

Comparação de previsões para consumo de fertilizantes NPK no Brasil por meio dos métodos de médias móveis e suavização exponencial

Comparison of forecasts for NPK fertilizer consumption in Brazil using moving average and exponential smoothing methods

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi a realização e comparação de previsões, utilizando diferentes métodos, em relação ao consumo para uso na agricultura de fertilizantes a base de Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K). Para tanto, coletou-se dados referentes ao consumo dos fertilizantes NPK separadamente entre os anos de 2002 e 2016 a partir de informações fornecidas pela FAO (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura). Em relação as previsões utilizou-se os métodos de médias móveis e suavização exponencial com auxílio da Planilha Excel® e dos *softwares* Action Stat® e NNQ - Estatística. Para a comparação e escolha do método de previsão adequado observou-se os parâmetros de erro MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*), U de Theil e a diferença entre o dado real e o valor previsto para o ano de 2016. A partir deste estudo pode-se perceber uma tendência de aumento do consumo dos três tipos de fertilizantes no país, além de que o método de médias móveis apresentou-se mais eficaz para as previsões.

PALAVRAS-CHAVE: Agricultura. Modelagem matemática. Séries temporais.

ABSTRACT

The objective of this work was to make and compare predictions using different methods in relation to the consumption for agriculture use of nitrogen (N), phosphorus (P) and potassium (K) fertilizers. To this end, data on the consumption of NPK fertilizers separately between 2002 and 2016 were collected from information provided by FAO (United Nations Food and Agriculture Organization). Regarding the forecasts, the moving average and exponential smoothing methods were used with the aid of Excel® Spreadsheet and Action Stat® and NNQ - Statistics software. In order to compare and choose the appropriate forecasting method, Theil's Mean Absolute Percentage Error (MAPE), Theil U and the difference between the actual data and the forecasted value for 2016 were observed. It can be seen a trend of increasing consumption of the three types of fertilizers in the country, besides that the moving averages method was more effective for the forecasts.

KEYWORDS: Agriculture. Mathematical modeling. Time series.

Dayane Regina Trage
dayaneregina@hotmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, Paraná, Brasil

Ingridy Maria Xavier Miranda
ingridy_smi@hotmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, Paraná, Brasil

Camila Ciello
camila_ciello@outlook.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, Paraná, Brasil

Carla Adriana Pizarro Schmidt
cs910@yahoo.com.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, Paraná, Brasil

Recebido: 19 ago. 2019.

Aprovado: 01 out. 2019.

Direito autoral: Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



INTRODUÇÃO

O uso de fertilizantes no solo é um dos fatores que possuem influência sobre a agricultura, proporcionando um aumento da produtividade. Os nutrientes presentes no solo são absorvidos pelas plantas e por isso, há a necessidade de reposição destes a partir dos fertilizantes (CAMARGO, 2012).

Para o crescimento das plantas existem 17 principais elementos divididos em algumas classes. Uma das classes é chamada de macronutrientes primários que engloba o Nitrogênio (N), o Fósforo (P) e o Potássio (K) (KRONENBERGER; ALBUQUERQUE, 2000), sendo estes os nutrientes que necessitam de maior reposição.

O crescimento econômico, principalmente em países emergentes, e o aumento da demanda por alimentos faz com que a utilização de fertilizantes também cresça (GODFRAY *et al.*, 2010). Dessa forma, visto que o Brasil está entre os países que mais consomem fertilizantes no mundo, realização de previsões deste cenário torna-se muito importante.

Dentro do contexto apresentado, o objetivo do presente trabalho foi a realização e a comparação de previsões para o consumo anual de fertilizantes químicos a base de N, P e K utilizando métodos distintos.

MATERIAL E MÉTODOS

As informações coletadas foram retiradas da base de dados da FAO (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura) (FAO, 2019), que fornece dados anuais de 2002 a 2016 do consumo de fertilizantes NPK para o uso na agricultura.

Após a coleta de dados, estes foram organizados com auxílio da Planilha Excel®. Então, foram realizadas previsões para 6 anos, incluindo 2016, a partir dos métodos de médias móveis, utilizando o *software* Action Stat® (EQUIPE ESTATCAMP, 2018), e de suavização exponencial por meio do programa NNQ - Estatística (NNQ, 2019).

Para a escolha do melhor método a ser apresentado, utilizou-se dois parâmetros: erro MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) e U de Theil, calculados por meio das Equações (1) e (2), de acordo com Chopra e Meindl (2011) e Silva e Dantas (2009) respectivamente.

