

Análise econométrica de preços de carvão vegetal no norte de Minas Gerais

Pábulo Diogo de Souza^{1*}, Lisandra Maria Alves Matos², Adriana Leandra de Assis³, Christian Dias Cabacinha³, Carlos Alberto Araújo Júnior³

Resumo

Objetivou-se, com o presente estudo, avaliar o uso da metodologia de Box e Jenkins na modelagem dos preços do metro cúbico de carvão na região norte de Minas Gerais e realizar previsões sobre tendências de preço para tal produto. Foi utilizada uma série temporal de preços mensais de carvão compreendida no período de janeiro de 2010 a maio de 2017 e o processamento foi realizado no *software* Eviews 7.0. O modelo que melhor se ajustou ao comportamento da base de dados foi o ARIMA (1,1,1) e os preços previstos para os meses de junho a dezembro de 2017 foram respectivamente R\$108,00, R\$107,23, R\$106,61, R\$105,93, R\$105,12, R\$104,23, R\$103,37, mostrando uma tendência de queda como o ocorrido durante o ano de 2016. Conclui-se que a metodologia de Box e Jenkins é adequada para realizar previsões de preços de carvão no norte de Minas Gerais e pode ser utilizada como subsídio a tomada decisão no planejamento florestal, considerando-se o cuidado de se ater a outros fatores relevantes como as condições edafoclimáticas.

Palavras-chave: Metodologia de Box e Jenkins. Séries temporais. Planejamento florestal.

Econometric analysis of charcoal prices in the North of Minas Gerais

Abstract

This study aimed to evaluate the use of Box and Jenkins methodology in modeling the behavior of prices of the cubic meter of coal in the northern region of Minas Gerais and predict future trends. A time series of monthly prices of coal within the period was used from January 2010 to may 2017 and processing has been performed in Eviews 7.0. The model that best fits the behavior of the database was the ARIMA (1, 1, 1) and the rates laid down between June and December 2017 were respectively R\$108,00, R\$107,23, R\$106,61, R\$105,93, R\$105,12, R\$104,23, R\$103,37, showing a downward trend as the one from 2016. It is concluded that the methodology of Box and Jenkins is suitable to perform price forecasts of coal in the North of Minas Gerais and can be used as a subsidy to decision-making in forest planning, highlighting other relevant factors such as soil and climate conditions.

Keywords: Box and Jenkins methodology. Time series. Forest planning.

¹Mestrando do Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal da UFSM

*Autor para correspondência: pabulodiogo@gmail.com

²Discente do curso de Engenharia Florestal da UFMG

³Docente do curso de Engenharia Florestal da UFMG

Recebido para publicação em 05 de setembro de 2017

Aceito para publicação em 05 de dezembro de 2017

Introdução

A produção de carvão vegetal é de grande importância para a economia do Brasil (FONTES, 2005), sendo este o maior produtor mundial, com grande parte do mercado interno concentrado no estado de Minas Gerais (MIRANDA *et al.*, 2014). No ano de 2015, o Brasil registrou consumo de 4,6 milhões de toneladas de carvão, das quais 82% foram produzidas a partir de madeira oriunda de árvores plantadas. Esse consumo representa uma queda de 13,2% em relação ao ano anterior, sendo um dos motivos da retração a baixa competitividade dos produtos siderúrgicos brasileiros perante o mercado internacional, principalmente pela maior participação da China na exportação de aço (INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES – IBÁ, 2016).

Apesar de a produção de carvão vegetal apresentar números desfavoráveis nos últimos anos, o cenário é otimista já que há uma diminuição significativa das fontes de energia não renováveis, o que ocorre por exemplo com o petróleo, um bem finito e que não vem conseguindo acompanhar o crescimento da demanda (PACHECO, 2006). Assim, é de se esperar que o mercado de carvão vegetal ainda tenha uma sustentabilidade econômica por muitos anos. Nesse sentido, o planejamento da produção do mesmo apresenta-se cada vez mais importante, o que torna necessário o conhecimento do comportamento dos preços de carvão ao longo dos anos, a fim de se prever valores futuros e dimensionar toda uma indústria florestal.

