

APLICAÇÃO DE REDES NEURAS ARTIFICIAIS PARA ESTIMATIVA DA VAZÃO DE UM SISTEMA DE BOMBEAMENTO FOTOVOLTAICO

TASSIO CARNEIRO PINHEIRO¹, JOSÉ AIRTON AZEVEDO DOS SANTOS²,
CARLA ADRIANA PIZARRO SCHMIDT³, LEANDRO ANTONIO PASA⁴

¹Ciência da Computação, Mestrando PPGTCA, UTFPR, Medianeira-PR, tascarpin@yahoo.com.br

²Engenheiro Eletricista, Dr. Engenharia Elétrica, Professor da UTFPR, Medianeira-PR, airton@utfpr.edu.br

³Engenheira Agrônoma, Dra. Agronomia, Professora da UTFPR, Medianeira-PR, carlaschmidt@utfpr.edu.br

⁴Engenheiro Eletricista, Dr. Engenharia Elétrica, Professor da UTFPR, Medianeira-PR, leandropasa@gmail.com

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

RESUMO: Bombeamento de água por meio de sistemas fotovoltaicos é uma aplicação totalmente viável em regiões distantes de redes convencionais de energia, onde o custo da eletrificação por rede convencional é demasiadamente alto com relação ao retorno financeiro do investimento. A energia gerada por módulos fotovoltaicos, para o sistema de bombeamento, é influenciada principalmente por dois fatores: temperatura e irradiação solar. Com base neste contexto, este trabalho teve como objetivo implementar um modelo, por meio de redes neurais artificiais, para estimar a vazão de um sistema de bombeamento fotovoltaico em função da temperatura e da irradiação solar. O modelo foi desenvolvido utilizando o software STATISTICA®. Os resultados obtidos do modelo foram compatíveis com resultados obtidos experimentalmente em dias não utilizados no subconjunto de treinamento.

PALAVRAS-CHAVE: STATISTICA®, redes neurais, bombeamento de água fotovoltaico.

APPLICATION OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS TO ESTIMATE THE DISCHARGE OF A PHOTOVOLTAIC PUMPING SYSTEM

ABSTRACT: Solar photovoltaic water pumping system is an entirely feasible application in distant regions of conventional power networks where the cost of conventional grid electrification is too high relative to the financial return on investment. The energy generated by photovoltaic modules for the pumping system is influenced mainly by two factors: temperature and solar irradiation. Based on this context, this work aimed to implement a model, through artificial neural networks, to estimate the discharge of a photovoltaic pumping system as a function of temperature and solar irradiation. The model was developed using STATISTICA®. The results obtained from the model were compatible with results obtained experimentally on days not used in the training subset.

KEYWORDS: STATISTICA®, neural networks, photovoltaic water pumping.

INTRODUÇÃO: A demanda por energia vem crescendo continuamente. Contudo, para o atendimento desta demanda, deve-se levar em consideração os efeitos negativos associados ao aumento do uso de energias não renováveis. A energia solar, alternativa ao uso destas energias, é uma energia abundante, não poluente e dispersa, o que possibilita sua utilização em locais em que não existe concorrência com fontes convencionais (CEPEL/CRESEB, 2014; SANTOS, 2011). A utilização de energia solar por meio de módulos fotovoltaicos tem se tornado uma boa opção para os consumidores. Pode ser utilizada na geração de eletricidade para iluminação e

bombeamento de água. Segundo Kolling (2001) a garantia de suprimento de água de boa qualidade à população melhora as condições de higiene, reduz a incidência de doenças associadas ao acesso inadequado da mesma, bem como pode contribuir para redução do fluxo migratório de pessoas, evitando assim o êxodo rural, um dos maiores responsáveis pela superpopulação de áreas urbanas. Redes Neurais Artificiais (RNA) estão sendo aplicadas em várias áreas, tais como medicina, engenharia, física, etc. São capazes de memorizar, analisar e processar um grande número de dados obtidos de um experimento. É uma técnica de modelagem que pode resolver muitos problemas complexos (HAYKINS, 2005; SEBASTIAN, 2016; BASTIANI et al, 2018). Neste contexto, este trabalho teve como objetivo implementar um modelo, por meio de redes neurais artificiais, para estimar a vazão de um sistema de bombeamento fotovoltaico em função da temperatura e da irradiação solar.

