

MODELAGEM DE REDE NEURAL ARTIFICIAL PARA PREDIÇÃO DA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE FEIJÃO

CRISTIANO M. A. DE SOUZA¹, SALVIO N. S. ARCOVERDE²,
LEIDY Z. L. RAFULL¹, RODOLFO T. DA SILVA³, ANA L. F. DE ARAÚJO⁴

¹ Engenheiro Agrícola, Professor Associado, UFGD/FCA, Dourados-MS, (67) 3410-2412, csouza@ufgd.edu.br

² Doutor em Agronomia, PNP/Engenharia Agrícola, UFGD/FCA, (67) 99669-7053, salvionapoleao@gmail.com

³ Engenheiro de Produção, Mestrando em Engenharia Agrícola, UFGD/FCA, (67) 9972-9770, rtdsilva@outlook.com

⁴ Engenheira Agrícola, Mestranda em Engenharia Agrícola, UFGD/FCA, (19) 99752-9292, laura.fialho.eng@gmail.com

Apresentado no

XLIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2020

23 a 25 de novembro de 2020 - Congresso On-line

RESUMO: Os efeitos da taxa de alimentação, da rotação do cilindro trilhador (fluxo axial) e da umidade de colheita sobre a qualidade de sementes de feijão colhidas mecanicamente foram preditos usando rede neural artificial (RNA). Para obter dados experimentais da germinação das sementes, a máquina colheu operando com três velocidades (4, 7 e 10 km h⁻¹), três tamanhos de leiras (4, 7 e 10 linhas) e duas umidades (11 e 14%), com duas velocidades do cilindro trilhador (11,94 e 15,35 m s⁻¹). Foram retiradas amostras de sementes no tanque graneleiro da máquina, e nelas foi realizado o teste padrão de germinação. Uma rede *Perceptron* multicamadas com cinco entradas (leira, velocidade, umidade, rotação do rotor e germinação das sementes), duas camadas escondidas de neurônios e uma saída (germinação) foi utilizada na modelagem. A RNA para predição da germinação de sementes de feijão foi processada por algoritmo em *script*, a fim de modelar a rede, alternar a quantidades de neurônios das camadas ocultas, selecionar, testar e validar a RNA, com menor erro médio padrão. O modelo de rede neural artificial selecionado para prever a porcentagem de germinação de sementes de feijão foi considerado satisfatório, por apresentar valores próximos aos obtidos em campo.

PALAVRAS-CHAVE: colhedora, dano mecânico, inteligência artificial.

ARTIFICIAL NEURAL NETWORK MODELING FOR THE PREDICTION OF BEAN SEED GERMINATION

ABSTRACT: The effects of feed rate, rotation of thresher cylinder (axial flow), and grain moisture on germination of bean seeds harvested mechanically were modeled using artificial neural network (ANN). Experimental data of bean seeds germination were obtained using a machine to gather three windrow sizes (4, 7, and 10 sowing lines), two moisture contents (11 and 14%wb), three speeds (4, 7, and 10 km h⁻¹), and two tangential velocities on the threshing cylinder (11.94 e 15.35 m s⁻¹). The seed samples were collected in the grain tank of the machine, and the standard germination test was performed soon after. The multi-layered Perceptron network with five inputs (windrows, speed, moisture, cylinder velocity, and germination), two hidden layers of neurons, and one output (germination) was used in the ANN modeling. A scripted algorithm processed the ANN for the prediction of bean seed germination to model the network, change the number of neurons in the hidden layers, select, test and validate the ANN, with a lower mean, standard error. The ANN model selected to predict the bean seed germination was considered satisfactory because it presented values close to those obtained on the farm.

KEYWORDS: harvester, mechanical damage, artificial intelligence

INTRODUÇÃO: O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) destaca-se como um produto agrícola de grande importância socioeconômica (HIOLANDA et al., 2018). A sua colheita tem sido realizada, predominantemente, de maneira indireta, com mecanização nas operações de recolhimento e trilha, sendo esta operação realizada por uma máquina denominada recolhedora-trilhadora (SILVA et al., 2013). A colheita mecânica apresenta uma série de vantagens em relação aos processos de colheita manuais, tais como, diminuição do custo operacional, redução do tempo de colheita e do esforço a que os trabalhadores são submetidos, e permitir colheitas antecipadas. Um dos grandes problemas associados à colheita de sementes está relacionado com as perdas qualitativas a que os produtos estão submetido na colheita mecânica. Além de problemas associados à regulagem das máquinas, as perdas qualitativas estão associadas ao fluxo de material e às condições de entrada destes na colhedora. Sempre que se ultrapassa a capacidade limite de um dado mecanismo, perdas quantitativas podem ocorrer, além do risco de embuchamento da máquina. A produção de sementes de qualidade é muito importante dentro do processo de produção agrícola, pois se bem executada ela permite se obter “stand” uniforme e boa distribuição de plantas na lavoura. O uso de rede neural artificial tem sido usado por vários pesquisadores para solucionar problemas de diversas áreas da engenharia, tais como classificação de imagens, reconhecimento de fala, na condução de tratores, etc. E essa técnica apresenta potencial de aplicação na área de produção de sementes, pois utilizando essa técnica pode-se estimar a germinação de sementes em função de determinadas características da máquina e condições da cultura no ato da colheita. O objetivo deste trabalho foi modelar uma rede neural artificial para prever a germinação de sementes de feijão colhidas por uma recolhedora-trilhadora.