Um aspecto importante em relação aos preços do carvão vegetal está no fato de que há uma forte dependência do mesmo em relação ao desempenho do setor siderúrgico, que por consequência tem forte dependência dos mercados automobilísticos e de construção civil. Isso torna o preço do carvão bastante sensível às alterações econômicas, o que por sua vez afeta a dinâmica de preços da madeira e compromete a sustentabilidade econômica de diversos empreendimentos florestais. Assim, conhecer e prever a flutuação nos preços é primordial para tomadas de decisão relacionadas à melhor época do ano para realizar a colheita florestal, carbonização da madeira e comercialização do carvão (MIRANDA *et al.*, 2014).

Dessa forma, a análise econométrica de séries temporais tem se tornado alternativa importante, principalmente por tornar possível a predição de informações em curto prazo frente

às mudanças de cenário econômico (CASTRO *et al.*, 2011). Modelos de previsão são empregados para estudar o comportamento de séries temporais ao longo de determinado período de tempo (ARAÚJO JÚNIOR *et al.*, 2016), sendo diversos os trabalhos que têm utilizado a metodologia de Box e Jenkins, tais como: Coelho Júnior *et al.* (2006a), Coelho Júnior *et al.* (2006b), Rezende *et al.* (2005), Soares *et al.* (2008) e Broz e Viego (2014). Uma característica importante deste método é que em sua fundamentação matemática a variável em análise é, ao mesmo tempo, preditora e também independente (GUJARATI; PORTER, 2011). A partir da análise do padrão contido na série, é possível, então, identificar padrões temporais de ocorrência de valores e com isso realizar predições acerca dos valores futuros.

Assim, dado que o norte mineiro abriga grande parte dos plantios florestais do estado, principalmente para fins energéticos, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o comportamento dos preços do metro cúbico de carvão vegetal na região norte de Minas Gerais e indicar tendências futuras para os preços praticados na região.

Material e métodos

Os dados utilizados neste trabalho referem-se ao preço mensal do carvão vegetal no norte de Minas Gerais no período compreendido entre janeiro de 2010 e maio de 2017, totalizando 89 observações. Tais dados estão disponibilizados no site da Associação Mineira de Silvicultura (AMS, 2017). Os valores foram corrigidos pelo Índice Geral de Preços Disponibilidade Interna (IGP-DI), obtido no site do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2017).

Para o estudo da modelagem e projeções aplicou-se a metodologia de Box e Jenkins (1976), considerando um modelo ARIMA (Autorregressivo Integrado de Média Móvel). Para validação do modelo foram excluídas as quatro últimas observações (referentes ao período de fevereiro a maio de 2017), o que possibilitou a comparação entre as previsões e os valores observados.

Por se tratar de séries temporais é de suma importância que os dados estejam na condição de estacionariedade, ou seja, não apresentar tendências ao longo do tempo. Tal característica é necessária pelo fato de as regressões de séries temporais, as predições, se comportarem de acordo com as observações de instantes anteriores (GUJARATI; PORTER, 2011).

Uma forma relativamente simples para analisar se uma determinada série é estacionária ou não estacionária é pela avaliação gráfica. No entanto, para se ter melhor embasamento em tal análise, faz-se uso de correlogramas de funções de autocorrelação (FAC) e de correlação parcial (FCP), além de um teste de raiz unitária tal como o teste de Dickey–Fuller Aumentado (ADF). O teste ADF avalia o valor correspondente à δ no modelo (GUJARATI; PORTER, 2011):

$$\Delta Y_t = \alpha + \beta t + \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^m \gamma_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (\text{Eq-1})$$

em que ΔY_t é a diferença entre os valores atual (Y_t) e com uma defasagem (Y_{t-1}) da variável de interesse; t é a variável de tendência ou temporal; α , β , δ e γ são os parâmetros a serem estimados; ε_t é um termo de ruído branco puro.

