

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

JORDANO SOEIRO DONATELLI

ANÁLISE E PREVISÃO DA DEMANDA EXTERNA DE CELULOSE E  
PAPEL NO BRASIL

JERÔNIMO MONTEIRO  
ESPÍRITO SANTO

2011

JORDANO SOEIRO DONATELLI

ANÁLISE E PREVISÃO DA DEMANDA EXTERNA DE CELULOSE E  
PAPEL NO BRASIL

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

Orientador: Prof. D. Sc. Wendel  
Sandro de Paula Andrade.

JERÔNIMO MONTEIRO

ESPÍRITO SANTO

2011

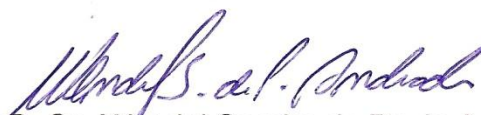
JORDANO SOEIRO DONATELLI

ANÁLISE E PREVISÃO DA DEMANDA EXTERNA DE CELULOSE E  
PAPEL NO BRASIL

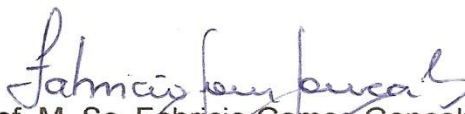
Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Industrial Madeireiro.

Aprovada em 07 de novembro de 2011.

COMISSÃO EXAMINADORA



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



Prof. M. Sc. Fabrício Gomes Gonçalves  
Universidade Federal do Espírito Santo  
Examinador



Prof<sup>a</sup>. D. Sc. Sustanis Horn Kunz  
Universidade Federal do Espírito Santo  
Examinadora

A Deus Pai todo poderoso, pelo dom da vida.

A meus pais, pelo exemplo de vida e amor.

A minha irmã e minha namorada, pelo apoio e carinho.

Aos amigos que me apoiaram, ajudaram e acreditaram no sucesso deste trabalho.

Por fim, à UFES e todos os professores, pela oportunidade de desenvolver este trabalho.

"Sucesso é o resultado da prática constante de fundamentos e ações vencedoras. Não há nada de milagroso no processo, nem sorte envolvida. Amadores aspiram, profissionais trabalham."

Bill Russel

## AGRADECIMENTOS

A Deus, fonte de poder e glória, pela sabedoria, força e por iluminar o meu caminho.

A minha família, por toda a sua ajuda, incentivo, exemplo, carinho e amor, que me ajudaram a ser o homem que sou hoje. Em especial a minha mãe Rosiane, o meu pai Laucedino e a minha irmã Jéssica, que juntos tiveram fundamental importância na minha formação acadêmica.

A Universidade Federal do Espírito Santo, e a todos os professores que contribuíram para a minha formação acadêmica e a todos os ensinamentos transmitidos.

Aos Professores, Wendel Sandro de Paula Andrade e Magda Aparecida Nogueira, pela orientação, disposição, amizade e estímulo, sendo capazes de transmitir seus conhecimentos e experiência, os quais serão levados ao longo da minha vida.

A minha namorada Kamila, pelo apoio, paciência, amor e companheirismo.

Aos meus amigos do curso de Engenharia Industrial Madeireira, em especial aos amigos de república, Bruno, Leandro e Raul, pelo companheirismo, ajuda, sensatez e superação diante das inúmeras dificuldades encontradas ao longo da graduação.

## RESUMO

O trabalho tem como intuito analisar a série temporal e prever a demanda externa de celulose e papel no Brasil, com base nos dados mensais do período de janeiro de 1996 a janeiro de 2011. Com uma abordagem teórica sobre o tema demanda, foi possível entender o seu significado, os principais fatores que a interferem e a importância da sua previsão para os fabricantes de determinados produtos e prestadores de serviços. São apresentados dados mundiais e nacionais do mercado de celulose e papel, com isso, é possível entender a importância do setor para a economia nacional, em função da geração de empregos diretos e indiretos, e com a arrecadação de impostos. Ao analisar a série temporal, foi possível identificar um movimento crescente, apesar das variações ocorridas ao longo deste período. Para entender este comportamento foram utilizados os valores referentes, à importação dos principais países compradores de celulose e papel do Brasil, taxa de câmbio e o preço da celulose. Fatores como ampliação e criação das unidades industriais, além do crescimento da economia de alguns países, também contribuíram no comportamento da série temporal. Com o emprego de técnicas quantitativas de previsão da demanda, que são classificadas como técnicas que utiliza série temporal (média, tendência e sazonalidade) e técnica que utiliza a correlação, que neste trabalho foi correlacionada com o Produto Interno Bruto (PIB) dos EUA, por meio dos parâmetros referentes ao erro acumulado, erro médio, Desvio Médio Absoluto (MAD), características do modelo e observações dos gráficos com valores das previsões e os valores reais da exportação, foi possível identificar o modelo que se mostrou mais adequado, sendo o de sazonalidade com tendência.

Palavras chave: Comércio Internacional. Modelo Quantitativo. Técnicas *Forecasting*. Produtos Florestais. Polpa Celulósica.

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS .....	viii
LISTA DE FIGURAS .....	ix
1 INTRODUÇÃO .....	1
1.1 O problema e sua importância .....	2
1.2 Objetivos .....	3
1.2.1 Objetivo geral .....	3
1.2.2 Objetivos específicos.....	3
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	4
2.1 Teoria da demanda .....	4
2.2 Elasticidade da demanda .....	6
2.2.1 Elasticidade-preço da demanda .....	6
2.2.2 Elasticidade-renda da demanda.....	8
2.2.3 Elasticidade-preço cruzada da demanda .....	8
2.3 Gestão da demanda.....	9
2.4 Mercado de celulose e papel.....	10
2.4.1 Mercado externo .....	12
2.4.2 Mercado interno .....	16
3 METODOLOGIA.....	22
3.1 Classificação da pesquisa .....	22
3.2 Índices de preços e deflacionamento de valores.....	23
3.3 Previsão de demanda .....	23
3.3.1 Etapas de um modelo de previsão .....	24
3.3.2 Técnicas de previsão.....	24
3.3.3 Previsão que utiliza série temporal.....	25
3.3.3.1 Técnicas para previsão da média.....	25
3.3.3.2 Técnicas para previsão da tendência.....	28
3.3.3.3 Técnicas para previsão da sazonalidade .....	29
3.3.4 Previsão que utiliza a correlação.....	31
3.3.5 Manutenção e monitoramento do modelo .....	32
4 RESULTADOS DA PESQUISA.....	34

4.1 Análise da série temporal.....	34
4.2 Resultados com as técnicas para previsão da média .....	40
4.3 Resultados com as técnicas para previsão da tendência.....	44
4.4 Resultados com as técnicas para previsão da sazonalidade .....	46
4.5 Resultados da previsão que utiliza a correlação .....	48
4.6 Escolha da técnica .....	49
4.7 Previsão da demanda externa de celulose e papel do Brasil.....	51
5. CONCLUSÕES .....	53
6. REFERÊNCIAS.....	55
APÊNDICE .....	60
Apêndice A – Valores utilizados para a previsão da demanda da exportação de celulose e papel.....	61
Apêndice B – Previsão da demanda da exportação de celulose e papel do Brasil de 2011 a 2016.....	63
Apêndice C – Previsão da média móvel de dois meses.....	64
Apêndice D – Previsão da média exponencial móvel com $M\alpha = 0,50$ .....	65
Apêndice E – Previsão da média móvel ponderada.....	66
Apêndice F – Previsão da equação linear para a tendência .....	67
Apêndice G – Previsão do ajustamento exponencial para a tendência.....	68
Apêndice H – Previsão da sazonalidade simples.....	69
Apêndice I – Previsão da sazonalidade com tendência .....	70
Apêndice J – Previsão que utiliza a correlação .....	71



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Participação dos principais países na produção mundial de papéis no ano de 2009 .....	11
Tabela 2 – Consumo <i>per capita</i> de papel de alguns países em 2009.....	12
Tabela 3 – Exportação dos principais produtos semimanufaturados do Brasil no ano de 2009 .....	14
Tabela 4 – Exportação dos principais produtos manufaturados do Brasil no ano de 2009 .....	15
Tabela 5 – Rotação e rendimento de espécies de fibra curta em alguns países .....	17
Tabela 6 – Rotação e rendimento de espécies de fibra longa em alguns países .....	17
Tabela 7 – Empresas produtoras de celulose em 2009 .....	18
Tabela 8 – Empresas produtoras de papel em 2009.....	18
Tabela 9 – Quantidade de floresta plantada em outros países .....	20
Tabela 10 – Monitoramento da média móvel .....	41
Tabela 11 – Monitoramento da média exponencial móvel .....	42
Tabela 12 - Monitoramento da média móvel ponderada .....	43
Tabela 13 – Monitoramento da equação linear para tendência.....	44
Tabela 14 – Monitoramento do ajustamento exponencial para tendência .....	45
Tabela 15 – Monitoramento da sazonalidade simples .....	46
Tabela 16 – Monitoramento da sazonalidade com tendência .....	47
Tabela 17 – Monitoramento da previsão que utiliza a correlação .....	48
Tabela 18 – Monitoramento das técnicas de previsão .....	50

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Curva de demanda.....	4
Figura 2 – Etapas do modelo de previsão da demanda.....	24
Figura 3 – Exportações de celulose e papel do Brasil.....	35
Figura 4 – Quantidade de celulose e papel exportado pelo Brasil entre os anos de 1995 a 2009 .....	36
Figura 5 – Importação de celulose e papel entre os anos de 1996 a 2009 .....	37
Figura 6 – Taxa de câmbio entre o período de janeiro de 1996 a janeiro de 2010 ...	38
Figura 7 – Preço da Celulose no período de outubro de 2002 a março de 2011 .....	39
Figura 8 – Erro acumulado da média móvel de dois meses.....	41
Figura 9 – Erro acumulado da média exponencial móvel com $M\alpha = 0,50$ .....	43
Figura 10 – Erro acumulado da média móvel ponderada.....	44
Figura 11 – Erro acumulado da equação linear para a tendência .....	45
Figura 12 – Erro acumulado do ajustamento exponencial para a tendência .....	46
Figura 13 – Erro acumulado da sazonalidade simples.....	47
Figura 14 – Erro acumulado da sazonalidade com tendência.....	48
Figura 15 – Erro acumulado da previsão que utiliza a correlação.....	49
Figura 16 – Previsão da demanda externa de celulose e papel do Brasil de 2011 a 2016 .....	51

## 1. INTRODUÇÃO

De acordo com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT, 1988), o setor de celulose e papel engloba as unidades industriais que produzem as diferentes matérias primas fibrosas (polpa ou pasta celulósica) utilizadas para a fabricação de papel, e as unidades fabricantes de papel e papel cartão.

A polpa ou pasta celulósica é a principal matéria prima utilizada na indústria para a fabricação do papel. Ela é obtida na transformação da madeira por diversos tipos de processos, sendo eles: mecânico, termomecânico, quimimecânico, semiquímico, químico de alto rendimento, químico e químico para polpa solúvel (IPT, 1988; MONTEBELLO, 2006).

O processo químico é subdividido em processo Kraft, processo sulfito e processo sulfato, que tem como resultado a obtenção da celulose, com isto, são removidos todos os materiais não celulósicos da madeira (lignina, extrativos e cinzas). Já a polpa obtida dos processos mecânicos ou parcialmente mecânicos é denominada Pasta de Alto Rendimento (PAR), em que a madeira é transformada em cavacos, e submetida à ação de moinhos ou refinadores. Como a pasta de alto rendimento apresenta pequena importância na produção brasileira de polpa, é comum no Brasil usar a palavra celulose para se referir à polpa, que inclui celulose e PAR (MONTEBELLO, 2006).

De acordo com Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO, 2011) e Funchal (2011), a produção mundial de celulose e papel do Brasil vem atingindo números cada vez maiores, comprovando o potencial do setor dentro do País. As estimativas para o setor apresentam crescimento para essa década (2010-2020), a participação brasileira na produção mundial de celulose passará de 8,7% para 10%, já a produção de papel será de 2,5% para 3%.

O mercado externo responsável por adquirir a celulose do Brasil é composto de empresas produtoras de papel que não produzem sua própria matéria prima e as que produzem, mas que não conseguem gerar a quantidade de polpa necessária para alimentar a sua produção. Esses dois mercados possuem estruturas diferentes e formas distintas de comercialização e fixação de preços (SEIFFERT; BACHA, 2007).

Apesar do Brasil ter conquistado uma posição de destaque no comércio internacional de celulose, a competição pelos mercados externos é grande. Com isso, existe a necessidade de conhecer o comportamento futuro do mercado, bem como a demanda do produto para garantir essa posição (SILVA, citado por SOARES et al., 2009).

A previsão da demanda é uma ferramenta que possibilita o planejamento estratégico da produção, da comercialização, das finanças e a formulação de políticas dentro do setor. Partindo deste ponto, os gestores recebem informações privilegiadas sobre possíveis variações no mercado, com isso, adequando suas ações para melhor atender as necessidades do mercado, como qualidade ou quantidade (TUBINO, 2008).

Segundo Andrade (2002), a previsão da demanda de um determinado bem ou serviço, pode ser obtida por diferentes técnicas, sendo elas pertencentes a um dos dois grupos: as *forecasting* e *foresight*. As técnicas *forecasting* têm como base, informações sobre fatos ocorridos no passado para propor valores futuros e nas técnicas *foresight*, são utilizadas informações do presente ou perspectivas da atualidade geradas por especialistas do setor, para obter valores futuros.

### **1.1 O problema e sua importância**

As empresas de celulose e papel possuem grande importância para a economia nacional, contribuindo com a geração de empregos diretos e indiretos; e com a arrecadação de impostos. Em razão dessa importância, é necessário cada vez mais organizar o setor e traçar metas a serem atingidas.

As empresas de celulose e papel estão inseridas em um processo de melhoria contínua, sendo esta uma prática comum entre as grandes empresas industriais. Nesse processo, a previsão de vendas e o conhecimento do mercado, são determinantes como ferramentas gerenciais. Contudo, verifica-se uma carência, na adoção de técnicas de previsão, nas empresas, conduzindo-as à contratação de consultorias internacionais, quando buscam aplicar as técnicas de forma mais efetiva. Tais empresas, podem ainda optar por lançar mão de métodos empíricos, e por vezes, pouco precisos, quando almejam resultados apenas inferenciais.

Na gestão de demanda de produtos já consolidados no mercado, é fundamental conhecer a forma como as vendas oscilaram no passado, como forma

de buscar entender, previamente, como estas deverão se ocorrer, no futuro. Com o emprego de técnicas quantitativas de previsão da demanda é possível realizar um melhor planejamento da produção e facilitar a tomada de decisão dos gestores.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo geral**

Analisar as exportações brasileiras de celulose e papel visando apontar o modelo de previsão quantitativa, mais adequado à demanda externa destes produtos.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Analisar a série temporal da exportação brasileira de celulose e papel;
- Testar os modelos matemáticos de previsão da demanda na série temporal; e
- Identificar o modelo matemático mais adequado para realizar a previsão da demanda.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

Este capítulo é composto pela teoria da demanda, tratando das elasticidades da demanda e da gestão da demanda. A abordagem desses itens é necessária para o que se entenda o significado das termologias utilizadas na gestão da demanda, os principais fatores que a interferem e a importância da sua previsão. Além desses itens, este capítulo contém uma análise do mercado de celulose e papel, com dados mundiais e nacionais.

### 2.1 Teoria da demanda

O termo demanda pode ser definido como a quantidade necessária de um determinado bem ou serviço que o consumidor deseja comprar, em certo período de tempo para suprir sua necessidade (MANKIW, 2009; ANDRADE, 2010).

De acordo com Pinho e Vasconcellos (2003), nessa definição, é preciso destacar dois elementos. Em primeiro lugar, a demanda é um desejo de consumir ou adquirir esse determinado bem ou serviço, e não a sua aquisição. Com isso não se deve confundir procura com compra, pois a demanda significa o desejo de compra. Em segundo lugar, a demanda é um fluxo por unidade de tempo, não podendo ser expressa apenas como uma determinada quantidade de produto. A curva da demanda está esboçada na Figura 1:

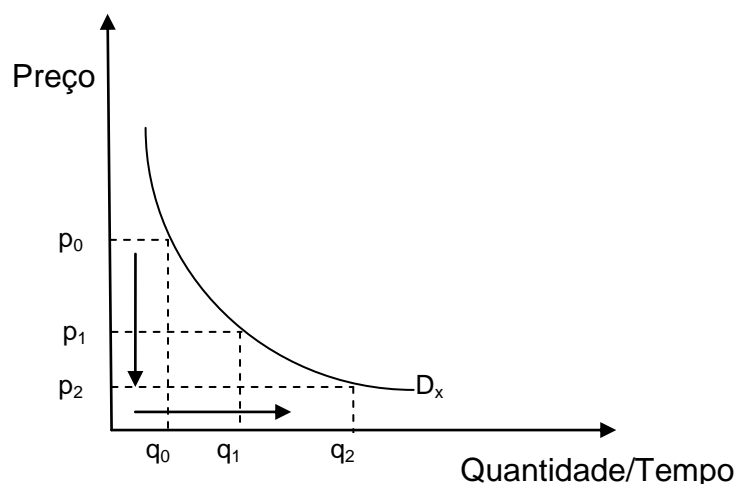


Figura 1 – Curva de demanda

Fonte: Vasconcellos e Garcia (1999).

A curva de demanda apresenta uma relação inversamente proporcional entre a quantidade procurada ( $q_x$ ) de um determinado produto e o seu preço ( $p_x$ ) (VASCONCELLOS; GARCIA, 1999). Esse fato pode ser explicado pelo grau de satisfação que o consumidor mostra ao consumir um determinado produto, ou seja, quanto maior for a utilidade marginal de consumir o dado produto, maior será o preço pago pelo consumidor. Vale ressaltar que o nível de satisfação decresce a partir da primeira quantidade consumida ( $D_x$ ). Quando o produto se torna dispensável, simplesmente não existe satisfação (ANDRADE, 2010).

Pinho e Vasconcellos (2003) afirmam que a teoria da demanda é derivada de hipóteses influenciadas por algumas variáveis relacionadas à escolha do consumidor, sendo elas:

- Preço do bem: é um fator relevante na escolha do produto, o preço pode limitar a quantidade demandada pelo mercado. Apresenta ainda, relação inversa com a quantidade demandada, exceto para os bens de Giffen<sup>1</sup> e de Veblen<sup>2</sup>;
- Preço dos bens relacionados: quando existe uma variação na quantidade demandada de um bem decorrente da variação no preço de outros bens. Esses bens são classificados em:
  - Bens substitutos: também denominados concorrentes, são aqueles em que o consumo de um pode ser substituído pelo consumo do outro. Assim, se um produto apresentar aumento de preço, a quantidade demandada do outro produto irá aumentar.
  - Bens complementares: são aqueles consumidos em conjunto. Assim, se um produto aumentar de preço, sua demanda será reduzida e, conseqüentemente, a demanda do outro produto também.
- Renda do consumidor: a demanda de um bem varia de acordo com a renda do consumidor, ou seja, diferentes níveis de renda terão influência na quantidade e na característica do produto desejado; e

---

<sup>1</sup> São bens de baixo valor, mas de grande peso no orçamento doméstico das pessoas de baixa renda, sendo produtos para os quais a demanda aumenta quando preço aumenta.

<sup>2</sup> São bens de consumo ostentatório, sendo assim, a quantidade demandada destes produtos aumenta, à medida que o seu preço aumenta por atribuir ainda mais prestígio social.

- Gosto ou preferência do consumidor: está relacionada com características específica do produto que podem ajudar no processo de escolha do consumidor ou com ações publicitárias que promovam o consumo do produto.

A facilidade ao acesso que o consumidor possui para adquirir o produto ou serviço desejado é um fator importante (LUSTOSA et al., 2008), o que pode ser relacionado com o tempo de espera que existe do seu pedido até sua aquisição. Quanto mais rápido o desejo do consumidor for atendido, maior será a chance do consumo<sup>3</sup>.

Com a alteração dessas variáveis, podem-se obter diversas alternativas para o consumidor, com isso, é possível explicar o processo de escolha de cada produto.

## 2.2 Elasticidades da demanda

Magalhães (1981) afirma que a elasticidade da demanda, assim como a elasticidade da oferta, pode ser correlacionada com outras variáveis independentes, considerando o comportamento das demais como constantes. Com isso, o conceito de elasticidade admite a condição de *caeteris paribus*, ou seja, as demais influências são mantidas constantes.

De acordo com Mankiw (2009), em se tratando da demanda, as elasticidades podem ser relacionadas com alteração no preço do produto (elasticidade-preço da demanda), na renda (elasticidade-renda da demanda), ou no preço dos bens relacionados (elasticidade-preço cruzada da demanda).

### 2.2.1 Elasticidade-preço da demanda

Segundo Vasconcellos e Garcia (1999), a elasticidade da demanda é um conceito que se refere à mudança na quantidade demandada, resultado da alteração no preço do produto ou serviço oferecido, ou seja, uma sensibilidade ou reação existente no mercado quando acontece a escassez ou super oferta de um determinado produto, devido à alteração no seu preço.

---

<sup>3</sup> Há exceções, nos casos em que a demanda não é atendida satisfatoriamente, quando antecipada. Estes são os casos dos serviços de limpeza, e alguns tipos de serviços de saúde e educação.



A elasticidade-preço é uma medida de quanto à demanda de um bem ou serviço reage com uma mudança em seu preço (MANKIWI, 2009). De acordo com Pinho e Vasconcellos (2003), ela pode ser classificada de três formas:

- Demanda preço-elástica:  $|E_{pd}^x| > 1$ : ocorre quando a variação na demanda é maior que a variação no preço;
- Demanda preço-inelástica:  $|E_{pd}^x| < 1$ : ocorre quando a variação na demanda é menor que a variação no preço; e
- Demanda preço-unitária:  $|E_{pd}^x| = 1$ : ocorre quando a variação na demanda é igual à variação no preço.

