

ESTIMAÇÃO DA PRODUTIVIDADE DE AMENDOIM POR REDES NEURAIAS ARTIFICIAIS

ANTONIO ALVES PINTO¹, LEANDRO ALVES PINTO², FELIPE THOMAZ DA
CAMARA³, MARCOS SILVA TAVARES⁴, TAMIRES DOROTEO DE SOUZA⁵,
CRISTIANO ZERBATO⁶

¹ Doutorando em Agronomia, Universidade Estadual Paulista - UNESP, alves.pinto@unesp.br

² Mestrando em Agronomia, Universidade Estadual Paulista - UNESP, leandroalvespinto96@gmail.com

³ Prof. Dr. da Universidade Federal do Cariri - UFCA, felipe.camara@ufca.edu.br

⁴ Mestrando em Agronomia, Universidade Estadual Paulista - UNESP, marcfilho021@outlook.com

⁵ Doutoranda em Ciências Biológicas (Entomologia), Universidade Federal do Paraná - UFPR, tamiresdoroteo@gmail.com

⁶ Prof. Dr. da Universidade Estadual Paulista - UNESP, cristiano.zerbato@unesp.br

Apresentado no
L Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2021
08 a 10 de novembro de 2021 - Congresso On-line

RESUMO: O presente trabalho objetivou estimar a produtividade do amendoim a partir de variáveis agronômicas utilizando redes neurais artificiais. O trabalho foi desenvolvido na área experimental do Centro de Ciências Agrárias e da Biodiversidade, da Universidade Federal do Cariri. A semeadura foi realizada manualmente, depositando-se 10 sementes por metro. A colheita foi realizada manualmente, mantendo-se as plantas viradas no campo por cinco dias para secagem. As variáveis analisadas após a colheita foram a altura das plantas, massa das plantas, número de vagem e massa de vagens. O modelo da rede neural para estimação de produtividade apresentou coeficiente de determinação de 0,85, raiz do erro quadrático médio de 212 kg ha⁻¹, erro absoluto médio de 139,87 kg ha⁻¹ e erro porcentual absoluto médio de 10,16% da produtividade média. A Rede Neural Artificial ajustada foi capaz de estimar a produtividade do amendoim com precisão entorno de 85% e acurácia de 139,87 kg ha⁻¹. A rede neural mostrou-se robusta, uma vez que atingiu resultados acurados usando apenas variáveis agronômicas da cultura do amendoim para estimar a produtividade.

PALAVRAS-CHAVE: *Arachis hypogaea* L., Aprendizado de máquina, Modelagem Agrícola

ESTIMATION OF PEANUT YIELD BY ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS

ABSTRACT: The present work aimed to estimate the productivity of peanuts using artificial neural networks. The work was developed in the experimental area of the Center for Agricultural and Biodiversity Sciences, at the Federal University of Cariri. The sowing was carried out manually, depositing 10 seeds per meter. The harvest was carried out manually, keeping the plants turned in the field for five days for drying. The variables analyzed after harvest were plant height, plant mass, pod number, and pod mass. The neural network model for productivity estimation presented a coefficient of determination of 0.85, root of the mean quadratic error of 212 kg ha⁻¹, mean absolute error of 139.87 kg ha⁻¹, and mean absolute percentage error of 10,16% of the average productivity. The adjusted Artificial Neural Network was able to estimate the peanut productivity with a precision of around 85% and an accuracy of 139.87 kg ha⁻¹. The neural network proved to be robust since it achieved accurate results using only peanut crop agronomic variables to estimate productivity

KEYWORDS: *Arachis hypogaea* L., Machine learning, Agricultural Modeling

INTRODUÇÃO

O amendoim (*Arachis hypogaea* L.) é uma das oleaginosas mais cultivadas no mundo por apresentar grande utilidade no mercado alimentício, desde o consumo “*in natura*” até a produção de óleos, doces, geleias, suplementos alimentares, biocombustível, dentre outros, além disso, outro fator que contribui para o cultivo da cultura é o poder de adaptação às diversas condições de cultivo (PINTO et al., 2020).

Na safra 2019/2020 a estimativa de área plantada no Brasil foi de aproximadamente 160,5 mil hectares que corresponde a 0,25% de toda a área cultivadas com grãos no país, colhendo cerca de 557,3 mil toneladas de grãos, correspondente a 0,23% de toda a produção de grãos no Brasil (CONAB, 2020)

Dada a importância do amendoim para o agronegócio brasileiro, a capacidade de estimar a produtividade da cultura permitiria algumas tomadas de decisões em campo mais assertivas nas próximas safras, como intervenção em áreas com baixa estimativa de produtividade, manejo de fertilizantes e determinação de zonas específicas de manejo. Nesse sentido, o presente trabalho objetivou estimar a produtividade do amendoim a partir de variáveis agronômicas utilizando redes neurais artificiais.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida na área experimental do Centro de Ciências Agrárias e da Biodiversidade, da Universidade Federal do Cariri (UFCA), no município de Crato - Ceará, com coordenadas geográficas 7° 14' 49" S de latitude e 39° 22' 05" W de longitude, possuindo altitude média de 413 metros. O clima da região, segundo Köppen (ALVARES et al., 2013) é o AW, caracterizado como clima tropical úmido com estação seca no inverno, apresentando regime pluviométrico de 700 a 1000 mm/ano. A temperatura média anual é de 27°C.

