

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS**

**MÉTODO BOX E JENKINS NA ESTIMATIVA DE PREÇOS DE CELULOSE DE
FIBRA CURTA BRASILEIRA**

MARCELA GUEDES DOURADO

Cruz das Almas – BA

Fevereiro de 2019.

MARCELA GUEDES DOURADO

**MÉTODO BOX E JENKINS NA ESTIMATIVA DE PREÇOS DE CELULOSE DE
FIBRA CURTA BRASILEIRA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Colegiado do Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB pela estudante Marcela Guedes Dourado como requisito parcial para obtenção do grau de bacharel em Engenharia Florestal, sob orientação do Professor Doutor Liniker Fernandes da Silva.

Cruz das Almas – BA

Fevereiro de 2019.

**MÉTODO BOX E JENKINS NA ESTIMATIVA DE PREÇOS CELULOSE DE FIBRA
CURTA BRASILEIRA**

MARCELA GUEDES DOURADO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Colegiado do Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB pela estudante Marcela Guedes Dourado como requisito parcial para obtenção do grau de bacharel em Engenharia Florestal, sob orientação do Professor Doutor Liniker Fernandes da Silva.

Aprovado em: 33/02/2019

Comissão examinadora:

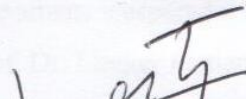


Professor Liniker Fernandes da Silva (Doutor/UFRB)

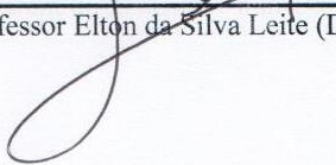
Orientador



Professor Deoclides Ricardo de Souza (Doutor/UFRB)



Professor Elton da Silva Leite (Doutor/UFRB)



AGRADECIMENTOS

A Deus, que foi minha maior força nos momentos de angústia e desespero. Sem ele, nada disso seria possível. Obrigada, senhor, por colocar esperança, amor e fé no meu coração.

Gostaria de agradecer minha família. Especialmente, meus pais Celimar e Leônia, por serem essenciais na minha vida, por me incentivarem a ser uma pessoa melhor e não desistir dos meus sonhos.

Aos meus irmãos, Aldo e Maria Eduarda, obrigada pelo apoio e torcida. Sou grata a minha avó Aida, “in memoriam” ao meu avô Sinvaldo e a minha avó Neuza pelos ensinamentos e valores passados.

A meu namorado Henrique e toda sua família pelo apoio, compreensão, incentivo e carinho.

A todos os meus amigos, especialmente a Raquel, Lucas, Ítalo, Thaine, Geovana, Aldair, Natália e Jones, que deram uma contribuição valiosa para a minha jornada acadêmica.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná e Prefeitura de Boa Esperança do Iguazu pela oportunidade de fazer o estágio supervisionado.

Aos professores Dr. Eleandro Brun e Dr^a. Flávia Brun, por todo apoio, atenção e dedicação.

Ao meu orientador Prof. Dr. Liniker Fernandes da Silva, pela orientação, apoio, conselho e amizade. Manifesto aqui minha gratidão eterna por compartilhar sua sabedoria, o seu tempo e sua experiência.

Sou grata a todos os professores que se dedicaram a ensinar e compartilhar todo o seu conhecimento.

A Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, que me proporcionou a chance de expandir meus horizontes, a direção, administração e demais colaboradores.

Agradeço aos professores participantes da banca examinadora pela disponibilidade e contribuição neste momento tão importante e esperado: Prof. Dr. Deoclides Ricardo de Souza, Prof. Dr. Elton da Silva Leite e Prof. Dr. Liniker Fernandes da Silva.

A todos que me ajudaram diretamente e indiretamente neste trabalho.

MÉTODO BOX E JENKINS NA ESTIMATIVA DE PREÇOS DE CELULOSE DE FIBRA CURTA BRASILEIRA

RESUMO

O planejamento florestal mostra-se cada vez mais essencial para subsidiar o desenvolvimento do setor, o que torna fundamental o conhecimento do comportamento dos preços dos produtos florestais ao longo dos anos, com intuito de prever valores futuros e auxiliar a tomada de decisões das empresas de base florestal. Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar a metodologia Box e Jenkins (1976), empregada para a realizar a previsão do preço de celulose de fibra curta brasileira. Considerou o preço do período de janeiro de 2007 a abril de 2014 para o ajuste do modelo e o período de junho de 2014 a maio de 2015 para validação da previsão. A seleção do modelo mais adequado baseou-se aos menores valores observados nos critérios de Akaike (AIC) e Schwarz (SCH), significância dos coeficientes, ao valor superior R^2 ajustado, no princípio de parcimônia e no comportamento dos resíduos. Os resultados alcançados indicou que o modelo apropriado para prever o preço de celulose de fibra curta brasileira, foi um ARIMA (1, 1, 2).

Palavras-chave: Séries temporais; produtos florestais; modelo ARIMA.