Conforme Mankiw (2009) e Andrade (2010), alguns fatores além do preço, podem influenciar no valor que a elasticidade-preço da demanda irá assumir:

- Disponibilidade de substitutos: bens ou serviços com substitutos próximos tendem a ter demanda mais elástica, pela facilidade de opção apresentada ao consumidor. O aumento no preço de um produto, pode aumentar a demanda de outro produto similar, sendo um exemplo, o caso da manteiga e da margarina;
- Grau de essencialidade: bens ou serviços que são essenciais para o consumidor, possuem a demanda menos elástica (inelástica), ou seja, se o preço do produto aumentar, o consumidor será obrigado a se privar de outro produto para manter o consumo desse produto no mesmo nível, tendo como exemplos: arroz, feijão, leite, sal, açúcar e remédios<sup>4</sup>;
- Número de usos que se pode dar ao produto: as aplicações dos bens e serviços possuem relação direta com sua elasticidade-preço da demanda, ou seja, quanto maior a necessidade pelo produto, maior será a elasticidade, enquanto bens considerados não necessários ou de pouca utilidade, os chamados supérfluos, tendem a ter demanda inelástica;
- Renda do consumidor: o consumidor irá administrar os seus gastos de acordo com sua renda, isto é, produtos que possuem maior participação nos gastos do consumidor tendem a ser mais elásticos e produtos que possuem pouca participação tendem a ser inelástico, como é o caso em algumas residências

---

<sup>4</sup> Alguns remédios, que precisam ser consumidos única e exclusivamente em uma dosagem específica, possuem elasticidade-preço da demanda, igual a zero.

com a conta de energia, que muitas das vezes possui maior participação na renda do que a conta de água; e

- Horizonte de tempo: com o surgimento no mercado de novos produtos, novas tecnologias ou novas tendências de uso, alguns produtos podem ser substituídos ou até mesmo não sendo mais utilizados, com isto, esses produtos terão maior elasticidade-preço da demanda ao longo do tempo.

### **2.2.2 Elasticidade-renda da demanda**

A elasticidade-renda é uma medida de quanto a demanda de um bem ou serviço reage a uma variação na renda dos consumidores (MANKIW, 2009), ou seja, ela tem a função de medir o que ocorrerá na quantidade consumida de um determinado produto, quando houver uma variação na renda do consumidor.

Quando existe um aumento da renda, ocorre o aumento da quantidade demandada, para alguns bens, os quais são considerados bens normais ou superiores, apresentando elasticidade-renda positiva. Para outra classe de bens, denominados bens inferiores, o aumento da renda implica em redução da quantidade demandada, apresentando elasticidade-renda negativa (PINHO; VASCONCELLOS, 2003).

### **2.2.3 Elasticidade-preço cruzada da demanda**

A elasticidade-preço cruzada pode ser conceituada como a medida de quanto a demanda de um bem ou serviço reage a uma variação do preço de outro produto (MANKIW, 2009).

A elasticidade-preço cruzada da demanda é muito semelhante ao conceito de elasticidade-preço da demanda. A diferença existente entre as duas, é que na elasticidade-preço cruzada acontece a comparação da variação percentual de quantidade procurada de um bem com a variação percentual de preço de outro bem, ou seja, o aumento no preço do produto pode resultar na sua menor quantidade demandada e no aumento da demanda do produto semelhante (PINHO; VASCONCELLOS, 2003).

## 2.3 Gestão da demanda

A gestão da demanda é uma ferramenta utilizada pelas empresas e que possui a função de trabalhar com as necessidades dos consumidores e a coordenação dos fornecedores, ou seja, sendo um instrumento que proporciona melhor planejamento da produção. A gestão da demanda deve ajudar a identificar padrões de comportamento e tendências de consumo dos clientes, com isso, facilitando a tomada de decisão da empresa, em planejar ações que podem estimular ou desacelerar a venda de determinados produtos. Com as perspectivas do mercado, a gestão de demanda deve realizar o planejamento do início ao fim da produção, e a quantidade a ser produzida, com isto, facilitando a coordenação das atividades de compra com os fornecedores e fazendo com que a matéria prima esteja no momento mais oportuno dentro da empresa (NARSIMHAN, citado por DIAS, 2004).

Para Corrêa, Gianesi e Caon (2007) a gestão de demanda possui determinadas atividades:

- Habilidade para prever a demanda: com o objetivo de antecipar a demanda futura, são utilizados alguns modelos matemáticos que ajudam explicar o comportamento da demanda e compreender como fatores internos (promoções) e externos (clima e condições econômicas) influenciam na demanda;
- Canal de comunicação com o mercado: responsável por trazer informações dos consumidores e do mercado para a empresa, sendo elas úteis para a previsão de demanda;
- Poder de influência sobre a demanda: ocorre quando a empresa procura influenciar o mercado com as seguintes ações, negociando novos prazos de entrega para os consumidores ou ainda com o uso de promoções e propagandas;
- Habilidade de prometer prazos: utilizando a ferramenta de previsão de demanda no processo produtivo, é possível oferecer prazos de entrega mais confiáveis e curtos; e
- Habilidade de priorização e alocação: o objetivo do planejamento é fazer com que todos os clientes sejam atendidos, mas podem ocorrer situações de não

haver produtos suficientes para atender toda a demanda, com isso, é preciso decidir quais clientes serão atendidos total ou parcialmente e quais terão que esperar.

De todos os itens existentes na gestão da demanda, a habilidade para prever a demanda é o mais importante, por servir de base para o planejamento da produção e da programação das compras (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2007).

## **2.4 Mercado de celulose e papel**

A produção mundial de celulose atingiu 159 milhões de toneladas em 2009. Esta produção está concentrada em um pequeno número de países produtores, sendo os cinco maiores responsáveis por 62,1% da produção, que são: Estados Unidos da América (EUA) com 29,8%; Canadá com 10,8%; Brasil com 8,7%; Suécia com 7,3%; e Finlândia com 5,5% (FAO, 2011).

A produção de celulose é representada pelos processos de pasta mecânica, semiquímica, química e solúvel. Dentre esses processos o que mais se destaca na produção mundial é a pasta química, que corresponde a 74%, em seguida a pasta de alto rendimento com 18%, pasta semiquímica com 6% e a pasta solúvel com 2% (FAO, 2011).

De acordo com a Associação Brasileira de Celulose e Papel (BRACELPA, 2011a), a celulose produzida pode ser classificada em: fibra longa ou fibra curta, possuindo diferentes características físicas e químicas. A polpa de fibra longa, possui suas fibras com comprimento entre 2 e 5 mm, e é originada da polpação de espécies de coníferas. É utilizada na fabricação de papéis que necessitam de maior resistência, como embalagens e papelcartão, além do jornal. A polpa de fibra curta, possui suas fibras com comprimento entre 0,5 e 2 mm, e é originada, principalmente, da polpação do eucalipto, que é utilizada na produção de papéis de imprimir, escrever e de fins sanitários, que é formado por papel higiênico, toalhas de papel e guardanapos.

A produção mundial de papel atingiu 376 milhões de toneladas em 2009, o que supera a produção de polpa celulósica. Isso ocorre por considerar a quantidade de papel produzida a partir da reciclagem do próprio papel. A produção de papel também é restrita a um pequeno número de países, sendo os cinco maiores produtores responsáveis por 58,4% da produção. Esse grupo é composto pelos

seguintes países: China com 24%; EUA com 19%; Japão com 6,5%; Alemanha com 5,6%; e Canadá com 3,3% (FAO, 2011).

Os papéis possuem várias classificações, de acordo com suas propriedades e características de uso (BRACELPA, 2011a). Com isso, a produção mundial em 2009 de cada papel pode ser classificada em papéis de imprimir e escrever com 27,8%; papel de jornal, com 8,7%; e outros papéis com 63,5%. O último grupo é representado por papéis de embalagens, para fins sanitários, especiais e papelcartão (FAO, 2011). Os países que em 2009 mais se destacam na produção mundial de papéis encontram-se relacionados na Tabela 1.

Tabela 1 – Participação dos principais países na produção mundial de papéis no ano de 2009

<b>Imprimir e Escrever</b>	<b>(%)</b>	<b>Jornal</b>	<b>(%)</b>	<b>Outros</b>	<b>(%)</b>
China	5,74	China	1,29	China	16,90
EUA	4,46	Canadá	1,16	EUA	13,90
Japão	2,04	Japão	0,92	Japão	3,52
Alemanha	1,90	EUA	0,79	Alemanha	3,14
Finlândia	1,76	Suécia	0,64	Coréia do Sul	1,79
Demais países	11,90	Demais países	3,90	Demais países	24,25
<b>Total</b>	<b>27,80</b>	<b>Total</b>	<b>8,70</b>	<b>Total</b>	<b>63,50</b>

Fonte: FAO (2011).

Apesar de ocupar a terceira colocação na produção mundial de celulose, o Brasil possui pouca expressão na produção mundial de papel, ocupando a décima colocação com apenas 2,5%. A participação nacional na produção mundial de papel é dividida da seguinte forma; 0,7% na produção de papel para imprimir e escrever, ocupando a décima primeira colocação; 0,03% na produção de papel para jornal, ocupando a trigésima colocação e 1,77% na produção de outros papéis, ocupando a sexta colocação (FAO, 2011).

A diferença existente entre a participação da celulose e o papel brasileiro na produção mundial, tem início na década de 70, quando ocorreu o I Programa Nacional de Papel e Celulose (I PNPC), que financiado pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), apoiava a construção de fábricas de papel no Brasil para a sua autosuficiência, e fábricas de celulose que pudessem

atender a demanda interna e externa, uma vez que o valor da celulose estava em alta no mercado internacional (HILGEMBERG; BRACHA, 2001).

O consumo *per capita* de papel de um país é relacionado a dois fatores muito importantes, sendo estes, a renda e a escolaridade. Quanto maior a renda e o nível de escolaridade, maior será o consumo de livros, cadernos, papéis de imprimir e escrever, e papéis para fins sanitários. Já no setor industrial, quanto maior a quantidade de itens produzidos, maior será o consumo de embalagens. Quanto maior for o consumo de papéis, maior será o consumo de celulose (FAE BUSINESS, 2001). Influenciados pelos fatores supracitados, encontra-se na Tabela 2 as quantidades consumidas *per capita* de papel em alguns países no ano de 2009.

Tabela 2 – Consumo *per capita* de papel de alguns países em 2009

Países	Consumo (kg.hab. <sup>-1</sup> )	Países	Consumo (kg.hab. <sup>-1</sup> )
Finlândia	339,1	Reino Unido	184,5
EUA	263,3	França	166,9
Alemanha	248,9	Chile	81,0
Japão	242,1	México	60,4
Canadá	211,4	Argentina	60,4
Itália	191,7	Brasil	44,2

Fonte: RISI e Bracelpa (citado por BRACELPA, 2011c).

Conforme observado na Tabela 2, o Brasil quando comparado com países desenvolvidos (Finlândia, EUA, Alemanha, Japão, Canadá, Itália, Reino Unido e França) no consumo *per capita* de papel, apresenta o consumo inferior, isso também acontece quando existe a mesma comparação com da América Latina (Chile, México e Argentina).

#### 2.4.1 Mercado externo

A globalização da economia tem causado vários efeitos na distribuição geográfica de algumas atividades econômicas, e, o setor florestal é uma das atividades que receberam o impacto destas mudanças. O crescimento da economia mundial resultou no maior consumo de papel, aumentando a procura da indústria pela matéria prima do setor de celulose. Os investimentos nesse setor têm orientados para o Hemisfério Sul, que é composto por regiões onde o custo de

produção é menor e possui grande disponibilidade de terras a preços acessíveis (FANTUZZI NETO; GOMIDE; COLODETTE, 2008).

Influenciado por esses e outros fatores, o Brasil, no ano de 2009, exportou cerca de 8,6 milhões de toneladas de celulose, com isso, superou alguns países e foi o maior exportador de celulose do mundo, ocupando 18,6% do mercado, seguido pelo Canadá com 15,2%; EUA com 14,8%; Chile 9,3%; e Suécia com 7,2%. A participação do Brasil em cada processo no mercado mundial é dividida da seguinte forma: pasta química, ocupando a primeira colocação, com 17,8%; pasta solúvel ocupando a terceira colocação, com 0,8%; pasta semiquímica ocupando a décima primeira colocação, com 0,01% e a pasta de alto rendimento não apresentou valores referentes à exportação no ano de 2009 (FAO, 2011).

O mercado de exportação mundial de papel no ano de 2009, igualmente ao de celulose, possui um número reduzido de países com grande participação. Os cinco maiores correspondem por cerca de 50% do mercado mundial, sendo estes: Alemanha com 11,7%, EUA com 10,7%, Suécia com 9,4%, Finlândia com 9,2% e Canadá com 9%. Apesar de ser líder no setor de exportação de celulose, o Brasil possui participação pouco expressiva na exportação de papel com 1,9 milhões de toneladas, ocupando a décima sexta colocação com 1,8%. A participação brasileira nesse setor é dividida em papéis de imprimir e escrever ocupando a décima quinta colocação, com 1,1%; outros papéis ocupando a décima terceira colocação, com 0,7% e o papel de jornal não apresentou valores referentes à exportação no ano de 2009 (FAO, 2011). De acordo com os números apresentados, é possível notar a importância do setor de celulose e papel para a economia nacional.

O setor de exportação no Brasil no ano de 2009 pode ser dividido em produtos manufaturados, com 44%; produtos básicos, com 40,5%; produtos semimanufaturados, com 13,4%; e operações especiais, com 2,1%. A exportação de celulose é classificada nos produtos semimanufaturados e a exportação de papel é classificada nos produtos manufaturados (BRASIL, 2009).

Na Tabela 3 são apresentados os principais produtos semimanufaturados exportados pelo Brasil e na Tabela 4 os principais produtos manufaturados exportados pelo Brasil.

Tabela 3 – Exportação dos principais produtos semimanufaturados do Brasil no ano de 2009

	<b>Produtos</b>	<b>Participação (%)</b>
1º	Açúcar de cana em bruto	3,91
2º	Pastas químicas de madeira	2,20
3º	Ferro/aço	1,14
4º	Ferro-ligas	0,94
5º	Ouro semimanufaturado de uso não monetário	0,91
6º	Couro e peles	0,75
7º	Ferro fundido bruto	0,71
8º	Óleo de soja em bruto	0,68
9º	Alumínio em bruto	0,65
10º	Catodos de cobre	0,26
11º	Madeira serrada	0,25
12º	Borracha sintética e borracha artificial	0,14
13º	Ligas de alumínio, em bruto	0,13
14º	Manteiga, gordura e óleo, de cacau	0,09
15º	Catodos de níquel	0,09
16º	Madeira em partículas	0,07
17º	Mates de níquel	0,04
18º	Ceras vegetais	0,04
19º	Sucos e extratos vegetais	0,04
20º	Demais produtos semimanufaturados	0,36
	<b>Total</b>	<b>13,4</b>

Fonte: Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDCI) e Secex (citado por BRASIL, 2009).



Tabela 4 – Exportação dos principais produtos manufaturados do Brasil no ano de 2009

	<b>Produtos</b>	<b>Participação (%)</b>
1º	Aviões	3,30
2º	Automóveis de passageiros	2,82
3º	Partes e peças para automóveis e tratores	2,07
4º	Açúcar refinado	2,07
5º	Óleos Combustíveis (diesel e <i>fuel-oil</i> )	1,76
6º	Aparelhos transmissores ou receptores e componentes	1,59
7º	Motores, geradores, transformadores elétricos e partes	1,54
8º	Produtores laminados planos de ferro e aço	1,36
9º	Polímeros de etileno, propileno e estireno	1,28
10º	Calçados, suas partes e componentes	1,19
11º	Álcool etílico	1,14
12º	Óxidos e hidróxidos de alumínio	1,14
13º	Pneumáticos	0,97
14º	Bombas, compressores e ventiladores	0,97
15º	Gasolina	0,83
16º	Veículos de carga	0,83
17º	Papel e papel cartão para fins gráficos	0,80
18º	Suco de laranja não congelado	0,79
19º	Partes de motores para veículos automóveis	0,79
20º	Demais produtos semimanufaturados	16,76
	<b>Total</b>	<b>44</b>

Fonte: MDCI e Secex (citado por BRASIL, 2009).

Com os dados das Tabelas 3 e 4, pode-se afirmar que o setor de celulose e papel é responsável por aproximadamente 3% das exportações do Brasil, sendo representada pelo setor de celulose com 2,2% e o setor de papel com 0,8%.

No ano de 2009 o mercado responsável por absorver os produtos do setor de celulose do Brasil, foi formado pela Europa, que consumiu 40%, tendo como principais países a Alemanha, Reino Unido, França, Holanda e Bélgica; China que consumiu 33,1%; o EUA e o Canadá que juntos consumiram 15,9%; Ásia e Oceania que juntas consumiram 10,2%; América Latina que consumiu 0,7% e a África que consumiu 0,1% (CRUZ et al, 2003; BRACELPA, 2011b).

Com base no trabalho de Cruz et. al. (2003), é possível entender o comportamento dos mercados dos países que são responsáveis por absorver a

maior parte da produção brasileira de celulose destinada à exportação. As importações realizadas pelos países que compõe a América do Norte e a Ásia, especificamente, EUA, Canadá e China, possuem elasticidade-preço cruzada da demanda positiva, sendo assim, são produtos substitutos, ou seja, quando ocorre o aumento no preço da celulose do país responsável por abastecer esse mercado, ele poderá se substituído por outro país que oferece menor preço, o que indica a concorrência dos países exportadores nesses mercados. Já na Europa, a elasticidade-preço cruzada da demanda é negativa, o que classifica a celulose nesse mercado como produtos complementares, ou seja, um aumento no preço da celulose para esse mercado não implicaria na redução da quantidade consumida ou na substituição do fornecedor.

No ano de 2009 o mercado que importou o papel brasileiro foi formado por: América Latina que consome 52% da produção, sendo seguida pela Europa com 18,1%; EUA e o Canadá com 13,5%; África com 7,1%; Ásia e Oceania com 6,9% e a China com 2,4% (BRACELPA, 2011b).

#### **2.4.2 Mercado interno**

O desenvolvimento do setor de celulose e papel no Brasil é um grande atrativo, em função da vocação florestal existente no País, graças à ampla extensão territorial, alta tecnologia florestal, mão de obra disponível e qualificada, e solo, clima e topografia favoráveis, proporcionando assim um crescimento rápido das principais espécies utilizadas na produção de celulose e papel. Essas características oferecem vantagens competitivas para a produção das indústrias do setor, atraindo cada vez mais investidores para o Brasil (FANTUZZI NETO; GOMIDE; COLODETTE, 2008; FUNCHAL, 2011).

Segundo a Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas (ABRAF, 2010), no Brasil, as espécies eucalipto e pinus são as mais utilizadas pelas indústrias de papel e celulose, por se destacarem em termos de área total plantada e rápido crescimento, sendo comumente plantadas em regiões tropicais e subtropicais.

Outro fator citado por Fantuzzi Neto, Gomide e Colodette (2008), que aumenta as vantagens competitivas do setor de celulose e papel no Brasil, é o baixo

custo da matéria prima, que representa cerca de 25% do custo total da tonelada de celulose.

O baixo custo da matéria prima para a fabricação de celulose no Brasil pode ser entendido de acordo com os dados apresentados nas Tabelas 5 e 6. Na Tabela 5 estão os dados de comparação de alguns países entre a rotação e o rendimento de espécies de fibra curta, e na Tabela 6 os dados de comparação de alguns países entre a rotação e o rendimento de espécies de fibra longa.

Tabela 5 – Rotação e rendimento de espécies de fibra curta em alguns países

<b>Espécies</b>	<b>Países</b>	<b>Rotação (anos)</b>	<b>Rendimento (m<sup>3</sup>.ano.ha<sup>-1</sup>)</b>
Eucalipto	Brasil	7	44
Eucalipto	África do Sul	8-10	20
Eucalipto	Chile	10-12	25
Eucalipto	Portugal	12-15	12
Eucalipto	Espanha	12-15	10
Bétula	Suécia	35-40	6
Bétula	Finlândia	35-40	4

Fonte: Pöyry (citado por BRACELPA, 2011c).

Tabela 6 – Rotação e rendimento de espécies de fibra longa em alguns países

<b>Espécies</b>	<b>Países</b>	<b>Rotação (anos)</b>	<b>Rendimento (m<sup>3</sup>.ano.ha<sup>-1</sup>)</b>
<i>Pinus spp</i>	Brasil	15	38
<i>Pinus radiata</i>	Chile	25	22
<i>Pinus radiata</i>	Nova Zelândia	25	22
<i>Pinus elliotii e taeda</i>	EUA	25	10
<i>Pinus de Oregon</i>	Canadá (costa)	45	7
<i>Picea abies</i>	Suécia	70-80	4
<i>Picea abies</i>	Finlândia	70-80	4
<i>Picea glauca</i>	Canadá (interior)	55	3
<i>Picea mariana</i>	Canadá (leste)	90	2

Fonte: Pöyry (citado por BRACELPA, 2011c).

O setor de celulose e papel no Brasil possui grande importância para a economia nacional, por contribuir para o desenvolvimento do país, para a geração emprego e renda, e contribuindo para arrecadação de impostos. Em 2009, existiam 222 empresas, com a geração de aproximadamente 115 mil empregos diretos e 575

mil empregos indiretos, e um pagamento de R\$2,2 bilhões em impostos (BRACELPA, 2011b; BRACELPA, 2011c). Nas Tabelas 7, estão apresentadas as cinco maiores empresas produtoras de celulose no Brasil no ano de 2009.