Caso δ seja estatisticamente igual a zero pelo teste t considerando tabela apresentada por MacKinnon (1996), a série conterá uma raiz unitária, o que indicará que a mesma é não estacionária, não se rejeitando a hipótese nula do teste ADF. Caso seja constatada a não estacionariedade da série, tal comportamento pode ser revertido com a submissão da série a primeira e segunda diferença, possibilitando assim a aplicação da metodologia de Box e Jenkins (SOUZA, 2016).

A metodologia de Box e Jenkins baseia-se em um ciclo iterativo, onde o modelo é escolhido a partir da analogia dos próprios dados (MORETTIN; TOLOI, 1987). A construção do modelo é compreendida em 4 etapas: Identificação, Estimção, Verificação e Previsão:

- a) **Identificação:** consiste em descobrir qual dentre as várias versões dos modelos de Box e Jenkins descreve o comportamento da série. A identificação do modelo a ser estimado ocorre pela avaliação do comportamento das funções de autocorrelação (FAC) e autocorrelação parcial (FACP).
- b) **Estimção:** nessa etapa são estimados os parâmetros dos componentes autor-regressivos e dos componentes de médias móveis.
- c) **Verificação:** consiste em checar se o modelo escolhido é adequado para os

fins desejados. Para tanto, verifica-se o comportamento dos resíduos do modelo estimado. Para que o mesmo seja considerado adequado, é necessário que os seus resíduos sejam estimativas do ruído branco, ou seja, devem se comportar de maneira aleatória e devem ser não significativos (GUJARATI; PORTER, 2011).

- d) **Previsão:** quando se obtém um modelo satisfatório, passa-se para a última etapa da metodologia de Box e Jenkins, que constitui o objetivo principal da metodologia: realizar previsões.

De posse da base de dados de preço de carvão vegetal no norte de Minas Gerais, realizou-se a execução da metodologia de Box e Jenkins no *software* EvIEWS 7.0. Na sequência, fez-se a previsão de preços de carvão para o segundo semestre de 2017.

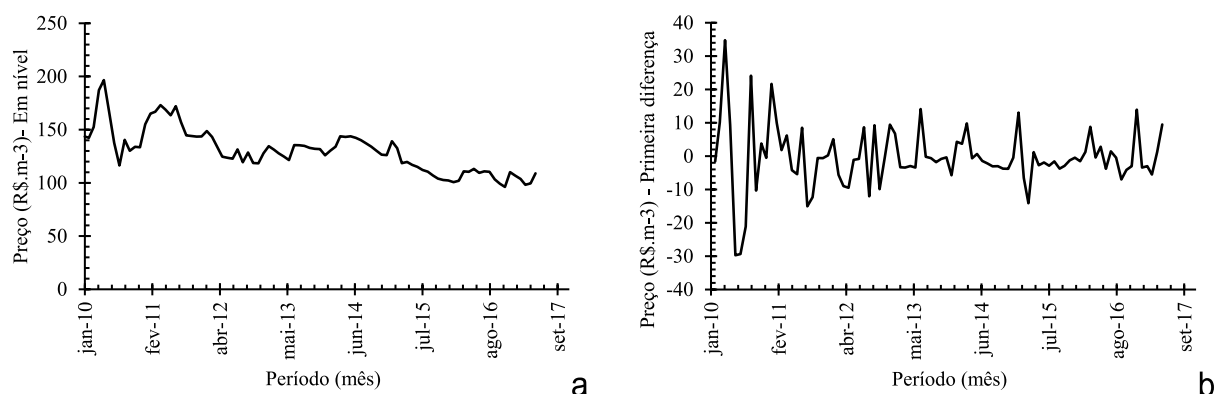
A avaliação da capacidade de previsão do modelo foi realizada a partir do cálculo dos componentes de desigualdade de Theil, os quais são úteis para mostrar se o modelo de previsão é adequado. Um modelo adequado é aquele cujo coeficiente de desigualdade de Theil (CDT), os componentes de sua decomposição proporção de tendenciosidade (PT) e proporção de variância (PV) sejam próximos de zero, bem como a proporção de covariância (PC) seja próxima de um (SANTOS; LIMA, 2006).

