

Estudo de previsões estatísticas com base em séries temporais de defensivos agrícolas: previsões futuras de dados em nível de periculosidade ambiental.

Study of statistical forecasts based on time series of pesticides: future data predictions at the level of environmental hazard.

RESUMO

Eloise Pamela Pusch
eloise.pusch@hotmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, Paraná, Brasil

Neron Alipio Cortes Berghauser
neronalipio@gmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, Paraná, Brasil

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

O crescimento populacional veio acompanhado por um maior consumo de alimentos e, conseqüentemente, uma maior preocupação com a qualidade da alimentação e com questões ambientais. É importante que se pense no aumento da produtividade das lavouras, tanto para reduzir a abertura de novas terras para cultivo, preservando o meio ambiente, quanto para o aumento da rentabilidade da cultura. Sendo os agrotóxicos um dos recursos mais utilizados pelos produtores rurais para tentar diminuir a perda de produtividade, eles são vistos, na maioria das vezes, como algo negativo, pelo seu uso incorreto e aos acidentes causados. Entretanto, seus benefícios com o extermínio das pragas são reais e torna-se necessário realizar estudos e melhorias nos produtos. Diante disso, fez-se um estudo sobre o mercado de defensivos agrícolas, apresentando dados de consumo no Brasil, bem como a maneira como são classificados e a realização de previsões através do método de Séries Temporais, para que seja reforçado o entendimento e a identificação de razões que possam colaborar com a produtividade tão desejada. Considera-se também relevante o incentivo das pesquisas, auxiliando o governo a encontrar soluções mais sustentáveis para o consumo dos produtos, estimulando o desenvolvimento de agrotóxicos mais eficientes e menos tóxicos ao meio ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: Análise Estatística. Defensivo Agrícola. Periculosidade Ambiental.

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

Population growth was accompanied by a greater consumption of food and, consequently, a greater concern with the quality of food and environmental issues. It is important to think about increasing the productivity of crops, both to reduce the opening of new land for cultivation, preserving the environment, and to increase the profitability of the crop. Pesticides being one of the resources most used by rural producers to try to reduce the loss of productivity, they are seen, in most cases, as something negative, due to their incorrect use and the accidents caused. However, its benefits with the extermination of the pests are real and it is necessary to carry out studies and improvements in the products. Therefore, a study is made on the pesticide market, presenting consumption data in Brazil, as well as the way they are classified and the making of forecasts through the Time Series method, so that the understanding is reinforced and to identify reasons that can collaborate with the desired productivity. Research incentives are also considered relevant, helping the government to



find more sustainable solutions for the consumption of products, stimulating the development of more efficient pesticides that are less toxic to the environment and human health.

KEYWORDS: Statistical analysis. Pesticide. Environmental hazard.

INTRODUÇÃO

Os agrotóxicos são agentes físicos, químicos ou biológicos, que são utilizados nos ramos de produção, proteção e melhoria de produtos agrícolas, onde visa modificar a composição da flora ou da fauna, com a finalidade de conservá-las da ação prejudicial de seres vivos vistos como nocivos (INCA, 2019).

Neste contexto, os defensivos foram inseridos na agricultura com o objetivo de atender as necessidades do solo e impedir e exterminar as pragas que afetariam a produtividade. Este aumento no rendimento diminuiria a demanda por recursos naturais, como a terra e a água, e por recursos tecnológicos, como a mecanização, para a produção de uma mesma quantia de produtos a ser ofertada (VEIGA, 2006).

Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 1991), os agrotóxicos são discernidos em relação a sua toxicidade e ao potencial de periculosidade ambiental. A classificação toxicológica é feita com base em resultados dos estudos toxicológicos agudos realizados com a formulação pretendida. E, de acordo com o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2014) “a avaliação do potencial de periculosidade ambiental é baseada nas características intrínsecas de cada produto bem como no seu comportamento e destino ambiental, além dos efeitos sobre organismos não-alvo.”