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{E_t}{D_t} \right| 100}{n} \quad (1)$$

$$U \text{ de Theil} = \frac{\sqrt{\sum_{j=1}^n (D_t - F_t)^2}}{\sqrt{\sum_{j=1}^n (D_t - D_{t-1})^2}} \quad (2)$$

O valor do erro MAPE apresenta-se em percentual, portanto quando menor ele for, melhor será a previsão. Por outro lado, o valor de U de Theil deve ser menor do que 1 (um) para indicar uma boa previsão.

Além disso, para auxiliar na escolha do melhor método comparou-se o valor da diferença entre o real e o previsto para o ano de 2016.

Após comparação e escolha do método adequado para as previsões feitas neste caso, construiu-se um gráfico que mostra os dados reais, o ajuste, a previsão para 6 anos, além dos limites superior e inferior de previsão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a previsão do consumo de fertilizantes a base de Nitrogênio no Brasil ajustou-se um modelo de médias móveis com o comprimento 2 e um modelo MAN (multiplicativo para erros, aditivo para tendência e com ausência de sazonalidade) por meio do método de suavização exponencial, que apresentou nível e tendência de 0,01. A comparação dos modelos está apresentada nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1 – Comparação da previsão do consumo de fertilizantes a base de Nitrogênio

Método	MAPE (%)	U de Theil
Médias móveis (comprimento 2)	6,770	0,22457
Suavização exponencial (MAN)	9,249	0,75081

Fonte: A autoria própria (2019).

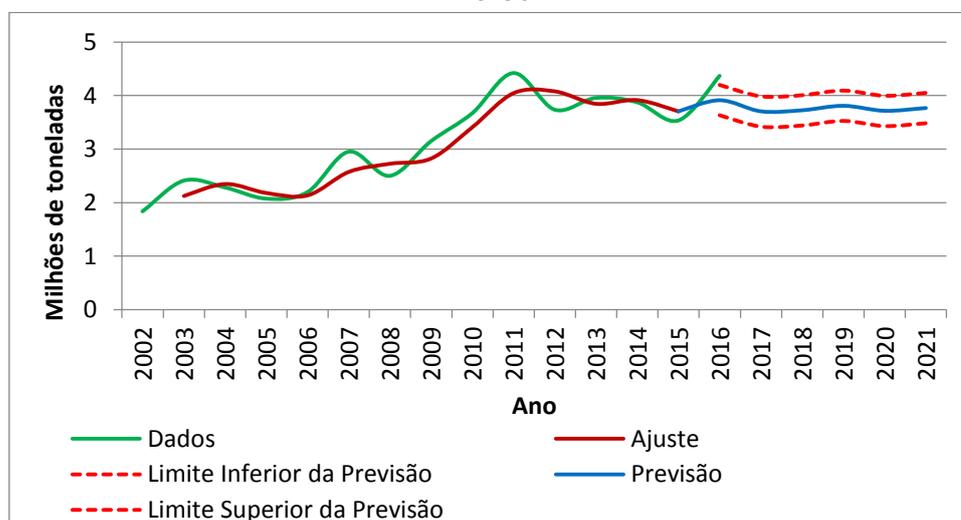
Tabela 2 – Comparação entre real e previsto para o ano de 2016 (nitrogenados)

Método	Real (2016)	Ajuste (2016)	Diferença
Médias móveis (comprimento 2)	4366345	3912898,5	453446,5
Suavização exponencial (MAN)	4366345	5204828,03	838483

Fonte: A autoria própria (2019).

Nota-se menores valores do MAPE, U de Theil e da diferença entre o real e o previsto para 2016 no modelo ajustado por médias móveis, sendo considerado o melhor ajuste neste caso (Figura 1).

Figura 1 - Ajuste do consumo de fertilizantes nitrogenados no Brasil por meio de médias móveis



Fonte: A autoria própria (2019).

Para a previsão do consumo de fertilizantes fosfatados ajustou-se um modelo de médias móveis e um modelo AAN (aditivo para erros, aditivo para tendência e sem sazonalidade) com o parâmetro de nível de 0,01 e o parâmetro de tendência também de 0,01. As Tabelas 3 e 4 exibem a comparação realizada.

Tabela 3 – Comparação da previsão do consumo de fertilizantes a base de Fósforo

Método	MAPE (%)	U de Theil
Médias móveis (comprimento 2)	7,533	0,23169
Suavização exponencial	13,044	0,79596

Fonte: Autoria própria (2019).