BOX AND JENKINS METHODS IN THE BRAZILIAN SHORT FIBER CELLULOSE PRICE ESTIMATE

ABSTRACT

Forest planning is increasingly essential to support the development of the sector, which makes it fundamental to know the behavior of forest product prices over the years, in order to predict future values and to help forest base. In view of the above, this work aimed to evaluate the Box and Jenkins (1976) methodology, used to forecast the price of Brazilian hardwood pulp. He considered the price of the period from January 2007 to April 2014 for the adjustment of the model and the period from June 2014 to May 2015 for validation of the forecast. The selection of the most appropriate model was based on the lowest values observed in the Akaike (AIC) and Schwarz (SCH) criteria, significance of the coefficients, the upper R^2 adjusted, the parsimony principle and the residue behavior. The results indicated that the appropriate model to predict the price of Brazilian hardwood pulp was ARIMA (1, 1, 2).

Keywords: Time series; forest products; model ARIMA.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. MATERIAIS E MÉTODOS	10
2.1 Fonte de dados	10
2.2 Identificação.....	10
2.3 Estimação.....	12
2.4 Avaliação	12
2.5 Previsão.....	12
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
3.1 Identificação.....	14
3.2 Estimação.....	16
3.3 Avaliação	17
3.4 Previsão.....	19
4. CONCLUSÃO	22
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23
6. ANEXOS.....	25

1. INTRODUÇÃO

O setor florestal brasileiro vem crescendo nos últimos anos com novas áreas de florestas plantadas, dispõe de alta capacidade produtividade e produtos de qualidade, e desempenha papel importante na economia do país, em termos de geração de renda, empregos e impostos. Do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro, 1,1% são gerados pelo setor de árvores plantadas (IBA, 2017).

De acordo com o segmento de celulose e papel no Brasil é altamente competitivo, resultado de investimentos em pesquisas e desenvolvimento, bem como as condições do clima e solo no país (HORA E MELO, 2016).

Vale ressaltar que no ano de 2016 dos 7,84 milhões de hectares de árvores plantadas no Brasil, cerca de 34% foi referente ao setor de celulose e papel. Sendo que a produção brasileira de celulose cresceu 8,1%, colocando o país na segunda posição entre os maiores produtores mundiais de celulose (IBA, 2017).

Neste cenário, o estado da Bahia destaca-se como o quarto estado brasileiro no quesito área plantada com árvores de eucalipto, dos 16 milhões de m³ gerados pelo setor florestal estadual em 2016, cerca de 86% foi para atender a indústria de celulose e papel, salientando que a produção destinada ao segmento de celulose e papel é a mais expressiva no estado (ABAF, 2017).

O planejamento florestal mostra-se cada vez mais essencial para subsidiar o desenvolvimento do setor, o que torna fundamental o conhecimento do comportamento dos preços dos produtos florestais ao longo dos anos, com intuito de prever valores futuros e auxiliar a tomada de decisões das empresas de base florestal (SOUZA, et al., 2017).

No campo florestal, alguns trabalhos já foram desenvolvidos aplicando o método Box e Jenkins, tal como: Castro et al., (2011), analisou a eficiência do método para prever a produção de celulose de fibra curta no Brasil. Almeida, et al. (2009), utilizou o modelo ARIMA, para a previsão do preço pago às exportações de compensado para o Estado do Paraná. Cordeiro et al., (2010) aplicou as técnicas estatísticas de previsão para prever os preços de exportação da madeira serrada de pinus no Brasil.

A metodologia de Box e Jenkins (1976), baseia-se em prever os valores futuros da variável previsão, tomando como referência apenas seus valores presentes e passados, através do ajuste dos modelos autorregressivos integrados e média móveis (ARIMA). O método constrói modelo que descrevem as previsões com base em séries temporais, de forma

parcimoniosa, proporcionando base para: economia e planejamento de negócios; controle e otimização de processos industriais e controle de produção (GUJARATI, 2011; ALMEIDA et al., 2011).

Neste contexto, este trabalho teve como objetivo avaliar a metodologia Box e Jenkins (1976), empregada para a realização de previsões do preço de celulose de fibra curta brasileira.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Fonte de dados

Para ajuste do modelo, foi utilizada série mensal com preços FOB (Free On Bord) da celulose de fibra curta brasileira, no período de janeiro de 2007 a maio de 2015, totalizando 101 observações, obtidos pelo do sistema Comexstat, do Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (Mdic).

Das 101 observações, as primeiras 89, de janeiro de 2007 a abril de 2014, foram utilizadas para o ajuste do modelo, as últimas 12 observações de junho de 2014 maio de 2015, foram reservadas para validação como fonte de comparação dos dados da previsão de preços com a escolha da equação que foi estimada.

Os dados foram analisados em quatro etapas para construção do modelo: identificação, estimação, avaliação e previsão, de acordo com Box e Jenkins (1976).

