

Previsões estatísticas com base em séries temporais do calcário agrícola no estado do Paraná

Statistical forecasts based on time series of agricultural limestone in the Paraná state

RESUMO

Géssica Carine Kranz
gessica_kranz@hotmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, Paraná, Brasil

Carla Adriana Pizarro Schmidt
carlaschmidt@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, Paraná, Brasil

O calcário é um insumo agrícola importante, capaz de corrigir a acidez do solo e aumentar a produtividade de diversas culturas, com isso, existe uma tendência no aumento do seu consumo. Nesse sentido, o estudo teve como objetivo avaliar o cenário de produção de calcário agrícola no estado do Paraná, a partir de modelagem matemática para obtenção de projeções futuras. Para isso, realizou-se um estudo documental onde se coletou dados históricos em relação à produção na base de dados da Associação Brasileira dos Produtores de Calcário Agrícola (ABRACAL). O software NNQ – Estatística foi utilizado para auxiliar a construção e análises de todos os modelos de suavização exponenciais possíveis de serem aplicados bem como para escolha do melhor modelo. O modelo escolhido para a variável produção foi o MAdN, que tratou de forma multiplicativa o erro, aditiva amortecida a tendência e identificou ainda ausência de sazonalidade. O modelo foi validado com base no dado real de 2019 e o resultado foi satisfatório, pois respeitou os limites superior e inferior da previsão.

PALAVRAS-CHAVE: Agronegócio. Economia Agrícola. Planejamento e Controle da Produção.

Recebido: 19 ago. 2020.

Aprovado: 01 out. 2020.

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



ABSTRACT

Limestone is an important agricultural input used to correcting the soil acidity and increasing the several crops' productivity, with this, there is a tendency to increase its consumption. In this sense, the study aimed to evaluate the agricultural scenario of limestone production in the Paraná state, using mathematical modeling to obtain future projections. For this, a documentary study was carried out where historical data was collected in relation to production in the database of the Brazilian Association of Agricultural Limestone Producers (ABRACAL). The NNQ - Statistics software was used to assist in the construction and analysis of all exponential smoothing models that can be applied as well as to choose the best model. The model chosen for the production variable was the MAdN, which treated the error in a multiplicative way, additive dampened the trend and also no identified seasonality. The model was validated based on the actual data for 2019 and the result was satisfactory, as it respected the upper and lower limits of the forecast.

KEYWORDS: Agribusiness. Agricultural Economics. Planning and production control.



INTRODUÇÃO

A utilização da ciência e o avanço da tecnologia estão cada vez maiores no ramo agrícola, além do rendimento das culturas estar relacionado diretamente a um bom manejo das plantas e do ambiente de produção. Visando o melhor aproveitamento do solo, é válido realizar análises capazes de identificar alguns parâmetros e necessidades do solo, sendo assim possível realizar as devidas correções (UNICAL, 2019).

Com isso, pode-se realizar a prática de calagem, que tem como principal objetivo corrigir a acidez do solo e fornecer nutrientes necessários as plantas, e conseqüentemente, aumentar a produtividade destas (CALPAR 2018). O principal insumo utilizado nessa prática é o calcário, o qual é obtido através da moagem da rocha calcária e é composto por carbonato de cálcio e carbonato de magnésio (QUAGGIO, 2000). Tem-se basicamente duas variações das rochas carbonatadas mais comercializadas, o calcário calcítico e o dolomítico.

Muitos produtores não conhecem a importância do calcário para se obter maior produtividade nas culturas, e conseqüentemente, sua utilização está abaixo do ideal. Com isso, há necessidade de orientação aos agricultores, fazendo com que a aplicação desse produto aos solos se eleve até níveis adequados, visando o aumento da produção e suprimindo assim a necessidade de matérias-primas agrícolas (PARAHYBA, 2009).