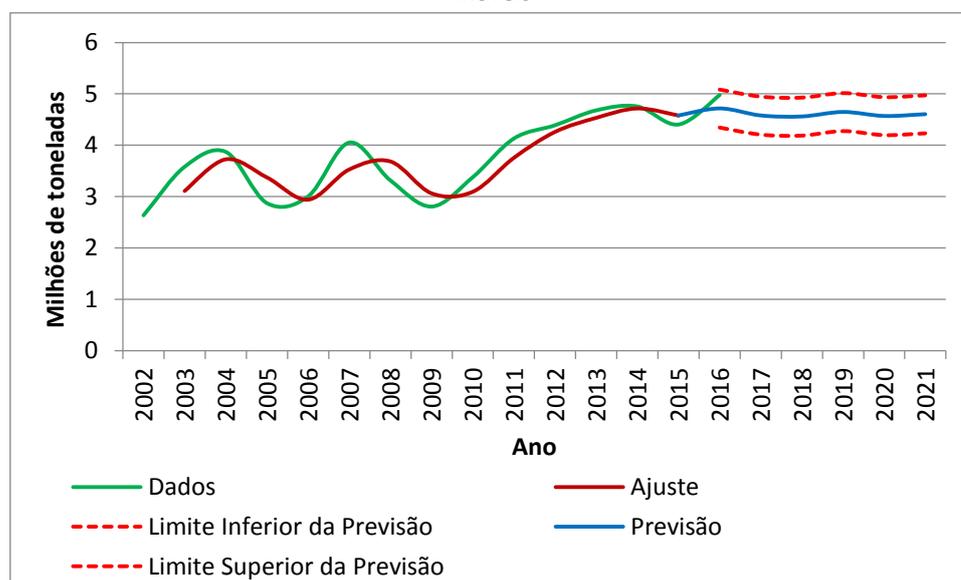
Tabela 4 – Comparação entre real e previsto para o ano de 2016 (fosfatados)

Método	Real (2016)	Ajuste (2016)	Diferença
Médias móveis (comprimento 2)	4974559	4714210	260349
Suavização exponencial (AAN)	4974559	3665730,35	1308829

Fonte: Autoria própria (2019).

A Figura 2 ilustra a previsão feita por meio do método de médias móveis, pois esta apresentou os menores valores de MAPE, U de Theil e da diferença entre o real e o previsto para 2016 comparado ao outro método.

Figura 1 - Ajuste do consumo de fertilizantes fosfatados no Brasil por meio de médias móveis



Fonte: Autoria própria (2019).

No estudo da série temporal de consumo de fertilizantes potássicos, ajustou-se os modelos de médias móveis (comprimento 2) e de suavização exponencial AAN (aditivo para os erros, aditivo para tendência e com ausência de sazonalidade) com parâmetro de 0,01 para nível e tendência. As Tabela 5 e 6 apresentam a comparação feita.

Tabela 5 – Comparação da previsão do consumo de fertilizantes a base de Potássio

Método	MAPE (%)	U de Theil
Médias móveis (comprimento 2)	8,851	0,25383
Suavização exponencial	13,171	0,73949

Fonte: Autoria própria (2019).

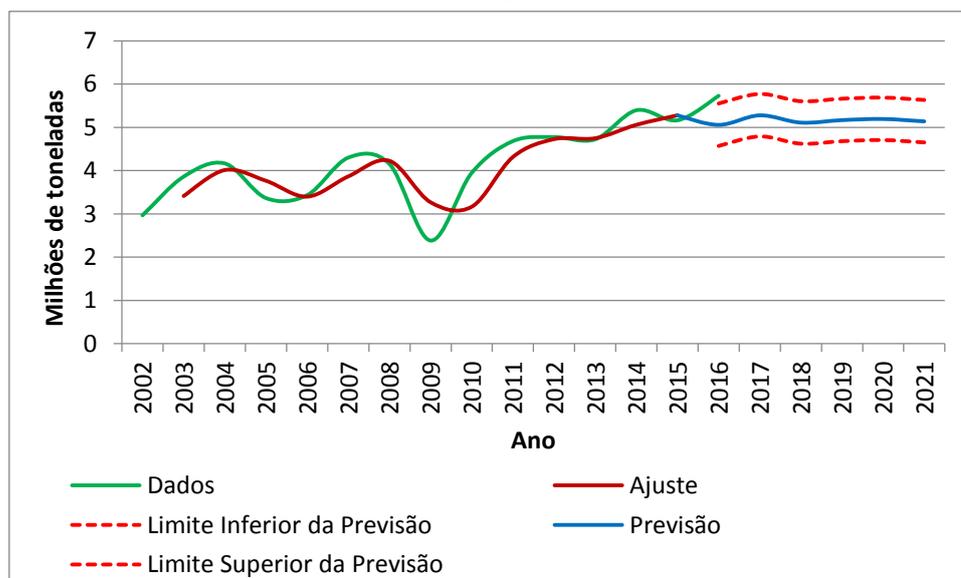
Tabela 6 – Comparação entre real e previsto para o ano de 2016 (potássicos)

