Coreia do Sul	10.481
9. Brasil	9.428
10. Indonésia	9.363
11. Índia	8.693
12. Itália	8.449
Demais países	84.696
Mundo	370.687

Fonte: BRACELPA (2011).

O setor de papel e celulose vem crescendo de forma substancial na última década, em 2000 o Brasil apresentava capacidade produtiva de 500 mil t/ano em 2010 produziu mais de 14 milhões de toneladas. Foi responsável por US\$ 6,8 bilhões em exportação e obteve saldo comercial de US\$ 4,9 bilhões. Movimentou a economia brasileira, sendo responsável por 115 mil empregos diretos e 575 mil empregos indiretos. Demandou investimento de US\$ 12 bilhões nos últimos dez anos e em 2010 pagou R\$2,2 bilhões em impostos (BRACELPA, 2010)

Possui 222 empresas com atividade em 239 municípios. A capacidade instalada total de produção de celulose, considerando as indústrias integradas e de mercado, esteve dividida entre 56 empresas. Cerca de 73% do total concentrava-se nas cinco maiores: Fibria, Suzano, Klabin, Cenibra e InternationalPaper do Brasil (BNDES, 2010).

A produção de celulose é um fator bastante relevante no estudo de mercado deste setor. Na Figura 4 é possível observar o aumento na produção brasileira de celulose.

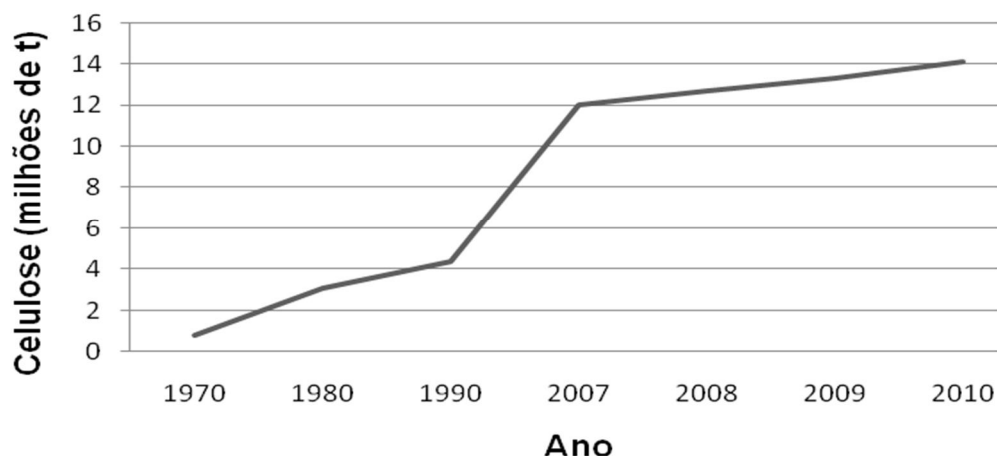


Figura 4– Produção brasileira de celulose de 1970 a 2010

Fonte: BRACELPA (2011).

Quanto à oferta interna de celulose, Soares et al (2009) constataram que as principais variáveis que a influenciam são: o preço interno da celulose, a área reflorestada e o preço das máquinas e equipamentos. Como é de se esperar, o preço interno e a área reflorestadas possuem relação positiva com a oferta, pois o aumento destas variáveis estimularia a produção de celulose. O preço de maquinário possui relação inversa com a oferta, pois um aumento no valor dos mesmos aumentaria os custos de produção e conseqüentemente desestimularia a produção.

Outro fator que pode ter sido determinante para o aumento expressivo na produção de celulose é o aumento da produtividade das florestas plantadas no Brasil. Bracelpa (2011) cita que a produtividade das florestas do setor vem aumentando consideravelmente ao longo dos anos, a produtividade do eucalipto passou de 24 para mais de 44 m³/ha/ano no período de 1980 a 2009, neste mesmo período a produtividade de Pinus passou de 19 para 38 m³/ha/ano.

Soares et al. (2009) constataram que o preço do maquinário exerce influência maior na oferta de celulose que a área reflorestada e preço do produto. A partir disso os autores afirmam que políticas governamentais que visem à redução do preço de

fatores de produção, no caso máquinas e equipamentos florestais, aumentariam a oferta de celulose.

Outro fator relevante ao se estudar o setor de papel e celulose no Brasil é a demanda interna. A procura de produtos derivados da celulose, como papel e papelão, são mais sensíveis a variações na renda e nos preços do que a celulose, pois os grandes consumidores de celulose são as empresas produtoras de papel. Isso pode explicar a baixa elasticidade-renda e elasticidade-preço da demanda de celulose no Brasil (SOARES et al. 2009).

Com relação ao consumo nacional de celulose, este foi de 4.929.304 toneladas em 2005, colocando o Brasil na sétima posição no ranking mundial (FAO, 2007). O consumo *per capita* de papel no Brasil é considerado baixo entre os países produtores, 40,1 Kg/habitante/ano, aproximadamente. Em 2009 o Brasil caiu da sétima para décima segunda posição, consumindo 44,2 Kg *per capita*, conforme apresentado na Figura 5. O nível de escolaridade e a renda são citados como principais fatores para esse consumo.

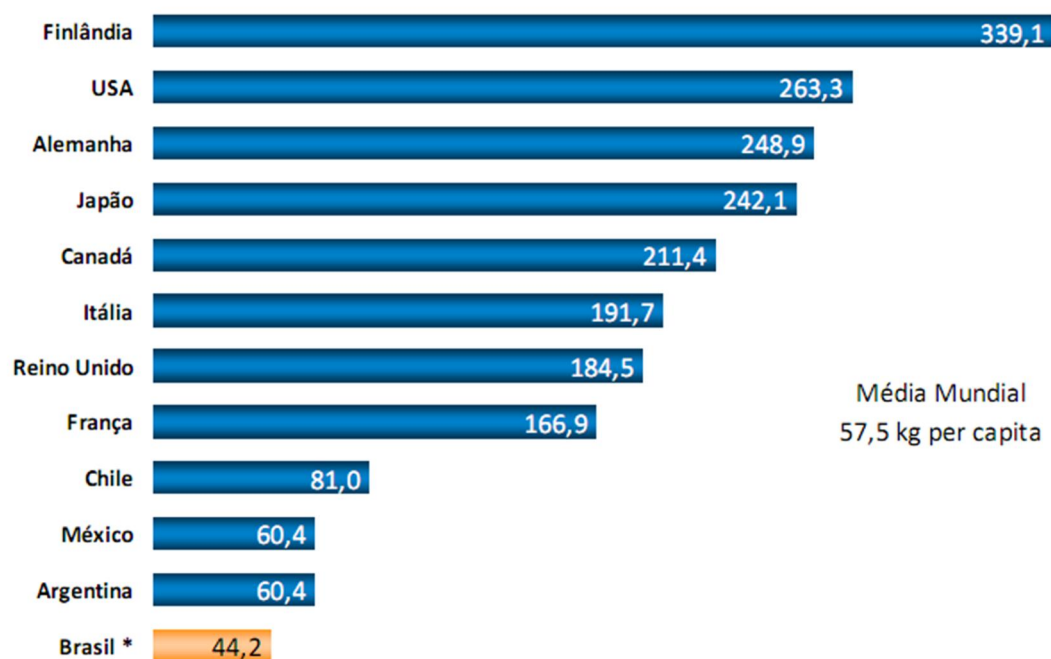


Figura 5– Consumo de papel em Kg/ha/ano em 2009

Fonte: BRACELPA (2011).

Existe uma intensa relação entre o PIB nacional, a produção de papel e o consumo de celulose. À medida que o PIB aumenta em 1%, ocorre um aumento de mesma magnitude na produção de papel, e um aumento de 0,8% no consumo interno de celulose (BNDES, 2010).

Soares et al. (2009) associam a demanda interna de celulose ao preço interno da celulose, ao PIB *per capita* e à tendência, sendo que os dois últimos influem na procura pelo produto de forma positiva, enquanto o preço interno é inversamente proporcional à demanda brasileira do produto.

Os autores supracitados constataram que a elasticidade-preço da celulose é de - 0,12, ou seja, um aumento de 10% no preço irá ocasionar redução de apenas 1,2% no consumo da mesma, caracterizando a demanda como preço-inelástica. Silva (1996 citado por SOARES et al., 2009) ao determinar a elasticidade-preço a curto e longo prazo no período de 1978 a 1993 encontraram valores de - 0,12 e - 0,18, respectivamente.

Estes mesmos autores caracterizaram a *commodity* como bem normal, ou seja, um aumento da renda proporcionará aumento do consumo da celulose. O valor encontrado para elasticidade-renda foi baixa e positiva, sendo de 0,14. Já Silva (1996 citado por SOARES 2009), encontrou altos valores de elasticidade - renda, 1,14 e 1,70 no período de 1978 a 1993, podendo-se constatar, a partir disto, que a elasticidade-renda encontrada por Silva (1996 citado por SOARES et al., 2009) de 1978 a 1993 foi maior que a encontrada por Soares et al., (2009) em 2009, indicando que a procura por celulose era mais sensível às variações de renda no período analisado por Silva (1996 citado por Soares et al. (2009) do que no período analisado por Soares et al. (2009).

O autor supracitado constatou que a relação positiva entre a oferta e procura por celulose no período de 1969 a 2005 deslocaria a curva de demanda para direita a uma taxa média de 5,15% ao ano.

2.4.2 Mercado externo

São inúmeros os fatores internos e externos que interferem na procura da celulose brasileira no mercado externo. Alguns desses fatores são: alta produtividade dos

reflorestamentos, crescimento da população mundial, renda dos mercados consumidores e comércio mundial, abertura do mercado global, expansão de empresas do setor e implantação de outras empresas e aceitabilidade da celulose brasileira de eucalipto no mercado internacional, devido à sua alta qualidade (VALVERDE et al., 2006).

No período de 1997 a 2008, as exportações de celulose, em nível global, foram responsáveis pelo aumento de 1% no PIB mundial. No mesmo período, as exportações brasileiras aumentam em 2,6%, sendo a celulose de fibra curta branqueada, o principal tipo exportado.

No Brasil são cinco empresas as responsáveis pelo total de exportação de celulose no País. A Figura 6 ilustra a participação dessas indústrias na exportação.

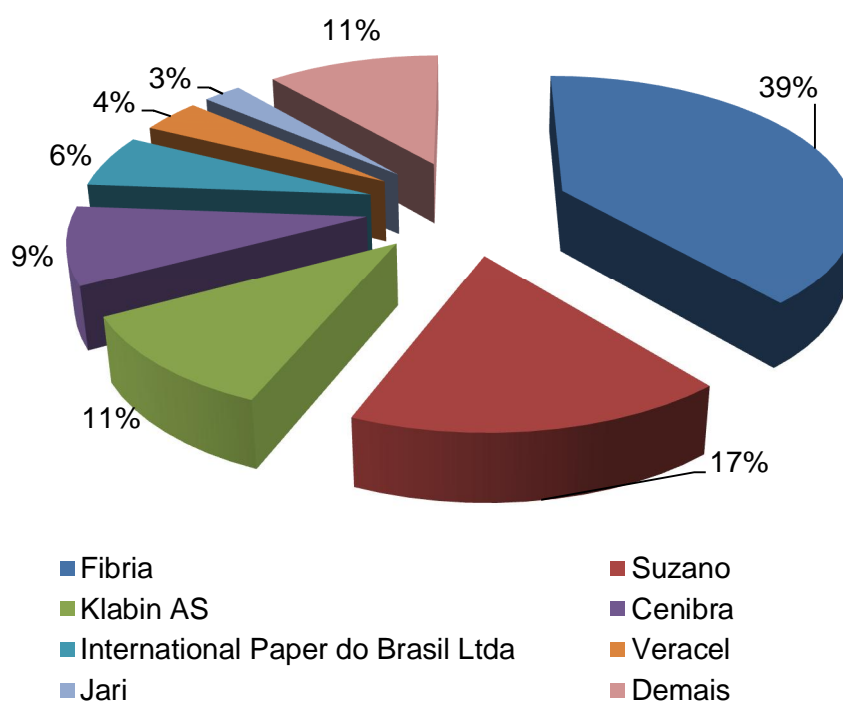


Figura 6—Participação das principais empresas na exportação brasileira de celulose no ano de 2009

Fonte: BRACELPA (2010)

No Brasil, 55% da celulose produzida foi destinada à exportação principalmente para Europa, China e Estados Unidos, conforme Figura 7. Já o papel é exportado principalmente para os países da América Latina (BRACELPA,2011).

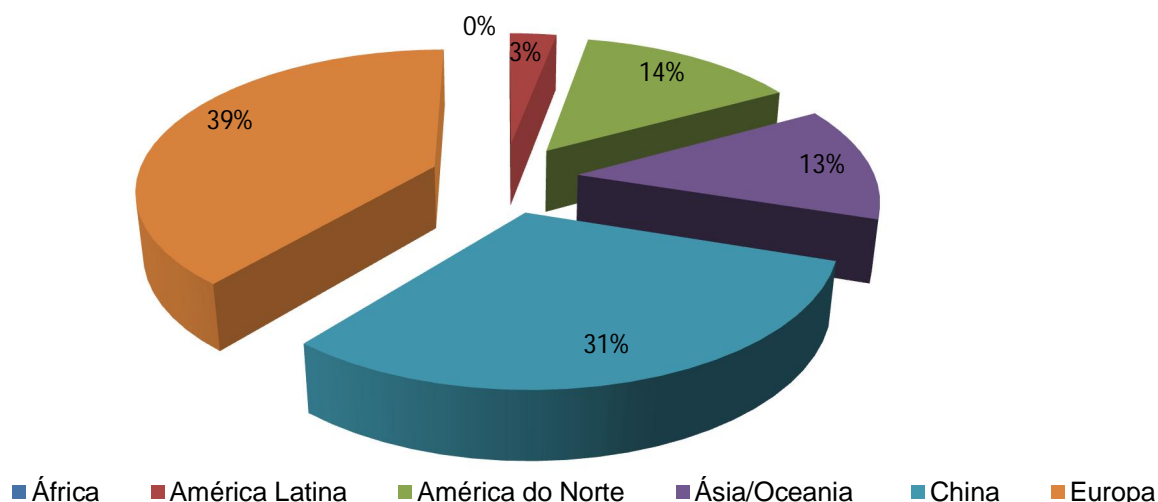


Figura 7– Destino das exportações brasileiras de celulose

Fonte: BRACELPA (2011).

Em 2008 o mercado de celulose movimentou, aproximadamente, US\$ 136,1 bilhões, com destaque para as importações da Europa e da Ásia e exportações das Américas, onde o Brasil está em evidência. Em 2009 a capacidade instalada para celulose de mercado foi de 57,1 milhões de t/ano, sendo 27,2 milhões de t/ano para a celulose de fibra curta branqueada, 23,2 milhões de t/ano para a celulose de fibra longa branqueada, 3,8 milhões de t/ano para as pastas de alto rendimento, 2 milhões de t/ano para a celulose de fibra não branqueada e 0,9 milhões de t/ano para polpa sulfito. Neste mesmo ano a América do Norte apresentou capacidade instalada mundial para a celulose, com 18,4 milhões de t/ano de celulose de fibra longa branqueada, 32% do total, seguida pela Europa e América Latina, ambas com 15,1 milhões de t/ano (BNDES, 2010).

Enquanto a Europa produzia tanto celulose de fibra curta, quanto de fibra longa, na América Latina se destacava a produção de celulose de fibra curta, concentrada no Brasil, com 9,2 milhões de t/ano, Chile, com 2,0 milhões de t/ano e Uruguai, com 1,1 milhões de t/ano). Ásia, África e Oceania, juntas, eram responsáveis por 8,5 milhões de t/ano, destacando-se a Indonésia, com capacidade de produção de 3,8 milhões de t/ano para a celulose de fibra curta branqueada (BNDES, 2010).

Macedo et al. (1995 citado por CRUZ et al., 2003) afirmaram que o Brasil, após o Canadá apresenta a estrutura de comercialização de celulose mais significativa e

diversificada, pois os demais grandes produtores escandinavos e ibéricos concentram a maior parte de suas vendas no próprio continente.

Cruz et al. (2003), constataram que a elasticidade-preço da demanda de países exportadores foi negativa. Na Europa, América do Norte e demais países exportadores a demanda foi inelástica e para a Ásia a demanda foi elástica.

Os mesmos autores afirmam que onde a demanda é inelástica o aumento do preço da celulose não gera alterações significativas na demanda deste produto. Como exemplo, tem-se que um aumento de 10% no preço da celulose americana, reduz em 2,84% suas importações pelo mercado europeu. Considerando o mercado asiático, o aumento de preço deste produto provoca redução nas importações. Assim, se o preço da celulose brasileira subir 10%, a Ásia reduz em 19,68% suas importações de celulose do Brasil, caracterizando a demanda do mercado asiático como elástica.

Os autores acima citados ao considerarem a celulose fabricada em diferentes países como bens diferentes encontraram valores positivos para a elasticidade-preço-cruzada da celulose na América do norte e na Ásia. Indicando concorrência entre os países exportadores de celulose para esses locais. Já na Europa e demais países produtores de celulose foi encontrado valores negativos para a elasticidade-preço-cruzada da celulose, indicando complementaridade, ou seja, estes países não concorrem entre si, no mercado de celulose (CRUZ et al., 2003).

Os autores citados acima afirmam que a demanda de celulose da Europa, América do Norte e nos demais países importadores do produto advindo dos EUA, Canadá, Suécia, Finlândia, Portugal e Brasil é inelástica. A demanda da Ásia pelo produto destes países é elástica.