2.2 Identificação

A identificação compreende um conjunto de procedimentos necessários para a determinação do número de defasagens usadas nos processos de Média Móvel e Autoregressivo, bem como, a identificação do número de diferenciações necessárias. Conforme a metodologia, tem-se as seguintes classes de modelos:

Na média móvel (MA), a série temporal Y_t resulta da combinação linear dos termos aleatórios em t período atual com aqueles ocorridos em períodos anteriores. Assim, o modelo de média móvel em sua forma geral ou um MA(q), leva em consideração q valores defasados de ε (equação 1):

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

Em que:

Y_t = variável no tempo t ; θ_l = parâmetro a ser estimado; ε_t = termos aleatórios.

O modelo autorregressivo (AR) a série temporal Y_t é determinada apenas pelos seus valores realizados e pelos termos aleatórios. O modelo de ordem p AR(p) será o resultado da

soma ponderada de seus p valores passados e dos termos aleatórios, ou seja, o comportamento futuro da variável pode ser explicado através do seu comportamento passado (equação 2):

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

Em que: Y_t = variável no tempo t ; ϕ_l = parâmetro a ser estimado; ε_t = termos aleatórios.

A média móvel autorregressivo, é a combinação dos componentes de um modelo AR (p) com os componentes de uma modelo MA (q), formando assim o modelo ARMA. No modelo ARMA (p, q), a série temporal Y_t é função de seus valores históricos e pelos termos aleatórios corrente e passados. Conforme expresso na equação 3.

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

Em que: Y_t = variável no tempo t ; θ = parâmetro do MA; ϕ = parâmetro AR; e ε_t = termos aleatórios.

O modelo autorregressivo, integrado de média móvel (ARIMA), deve ser empregado quando a série temporal analisada não for estacionária, é recomendado aplicar diferenças para que a série se torne estacionária. O número de diferenças necessárias para tornar a série estacionária é classificado como ordem de integração (I). A série temporal Y_t será estacionária após ser diferenciada d vezes, o formato do modelo pode ser descrito como ARIMA (p, d, q), dados pela equação 4.

$$W_t = Y_t - Y_{t-1}(4)$$

W_t = variável diferenciada; Y_t = variável no tempo; Y_{t-1} = variável no período anterior.

Para cada um dos parâmetros de médias móveis (parâmetro q), o filtro autorregressivo estacionário (parâmetro p) e o de integração não-estacionário (parâmetro d), a ordem pode variar. Sendo necessário escolher por modelos de ordem 1 ou 2 com base no princípio de parcimônia, ou seja, deve-se escolher o modelo mais compreensível, com menor conjunto de parâmetros possível para simplificar o entendimento (CORDEIRO, et al., 2010).

2.3 Estimação

Após identificação dos parâmetros d , p e q do modelo, a próxima etapa foi a estimação, que consiste em estimar os parâmetros de componentes autorregressivos e dos componentes de médias móveis. Para obter melhores resultados na utilização da metodologia Box e Jenkins (1976), a amostra deve ter no mínimo 50 observações (SOARES, et al., 2010).

Com base nos resultados da função de autocorrelação e autocorrelação parcial, estimou-se a equação de previsão de preços de celulose de fibra curta brasileira pelo Método Mínimos Quadrados. O software utilizado foi o EViews 7.0.

2.4 Avaliação

A avaliação baseia-se em checar se a equação ajustada foi adequada, verificando o comportamento dos resíduos da mesma, feita por meio da análise do correlograma e do teste Augmented Dickey-Fuller (ADF).

2.5 Previsão

A previsão é realizada quando obtém-se uma equação satisfatória. Depois da escolha da equação, foi feita a previsão para as doze observações no período de junho de 2014 maio de 2015.

Para verificar a qualidade das previsões, foram utilizadas as estatísticas erro absoluto médio (MAE), Raiz Quadrada do Erro Quadrático Médio (RMSE) e Média Percentual Absoluta do Erro (MAPE)

O erro médio absoluto (MAE) é calculado por:

$$MAE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |y_i - \hat{y}_i|}$$

Em que:

y_i e \hat{y}_i são respectivamente ao preço FOB (Free On Bord) observado e estimado da celulose fibra curta para o i -ésimo mês; N - número de observação.

Erro médio quadrático (RMSE) é uma média quadrática que mede a significância do erro, mostrando a diferença entre as previsões e os equivalentes valores observados (LOUREIRO, 2008).

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (y_i - \hat{y}_i)^2}{N}}$$

Em que:

y_i e \hat{y}_i são respectivamente ao preço FOB (Free On Bord) observado e estimado da celulose fibra curta para o i-ésimo mês; N - número de observação.

Média Percentual Absoluta do Erro (MAPE), mede o erro em porcentagem da seguinte forma:

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n |(y_t - \hat{y}_t) / y_t|}{n} \times 100 \text{ se } y_t \neq 0$$

Em que:

y_t são os dados,

\hat{y}_t são os ajustes;

n é o número de observações.