Método	Real (2016)	Ajuste (2016)	Diferença
Médias móveis (comprimento 2)	5728415	5058013,5	670401,5
Suavização exponencial (AAN)	5728415	3936027,60	1792387

Fonte: Autoria própria (2019).

A Figura 3 mostra a previsão feita pelo método de médias móveis que foi considerado o mais adequado de acordo com as Tabelas 5 e 6.

Figura 3 - Ajuste do consumo de fertilizantes potássicos no Brasil por meio de médias móveis



Fonte: Autoria própria (2019).

CONCLUSÃO

A partir da elaboração deste trabalho notou-se que há uma tendência de crescimento da utilização de fertilizantes NPK no Brasil ao longo dos anos, que pode ser decorrente de fatores já citados, como crescimento econômico e maior demanda por alimentos. Além disso percebe-se, em relação as previsões, que o método de médias móveis foi o que melhor se adequou aos dados.

Pode-se ressaltar ainda que a variabilidade dos dados e a presença de *outliers*, como no consumo de fertilizantes a base de Potássio no ano de 2009, dificultam a realização das previsões que podem apresentar altos valores de erros.

REFERÊNCIAS

CAMARGO, M. S. A importância do uso de fertilizantes para o meio ambiente. **Pesquisa & Tecnologia**, São Paulo, v. 9, n. 2, jul/dez. 2012. Disponível em: <<http://www.apta regional.sp.gov.br/acesse-os-artigos-pesquisa-e-tecnologia/edicao-2012/julho-dezembro-2/1317-a-importancia-do-uso-de-fertilizantes-para-o-meio-ambiente/file.html>>. Acesso em: 02 jun. 2019.

CHOPRA, S.; MEINDL, P. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: Estratégia, Planejamento e Operação**. São Paulo: Prentice Hall, 2011.

EQUIPE ESTATCAMP. **Software Action**. Versão 3.5.152.34 build 4. São Carlos: Estatcamp - Consultoria em estatística e qualidade, 2018. Disponível em: <<http://www.portalaction.com.br/>>. Acesso em: 06 jun. 2019.

FAO – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA ALIMENTAÇÃO E AGRICULTURA. Base de dados da FAOSTAT. **Fertilizantes por nutriente**. 2019. Disponível em: <<http://FAO.fao.org/>>. Acesso em: 04 jun. 2019.

GODFRAY, H. C. J. *et al.* Food security: the challenge of feeding 9 billion people. **Science**, [s.l.], v. 327, n. 5967, p.812-818, 28 jan. 2010. American Association for the Advancement of Science (AAAS).
<http://dx.doi.org/10.1126/science.1185383>.

KRONENBERGER, G.; ALBUQUERQUE, G. A. S. C.. Perspectivas da indústria de fertilizantes no Brasil. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 08. Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2000. Disponível em: <<http://mineralis.cetem.gov.br/handle/cetem/914>>. Acesso em: 02 jun. 2019.

NNQ – NÚCLEO DE NORMALIZAÇÃO E QUALIMETRIA. **Software NNQ - Estatística**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2019. Disponível em: <<http://qualimetria.ufsc.br/publicacoes/software/previsao/>>. Acesso em: 26 mai. 2019.

SILVA, L. T.; DANTAS, T. M. **Previsão de seguros de automóveis utilizando modelagem estrutural**. 2009. 52 f. TCC (Graduação) - Curso de Estatística, Escola Nacional de Ciências Estatísticas, Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <http://www2.ime.unicamp.br/sinape/sites/default/files/PREVIS%C3%83O%20DE%20SEGUROS%20DE%20AUTOM%C3%93VEIS%20UTILIZANDO%20MODELAGEM%20ESTRUTURAL_0.pdf>. Acesso em: 28 maio 2019.