Na última crise econômica mundial o setor de papel e celulose foi um dos mais afetados, nos dois primeiros meses de 2008. A celulose chegou a apresentar queda do preço médio de até 10%, devido a redução da demanda, principalmente América do Norte, China e Europa. Em 2009 observou-se melhoria no cenário mundial, com crescimento de 16,9%, em relação ao ano anterior, neste mesmo ano as exportações de papel e celulose corresponderam a US\$ 5 bilhões (BRACELPA, 2011). Segundo os mesmos autores, em 2010 o mercado de celulose continuou

crecendo, a produção de celulose cresceu 5,9% em relação ao ano anterior, passando de 10,9 milhões de toneladas para 11,6 milhões de toneladas, sendo 6,9 milhões de toneladas exportadas. Já o papel obteve crescimento de 4,3% em relação ao ano anterior, passando de 7,8 para 8,1 milhões de toneladas.

3 METODOLOGIA

Neste capítulo foram abordadas algumas características inerentes à esta pesquisa, com o intuito de apresentar os procedimentos utilizados na determinação de seus objetivos, permitindo ainda sua reprodução e continuidade em estudos futuros. Assim, estão descritos os seguintes itens: caracterização da unidade empírica de análise, descrevendo a empresa estudada, quanto aos aspectos relevantes para este estudo; classificação da pesquisa, ressaltando a forma de abordagem do problema; e o modelo analítico, que descreve os diferentes métodos de previsão de demanda que foram utilizados para atingir os objetivos deste trabalho.

3.1 Caracterização da unidade empírica de análise

Resultado da junção da Companhia Vale do Rio Doce e da JapanBrazilPaperandPulpResourcesDevelopmentCo. Ltd. (JBP), desde 2001 possuidora do controle acionário da empresa (BNDES,2010), a Cenibra é uma das principais indústrias produtoras de celulose de fibra curta do Brasil.

A empresa possui uma área de 255.783,43 ha, sendo que 129.387,00 ha são destinados ao plantio de Eucalipto, 102.845,46 ha de Área de Preservação Permanente (APP) e 23.550,97 ha de área disponível para plantio, estradas, aceiros, lagoas etc. (CENIBRA, 2010).

91,2% da produção da empresa em 2009 foi destinada ao mercado externo, sendo o mercado asiático o principal importador da matéria-prima neste ano, seguido do mercado Europeu, da América do norte e América latina, o mercado interno foi responsável por 8,8% do consumo, tais informações podem ser visualizadas na Figura 8 (CENIBRA, 2010). Atualmente a empresa possui capacidade de produção de aproximadamente 1,2 milhões de t/ano, com previsão de expansão para 2 milhões de t/ano até 2014. O produto é escoado pelo terminal especializado da Barra do Riacho – ES – PORTUCEL (BNDES,2010).

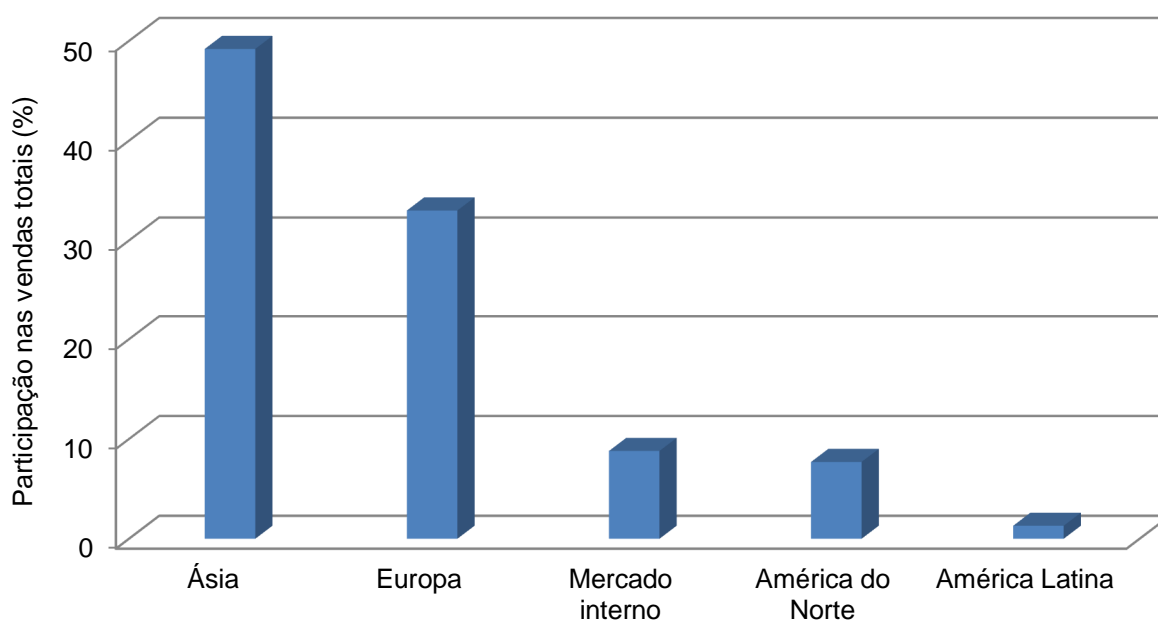


Figura 8– Distribuição de vendas de celulose da Cenibra, em 2009

Fonte: Cenibra (2010).

Em 2008 devido à queda de preços de celulose e queda nas exportações a empresa reduziu a fabricação do produto, voltando ao crescimento de produção em 2010 em relação a 2008, (Figura 9).

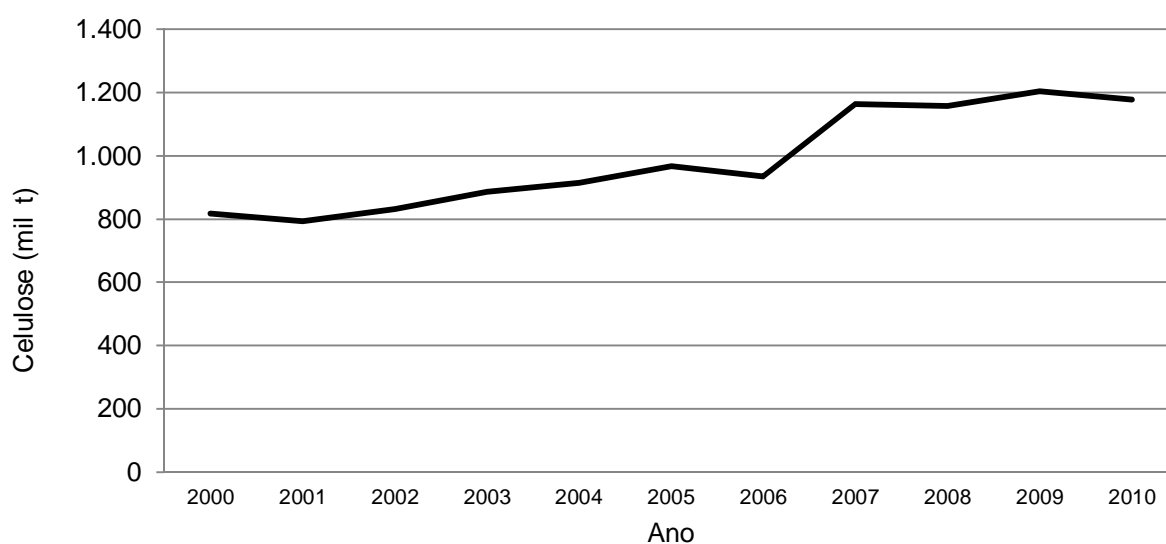


Figura 9– Produção de celulose pela Cenibra no período de 2000 a 2010

Fonte: Rosado (2011)

3.2 Classificação da pesquisa

Existem duas formas de análise de pesquisas, quanto à forma de abordagem do problema: as qualitativas e quantitativas. Os critérios quantitativos permitem a mensuração de opiniões, reações, hábitos e atitudes que representem a realidade da organização por meio de uma amostra. Este tipo pesquisa possui as seguintes características (TERENCE; FILHO, 2006):

- Obedece a um plano pré-estabelecido, com o intuito de enumerar ou medir eventos;
- Utiliza a teoria para desenvolver as hipóteses e as variáveis da pesquisa;
- Examina as relações entre as variáveis por métodos experimentais, controlados com rigor;
- Emprega, geralmente, para a análise dos dados, instrumental estatístico;
- Confirma as hipóteses da pesquisa ou descobertas por dedução, ou seja, realiza predições específicas de princípios, observações ou experiências;
- Utiliza dados que representam uma população específica (amostra), a partir da qual os resultados são generalizados, e
- Usa, como instrumento para coleta de dados, questionários estruturados, elaborados com questões fechadas, testes e checklists, aplicados a partir de entrevistas individuais, apoiadas por um questionário convencional (impresso) ou eletrônico, e ainda análise documental como neste estudo.

No presente estudo foi realizado um levantamento de vendas líquidas mensais de celulose em toneladas (t) do período de 2000 a 2010 da empresa.

De posse destes dados, com utilização do programa Excel 2010 foram estimados diferentes modelos de previsão, e a partir da análise destes modelos foi obtido o método de melhor precisão.

3.3. Modelo analítico

No ambiente empresarial, as previsões de demanda são importantes, sobretudo para racionalização dos recursos e para o planejamento correto do nível de atendimento aos clientes. Toda atividade de planejamento requer previsões sobre um fato futuro, e quanto melhores forem essas previsões, melhores serão as hipóteses utilizadas para o planejamento (DIAS, 1998).

As técnicas de previsão se dividem em dois grandes grupos: as técnicas qualitativas e quantitativas. A primeira é empregada quando não se dispõe de tempo para coletar e analisar os dados da demanda passada, na introdução de novos produtos e na instabilidade do cenário político-econômico, ou em conjunto com técnicas quantitativas, em questões estratégicas para a empresa. Por outro lado, as técnicas quantitativas consistem em analisar os dados passados objetivamente, empregando-se modelos matemáticos para projetar a demanda futura. Podendo ser subdividida em dois grandes grupos: as técnicas baseadas em séries temporais e as técnicas baseadas em correlações (TUBINO, 2007).

O autor supracitado afirma que as técnicas baseadas em séries temporais procuram modelar matematicamente a demanda futura relacionando os dados históricos do próprio produto com o tempo, enquanto as técnicas baseadas em correlações procuram associar os dados históricos do produto com uma ou mais variáveis que tenham alguma relação com a demanda do produto.

A previsão de demanda utilizando métodos quantitativos pode ser feita através de vários modelos matemáticos. O emprego de cada modelo depende basicamente do comportamento da série temporal que se deseja analisar. Uma série temporal pode exibir até quatro características diferentes em seu comportamento: média, sazonalidade, ciclo e tendência (MAKRIDAKIS et al. 1998 citado por TEIXEIRA, 2004). A média é uma referência útil, para as análises estatísticas, quanto a série apresenta um pequeno desvio-padrão. No caso em que os valores individuais são muito discrepantes, em relação à média, esta não é um bom indicador.

Um modelo considerado bastante simples e que realiza suas análises a partir do comportamento da série temporal é o método de decomposição, considerados determinísticos, ou seja, não se faz referência às fontes ou natureza do processo

aleatório subjacente à série. Não são métodos que apresentam a mesma exatidão nas previsões quanto os modelos de série temporal estocásticos, mas comumente oferecem uma forma barata e aceitável de realizar a previsão (PINDYCK; RUBINFELD, 2004).

A série possui característica sazonal quando padrões cíclicos de variação se repetem em intervalos relativamente constantes de tempo. A característica cíclica existe quando a série exibe variações ascendentes e descendentes, porém, em intervalos não regulares de tempo. Finalmente, a característica de tendência ocorre quando a série apresenta comportamento ascendente ou descendente por um longo período de tempo. Estes comportamentos da série temporal são analisados separadamente em modelos de previsão de decomposição. Este modelo considera que cada um destes componentes – ciclo, sazonalidade, média e tendência - em separado representa a série. Como o fator aleatoriedade não é modelável, assume valores de 0 em modelos de decomposição aditivos e de 1 em multiplicativos (PELEGRINE, 2000).

Por mais completo que seja o modelo utilizado, a realidade é, em geral, mais complexa do que um modelo pode representar. Por esta razão, as revisões qualitativas são necessárias. Isso posto, depois de calculadas e ajustadas, é indicado que seja feita uma análise qualitativa das previsões (DIAS, 1998).

Segundo Zackiewick (2000) na realização de previsões os termos *forecasting* e *foresight* têm sido amplamente utilizados. O método *foresight* procura olhar o futuro de longo prazo, a ciência, a tecnologia, a economia, o meio ambiente e sociedade, buscando identificar tecnologias e pesquisas que gerem benefícios nestas áreas, já o *forecasting* é um mecanismo de administração que se utiliza de dados passados para prever o futuro, este mecanismo, ao olhar para tendências futuras há necessidade de julgamento de valor (AULICINO, 2006).

A implementação de um modelo de previsão de demanda pode ser dividida em 5 etapas: objetivo do modelo, coleta e análise dos dados, seleção da técnica de previsão, obtenção das previsões e monitoramento do modelo (TUBINO, 2007).

Neste trabalho a demanda de celulose da CENIBRA foi prevista, para tal utilizou-se de dados de vendas de celulose no período de janeiro de 2000 a dezembro de 2010 disponibilizado indústria.

Antes da utilização dos dados na previsão é necessária uma análise crítica para identificar possíveis distorções. Essa análise visa filtrar variações na demanda decorrentes de causas especiais como erros de digitação, falta de produtos, especulações, formação/reposição de estoques na cadeia de distribuição etc. Ela deve ser feita todo período, assim que os dados de demanda estiverem disponíveis. Quando tais distorções forem confirmadas, então os dados devem ser ajustados ou desconsiderados para as próximas previsões. Tais dados, ao serem eliminados da série, são substituídos pelo valor médio dos demais dados. Estes ajustes e as razões que os originaram devem ser registrados, para no futuro possibilitar a compreensão das correções feitas nos históricos de dados (AULICINO, 2006).

As técnicas de previsão a serem usadas são as técnicas quantitativas, a seguir serão descritas as técnicas utilizadas neste trabalho.

3.3.1 Técnicas para previsão da média

As técnicas de previsão da média procuram privilegiar dados mais recentes, que normalmente representam melhor a situação atual. Essas técnicas funcionam bem quando os dados históricos variam em torno de uma média, porém, ainda podem ser usados quando existem pequenas variações graduais, ou em patamares, no nível dos dados (TUBINO, 2007). As técnicas de previsão da média mais utilizadas são a técnica da média móvel e a média exponencial móvel.

a) Média Móvel Aritmética

O Método da Média Móvel Aritmética é utilizado no processo de previsão de demandas para suavizar as variações randômicas, com o objetivo de produzir uma estimativa mais confiável da previsão (FITZSIMMONS; FITZSIMMONS, 2005). Porém, este método apresenta algumas desvantagens: a primeira é o emprego de um peso uniforme para os dados da série temporal, pois dados mais recentes podem refletir um número maior de informações sobre o futuro, em relação aos dados mais antigos, e a segunda diz respeito à lentidão com que o método reage às

mudanças no comportamento da demanda (FITZSIMMONS; FITZSIMMONS, 2005). Outra limitação é que ela fornece previsão apenas para o período imediatamente posterior, sendo que para os períodos futuros se usaria o mesmo valor (TUBINO, 2007).

Dentre as técnicas quantitativas de previsão de curto prazo, o Método da Média Móvel Aritmética é um bom método para se introduzir os modelos de previsão nas organizações, sendo útil ao buscar-se um modelo simples e de baixo custo, pois este método se utiliza de dados pré-determinados, possui simplicidade operacional e é de fácil entendimento. É indicado para prever as vendas de muitos itens com histórico de pequenas flutuações e sem tendência (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2001). Recomenda-se o uso da média móvel em situações nas quais a demanda apresenta comportamento estável e o produto não é muito relevante (TUBINO, 2007).

Esta técnica utiliza dados de um número predeterminado de períodos, normalmente os mais recentes, para gerar sua previsão. A cada novo período de previsão se substitui o dado mais antigo pelo mais recente. A média móvel pode ser obtida a partir da equação 2 (TUBINO, 2007 p.20).

$$Mm = \frac{\sum Di}{n} \quad (2)$$

Onde:

Mm = Média móvel de n períodos;

Di = Demanda ocorrida no período i .

b) Média Móvel Exponencial

Na média móvel exponencial, o peso de cada observação decresce no tempo em progressão geométrica, ou de forma exponencial. Em sua forma de apresentação mais simples, cada nova previsão é obtida com base na previsão anterior, acrescida do erro cometido na previsão anterior, corrigido por um coeficiente de ponderação, que decresce exponencialmente (TUBINO, 2007).

Segundo o autor supracitado o coeficiente de ponderação (α) é fixado pelo analista dentro de uma faixa de 0 a 1. Quanto maior seu valor, mais rapidamente o modelo de previsão reagirá a uma variação real da demanda.

Para se tratar demandas médias, e ainda conseguir acompanhar movimentos pequenos de tendência ou de mudança de patamares, as previsões baseadas na média exponencial móvel são as mais utilizadas. Seu modelo exige a armazenagem de apenas três dados por item (a previsão passada, a demanda e o coeficiente de correlação), e a sua operação é de fácil entendimento. Contudo, como na média móvel, apresenta a desvantagem de fornecer previsão apenas para o período imediatamente posterior, sendo que para os períodos futuros se usaria o mesmo valor (TUBINO, 2007).

Para esta técnica foi utilizada a equação 3 (TUBINO, 2007, p. 21):

$$M_t = M(t-1) + \alpha(D(t-1) - M(t-1)) \quad (3)$$

Onde:

M_t = Previsão para o período t ;

M_{t-1} = Previsão para o período $t-1$;

α = Coeficiente de ponderação;

D_{t-1} = Demanda para o período $t-1$.