Tabela 7 – Empresas produtoras de celulose em 2009

<b>Empresas</b>	<b>Produção (ton.)</b>	<b>Participação (%)</b>
Fibria	5.177.402	38,9
Suzano Papel e Celulose	2.308.931	17,3
Klabin S.A.	1.458.730	11,0
Cenibra	1.204.258	9,0
International Paper do Brasil	807.990	6,2
Outros	2.357.562	17,6

Fonte: Bracelpa (2011b).

Dentre os processos de produção de celulose no Brasil no ano de 2009, o que mais se destacou é o de pasta química, que representava cerca 94% da produção nacional. Em seguida, o de pasta de alto rendimento com 3,2%, o de pasta solúvel com 2,6% e o de pasta semiquímica com 0,2% (FAO, 2011).

A produção de pasta química é classificada em fibra curta, com total de 88,3%; e fibra longa, com 11,7% (BRACELPA, 2011b).

O destino da produção brasileira de celulose, no ano de 2009, foi dividido em: vendas para o mercado externo, com 60,5%; consumo próprio, com 29,1%; e as vendas para o mercado doméstico, com 10,4% (BRACELPA, 2011b). Na Tabela 8, estão apresentadas as cinco maiores empresas produtoras de papel no Brasil, no ano de 2009.

Tabela 8 – Empresas produtoras de papel em 2009

<b>Empresas</b>	<b>Produção (ton.)</b>	<b>Participação (%)</b>
Klabin S.A.	1.600.372	17,0
Suzano Papel e Celulose	1.081.268	11,5
International Paper do Brasil	929.197	9,9
Fibria	365.515	3,9
Rigesa Celulose, Papel e Embalagens	308.676	3,2
Outros	5.143.447	54,5

Fonte: Bracelpa (2011b).

Com relação aos tipos de papéis produzidos no Brasil, a produção de 2009 teve como destaque o papel para embalagem, representando 49,3%; em seguida, papel para imprimir e escrever, com 27,8%; para fins sanitários, com 9,2%; papelcartão, com 7,9%; papelão, com 2,4%; papéis especiais, com 2%; e papéis de imprensa, com 1,4% (BRACELPA, 2011b).

O destino da produção brasileira de papel em 2009 foi dividido em vendas para o mercado interno, com 54%, vendas para o mercado externo, com 20% e o consumo próprio das empresas, com 26%; o qual que é destinado à fabricação de produtos finais dentro da própria fábrica, como é o caso de empresas que produzem papel para embalagem, como a folha de papelão ondulado (BRACELPA, 2011b).

No Brasil, 100% da produção de celulose e papel têm como origem florestas plantadas. Nessas florestas, as árvores são cultivadas em áreas específicas, com insumos de alta qualidade e depois colhidas para o uso industrial, em seguida, novas florestas são plantadas, perpetuando assim um ciclo de plantio e colheita (BRACELPA, 2011a).

Estima-se que o Brasil, no ano de 2009, possuía cerca de 6.782.500 ha de florestas plantadas o que corresponde a 0,8% do território nacional. Essa área de floresta plantada é dividida da seguinte forma; o eucalipto ocupa 66,5%, seguido pelo pinus que corresponde a 26,5% e de outras espécies (acácia, seringueira, paricá, teca, araucária e outros) com 7% (ABRAF, 2010; INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA e ESTATÍSTICA – IBGE, 2011).

Apesar de o Brasil ser um país com enorme vocação florestal, por causa de algumas características existentes em seu território, a quantidade de floresta plantada ainda é pequena, quando comparada com outros países que possuem destaque na produção de produtos florestais.

Na Tabela 9 estão os dados de alguns países com a quantidade de florestas plantadas em seu território e a porcentagem que representa a floresta plantada em seu território nacional.

Tabela 9 – Quantidade de floresta plantada em outros países

Países	Área Total do País (ha)	Área de Florestas Plantadas (ha)	(%)
Japão	37.780.000	10.000.000	26,5
Índia	328.726.000	32.600.000	9,9
Portugal	9.191.000	800.000	8,7
China	959.696.000	45.000.000	4,7
Indonésia	205.000.000	9.000.000	4,4
Espanha	50.599.000	1.900.000	3,8
Chile	75.609.000	2.200.000	2,9
EUA	937.261.000	16.000.000	1,7

Fonte: FAO e Bracelpa (citados por BRACELPA, 2011d).

A quantidade de floresta plantada no Brasil, quando comparada com outras culturas, também apresenta um valor inferior. O Brasil possui um total de 37% de terra cultivável e esse total é destinado ao plantio de algumas culturas, como: soja, com 2,6%; milho, com 1,7%; cana de açúcar, com 1%; café, com 0,2%; algodão, com 0,1%; laranja, com 0,1% e outras culturas, com 2,8%; o restante é classificado como pastagens, com 20,2% e terras disponíveis, com 8,3%. Os 62,2% do território nacional restante, correspondem à Floresta Amazônica, áreas de proteção, áreas de preservação, cidades, lagos e rios (BRACELPA, 2011c).

A indústria de celulose e papel, no ano de 2009, quando comparadas a outras indústrias do setor madeireiro, é a que mais utiliza a matéria prima madeira, cerca de 33,2%, o que corresponde a um total plantado de 2.251.000 ha. Das espécies plantadas no Brasil o eucalipto é o mais utilizado pela indústria de celulose e papel, com 81,6%, em seguida o pinus com 17,2% e outras espécies com 1,2% (ABRAF, 2010; BRACELPA, 2011b)

Segundo Klock (2011), as espécies mais utilizadas no Brasil para a produção de celulose de fibra curta são o *Eucalyptus grandis*, *E. saligna*, *E. urophylla*, *E. robusta*, sendo que as espécies *E. deanei*, *E. dunnii*, e *E. cloeziana*, apresentam grande potencial, além dos híbridos oriundos de pesquisa e melhoramento genético. Já na produção de celulose de fibra longa as espécies mais utilizadas são as de *Pinus elliottii*, *P. taeda* e *P. caribaea*.

De acordo com Funchal (2011), estudos realizados pela Assessoria & Consultoria Agro-Florestal (CONSUFLO), apontam que o Brasil precisa investir na melhoria de alguns fatores importantes para potencializar o crescimento do setor,

sendo eles: a melhoria na infraestrutura de transporte (rodoviária, ferroviária e portuária), medidas de ajustes do câmbio buscando um patamar real e competitivo, desoneração tributária e solução dos impasses ao crédito de Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviço (ICMS), gerados nas exportações.

### 3. METODOLOGIA

Para realizar a previsão da demanda, os dados utilizados são provenientes de uma série temporal mensal, com início em janeiro de 1996 e término em janeiro de 2011. Esses dados correspondem ao valor em Dólar gerado com a exportação do setor de celulose, papel e produtos de papel e foram obtidos por meio de consulta ao Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2011).

A conversão do valor em Dólar para Real foi feita com dados da taxa de câmbio referentes aos meses da série temporal, que foram obtidos por meio de consulta ao Banco Central do Brasil – BCB (BRASIL, 2011a). Na série de janeiro de 1996 a janeiro de 1999 foi utilizado a taxa de câmbio livre<sup>5</sup> referente à compra, e de fevereiro de 1999 a janeiro de 2011 a taxa referente à compra.

O índice utilizado para realizar o deflacionamento dos valores foi o Índice Geral de Preço – Disponibilidade Interna (IGP-DI), que foi obtido por meio de consulta à Fundação Getulio Vargas (FGV, 2011).

#### 3.1 Classificação da pesquisa

Esse trabalho pode ser classificado como pesquisa bibliográfica, documental e estudo de caso. A pesquisa bibliográfica foi feita por meio de referências teóricas, ou seja, materiais publicados, constituídos basicamente por livros, dissertações, teses e artigos científicos. A pesquisa documental recorre a fontes mais diversificadas e sem tratamento analítico, como são os casos, dos dados coletados no IPEA, Banco Central do Brasil e FGV, na forma de tabelas estatísticas, relatórios e documentos. O estudo de caso, por se tratar de uma pesquisa que analisa apenas o setor de celulose e papel.

A forma de abordagem do problema é classificada como quantitativa em razão da abordagem numérica sobre os valores de exportação. Quanto aos fins, a pesquisa foi classificada como descritiva, pois expõe características mundiais e nacionais do setor de celulose e papel.

---

<sup>5</sup> Até o período de janeiro de 1999, a taxa de câmbio era dividida em duas, uma o câmbio livre ou comercial, utilizada para operações no mercado de câmbio, tais como: exportações, importações e transferências financeiras, e a outra é o câmbio flutuante ou turismo, utilizado para operações de compra e venda de moeda para viagens ao exterior. A partir de fevereiro de 1999, com a Resolução CMN 3.265, este mercado foi unificado passando a ser dividido em apenas compra e venda (BRASIL, 2011b).



Com a coleta de dados sobre o setor de exportação brasileira de celulose e papel, e a aplicação da metodologia estudada, nesses dados, foi possível realizar o estudo proposto neste trabalho.

### 3.2 Índices de preços e deflacionamento de valores

As etapas seguidas neste trabalho para realizar o deflacionamento, foram citadas por Fonseca e Gomes (2003).

Ao realizar a comparação envolvendo os valores, devem-se padronizar as medidas, isto é, expressar os diferentes valores em uma mesma unidade. Quando essa unidade é o preço, ou seja, moeda corrente, a comparação deve ser efetuada a partir do momento em que todos os valores são expressos em moeda de um mesmo período, que é denominado de período-base. O período selecionado como base foi o de janeiro 2011.

Essa uniformização da moeda é feita por meio de um índice de preço que é utilizado como medida da desvalorização da moeda, ou seja, é a medida da inflação da moeda, que também é utilizado para realizar o deflacionamento ou transformar o valor da moeda corrente em valor real. O valor deflacionado ou valor real é obtido pela Equação 1.

$$V_d = (I_i / I_j) \times V_c \quad (1)$$

sendo:

$V_d$  = Valor real ou valor deflacionado;

$V_c$  = Valor em moeda corrente;

$I_i$  = Índice de preço do ano-base; e

$I_j$  = Índice de preço do ano da moeda corrente.

### 3.3 Previsão de demanda

As etapas seguidas neste trabalho para a previsão da demanda foram citadas por Tubino (2008), que consiste em coletar e analisar os dados históricos, para identificar e desenvolver a técnica de previsão da demanda que melhor se adapte ao setor de celulose e papel.

### 3.3.1 Etapas de um modelo de previsão

O modelo de previsão da demanda é dividido em cinco etapas básicas, conforme apresentado na Figura 2.

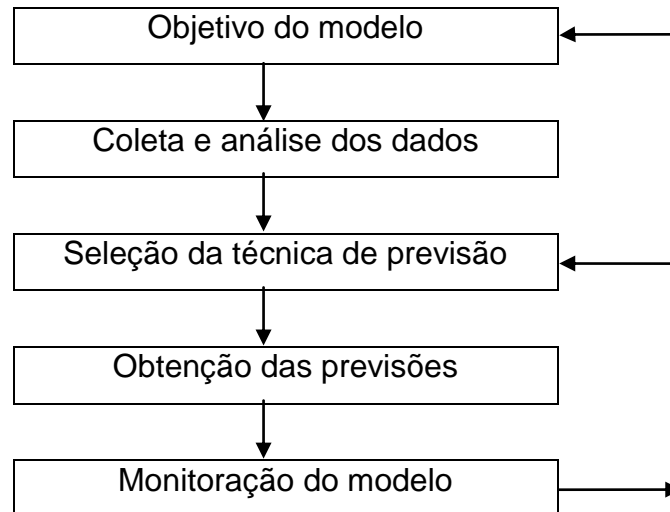


Figura 2 – Etapas do modelo de previsão da demanda

Fonte: Tubino (2008).

Inicialmente é definido o objetivo do modelo, e com base nessa decisão, são coletados e analisados os dados, para selecionar a melhor técnica de previsão. Assim, calcula-se a previsão da demanda, e como forma de *feedback*, monitoram-se e atualizam-se os parâmetros empregados no modelo por meio da análise do erro de previsão.

### 3.3.2 Técnicas de previsão

As técnicas *forecasting* consistem na aplicação de equações matemáticas que utilizam dados passados para a previsão da demanda. Vale ressaltar, que na aplicação dessas técnicas, quanto maior o horizonte de tempo pretendido na previsão, menor será sua confiabilidade, uma vez que ela pode sofrer com variações do mercado não esperadas.

Segundo Pellegrini (2000), as técnicas de previsão da demanda podem ser classificadas em métodos qualitativos, métodos quantitativos e a combinação dos

dois métodos. Os métodos qualitativos estão relacionados com opiniões e julgamentos de especialistas do produto ou do mercado desses produtos. Já os métodos quantitativos, consistem em analisar dados passados com modelos matemáticos para projetar a demanda futura, podendo ser subdivididos em técnicas que utilizam séries temporais e técnicas que utilizam correlações.

O *forecasting* é frequentemente confundido com planejamento. No entanto, o planejamento tem objetivo de estudar o comportamento do negócio, enquanto, os sistemas de *forecasting* buscam analisar tal comportamento no tempo futuro. Métodos de *forecasting* são usados para prever os resultados de ações propostas pelo planejamento, e caso os resultados não forem satisfatórios, o planejamento deve ser revisto. Esse processo deve ser repetido até que os resultados previstos para o planejamento sejam satisfatórios (PELLEGRINI, 2000).

### **3.3.3 Previsões que utilizam séries temporais**

São previsões futuras projetadas a partir de valores passados, não sofrendo influências de variáveis desconhecidas. Essas técnicas são consideradas métodos simples e usuais, e quando bem elaboradas oferecem bons resultados.

Para obter o melhor resultado com essas técnicas, é necessário projetar os dados passados em gráficos para identificar fatores que influenciam na demanda. Uma curva temporal pode conter algumas características, como tendência, sazonalidade, variações irregulares e variações randômicas.

Em função desses fatores que influenciam os dados, a previsão da demanda que utiliza as séries temporais como base, é dimensionada para cada situação, ou seja, existem técnicas para tratar a média, a tendência e a sazonalidade. A seguir, cada técnica é descrita e exemplificada.

#### **3.3.3.1 Técnicas para previsão da média**

Essas técnicas privilegiam os dados mais recentes de uma série histórica do produto, que normalmente representa a melhor situação atual. As técnicas de previsão da média funcionam bem quando a série temporal varia em torno de uma média ou quando existem pequenas variações no nível dos dados.

### a) Média móvel

A média móvel usa os dados mais recentes de um número predeterminado de períodos para gerar sua previsão. Com o passar do tempo, os dados antigos são substituídos pelos mais recentes. A média móvel pode ser obtida por meio da Equação 2.

$$Mm_n = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n} \quad (2)$$

sendo:

$Mm_n$  = média móvel de n períodos;

$D_i$  = demanda ocorrida no período i;

n = número de períodos; e

i = índice d período (i = 1, 2, 3,...).

A grande vantagem do uso dessa técnica é a sua simplicidade operacional e facilidade de entendimento, porém, o que limita seu uso é a necessidade de armazenar um grande volume de dados, principalmente, quando o número de períodos (n) for grande. Além disso, ela fornece apenas a previsão para o período imediatamente posterior, e para os períodos futuros se usaria o mesmo valor, uma vez que há previsão de demandas médias. Recomenda-se o uso da média móvel em situações nas quais a demanda apresenta comportamento estável e a produtos não muito relevantes.

### b) Média exponencial móvel

Na média exponencial móvel, o peso de cada dado 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, corrigido por um coeficiente de ponderação. A média exponencial móvel pode ser obtida a partir da Equação 3.

$$M_t = M_{t-1} + \alpha (D_{t-1} - M_{t-1}) \quad (3)$$

sendo:

$M_t$  = previsão para o período t;

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

$\alpha$  = coeficiente de ponderação; e

$D_{t-1}$  = demanda do período t-1.

O coeficiente de ponderação é fixado pelo analista dentro de uma faixa que varia de 0 a 1. Quanto maior seu valor, mais rapidamente o modelo de previsão reagirá a uma variação real da demanda, com isso, deve-se variar o valor de  $\alpha$  de acordo com as necessidades da demanda, com o intuito de reduzir o erro da previsão.

Essa técnica é muito utilizada em sistemas computacionais, pois seu modelo exige a armazenagem de apenas três dados por item (a previsão passada, a demanda e o coeficiente de ponderação), além de conseguir acompanhar pequenas variações de tendências e ser de fácil operação.

### c) Média móvel ponderada

O modelo consiste na variação da média móvel, o que possibilita calcular a média com um peso maior para valores mais recentes. Esse modelo assume que as observações mais recentes são mais confiáveis para as projeções futuras. A média móvel ponderada pode ser obtida a partir da Equação 4 (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2007).

$$Mm_p = (D_{t-3} \times \alpha_3) + (D_{t-2} \times \alpha_2) + (D_{t-1} \times \alpha_1) \quad (4)$$

Sendo:

$Mm_p$  = média móvel ponderada;

$D_{t-3}$  = demanda do período t-3;

$\alpha_3$  = coeficiente de ponderação para o período t-3;

$D_{t-2}$  = demanda do período t-2;

$\alpha_2$  = coeficiente de ponderação para o período t-2;

$D_{t-1}$  = demanda do período t-1; e

$\alpha_1$  = coeficiente de ponderação para o período t-1.

### 3.3.3.2 Técnicas para previsão da tendência

A tendência refere-se ao movimento gradual de longo prazo da demanda. Para facilitar a identificação desse movimento, é recomendado projetar os dados em gráficos, com isto, o cálculo da estimativa da tendência é realizado. Esta equação pode ser linear ou não linear (exponencial, parabólica, logarítmica).

Existem duas técnicas importantes que podem ser utilizadas para tratar de previsões da demanda com componentes de tendência linear, sendo uma a equação linear como forma de previsão e o ajuste exponencial para se obter o componente de tendência.

#### a) Equação linear para a tendência

A equação linear para a tendência possui o formato da Equação 5.

$$Y = a + bX \quad (5)$$

sendo:

Y = previsão da 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 com as Equações 6 e 7.

$$b = \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{n(\sum X^2) - (\sum X)^2} \quad (6)$$

$$a = \frac{\sum Y - b(\sum X)}{n} \quad (7)$$

sendo: n = número de períodos observados.

Essa técnica pode ser obtida de maneira fácil e rápida gerando um gráfico com os dados no *software* Excel e adicionando a linha de tendência. O valor de  $R^2$  (coeficiente de determinação) também pode ser obtido, e quanto mais próximo de 1 for o seu valor, menor é o erro da equação.

### **b) Ajustamento exponencial para a tendência**

O ajustamento exponencial para a tendência consiste em fazer a previsão com base na previsão da média exponencial móvel da demanda e uma estimativa exponencial da tendência. A Equação 8 define este elemento.

$$P_{t+1} = [P_t + \alpha_1(D_t - P_t)] + [T_{t-1} + \alpha_2((P_t - P_{t-1}) - T_{t-1})] \quad (8)$$

sendo:

$P_{t+1}$  = 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  $t-1$ ;

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

$\alpha_1$  = coeficiente de ponderação da média;

$\alpha_2$  = coeficiente de ponderação da tendência; e

$D_t$  = demanda do período  $t$ .

Para utilizar essa técnica de previsão da demanda, os valores dos coeficientes de ponderação são estipulados para corrigir os erros de previsão. Eles são usados com a mesma relação à média exponencial móvel, que devem ficar entre 0 e 1.

### **3.3.3.3 Técnicas para previsão da sazonalidade**

A sazonalidade é caracterizada pela ocorrência de variações, para cima ou para baixo, em intervalos regulares na série temporal, e pode ser expressa na quantidade ou porcentagem dos valores analisados. O valor aplicado sobre a média ou a tendência é conhecido como Índice de Sazonalidade (IS).

A forma mais simples de considerar a sazonalidade nas previsões da demanda consiste em utilizar o último dado da demanda no período sazonal em questão, e assumi-lo como previsão para o próximo período semelhante. Se existir tendência, ela deverá ser adicionada ou retirada, do valor obtido. Porém, a forma mais usual de inclusão da sazonalidade nas previsões da demanda consiste em obter o índice de sazonalidade para os diversos períodos, empregando a média móvel centrada, e aplicá-los sobre o valor médio (ou tendência) previsto para o período em questão.

### **a) Sazonalidade simples**

A sazonalidade simples é a técnica de previsão que consiste em obter o índice de sazonalidade para cada um dos períodos da série e aplicá-lo em cima da previsão da média em cada um desses períodos (Equação 9).

$$D_P = D_M + D_M * (IS - 1) \quad (9)$$

sendo:

$D_P$  = demanda prevista;

$D_M$  = demanda média; e

IS = índice de sazonalidade.

### **b) Sazonalidade com tendência**

Essa técnica de previsão é utilizada quando a demanda apresenta sazonalidade com tendência, com isso deve-se:

- Obter os índices de sazonalidade por meio da média móvel centrada;
- Retirar o componente de sazonalidade da série de dados históricos, dividindo-os pelos correspondentes índices de sazonalidade;
- Desenvolver uma equação que represente o componente de tendência;
- Prever a demanda com base na equação da tendência (Equação 10).



$$D_p = T + (T * (IS - 1)) \quad (10)$$

sendo:

$D_p$  = demanda prevista;

$T$  = tendência; e

$IS$  = índice de sazonalidade.

### 3.3.4 Previsão que utiliza a correlação

O objetivo da técnica de previsão que utiliza a correlação é estabelecer uma equação que identifique o efeito da variável de previsão sobre a demanda do produto em análise, com o emprego do histórico da demanda do produto em questão (variável dependente) e histórico da variável de precisão (variável independente).