Dentro dessas circunstâncias, aumenta-se a necessidade de estudo em relação aos defensivos no Brasil sendo que, no futuro, para o aumento da produtividade agrícola, será necessário um maior desenvolvimento de tecnologias que correlacionem os conhecimentos agrônômicos, sistemas de informação, equipamentos e os insumos. Tais medidas possibilitariam combinar condições de desenvolvimento sustentável e de competitividade, gerando assim um incentivo à inovação tecnológica desses produtos. No mesmo contexto, facilitaria a criação e a implementação de políticas de monitoramento e controle dos impactos ambientais e à saúde humana desses produtos (PELAEZ et al., 2015).

METODOLOGIA

Os elementos que serão obtidos para a composição da presente pesquisa tratam-se de dados históricos anuais do consumo dos defensivos agrícolas no Brasil, considerando-se a sua classificação por nível de periculosidade ambiental, assim como a relação dos dados de produção agrícola, a área plantada e rendimento médio nacional, todos cedidos por órgãos nacionais como: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

Após a coleta especificada, houve a plotagem de gráficos de linha, permitindo assim uma visão global da variação dos valores, auxiliando na análise do comportamento dos dados. Para a estruturação e escolha dos métodos de previsão de consumo dos defensivos agrícolas, utilizou-se o software NNQ – Estatística, desenvolvido pelo Núcleo de Normalização e Qualimetria da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC, 2008).

Os métodos utilizados são baseados no método de Séries Temporais que, segundo Corrêa, Giansesi e Caon (2013), estruturam uma variável durante o tempo e usa extrapolação para prever a ação futura ao excluir variações implícitas com causas assinaláveis.

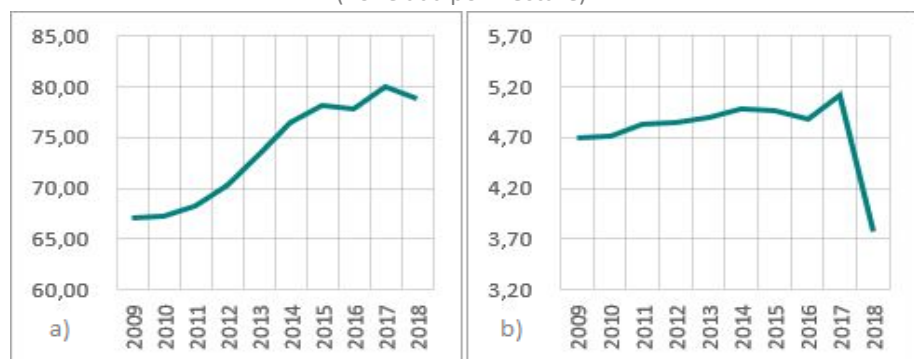
Após a definição e a implantação da técnica de previsão, será acompanhado seu desempenho, para confirmar sua eficácia perante os dados, baseando-se em valores como Akaike (AIC) e U de Theil como medida de verificação.

As previsões foram referentes aos anos de 2019 e 2020, tornando possível demonstrar uma associação entre variáveis como o consumo e a área plantada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 aponta a área plantada e o rendimento médio das lavouras no Brasil do ano de 2009 à 2018, sendo possível constatar um crescimento significativo, tanto na ampliação de terras para cultivo quanto ao rendimento médio gerado, excetuando-se do último ano em que houve uma baixa onde, segundo o IBGE (2020), foram retirados de divulgação produtos como abacaxi, alho, cebola, cocoda-baía, guaraná, maçã, malva, pimenta-do-reino e sisal/agave.

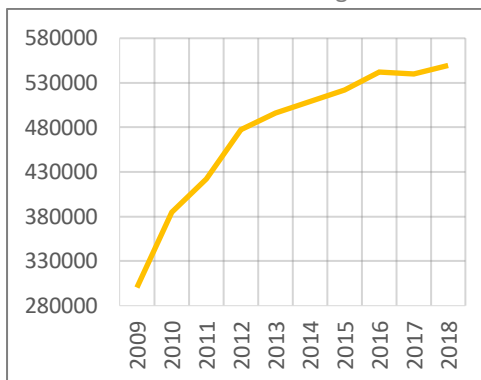
Figura 1 – Gráfico de Tendência a) Área plantada (Hectares). b) Rendimento médio (Tonelada por Hectare)



Fonte: Autoria própria com base em dados do IBGE (2020)

Em relação ao consumo de defensivos no mesmo período, mostrados na Figura 2, nota-se que a utilização desses pesticidas tende a crescer cada vez mais no desenrolar do tempo em consequência a ampliação das áreas de cultivo e pela necessidade de aumentar os rendimentos das mesmas. Tendo em vista de que ela apresenta uma tendência de crescimento do consumo, aponta-se a necessidade de ações para o controle do seu uso, já que os riscos de contaminação ambiental e a saúde humana são reais.