Resultados

Pela análise gráfica dos dados, observou-se que a série mensal de preços de carvão no norte de Minas Gerais apresentou comportamento com tendência a não estacionariedade (FIGURA 1a). Tal fato foi confirmado pelo teste de Dickey-Fuller Aumentado (TABELA 1), o qual apresentou valores estatisticamente não significativos ao nível de significância de 1% para a série em nível, não se rejeitando a hipótese de que a série possui uma raiz unitária e por consequência não se rejeitando a hipótese de que a mesma é não estacionária.

Dessa forma, aplicou-se a primeira diferença na série, o que possibilitou tornar a série estacionária (GRÁFICO 1b), fato comprovado pelos resultados do teste Dickey-Fuller para a série em primeira diferença (TABELA 1).

Gráfico 1 – Preço mensal do carvão no norte de Minas Gerais, no período de 01/2010 a 12/2016 em nível (a) e em primeira diferença (b)



Fonte: Elaborado pelos autores, 2017.

Tabela 1 – Teste de raiz unitária (teste ADF) para série mensal de preço de carvão no norte de Minas Gerais

Modelo		Valores calculados do teste de ADF	Valores críticos em nível de 1%
Em nível	Com intercepto e constante	-3,6216 ^{ns}	-4,0657
	Com intercepto	-2,0546 ^{ns}	-3,5065
	Sem tendência e intercepto	-0,7104 ^{ns}	-2,5915
Primeira diferença	Com intercepto e constante	-7,7503 [*]	-4,0670
	Com intercepto	-7,7966 [*]	-3,5074
	Sem tendência e intercepto	-7,8334 [*]	-2,5918

Fonte: Elaborada pelos autores, 2017.

Considerando o correlograma da série temporal em primeira diferença (GRÁFICO 2), pode-se observar picos fora do intervalo no lag 3 das funções de autocorrelação (*Autorrelation*) e de correlação parcial (*Partial Correlation*).

Isso indica a necessidade de avaliação de modelos do tipo autorregressivo AR (3) (Eq-2), média móvel MA (3) (Eq-3) e autorregressivo de média móvel ARMA (3,3) (Eq-4) para a série em primeira diferença:

$$Y_t = \gamma + \alpha_1 Y_{(t-3)} + \varepsilon \quad (\text{Eq-2})$$

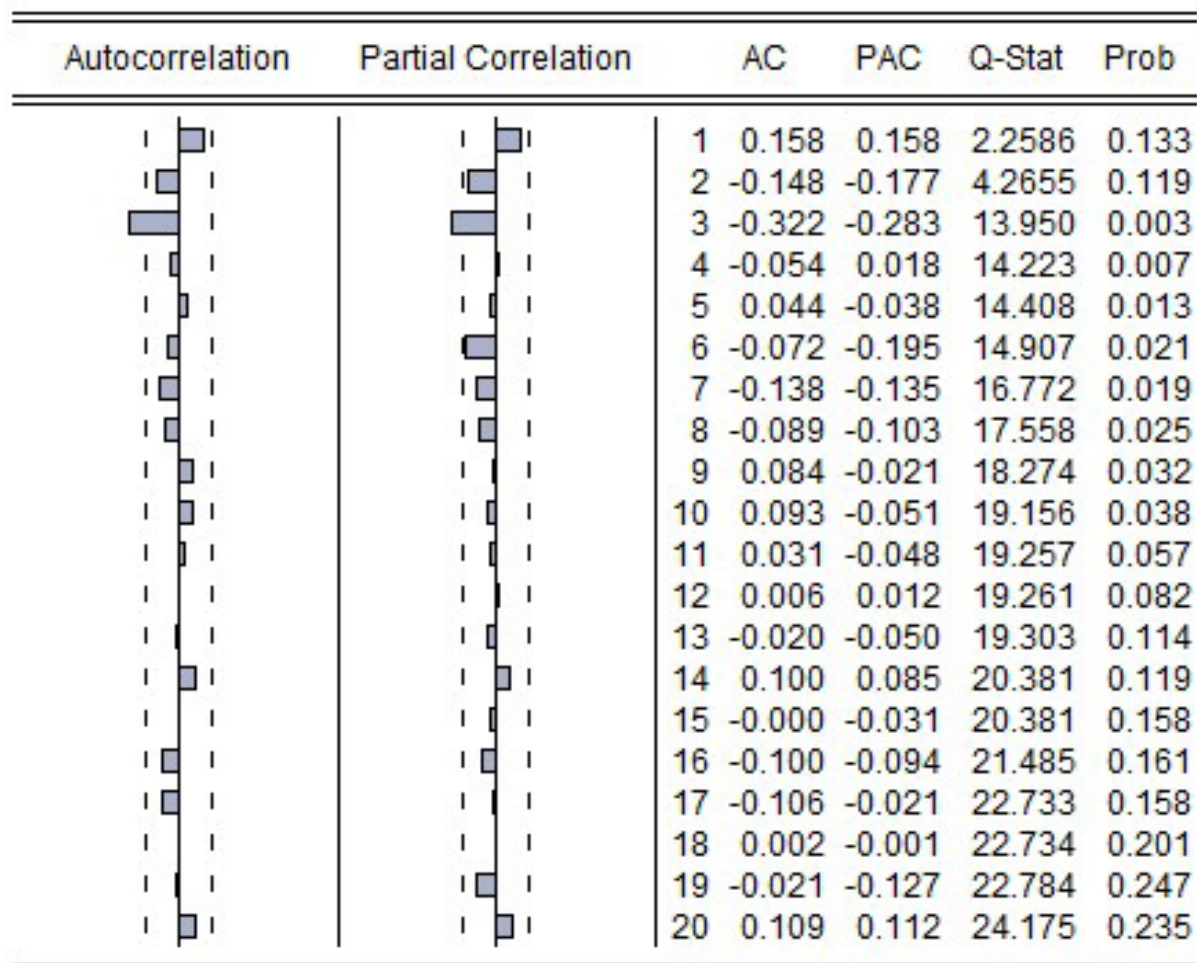
$$Y_t = \gamma + \alpha_1 \beta_{(t-3)} + \varepsilon \quad (\text{Eq-3})$$

$$Y_t = \gamma + \alpha_1 Y_{(t-3)} + \alpha_2 \beta_{(t-3)} + \varepsilon \quad (\text{Eq-4})$$

onde: Y_t é a primeira diferença do preço do carvão no ano período t ; $Y_{(t-j)}$ é o termo autorregressivo de ordem j ; $\beta_{(t-j)}$ é o termo de média móvel de ordem j ; γ = intercepto; ε é o termo de erro aleatório com $\varepsilon \sim N(0, \sigma^2)$.

Com a identificação dos possíveis modelos e após o ajuste dos mesmos, observou-se que a Eq-3 (ARMA (3,3)) foi a que apresentou melhores estatísticas de ajuste (TABELA 2): parâmetros α_1 e α_2 estatisticamente diferentes de zero, maior valor de coeficiente de determinação ajustado, menores valores para os critérios de informação de Akaike e Schwarz e ainda valor próximo de 2 para a estatística d do teste de Durbin-Watson.

Gráfico 2 – Correlograma em primeira diferença para a série mensal de preços de carvão vegetal no norte de Minas Gerais



Fonte: Elaborado pelos autores, 2017.

Considerando a equação com os componentes ARMA(3,3) como escolhido, o modelo ARIMA (1,1,1) foi então validado pela avaliação da previsão dos preços do carvão vegetal no norte de Minas Gerais para o período de fevereiro a maio de 2017 (TABELA 3 e TABELA 4), dados que ficaram fora da modelagem.

Os gráficos que comparam os valores observados e estimados pelo modelo mostram que o ajuste foi adequado (GRÁFICO 3).

Com o modelo validado, foi possível realizar a estimativa dos preços de carvão vegetal para os demais meses de 2017 (TABELA 5), cuja tendência foi semelhante ao observado para os mesmos meses do ano de 2016.