3.3.2 Técnicas para previsão da tendência

a) Tendência linear

Para Tubino (2007) tendência é o movimento gradual de longo prazo da demanda. O cálculo estimado da tendência é realizado pela identificação de uma equação que descreve esse movimento. A plotagem de dados passados permitirá a identificação desta equação.

Existem duas técnicas principais de previsão de demanda com componentes de tendência linear: equação linear para tendência e ajustamento exponencial para a tendência (TUBINO, 2007).

A equação linear para tendência possui o formato da equação 4 (TUBINO, 2007, p. 23):

$$Y = a + bx \quad (4)$$

Onde:

Y = Previsão de demanda para o período x;

a= Ordenada à origem, ou intercessão no eixo dos Y;

b= Coeficiente angular; e

x= Período (partindo de x=0) para previsão.

Empregando-se os dados históricos da demanda, os coeficientes b e a podem ser obtidos através das equações 5 e 6 (TUBINO, 2007, p.23)

$$b = n \frac{\sum_{i=0}^n (xy) - (\sum_{i=0}^n x) (\sum_{i=0}^n y)}{n (\sum_{i=0}^n x^2) - (\sum_{i=0}^n x)^2} \quad (5)$$

$$a = \frac{(\sum_{i=0}^n y) - b (\sum_{i=0}^n x)}{n} \quad (6)$$

Onde: n = número de períodos observados.

a) Ajustamento exponencial de tendência

O ajustamento exponencial para tendência consiste em uma variação da média exponencial móvel, sendo empregada para tratar demandas que apresentem tendência, pois a técnica média exponencial móvel, em situações que apresentem tendência demorará a reagir a esta tendência, fazendo com que os dados resultantes da previsão fiquem abaixo, no caso de tendência alta, da demanda real e vice-versa (TUBINO, 2007).

A aplicação da técnica consiste em fazer a previsão baseada em dois fatores: a previsão média exponencial móvel da demanda e uma estimativa exponencial da tendência. As equações 7, 8 e 9 representam estes elementos (TUBINO, 2007, p. 25):

$$P(t+1) = M(t) + T(t) \quad (7)$$

Sendo que:

$$M(t) = P(t) + \alpha (D(t) - P(t)) \quad (8)$$

$$T(t) = T(t-1) + \alpha ((P(t) - P(t-1)) - T(t-1)) \quad (9)$$

Onde:

P_{t+1} = previsão da demanda para o período $t+1$;

P_t = previsão da demanda para o período t ;

P_{t-1} = previsão da demanda para o período $t-1$;

M_t = previsão da média exponencial móvel da demanda para o período t ;

T_t = previsão de tendência exponencial móvel para o período t ;

T_{t-1} = previsão de tendência exponencial móvel para o período $t-1$;

α_1 = coeficiente de ponderação da média;

α_2 = coeficiente de ponderação da tendência; e

D_t = demanda do período t .

3.3.3 Técnicas para previsão da sazonalidade

A sazonalidade pode ser definida como o conjunto dos movimentos ou flutuações com período igual ou inferior a um ano, sistemáticos, mas não necessariamente regulares, que ocorrem numa série temporal. A sazonalidade é o resultado de causas naturais, econômicas, sociais e institucionais (AZEVEDO, 2006). Sendo expressa em termos de uma quantidade, ou de uma percentagem, da demanda que se desvia dos valores médios da série. Caso existatendência, ela deve ser considerada. O valor aplicado sobre a média, ou tendência, é conhecido com índice de sazonalidade (TUBINO,2007).

A forma mais simples de considerar a sazonalidade nas previsões da demanda consiste em empregar o último dado da demanda, no período sazonal em questão, e assumi-lo como previsão. Porém, a forma mais usual de inclusão da sazonalidade nas previsões da demanda, consiste em obter o índice desazonalidade para os diversos períodos, empregando a média móvel centrada, e aplicá-los sobre o valor médio(ou tendência) previsto para o período em questão (TUBINO, 2007).

A técnica para previsão da sazonalidade pode ser por sazonalidade simples ou com tendência.

a) Sazonalidade simples

No caso da sazonalidade simples, a técnica de previsão consiste em obter o índice de sazonalidade para cada um dos períodos da série e aplicá-lo em cima da previsão média em cada um desses períodos. O índice de sazonalidade é obtido dividindo-se o valor da demanda no período pela média móvel centrada neste período. O período empregado para o cálculo da média móvel é o ciclo da sazonalidade. Quando se dispõem de dados suficientes, calculam-se vários índices para cada período e calcula-se a média dos índices (TUBINO, 2007).

b) Sazonalidade com tendência

Tubino (2007) afirma que quando a demanda apresentar sazonalidade e tendência há necessidade de se incorporar estas duas características no modelo de previsão. Para se fazer isso, devem-se empregar os seguintes passos:

- Primeiro, retirar o componente de sazonalidade da série de dados históricos, dividindo-os pelos correspondentes índices de sazonalidade;
- Com estes dados, desenvolver uma equação que represente o componente de tendência; e
- Com a equação da tendência fazer a previsão da demanda e multiplicá-la pelo índice de sazonalidade.

3.3.4 Escolha do modelo

Os erros de previsão podem ser medidos em bases absolutas ou relativas, utilizando-se vários métodos. Embora o erro de previsão possa ser definido como a diferença entre a demanda real e sua previsão, uma definição mais precisa se torna necessária para cálculo e comparação (DONALD et al.; 2002, p 53)

Segundo este mesmo autor ao utilizar a diferença entre o valor real e o valor previsto pode-se encontrar valores positivos e negativos e na soma dos erros estes valores se anularem, ocultando erros significativos na série. Uma saída seria utilizar o valor absoluto do erro (ABS) ou o desvio médio absoluto (MAD). Apesar do MAD ser

amplamente usado na mensuração de erros de previsão este usa o mesmo peso para desvio menores e maiores. Outra forma viável de se comparar as previsões seria utilizar o erro ao quadrado e a média dos erros ao quadrado (MEQ), esta penaliza mais previsões com poucos erros grandes que previsões com muitos erros pequenos.

Para a escolha do melhor método, será feita análise do erro e da média absoluta dos erros (MAD).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo foi realizada uma análise da série temporal e a seguir foram apresentadas e analisadas as previsões de demanda de celulose fabricada pela Cenibra, no período de 2000 a 2010. Para tanto, foram utilizadas as seguintes técnicas: média móvel, média exponencial móvel, tendência simples, ajustamento exponencial para tendência, sazonalidade simples e sazonalidade com tendência.

4.1 Análise da série temporal

Conhecer o comportamento da série temporal é imprescindível para determinar qual método de previsão obtém melhor ajuste à demanda da empresa. Na Tabela 3 pode-se visualizar a estatística descritiva proveniente dos dados de venda de celulose da Cenibra, de 2000 a 2010.

Tabela 3 – Dados de vendas de celulose da Cenibra(2000-2010)

Número de observações	Valor máximo*	Valor mínimo*	Média*
132	139.920	24.130	82.163

* Em toneladas (t)

Fonte: a Autora (2011)

A série apresenta 132 observações, variando de 24.130 toneladas (04/2003) a 139.920 toneladas (12/2002). Seria esperada a ocorrência do valor mínimo no início da série e do valor máximo ao final da mesma, o que não é observado. Fato é que, em 2002, a empresa passou a produzir somente celulose de fibra curta, proveniente de florestas plantadas de eucalipto, o que pode ser uma explicação para os valores encontrados neste período. Outra explicação poderia ser a reestruturação que a CENIBRA possivelmente sofreu em 2001, quando a JapanBrazilPaperandPulpResourcesDevelopmentCo. Ltd. assumiu o controle da empresa, resultando no volume de celulose vendido em dez/2002. Soares et al (2009) cita como razões para alterações na demanda de celulose a substituição de equipamentos que alterem a qualidade do produto, a evolução dos tipos de celulose e papel, mudança de hábitos dos consumidores e preferências etc.

Esses valores podem ter forte relação com o preço da celulose no referido período (Anexo 1). De acordo com a Lei da demanda, o preço e a procura por determinado produto são inversamente proporcional (MANKIW, 2009). Sabendo-se que o maior importador da celulose fabricada pela Cenibra é o mercado asiático e que o preço da celulose em novembro de 2002 foi de 490 US\$/t, já em dezembro do mesmo ano, foi de 475 US\$/t (Anexo 1), esta redução no valor comercial do produto pode ser uma explicação para a elevação da demanda neste período.

Nos períodos subsequentes do mesmo ano (2003), como pode ser visualizado no Anexo 1, o preço da celulose voltou a se elevar gradativamente, obtendo valor máximo anual em abril daquele ano, o que corresponde valor mínimo da série. Este fato pode ser explicado pela Lei da demanda, ou seja, levando em consideração que as outras variáveis que influenciam a demanda se mantenham constante, ao aumento de preço do produto sua demanda diminuirá (MANKIW, 2009).

Pelegrine (2000) afirma que uma série temporal pode assumir diversas características, tais como: sazonalidade, tendência, média e aleatoriedade. Na série temporal em questão, estas características podem ser visualizadas na Figura 10 e no Apêndice 1 é possível ter uma melhor visualização da série.

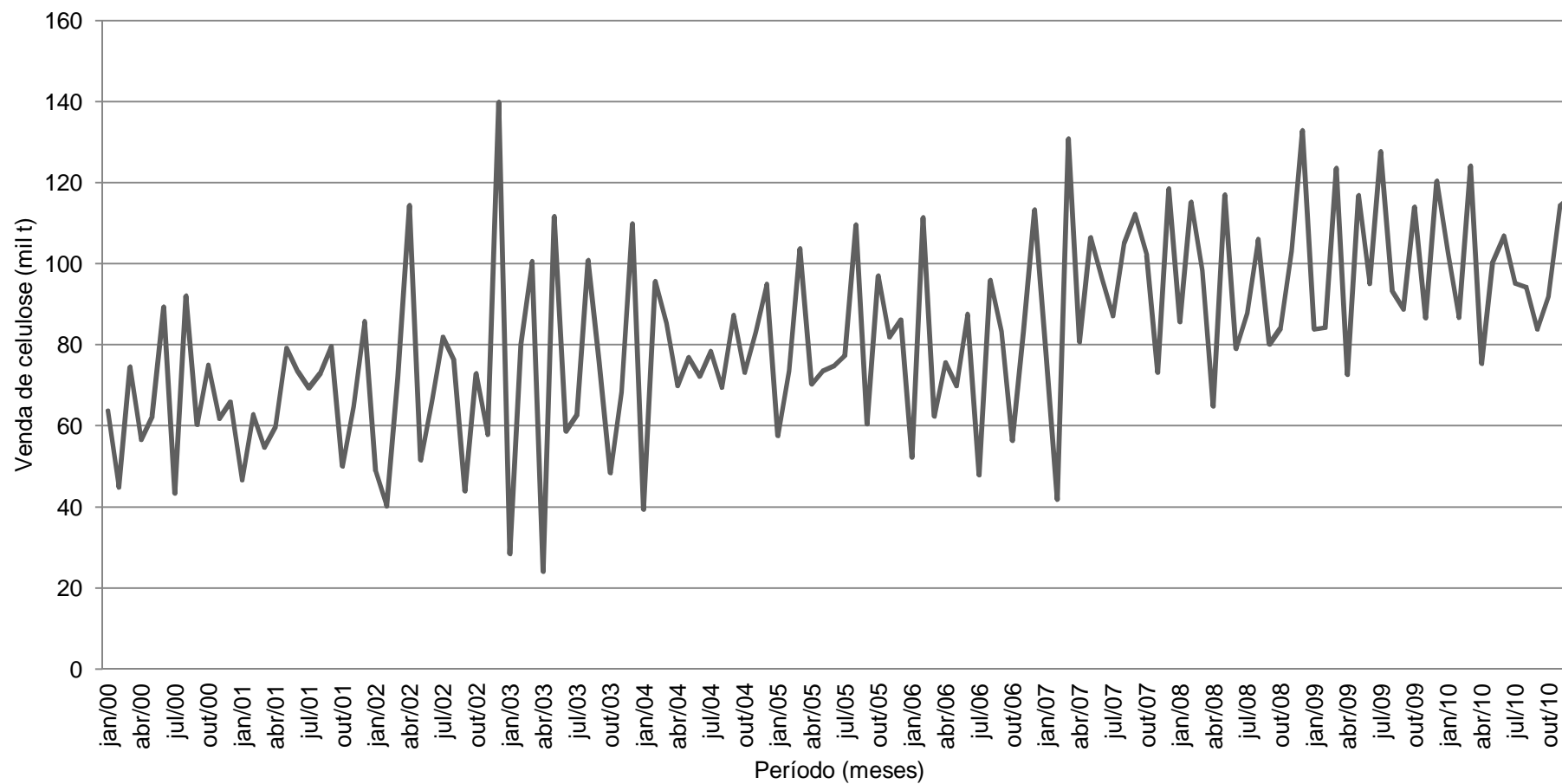


Figura 10– Vendas de celulose da CENIBRA (2000-2010).

Fonte: Rosado (2011)

Percebe-se, na Figura 10, tendência crescente na demanda de celulose da Cenibra, bem como movimentos cíclicos, sazonais, média e aleatoriedade. Pelegrine (2000) afirma que em modelos de decomposição esses componentes podem ser analisados separadamente, porém, o fator aleatoriedade não é modelável.

4.2 Técnicas para previsão da média

a) Média Móvel

A estatística descritiva da previsão de demanda de celulose a partir de dados de venda de celuloses do período 01/2000 a 12/2010 calculada por este método pode ser visualizada na Tabela 4.

Tabela 4 – Média móvel para 3, 6, 9 e 12 períodos

	MÉDIA MÓVEL (em ton.)			
	Mm3*	Mm6*	Mm9*	Mm12*
Valor máximo	113.197,34	105.938,34	105.056,20	103.017,50
Valor mínimo	53.632,00	58.641,67	62.526,89	64.259,08
Média**	162.534,97	82.013,32	82.023,24	81.997,77
Erro	91.399,67	126.951,34	166.961,20	215.911,26

*Mm3 – média móvel 3 períodos, Mm6 – média móvel 6 períodos, Mm9 – média móvel 9 períodos e Mm12 – média móvel 12 períodos.

Fonte: a Autora.

Percebe-se que os valores mínimos e máximos se encontram abaixo e acima respectivamente, dos valores da demanda real, e são referentes ao mês de abril de 2002 e setembro de 2009, respectivamente. O valor referente ao valor máximo pode ser explicado pela crise econômica mundial que houve em 2008, que resultou em redução nos valores de celulose, estimulando a compra do produto.

A soma da demanda prevista pela mesma é menor que a soma dos valores realmente vendidos, o que indica que este modelo subestima o valor da procura. Os gráficos para a média móvel podem ser visualizados abaixo, Figuras 11, 12, 13 e 14

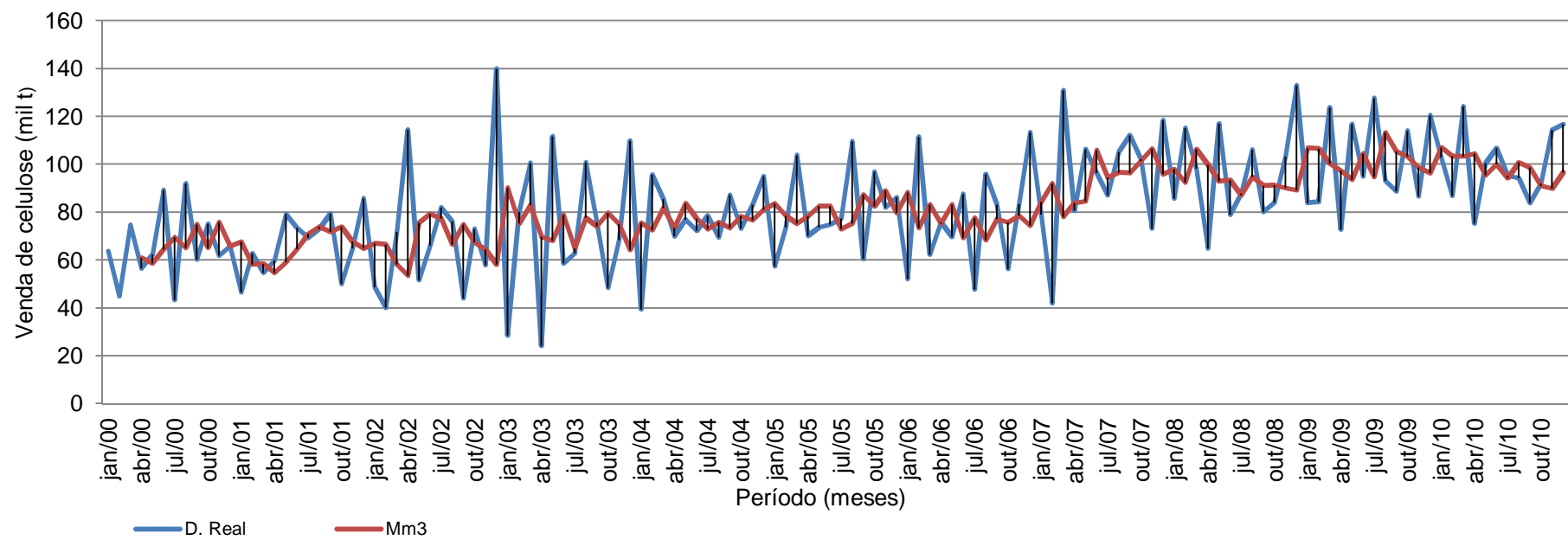


Figura 11 – Demanda real e prevista de celulose pelo método da média móvel com período de 3 meses.
 Fonte – a Autora

