

ESTIMATIVA DA EVAPORAÇÃO DO TANQUE CLASSE “A” EM AMBIENTE PROTEGIDO POR MEIO DE REDES NEURAIS ARTIFICIAIS

Pietros André Balbino dos Santos¹, Luiz Gonsaga de Carvalho², Gustavo Ferreira Jardim³, Thiago Henrique Burgarelli Teixeira⁴, Felipe Schwerz⁵, Victor Buono da Silva Baptista⁶

¹ Engenheiro Agrícola, Doutorando em Recursos hídricos em Sistemas Agrícolas, UFLA-MG, pietros.balbino@gmail.com

² Engenheiro Agrícola, Professor Titular, DEA/UFLA-MG, lgonsaga@ufla.br

³ Graduando em Engenharia Agrícola, UFLA-MG, gustavo.jardim@estudante.ufla.br

⁴ Engenheiro Agrícola, Doutorando em Recursos hídricos em Sistemas Agrícolas, UFLA-MG, teixeira.agricola@gmail.com

⁵ Engenheiro Agrônomo, Prof. Adjunto I, DEA/UFLA-MG.

⁶ Engenheiro Agrícola, Prof. Adjunto I, DEA/UFLA-MG, victor.buonosb@ufla.br

Apresentado no
XLIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2020
23 a 25 de novembro de 2020 - Congresso On-line

RESUMO: Os dados de evaporação do tanque Classe “A” podem ser um aliado no manejo da irrigação de forma correta, entretanto sua instalação pode requerer um investimento inicial inviável a alguns agricultores. Dessa forma, objetivou-se com o presente estudo avaliar a capacidade preditiva da rede neurais artificiais (RNA) em estimar a evaporação do tanque Classe “A” em ambiente protegido por meio de diferentes combinações de variáveis meteorológicas. A RNA foi implementada pelo WEKA e foram utilizados duas diferentes configurações da rede (RNA1 e RNA2). Os dados de entrada foram temperatura máxima (Tmax), mínima (Tmin) e média (Tmed) do ar, além da umidade relativa máxima (URmax), mínima (URmin) e média (URmed) do ar. Os dados de entrada foram arranjados em 3 configurações distintas (C1, C2 e C3). A RNA foi capaz de estimar a evaporação de forma confiável em todas as situações avaliadas, entretanto o arranjo C2 (com Tmax, Tmin e Tmed) combinado com a configuração da rede RNA2 (com *Number of training epochs* igual a 1000 e duas camadas de neurônios, a primeira camada com 5 e segunda com 3) resultou nos melhores índices estatísticos.

PALAVRAS-CHAVE: Ambiente Protegido, Aprendizagem de Máquina, Variáveis Meteorológicas.

ESTIMATION OF CLASS “A” PAN EVAPORATION IN A GREENHOUSE THROUGH ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS

ABSTRACT: Evaporation data from the Class “A” pan can be an ally in managing irrigation correctly, however, its installation may require an initial investment that is not viable for some farmers. Thus, the objective of this study was to evaluate the predictive capacity of the artificial neural network (ANN) to estimate the evaporation of the Class A pan in a protected environment through different combinations of meteorological variables. ANN was implemented by WEKA and two different network configurations were used (ANN1 and ANN2). The input data were maximum (Tmax), minimum (Tmin) and average (Tave) daily temperature, in addition to the maximum (URmax), minimum (URmin) and average (URave) relative humidity used to estimate evaporation. The input data were arranged in 3 different

configurations (C1, C2 and C3). ANN was able to reliably estimate evaporation in all situations evaluated, however the C2 arrangement (with Tmax, Tmin and Tave) combined with the configuration of the ANN2 network (with Number of training epochs equal to 1000 and two layers of neurons, the first layer with 5 and the second layer with 3) resulted in the best statistical indexes.

KEYWORDS: Greenhouse, Machine Learning, Meteorological Variables.