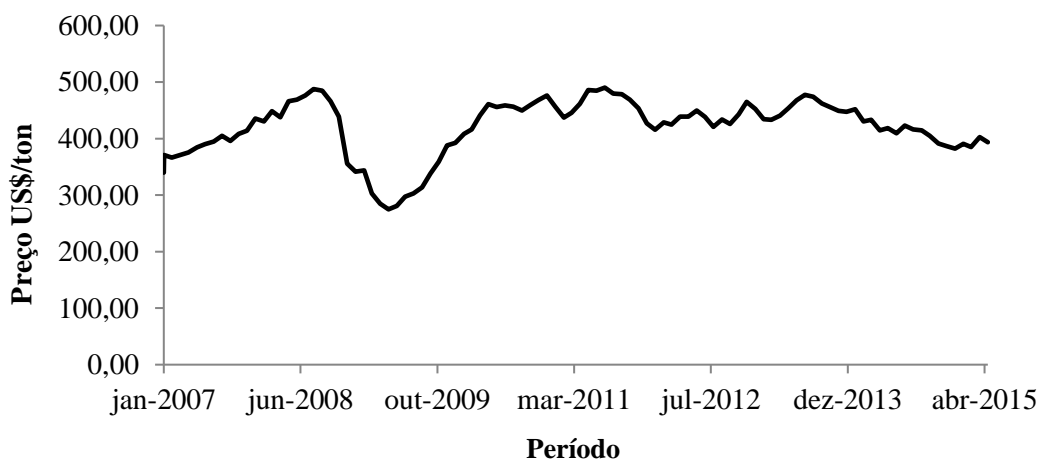
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De posse das séries temporais do preço de celulose de fibra curta brasileira, executou-se a utilização do método ARIMA de acordo com as etapas propostas por Box e Jenkins (1976).

3.1 Identificação

Com verificação gráfica prévia (Figura 1), observa-se tendência de queda, a inexistência de sazonalidade e a não estacionariedade da série de preço de celulose de fibra curta brasileira, de janeiro de 2007 a maio de 2015.

Figura 1. Preço de exportação da celulose de fibra curta brasileira, de janeiro de 2007 a maio de 2015.



Os resultados do Teste de Dickey-Fuller Aumentado (ADF) em nível para as séries mensais de preços de celulose de fibra curta brasileira (Tabela 1) comprovam que a série de preço sob estudo é não-estacionária. Visto que os valores calculados são menores que seus respectivos valores críticos em todos os modelos analisados, ou seja, a hipótese nula de raiz unitária não pode ser rejeitada para a série avaliada.

Tabela 1. Teste de Dickey-Fuller Aumentado (ADF) em nível para as séries mensais de preços de celulose de fibra curta brasileira, de janeiro de 2007 a maio de 2015.

Modelo	Valor crítico em nível de 1%	Valor calculado do teste ADF
Com intercepto e tendência	-4,066981	-2,235263
Somente com intercepto	-3,507394	-2,166488
Sem intercepto e tendência	-2,591813	-0,103063

Visando garantir a estacionariedade das séries temporais, suas variáveis não podem apresentar tendências e devem ser estáveis ao longo do tempo, essa característica é fundamental para a previsão do futuro com base na regressão de séries temporais, corroborando com a permissa de que o futuro se comportará de acordo com o passado (ALMEIDA, et al., 2009; CASTRO, et al., 2011).

Sendo assim, para correção da não estacionariedade nas séries de preços, fez-se necessário proceder transformação de primeira diferenciação, com intuito de torná-la estacionária.

Na primeira diferenciação da série com seus respectivos modelos (Tabela 2), nota-se que o valor calculado do teste ADF é de -6,646621 com significância de -4,066981 a nível de 1%, superior aos valores críticos tabelados, ou seja, a hipótese nula de existência da raiz unitária pode ser rejeitada.

Tabela 2. Teste de Dickey-Fuller Aumentado (ADF) em primeira diferença para as séries mensais de preços de celulose de fibra curta brasileira, de janeiro de 2007 a maio de 2015.

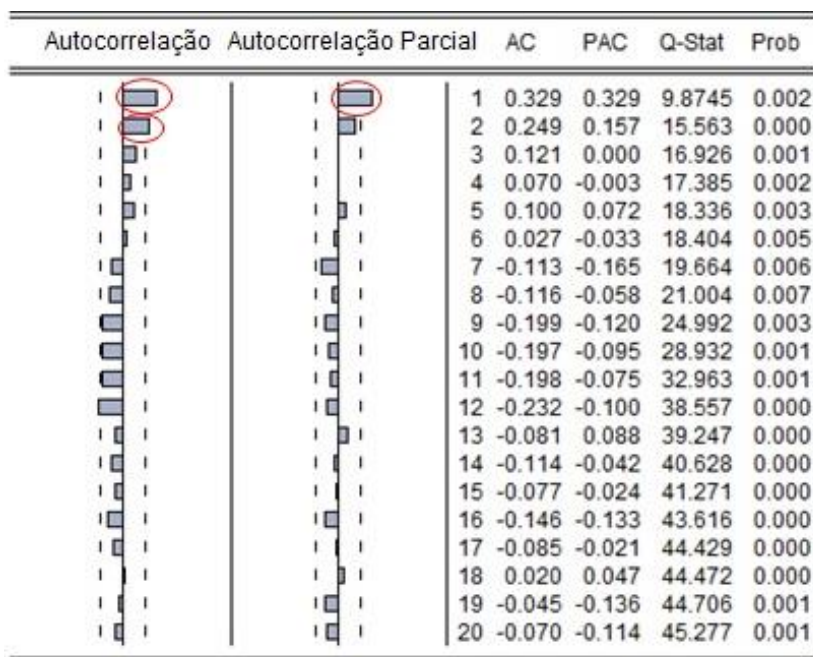
Estatística	Modelo	Valor crítico em nível de 1%	Valor calculado do teste ADF
τ	Com intercepto e tendência	-4,066981	-6,646621
	Somente com intercepto	-3,507394	-6,685330
	Sem intercepto e tendência	-2,591813	-6,724217