A equação utilizada para essa previsão é estabelecida com o uso da técnica de regressão. Com o emprego dessa técnica as variáveis são correlacionadas, podendo obter uma equação linear, que é conhecida como regressão linear ou uma equação curvilínea, chamada regressão não-linear. No caso de apenas duas variáveis estarem envolvidas, chama-se de regressão simples. Já, quando se trata de mais do que duas variáveis, chama-se regressão múltipla. Neste trabalho será testado apenas o caso mais simples e mais comum de ocorrer, que é a regressão linear simples. A equação linear já foi apresentada na previsão da tendência (Equação 5), e agora as variáveis assumem outros significados:

sendo:

$Y$  = previsão da demanda para o item dependente;

$a$  = ordenada à origem ou intersecção no eixo dos  $Y$ ;

$b$  = coeficiente angular; e

$X$  = valor da variável independente.

Os coeficientes  $a$  e  $b$  podem ser obtidos pelas Equações 6 e 7, em que  $n$  assume o significado de número de pares  $XY$  observados. A existência da correlação entre as duas variáveis pode ser medida pelo coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ), que é obtido com a Equação 11.

$$r = \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{\left(\sqrt{n(\sum X^2) - (\sum X)^2}\right) * \left(\sqrt{n(\sum Y^2) - (\sum Y)^2}\right)} \quad (11)$$

O valor de r varia de - 1 a + 1. Quando r estiver próximo de +1, uma mudança em uma variável corresponde a uma mudança no mesmo sentido na outra variável. Quando r estiver próximo de -1, uma mudança em uma variável corresponde a uma mudança no sentido oposto na outra variável. Se r estiver perto de zero, não existe correlação entre as variáveis analisadas.

A variável escolhida para realizar a correlação consiste no Produto Interno Bruto (PIB) dos EUA, que foi obtida no IPEA (2011). Essa variável foi escolhida, devido à importância que a economia dos EUA tem no cenário mundial, sendo este País um dos maiores importadores do mundo. Os dados estavam em períodos trimestrais, com isso, foi necessário adequar os valores referentes às exportações de celulose e papel do Brasil para períodos trimestrais. Quanto aos valores referentes ao PIB dos EUA, foi necessário converter para a moeda Real e aplicar o deflacionamento nos valores.

### 3.3.5 Manutenção e monitoramento do modelo

Com o emprego da manutenção e monitoramento do modelo de previsão, verificou-se a validade dos valores previstos, além de permitir a escolha de técnicas ou parâmetros mais eficientes. Esta monitoração foi realizada pelo cálculo do erro da previsão, que é a diferença que ocorre entre o valor real da demanda e o valor previsto pelo modelo.

Para acompanhar o desempenho do modelo, foi necessário verificar o comportamento do erro de previsão acumulado, que deve tender a zero. Junto com este parâmetro, foi utilizado o valor do erro médio, que consiste em verificar a porcentagem dos erros da previsão da demanda em módulo, e assim obter o valor do erro médio.

Outra ferramenta utilizada para monitorar o modelo de previsão é a Mean Absolute Deviation (MAD), ou Desvio Médio Absoluto, que multiplicado por 4 consiste no limite superior e - 4 no inferior do gráfico de controle. Caso o valor previsto exceda esses limites, ações corretivas devem ser tomadas. Quando a valor

previsto ultrapassa o limite superior, os gestores devem estar atentos a essas variações e adequar a produção para atender esse mercado. Quando o valor previsto ultrapassa o limite inferior, os gestores devem efetuar alterações que promovam a venda dos seus produtos. A Equação 12 demonstra o cálculo do valor do MAD.

$$MAD = \frac{\sum | D_{\text{atual}} - D_{\text{previsão}} |}{n} \quad (12)$$

sendo:

$D_{\text{atual}}$  = demanda ocorrida no período;

$D_{\text{previsão}}$  = demanda prevista no período; e

$n$  = número de períodos.

## **4. RESULTADOS DA PESQUISA**

Os resultados obtidos neste trabalho consistem em uma análise da série temporal da demanda externa de celulose e papel do Brasil, entre o período de janeiro de 1996 a janeiro de 2011, bem como a sugestão do modelo matemático da previsão da demanda que mais se adapta ao setor de celulose e papel, com isso, foi possível realizar a previsão da demanda para os meses de fevereiro de 2011 a dezembro de 2012.

### **4.1 Análise da série temporal**

É importante conhecer o comportamento da série temporal para identificar a técnica da previsão que melhor se adapte a demanda externa de celulose e papel. Ao observar a Figura 3, é possível notar que apesar das variações ocorridas ao longo da série temporal, existe um crescimento no valor gerado pelas exportações do setor de celulose e papel ao longo do tempo. Esse crescimento também acontece na quantidade de celulose e papel produzido pelo Brasil, como citado por Montebello (2006) e Bracelpa (2011b).

O crescimento desse setor ocorre, no Brasil, desde a década de 80, com o apoio de políticas públicas que incentivaram a construção de fábricas de celulose e papel, e apoio do (BNDES) com o financiamento para a construção destas fábricas (HILGEMBERG; BRACHA, 2001).

O movimento crescente das exportações brasileiras de celulose e papel pode ser explicado devido ao aumento do número de fábricas construídas, além da construção de novas linhas de produção, aumentando assim a oferta do produto no mercado (MONTEBELLO, 2006). Alguns fatores que ajudaram nesse aumento foram: alta produtividade das florestas, abertura do mercado global, crescimento da população mundial, além do aumento da renda dos mercados consumidores e crescimento comércio mundial (VALVERDE; SOARES; SILVA, 2006).

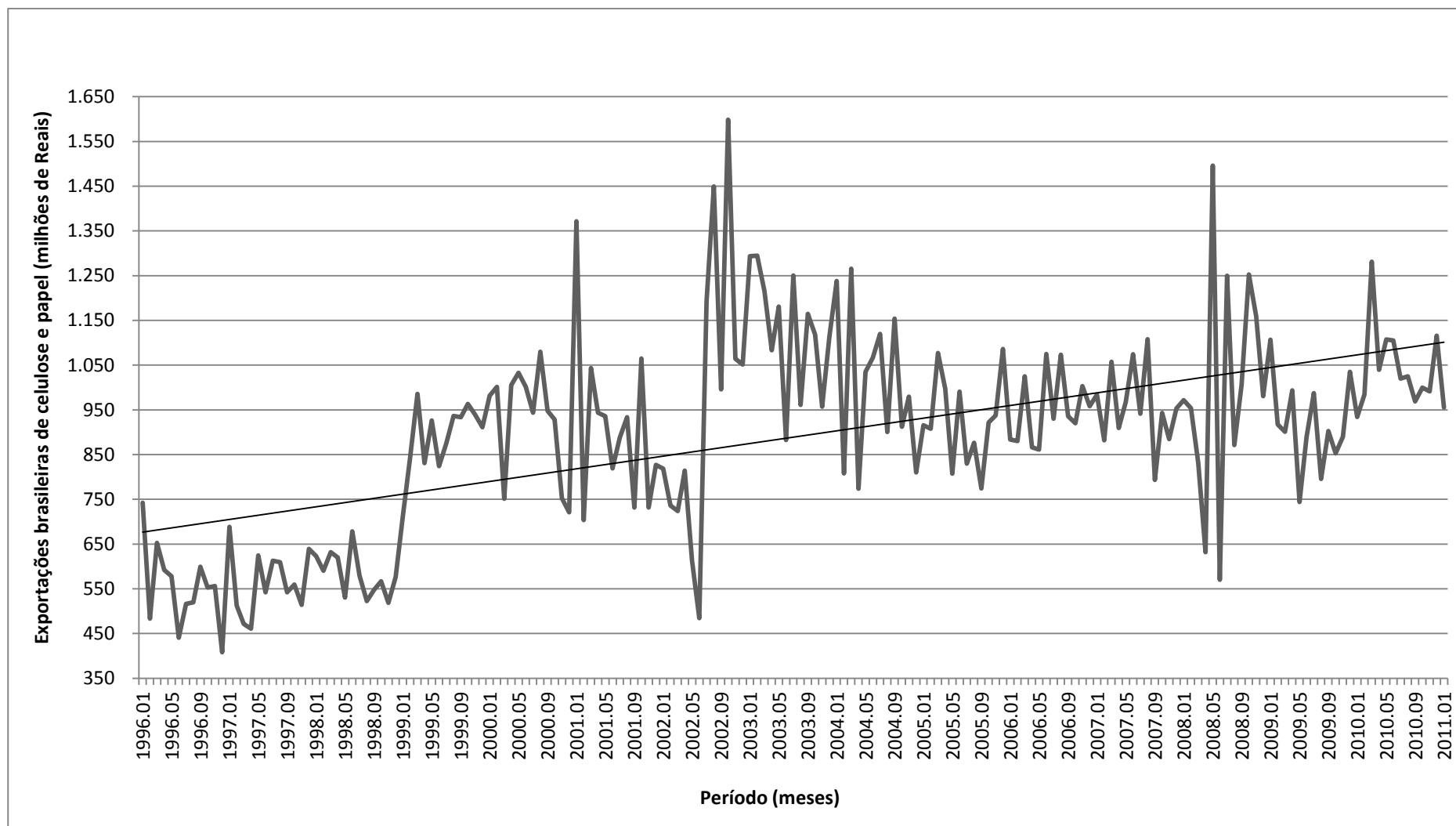


Figura 3 – Exportações de celulose e papel do Brasil (milhões de R\$)

Fonte: Adaptado de IPEA (2011); Brasil (2011); FGV (2011).

As quantidades geradas pelas exportações de celulose e papel no Brasil não são proporcionais, como pode ser observada na Figura 4.

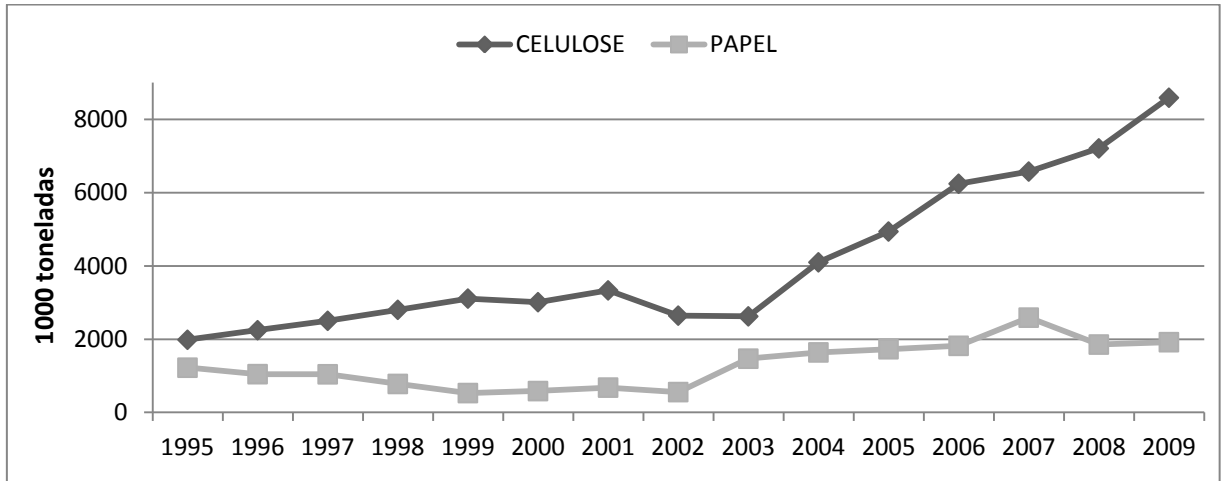


Figura 4 – Quantidade de celulose e papel exportado pelo Brasil entre os anos de 1995 a 2009 (1000 toneladas)

Fonte: FAO (2011).

Outro dado importante para entender o crescimento das exportações de celulose e papel, é conhecer o comportamento das importações realizadas pelos principais países responsáveis por adquirir a celulose e papel do Brasil. É possível observar esse comportamento na Figura 5, que consiste no total importado por esses países para suprir a sua demanda nesse setor.

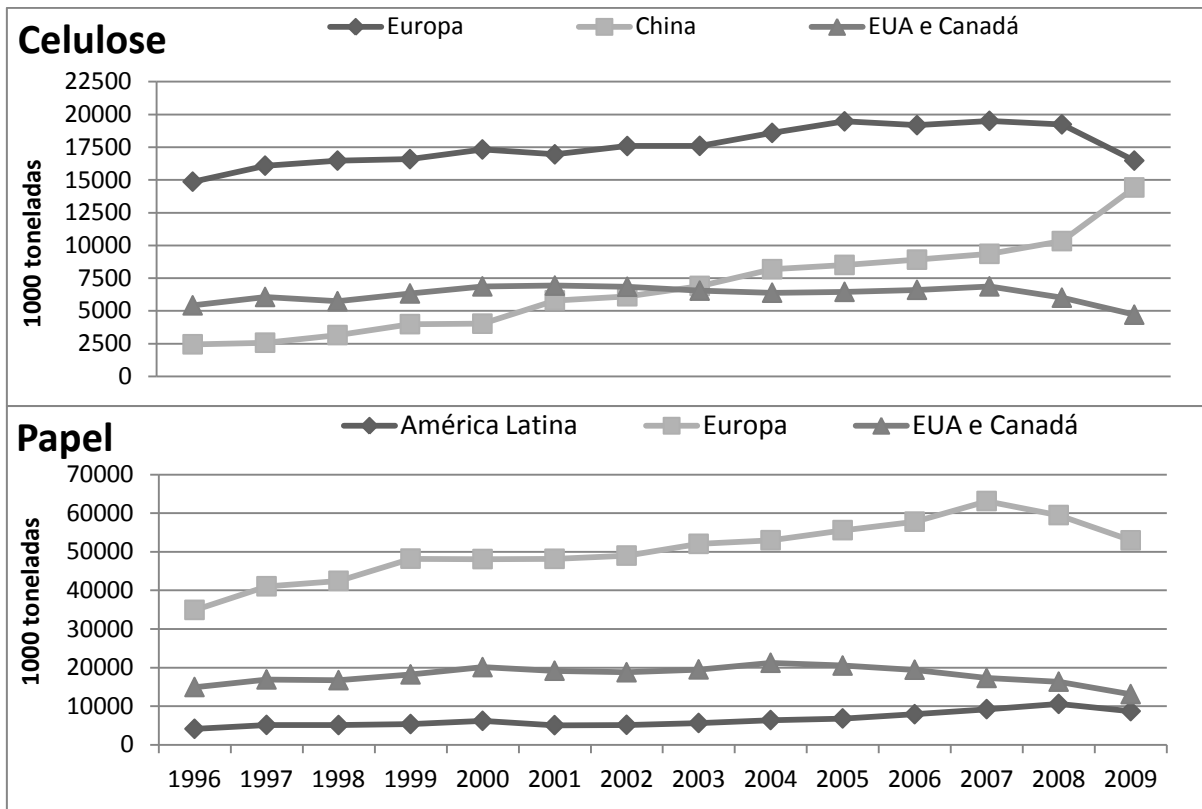


Figura 5 – Importação de celulose e papel entre os anos de 1996 a 2009 (1000 toneladas)

Fonte: FAO (2011).

Sanjuan e Bacha (citados por MONTEBELLO, 2006) realizaram uma análise das exportações brasileiras de celulose no período de 1980 a 2001 estimando uma equação de oferta. Com isso, constataram que variações de preço e custo da produção, foram fatores que possuem pouca interferência na quantidade exportada, porém, a capacidade instalada (capacidade nominal de produção) e a taxa de câmbio, foram as mais significativas.

De acordo com a Associação Nacional dos Distribuidores de Papel (ANDIPA, 2005), o valor baixo da taxa de câmbio prejudica o setor de celulose e papel, por diminuir o lucro, o que afeta diretamente o fluxo de caixa das empresas, impossibilitando a realização de novos investimentos.

Na Figura 6 é possível observar a variação da taxa de câmbio ao longo do mesmo período das exportações de celulose e papel do Brasil.



Figura 6 – Taxa de câmbio entre o período de janeiro de 1996 a janeiro de 2010

Fonte: Brasil (2011).

Ao observar as Figuras 3 e 6, é possível notar que variações consideráveis na Figura 6 resultam em variações semelhantes na Figura 3. A primeira variação pode ser observada na Figura 3, entre o final de 1998 e começo de 1999, que foi provocada devido ao aumento da taxa de câmbio nesse período. A segunda variação significativa na Figura 3 ocorreu no final de 2001 até o mês de maio de 2002, com a desvalorização da moeda brasileira, o que resultou na redução da quantidade do valor gerado com as exportações do setor de celulose e papel. Em maio de 2002, foi inaugurada a 3ª fábrica da empresa Aracruz Celulose, conhecida como fábrica C, atual Fibria. Nesse mesmo período, começou a se recuperar, e logo em seguida registrou o maior valor da série temporal, que foi no mês setembro de 2002 com R\$1.598,77 milhões, e nesse mesmo mês também apresentou o maior valor na taxa de câmbio, com R\$3,81.

Após esse período os valores referentes à exportação de celulose e papel mantiveram certa estabilidade até o ano de 2008. Nesse ano, a ocorrência de uma crise financeira mundial, afetou diretamente os principais mercados responsáveis por absorver a celulose produzida no Brasil.

Foram observadas algumas características interessantes entre os anos de 2008 e 2009, como o aumento da quantidade de celulose exportada (Figura 4), a desvalorização da taxa de câmbio (Figura 6) e a redução do preço da celulose, que é apresentado na Figura 7.



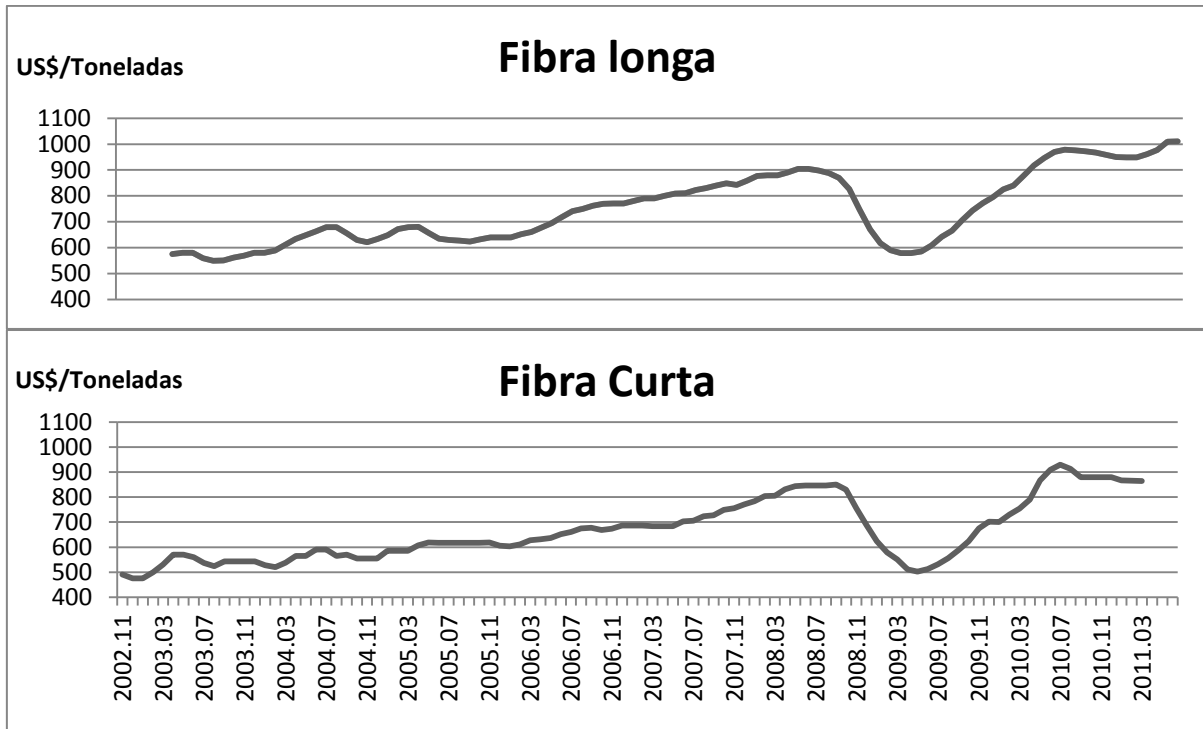


Figura 7 – Preço da Celulose no período de outubro de 2002 a março de 2011

Fonte: Centro de Inteligência em Florestas (CI FLORESTAS, 2011).

Na Figura 5, verifica-se que na maioria dos mercados responsáveis por absorver a produção brasileira de celulose e papel destinada à exportação, ocorreu uma queda na quantidade de celulose e papel importada por esses Países, devido à crise mundial, o que resultou na incerteza do mercado mundial, consequentemente a redução da taxa de câmbio e do preço da celulose.

Binkowski (2008) ressalta que nesse período o primeiro efeito foi à queda do preço da celulose, o que acompanhou a redução do valor de todas as *commodities*<sup>6</sup>. Com isso algumas empresas com o objetivo de tentar manter o preço da celulose, diminuíram e outras chegando até a parar de produzir. O segundo efeito aconteceu devido à paralisação na construção de novas fábricas e linhas de produção, porém essa ação foi tomada pela falta de crédito para o mercado mundial e não em função da redução da demanda futura por celulose e papel.

Abram (2010) afirma que passada a pior fase da crise, os investimentos começaram a ser retomados a partir do segundo semestre de 2009. Nesse mesmo período também houve a inauguração da fábrica de celulose da Votorantin Celulose

<sup>6</sup> Produtos em estado bruto (matérias primas) ou com pequeno grau de industrialização, de qualidade quase uniforme, que são produzidos em grandes quantidades e por diferentes produtores.

e Papel (VCP), atual Fibria e a fábrica de papel da International Paper, ambas situadas na cidade de Três Lagoas, no Estado do Mato Grosso do Sul. De acordo com Abraf (2011), no ano de 2010, o setor de celulose e papel ganhou força e competitividade, em relação aos demais países. Tal retomada foi impulsionada por ações adotadas pelo Conselho Monetário Nacional e pelo Banco Central do Brasil, como a redução da taxa básica de juros para manter o nível da atividade econômica e a normalidade do sistema financeiro nacional.