De acordo com o DNPM (2015), o Paraná é um dos estados que mais se destaca na produção de calcário agrícola, com 13,2 % da produção nacional no ano de 2016, atrás apenas do Mato Grosso que produziu 21,2 % no mesmo período. Nesse sentido, o trabalho teve como objetivo realizar um estudo da produção do insumo no estado, com base em dados históricos, apresentado uma avaliação estatística, com posterior elaboração e escolha do modelo de previsão considerado mais adequado para realização das projeções futuras do produto.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a elaboração desta pesquisa, foram utilizados dados históricos relativos à produção de calcário agrícola no estado do Paraná. Essa série temporal foi coletada na base do ABRACAL – Associação Brasileira de Produtores de Calcário Agrícola, no período de 2000 a 2018.

Após a coleta de dados, as informações foram organizadas conforme necessidade e avaliadas com auxílio da planilha Microsoft® Excel, na qual foi realizada uma análise estatística, visando explicar o comportamento dos dados. Ainda para desenvolver gráficos como o histograma e *boxplot* foi utilizado o *software* PAST. Para elaboração e escolha dos modelos das previsões por suavização exponencial, utilizou-se o *software* NNQ – Estatística, o qual é integrado ao Microsoft® Excel.

A previsão foi realizada para os próximos 2 anos após o último dado coletado (ano de 2018). Para a escolha do método mais adequado, o NNQ – Estatística escolhe o modelo que possui menor valor de AIC. No entanto, outros parâmetros também foram avaliados, como, por exemplo o erro MAPE e U de Theil.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste tópico serão apresentados os resultados das análises realizadas a partir dos dados históricos relacionados a produção do calcário agrícola no estado do Paraná. Inicialmente, será apresentada uma estatística descritiva dos dados e em seguida se apresentará a escolha do modelo de previsão para cada uma das variáveis em estudo.

ESTATÍSTICA DESCRITIVA

De acordo com Costa (2015), a estatística descritiva é aquela que realiza a obtenção, redução e representação dos dados, e dessa forma auxiliam na análise do comportamento dos dados.

Dentre as medidas apresentadas pela estatística descritiva, tem-se a média e a mediana, as quais são consideradas tendências centrais dos dados (VIEIRA, 2018). A média pode ser obtida pela soma dos valores observados, dividido pelo número de observações, já a mediana é o valor que ocupa a posição central da série de dados ordenados.

O mínimo, máximo, amplitude, variância e desvio padrão são consideradas medidas de variabilidade ou de dispersão e indicam se os valores estão próximos, ou dispersos entre si (COSTA, 2015).

Conforme Parenti (2017), o desvio padrão (*dp*) representa a variação dos dados em relação à média da amostra. O coeficiente de variação (CV) mensura o grau de dispersão dos dados em torno da média (GONÇALVES, 2010), e de acordo com a classificação de Pimentel-Gomes (2009), têm-se os seguintes níveis: baixo ($CV \leq 10\%$), médio ($10 < CV < 20\%$), alto ($20 < CV < 30\%$) e muito alto ($CV \geq 30\%$).

Na tabela 1, pode-se observar os resultados da estatística descritiva da série histórica da produção de calcário agrícola no Paraná.

Tabela 1 – Estatística descritiva dos dados referentes a produção de calcário agrícola no Paraná

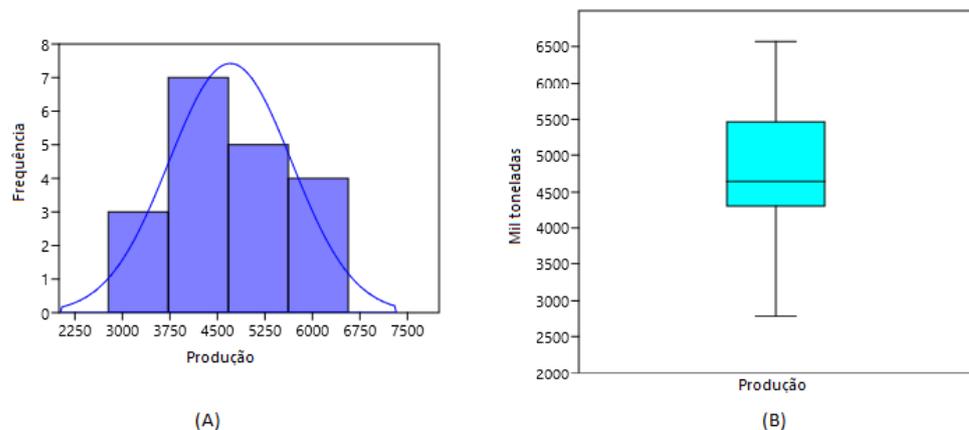
Medida	Valores em mil toneladas
Média	4703,99
Mediana	4645
Mínimo	2778
Máximo	6566,7
Amplitude	3788,7
Desvio padrão	967,66
Variância	936357,3
Coeficiente de variação	0,2057
Assimetria	-0,19
Contagem	19