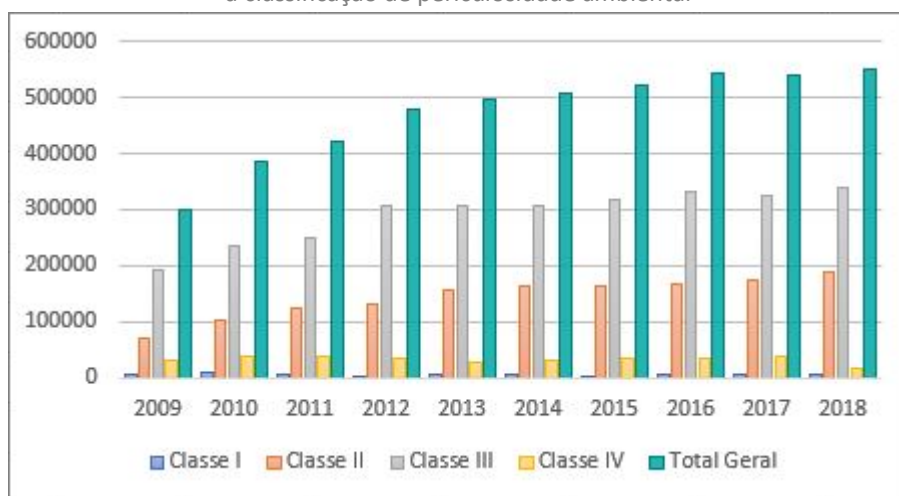
Figura 2 – Gráfico de Tendência: Consumo geral de defensivos agrícolas



Fonte: Autoria própria com base em dados do IBGE (2020)

Relacionado a este aumento, é possível perceber na Figura 3 que os pesticidas de Classe I, Classe II e Classe III, considerados os mais perigosos, desenvolveram uma tendência crescente extremamente relevante nos últimos 6 anos, principalmente pelo fato de sua classificação ser a mais prejudicial. Em termos percentuais, de acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2014), a classe III representa em torno de 60,5% do total consumido no país. Já segundo o gráfico do pesticida de Classe IV, seu consumo tem caído consideravelmente tornando-se uma situação de preocupação, já que seus componentes são pouco prejudiciais e estão sendo menos utilizados.

Figura 3 – Gráfico de Colunas Agrupadas: Consumo de defensivos agrícolas com base a classificação de periculosidade ambiental



Fonte: Autoria própria com base em dados do IBGE (2020)

Com base nessa análise preliminar, o software NNQ analisou os dados fornecidos e gerou resultados para o consumo geral a fim de encontrar o melhor método de previsão. Após essa comparação de métodos, construiu-se um gráfico para mostrar os dados reais, previsão para 2 anos e seus limites superiores e inferiores.

Conforme apresentado na Tabela 1, todos os modelos foram utilizados para a análise, porém pode-se constatar que nem todos se adequaram, já que o U de Theil atingiu valores maiores que 1. Para realizar a escolha, o software baseia-se no valor de AIC, indicando o método ANN (Suavização exponencial com erro aditivo, sem tendência e sazonalidade), entretanto, como seu U de Theil é 1,004, optamos por escolher o modelo MMdN que possui o menor valor, 0,304, com AIC de 204,080.

Tabela 1 – Resultados obtidos pelo NNQ por todos os métodos de suavização para os valores de consumo geral de defensivos

Método	DM	DAM	RQDQM	DPAM	r1	U de Theil	AIC
ANN	25058,459	25594,130	35910,641	5,77%	0,045	1,004	236,802
MNN	21866,622	29717,626	38089,683	7,09%	-0,154	1,002	243,110
AAN	-0,584	24584,216	30465,971	5,73%	0,392	0,466	237,513
MAN	-1910,703	24190,313	30541,786	5,65%	0,398	0,461	239,689
AAAdN	1757,058	22882,799	30155,056	5,76%	-0,007	0,609	239,308
MAdN	-3217,255	19406,068	26618,331	4,86%	0,328	0,323	240,438
MMN	1327,431	30930,238	36834,148	6,95%	0,461	0,635	242,263
MMdN	-3566,378	18433,835	25898,827	4,67%	0,314	0,304	240,080