De acordo com Fibria (2010), o movimento observado no ano de 2010, na Figura 3 mostra que o mercado de celulose possuiu dois momentos distintos. No primeiro semestre, houve um terremoto que afetou a indústria chilena, com isso, aumentou a demanda externa pela celulose do Brasil. Já na segunda metade do ano foi marcada pela redução das importações por parte da China.

Segundo Abraf (2011), o desempenho de 2010 favorece o início de um novo ciclo de expansão do setor para os próximos dez anos, visando à ampliação da base florestal e ao aumento da produção de celulose e papel para atender à crescente demanda interna e à expansão dos mercados externos emergentes. Perspectivas para 2011 apontam a importância de dois principais fatores para o desenvolvimento do setor no País, que é a taxa de câmbio favorável e o ritmo de crescimento dos mercados emergentes (principalmente o chinês).

## **4.2 Resultados com as técnicas para previsão da média**

### **a) Média móvel**

Nessa técnica da previsão, o número de períodos ( $n$ ) foi dividido da seguinte forma: dois (Mm2), três (Mm3), seis (Mm6), nove (Mm9) e doze (Mm12) meses. Na Tabela 10 estão os valores do erro acumulado, erro médio e MAD, obtidos ao utilizar esses períodos.

Tabela 10 – Monitoramento da média móvel

	Mm2	Mm3	Mm6	Mm9	Mm12
<b>Erro acumulado*</b>	658,57	807,01	1.610,93	2.338,45	3.252,53
<b>Erro médio (%)</b>	17,37	17,16	16,88	17,63	18,48
<b>MAD*</b>	120,72	116,80	114,93	120,65	126,83

\*Milhões de Reais.

Fonte: O autor.

Ao observar o erro acumulado e o erro médio da média móvel, o período que apresentou os valores entre os menores, foi o de dois meses. O que é explicado por Tubino (2007), ao afirmar que pequenos períodos permitem uma reação maior a mudanças da demanda, enquanto grandes períodos tratam a média de forma mais homogênea.

Com o auxílio da MAD, foi possível monitorar o desempenho do erro da previsão da média móvel com dois meses. O valor que corresponde ao limite inferior é de - 482,88 e ao limite superior é de 482,88; conforme observado na Figura 8.

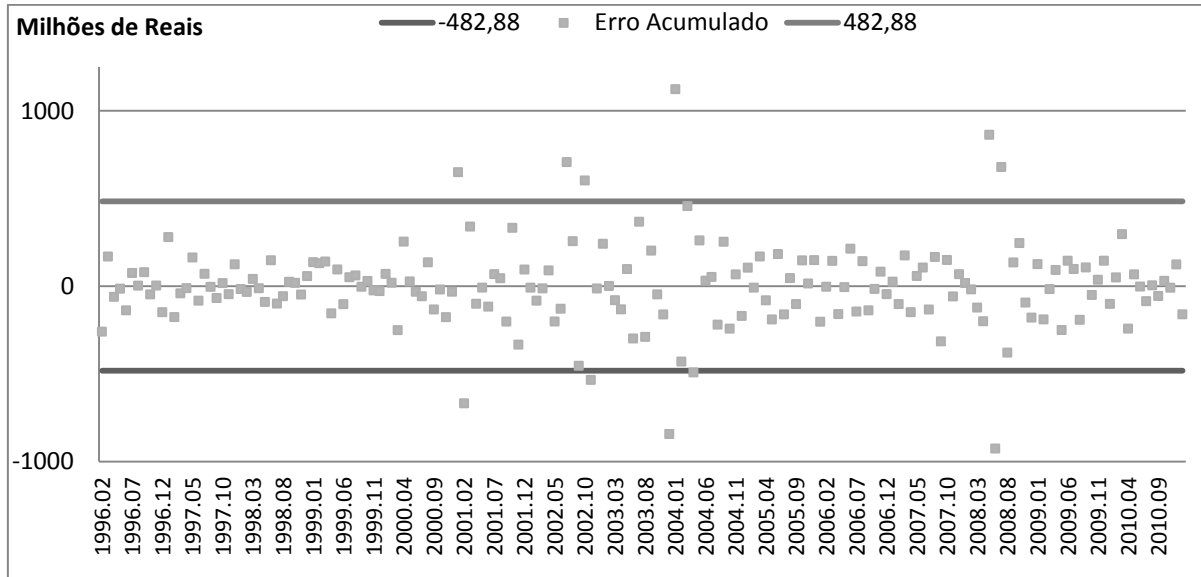


Figura 8 – Erro acumulado da média móvel de dois meses

Fonte: O auto.

Ainda na Figura 8, é possível observar que ocorreram algumas variações além dos limites aceitos. Essas variações, conseqüentemente, também foram vistas no mesmo período na Figura 6, que mostra a variação da taxa de câmbio ao longo do tempo.

## b) Média exponencial móvel

Nessa técnica da previsão, o coeficiente de ponderação assumiu os seguintes valores; 0,10; 0,25; 0,50; 0,65 e 0,80. Na Tabela 11 estão os valores do erro acumulado, erro médio e MAD, obtidos ao utilizar os determinados coeficientes.

Tabela 11 – Monitoramento da média exponencial móvel

	<b>Mα = 0,10</b>	<b>Mα = 0,25</b>	<b>Mα = 0,50</b>	<b>Mα = 0,65</b>	<b>Mα = 0,80</b>
<b>Erro acumulado*</b>	177,86	1.101,00	526,85	390,83	300,06
<b>Erro médio (%)</b>	22,29	17,27	17,58	18,39	19,46
<b>MAD*</b>	167,53	115,94	121,79	129,92	140,40

\*Milhões de Reais.

Fonte: O autor.

Dos coeficientes de ponderação testados, o escolhido foi o de 0,50; cujo erro acumulado foi de 526,85; o erro médio foi de 17,58% e MAD igual a 121,79. Foi possível observar que os valores obtidos no monitoramento deste coeficiente, não são os menores valores entre os coeficientes testados, porém ao comparar com os resultados dos demais coeficientes, o coeficiente de ponderação 0,50 possui os valores referentes ao monitoramento entre os menores, considerando assim que esse coeficiente apresentou melhor desempenho. A Figura 9 apresenta o monitoramento realizado no erro da previsão, que utiliza o coeficiente de ponderação igual a 0,50. Os limites para o monitoramento desta técnica estão entre - 487,16 a 487,16. É possível observar que ao longo da série existem variações que ultrapassam os limites estabelecidos. Essas variações, conseqüentemente, também foram vistas no mesmo período na Figura 6.

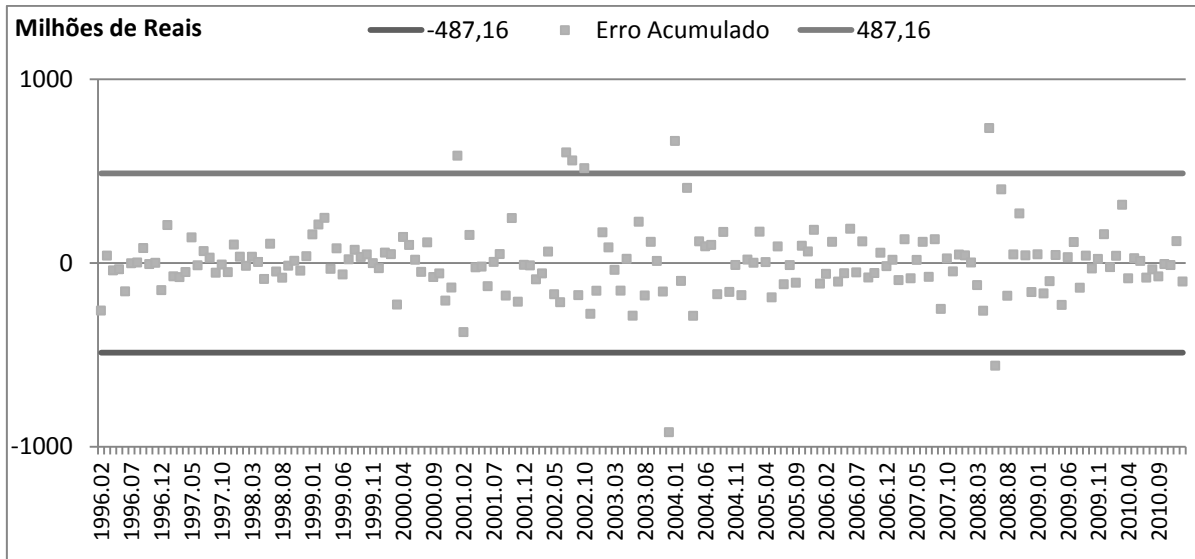


Figura 9 – Erro acumulado da média exponencial móvel com  $M\alpha = 0,50$

Fonte: O autor.

### c) Média móvel ponderada

Ao aplicar a técnica da previsão média móvel ponderada, foram considerados os seguintes coeficientes,  $\alpha_1 = 0,5$ ;  $\alpha_2 = 0,3$ ; e  $\alpha_3 = 0,2$ . Com isso, obtiveram-se os seguintes valores de erro acumulado, erro médio e MAD, que podem ser observados na Tabela 12.

Tabela 12 – Monitoramento da média móvel ponderada

	<b>Mm3</b>
<b>Erro acumulado*</b>	914,37
<b>Erro médio (%)</b>	17,54
<b>MAD*</b>	125,55

\*Milhões de Reais.

Fonte: O autor.

Nessa técnica o erro acumulado obtido foi o de 914,37, além de apresentar o erro médio igual a 17,54%. Os limites para o monitoramento desta técnica estão entre - 487,48 a 487,48, como pode ser observado na Figura 10. Ao longo desta série, existem variações que ultrapassam os limites estabelecidos. Essas variações também foram vistas no mesmo período na Figura 6.

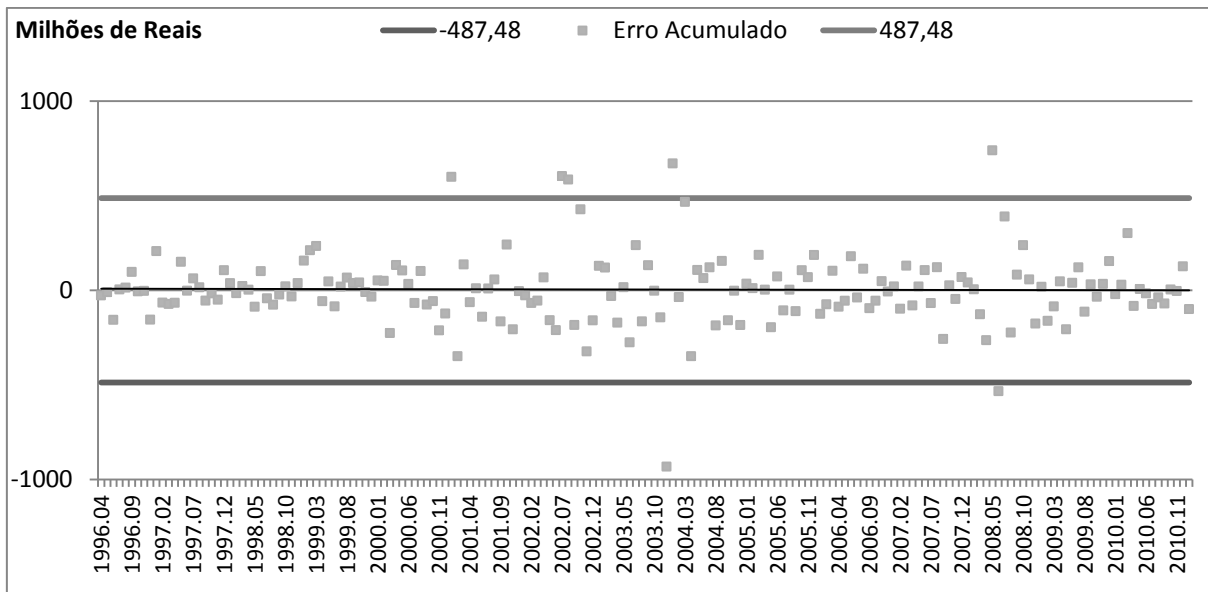


Figura 10 – Erro acumulado da média móvel ponderada

Fonte: O autor.

### 4.3 Resultados com as técnicas para previsão da tendência

#### a) Equação linear para a tendência

Ao aplicar esta técnica para a previsão da demanda, foi possível obter a Equação 14. Na Tabela 13 estão os valores do erro acumulado, erro médio e MAD, obtidos ao utilizar a Equação 14.

$$Y = 669,74 + 2,34X \quad (14)$$

Tabela 13 – Monitoramento da equação linear para tendência

	Equação linear para a tendência
<b>Erro acumulado*</b>	352,42
<b>Erro médio (%)</b>	21,17
<b>MAD*</b>	148,32

\*Milhões de Reais.

Fonte: O autor.

Esse modelo de previsão apresentou o valor de erro acumulado igual a 352,42 e com um erro médio de 21,17%. Para o monitoramento os limites estão entre - 593,3 e 593,3; como pode ser observado na Figura 11. Ao longo desta série,

somente em dois momentos as variações ultrapassaram os limites estabelecidos e que também foram vistas no mesmo período na Figura 6.

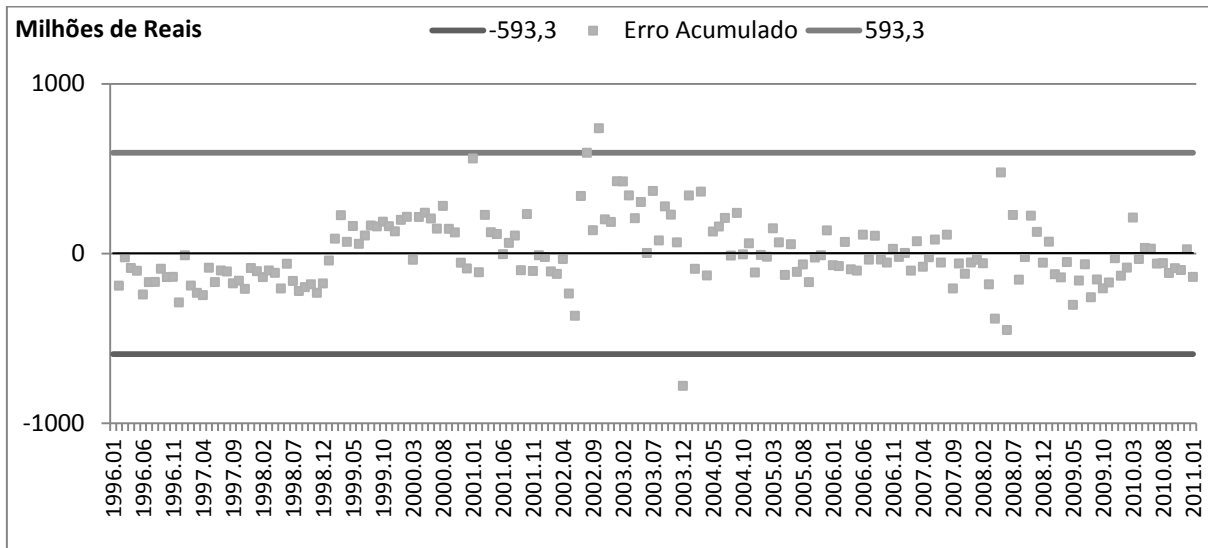


Figura 11 – Erro acumulado da equação linear para a tendência

Fonte: O autor.

### b) Ajustamento exponencial para a tendência

Ao aplicar a técnica de ajustamento exponencial para a tendência, o coeficiente de ponderação da média ( $\alpha_1$ ) considerado é 0,7 e o coeficiente de ponderação da tendência ( $\alpha_2$ ) é 0,3. Com isso, obtiveram-se os seguintes valores de erro acumulado, erro médio e MAD, que podem ser observados na Tabela 14. Vale ressaltar que neste modelo, os coeficientes utilizados foram os mesmos indicados por Tubino (2007), porém ao tentar utilizar outros valores para os coeficientes, não foi possível obter valores precisos na previsão.

Tabela 14 – Monitoramento do ajustamento exponencial para tendência

	$\alpha_1 = 0,7$ e $\alpha_2 = 0,3$
<b>Erro acumulado*</b>	954,98
<b>Erro médio (%)</b>	19,77
<b>MAD*</b>	141,90

\*Milhões de Reais.

Fonte: O autor.

Ao testar os coeficientes de ponderação o erro acumulado foi de 954,98 e cm um erro médio de 19,77%. A Figura 12 apresenta o monitoramento realizado no erro da previsão e os limites, que estão entre - 567,6 a 567,6. É possível observar que ao longo da série existem variações que ultrapassam os limites estabelecidos. Essas variações, conseqüentemente, também foram vistas no mesmo período na Figura 6.

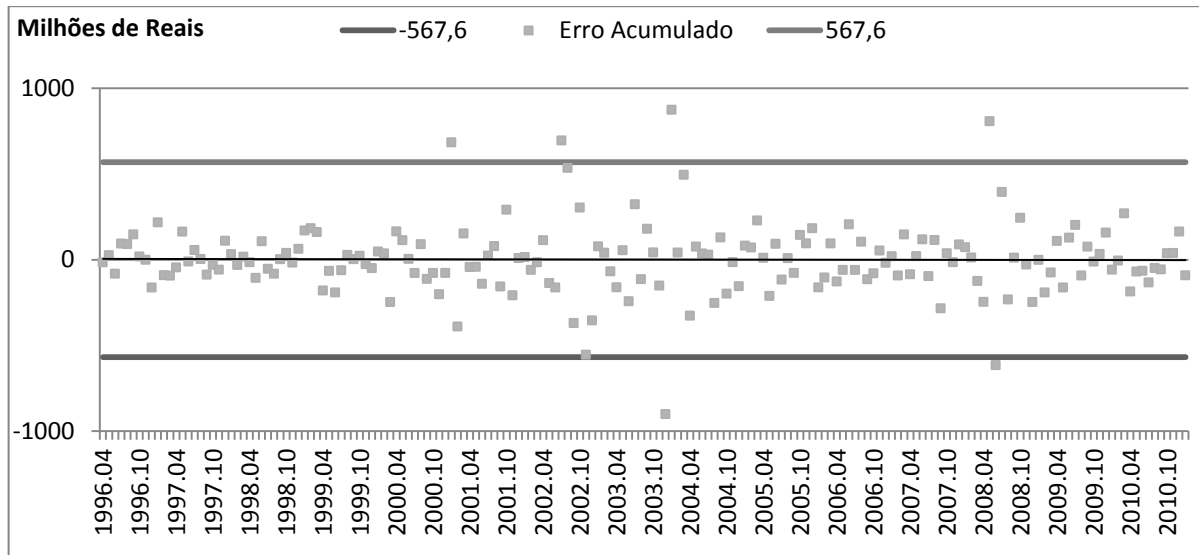


Figura 12 – Erro acumulado do ajustamento exponencial para a tendência

Fonte: O autor.

#### 4.4 Resultados com as técnicas para previsão da sazonalidade

##### a) Sazonalidade simples

Na Tabela 15 é apresentado o valor do erro acumulado, erro médio e do MAD obtidos com a técnica de sazonalidade simples.

Tabela 15 – Monitoramento da sazonalidade simples

	Sazonalidade simples
<b>Erro acumulado*</b>	106,81
<b>Erro médio (%)</b>	28,21
<b>MAD*</b>	196,66

\*Milhões de Reais.

Fonte: O autor.



Nessa técnica o erro acumulado obtido foi o de 106,81; além de apresentar o erro médio igual a 28,21%. Os limites para o monitoramento desta técnica estão entre - 786,66 a 786,66; como pode ser observado na Figura 13. Os valores referentes aos erros obtidos com a técnica da previsão da sazonalidade simples, não ultrapassaram os limites estabelecidos pelo MAD no gráfico.

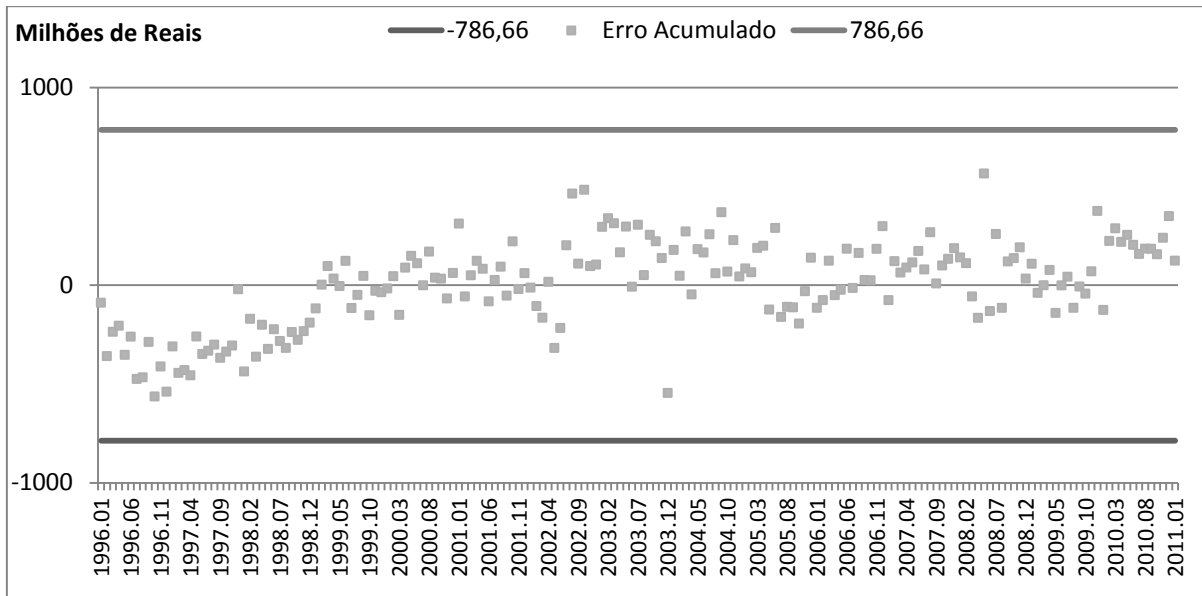


Figura 13 – Erro acumulado da sazonalidade simples

Fonte: O autor.