Fonte: Autoria própria (2020).

Com base nessa análise pode-se verificar que há diferença entre a média (4703,99 mil ton.) e a mediana (4645 mil ton.) para o conjunto de dados, o que indica variabilidade dos mesmos. A variância foi alta, assim como o coeficiente de variação que foi de 20,57 %, mostrando que os dados variam bastante ao longo do tempo.

Para auxiliar no entendimento dos dados através da análise gráfica, foram elaborados o histograma e o *boxplot* apresentados na Figura 2.

Figura 1 – (A) Histograma com curva de distribuição normal; (B) *Boxplot* da série de produção de calcário agrícola no Paraná



Fonte: Autoria própria (2020).

O histograma apresenta a capacidade de distribuição dos dados, cada barra representa a frequência dos dados dentro de um determinado intervalo (MINITA, 2020). De acordo com Sande (2016), no histograma, se uma linha vertical traçada sobre a mediana gerar duas imagens espelhadas, então os dados são considerados simétricos, caso contrário, são definidos como assimétricos. Nos dados em estudo, notou-se uma leve assimetria à direita para a série, pois a mediana foi menor que a média.

A fim de avaliar a normalidade do conjunto de dados, alguns testes foram realizados, os resultados obtidos com estes testes estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2 – Testes de normalidade para os dados de produção

Teste	p-valor
Anderson-Darling A	0,2774
Shapiro-Wilk W	0,9728
Lilliefors	0,1255
Jarque-Bera	0,1246

Fonte: Autoria própria (2020).

Ao analisar a curva de distribuição normal no histograma, pode se considerar os dados simétricos quando a curva apresentar formato de sino (PORTAL ACTION, 2020). Em relação aos testes, o p-valor é definido como a “probabilidade de se observar um valor da estatística de teste maior ou igual ao encontrado” (FERREIRA; PATINO, 2015), em que geralmente o valor de corte para rejeitar a hipótese nula é de 0,05, ou seja, um valor extremo para a estatística de teste é esperado em menos

de 5 % das vezes. Observando a curva normal sobre o histograma e os testes de normalidade realizados, pode-se notar que o conjunto de dados apresenta uma distribuição normal.

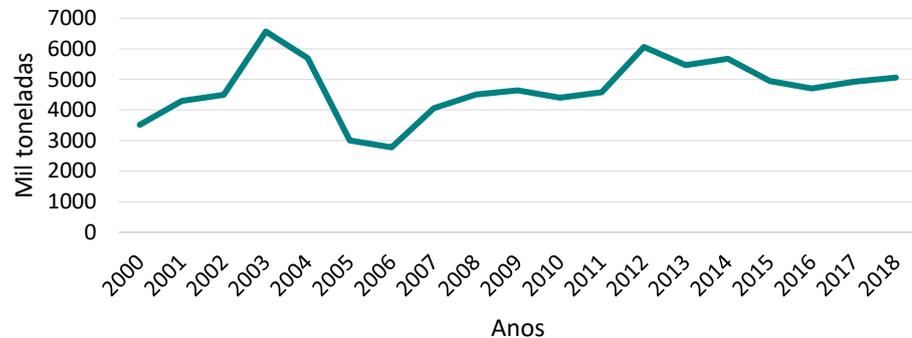
Para analisar o *boxplot*, leva-se em consideração cinco pontos: a posição central é definida pela mediana; o tamanho do retângulo (ou caixa) corresponde a amplitude interquartil; as linhas verticais que partem do retângulo correspondem ao comprimento das caudas, ou seja, são os valores máximo e mínimo da série de dados; os pontos que ficam além dessa estrutura são chamados de outliers, estes são os pontos fora da curva, representados pelo símbolo o (SANDE, 2016).