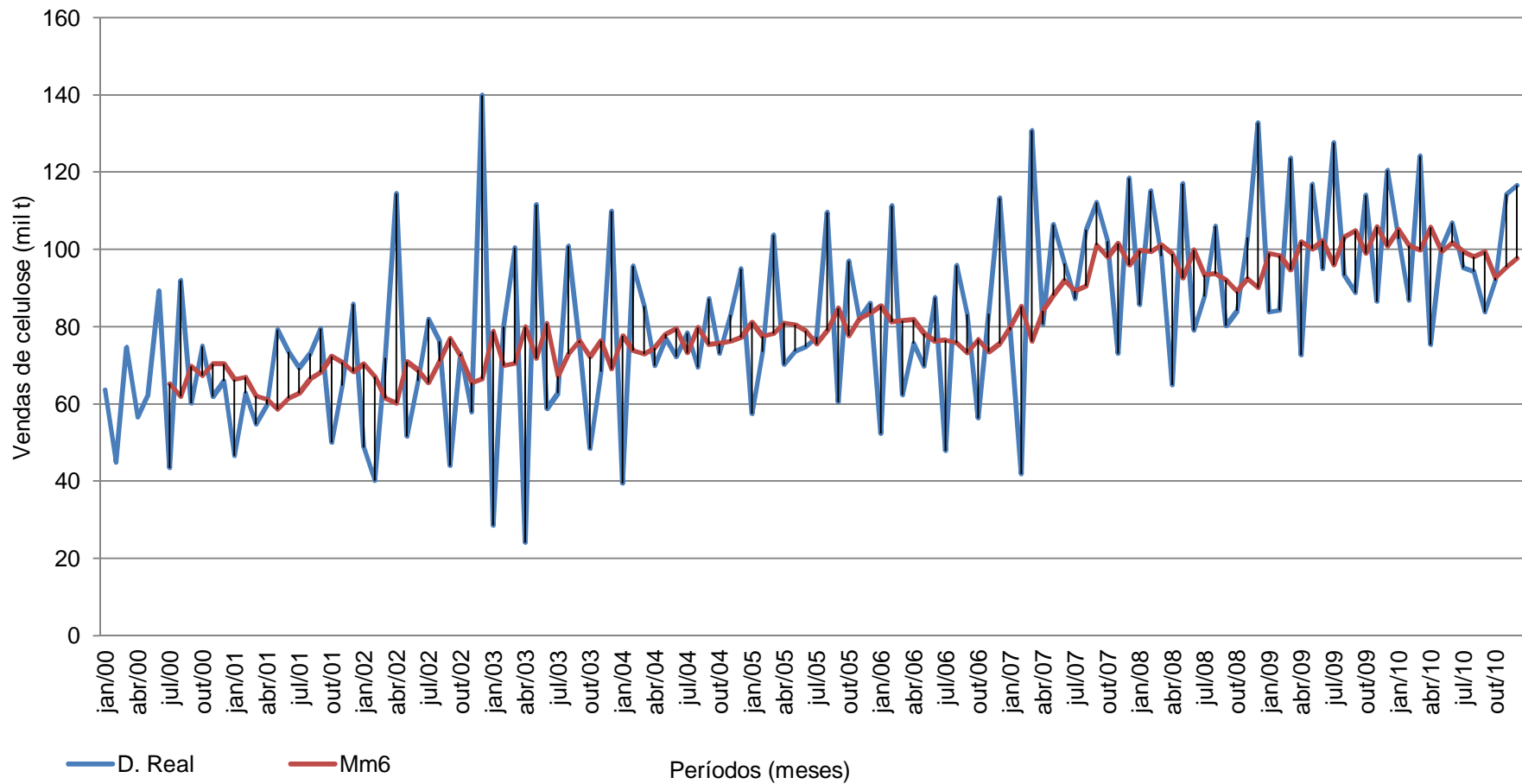


Figura 12 – Demanda real e prevista de celulose pelo método da média móvel com período de 6 meses

Fonte: a Autora.

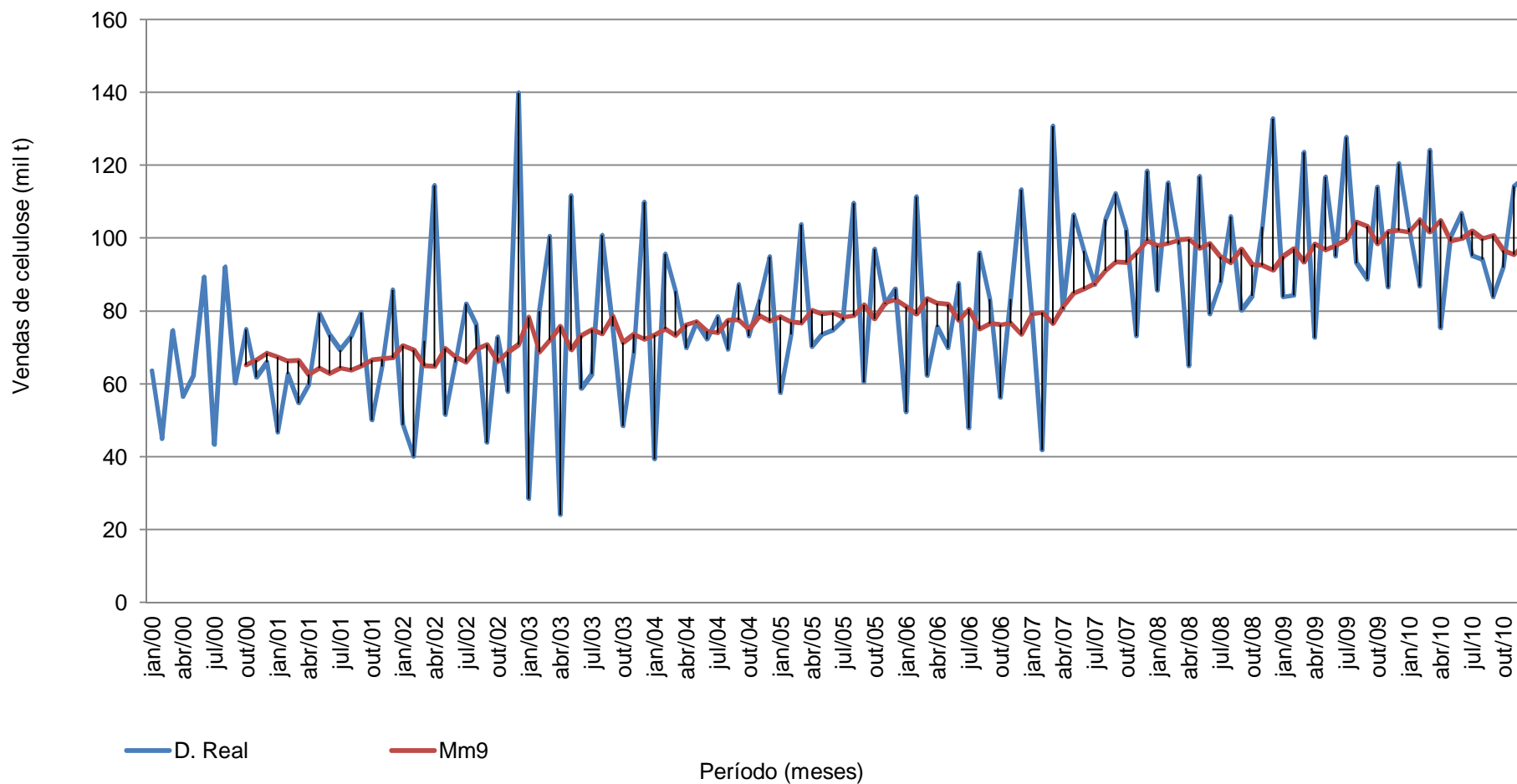


Figura 13 – Demanda real e prevista de celulose pelo método da média móvel com período de 9 meses

Fonte: a Autora.

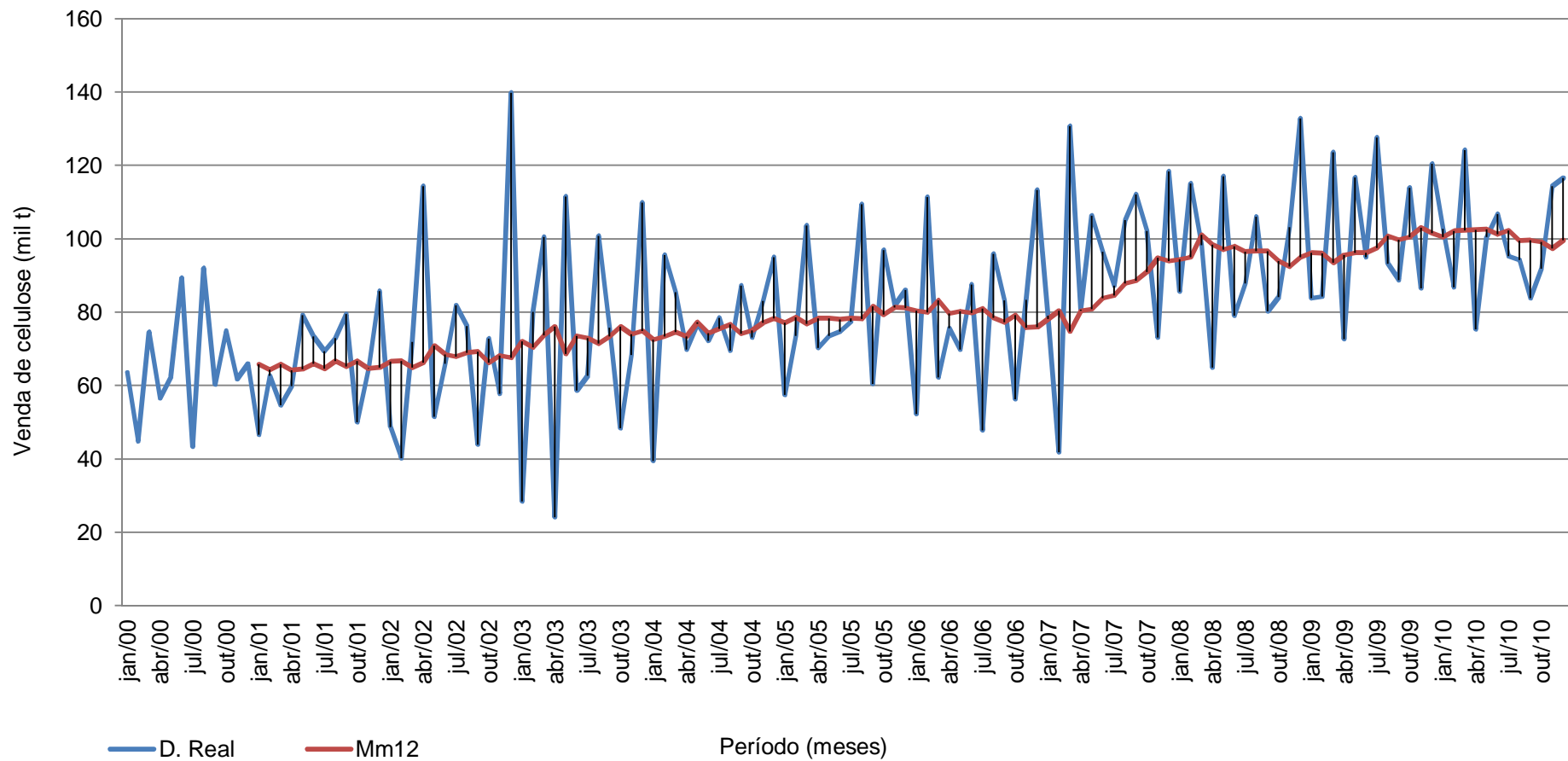


Figura 14 – Demanda real e prevista de celulose pelo método da média móvel com período de 12 meses

Fonte: a Autora.

Percebe-se ainda que os menores valores de erro estão na previsão realizada para 3 períodos. Tubino (2007) afirma que o número de períodos está fortemente correlacionado com a sensibilidade da série a fatos mais recentes. Cita ainda que pequenos períodos permitem uma reação maior a mudança da demanda, enquanto períodos maiores tratam a demanda de forma mais homogênea. Tal fato pode ser visualizado na Figura 14, referente a 12 períodos, o qual apresenta menor sazonalidade que os demais.

O modelo mais preciso foi o de 3 meses, podendo-se inferir que há presença de movimento sazonal neste período. Para Zilli e Barcellos (2006) esse tem a propriedade de reduzir o total de variação nos conjuntos de dados

A respeito deste método Faria, Nogueira Neto e Nogueira (2006) afirmam que suas previsões só são satisfatórias onde a série não tem uma sazonalidade regular e sim eventos aleatórios simétricos. Como a celulose é um *commodity* é esperado que a comercialização seja mais fácil e estável, por se tratar de produto com baixo risco de perda e de queda de preços (ZILLI; BARCELLOS, 2006).

A exportação de celulose da empresa é destinada principalmente ao mercado asiático, e como já relatado anteriormente, este mercado é sensível ao aumento de preço da mercadoria, pois encontra bens substitutos em outros países, o que pode explicar o movimento oscilatório da série. Esta afirmação pode ser feita com base em Cruz et al. (2003) que classificam a demanda asiática de celulose, como sendo preço-elástica.

b) Média Móvel Exponencial

A estatística descritiva obtida para este método para os valores de α de 0,1 a 1 se encontram nas Tabelas 5.

Tabela 5 – Dados da média móvel exponencial para α de 0,1 a 1,0

MÉDIA MÓVEL EXPONENCIAL (em ton.)				
α	Valor máximo	Valor mínimo	Média	Erro
0,1	101.908,64	61.817,80	78.889,29	368.495,66
0,2	104.866,16	59.939,60	80.959,75	193.418,19
0,3	107.695,39	57.409,62	81.398,21	136.418,88
0,4	110.655,15	54.119,95	81.611,45	108.697,57
0,5	113.857,64	50.994, 95	81.739,94	91.993,72
0,6	118.182,899	48.100,31	81.828,82	80.439,60
0,7	122.316,71	44.526,57	81.896,49	71.642,50
0,8	126.181,85	38.331,08	81.951,62	64.475,17
0,9	131.840,78	31.523,25	81.998,66	58.359,70
1,0	139.920,00	24.130,00	82.039,99	52.986,00

Fonte: a Autora

O valor máximo e mínimo encontrados também se refere α igual a 1, sendo os mesmos valores encontrados para a venda real de celulose neste período, como se pode visualizar na Figura 15. O erro encontrado para este mesmo α foi o menor de toda a série. De acordo com Tubino (2007) quanto maior o valor do coeficiente de ponderação mais rapidamente o modelo reagirá à variação real da demanda. Por outro lado, o maior valor de erro obtido foi para o valor do coeficiente igual a 0,1.

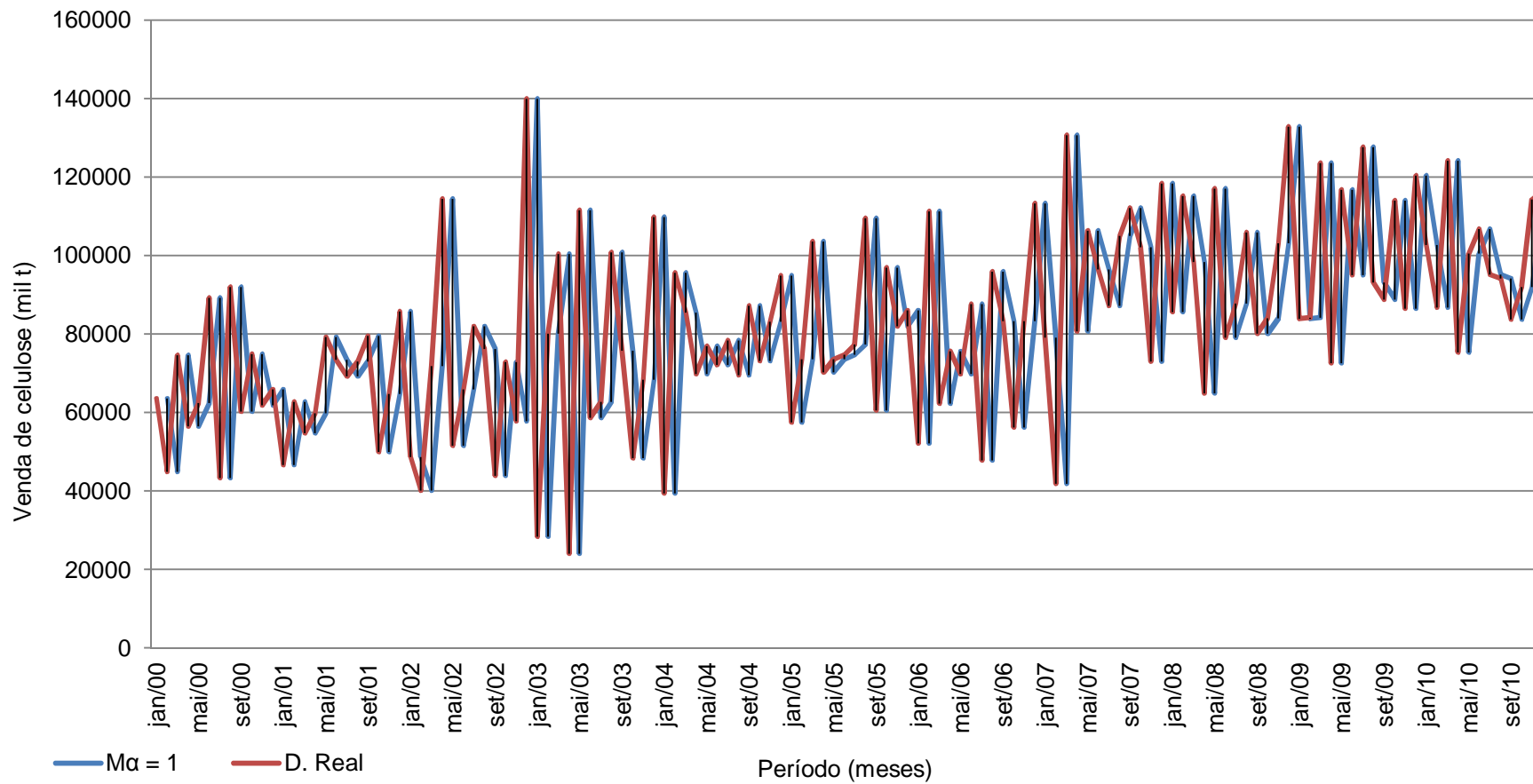


Figura 15 – Demanda real e prevista de celulose pelo método da média móvel exponencial com coeficiente de ponderação de 1

Fonte: a Autora.