A cultivar de amendoim utilizada foi a BRS151L7, desenvolvida pela Embrapa para a região nordeste, de porte ereto e ciclo de 90 dias. Todas as sementes do ensaio foram cedidas pela Embrapa Algodão de Barbalha-CE. A semeadura foi realizada manualmente, depositando-se 10 sementes por metro. A colheita foi realizada com 95 dias após a semeadura, mantendo-se as plantas reviradas no campo, com as vagens viradas para cima, para secagem durante o período de cinco dias. As variáveis analisadas após a colheita foram à altura das plantas (determinada a partir da base do caule “colete” até o ápice da folha mais velha em centímetros), massa seca das plantas (obtido pela massa da parte aérea de todas as plantas da parcela útil em gramas), número e massa de vagens (obtida após a contagem e pesagem de todas as vagens da parcela útil em gramas), e produtividade de grãos (calculada pela extrapolação dos resultados de grãos da parcela útil para kg ha⁻¹).

O modelo de rede neural artificial utilizado foi o Multilayer perceptron (MLP) supervisionada, com arquitetura feed forward, constituída por uma camada de entrada de dados, três camadas ocultas e uma camada de saída. Os hiperparâmetros para o modelo foram escolhidos através do algoritmo de busca exaustiva `sklearn.model_selection.GridSearchCV`, que testa todas as topologias e parâmetros solicitados de forma ordenada em busca da melhor otimização. Os hiperparâmetros selecionados pelo algoritmo com melhor ajuste de modelo para os dados foram `hidden_layer_sizes` (9, 10, 15), `learning_rate_init` (0,0001), `learning_rate` (adaptive), `Batch_size` (10), `activation` (relu), `max_iter` (4000), `solver` (lbfgs), `alpha` (0,001) e `tol` (0,01).

Na avaliação do modelo utilizou-se a validação cruzada como método de avaliação do desempenho do modelo. Usou-se o pacote Cross-validation (CV) da biblioteca Scikit-Learn que usa uma abordagem denominada k- fold CV, dividindo um conjunto de dados em k conjuntos menores. Após os testes obteve-se o coeficiente de determinação (R²) raiz do erro quadrático médio (RMSE), erro absoluto médio (MAE) e o erro porcentual absoluto médio

(MAPE). O treinamento e validação do modelo foram realizados utilizando linguagem de programação em Python 3,6 que dispõem de bibliotecas específicas para esse processo (Scikit-Learn).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ajuste do modelo da rede neural para estimação de produtividade apresentou coeficiente de determinação (R^2) de 0,85, raiz do erro quadrático médio (RMSE) de 212 kg ha^{-1} , erro absoluto médio (MAE) de 139,87 kg ha^{-1} e erro porcentual absoluto médio (MAPE) de 10,16% da produtividade, demonstrando robustez da rede na estimação de produtividade e identificação da relação entre as variáveis agrônômicas da cultura e produtividade final. (Figura 1).

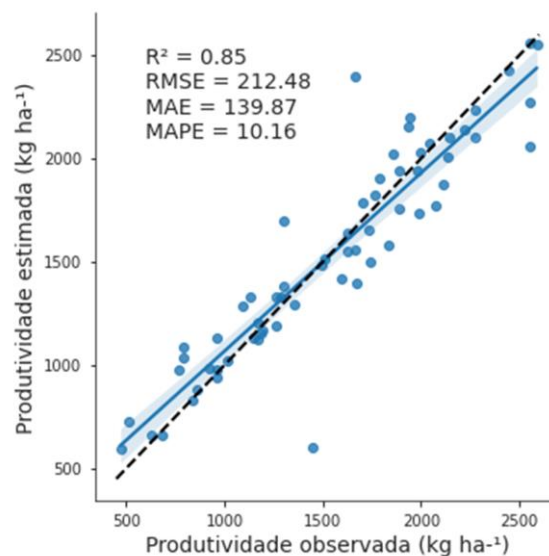


FIGURA 1. Desempenho do modelo de Redes Neurais artificiais para a estimativa de produtividade do amendoim.

Dez modelos agrometeorológicos para previsão de produtividade em função dos componentes do balanço hídrico decendial com dados de 20 anos, foram estudados por Moreto e Rolim (2013), obtendo coeficiente de determinação inferiores 0,68 e erro porcentual absoluto médio de 8,23%. Resultados inferiores ao do presente estudo no coeficiente de determinação, porém com melhor erro porcentual absoluto médio.