De forma similar foi constatado no trabalho de Cordeiro, et al. (2010), em primeira diferença, o valor calculado foi de -9,84, e o valor crítico com 1% de -4,02, rejeitando a hipótese nula de raiz unitária.

As análises das Funções de Autocorrelação (FAC) e Autocorrelação Parcial (FACP), após a aplicação da primeira diferença, ajudou para inferir a presença de estacionariedade,

indicando o modelo a ser utilizado. Observa-se na Figura 2, picos fora do intervalo no lag 1 e 2 da função de autocorrelação e 1 para função de autocorrelação parcial.

Figura 2. Funções de Autocorrelação (FAC) e Autocorrelação Parcial (FACP) em primeira diferença para o preço de celulose de fibra curta brasileira, de janeiro de 2007 a maio de 2015.



AC – Autocorrelação; PAC - Autocorrelação Parcial; Q-Stat – Estatística; Prob – Probabilidade.

3.2 Estimação

Identificado o modelo ARIMA e seus respectivos valores de p, d e q, realizou a estimação dos parâmetros e da variância do resíduo, através do método Mínimos Quadrados (MQO). Obteve as seguintes estimativas para os modelos apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Estimativas dos parâmetros ARIMA (1, 1, 1) e (1, 1, 2) para previsão do preço de celulose de fibra curta brasileira, de janeiro de 2007 a maio de 2015.

Modelo	Parâmetros estimados	AIC	SCH	R²	R² aj
ARIMA (1, 1, 1)	ϕ_1 : 0,000295 (p<0,97) ϕ_2 : 0,653665 (p<0,01) ϕ_3 : -0,346985 (p<0,14)	-3,609369	-3,524338	0,140454	0,119989
ARIMA (1, 1, 2)	ϕ_1 : 0,001067 (p<0,87) ϕ_2 : 0,289852 (p<0,01) ϕ_3 : 0,164438 (p<0,01)	-3,614706	-3,529674	0,145029	0,124672

AIC – Critério de informação Akaike; SCH – Critério de informação Schwarz; R² - Coeficiente de determinação múltipla; R² aj – Coeficiente de determinação múltipla Ajustado.

As duas equações foram estimadas, com base nos critérios de Akaike (AIC), Schwarz (SCH), R², R² ajustado, princípio de parcimônia, na significância dos coeficientes e no comportamento dos resíduos.

Escolheu-se o modelo ARIMA (1, 1, 2), o que mais se ajustou a série de dados para previsão de preço de celulose de fibra curta, devido à significância dos coeficientes, ao maior coeficiente de determinação ajustado (R² aj), e aos menores valores observados para os critérios de AIC e SCH.

3.3 Avaliação

Conforme recomendado por Box e Jenkins (1976), os resíduos devem apresentar comportamento aleatório do tipo ruído branco e coeficientes significativos.

Ao analisar as equações, verificou-se que o comportamento médio dos seus resíduos foi adequado, pelos resultados do teste de Dickey-Fuller Aumentado (ADF), pode-se rejeitar a hipótese nula de raiz unitária, dado que os valores críticos são menores que o valor calculado (Tabela 4). Desta forma, pode-se assegurar que o modelo apresentou-se adequado para as estimações realizadas.

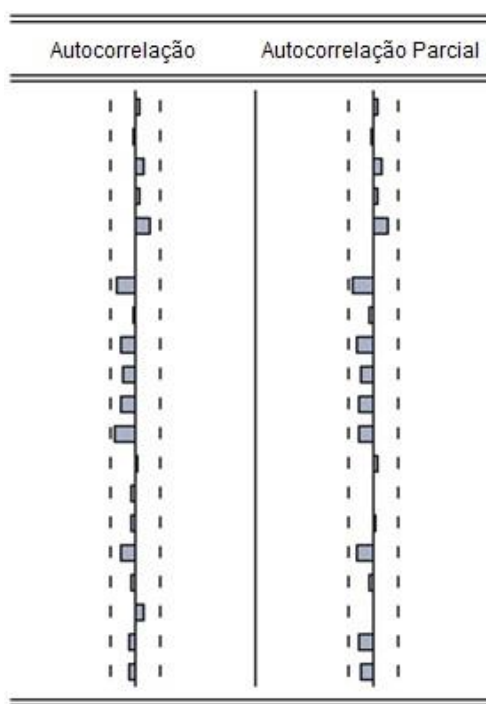
Tabela 4. Teste de Dickey-Fuller Aumentado (ADF) em nível nos resíduos para as séries mensais de preços de celulose de fibra curta brasileira, de janeiro de 2007 a maio de 2015.