Quando o valor de α é 1 leva-se em consideração apenas o erro do período anterior, para este valor de coeficiente de ponderação o menor erro obtido foi de 0,0046%, em fevereiro de 2009, podendo-se inferir que as vendas realizadas no período estão altamente correlacionadas com as vendas do período anterior. Já em janeiro de 2003 foi encontrado o maior erro - 3,91%, ou seja, este valor está pouco correlacionado ao valor do período anterior. Sabe-se que em dezembro de 2002 a série apresentou maior valor. Analisando o Anexo A, percebe-se que o valor da celulose de fibra curta em novembro foi de US\$ 490,00 caindo para US\$ 475,00, o que pode explicar o aumento das vendas. É observado que para valor de $\alpha = 0,1$ a previsão se assemelha à linha de tendência.

4.3 Técnicas para previsão de tendência

a) Tendência Linear

Pindyck e Rubinfeld (2004) afirmam que se uma série aumentar em montantes absolutos constantes em cada período de tempo pode-se realizar a previsão ajustando uma linha de tendência. Os dados referentes a esta técnica são melhor visualizados na Tabela 6.

Tabela 6– Previsão pelo método da tendência linear 2000-2010.

PREVISÃO DE TENDENCIA LINEAR(em ton.)	
Valor máximo	103.779,04
Valor mínimo	60.547,90
Erro	$-5,82 \times 10^{-10}$

Fonte: a Autora.

Esta técnica foi a que apresentou o menor valor para o somatório de erros, sendo este igual a $-5,82 \times 10^{-10}$. Neste método o menor valor de erro encontrado foi para o mês de janeiro de 2000, primeiro período da série, com o valor de 60.547,90 toneladas, já o maior valor encontrado foi em dezembro de 2010, com o valor de 103.779,04 toneladas.

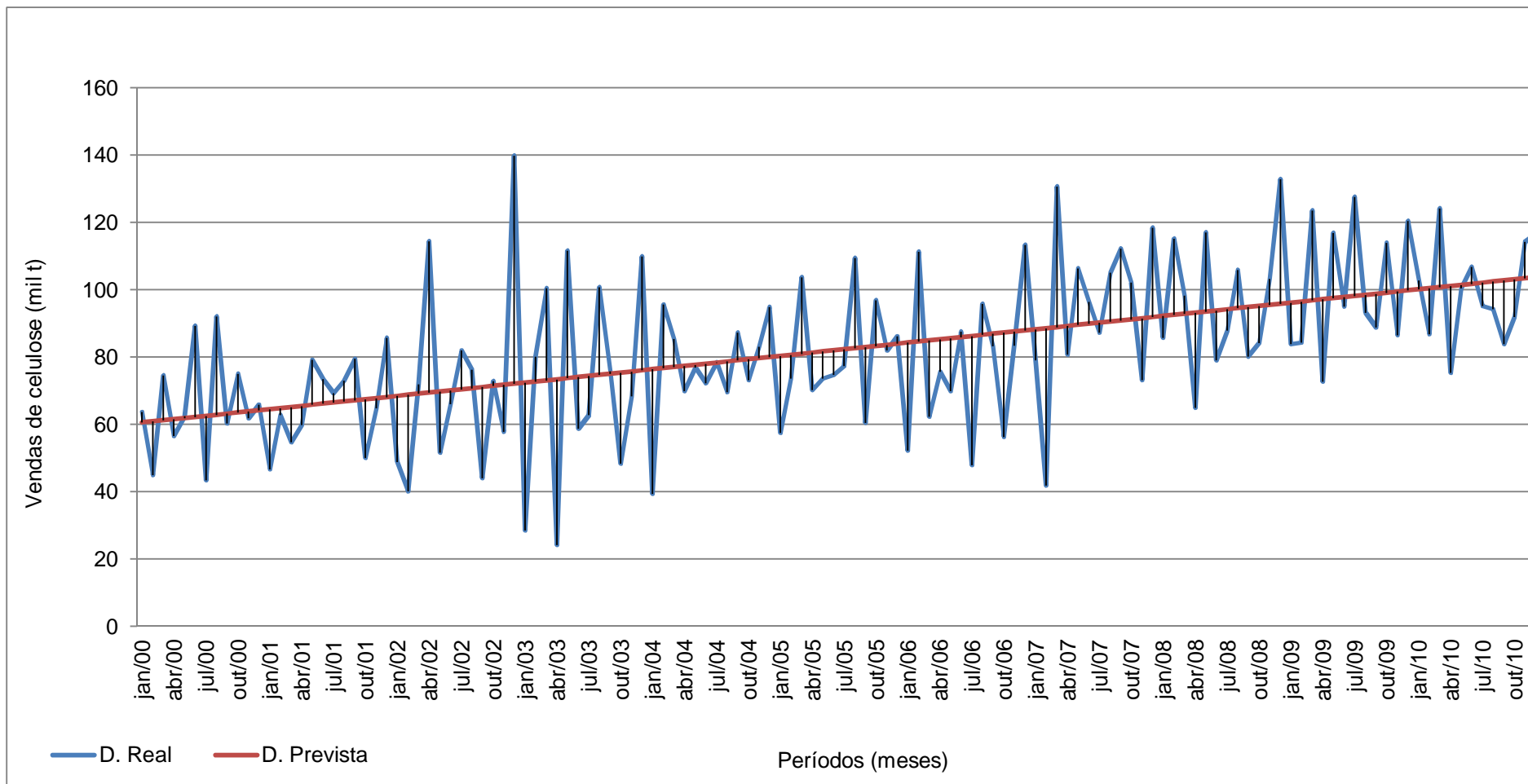


Figura 16 – Vendas de celulose real e prevista pelo método de tendência linear

Fonte: a Autora.

Observa-se que a série apresenta tendência linear de crescimento, o valor de R^2 encontrado para esta foi de 0,29. Teixeira (2004) afirma que valores de R^2 menores que 0,5 são considerados insatisfatório.

Teixeira (2004) afirma que este modelo se aplica melhor às séries que apresentem uma estável tendência em longo prazo. O valor 330.0087, visto na equação 10, correspondente à previsão por tendência linear, corresponde à declividade da linha, indicando quanto é acrescentado à previsão.

$$Y = 60.217,89 + 3300087 \times X \quad (10)$$

Este método computa os valores de “a” e “b” da equação 4 fazendo com que a soma dos quadrados dos desvios seja mínima. Como nesta soma todos os períodos são tratados de forma igual, este modelo é considerado um modelo de suavização exponencial dupla, em que as observações não são ponderadas, independente de serem mais recentes ou não (TEIXEIRA, 2004)

b) Ajustamento Exponencial de Tendência

Segundo Pindyck e Rubinfeld (2004) pode ser mais realista supor que a série temporal cresce por aumentos percentuais constante, cabendo, neste caso, o uso do ajustamento exponencial de tendência. Dados deste método podem ser visualizados na Tabela 7.

Tabela 7– Previsão de demanda pelo método do ajustamento exponencial de tendência

AJUSTAMENTO EXPONENCIAL DE TENDÊNCIA(em ton.)	
Valor máximo	123.559,80
Valor mínimo	42.481,74
Erro	19.650,53

Fonte: a Autora.

Esta previsão obteve valor máximo de 123.559,8 ton., em dezembro de 2008, o que é facilmente explicado pela crise econômica mundial que houve neste ano, o que provocou desaceleração do mercado. Até agosto de 2008 o setor registrou elevação dos preços de celulose de fibra curta em todo mundo

(Anexo A), a partir deste mês houve uma grande queda nos preços, até maio do ano seguinte, o menor preço registrado desde março de 2003 (Anexo A). Já o menor preço registrado corresponde a fevereiro de 2002, com o valor de 42.481,74 ton.

O Gráfico correspondente aos valores reais e previstos da venda de celulose no período de 2000 a 2010 pode ser visualizado na Figura17.

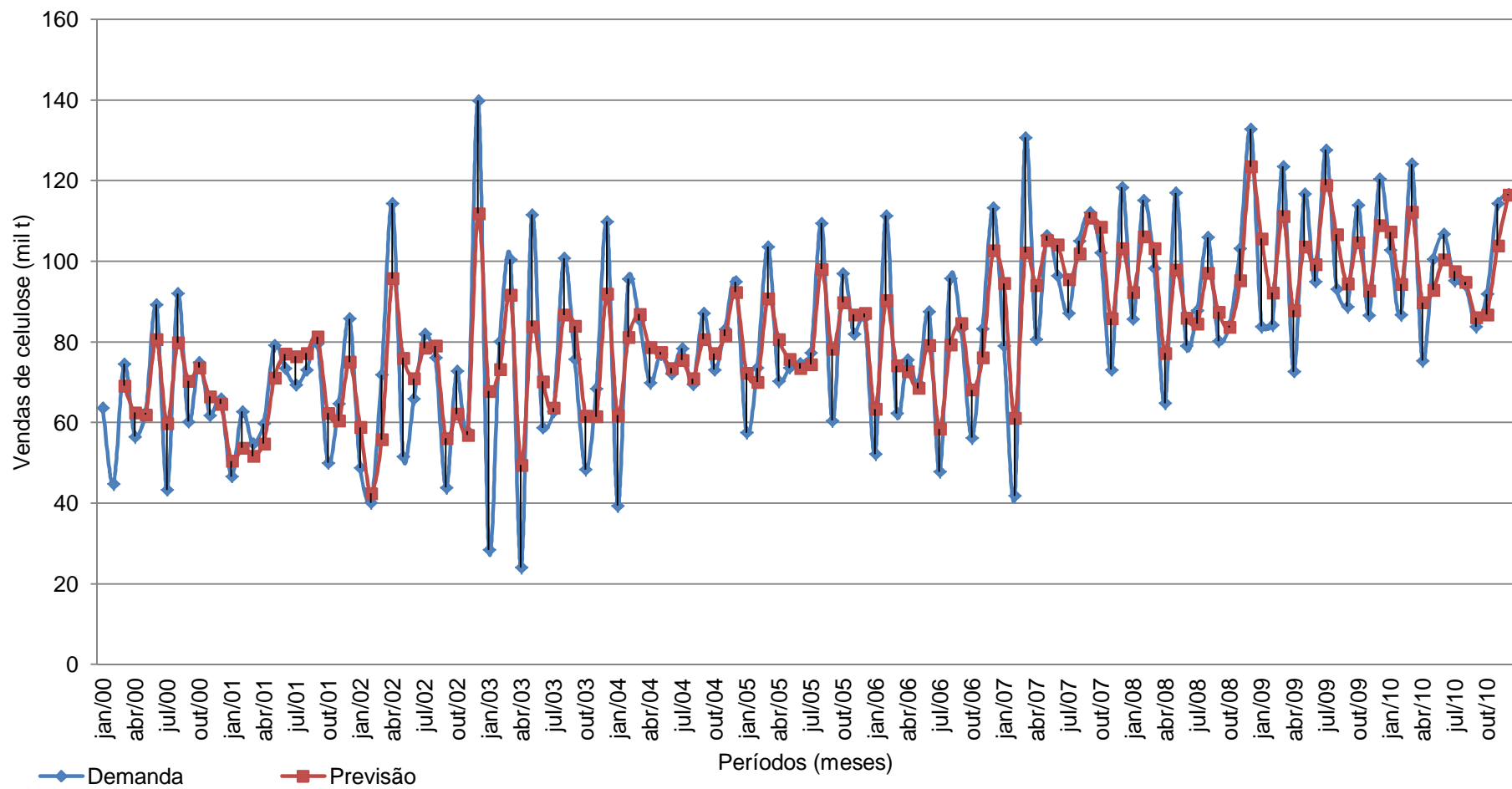


Figura 17 – Demanda de celulose real e prevista pela técnica de ajustamento exponencial de tendência

Fonte: aAutora.

Observa-se na Figura 17 que houve suavização da série temporal, porém esta permaneceu com o movimento sazonal, pode-se ver, ainda, diminuição do ruído branco² desta série, por meio deste método.

4.4 Técnicas para previsão da sazonalidade

a) Sazonalidade simples

Na Figura 18 e Tabela 8 pode-se observar fatores relevantes do ajustamento da série temporal realizado por esta técnica

Tabela 8 – Previsão de demanda pelo método da sazonalidade simples 2000-2010

SAZONALIDADE SIMPLES (em ton.)	
Valor máximo	90.967,82
Valor mínimo	68.572,31
Erro	142.409,10

Fonte: a Autora.

Os valores máximos e mínimos, se encontram no início da série, em abril de 2000 e maio de 2001 respectivamente. Percebe-se na Figura 18 que esta técnica centraliza a previsão em torno de 60 e 100 mil toneladas. É possível visualizar, ainda, que valores discrepantes são minimizados nesta técnica de previsão..

² O ruído branco é um processo que não consegue captar nenhum padrão interessante das séries de tempo.

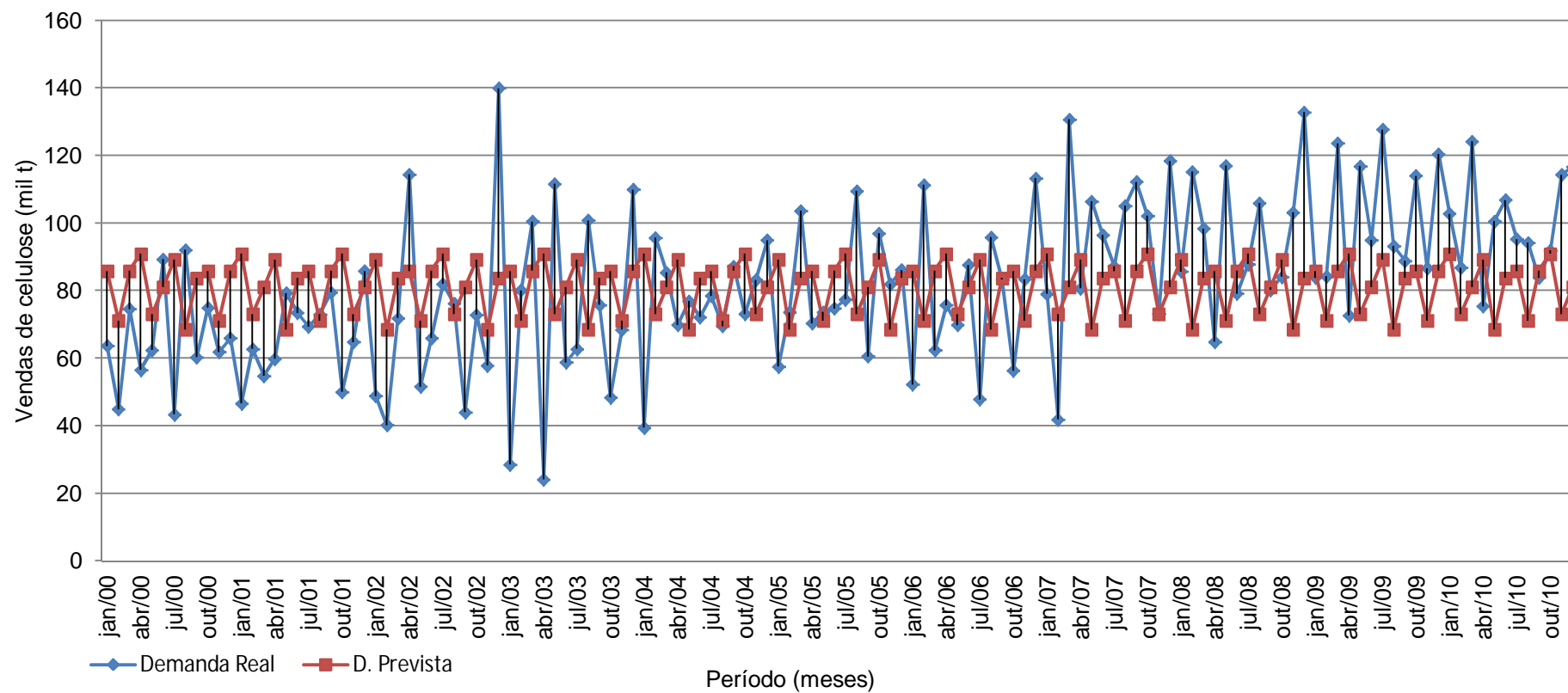


Figura 18 – Demanda de celulose real e prevista pelo método da sazonalidade

Fonte: aAutora.

b) Sazonalidade com tendência

Quando há presença de sazonalidade e tendência há necessidade de incorporar estes dois componentes à técnica (TUBINO,2008). Os resultados obtidos ao empregar esta técnica podem ser vistos na Tabela 09 e Figuras 19 e 20:

Tabela 9 – Dados da previsão pelo método da sazonalidade com tendência

SAZONALIDADE COM TENDÊNCIA (em ton.)	
Valor máximo	117.138,20
Valor mínimo	53.913,98
Erro	-142.288,00

Fonte: a Autora.

Observa-se na Tabela 9 que o valor encontrado para a soma foi superior ao da demanda real de celulose para este período, podendo supor que este modelo tende a superestimar a procura pelo produto neste período. Ainda se percebe valor máximo desta série menor que o valor máximo da demanda real, e o valor mínimo superior.

O valor máximo ocorreu em outubro de 2010, o preço da celulose neste mês apresentou alta, porém, por ser tratar de um período em que o mercado começa a crescer após época de recessão econômica, este valor se justifica. O menor valor encontrado para série foi de 53.913,98 t, correspondendo ao mês de agosto de 2000, este valor se justifica por se encontrar no início da série.

