

PREVISÃO DE VENDAS DE COLHEDORAS DE GRÃOS NO BRASIL PARA O BIÊNIO 2018-2019 A PARTIR DA ANÁLISE DE SÉRIES TEMPORAIS

JHIORRANNI F. SOUZA ¹, ANDERSON G. COSTA ²

¹ Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental, Departamento de Engenharia, Instituto de Tecnologia, UFRRJ, Seropédica - RJ, (21) 2681.4611, jhiorranini_freitas@hotmail.com.

² Engenheiro Agrícola, Prof. Doutor, Departamento de Engenharia, UFRRJ, Seropédica - RJ.

Apresentado no
XLVII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2018
06, 07 e 08 de agosto de 2018 - Brasília - DF, Brasil

RESUMO: A indústria de máquinas agrícolas é influenciada por ciclos econômicos que exerce grande impacto no planejamento de vendas e custos de produção. A aplicação de modelos matemáticos para estimar parâmetros econômicos no setor agrícola é utilizado para reduzir incertezas do mercado e permitir um planejamento a curto e médio prazo para as empresas brasileiras. O objetivo deste trabalho foi obter um modelo a partir da análise de séries temporais para previsão de vendas de colhedoras de grãos no Brasil para o biênio 2018-2019. Registros mensais foram obtidos no banco de dados da ANFAVEA. A série histórica foi composta com dados entre janeiro de 1976 à dezembro de 2017, totalizando 504 observações. A série original foi transformada pelo logaritmo dos dados e pela primeira diferença para estabilização da variância e eliminação da tendência. O teste de Kruskal-Wallis foi utilizado para verificar a existência da sazonalidade na série. O modelo SARIMA (1,1,2) x (0,1,2)₁₂ foi escolhido para a previsão com base no teste de Box-Pierce e no critério de Akaike. O modelo escolhido apresentou um erro absoluto médio de 73,31, sendo previsto a venda de 4759 colhedoras para o ano de 2018 e 4735 colhedoras para o ano de 2019.

PALAVRAS-CHAVE: Máquinas agrícolas, modelo SARIMA, planejamento econômico.

PREDICTION OF SALES OF HARVESTERS IN BRAZIL FOR THE BIENNIUM 2018-2019 BY ANALYSIS OF TIME SERIES

ABSTRACT: The agricultural machinery industry is influenced by economic cycles that have a great impact on sales planning and production costs. The application of mathematical models to estimate economic parameters in the agricultural sector is used to reduce market uncertainties and allow short and medium term planning for Brazilian companies. The objective of this research was to obtain a model from the analysis of time series to predict sales of harvesters in Brazil for the biennium 2018-2019. Monthly records were obtained from the ANFAVEA database. The historical series was composed with data from January 1976 to December 2017, totaling 504 observations. The original series was transformed by the logarithm of the data and by the first difference for stabilization of variance and elimination of the trend. The Kruskal-Wallis test was used to verify the existence of seasonality in the series. The SARIMA (1,1,2) x (0,1,2)₁₂ model was chosen for the prediction based on the Box-Pierce test and the Akaike criterion. The model chosen presented an average absolute error of 73.31, with the sale of 4759 harvesters for the year 2018 and 4735 harvesters for the year 2019 predicted.

KEYWORDS: Agricultural machinery, SARIMA model, economic planning.

INTRODUÇÃO: A agricultura brasileira chegou ao século 21 como nosso principal pilar econômico. Estima-se que nos próximos anos a produção brasileira de grãos irá aumentar em mais de 5 toneladas

por hectare atingindo uma produção de 264 milhões toneladas até 2024 (FAO, 2015). Este crescimento será apoiado na expansão moderada da área cultivada, mas, sobretudo na melhoria das técnicas de produção com aumento na utilização de máquinas agrícolas. De acordo com a Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores, em 2017, o mercado de máquinas agrícolas colhedoras de grãos no Brasil obteve um número de 4537 unidades vendidas considerando as máquinas exportadas e para o mercado interno (ANFAVEA, 2018). Os ciclos econômicos influenciam a indústria de máquinas agrícolas, que exerce grande impacto no planejamento de vendas e custos de produção (OLIVEIRA, 2016). O desenvolvimento de modelos matemáticos que possam descrever o comportamento de ciclos econômicos e auxiliar na previsão de valores em um horizonte definido se torna uma ferramenta importante para o auxílio na tomada de decisões (SILVA e VIAN, 2017). A suposição básica que norteia a análise de séries temporais é que há um sistema causal relativamente constante, relacionado com o tempo, que exerceu influência sobre os dados no passado e pode continuar a fazê-lo no futuro. Este sistema causal costuma atuar criando padrões não aleatórios que podem ser detectados em um gráfico da série temporal, ou mediante algum outro processo estatístico. A análise de séries temporais permite identificar os padrões não aleatórios em dados temporais de uma variável de interesse, e por meio da observação deste comportamento podem-se realizar previsões (MORETTIN, 2004). O objetivo deste trabalho foi obter um modelo a partir da análise de séries temporais para previsão de vendas de colhedoras de grãos no Brasil para o biênio 2018-2019.