Estatística	Modelo	Valor crítico em nível de 1%	Valor calculado do teste ADF
τ	ARIMA (1, 1, 1)	-4,068290	-9,184327
	ARIMA (1, 1, 2)	-4,068290	-8,936308

Em análises aos correlogramas de autocorrelação e autocorrelação parcial do preço externo do compensado paranaense, Almeida et al. (2009), observou que os modelos apresentaram comportamentos semelhantes, indicando a necessidade da avaliação de mais informações para sua escolha, bem como, os critérios estatísticos, principalmente o R^2 ajustado.

Percebe-se que ambas equações apresentaram características desejáveis em relação ao correlograma (Figura 3), por sua vez a equação ARIMA (1, 1, 2) mostrou-se superior para as estimações realizadas em função das estatísticas usadas para avaliação da qualidade das equações.

Figura 3. Critérios de comparação da Autocorrelação (FAC) e Autocorrelação Parcial (FACP) para o modelo ARIMA (1, 1, 2).



Para Coelho Júnior et al (2009b), na escolha da equação deve-se respeitar a condição do ruído branco, observando as funções de autocorrelação e autocorrelação parcial atendendo todas as exigências da teoria. Em estudo das séries de preços da borracha natural nacional, o autor optou-se por prognosticar os valores para 12 períodos adiante, as projeções obtidas pela equação que melhor se adequou, um ARIMA (1, 1, 1), apresentou-se estatisticamente adequado.

3.4 Previsão

Após a análise dos resíduos com a aceitação do modelo adequado, realizou-se a previsão do preço de celulose de fibra curta brasileira, para as doze observações, no período de junho de 2014 a maio de 2015, cujos os dados não foram utilizados no modelo, de forma a verificar o comportamento futuro.

As projeções feitas pelo modelo foram satisfatórias, com raiz quadrada do erro quadrático médio (RMSE) de 2,17, média percentual absoluta do erro (MAPE) de 2,14, e erro médio absoluto (MAE) de 1,89.

Em alguns trabalhos desenvolvidos com base na metodologia proposta por Box e Jenkins, obtiveram resultados bem próximos ao estudado, tal como:

Cordeiro et al. (2010) ao avaliar as previsões do preço de exportação da madeira serrada de Pinus no Brasil, obteve MAPE de 10,02, assim como, Castro et al. (2011) ao analisar as projeções da produção de celulose de fibra curta no Brasil, atingiu média percentual absoluta do erro (MAPE) de 9,54.

Soares et al., (2010a) cita que ao avaliar o preço da madeira de *Eucalyptus* spp nas cidades de Itapeva (SP) e Bauru (SP), com apoio das técnicas de estatísticas de previsão, obteve a média percentual absoluta do erro de 3,53 e 4,45.

Souza et al., (2017) em análise econométrica de preços de carvão vegetal no norte de Minas Gerais, verificou que ao comparar os valores estimados com os valores reais, obteve MAPE de 4,67.

Na Tabela 5 foi calculado o erro percentual (Erro %), com intuito de quantificar o desvio entre o valor observado e o valor previsto, observando que os maiores desvios foram no período de novembro de 2014 e maio de 2015, porém estão dentro do aceitável.

Tabela 5. Previsão do preço de celulose de fibra curta brasileira no período de junho de 2014 a maio de 2015.

Período	Valor Observado	Previsão	Erro (%)
	(Preço FOB*)	(Preço FOB*)	
01/6/2014	409,2	417,4	2,00
01/7/2014	422,8	408,0	-3,50
01/8/2014	416,4	425,8	2,26
01/9/2014	414,8	417,3	0,61
01/10/2014	404,6	413,1	2,10
01/11/2014	391,5	401,6	2,57
01/12/2014	386,6	386,8	0,05
01/1/2015	382,0	383,8	0,48
01/2/2015	390,5	380,9	-2,46
01/3/2015	385,1	393,0	2,07
01/4/2015	402,4	385,3	-4,25
01/5/2015	393,4	406,6	3,34