Tabela 2 – Resultados dos ajustes dos modelos identificados na etapa “a” da metodologia de Box e Jenkins

Modelo	γ	α_1	α_2	R ² ajustado	Akaike	Schwarz	Durbin-Watson (d)
AR(3)	-0,8844	-0,3259		0,1153	7,0737	7,1328	1,9438
ep	0,6887	0,0964					
t	-1,2843	-3,3800					
prob.	0,2028	0,0011					
MA(3)	-0,6447	-0,4366		0,1479	7,2022	7,2601	1,8592
ep	0,5562	0,0981					
t	-1,1591	-4,4483					
prob.	0,2498	0,0000					
ARMA(3,3)	-0,7944	-0,5400	0,5554	0,1750	7,0157	7,1044	2,0441
ep	0,8835	0,1269	0,1431				
t	-0,8991	-4,2539	3,8826				
prob.	0,3714	0,0001	0,0002				

Fonte: Elaborada pelos autores, 2017.

Tabela 3 - Valores reais e previstos de preço do carvão vegetal no norte de Minas Gerais

Período	ARIMA (1,1,1)		
	Observado	Estimado	Diferença (%)
fev/17	103,75	105,94	2,10
mar/17	98,25	103,20	5,04
abr/17	99,49	97,46	-2,04
mai/17	109,00	98,67	-9,47
		Média	-1,09

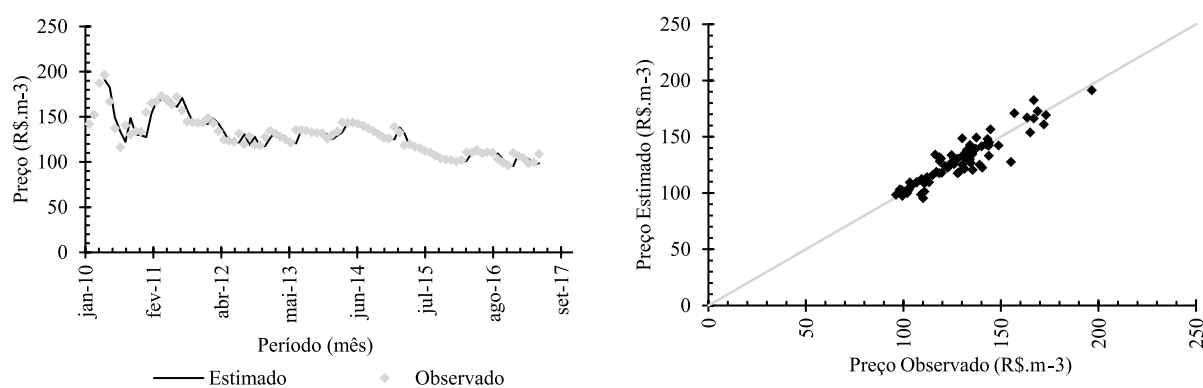
Fonte: Elaborada pelos autores, 2017.

Tabela 4 - Componentes de desigualdade de Theil para avaliação da previsão do preço mensal do carvão vegetal no norte de Minas Gerais

Testes	Coefficientes
Raiz do erro de previsão quadrático médio (REPQM)	5,92
Erro absoluto médio (EAM)	4,87
Erro absoluto médio percentual (EAMP)	4,67
Coefficiente de Desigualdade de Theil (CDT)	0,03
Proporção de Tendência (PT)	0,05
Proporção de Variância (PV)	0,02
Proporção de Covariância (PC)	0,93

Fonte: Elaborada pelos autores, 2017.

Gráfico 3 – Valores observados e valores previstos segundo o modelo ARIMA (1,1,1) para preço mensal do carvão vegetal no norte de Minas Gerais, no período de janeiro de 2010 a maio de 2016



Fonte: Elaborado pelos autores, 2017.

Tabela 5 - Valores reais e previstos de preço do carvão vegetal no norte de Minas Gerais

Período	Preço Observado (R\$.m ⁻³)	Período	Preço Estimado (R\$.m ⁻³)
Jun/2016	109,39	Jun/2017	108,00
Jul/2016	110,81	Jul/2017	107,23
Ago/2016	110,33	Ago/2017	106,61
Set/2016	103,34	Set/2017	105,93
Out/2016	99,24	Out/2017	105,12
Nov/2016	96,21	Nov/2017	104,23
Dez/2016	110,17	Dez/2017	103,37

Fonte: Elaborada pelos autores, 2017.