## b) Sazonalidade com tendência

Na Tabela 16 é apresentado o valor do erro acumulado, erro médio e do MAD obtidos com a técnica de sazonalidade com tendência.

Tabela 16 – Monitoramento da sazonalidade com tendência

	Sazonalidade com tendência*
<b>Erro acumulado</b>	30,92
<b>Erro Médio</b>	22,93
<b>MAD</b>	167,78

\*Milhões de Reais.

Fonte: O autor.

Ao utilizar esse modelo o erro acumulado obtido foi o de 30,92; além de apresentar o erro médio igual a 22,93%. Os limites para o monitoramento desta

técnica estão entre - 671,14 a 671,14; como pode ser observado na Figura 14. Os valores referentes aos erros obtidos com a técnica da previsão da sazonalidade simples, não ultrapassaram os limites estabelecidos pelo MAD no gráfico.

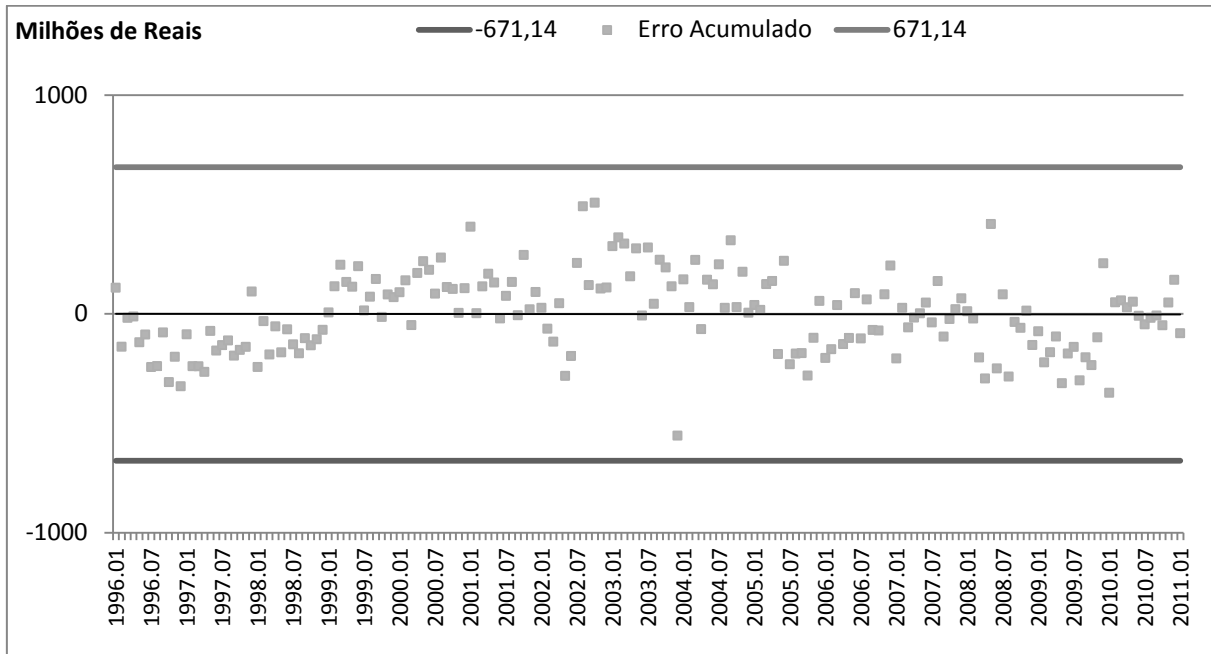


Figura 14 – Erro acumulado da sazonalidade com tendência

Fonte: O autor.

#### 4.5 Resultados da previsão que utiliza a correlação

Na Tabela 17 é apresentado o valor do erro acumulado e do MAD obtidos com a previsão que utiliza a correlação.

Tabela 17 – Monitoramento da previsão que utiliza a correlação

	Previsão que utiliza a correlação*
<b>Erro acumulado</b>	138,63
<b>Erro médio</b>	18,05
<b>MAD</b>	140,97

\*Milhões de Reais.

Fonte: O autor.

Ao utilizar esse modelo, o erro acumulado obtido foi o de 138,63; além de apresentar o erro médio igual a 18,05%. Os limites para o monitoramento desta técnica estão entre - 563,89 a 563,89; como pode ser observado na Figura 15. Os

valores referentes aos erros obtidos com a técnica da previsão da sazonalidade simples, não ultrapassaram os limites estabelecidos pelo MAD no gráfico.

O valor obtido no coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ) foi igual a 0,47. Com isso é possível notar que existe pouca correlação entre as variáveis testadas, ou seja, o PIB dos EUA apresenta uma correlação com a demanda externa de celulose e papel do Brasil, porém não tão significativa. Essa situação acontece, por o EUA não ser o maior comprador da celulose e papel nacional.

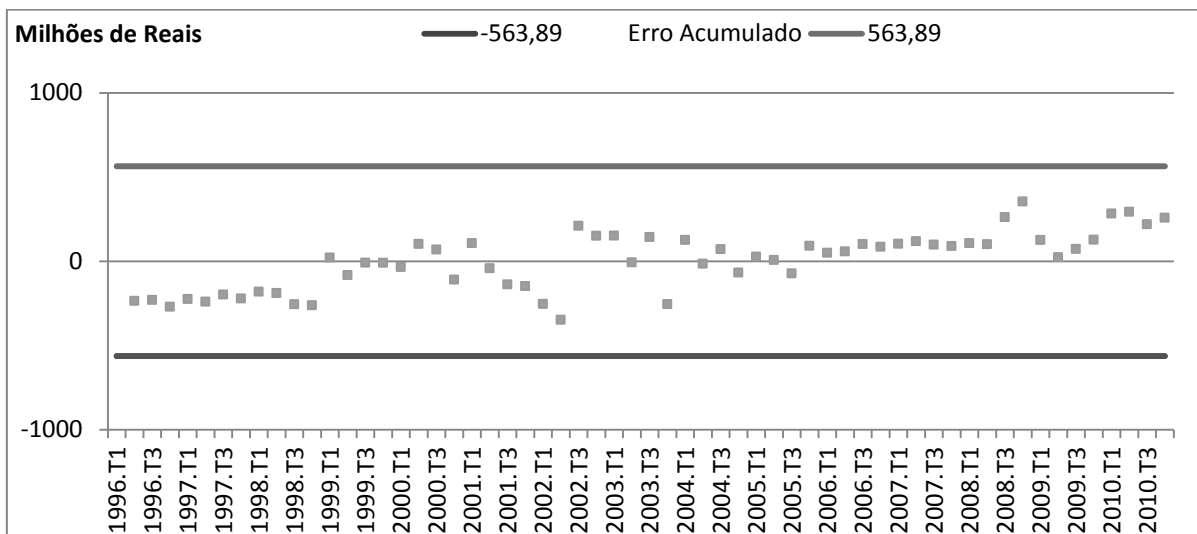


Figura 15 – Erro acumulado da previsão que utiliza a correlação

Fonte: O autor.

#### 4.6 Escolha da técnica

Ao testar os modelos de previsão da demanda propostos pelo trabalho, na série temporal da exportação de celulose e papel do Brasil, foi possível obter os parâmetros referentes ao erro acumulado, erro médio e MAD, com o objetivo de escolher o melhor modelo. Na Tabela 18 estão os valores que auxiliam no monitoramento das técnicas de previsão.

Tabela 18 – Monitoramento das técnicas de previsão

	<b>Erro acumulado*</b>	<b>Erro Médio (%)</b>	<b>MAD*</b>
<b>Média móvel (Mm2)</b>	658,57	17,37	120,72
<b>Média exponencial móvel (M<math>\alpha</math> = 0,50)</b>	525,85	17,58	121,79
<b>Média móvel ponderada</b>	914,37	17,54	125,55
<b>Equação linear para a tendência</b>	352,42	21,17	148,32
<b>Ajustamento exponencial para a tendência</b>	954,98	19,77	141,90
<b>Sazonalidade simples</b>	106,81	28,21	196,66
<b>Sazonalidade com tendência</b>	30,92	22,93	167,78
<b>Previsão que utiliza a correlação</b>	138,63	18,05	140,97

\*Milhões de Reais.

Fonte: O autor.

As técnicas para a previsão de demanda que utiliza a média apresentaram valor de Erro Acumulado maior, porém os valores referentes ao Erro Médio e MAD, foram menores quando comparados aos outros modelos testados. Foram observados nos gráficos de Erro Acumulado, todos os modelos destas técnicas, ultrapassaram os limites estabelecidos pelo MAD. Com relação a estas técnicas, elas são recomendadas para séries que possuem pouca variação, ou seja, para mercados mais estáveis e para produtos menos relevantes, o que não é o caso da série analisada. Esses modelos ainda apresentam a desvantagens de realizar a previsão para o período imediatamente posterior.

As técnicas para a previsão de demanda que utiliza a tendência apresentaram valor de Erro Acumulado maior, porém os valores referentes ao Erro Médio e MAD, foram maiores, quando comparados as técnicas para previsão da média. Nestes modelos, o Erro Acumulado também ultrapassou os limites estabelecidos pelo MAD. Essa técnica, como a para previsão da média, está limitada a fornecer apenas a previsão para o período imediatamente posterior.

O modelo de sazonalidade simples apresentou o Erro Acumulado, entre os menores valores dos modelos analisados, porém os valores referentes ao Erro Médio e MAD, foram maiores, quando comparados as técnicas para previsão da média. Neste modelo, o Erro Acumulado não ultrapassou os limites estabelecidos pelo MAD.

Na técnica que utiliza a correlação para a previsão da demanda, os valores do Erro Acumulado, Erro Médio e o MAD, estão entre os menores dos modelos

testados. Porém não é possível sugerir este modelo para a previsão da demanda externa de celulose e papel do Brasil, pois ele apresenta pouca correlação entre os valores do PIB dos EUA. Esse fato acontece devido ao EUA não ser o único comprador da celulose e papel produzidos para exportação no Brasil.

De todas as técnicas testadas neste trabalho, a que apresentou o resultado mais satisfatório nos três parâmetros, além de ter os valores da previsão bem próximos da demanda real, por meio de observações realizadas nos gráficos, quando comparadas às demais técnicas, foi a sazonalidade com tendência. Outros fatores também contribuíram na escolha desta técnica, como suas vantagens em relação às outras técnicas de previsão utilizadas, uma vez que esse modelo contempla previsões em longo prazo e leva em consideração os movimentos da série temporal, podendo ser um método eficaz para o planejamento e gestão das empresas.

#### 4.7 Previsão da demanda externa de celulose e papel do Brasil

Após identificar o modelo matemático mais adequado, para realizar a previsão da demanda externa do setor de celulose e papel do Brasil, foi possível realizar a previsão da demanda para este setor nos próximos anos. Na Figura 16 é possível observar o gráfico contendo a previsão para o setor no ano de 2011 até 2016.



Figura 16 – Previsão da demanda externa de celulose e papel do Brasil de 2011 a 2016

Fonte: O autor.

Ao observar a Figura 16, é possível notar que existe uma tendência de crescimento do valor gerado pelas exportações de celulose e papel do Brasil, apesar das oscilações existentes nesta série temporal. Esse movimento crescente observado no gráfico pode ser explicado devido ao melhoramento contínuo que as empresas de celulose e papel praticam, uma vez que elas sempre estão envolvidas em pesquisas para melhorar a sua matéria prima e o seu produto final, além de buscar a ampliação e a construção de novas linhas de produção.

Quanto aos valores previstos para a demanda externa de celulose e papel do Brasil, acredita-se que esses valores podem ser superiores do que os demonstrados na Figura 8, pois nos próximos anos no Brasil, mais três fábricas de celulose iniciarão suas atividades, localizadas nos Estados do Mato Grosso do Sul, Piauí e Maranhão.

## 5. CONCLUSÕES

O presente trabalho analisou as exportações brasileiras de celulose e papel, com o intuito de apontar um modelo de previsão que esteja adequado com a demanda externa destes produtos. Para alcançar os objetivos propostos, o setor mundial e nacional, de celulose e papel foi caracterizado, conseguindo assim, demonstrar a importância deste setor para a economia nacional. Em virtude destas razões, existe a necessidade da utilização de ferramentas que auxiliem no planejamento do setor.

Ao analisar a série temporal da exportação brasileira de celulose, foi possível identificar um movimento crescente, apesar das variações ocorridas ao longo deste período. Para entender o comportamento das exportações brasileiras de celulose e papel, foram utilizados para análise os valores referentes, à importação dos principais países compradores de celulose e papel do Brasil, taxa de câmbio e o preço da celulose. Fatores como ampliação e criação das unidades industriais, além do crescimento da economia de alguns países, também contribuíram no comportamento da série temporal.

Todos os modelos propostos no trabalho de previsão da demanda, foram testados na série temporal da exportação de celulose e papel do Brasil. Para identificar o modelo que mais se adapte a esta série, foram utilizados os parâmetros referentes ao Erro Acumulado, Erro Médio, MAD e observações dos gráficos com valores das previsões e os valores reais da exportação.

Por meio destes parâmetros, o modelo que se mostrou mais adequado foi o de sazonalidade com tendência, ao apresentar o valor de Erro Acumulado menor, quando comparado com os demais modelos testados. Porém o seu valor de Erro Médio, não está entre os menores dos modelos testados, isso acontece devido à série temporal apresentar grande variação de um mês para o outro, sendo assim dificultando a percepção de tendência. O MAD também não está entre os menores dos modelos testados, mas utilizando essa ferramenta no monitoramento do modelo, foi possível observar que em nenhum momento o valor referente aos erros, ultrapassou os limites estabelecidos. Além desses motivos, ao observar o gráfico com os valores da previsão e os valores da exportação, foi possível notar que

ambos possuem semelhança, uma vez que os valores previstos acompanham os ciclos e tendências existentes nos valores de exportação.

Além desses parâmetros, o modelo de sazonalidade com tendência apresenta vantagens com relação aos outros modelos, pois este método possibilita a previsão de longo prazo e leva em consideração os movimentos da série temporal, podendo ser um método eficaz para o planejamento e gestão das empresas.

Por fim, foi possível perceber que cada técnica possui sua particularidade, com isso, se torna necessário conhecer a série que se deseja prever, além das características existentes em cada modelo de previsão utilizado. Existe ainda a opção de associar diferentes métodos, para que todas as características da série temporal sejam contempladas.

Para futuros trabalhos, que tenham o objetivo de utilizar técnicas de previsão da demanda, vale à pena ressaltar que quanto maior for a variação de um período para outro na série temporal, maior será a dificuldade de indicar o melhor modelo. Com isso, uma sugestão seria agregar os valores para diminuir as variações existentes ao longo da série temporal, ou seja, caso o período seja mensal, recomendo que agregue em séries trimestrais, semestrais ou anuais. No setor de celulose e papel, a sugestão seria agregar em séries anuais, uma vez que as empresas deste setor, contam com clientes fixos, com isso facilitando o planejamento em longo prazo.



## 6. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS DISTRIBUIDORES DE PAPEL – ANDIPA. **Dólar frustra setor de papel e celulose**. 2005. Disponível em: <<http://www.andipa.org.br/conexao.asp>>. Acesso em: 4 ago. 2011.

ANDRADE, W. S. de P. **Estudo prospectivo das demandas de milho e sorgo**. 2002. 140 f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2002.

ANDRADE, W. S. de P. **Economia da engenharia**. Jerônimo Monteiro, ES: DEF/CCA/UFES, 2010. (Notas de aula de DEF 06423 – Economia da engenharia do curso de Engenharia Industrial Madeireira).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL – BRACELPA. **Bracelpa**. Disponível em: <<http://www.bracelpa.org.br>>. Acesso em: 1 abr. 2011a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL – BRACELPA. **Relatório anual 2009/2010**. Disponível em: <<http://www.bracelpa.org.br>>. Acesso em: 1 abr. 2011b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL – BRACELPA. **Perspectivas da indústria nacional de celulose e papel**. Disponível em: <<http://www.bracelpa.org.br>>. Acesso em: 1 abr. 2011c.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL – BRACELPA. **Panorama do setor – março/2011**. Disponível em: <<http://www.bracelpa.org.br>>. Acesso em: 1 abr. 2011d.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS – ABRAF. **Anuário estatístico da Abraf 2010, ano base 2009**. Brasília: ABRAF, 2010. 140 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS – ABRAF. **Anuário estatístico da Abraf 2011, ano base 2010**. Brasília: ABRAF, 2011. 130 p.

BINKOWSKI, G. I. **Setor de celulose e papel: desempenho**. 2008. Disponível em: <[http://www.acionista.com.br/setor/111208\\_setor\\_papelecelulose.htm](http://www.acionista.com.br/setor/111208_setor_papelecelulose.htm)>. Acesso em: 4 ago. 2011.

BRASIL. Boletim do Banco Central do Brasil. **Relatório anual 2009**, Brasília, v.45, p. 1-237. 2009.

BRASIL. Banco Central do Brasil. **Taxas de câmbio**. Disponível em: <<http://www4.bcb.gov.br/pec/taxas/port/ptaxnpesq.asp?id=txcotacao>>. Acesso em: 14 mar. 2011a.

BRASIL. Banco Central do Brasil. **Comunicação do Banco Central do Brasil**. [mensagem pessoal] Mensagem recebida por jordanosd@hotmail.com em 13 mai. 2011b.

DIAS, A. S. **Uso de conhecimento teórico e de especialista para previsão de demanda**. 2004. 198 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.

CENTRO DE INTELIGÊNCIA EM FLORESTAS – CI FLORESTAS. **Preço de produtos**. Disponível em: <[http://www.ciflorestas.com.br/dados.php?id=1&n=preco\\_de\\_produtos](http://www.ciflorestas.com.br/dados.php?id=1&n=preco_de_produtos)>. Acesso em: 4 ago. 2011.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N.; CAON; M. **Planejamento, programação e controle da produção**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2007. 434 p.

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

FANTUZZI NETO, H.; GOMIDE, J. L.; COLODETTE, J. L. Setor florestal: mercado de celulose e papel, atualidade e perspectivas. In: OLIVEIRA, J. T. S.; FIEDLE, N.C.; NOGUEIRA, M (Eds.). **Tecnologias aplicadas ao setor madeireiro III**. Jerônimo Monteiro: Suprema, 2008. p. 55-71.

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

FIBRIA. Desempenho econômico financeiro. In: BRANDÃO, L. F. (Ed.). **Relatório de sustentabilidade 2010**. São Paulo: Comunicação Fibria, 2011. p. 29-32.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. **Base de dados FAOSTAT**. 2011. Disponível em: <<http://www.faostat.fao.org>>. Acesso em: 26 mar. 2011.

FONSECA, I. S.; GOMES, M. F. M. **Construção e uso de índices de preço**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2003. 39 p. (Caderno Didático, 11)

FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS – FGV. **FGV Dados**. Disponível em: <[http://www14.fgv.br/novo\\_fgvdados/visualizaconsulta.aspx?cntrl=2062465943](http://www14.fgv.br/novo_fgvdados/visualizaconsulta.aspx?cntrl=2062465943)>. Acesso em: 17 mar. 2011.

FUNCHAL, M. O Setor de Papel e Celulose: Tendências e Perspectivas. **Guia Técnico Referência: Anuário do Setor Industrial Madeireiro**, Curitiba, v. 13, n. 111, p. 131-134, 2011.

HILGEMBERG, E. M.; BACHA, C. J. C. A evolução da indústria brasileira de celulose e sua atuação no mercado mundial. **Análise Econômica**, Porto Alegre, v. 19, n 36, p. 67-92, 2001.

HORTA, M. H.; SOUZA, C. F. B. **A inserção das exportações brasileiras**: análise setorial no período 1980/1996. Rio de Janeiro: IPEA, 2000. 39 p. (Texto para discussão nº 736)

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **IBGE**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 8 abr. 2011.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA. **Ipeadata**. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br>>. Acesso em: 14 mar. 2011.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT. **Celulose e papel**: tecnologia de fabricação da pasta celulósica. 2. ed. São Paulo: IPT, 1988. v.1, 558 p.

KLOCK, U. **Matéria prima e pátio da indústria de celulose e papel**. Curitiba: DETF/SCA/UFPR, 2011. (Notas de aula de AT 105 (AT 059) – Polpa e Papel do curso de Engenharia Industrial Madeireira).

LUSTOSA, L.; MESQUITA, M. A.; QUELHAS, O. L. G.; OLIVEIRA, R. J. **Planejamento e controle da produção**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008. 355 p.

MAGALHÃES, G. F. P. **Teorias da demanda e oferta**. Viçosa: UFV, 1981. 89 p. (Caderno Didático, 88)

MANKIW, N. G. **Introdução à economia**. 5. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2009. 851 p.

MONTEBELLO, A. E. S. **Análise da evolução da indústria brasileira de celulose no período de 1980 a 2005**. 2006. 115 f. Dissertação (Mestrado Economia Aplicada), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2006.

PELLEGRINI, F. R. **Metodologia para implementação de sistemas de previsão de demanda**. 2000. 146 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

PINHO, D. B.; VASCONCELLOS, M. A. S. de (Org.). **Manual da Economia**. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 2003. 605 p.

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

VASCONCELLOS, M. A. S.; GARCIA, M. E. **Fundamentos de economia**. São Paulo: Saraiva, 1999. 240 p.

SEIFFERT, M. O.; BACHA, C. J. C. Análise da comercialização interna e externa da celulose brasileira. In: XLV CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL – SOBER, 55., 2007, Londrina. **Anais...** Londrina: UEL, 2007. 21 p.