MATERIAL E MÉTODOS:

O sistema de bombeamento fotovoltaico, instalado nas dependências da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Medianeira, foi composto basicamente por dois painéis fotovoltaicos (Solarex – MSX 56) e uma bomba de diafragma (SolarJack-SDS-D-228) (MICHELS, 2007). Os dados de temperatura de operação do painel fotovoltaico foram obtidos por um termopar do tipo K, instalado na parte de trás do mesmo (medida de temperatura do painel). Os valores de irradiação global foram obtidos por meio de um piranômetro KIPP & ZONEN. Para obter-se o valor da vazão total do sistema foi instalado um medidor de vazão do fabricante Lao, tipo turbina, classe 01. A vazão do sistema de bombeamento foi predita pela ferramenta *Statistical Neural Network* (SNN) do software STATISTICA®. Esta ferramenta cria e testa redes neurais para problemas de predição de dados. Através do SNN pode-se dividir o conjunto de dados em subconjuntos. Optou-se, neste trabalho, por dividir o conjunto, de 8360 dados retirados de um banco de dados de 1 ano de medições diárias de temperatura, irradiação e vazão, em subconjuntos com 80% dos dados para treino e 20% para teste. Observa-se que, neste trabalho, foi utilizado como critério de performance a correlação dos resultados estimados com os valores reais e, simultaneamente, o erro de estimação. Sendo adotada a soma do quadrado dos erros (SOS) como medida de erro. Estes critérios são utilizados nas etapas de treinamento e teste. Os parâmetros referentes ao número de camadas ocultas, o número de neurônios da camada oculta, o número de épocas, funções de ativação, entre outros, foram alterados empiricamente com a intenção de identificar o modelo com melhor resultado (PINHEIRO, et al, 2020).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: O modelo implementado, neste trabalho, tem como dados de entrada a temperatura, irradiação solar e a hora e de saída a vazão da bomba.

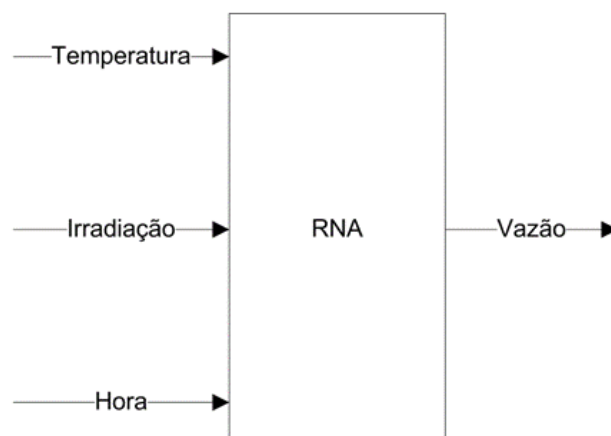


FIGURA 1. Modelo: Entradas e saída.

Foram treinadas 200 redes, sendo as performances e os erros de treinamento e de teste da, rede escolhida, apresentados na Tabela 1. Observou-se, no treinamento, que a rede escolhida apresentou melhor resultado, uma vez que obteve a melhor performance e o menor erro de teste. Esta rede apresenta 3 neurônios na entrada, 162 na camada intermediária e 1 neurônio na camada de saída. As funções de ativação são também apresentadas na Tabela 1.

TABELA 1. Melhor rede treinada– performances, erros e funções de ativação.

Performance (%)		Erro		Função de Ativação	
Treino	Teste	Treino	Teste	Camada Escondida	Camada de Saída
0,999344	0,999288	0,002996	0,003244	Tanh	Logistic

Na sequência, avaliou-se a dispersão dos valores preditos pela RNA em relação aos valores observados (Figura 2).

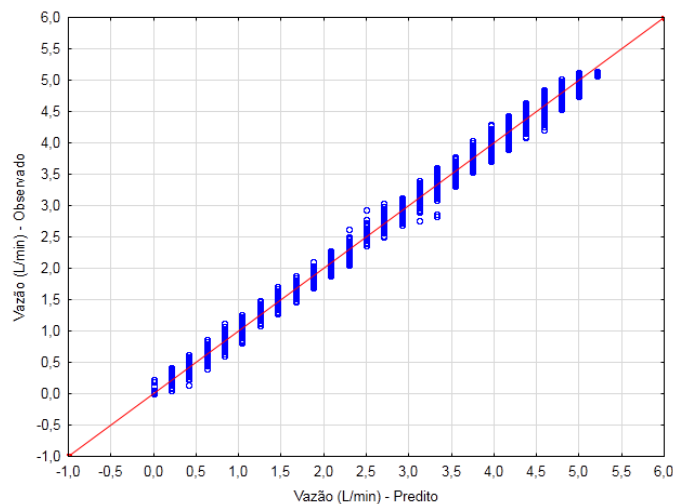


FIGURA 2. Dados preditos em função de dados observados.