Fonte: Autoria própria (2020)

O método MMdN de suavização exponencial possui parâmetros alfa, beta, gama e fi, respectivamente, de 0,01; 0,12; 0 e 0,87. Esse modelo realiza as correções dos erros de forma multiplicativa, trata a tendência de forma multiplicativa amortecida e não possui sazonalidade, já que os dados avaliados são anuais.

Em seguida, de acordo com a Figura 4, apresenta-se os valores previstos do consumo de defensivos nos próximos 2 anos, com um nível de confiança de 95%. Os valores encontrados atingiram o montante de 578051,89 toneladas de ingrediente ativo no ano de 2019 e 591016,60 toneladas de ingrediente ativo no ano seguinte, mostrando assim uma estimativa crescente de consumo dos pesticidas.

Figura 4 – Gráfico de Tendência da previsão de consumo geral de defensivos (tonelada de ingrediente ativo)

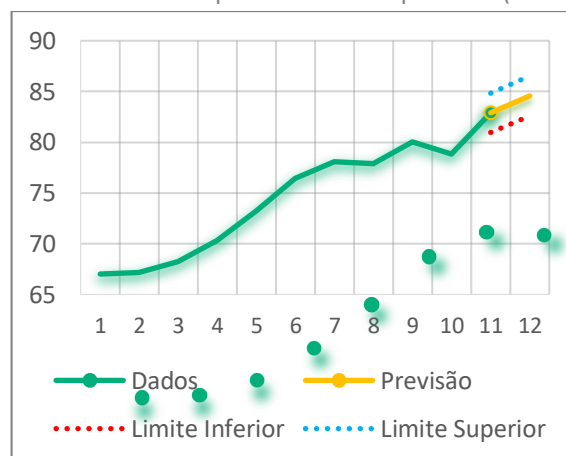


Fonte: Autoria própria (2020)

Posteriormente, foram investigadas as informações referentes a área plantada no país e seu rendimento médio para que fosse possível realizar uma comparação os elementos estudados.

De acordo com o software NNQ o modelo mais apropriado para a previsão da área plantada refere-se ao MAN, indicando um valor AIC de 35,806 e U de Theil de 0,683. Relacionado a isto, seus valores de alfa, beta, gama e fi atingiram valores de 0,01; 0,01; 0 e 0 respectivamente. Esse modelo realiza as correções dos erros de forma multiplicativa, trata a tendência de forma aditiva e não possui sazonalidade pelo fato de, conforme comentado anteriormente, os dados serem anuais.

Figura 5 – Gráfico de Tendência da previsão de área plantada (hectare/milhões)



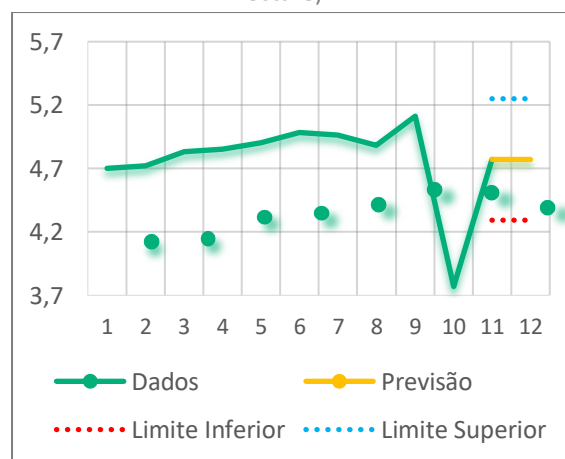
Fonte: Autoria própria (2020)

Deste modo é possível notar que, conforme ilustrado na Figura 5, sua previsão tende a crescer com o passar do tempo, já que os valores encontrados para o ano de 2019 correspondem a 82,90 milhões de hectares utilizados para o plantio e no ano seguinte atingem o valor de 84,56 milhões de hectares, possuindo a linha de limite superior e inferior com média de 85,68mi/ha e 81,78mi/ha no mesmo período.