SOARES, N. S.; SILVA, M. L.; VALVERDE, S. R.; LIMA, J. E.; SOUZA, U. R. Análise do mercado brasileiro de celulose, 1969 – 2005. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 33, n. 3, p. 563-573, 2009.

TUBINO, D. F. **Planejamento e controle da produção**. São Paulo: Atlas, 2008. 190 p.

## **APÊNDICES**

Apêndice A – Valores utilizados para a previsão da demanda da exportação de celulose e papel

Data	US\$*	Tx câmbio (R\$/US\$)	IGP-DI	R\$*	Data	US\$*	Tx câmbio (R\$/US\$)	IGP-DI	R\$*
1996.01	213,6	0,97	125,397	742,42	1999.10	186,0	1,97	170,182	963,56
1996.02	139,2	0,98	126,353	483,39	1999.11	189,8	1,93	174,496	939,34
1996.03	187,4	0,99	126,627	652,79	1999.12	195,2	1,84	176,647	911,42
1996.04	170,5	0,99	127,509	592,28	2000.01	217,0	1,80	178,454	981,70
1996.05	168,4	0,99	129,655	578,26	2000.02	225,4	1,77	178,8	1.001,55
1996.06	129,1	1,00	131,24	440,77	2000.03	172,6	1,74	179,128	751,16
1996.07	152,0	1,01	132,674	516,27	2000.04	227,9	1,77	179,357	1.005,50
1996.08	152,0	1,01	132,679	519,58	2000.05	227,9	1,83	180,563	1.032,74
1996.09	174,6	1,02	132,849	599,47	2000.06	225,5	1,81	182,236	1.001,27
1996.10	160,5	1,02	133,141	552,76	2000.07	218,6	1,80	186,353	943,92
1996.11	161,2	1,03	133,517	556,49	2000.08	253,1	1,81	189,746	1.080,21
1996.12	118,5	1,04	134,689	408,26	2000.09	219,9	1,84	191,049	947,52
1997.01	201,8	1,04	136,814	688,30	2000.10	207,6	1,92	191,763	928,80
1997.02	149,9	1,05	137,39	512,32	2000.11	166,1	1,95	192,506	752,38
1997.03	138,7	1,06	138,99	471,62	2000.12	159,2	1,96	193,97	720,97
1997.04	135,7	1,06	139,807	460,66	2001.01	305,6	1,95	194,92	1.371,35
1997.05	183,2	1,07	140,229	624,44	2001.02	153,6	2,00	195,58	703,50
1997.06	159,2	1,07	141,207	542,11	2001.03	220,1	2,09	197,151	1.043,70
1997.07	179,2	1,08	141,33	612,91	2001.04	191,7	2,19	199,374	943,77
1997.08	176,8	1,09	141,268	609,32	2001.05	182,2	2,30	200,251	935,72
1997.09	157,4	1,09	142,101	541,92	2001.06	156,5	2,38	203,167	819,34
1997.10	162,1	1,10	142,587	559,53	2001.07	166,1	2,47	206,45	888,10
1997.11	149,2	1,11	143,771	514,10	2001.08	173,1	2,51	208,315	933,62
1997.12	185,6	1,11	144,765	638,95	2001.09	128,0	2,67	209,111	731,98
1998.01	181,5	1,12	146,038	622,86	2001.10	184,2	2,74	212,135	1.064,95
1998.02	171,0	1,13	146,067	590,27	2001.11	137,5	2,54	213,756	731,98
1998.03	182,3	1,13	146,408	631,73	2001.12	167,5	2,36	214,137	827,05
1998.04	177,6	1,14	146,211	620,11	2002.01	165,1	2,38	214,535	818,88
1998.05	151,3	1,15	146,544	530,27	2002.02	146,2	2,42	214,927	736,47
1998.06	192,9	1,15	146,951	678,26	2002.03	148,3	2,35	215,17	724,14
1998.07	163,2	1,16	146,398	579,29	2002.04	169,9	2,32	216,673	814,38
1998.08	145,6	1,17	146,144	522,45	2002.05	121,0	2,48	219,07	613,18
1998.09	151,4	1,18	146,111	547,60	2002.06	88,9	2,71	222,872	484,70
1998.10	155,6	1,19	146,063	566,62	2002.07	206,5	2,93	227,441	1.192,66
1998.11	141,7	1,19	145,797	518,93	2002.08	242,4	3,11	232,818	1.449,54
1998.12	157,4	1,20	147,231	576,53	2002.09	159,0	3,34	238,973	995,67
1999.01	158,1	1,50	148,921	713,62	2002.10	233,7	3,81	249,042	1.598,77
1999.02	153,4	1,91	155,528	844,91	2002.11	175,2	3,58	263,58	1.064,43
1999.03	184,1	1,90	158,6	985,52	2002.12	175,4	3,63	270,692	1.051,48
1999.04	173,9	1,69	158,647	830,84	2003.01	232,4	3,44	276,578	1.293,58
1999.05	194,4	1,68	158,1	926,36	2003.02	226,3	3,59	280,984	1.294,85
1999.06	166,6	1,76	159,711	824,02	2003.03	224,9	3,45	285,64	1.214,92
1999.07	176,2	1,80	162,253	875,12	2003.04	222,5	3,12	286,815	1.083,07
1999.08	183,2	1,88	164,612	936,57	2003.05	254,3	2,95	284,9	1.180,82
1999.09	183,6	1,90	167,028	933,56	2003.06	193,5	2,88	282,913	882,65

Continua

## Apêndice A – Cont.

Data	US\$*	Tx câmbio (R\$/US\$)	IGP-DI	R\$*	Data	US\$*	Tx câmbio (R\$/US\$)	IGP-DI	R\$*
2003.07	273,9	2,88	282,349	1.250,32	2007.05	379,1	1,98	347,421	967,81
2003.08	203,2	3,00	284,105	961,18	2007.06	432,8	1,93	348,328	1.074,35
2003.09	255,5	2,92	287,081	1.164,36	2007.07	390,6	1,88	349,628	941,36
2003.10	251,6	2,86	288,337	1.117,85	2007.08	446,4	1,97	354,495	1.108,06
2003.11	212,5	2,91	289,718	956,87	2007.09	334,7	1,90	358,633	793,49
2003.12	248,0	2,92	291,462	1.114,02	2007.10	422,7	1,80	361,308	943,05
2004.01	284,9	2,85	293,793	1.237,90	2007.11	407,8	1,77	365,1	884,73
2004.02	183,0	2,93	296,976	808,26	2007.12	441,9	1,79	370,485	953,40
2004.03	291,6	2,90	299,746	1.265,30	2008.01	457,8	1,77	374,139	971,72
2004.04	180,3	2,91	303,184	773,76	2008.02	463,1	1,73	375,558	953,57
2004.05	229,4	3,10	307,616	1.034,96	2008.03	411,6	1,71	378,194	831,80
2004.06	237,3	3,13	311,576	1.066,66	2008.04	319,8	1,69	382,414	632,08
2004.07	259,5	3,04	315,113	1.119,49	2008.05	784,1	1,66	389,585	1.495,82
2004.08	213,8	3,00	319,244	900,41	2008.06	312,3	1,62	396,954	570,04
2004.09	286,0	2,89	320,788	1.154,01	2008.07	704,4	1,59	401,406	1.249,81
2004.10	230,3	2,85	322,492	912,05	2008.08	482,7	1,61	399,87	871,12
2004.11	255,4	2,79	325,148	979,61	2008.09	501,6	1,80	401,327	1.006,70
2004.12	217,6	2,72	326,833	810,05	2008.10	522,6	2,17	405,707	1.252,81
2005.01	249,1	2,69	327,915	915,85	2008.11	464,1	2,27	405,982	1.159,52
2005.02	257,0	2,60	329,241	907,67	2008.12	369,8	2,39	404,185	980,52
2005.03	295,8	2,70	332,49	1.077,27	2009.01	433,1	2,31	404,244	1.106,63
2005.04	288,5	2,58	334,17	996,83	2009.02	357,8	2,31	403,737	917,34
2005.05	245,1	2,45	333,321	807,30	2009.03	348,3	2,31	400,353	901,11
2005.06	304,3	2,41	331,823	990,75	2009.04	403,1	2,21	400,53	993,75
2005.07	258,2	2,37	330,484	830,01	2009.05	323,6	2,06	401,232	743,94
2005.08	271,9	2,36	327,887	876,26	2009.06	406,0	1,96	399,966	889,34
2005.09	246,9	2,29	327,454	774,45	2009.07	453,6	1,93	397,393	987,41
2005.10	300,7	2,26	329,529	921,70	2009.08	383,2	1,84	397,758	795,66
2005.11	313,2	2,21	330,619	937,35	2009.09	442,0	1,82	398,738	902,79
2005.12	351,3	2,28	330,835	1.086,16	2009.10	436,9	1,74	398,575	852,88
2006.01	289,3	2,27	333,222	883,67	2009.11	459,4	1,73	398,857	889,72
2006.02	303,1	2,16	333,03	880,59	2009.12	526,5	1,75	398,407	1.035,23
2006.03	352,9	2,15	331,531	1.025,18	2010.01	472,0	1,78	402,425	934,28
2006.04	301,4	2,13	331,607	866,24	2010.02	485,9	1,84	406,826	984,47
2006.05	294,0	2,18	332,851	861,01	2010.03	656,4	1,79	409,399	1.281,50
2006.06	357,9	2,25	335,067	1.074,95	2010.04	545,3	1,76	412,341	1.039,63
2006.07	318,7	2,19	335,637	930,50	2010.05	571,4	1,81	418,811	1.107,25
2006.08	374,9	2,16	337,011	1.073,43	2010.06	574,5	1,81	420,241	1.105,28
2006.09	325,6	2,17	337,817	935,68	2010.07	542,3	1,77	421,154	1.019,92
2006.10	325,9	2,15	340,541	920,34	2010.08	554,2	1,76	425,788	1.024,96
2006.11	355,8	2,16	342,482	1.003,32	2010.09	542,4	1,72	430,453	969,18
2006.12	341,9	2,15	343,384	958,06	2010.10	577,1	1,68	434,882	999,80
2007.01	354,5	2,14	344,85	983,85	2010.11	571,1	1,71	441,754	991,30
2007.02	324,9	2,10	345,652	882,04	2010.12	652,7	1,69	443,427	1.115,63
2007.03	391,9	2,09	346,407	1.057,54	2011.01	570,7	1,67	447,764	955,35
2007.04	346,9	2,03	346,878	909,57					

\*Milhões

Fonte: Adaptado de IPEA (2011); Brasil (2011); FGV (2011).

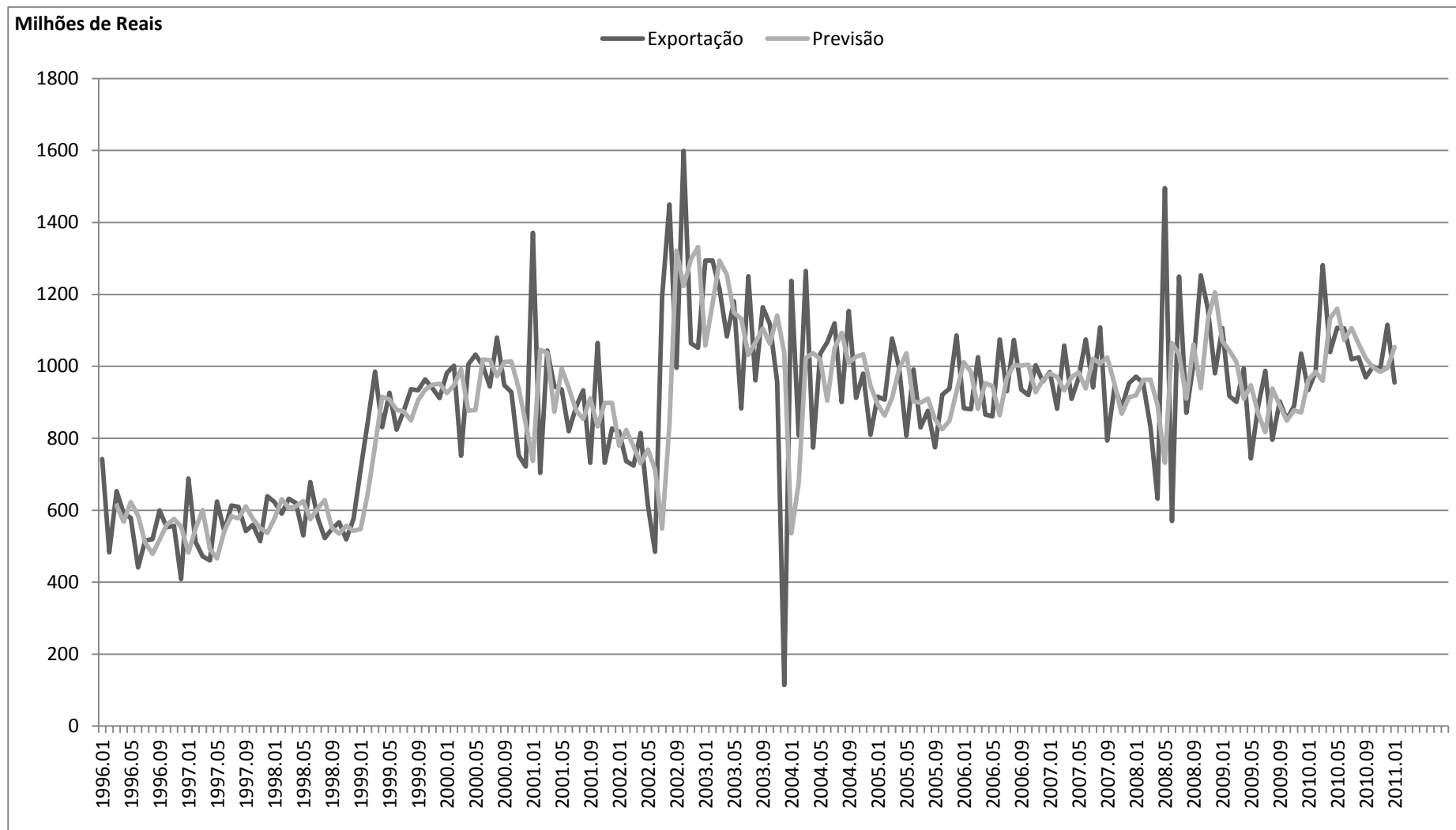


Apêndice B – Previsão da demanda da exportação de celulose e papel do Brasil de 2011 a 2016

<b>Data</b>	<b>R\$*</b>	<b>Data</b>	<b>R\$*</b>	<b>Data</b>	<b>R\$*</b>
2011.02	1044,086	2013.02	1315,238	2015.02	1254,113
2011.03	1003,898	2013.03	1088,307	2015.03	1277,972
2011.04	1174,392	2013.04	1133,463	2015.04	1235,102
2011.05	886,5695	2013.05	1200,54	2015.05	1246,228
2011.06	1255,634	2013.06	1150,435	2015.06	1324,665
2011.07	1252,129	2013.07	1123,624	2015.07	1279,091
2011.08	1128,721	2013.08	1052,071	2015.08	1280,708
2011.09	1423,642	2013.09	1132,866	2015.09	1263,665
2011.10	1237,614	2013.10	1133,826	2015.10	1158,573
2011.11	1213,724	2013.11	1198,918	2015.11	934,0783
2011.12	1281,931	2013.12	1077,936	2015.12	1503,816
2012.01	1230,592	2014.01	1260,81	2016.01	1081,6
2012.02	1162,804	2014.02	1128,276	2016.02	1415,882
2012.03	1185,114	2014.03	1084,666	2016.03	1171,409
2012.04	1145,54	2014.04	1268,666	2016.04	1219,83
2012.05	1156,04	2014.05	957,5809	2016.05	1291,825
2012.06	1228,994	2014.06	1355,983	2016.06	1237,726
2012.07	1186,896	2014.07	1351,976	2016.07	1208,701
2012.08	1188,581	2014.08	1218,529	2016.08	1131,564
2012.09	1172,946	2014.09	1536,665	2016.09	1218,284
2012.10	1075,564	2014.10	1335,653	2016.10	1219,138
2012.11	867,2863	2014.11	1309,659	2016.11	1288,939
2012.12	1396,497	2014.12	1383,035	2016.12	1158,704
2013.01	1004,566	2015.01	1327,435	-	-

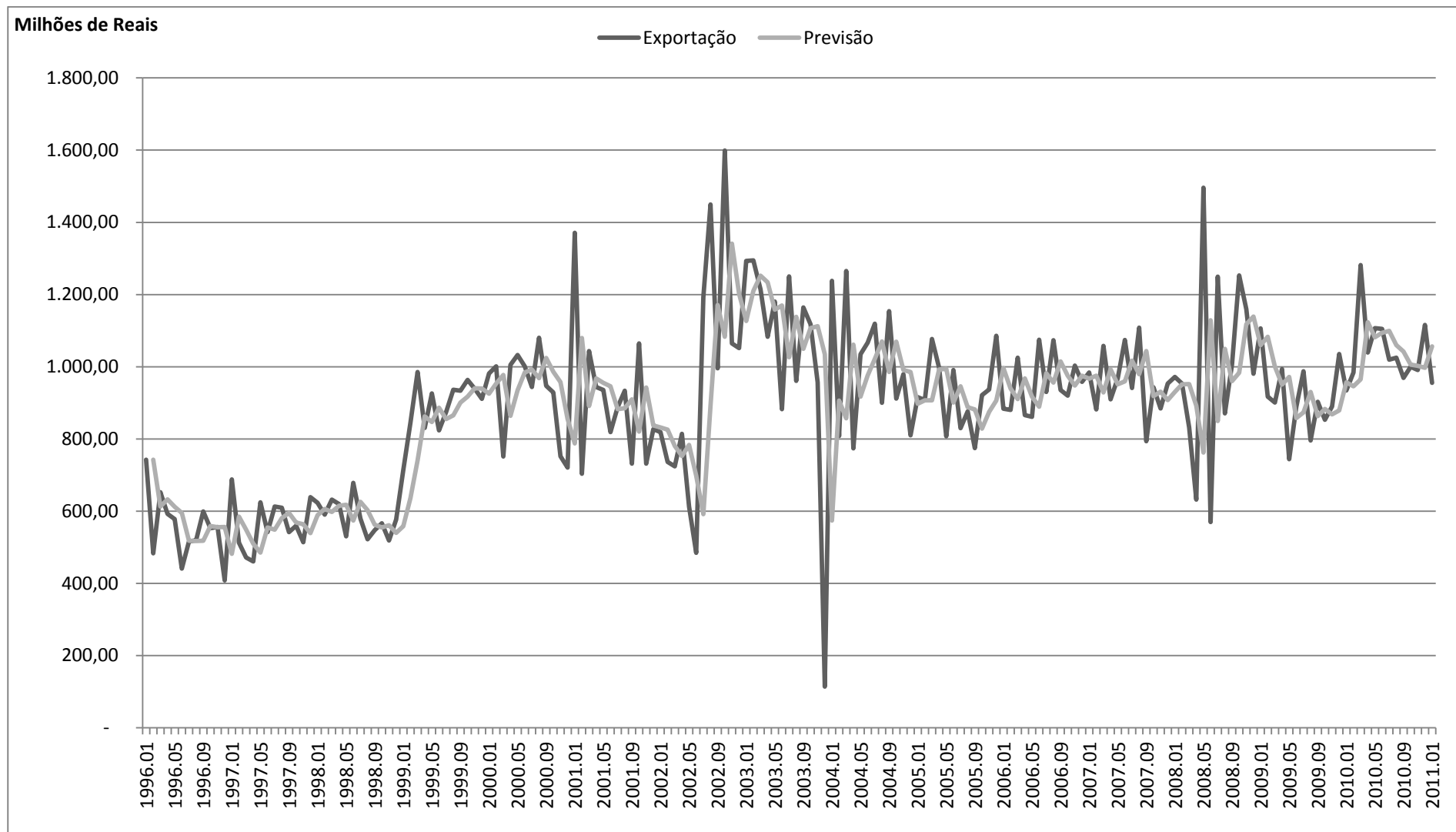
\*Milhões

Fonte: O autor.