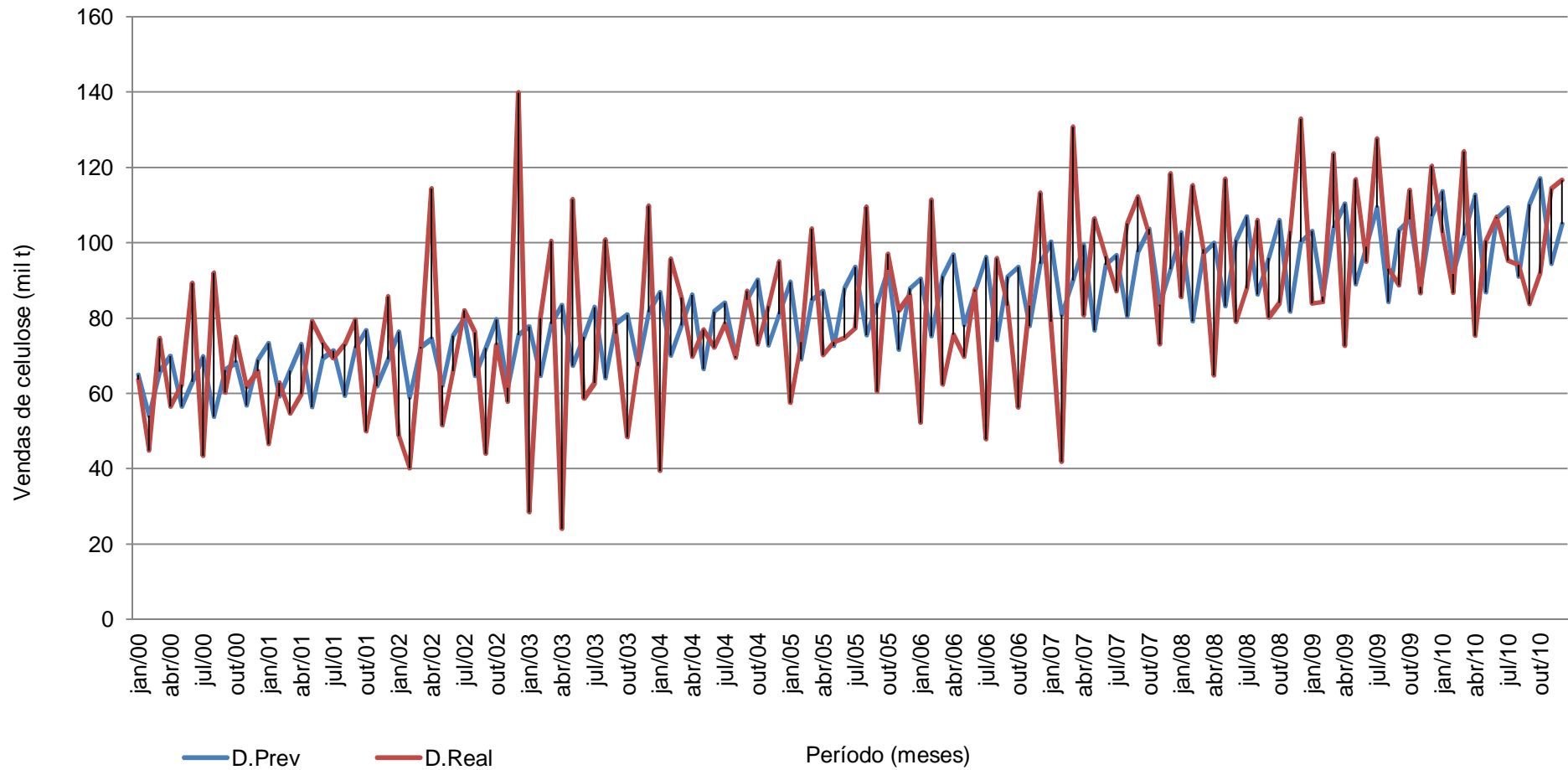
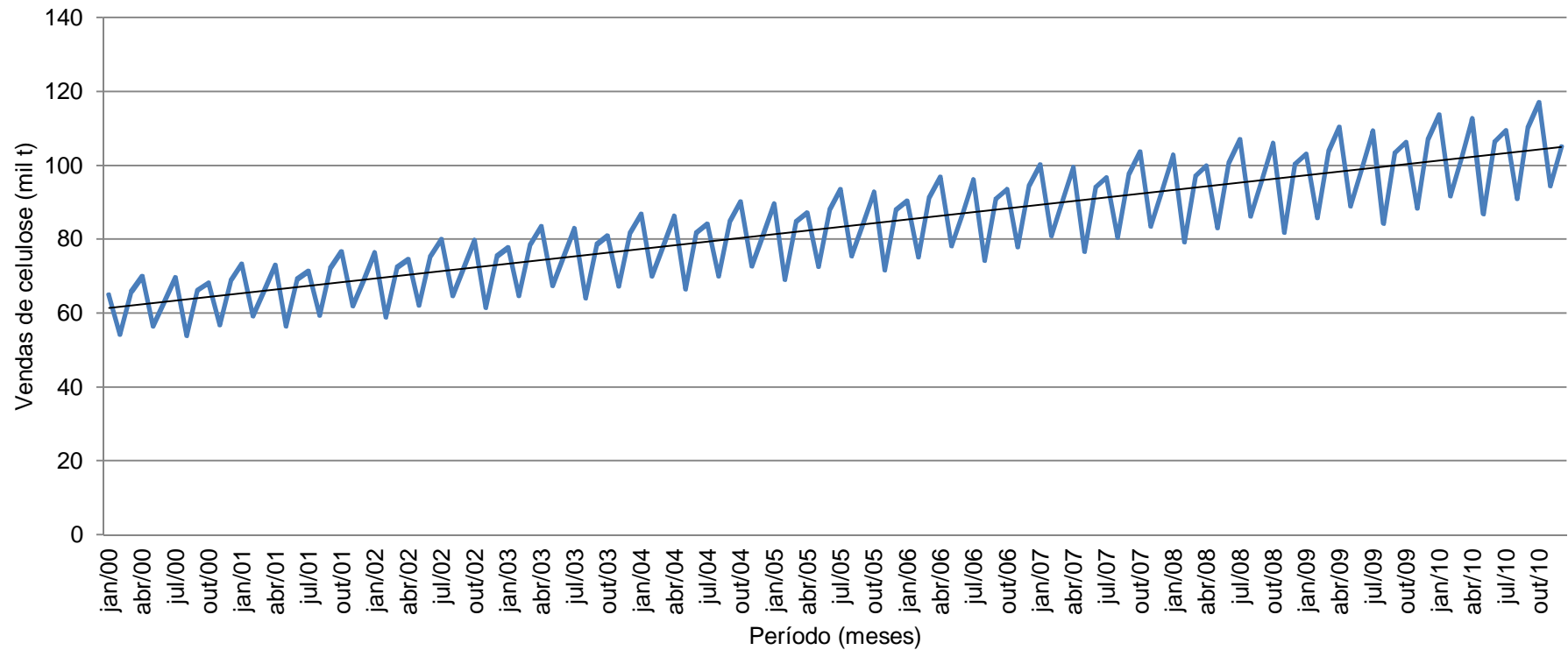


Figura 19 – Demanda de celulose real e prevista pela técnica de sazonalidade com tendência para o período de 2000 a 2010

Fonte: a Autora.



$y = 332,45x + 61135$
 $R^2 = 0,72$

Figura20 – Demanda de celulose prevista pela técnica de sazonalidade com tendência e linha de tendência para o período de 2000 a 2010

Fonte: a Autora.

Observa-se na Figura 20 que esta técnica suaviza a série temporal, porém o componente tendência é facilmente visualizado nesta técnica, Solto, Baldeón e Russo (2006), afirmam que esta suavização se refere ao fato que a série, após reduzida a seus componentes estruturais, terá menor número de variações bruscas, mostrando um comportamento mais suave. Ainda se pode inferir que este método apresentou boa correlação entre o período e a demanda ($R^2 = 0,72$).

4.5 Escolha do método

Na Tabela 10 se encontram os resultados obtidos para o erro, erro%, MEQ e MAD:

Tabela 10 – Erro das técnicas de previsão

Técnica	Erro*	Erro (%)	MEQ*	MAD*
Média Móvel	97.794,67	-7	494.054.829,38	17.573
Média Exponencial Móvel	53.202,00	-11	1.090.181.544,37	26.290,8
Tendência linear	$-5,82 \times 10^{-10}$	-7	381.018.324,55	15.289,75
Ajustamento exponencial da tendência	-22.029,90	-4	125.641.311,80	42
Sazonalidade simples	142.625,10	19,19	650.420.136,97	20.739,84
Sazonalidade com tendência	-142.288,00	-9	496.727.635,93	17.768,55

*Em toneladas

Fonte: a Autora.

Levando-se em consideração o erro o método que apresentou maior precisão foi a previsão com tendência. Enquanto o método que apresentou menor MEQ e menor MAD foi o ajustamento exponencial da tendência.

4.5.1 Comparação entre os principais métodos

A técnica de tendência linear permite realizar previsão de demanda para qualquer período futuro, porém Tubino (2007) alerta que quanto mais distante o período a ser previsto menos exata será a previsão.

Já o método com menor MAD e menor MQE foi o ajustamento exponencial da tendência, este método consiste em uma adaptação do método da média

móvel exponencial, possuindo como vantagem a maior precisão das previsões quando há tendência. Porém este método possui a desvantagem de realizar previsão apenas para o período imediatamente posterior (TUBINO, 2007).

Na Figura 21 pode ser visualizada a comparação entre a tendência linear e o ajustamento exponencial da tendência.

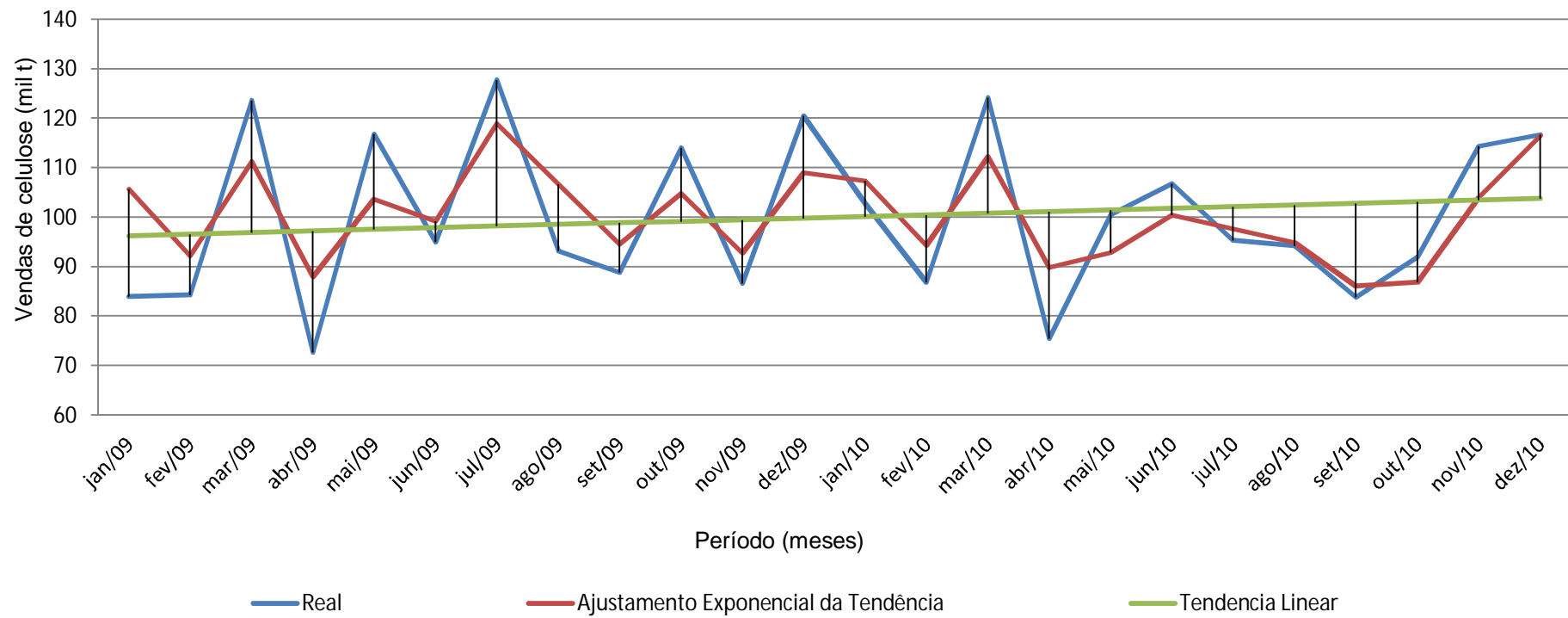


Figura 21 – Demanda real e prevista de celulose pelos métodos de tendência linear e ajustamento exponencial da tendência
 Fonte: a Autora.

Percebe-se na Figura 21 que, apesar de apresentar o menor erro, a linha de tendência linear não acompanha o movimento da linha da demanda real de celulose, ou seja, este método não acompanha o movimento da demanda ao longo dos períodos. Quanto á técnica do ajustamento exponencial da tendência, apesar de possuir maior valor de erro, possui menor MEQ.

Na Tabela 11 pode-se visualizar a previsão de demanda realizada pelo método da tendência linear para o ano de 2011. Na Figura 22 pode-se visualizar tendência a crescimento, assim como o valor de R^2 indica a elevada correlação entre as previsões e os períodos.

Tabela 11 – Previsão de demanda de celulose da CENIBRA para o ano de 2011

Mês	Demanda (ton.)
Jan	104.109,05
Fev	104.439,06
Mar	104.769,06
Abr	105.099,07
Mai	105.429,09
Jun	105.759,09
Jul	106.089,09
Ago	106.419,11
Set	106.749,12
Out	107.079,12
Nov	107.409,13
Dez	107.739,14
TOTAL	127.1089,13

Fonte: a Autora.

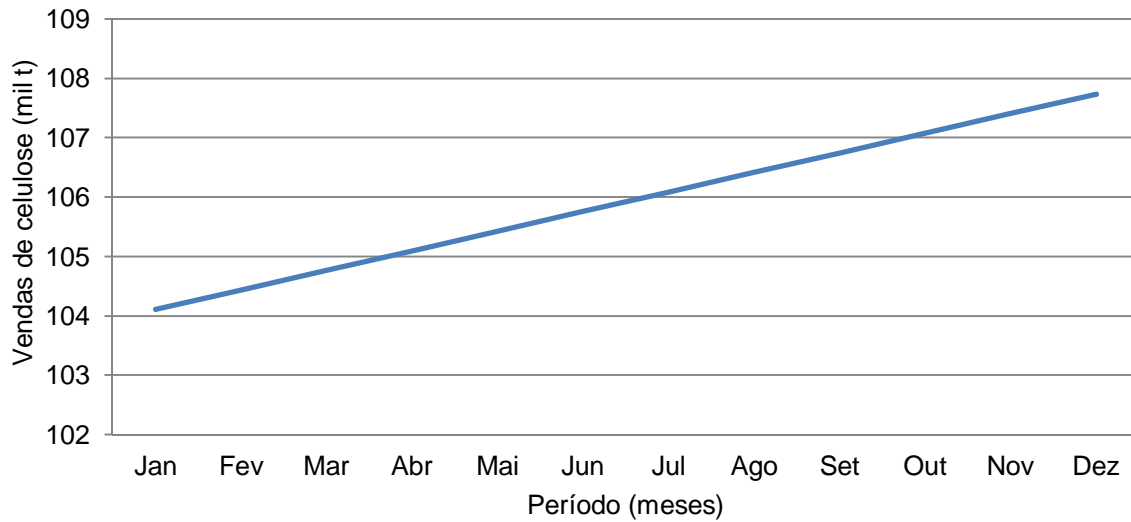


Figura 22 – Previsão de demanda de celulose da CENIBRA para o ano de 2011

Fonte: a Autora.

Assim, mesmo que este seja um método bastante preciso, é necessário buscar outros métodos que se ajustem melhor à curva de demanda de celulose, em comparação entre os métodos analisados, têm-se na Figura 23:

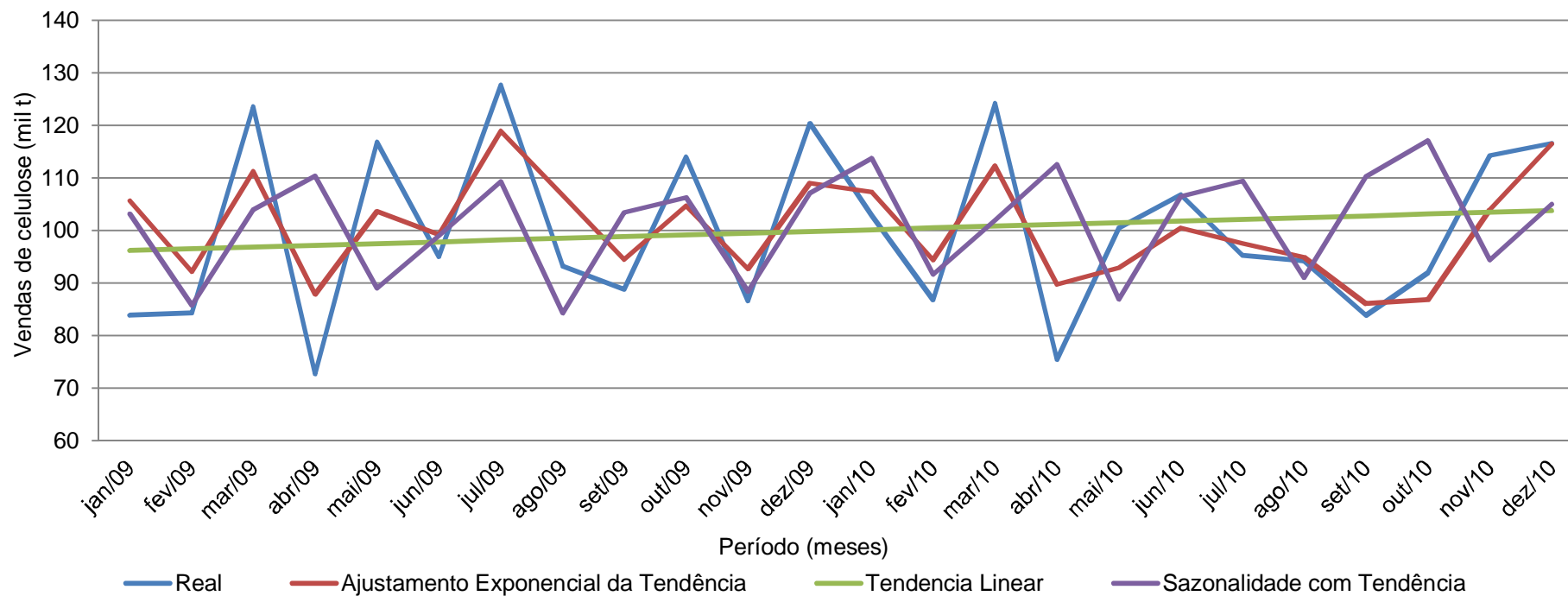


Figura 21 – Demanda real e prevista de celulose pelos métodos de tendência linear, ajustamento exponencial da tendência e sazonalidade com tendência

Fonte: a Autora.