INTRODUÇÃO: O tanque Classe “A” é um dos mais utilizados da estimativa da evapotranspiração e na condução da irrigação (Doorenbos e Pruitt, 1997). As condições meteorológicas é um dos principais fatores que limita o volume de água evaporado. Portanto há uma relação entre essas variáveis meteorológicas observadas e a evaporação. No entanto, a aquisição, instalação e manutenção do tanque requer um investimento inicial relativamente alto, o que inviabiliza sua utilização, em determinadas situações, principalmente de pequenos agricultores. Uma das formas de minimizar esse investimento inicial é a utilização de métodos de estimativas que utilizam variáveis meteorológicas de fácil acesso. Todavia, a qualidade e eficácia do método influenciam na acurácia da estimativa. A rede neural artificial é uma técnica capaz de estimar variáveis de qualquer tipo com alta precisão dentro modelagem não linear e séries temporais complexas. Sua arquitetura é análoga ao funcionamento do cérebro humano (Kumar; Raghuwanshi; Singh, 2011). Sua aplicação pratica pode favorecer não só a estimativa, mas também identificar quais variáveis são mais relevantes na predição. Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo avaliar o desempenho da rede neural artificial na estimativa da evaporação do Tanque Classe “A” em ambiente protegido utilizando diferentes arranjos de dados meteorológicos como varável de entrada.

MATERIAL E MÉTODOS: Os dados meteorológicos e evaporação foram obtidos em casa de vegetação coberta com filme de polietileno de baixa densidade (PEBD), leitoso, impermeável e transparente, localizada na Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, Brasil. No centro da estufa foi instalado a estação meteorológica Vantage Pro2 da Agrosystem, para aquisição dos dados de temperatura e umidade relativa do ar. Foi instalado o evaporimetro Tanque Classe “A” sobre um estrado de madeira para aquisição dos dados de evaporação. As leituras foram realizadas diariamente nos meses de agosto, setembro e outubro de 2018. Esses dados foram utilizados para treinamento da rede neural artificial (RNA). A RNA foi implementada pelo Waikato Environment for Knowledge Analysis (WEKA) versão 3.8.2 © 1999-2017 desenvolvido pela University of Waikato, Hamilton, Nova Zelândia (1993), disponível gratuitamente. O principal algoritmo da RNA aplicado foi o Multilayer Perceptron (MLP) (Fausett, 1994), e sua arquitetura é composta por: camada de entrada, camadas ocultas, onde os dados são processados, e camada de saída, onde os resultados do processamento são compilados (Figura 1). Duas configurações distintas foram utilizadas (tabela 1).

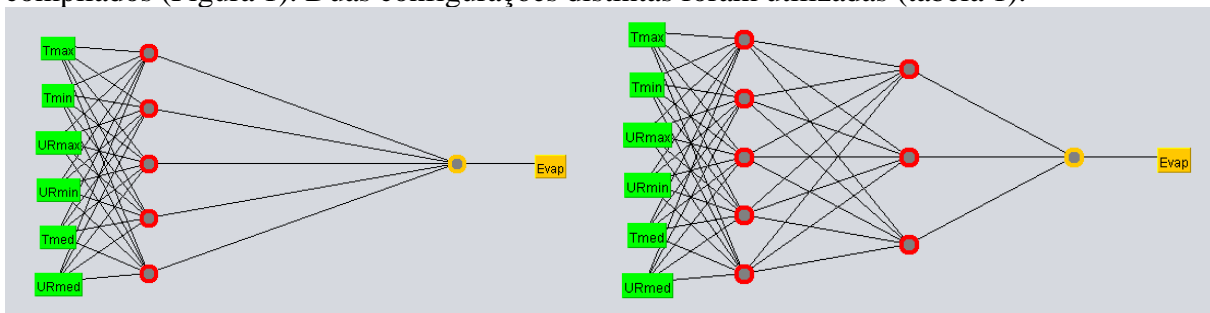


Figura 1. Estrutura de rede construída pelo WEKA (a) Estrutura com 5 neurônio na camada oculta (b) Estrutura com duas camadas de 5 neurônios e 3 neurônios.

Tabela 1. Configuração da implementação da rede pelo WEKA.

	RNA1	RNA2
Learning rate	0.3	0.3
Momentum	0.2	0.2
Number of training epochs	500	1000
Number of hidden layers	1	1
Number of neurons into the hidden layer	5	5,3

Os dados de entrada foram temperatura máxima (Tmax), mínima (Tmin) e média (Tmed) do ar, além da umidade relativa máxima (URmax), mínima (URmin) e média (URmed) do ar. O dado de saída (estimado) foi a evaporação do tanque Classe “A”. Desses dados, 75% foram utilizados no treinamento da rede. Os dados de entrada foram combinados de diferentes formas, buscando a maior capacidade preditiva e o menor erro (Tabela 2).