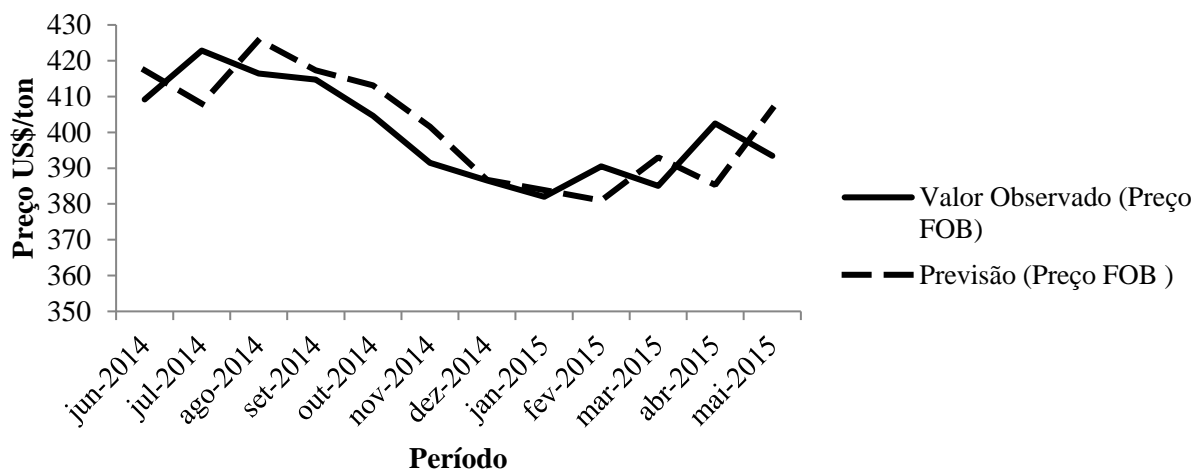
*FOB – Free On Bord

Cordeiro et al., (2010), ao analisar doze observações no período de setembro de 2007 a agosto de 2008, para previsões dos preços de exportação da madeira serrada de pinus no Brasil, constatou que os maiores desvios foram em março e maio de 2008.

De acordo com Soares et al., (2012b), a estimativa feita pelo modelo ARIMA (1,1,4), referente ao período de outubro de 2008 a setembro de 2009, para o preço da castanha de caju, superestimou em 4,09% e obteve desvios superiores em outubro e novembro de 2008.

Conforme exposto na Figura 4, as previsões fornecidas pelo modelo ARIMA (1, 1, 2), foram semelhantes aos valores observados e previstos. Desta forma, pode-se dizer que o modelo foi adequado e pode ser aplicado para prever a o preço da celulose de fibra curta.

Figura 4. Previsão do preço de celulose de fibra curta brasileira, no período de junho de 2014 a maio de 2015.



Em trabalho de projeção da produção de celulose de fibra curta no Brasil, no período de 1950 a 2009, Castro et al., (2011), obteve a estacionaridade da série em segundas diferenças, o modelo ARIMA (2, 2, 1) foi eficaz na previsão, podendo antever a produção em até quatro anos de forma confiável.

Soares et al., (2010a), evidenciou no seu estudo de previsão de preço da madeira de *Eucalyptus*, a importância de deixar de fora as doze últimas observações com o intuito de fazer uma previsão para melhor avaliar o modelo, ressalta ainda a capacidade de previsão satisfatória, com erro (%) médio baixo e alta significância dos coeficientes estimados, comprovando a confiabilidade estatística do modelo.

Ao estudar previsões de longo prazo de séries econômicas, deve-se levar em consideração os fatores macroeconômicos e edafoclimáticos que podem diferir dos valores originais no período projetado. Ou seja, ao aplicar o método de Box e Jenkins (1976) é recomendável ao pesquisador, atenção e prática para escolha do melhor modelo, fundamentado nas análises de domínio do tempo e domínio da frequência para auxiliar na modelagem e definir os modelos aptos (COELHO JÚNIOR, 2006a).

4. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos ao se comparar os valores, bem como a baixa diferença média percentual obtida na previsão, confirmam que, o modelo ARIMA (1, 1, 2), foi capaz de captar o comportamento da série e alcançar elevada acurácia em prever o preço de celulose de fibra curta brasileira no período junho de 2014 a maio de 2015.

A metodologia de Box e Jenkins, pode servir como ferramenta de apoio para tomadas de decisões futuras para empresas de âmbito florestal, assim como, fornecer orientações sobre o comportamento dos preços ao longo dos anos, contribuindo para o planejamento florestal e conseguinte desenvolvimento do setor de celulose no país.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Alexandre Nascimento et al. Análise do preço externo do compensado paranaense através da metodologia de Box & Jenkins. *Scientia Forestalis*, v. 37, n. 81, p. 061-069, 2009.

ASSOCIAÇÃO BAIANA DAS EMPRESAS DE BASE FLORESTAL – ABAF. Relatório de ações ABAF e do setor florestal em 2018. Salvador-BA, 2018. 03 p.

BOX, G. E. P.; JENKINS, G. M. *Time series analysis forecasting and control*. San Francisco: Holden-Day, 1976. 375 p.

CASTRO, Renato Vinícius Oliveira et al. Projeções da produção de celulose de fibra curta no Brasil. *Floresta*, v. 41, n. 2, 2011.

COELHO JUNIOR, L. M. Análise econômica de produtos florestais em condições de risco e incerteza. 2010. 206 f. 2010. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal)– Universidade Federal de Lavras, Lavras.

COELHO JÚNIOR, Luiz Moreira et al. Análise temporal do preço do carvão vegetal oriundo de floresta nativa e de floresta plantada. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, v. 30, n. 3, p. 429-438, 2006a.

COELHO JUNIOR, Luiz Moreira et al. Análise temporal da borracha natural brasileira. *Revista Cerne*, v. 15, n. 1, p. 19-26, jan/mar. 2009b.