5 CONCLUSÕES

O presente trabalho caracterizou o comportamento da demanda de celulose fabricada pela Cenibra ao longo de toda a série temporal analisada, e assim, determinou qual a melhor técnica de previsão de demanda para o caso em estudo.

A demanda de celulose da empresa apresenta todos os componentes de uma série temporal: média, tendência, ciclo, sazonalidade e aleatoriedade. Quanto ao somatório dos erros, o modelo que mais se adequou à série temporal da empresa foi o de tendência linear, com erro próximo a zero.

Porém este modelo não leva em consideração em momento algum o movimento sazonal da série, assim, para esta técnica, existe uma possibilidade de se trabalhar com a previsão de demanda, com baixo nível de erro, porém, o que de fato está ocorrendo é que os erros estão se anulando. Prevendo a demanda por esta técnica, ocorrerá a formação de estoques em um período, e colocação deste estoque em períodos seguintes. Cabe, portanto avaliar o quanto este carregamento de estoques implica em aumento dos custos do produto, para a empresa.

Levando em consideração a MEQ e o MAD o modelo que obteve melhor precisão foi o ajustamento exponencial para a tendência, indicando que o componente de maior representatividade na série é a tendência. Porém, este modelo apresenta previsão apenas para o período imediatamente posterior, não sendo indicado para planejamentos a longo prazo por parte da empresa.

Já o modelo de sazonalidade com tendência, apesar de valores de erro, MEQ e MAD serem mais elevados que os modelos descritos anteriormente, este método possibilita a previsão ao longo prazo e leva em consideração os movimentos da série, podendo constituir um método eficaz para o planejamento e gestão de estoque da empresa.

O modelo que mais se afastou da série temporal foi o de sazonalidade simples, não sendo adequado para as previsões da empresa. Os modelos de média móvel e média exponencial móvel são modelos adequados apenas para

mercados mais estáveis, o que não é o caso já que a série apresentou grande oscilação, e para produtos menos relevantes. Estes métodos ainda apresentam a desvantagem de fazer previsão apenas para o período imediatamente posterior.

Cada método possui sua particularidade, sendo necessário conhecimento a respeito da série que se deseja prever e das características de cada método. Ainda há a opção de associar diferentes métodos para que todos os componentes relevantes da série sejam levados em consideração.

Assim, em pesquisas futuras, podem ser estudados outros métodos de previsão, tais como a aplicação de modelos multiplicativos, autorregressivos, entre outros, que possam vir a apresentar melhores resultados que os modelos estudados neste trabalho. Pode-se ainda, em relação aos métodos utilizados neste trabalho, agregar os dados em diferentes periodicidades: bimestral, trimestral, semestral e anual, objetivando verificar a ocorrência de melhores ajustamentos dos modelos de previsão de demanda.

6 REFERÊNCIAS

AULICINO, A.L. **Foresight para políticas de CT&I com desenvolvimento sustentável: o caso do Brasil.** São Paulo, SP, USP. 2006. 322f. Tese (Doutorado em administração) Universidade de São Paulo, São Paulo.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL – BRACELPA. **Evolução da Produção Brasileira de Celulose.** 2010. Disponível em: <<http://www.bracelpa.org.br/bra2/?q=node/139>>. Acesso em: 3 nov. 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL – BRACELPA. **Números do Setor. 2011.** Disponível em: <<http://www.bracelpa.org.br>>. Acesso em: 18 abr. 2011.

AZEVEDO, R. C. et al . O uso de ERP e CRM no suporte à gestão da demanda em ambientes de produção Make-to-Stock. *Gestão e Produção*, São Carlos, v. 13, n. 2, maio 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104>. Acesso em: 1 maio 2011.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL – BNDES. **Mercado interno: Celulose,** 2010. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set32109.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2011.

CAMARGO, P.C.J. Marketing na sociedade moderna. **Revista FAE BUSINESS.** n 34, mar 2006.

CENIBRA. **Mercado,** 2010. Disponível em: <<http://www.cenibra.com.br>>. Acesso em: 4 nov. 2010.

CHELUCHINHAK, A.B.; CAVICHIOLLI, F.R. A teoria da classe ociosa: o que nos diz Veblen sobre natureza e comportamento humano, consumo, esporte e lazer. **Licere,** Belo Horizonte, v.13, n.1 p. 01-38, 2010. Disponível em: <http://www.anima.eefd.ufrj.br/licere/pdf/licereV13N01_ar1.pdf>. Acesso em: 23 de jun de 2011

CIFLORESTAS. Preço de Produtos - Celulose - Fibra Curta. Disponível em: <<http://www.ciflorestas.com.br/dado.php?id=56>>. Acesso em: 26 mai 2011.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N.; CAON, M. **Planejamento, programação e controle da produção: MRP II/ERP: Conceitos, uso e implantação**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

CORRÊA, H.L.; GIANESI, I.G.N.; CAON, M. **Planejamento, programação e controle da produção**. São Paulo: Atlas, 2001.

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

DIAS, G. P. **Processo de Previsão**. São Paulo, 1998. 121 f. Monografia (Trabalho de conclusão de Engenharia de Produção) Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. 1998.

DONALD J., BOWERSOX, M.; BIXBY C., DAVID J. C. **Gestão logística de cadeias de suprimentos**. São Paulo: Artmed, 2002.

FAE BUSINESS. Mercado de papel e celulose. **Revista FAE BUSINESS**, n.1, p. 5-8, nov. 2001.

FARIAS, O.O.; NOGUEIRA NETO, M. de S.; NOGUEIRA, C.C.S. Estudo Comparativo da Aplicação de Modelos Clássicos de Previsão de Demanda no Agronegócio. **Organizações em contexto**. a 2, n. 3, jun 2006. Disponível em: <http://mjs.metodista.br/index.php/roc/article/viewFile/299/233>. Acesso em: 08 mai 2011.

FÁVERO, L.P.L.; OLIVEIRA, M.A.; ANGELO, C. F. Aplicação de Métodos de Ajustamento Sazonal em Séries Temporais In: VI SEMEAD, nov. 2004. São Paulo. Disponível em: <<http://www.ead.fea.usp.br/Semead/7semead/topo.htm>>. Acesso em: 03 mai 2011.

FITZSIMMONS, J. A.; FITZSIMMONS, M. J. **Administração de serviços: operações, estratégia e tecnologia da informação**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO **DatosProduccion: Pulpa de Madera**. 2007. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/>>. Acesso em: 03 mai 2011.

HILGEMBERG, I.M.; BACHA, C.J.C. A indústria brasileira de celulose de mercado e as pressões ambientais. **Estudos Econômicos**. São Paulo, v. 33, n. 1, jan. 2003. Disponível em:<<http://www.usp.br/estecon/index.php/estecon/article/view/433>>. Acesso em: 03 maio 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Mapa de divisões territoriais. 2005. Disponível em:<<http://mapas.ibge.gov.br/website/divisao/viewer.htm>>. Acesso em: 10 maio 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Rio de Janeiro: IBGE,2010. Disponível em:<<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em: 15 maio 2011.

KRAJEWSKI, L.; RITZMAN, L.; MALHOTRA, M. **Administração de produção e operações**. São Paulo: Pearson, 2009.

KOTLER, P.; KELLER, K.L. **Administraçlai de marketing**. São Paulo: Pearson, 2010.

MANKIW, N.G. **Introdução à economia**. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

MONTEBELLO, A.E.S., BACHA, C.J.C. O setor de celulose e papel na economia brasileira. **O papel**. São Paulo, v. 72, n. 4 , abr. 2011. Disponível em <http://www.revistaopapel.org.br/edicoes_impresas/72.pdf>. Acesso em: 03 maio 2011.

PELLEGRINI, F. R. **Metodologia para implementação de sistema de previsão de demanda**. Porto Alegre, RS, UFRGS, 2000. 146f. Dissertação

(Mestrado em Engenharia de Produção) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L. **Econometria**: modelos e previsões. São Paulo: Campus, 2004.

PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L. **Microeconomia**. São Paulo: Pearson Prentice, 2005.

REIS, E.S. **Teoria das restrições e gestão da demanda**. Piracicaba, SP, UMP, 2007. 170f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) Universidade Metodista de Piracicaba, Piracicaba, 2007.

RIBEIRO, M.M.R.; LANNA, A.E.; PEREIRA, J.J. Elasticidade-preço da demanda e a cobrança pelo uso da água. In: XIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 1999, Belo Horizonte. ABRH. 1999. Disponível em <<http://www.hidro.ufcg.edu.br/>>.

ROSADO, A. M. Produção e venda CENIBRA 2000 – 2010. [mensagem pessoal] mensagem recebida por wendelandrade@hotmail.com em 27 fev. 2011.

SANDRONI, P. Novíssimo dicionário de economia. 10. ed. São Paulo: Best Seller, 2002.

SILAVA, C.R.L.; LUIZ, S.. **Economia e Mercados**: Introdução à economia. São Paulo: Saraiva, 2006

SOARES, N. S. et al. Análise do mercado brasileiro de celulose, 1969-2005. Revista *Árvore*, Viçosa, v. 33, n. 3, jun. 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622009000300018&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 24 abr. 2011.

SOLTO, D.P; BALDEÓN, R.A; RUSSO, S.L. Estudo dos modelos exponenciais na previsão. **Sistemae informática**. Cuiabá, v. 15, n. 7, p. 97-103, 2006.

TEIXEIRA, J. A. J. **Metodologia para implementação de sistema de gestão de estoque baseada em previsão de demanda**. Porto Alegre, RS, UFRGS,

2004. 142 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2004.

TERENCE, A.C.F.; ESCRIVÃO FILHO, E. Abordagem quantitativa, qualitativa e a utilização da pesquisa-ação nos estudos organizacionais. In: XXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2006, Fortaleza: ABEPRO. 2006. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br/indexsub.asp?ss=38> >

TUBINO, D. F. **Manual de Planejamento e Controle da Produção**. São Paulo: Atlas, 2007.

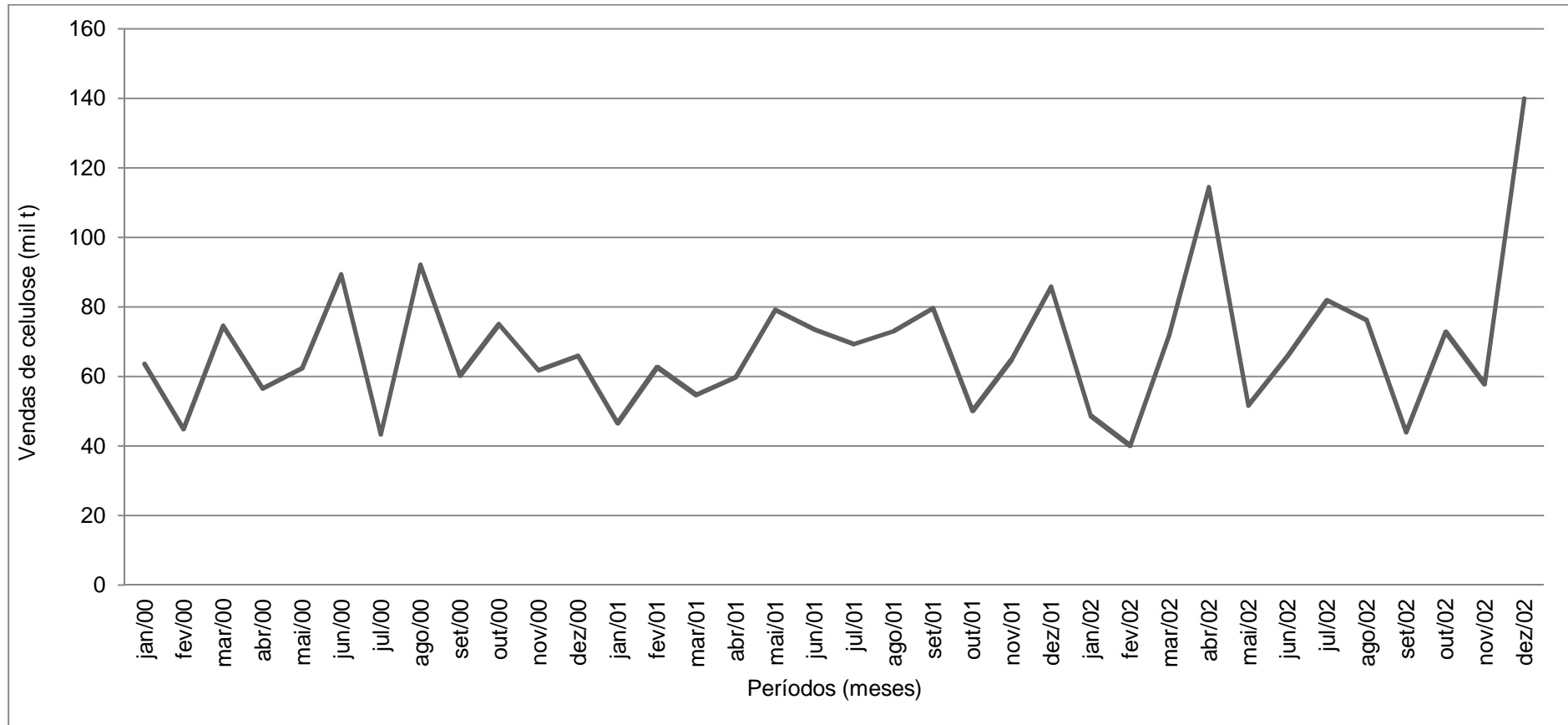
VALVERDE, S. R.; SOARES, N. S.; SILVA, M. L. da. Desempenho das exportações brasileiras de celulose. **Revista Árvore**, v. 30, n. 6, p. 1017-1023, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-67622006000600017&script=sci_arttext>. Acesso em: 20 maio 2011.

ZACKIEWICZ, M. **A definição de prioridades de pesquisa a partir da abordagem de *technological foresight***. CAMPINAS, SP: UEC, 2000, 108f . Dissertação (Mestrado em Política Científica e Tecnológica) Universidade Estadual de Campinas, Campinas (2000).

ZILLI, J.B.; BARCELLOS, G.M. Padrão de variação estacional dos preços do arroz no estado do rio grande do sul. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.36, n.3, 2006.