MATERIAL E MÉTODOS: O trabalho foi desenvolvido no Lapromaq/FCA/UFGD. Para a realização do treinamento da rede foi utilizado o programa computacional MATLAB, versão 6.0. A arquitetura da rede foi 5-5-n1-1, sendo 5 elementos no vetor de entrada, 5 neurônios na primeira camada oculta, n1 foi variado de 5 a 20 neurônios na segunda camada oculta e um vetor de saída. O parâmetro n1 teve seu valor incrementado buscando minimizar o erro ocasionado no treinamento da rede. Os cinco elementos do vetor de entrada foram velocidade de deslocamento da máquina, número de linhas de feijão na leira, teor de água de colheita (11 e 14% b.u.), rotação do cilindro trilhador e a respectiva germinação das sementes de feijão. Os dados experimentais para treinamento e validação da rede foram extraídos de Souza (2001). Em cada teste foram retiradas amostras de 2 kg no graneleiro da máquina para realização da análise da qualidade das sementes colhidas. O teste de germinação foi realizado com base nas recomendações das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), utilizando-se quatro repetições. A rede que apresentou menor erro relativo médio foi selecionada. Cada treinamento foi realizado 1000 vezes. Para isso foi construído um algoritmo que permitiu executar o treinamento de uma rede 20 vezes a cada simulação. No treinamento da rede neural artificial reservou-se 10% dos dados para teste, 10% para validação e o restante exclusivo para o treinamento da rede propriamente dito, sendo essas relações escolhidas aleatoriamente em cada simulação. Para comparar os dados experimentais e aqueles da RNA, usou-se uma estrutura decisória construída com base na combinação do teste F (F_{H0}) modificado para modelo linear por Graybill (Vendruscolo et al., 2017), do teste t aplicado ao erro médio ($t_{\bar{e}}$) e da análise do coeficiente de correlação linear (Ferreira et al., 2017). O Erro relativo médio foi determinado pela relação entre os dados observados (base) e aqueles obtidos pela RNA.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Os valores de germinação de sementes de feijão estimados pela rede neural artificial foram inferiores àqueles obtidos pelo teste padrão. O efeito da rotação do cilindro trilhador e da umidade de colheita sobre a germinação das sementes apresentou comportamento semelhante ao experimental. O erro relativo médio determinado

na umidade de 11% foi de 5,63 e 3,84% para as velocidades do cilindro trilhador de 11,9 e 15,4 m s⁻¹, respectivamente. Na umidade de 14%, o erro relativo médio foi de 3,7 e 4,4% para as duas rotações do cilindro trilhador. Na Figura 1 é apresentada a comparação entre os dados de germinação de sementes de feijão obtidos experimentalmente e por meio da rede neural, onde se pode observar que não houve significância do teste F, houve significância do teste t do erro médio e correlação entre os dados maior que o acerto do modelo. A não significância de F e a maior correlação indica que o modelo de RNA tende a prever resultados próximos àqueles obtidos no campo, entretanto a significância do teste t demonstra que há um erro do modelo não aleatório. Assim, procedeu-se uma análise de resíduos em torno do erro relativo médio (Figura 2), onde se observa que a distribuição dos resíduos é aleatória em torno de um erro relativo médio de 4,1%. Com o erro relativo médio determinado foi possível fazer uma correção dos resultados de saída do modelo da RNA selecionada. Assim, foi calculado uma constante de correção média adicionado ou subtraído o valor do erro médio dos resultados advindos da RNA, obtendo-se os resultados corrigidos. A comparação entre os novos resultados de germinação da RNA e aqueles experimentais está mostrada na Figura 3, onde se observa que não houve significâncias do teste F e do teste t, além de correlação maior que o acerto do modelo e uma redução no erro relativo, sendo assim o modelo de rede neural artificial selecionado para estimar a germinação de sementes de feijão pode ser considerado válido.

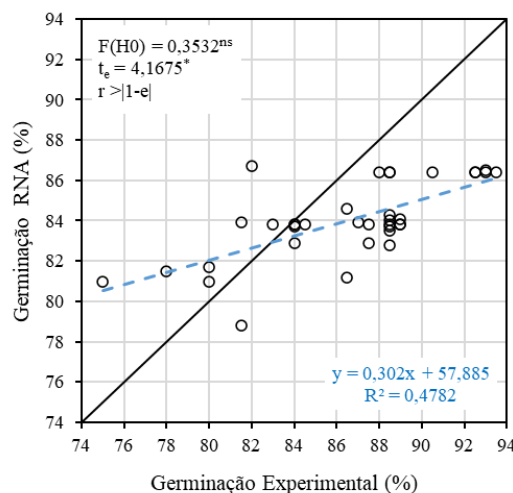


FIGURA 1. Comparação entre os dados da germinação de sementes de feijão obtidos experimentalmente e preditos por meio do uso do modelo de RNA.