MATERIAL E MÉTODOS: Os dados para adaptação do modelo de séries temporais foram obtidos no banco de dados da Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores – ANFAVEA. As observações avaliadas foram referentes a vendas nacionais de colhedoras de grãos. As informações foram agrupadas em registros mensais no período entre janeiro de 1976 à dezembro de 2017, totalizando 504 observações. Inicialmente, foi realizada uma análise preliminar dos dados através do gráfico da série original, da função de autocorrelação (FAC), função de autocorrelação parcial (FACP) para verificação da existência das componentes de tendência acompanhada com a aplicação do teste Dickey-Fuller aumentado de raiz unitária. Para a eliminação do efeito da componente tendência foi realizada aplicou-se a primeira diferença na série transformada de acordo com a Equação 1. Além do mais foi efetuada a transformação nos dados originais a partir da aplicação do logaritmo neperiano para a redução nas amplitudes de dispersão e a esbalização da variância (Equação 2).

$$\Delta Z(t) = Z(t) - Z(t-1) \quad (1)$$

$$\Delta Zt^* = \Delta \log Zt \quad (2)$$

em que,

Z(t) – série temporal original

A sazonalidade foi avaliada pela análise do periodograma da série transformada com o intuito da verificação de existência de picos sazonais. O teste de Kruskal-Wallis foi utilizado para testar estatisticamente a existência da componente sazonalidade na série transformada. O efeito sazonal foi corrigido no processo de modelagem, estimando coeficientes a partir dos modelos do tipo SARIMA (p,d,q)(P,D,Q)_s para lags múltiplos de 12 (s) de acordo com a Equação 3:

$$\phi(B)\Phi(B^{12})(1-B^{12})^D(1-B)^d Z_t = \theta(B)\Theta(B^{12})\alpha_t \quad (3)$$

em que,

$\Phi(B^{12}) = 1 - \Phi_1(B^{12}) - \dots - \Phi_P(B^{12P})$ - operador auto-regressivo sazonal de ordem P;

$\Theta(B^{12}) = 1 - \Theta_1(B^{12}) - \dots - \Theta_Q(B^{12Q})$ - operador de médias móveis sazonal de ordem Q.

Com base nas informações da função de autocorrelação e autocorrelação parcial foram testados modelos SARIMA visando um ajuste adequado para o conjunto de dados. Os modelos foram escolhidos com base na comparação estatística do teste Q(k) de Box-Pierce e Qui-quadrado para os 15 primeiros lags. O resíduo dos modelos em questão foi considerado ruído branco a um nível de

significância de 1%, fato o qual foi utilizado como critério para seleção destes modelos. O critério de Akaike (menor índice AIC) foi utilizado para indicar o modelo ideal para realizar a previsão de vendas de colhedoras de grãos para o biênio 2018-2019.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Na Figura 1 é demonstrada a série temporal transformada pelo algoritmo neperiano e a primeira diferença. A partir do teste de Dikey-fuller aumentado obteve-se um Tau calculado de -4,79, sendo este menor que o Tau tabelado para um nível de significância de 1,0% (Tau tabelado = -2,58), o que permitiu concluir a estacionaridade da série, ou seja, a eliminação do efeito da tendência na série.

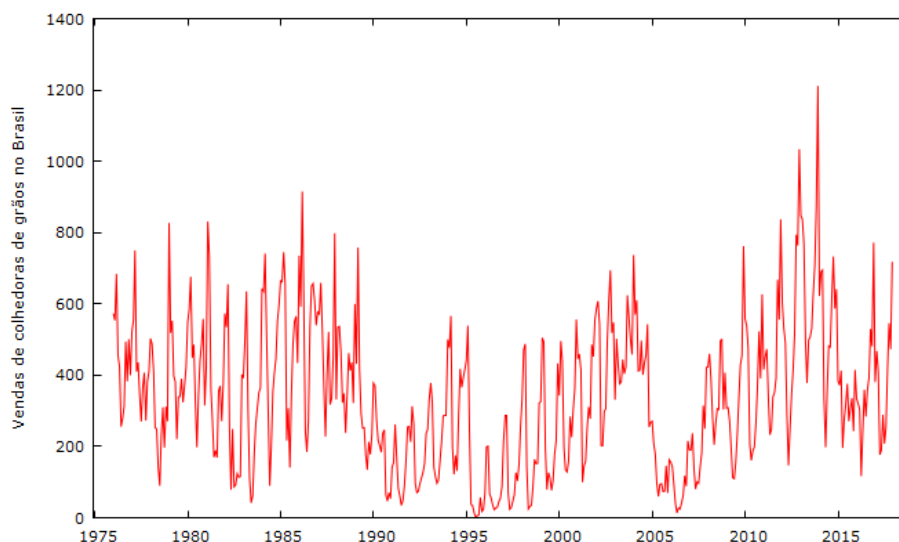


FIGURA 1. Série temporal relacionadas a vendas de colhedoras de grãos no Brasil no período entre janeiro de 1976 à dezembro de 2017 após a aplicação da transformação logarítmica e da primeira diferença nos dados originais.