Observa-se no *boxplot* que não houveram outliers ao longo do tempo estudado e que há assimetria na parte superior, pois a média é maior que a mediana. Além disso, tem-se que os dados são pouco dispersos em relação à média, pois o tamanho da caixa é médio, no entanto, nota-se que há presença de valores extremos de grande magnitude, pois o comprimento das caudas é longo.

ESCOLHA DO MÉTODO ADEQUADO

Após efetuar a análise descritiva dos dados, plotou-se estes em um gráfico (Figura 2) para assim identificar os principais métodos que se adequem ao comportamento da série de dados.

Figura 2 – Dados da produção de calcário agrícola no Paraná no período de 2000 a 2018



Fonte: Autoria própria (2020).

Pode-se observar que a maior produção é de 6566,7 mil toneladas em 2003 e a menor produção é de 2778 mil toneladas no ano de 2006. A queda na produção iniciou em 2005 e deu continuidade em 2006, justificada pela queda nos preços das commodities agrícolas, que diminuiu a participação do setor agrícola e afetou toda cadeia produtiva e de consumo (MME, 2008).

A decomposição de uma série temporal pode resultar em quatro componentes, sendo: nível; tendência, sazonalidade e termo aleatório (PEINADO, GRAEML, 2007). A Figura 2 mostra que houve presença de tendência de crescimento ao longo da série, não houve sazonalidade, e também pôde-se notar níveis de variação na produção de calcário ao longo dos anos.

Após a observação dessas características, utilizou-se o *software* NNQ – Estatística para gerar as previsões dos métodos de suavização exponencial. O modelo que se destacou foi o MAdN (correção de erro multiplicativa, tendência

aditiva amortecida e ausência de sazonalidade), pois apresentou menores parâmetros em relação aos demais, os quais foram apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Avaliação do modelo

Desv pad e(t)	MAPE	U de Theil	AIC
923,909	14,37%	0,980	325,673

Fonte: Autoria própria (2020).

PREVISÃO UTILIZANDO O MÉTODO ESCOLHIDO

Com a escolha do método de suavização exponencial mais adequado, o *software* gerou uma previsão para os próximos dois anos considerando α (0,01), β (0,01), γ (0,00) e ϕ (0,98), assim como os limites inferior e superior para um índice de 95 % de confiança. O valor de α aponta alta variação de nível, β aponta uma leve tendência, ϕ indica alto amortecimento e γ indica que não há como identificar sazonalidade, o que pode ser explicado pelo fato de o conjunto de dados ser anual.

Tabela 4 – Previsão para a produção de calcário agrícola no Paraná

Ano	Previsão	Limite Inferior	Limite Superior
2019	5080,78	3033,52	7128,04
2020	5119,09	3056,29	7181,89

Fonte: Autoria própria (2020).

Conforme dados informados pela ABRACAL, a produção real para o ano de 2019 foi de 4530,0 mil toneladas, a qual ocorreu entre o limite inferior e superior, sendo próximo à previsão realizada. Já os dados referentes a produção de 2020 não foram divulgados no portal da ABRACAL, dificultando assim a comparação entre a previsão realizada e o dado real.

CONCLUSÃO

A agricultura movimenta boa parte da economia do estado paranaense, e com isso, tem-se que o uso dos modelos de previsão são de extrema importância para o planejamento e controle de produção, tanto para agricultores, quanto para produtores, cooperativas, indústrias de mineração e o governo no seu desenvolvimento estratégico, auxiliando assim em tomadas de decisão, identificação de prioridades e alocação de recursos. Além disso, a previsão ainda é capaz de influenciar no aumento da correção dos solos e em consequência, intensificar a produtividade de diversas culturas, gerando assim um impacto positivo no mercado financeiro.