Tabela 2. Arranjo das variáveis meteorológicas utilizadas na estimativa

Combinação	Tmax	Tmin	Tmed	URmax	URmin	URmed
C1	X	X	X	X	X	X
C2	X	X	X			
C3				X	X	X

Cada modelo gerou indicadores estatísticos de performance que foram: coeficiente de correlação de Pearson (r), que indica o grau de dispersão do dado em relação à média; erro absoluto médio (EAM) e raiz quadrada média do erro (RQME) que indica o quão próximos os valores previstos estavam dos observados, representando a precisão de cada modelo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Na tabela 3 estão dispostos os resultados dos índices estatísticos de cada configuração de rede avaliada e cada combinação de dados de entrada. Observa-se que todas as configurações com cada combinação apresentaram valores de r acima de 0,72, indicando uma boa capacidade preditiva das redes neurais artificiais nesse tipo de análise. Entretanto, a configuração RNA2 com a combinação C2 apresentaram os melhores resultados com r, EAM e RQME igual a 0,83, 0,73 e 0,89, respectivamente. Esse resultado indica que somente as medidas de temperatura são suficientes para uma boa estimativa da evaporação do tanque Classe A, por meio de redes neurais artificiais, durante esse período de análise.

Tabela 3. Índices estatísticos de cada configuração e combinação avaliada

	RNA1			RNA2		
	r	EAM	RQME	r	EAM	RQME
C1	0,74	1,38	1,56	0,79	0,98	1,17
C2	0,72	0,99	1,18	0,83	0,73	0,89
C3	0,79	1,11	1,30	0,69	1,06	1,28

De acordo com os resultados observados, o aumento no *Number of training epochs* e aumentar para duas camadas ocultas, a primeira camada com 5 neurônios e a segunda com 3 neurônios, aumentou a capacidade de predição, no entanto, de forma geral, a RNA foi capaz de estimar com boa acurácia. Segundo Hasni et al. (2012), a RNA pode ser usada de forma confiável na estimativa de variáveis meteorológicas.

Na figura 2 estão plotados a importância de cada atributo de entrada na estimativa da evaporação do Tanque Classe “A”. Esses resultados foram obtidos por meio da ferramenta de seleção de atributos do WEKA, que avalia e classifica cada atributo de entrada conforme seu peso na estimativa. Observa-se que a URmin e URmed representa os maiores pesos na estimativa da evaporação. Entre as temperaturas utilizadas, a Tmax tem o maior peso na estimativa. A Tmin apresentou a menor influência na estimativa, no período analisado.

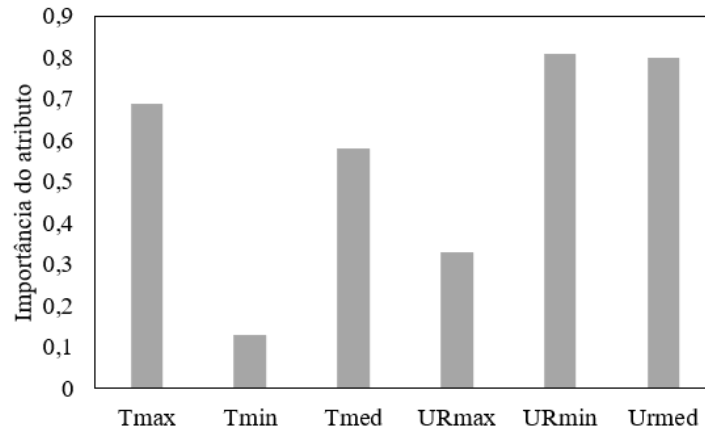


Figura 2. Importância dos atributos de entrada de todas as configuração avaliada

CONCLUSÕES: O presente estudo mostrou que a RNA é capaz de estimar a evaporação do tanque Classe “A” com acurácia, e o arranjo com Tmax, Tmin e Tmed com a configuração apresentada na RNA2 resultaram nos melhores índices estatísticos. Portanto essa combinação é mais indicada na estimativa da evaporação em ambiente protegido.

AGRADECIMENTOS: À Universidade Federal de Lavras – UFLA, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pelas bolsas concedidas e apoio financeiro à pesquisa.

REFERÊNCIAS:

DOORENBOS, J.; PRUITT, W. O. **Necessidades hídricas das culturas**. Campina Grande: UFPB, 1997. 204p.

FAUSETT, L. (1994). **Fundamentals of neural networks: architectures, algorithms, and applications**. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 1994. 461p

HASNI, A. et al. Estimating global solar radiation using artificial neural network and climate data in the south-western region of Algeria. **Energy Procedia**, 18, 531–537, 2012.

KUMAR, M.; RAGHUWANSHI, N. S.; SINGH, R. Artificial neural networks approach in evapotranspiration modeling: A review. **Irrigation Science**, 29(1), 11–25, 2011.