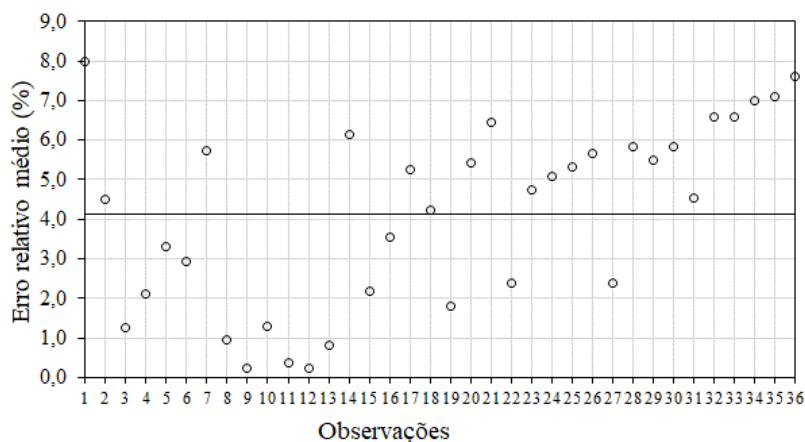


FIGURA 2. Análise de resíduo usando o erro relativo médio entre os dados da germinação de sementes de feijão obtidos experimentalmente e por meio do uso do modelo de RNA.

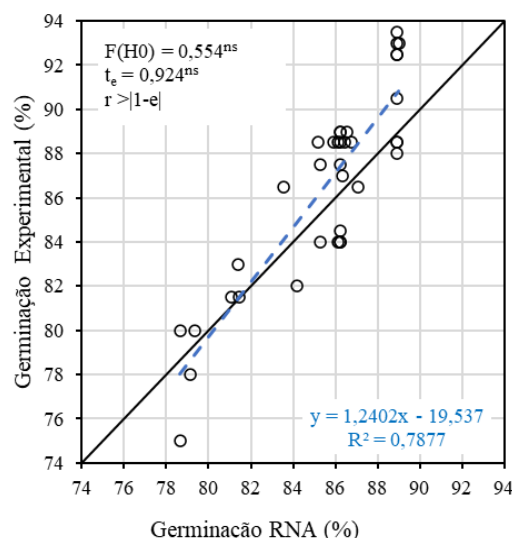


FIGURA 3. Comparação com os novos dados preditos por meio do uso do modelo de RNA corrigido.

Como a técnica de rede neural artificial mostrou-se apta a ser usado na estimativa da germinação de sementes de feijão, verifica-se que por meio dessa técnica pode ser desenvolvido uma metodologia para classificação da qualidade das sementes ou produto para mesa em função de outros parâmetros de qualidade, tais como: pureza de sementes, dano mecânico, vigor e características de cozimento.

CONCLUSÕES: O modelo de rede neural artificial selecionado para predizer a porcentagem de germinação de sementes de feijão foi considerado satisfatório, por apresentar valores próximos aos obtidos em campo.

AGRADECIMENTOS: À Universidade Federal da Grande Dourados e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pelo apoio a pesquisa.

REFERÊNCIAS:

- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. **Regras para análises de sementes**. Brasília, 2009. 395 p
- FERREIRA, B.S.; MATIAS, R.A.M.; SOARES, T.S. Distribuição e relações entre variáveis dendrométricas e edáficas de indivíduos de aroeira em um fragmento de floresta estacional decidual. **Revista de Ciências Agroambientais**, v.15, p.106-115, 2017.
- HIOLANDA, R.; MACHADO, D.H.; CANDIDO, W.J.; de FARIA, L.C.; DALCHIAVON, F.C. Desempenho de genótipos de feijão carioca no Cerrado Central do Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, v.41, n.3, p.815-824, 2018.
- SILVA, R.P. da; CASSIA, M.T.; VOLTARELLI, M.A.; COMPAGNON, A.M.; FURLANI, C.E.A. Qualidade da colheita mecanizada de feijão (*Phaseolus vulgaris*) em dois sistemas de preparo do solo. **Revista Ciência Agronômica**, v.44, n.1, p.61-69, 2013.
- SOUZA, C.M.A. **Avaliação e simulação de desempenho de uma colhedora de fluxo axial para feijão**. Viçosa, MG: UFV. 2001. 113p. Tese de Mestrado em Engenharia Agrícola.
- VENDRUSCOLO, D. G. S.; CHAVES, A.G.S.; MEDEIROS, R. A.; SILVA, R.S. da; Souza, H.S.; DRESCHER, R.; LEITE, H.G. Estimativa da altura de árvores de *Tectona grandis* L.f. utilizando regressão e redes neurais artificiais. **Nativa**, v.5, p.52-58, 2017.