O estudo apresentou que o melhor modelo para a realizar a previsão para os próximos 2 anos para a produção de calcário, é o MAdN. Este, apresentou um bom ajuste para o ano de 2019, porém, para o ano de 2020 a confiabilidade do modelo pode não ser tão boa devido à pandemia do covid-19 que acabou interferindo no mercado, causando assim impactos econômicos e financeiros em todo o território nacional, não apenas no estado do Paraná.

REFERÊNCIAS

CALPAR. G1. **4 mitos sobre a calagem que ainda confundem produtores.** 2018. Disponível em: <https://g1.globo.com/pr/parana/especial-publicitario/calpar/produktividade-sem-fronteiras/noticia/2018/08/03/4-mitos-sobre-a-calagem-que-ainda-confundem-produtores.ghtml>. Acesso em: 16 out. 2019.

COSTA, Giovani Glaucio de Oliveira. **Curso de estatística básica: Teoria e prática.** 2. ed. São Paulo: Atlas S.a., 2015.

DNPM. **Sumário Mineral 2017.** Disponível em: http://www.anm.gov.br/dnmp/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/sumario-mineral/sumariomineral_2017. Acesso em: 13 jul. 2020.

FERREIRA, Juliana Carvalho; PATINO, Cecilia Maria. **What does the p value really mean?** Jornal Brasileiro de Pneumologia, [S.L.], v. 41, n. 5, p. 485-485, out. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1806-37132015000000215>.

GONÇALVES, Sérgio Pereira. **Estratégias didáticas no ensino de estatística básica em curso de ecologia.** 2010. 175 f. Tese (Mestrado) - Curso de Ensino de Ciências e Matemática, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010. Disponível em: http://www.biblioteca.pucminas.br/teses/EnCiMat_Gon%C3%A7alvesSP_1.pdf. Acesso em: 11 fev. 2020.

MINITAB. **Gráficos para análise de capacidade normal.** Disponível em: <https://support.minitab.com/pt-br/minitab/18/help-and-how-to/quality-and-process-improvement/capability-analysis/how-to/capability-analysis/normal-capability-analysis/interpret-the-results/all-statistics-and-graphs/graphs/>. Acesso em: 16 fev. 2020.

MME – Ministério de Minas e Energia - Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral (SGM). **Avaliação de Rochas Calcárias e Fosfatadas para Insumos Agrícolas do Estado de Mato Grosso.** 2008. Disponível em: http://www.cprm.gov.br/publique/media/recursos_minerais/informes/IRM_Aval_RochasMT.pdf. Acesso em: 25 mai. 2020.

PARAHYBA, R. E. **Calcário agrícola.** In: RODRIGUES, A. F. S. Economia mineral do Brasil. Brasília: Didem, 2009. p. 536-545. Disponível em: <https://www.gov.br/anm/pt-br>. Acesso em: 13 jul. 2020.

PARENTI, Tatiana. **Bioestatística.** Porto Alegre: Sagah, 2017.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da produção: operações industriais e de serviços**. Curitiba: UnicenP, 2007. 750 p.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15. ed. Piracicaba: ESALQ, 2009.

PORTAL ACTION. **Portal Action. 2020**. Disponível em: <http://www.portalaction.com.br/>. Acesso em: 20 abr. 2020.

QUAGGIO, J. A. **Acidez e calagem em solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 2000.

SANDE, Walter. **Estatística**. Rio de Janeiro: Uva, 2016.

UNICAL. **A importância da calagem na agricultura**. 2019. Disponível em: <http://unical.com.br/calagem>. Acesso em: 16 out. 2019.

VIEIRA, Sonia. **Estatística básica**. 2. ed. São Paulo: Cengage, 2018.