Discussão

De acordo com Box, Jenkins e Reinsel (2008), a principal característica que uma série temporal deve apresentar é ser estocástica, ou seja, possuir média e variância constante

ao longo do tempo. A aplicação de primeira ou segunda diferenças em séries temporais constitui-se de uma forma eficaz de tratar a não estacionariedade em séries econômicas, quando se objetiva ajustar modelos ARIMA (GUJARATI e PORTER, 2011).

Depois de uma análise gráfica dos preços reais do metro cúbico de carvão em dólar no estado de Minas Gerais no período de janeiro de 1975 a dezembro de 2002 e posterior avaliação das funções de autocorrelação (ACF) e de autocorrelação parcial (PACF), Coelho Júnior *et al.* (2006a) também identificaram não estacionariedade para a série original. Dessa forma, os autores, assim como no presente trabalho, viram a necessidade de aplicar a primeira diferença na série original para torná-la apta à aplicação da metodologia de Box e Jenkins. O mesmo comportamento foi observado no trabalho de Rezende *et al.* (2005) que avaliou os preços do metro cúbico de carvão vegetal no mesmo estado de janeiro de 1981 a dezembro de 2003.

A modelagem ARIMA aplicada (1, 1, 1) se ajustou bem ao comportamento da série de preços de carvão vegetal no Norte de Minas Gerais, visto que, na verificação ao comparar os valores estimados com os valores reais, certificou-se que as previsões tiveram bons resultados com erro médio absoluto de 4,87 e com a maior variação entre o observado e a projeção em maio de 9,47%. Coelho Júnior *et al.* (2006b) também obtiveram um erro inferior a 5,0 ao fazer previsões de preço de carvão vegetal com aplicação da metodologia de Box e Jenkins e Rezende *et al.* (2005) avaliando 4 regiões diferentes de Minas Gerais encontrou raiz do erro quadrático entre 3,25 e 4,0 e variações de até 48,95%.

Ao se trabalhar com modelos de previsão de séries temporais, deve-se ater para o ajuste do modelo a partir de análises do erro dentro e fora da amostra (MARTIN *et al.*, 2016; MARCHEZAN e SOUZA, 2010), uma vez que a capacidade de generalização do modelo é avaliada a partir de sua precisão em prever valores não utilizados na modelagem. Os resultados obtidos ao se comparar os valores, bem

como a baixa diferença média percentual obtida na previsão para os dados que ficaram fora da amostra, confirmam que, com o ajuste do modelo ARIMA, foi possível captar o comportamento da série e obter uma alta precisão em prever preços de carvão vegetal para o Norte de Minas Gerais.

Observou-se que o modelo prevê uma estabilidade de preço do produto, com comportamento semelhante ao observado para o ano de 2016. Isso pode indicar uma sazonalidade, apesar de não testada no presente trabalho. É importante salientar que, em se tratando de séries econômicas, as previsões em geral podem se diferenciar dos valores reais, principalmente por fatores macroeconômicos e edafoclimáticos que podem ocorrer no período projetado (COELHO JÚNIOR *et al.*, 2006b). Contudo, as informações obtidas com a aplicação da metodologia de Box e Jenkins para séries temporais de preços de carvão vegetal demonstra ser útil para estimar em um curto horizonte de planejamento as expectativas de receita para produtores de carvão vegetal, bem como de custo marginal envolvido no segmento siderúrgico ou em qualquer outra atividade que demande o insumo.

Conclusão

A metodologia de Box e Jenkins é adequada para modelagem e previsão dos preços de carvão com precisão, podendo se expandir para o planejamento florestal como subsídio para tomadas de decisão.

O modelo ARIMA (1, 1, 1) forneceu bons ajustes para a série observada e as projeções realizadas para 2017 foram satisfatórias.

A tendência dos preços de carvão vegetal na região norte do estado de Minas Gerais é de ligeiro decréscimo até o final do ano de 2017.