CORDEIRO, Sidney Araujo et al. Previsões do preço de exportação da madeira serrada de Pinus no Brasil. *Scientia Forestalis*, v. 38, n. 36, p. 205-214, 2010.

FISCHER, S. Séries univariantes de tempo metodologia de Box e Jenkins. Porto Alegre: Fundação de Economia e Estatística, 1982. 186p.

GUJARATI, D.N. *Econometria básica*. 4.ed. São Paulo: Elsevier, 2006. 812p.

HORA, André Barros da; MELO, Luciane Paiva D'avila. Papel e celulose In: Panoramas setoriais: mudanças climáticas. Rio de Janeiro: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, 2016.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES – IBÁ. (Brasil). Ano base 2016. Relatório 2017. Brasília, 2017. 80 p.

LOUREIRO, J. M. F. Desenvolvimento de Modelos de Previsão a Longo Prazo de Preços de mercado de eletricidade. Dissertação (Dissertação em Major Energia) – FEUP. p. 8. 2008.

SOARES, Naisy et al. Elaboração de modelo de previsão de preço da madeira de Eucalyptus spp. Cerne, v. 16, n. 1, 2010a.

SOARES, Naisy Silva et al. Análise de previsões de preços da castanha de caju no Ceará. Revista Econômica do Nordeste, v. 43, n. 3, p. 487-500, 2012b.

SOARES, Naisy Silva et al. Análise de Previsões do preço da borracha natural no Brasil. Scientia Forestalis, v. 36, n. 80, p. 285-294, 2008c.

SOUZA, Pábulo Diogo et al. Análise econométrica de preços de carvão vegetal no norte de Minas Gerais/Econometric analysis of charcoal prices in the North of Minas Gerais. Caderno de Ciências Agrárias, v. 9, n. 3, p. 67-75, 2017.

6. ANEXOS

Tabela 1. Dados referente ao preço de exportação da celulose de fibra curta brasileira, de janeiro de 2007 a maio de 2015.

Período	Preço Celulose	Preço Celulose FOB
31/1	74.74	339.97
1/2	81.51	370.76
1/3	80.58	366.52
1/4	81.48	370.63
1/5	82.59	375.69
1/6	84.53	384.51
1/7	85.72	389.92
1/8	86.76	394.65
1/9	89.05	405.07
1/10	87.05	395.99
1/11	89.79	408.44
1/12	90.98	413.87
1/1	95.68	435.22
1/2	94.64	430.51
1/3	98.58	448.41
1/4	96.21	437.66
1/5	102.43	465.94
1/6	103.13	469.10
1/7	104.74	476.43
1/8	107.24	487.79
1/9	106.61	484.94
1/10	102.39	465.76
1/11	96.47	438.82
1/12	78.17	355.56
1/1	75.06	341.41
1/2	75.52	343.53
1/3	66.60	302.93
1/4	62.65	284.97
1/5	60.41	274.80
1/6	61.74	280.85
1/7	65.29	296.98
1/8	66.63	303.06
1/9	68.93	313.54
1/10	74.35	338.22
1/11	78.90	358.92
1/12	85.31	388.05

1/1	86.25	392.36
1/2	89.80	408.48
1/3	91.53	416.33
1/4	96.92	440.89
1/5	101.30	460.78
1/6	100.16	455.59
1/7	100.83	458.67
1/8	100.36	456.50
1/9	98.84	449.60
1/10	101.01	459.48
1/11	102.90	468.06
1/12	104.72	476.35
1/1	100.29	456.22
1/2	96.15	437.36
1/3	97.94	445.50
1/4	101.50	461.71
1/5	106.86	486.08
1/6	106.61	484.95
1/7	107.76	490.16
1/8	105.50	479.88
1/9	105.23	478.66
1/10	103.06	468.80
1/11	99.74	453.69
1/12	93.80	426.68
1/1	91.38	415.66
1/2	94.27	428.81
1/3	93.31	424.46
1/4	96.44	438.67
1/5	96.50	438.98
1/6	98.87	449.72
1/7	96.36	438.34
1/8	92.43	420.46
1/9	95.31	433.54
1/10	93.67	426.10
1/11	97.39	443.02
1/12	102.20	464.87
1/1	99.47	452.45
1/2	95.52	434.52
1/3	95.27	433.35
1/4	96.89	440.73
1/5	99.75	453.73
1/6	102.86	467.90
1/7	104.94	477.36

1/8	104.14	473.69
1/9	101.61	462.21
1/10	100.24	455.97
1/11	98.78	449.31
1/12	98.32	447.25
1/1	99.39	452.11
1/2	94.66	430.59
1/3	95.24	433.24
1/4	91.15	414.61
1/5	92.00	418.51
1/6	89.95	409.17
1/7	92.96	422.84
1/8	91.54	416.39
1/9	91.18	414.76
1/10	88.94	404.58
1/11	86.07	391.51
1/12	84.99	386.58
1/1	83.98	382.01
1/2	85.86	390.54
1/3	84.65	385.05
1/4	88.47	402.44
1/5	86.49	393.41
Índice de preço		4.55