Para validação do modelo compararam-se resultados obtidos do modelo com resultados obtidos experimentalmente de dois dias do mês de julho das 6 às 18 horas (721 dados cada). Um dia sem a presença de nuvens e outro com nuvens (Figura 3).

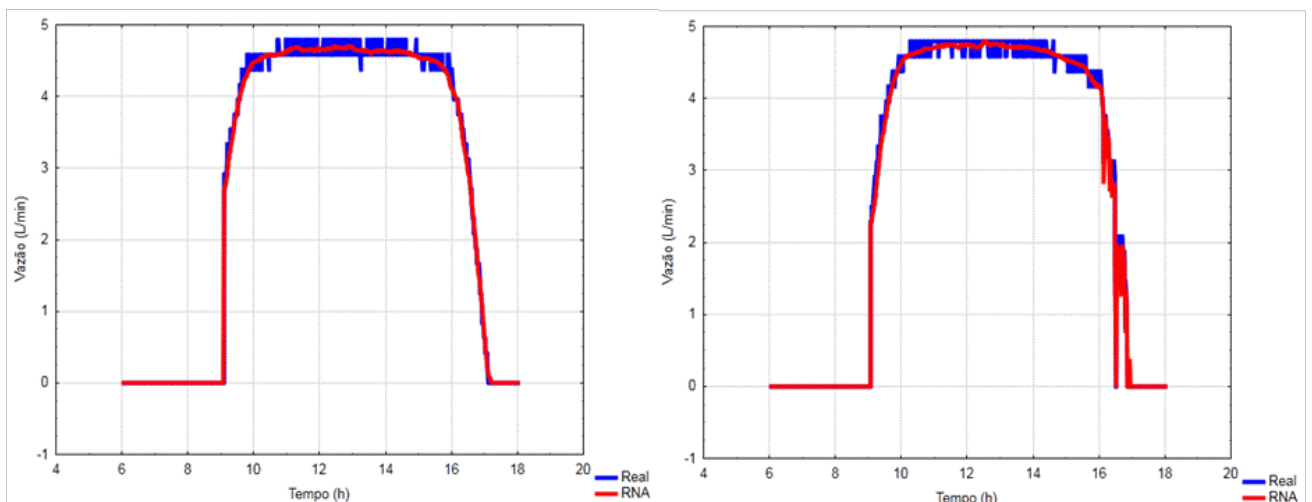


FIGURA 3. Vazão em função das horas do dia – dia sem nuvens e dia com nuvens.

Observa-se, da Figura 3, que existe uma boa aproximação, para os dias com e sem nuvens, entre os resultados reais e os previstos pela rede neural.

CONCLUSÕES: Este trabalho explorou o uso de técnicas de redes neurais artificiais na implementação de um modelo para estimar a vazão de um sistema de bombeamento de água fotovoltaico localizado na região oeste paranaense. De acordo com os resultados das análises procedidas, para a validação do modelo, foi possível concluir que o mesmo pode ser utilizado na previsão da vazão do sistema de bombeamento fotovoltaico estudado neste trabalho. A implementação de um modelo, por meio de redes neurais artificiais, levando em conta também a altura de recalque fica como sugestão para um trabalho futuro.

REFERÊNCIAS:

BASTIANI, M.; SANTOS, J. A. A.; SCHMIDT, C. A P.; SEPULVEDA, G. P. L. Application of data mining algorithms in the management of the broiler production. **Geintec**. vol. 8, 2018.

CEPEL/CRESEB. **Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos**. Rio de Janeiro: Cepel/Cresesb; 2014.

HAYKIN, S. **Neural networks: a comprehensive foundation**. New Delhi: Pearson Prentice Hall, 2005.

KOLLING, E. M., **Análise de um sistema fotovoltaico de bombeamento de água**. Cascavel: Universidade Estadual do Oeste do Paraná; 2001.

MICHELS, R. N. **Avaliação de um Sistema de bombeamento de água alimentado por painéis fotovoltaicos**. Cascavel: Universidade Estadual do Oeste do Paraná; 2007.

PINHEIRO, T. C.; SANTOS, J. A. A.; PASA, L. A. Gestão da produção de frangos de corte por meio de redes neurais artificiais. **Revista Holos**, vol. 2, 2020.

SANTOS, J. A. A. Influência de fatores ambientais sobre o desempenho de um sistema de bombeamento fotovoltaico: um estudo de caso. **Revista Agrogeoambiental**. v. 3, 2011.

SEBASTIAN, S. Performance evaluation by artificial neural network using WEKA. **International Research Journal of Engineering and Technology**. v. 3, p. 1459-1464, 2016.