Referências

ARAÚJO JÚNIOR, C. A. SILVA, L. F.; SILVA, M. L.; LEITE, H. G.; VALDERATO, E. B.; ASSOCIAÇÃO MINEIRA DE SILVICULTURA - AMS – MS. Disponível em: < <http://silviminas.com.br/>>. Acesso em: 20 ago. 2017.

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

BROZ, D. R.; VIEGO, V. N. Predicción de precios de productos de Pinus spp. con modelos ARIMA. **Madera y Bosques**, v. 20, n. 1, p. 37-46, 2014.

CASTRO, V. O.; MENDES, A. F. N.; ATAIDE, G. M.; COSTA, J. M. F. N.; VIEIRA, J. P. G.; SANTOS, R. C.; SOARES, C. P. B.; ARAÚJO JÚNIOR, C. A. Projeções da Produção de Celulose de Fibra Curta no Brasil. **Floresta**, v. 41, n. 2, p. 369-376, 2011.

COELHO JÚNIOR, L. M.; REZENDE, J. L. P.; CALEGARIO, N.; SILVA, M. L. Análise longitudinal dos preços do carvão vegetal, no estado de Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 429-438, 2006a.

- COELHO JÚNIOR, L. M.; REZENDE, J. L. P.; SÁFADI, T.; CALEGARIO, N. Análise temporal do preço do carvão vegetal oriundo de floresta nativa e de floresta plantada. **Scientia Florestalis**, v. 1, n.70, p. 39-48, 2006b.
- FONTES, A. A. **A Cadeia Produtiva da Madeira para Energia**. 2005. 148 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.
- GUJARATI, D. N., PORTER, D. C. **Basic Econometric**. 5. ed. New York: AMGH, 2011.
- INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES - IBÁ. **Indicadores de desempenho nacional de árvores plantadas referentes ao ano de 2016**. Disponível em: <<https://goo.gl/XVJtYQ>>. Acesso em: 29 abr. 2017.
- INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA - IPEA. **EADATA**. Disponível em: <<https://goo.gl/YcL8dv>>. Acesso em: 20 ago. 2017.
- MACKINNON, J. G. Numerical distribution functions for unit root and cointegration tests. **Journal of Applied Econometrics**, v. 11, n. 6, p. 601-618, 1996.
- MARCHEZAN, A.; SOUZA, A. M. Previsão do preço dos principais grãos produzidos no Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v. 40, n. 11, p. 2368-2376, 2010.
- MARTIN, A. C., HENING, E.; WALTER, O. M. F. C.; KONHAT, A. C. Análise de séries temporais para previsão da evolução do número de automóveis no Município de Joinville. **Revista Espacios**, v. 37, n. 6, p. 29, 2016.
- MIRANDA, M. A. S.; LEITE, C. A. M.; VALVERDE, S. R.; SILVA, M. L. S. Análise da Rentabilidade de um Projeto Florestal considerando Variação Anual no Preço do Carvão Vegetal. **Revista Agrogeoambiental**, v. 6, n. 3, p. 45-54, 2014.
- MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. C. **Previsão de séries temporais**. 2. ed. São Paulo: Atual, 1987.
- REZENDE, J. L. P.; COELHO JÚNIOR, L. M.; OLIVEIRA, A. D.; SÁFARI, T. Análise dos preços de carvão vegetal em quatro regiões no Estado de Minas Gerais. **Revista Cerne**, v. 11, n. 3, p. 237-252, 2005.
- SANTOS, C. M.; LIMA, J. E. Análise de previsão da arrecadação do ICMS no estado de Minas Gerais. **Revista de Economia e Administração**, v. 5, n. 4, p. 413-423, 2006.
- SOARES, N. S.; SILVA, M. L.; LIMA, J. E.; CORDEIRO, S. A. Análise de previsões do preço da borracha natural no Brasil. **Scientia Florestalis**, v. 36, n. 80, p. 285-294, 2008.
- SOUZA, F. M. **Modelos de previsão: aplicação à engenharia elétrica – ARIMA – ARCH – AI e ACP**. Curitiba: Appris, 2016.