Para o estudo de rendimento médio das lavouras, o software encontrou outro método que melhor se adequou a disposição dos dados, chamado de MNN. Seu valor de AIC foi igual a 6,295 e seu U de Theil de 0,821, cumprindo com a restrição de ser abaixo de 1. Conectados aos resultados encontram-se os valores de alfa igual a 0,01 e beta, gama e fi em 0. Pode-se afirmar que esse modelo de suavização exponencial corrige seus erros de forma multiplicativa, porém não apresenta tendência e sazonalidade.

Assim sendo, se verificada a Figura 6, pode-se constatar que esse rendimento tende a crescer, decorrente dos anos anteriores nos quais se pode observar uma alta significativa. Para a previsão descoberta, tivemos um valor de 4,77 toneladas por hectare nos próximos dois anos, considerando uma margem de limite superior e inferior de 5,25 ton/ha e 4,29 ton/ha respectivamente. Para caráter de comparação, os valores disponibilizados pelo IBGE (2020) correspondem a aproximadamente 4,53ton/há no ano de 2019, excetuando-se os valores do mês de dezembro que não estavam disponibilizados no momento da pesquisa.

Figura 6 – Gráfico de Tendência da previsão de rendimento médio (tonelada por hectare)



Fonte: Autoria própria (2020)

CONCLUSÃO

A utilização de modelos matemáticos para previsões futuras é de grande importância para a agricultura, já que é responsável por movimentar boa parte da economia do Brasil. A partir da construção deste trabalho conclui-se que há uma tendência de crescimento significativa na utilização de agroquímicos que auxiliariam o aumento de produtividade, decorrente da necessidade de crescimento econômico e uma maior demanda por alimentos.

Esse cenário aponta a necessidade de estudos para que sejam adotadas políticas para o controle e a diminuição de agrotóxicos mais nocivos e de incentivos a desenvolvimentos e consumo dos pesticidas de menor periculosidade. Uma técnica que poderia ser utilizada como alternativa é a agroecologia, que envolve princípios de conscientização ecológicos gerando uma agricultura mais sustentável, promovendo e auxiliando uma vida mais saudável, tanto ao meio ambiente quanto a saúde humana.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Portaria Normativa Anvisa nº 03, de 09 de dezembro de 1991. Estabelece diretrizes e exigências referentes a autorização de registros, renovação de registro e extensão de uso de produtos agrotóxicos e afins. Brasília: **DOU Diário Oficial da União**. Publicado no D.O.U. de 13 de dezembro de 1991.

BRASIL. Portaria Normativa Ibama nº 84, de 15 de outubro de 1996. Estabelece procedimentos a serem adotados junto ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, para efeito de registro e avaliação do potencial de periculosidade ambiental - (PPA) de agrotóxicos, seus componentes e afins. Brasília: **DOU Diário Oficial da União**. Publicado no D.O.U. de 18 de outubro de 1996.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. N.; CAON, M. **Planejamento, programação e controle da produção**. 5ª ed. São Paulo, Atlas 2013.

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER (INCA, ORG.) **Agrotóxico**. 2019. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/exposicao-no-trabalho-e-no-ambiente/agrotoxicos>. Acesso em: 20 jan. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE, ORG.). **Levantamento sistemático da produção agrícola**. 2020. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6588>. Acesso em: 04 nov. 2019.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA, ORG.). **Quantidade de Agrotóxico comercializado por Classe de Periculosidade Ambiental**. 2014. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/informma/item/11294-quantidade-de-agrotoxico.html>. Acesso em: 9 set. 2019.

PELAEZ, V. M. et al. A (des)coordenação de políticas para a indústria de agrotóxicos no Brasil. 2015. **Revista Brasileira de Inovação**, Campinas – SP. 14, n. esp., p. 153-178, julho 2015.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (UFSC, ORG.). Núcleo de Normalização e Qualimetria. 2008. Disponível em: <https://qualimetria.ufsc.br>. Acesso em: 10 out. 2019.

VEIGA, M. M. **Agrotóxicos: eficiência econômica e injustiça socioambiental**. 2006. Rio de Janeiro. Disponível em: https://www.scielo.org/scielo.php?pid=S1413-81232007000100017&script=sci_arttext. Acesso em: 15 out. 2019.