Quanto à sazonalidade o periodograma, apresentou evidências sazonais em períodos de 12 meses e forma em menor grau em períodos de 6 meses. A partir do teste de Kruskal – Wallis, concluiu-se a um nível de significância de 1%, a existência da sazonalidade na série temporal, indicando a possibilidade de se utilizar os modelos SARIMA.

A partir da análise da FAC e FACP da série transformada foram testados vinte e cinco modelos SARIMA variando as componentes autoregressivas e médias móveis. Na Tabela 1 é apresentado os três modelos que melhor se ajustaram ao conjunto de dados, com base na comparação estatística do teste Q(k) de Box –Pierce e Qui-quadrado para os 15 primeiros lags. Dentre, os modelos selecionados o modelo SARIMA (1,1,2) x (0,1,2)₁₂ foi o escolhido para realizar a previsão de vendas de colhedoras de grãos para o triênio 2018-2019 de acordo com o critério de Akaike (menor índice AIC). Todos os coeficientes estimados para este modelo foram significativos a um nível de 1% de significância pelo teste z.

TABELA 1. Modelos SARIMA(p,d,q)x(P,D,Q)₁₂ de melhor ajuste para representar a série temporal de venda de Colhedoras de Grãos no período de janeiro de 1976 à dezembro de 2017 para 15 lags (k)

Modelos selecionados	Qui ² (k-p-q)	Q(k)	AIC
SARIMA (1,1,2) x (0,1,2) ₁₂	26,22	17,18*	463,22
SARIMA (0,1,2) x (1,1,1) ₁₂	27,68	23,37*	476,51
SARIMA (0,1,2) x (0,1,1) ₁₂	26,22	17,92*	482,26

*Significativo a um nível de 1%

Na Tabela 2 são apresentadas as estimativas de vendas de colhedoras de grãos no biênio 2018-2019 obtidas a partir da aplicação do modelo SARIMA (1,1,2) x (0,1,2)₁₂ foi aplicado a série original. O

erro absoluto médio entre os dados estimados pelo modelo e os dados reais foi de 73,71 colhedoras de grãos.

TABELA 2. Previsão de vendas nacionais de colhedoras de grãos para o Brasil no triênio 2018-2019 e estimativa de vendas mínimas e máximas em um intervalo de confiança de 95%

		Jan.	Mar.	Jun.	Set.	Dez.	Anual
2018	Mínimo	259	200	9	111	361	1582
	Previsão	452	443	285	410	680	4759
	Máximo	645	686	562	709	999	8034
2019	Mínimo	610	749	--	--	234	652
	Previsão	446	439	283	470	667	4735
	Máximo	787	804	677	825	1117	9482

CONCLUSÕES: As vendas de colhedoras apresentaram sazonalidade significativa, indicando a possibilidade de utilização dos modelos SARIMA. O modelo SARIMA (1,1,2) x (0,1,2)₁₂ foi escolhido, sendo previsto a venda de 4759 colhedoras para o ano de 2018 e 4735 colhedoras para o ano de 2019 com um erro absoluto médio de 73,31.

REFERÊNCIAS

- ANFAVEA (Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores), 2018. **Anuários estatísticos**. Disponível em: < <http://www.anfavea.com.br/estatisticas.html> >. Acesso em 15 de Abril de 2018.
- MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. C. **Análise de séries temporais**. São Paulo: Edgard Blücher, 2004, 535 p.
- OCDE-FAO (Organização para Cooperação e o Desenvolvimento Econômico e Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação), 2015. “Perspectivas Agrícolas 2015-2024”. Disponível em < <https://www.fao.org.br/download/PA20142015CB> > Acesso em 05 de maio de 2018.
- OLIVEIRA, C. D. G. **Indústria de máquinas agrícolas no Brasil: um modelo para estimação da demanda de tratores para o triênio 2016–2018**. 2016. 101p. (Tese de Doutorado) – Escola de economia de São Paulo; Fundação Getúlio Vargas, 2016.
- SILVA, R. P.; VIAN, C. E. F. Avaliação Ex-post de Ato de Concentração na Indústria de Máquinas Agrícolas com o Uso de Séries Temporais1. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 55, n. 1, p. 157-178, 2017.