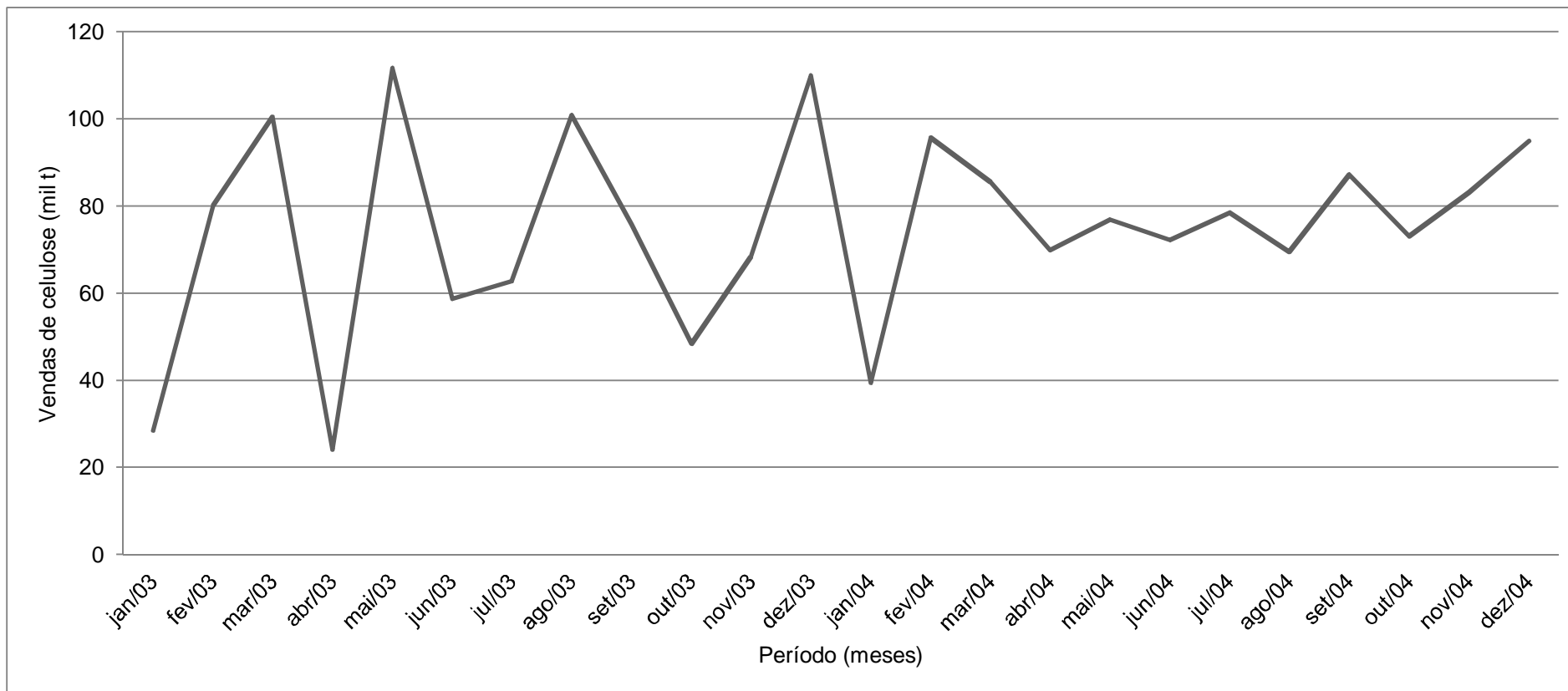
APÊNDICE

Apêndice1



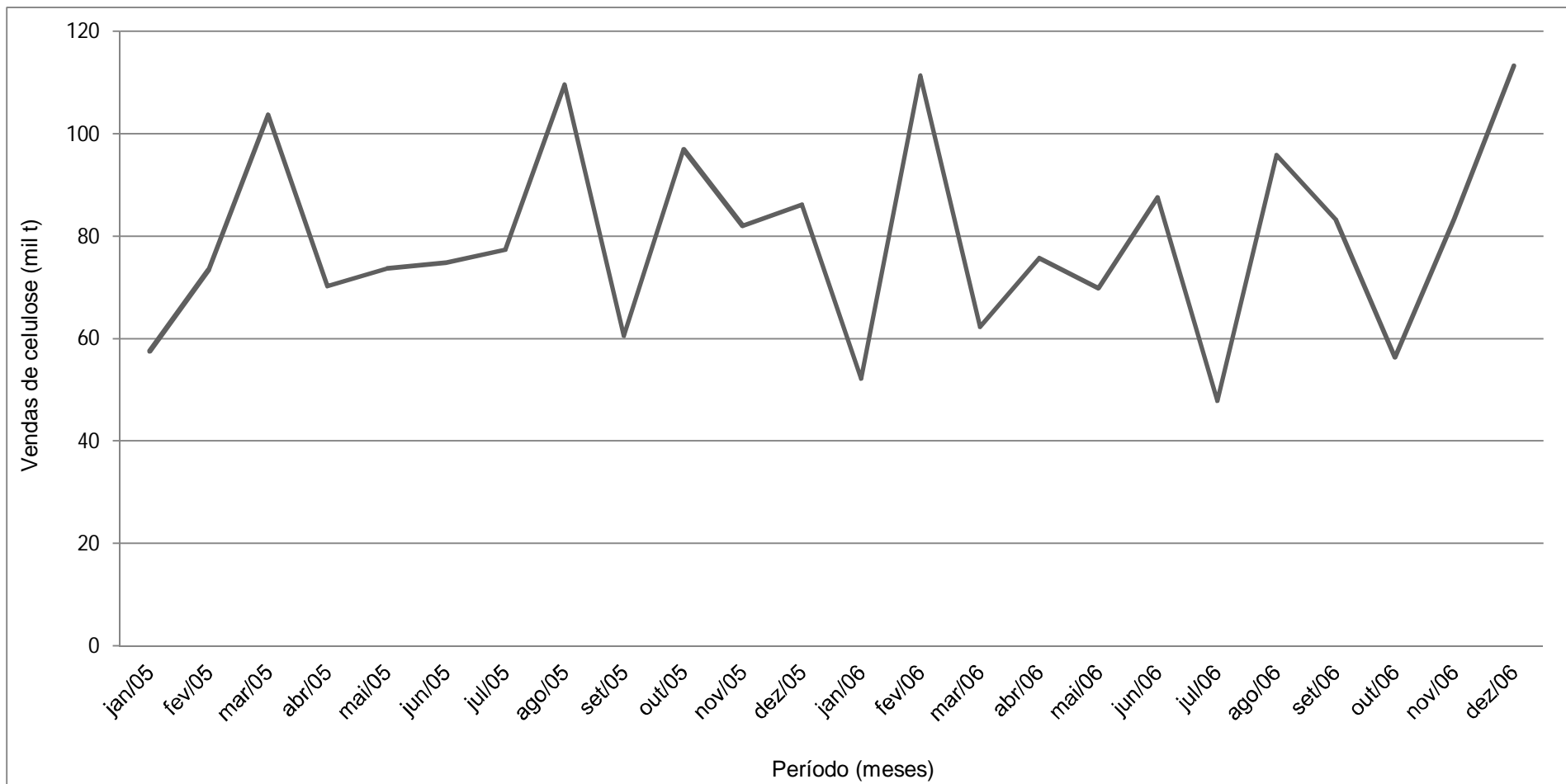
Apêndice 1 –Vendas de celulose da CENIBRA (2000-2010)

Continua...



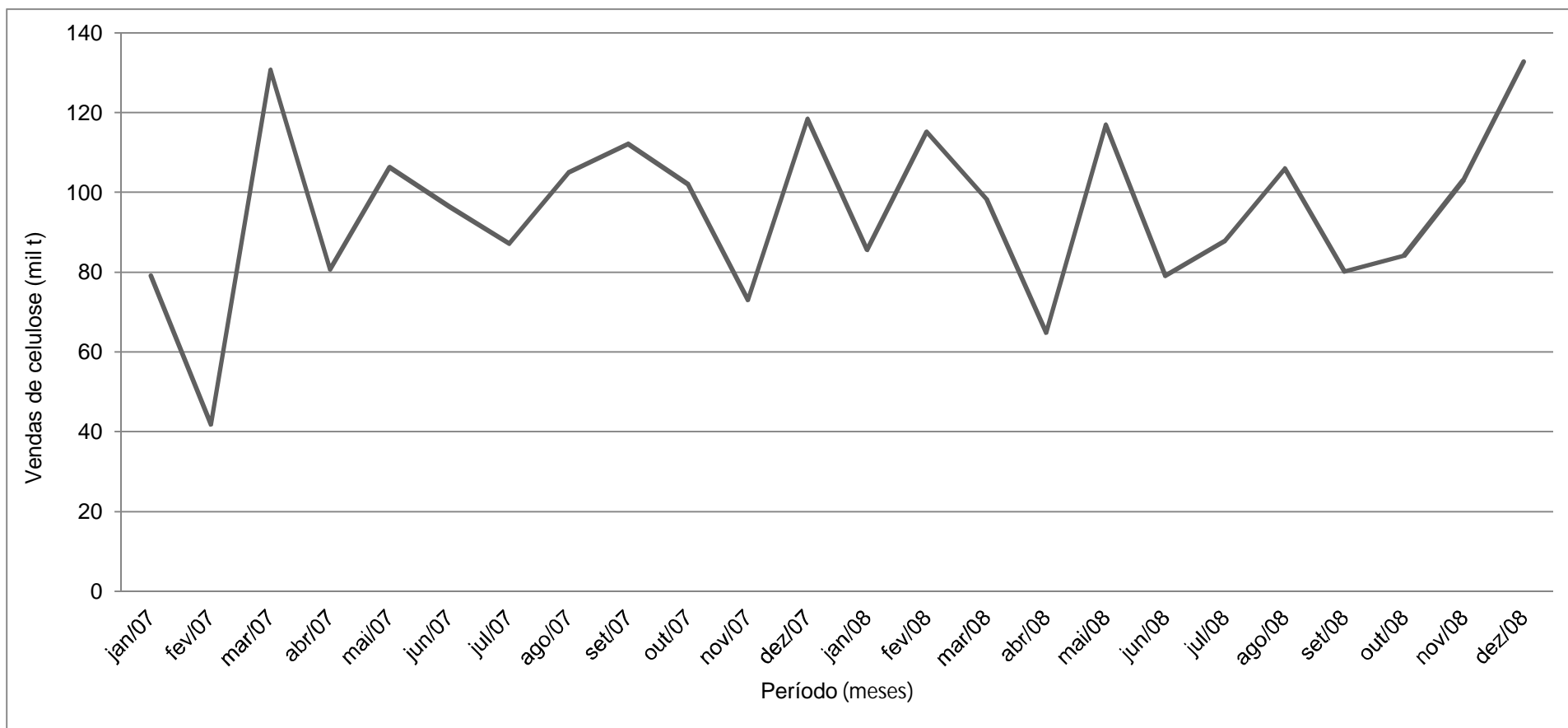
Apêndice 1 – Cont.

Continua...



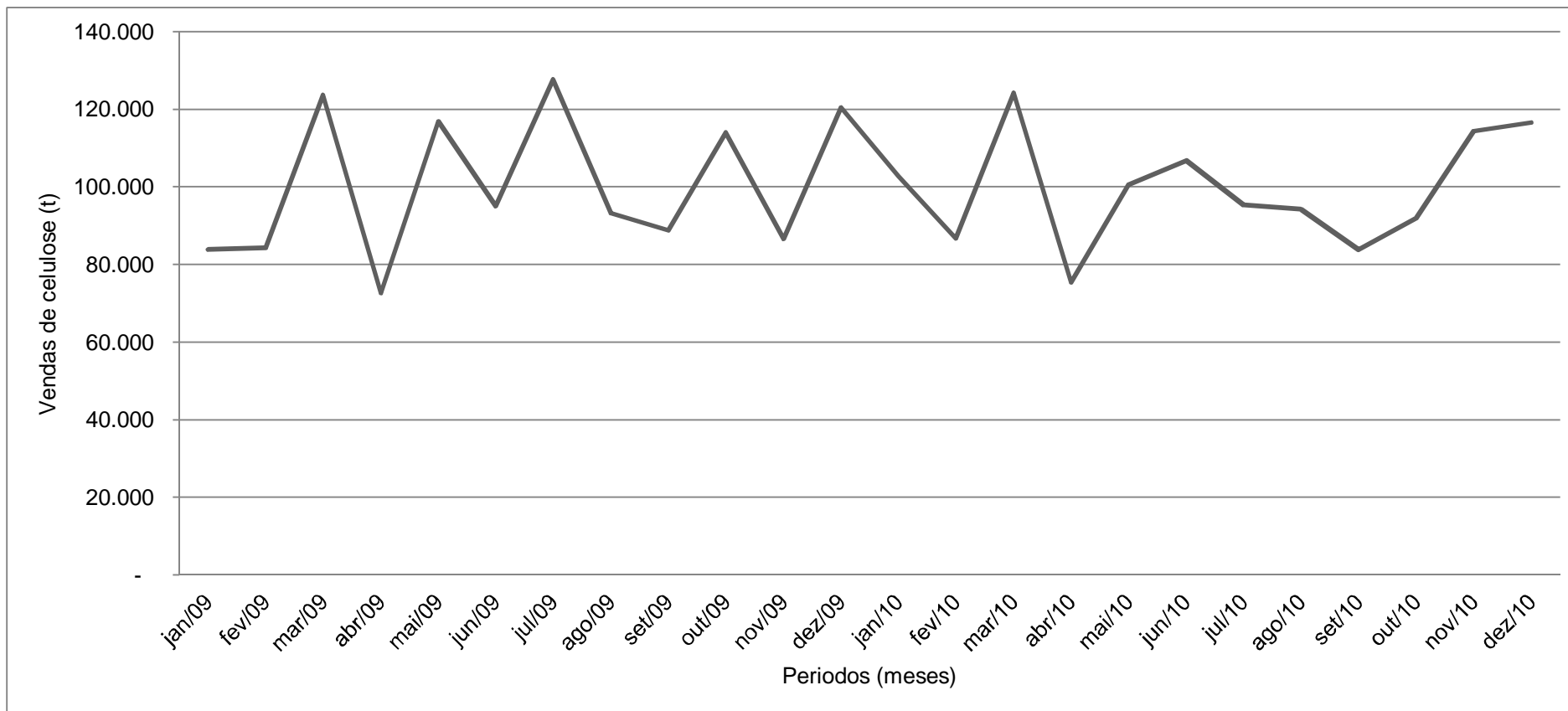
Apêndice 1 – Cont.

Continua...



Apêndice 1 – Cont.

Continua.



Apêndice 1 – Cont.

Fonte: Rosado (2011)

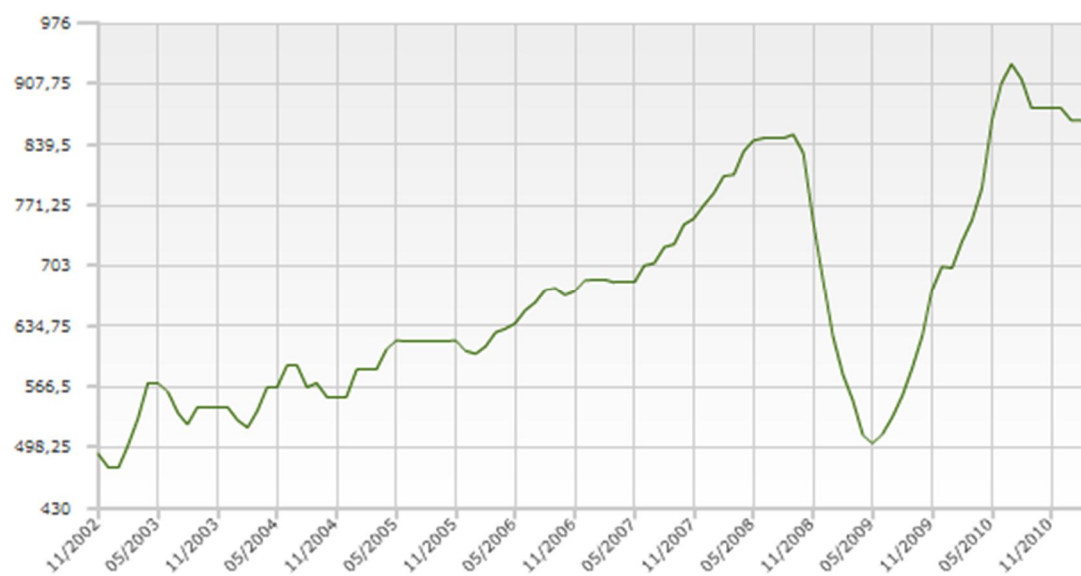
ANEXOS

Anexo 1 – Preço de celulose de novembro de 2002 a janeiro de 2011.

ANO	VALOR (US\$/t)	ANO	VALOR (US\$/t)	ANO	VALOR (US\$/t)
01/11/2002	490.00	01/08/2005	617.00	01/05/2008	843.55
01/12/2002	475.00	01/09/2005	617.00	01/06/2008	846.25
01/01/2003	475.00	01/10/2005	617.00	01/07/2008	846.25
01/02/2003	500.00	01/11/2005	618.00	01/08/2008	846.25
01/03/2003	530.00	01/12/2005	606.00	01/09/2008	850.42
01/04/2003	570.00	01/01/2006	603.00	01/10/2008	829.43
01/05/2003	570.00	01/02/2006	611.00	01/11/2008	755.42
01/06/2003	560.00	01/03/2006	627.00	01/12/2008	687.92
01/07/2003	536.67	01/04/2006	631.00	01/01/2009	623.25
01/08/2003	523.33	01/05/2006	637.00	01/02/2009	579.50
01/09/2003	543.33	01/06/2006	652.00	01/03/2009	550.25
01/10/2003	543.33	01/07/2006	661.00	01/04/2009	511.65
01/11/2003	543.33	01/08/2006	675.00	01/05/2009	502.00
01/12/2003	543.33	01/09/2006	677.00	01/06/2009	512.62
01/01/2004	528.34	01/10/2006	669.00	01/07/2009	532.16
01/02/2004	520.00	01/11/2006	674.00	01/08/2009	556.25
01/03/2004	538.00	01/12/2006	686.00	01/09/2009	587.50
01/04/2004	565.00	01/01/2007	687.00	01/10/2009	623.50
01/05/2004	565.00	01/02/2007	687.00	01/11/2009	675.00
01/06/2004	590.00	01/03/2007	684.00	01/12/2009	702.00
01/07/2004	590.00	01/04/2007	684.00	01/01/2010	700.00
01/08/2004	565.00	01/05/2007	684.00	01/02/2010	730.00
01/09/2004	570.00	01/06/2007	703.00	01/03/2010	754.00
01/10/2004	555.00	01/07/2007	706.00	01/04/2010	790.00
01/11/2004	555.00	01/08/2007	724.00	01/05/2010	866.67
01/12/2004	555.00	01/09/2007	727.00	01/06/2010	908.67
01/01/2005	585.00	01/10/2007	749.00	01/07/2010	930.00
01/02/2005	585.00	01/11/2007	755.84	01/08/2010	913.00
01/03/2005	585.00	01/12/2007	771.25	01/09/2010	880.00
01/04/2005	607.50	01/01/2008	784.36	01/10/2010	880.00
01/05/2005	618.00	01/02/2008	803.75	01/11/2010	880.00
01/06/2005	617.00	01/03/2008	805.32	01/12/2010	880.00
01/07/2005	617.00	01/04/2008	831.72	01/01/2011	866.67

Fonte: CIFLORESTAS (2011)

Anexo 2



Anexo 2 –Relação preço x demanda de celulose 2002 a 2010.

Fonte: CIFLORESTAS (2011).