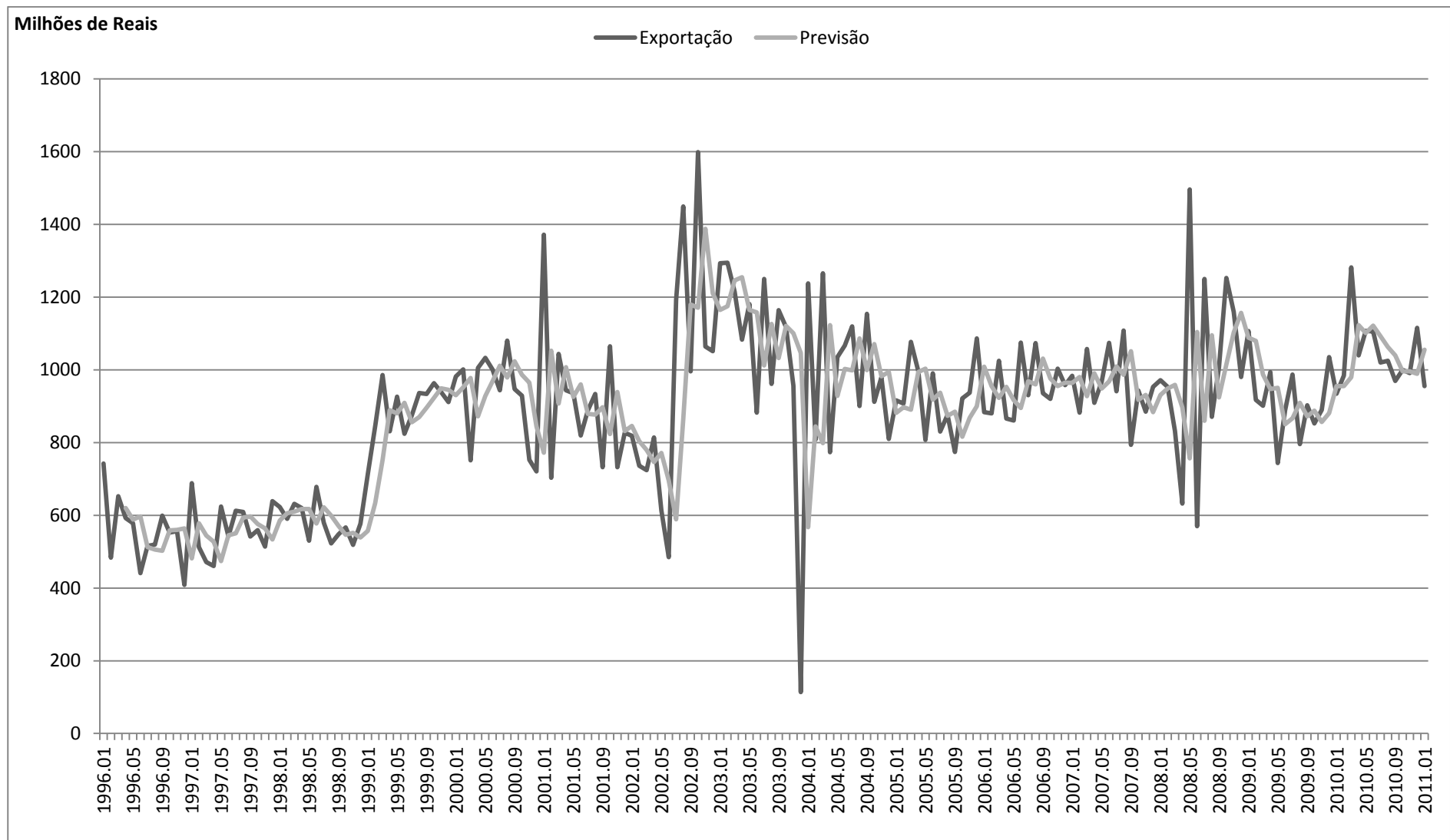
Apêndice C – Previsão da média móvel de dois meses

Fonte: O autor.



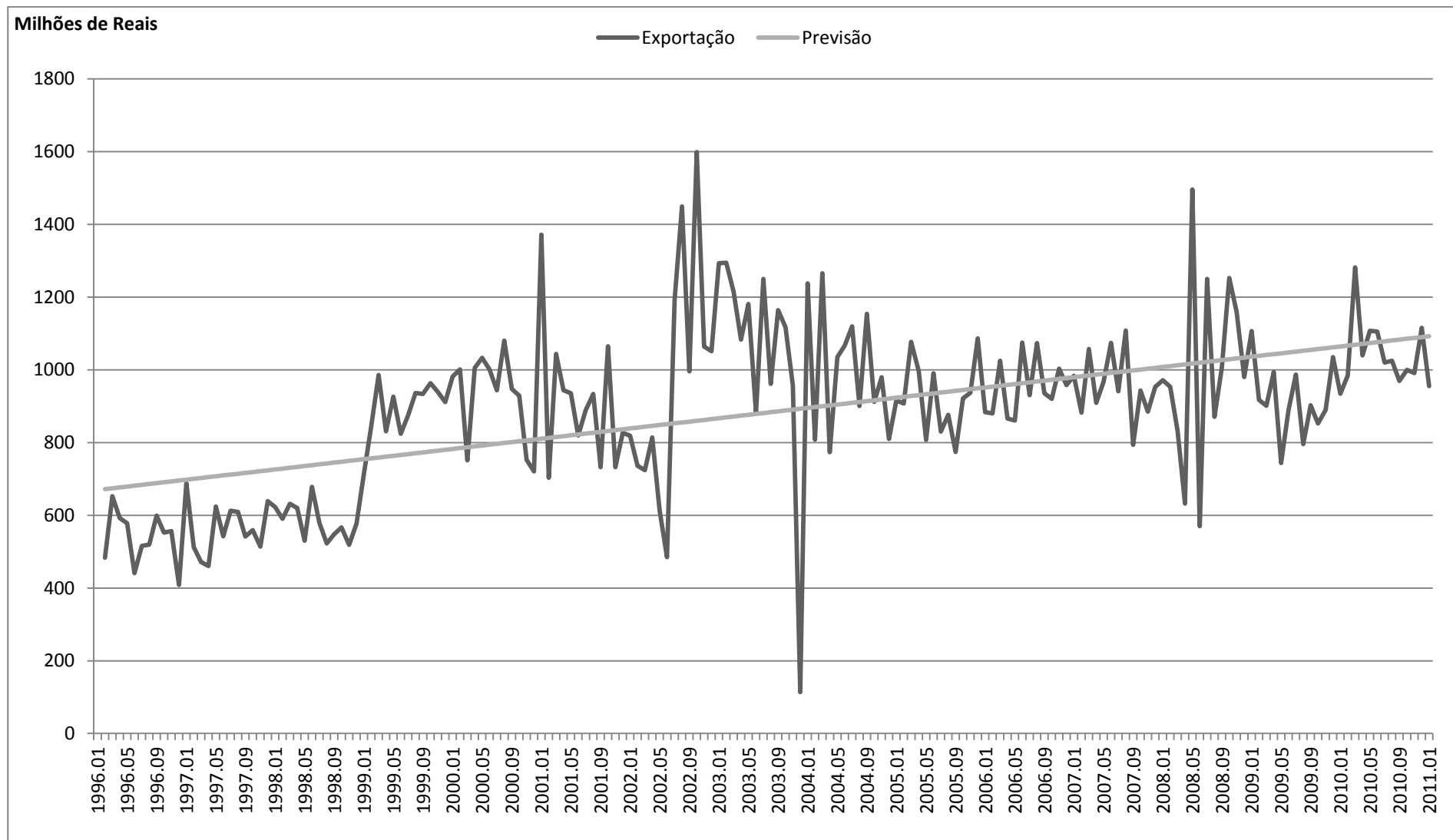
Apêndice D – Previsão da média exponencial móvel com  $M\alpha = 0,50$

Fonte: O autor.



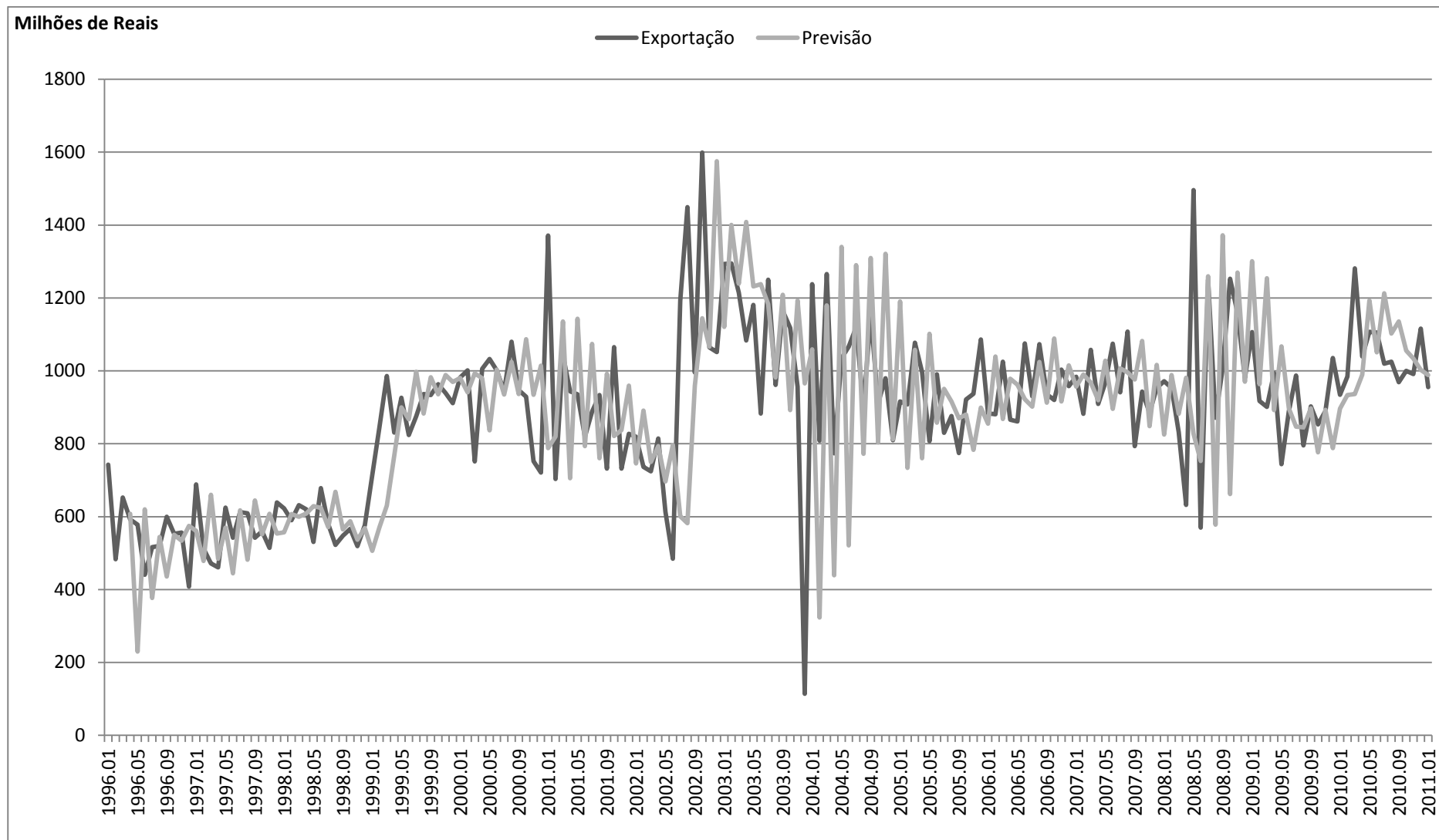
Apêndice E – Previsão da média móvel ponderada

Fonte: O autor.



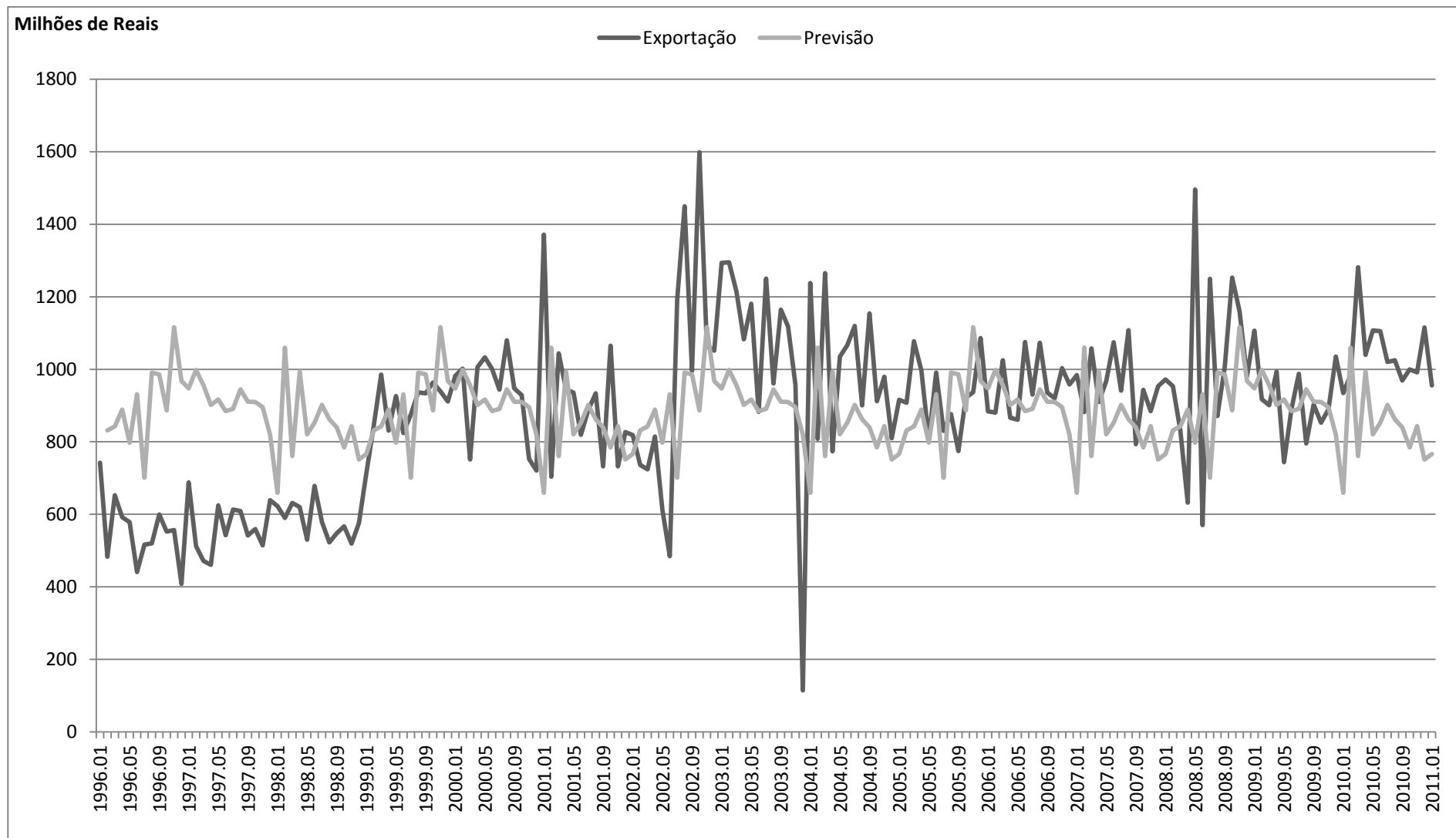
Apêndice F – Previsão da equação linear para a tendência

Fonte: O autor.



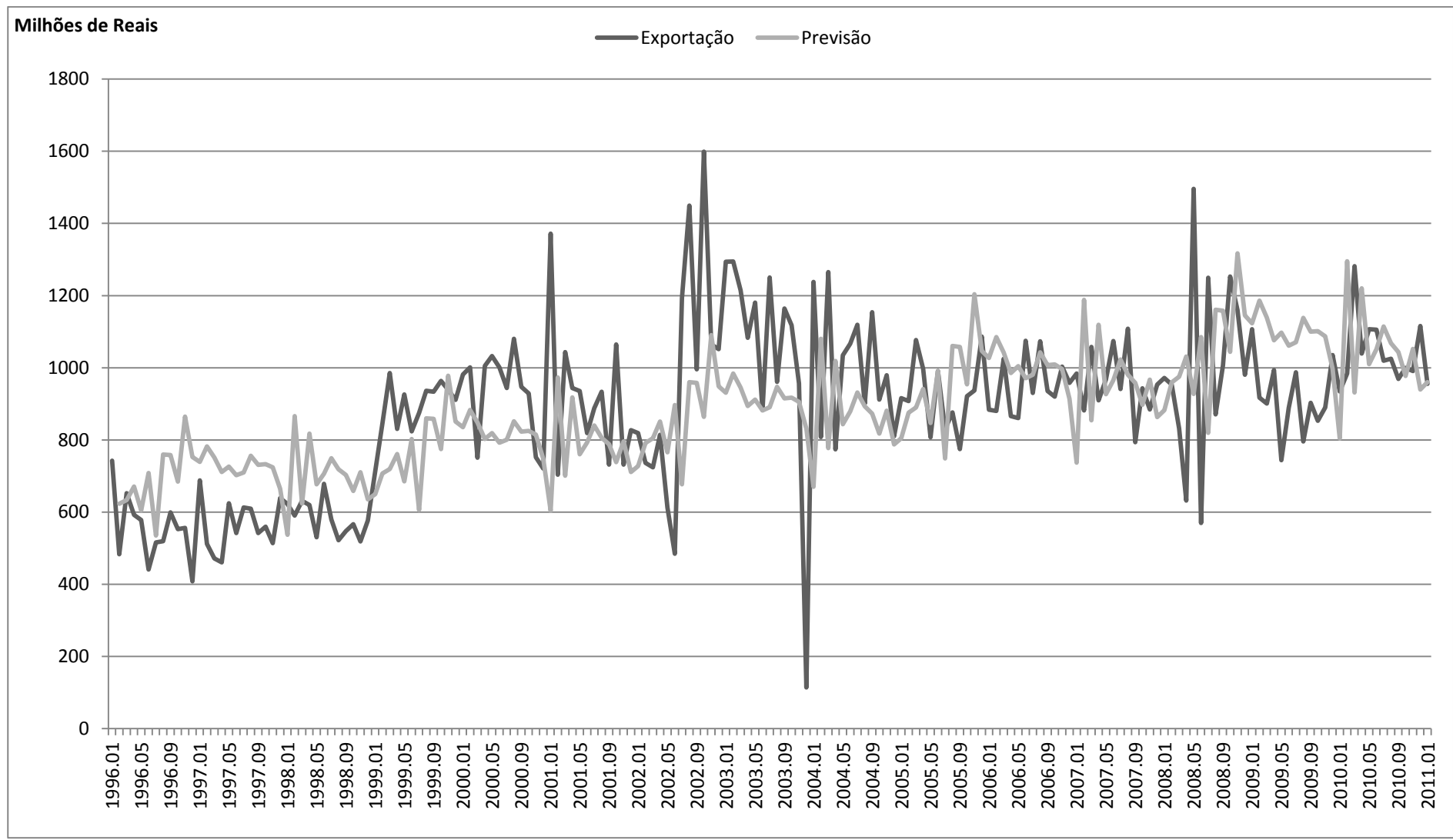
Apêndice G – Previsão do ajustamento exponencial para a tendência

Fonte: O autor.



Apêndice H – Previsão da sazonalidade simples

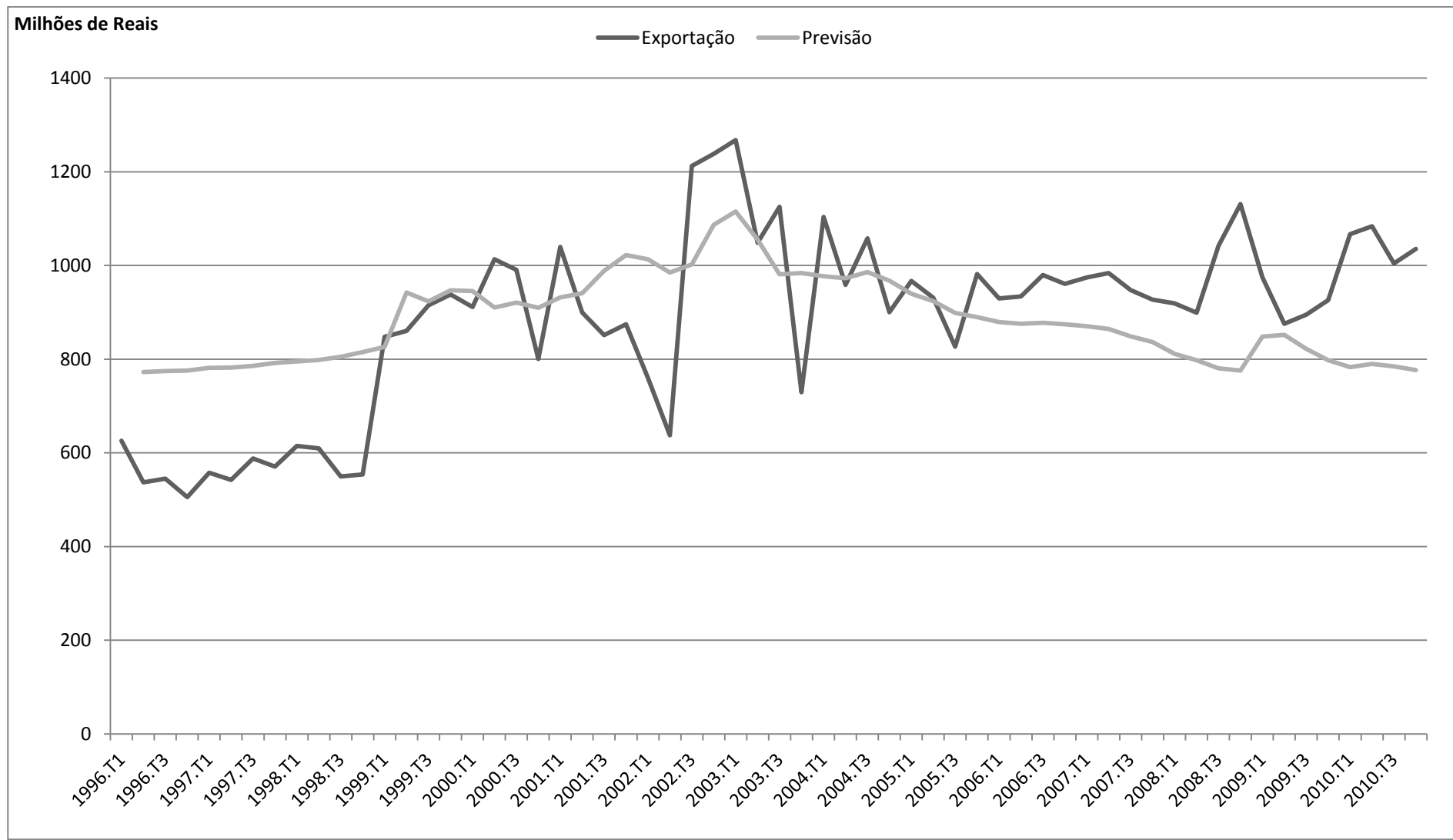
Fonte: O autor.



Apêndice I – Previsão da sazonalidade com tendência

Fonte: O autor.





Apêndice J – Previsão que utiliza a correlação

Fonte: O autor.