Analisando o comportamento da produtividade estimada nota-se que o modelo segue a produtividade observada do amendoim e reconhece as mudanças ao longo das observações, mas o modelo apresenta alguns desvios superestimando em alguns pontos e subestimando em outros (Figura 2A). O histograma de erros da estimação da rede neural artificial (produtividade observada menos a estimada) apresentou distribuição normal com cerca de 81,2% dos erros, apresentando superestimação e subestimação de até 250 kg ha^{-1} . Os demais erros foram distribuídos em 14% como erro de superestimação acima de 250 kg ha^{-1} e 4,7% de subestimação com erro maiores que 250 kg ha^{-1} (Figura 2B).

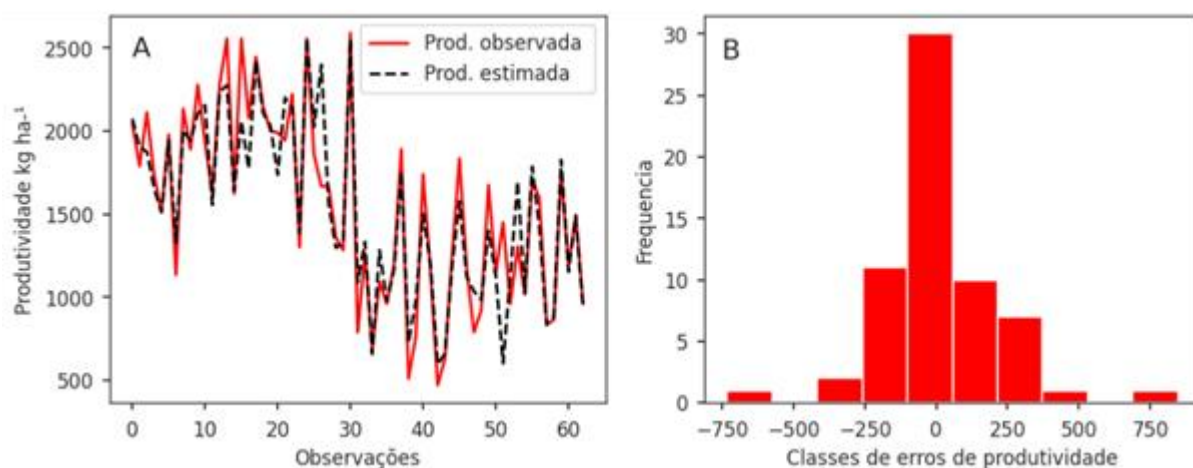


FIGURA 2. A: produtividade observada e estimada, B: histograma com as classes de erros de produtividade estimada do amendoim.

Os resultados são promissores para a obtenção de dados de produtividade da cultura do amendoim a partir dos dados agrônômicos, com potencial para permitir a estimativa da produtividade em área com baixo nível de tecnologia em que o produtor não dispõe de sensores embarcados em tratores, veículos aéreos não tripulado ou outras estruturas para a obtenção da estimativa da produtividade. Recomenda-se a adoção de estudos futuros para avaliar a aplicação desta técnica de estimativa de produtividade para monitorar a variabilidade espacial da produtividade do amendoim em campos comerciais, com o uso de um GPS para a obtenção de mapas de produtividade estimada da aérea utilizando técnicas de interpolação com geoestatística, bem como estudos que visem a utilização de outras variáveis preditoras que permitam estimar e até prever a produtividade da cultura em campo como o uso de variáveis climáticas e espectrais da cultura.

CONCLUSÕES

A Rede Neural Artificial ajustada foi capaz de estimar a produtividade do amendoim com precisão entorno de 85% e erro de 139,87 kg ha⁻¹.

A rede neural artificial mostrou-se robusta, uma vez que atingiu resultados acurados usando apenas variáveis agrônômicas da cultura do amendoim para estimar a produtividade.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, Berlim, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.
- CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). Acompanhamento da safra brasileira grãos safra 2019/20. v. 7, n. 10, 2020. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras>. Acesso em 06 de agosto de 2020.
- MORETO, V. B, ROLIM, G. S. Modelos agrometeorológicos para previsão de produtividade de amendoim na região de jaboticabal, SP. XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – XVIII. 2013, Belem. *Anais*, 2013, p. 1-6.
- PINTO, A. A.; PINTO, L. A.; SANTANA, L. D.; CAMARA, F. T., SILVA, L. F. V. Cultivo de amendoim em função da adubação e do espaçamento entre plantas em sistema de sequeiro e irrigação complementar. *Colloquium Agrariae*, v. 16, n. 3, p. 27-36, 2020. DOI: 10.5747/ca.2020.v16.n3.a369.