

## REDES NEURAIS NA SIMULAÇÃO DE CONDIÇÕES CLIMÁTICAS POTENCIAIS AO CULTIVO DE GIRASSOL NO SUDESTE DO BRASIL

LUCAS EDUARDO O. APARECIDO<sup>1</sup>, JOSÉ REINALDO S. C. MORAES<sup>2</sup>, ALINE  
MICHELLE S. BARBOSA<sup>3</sup>, YANE F. SILVA<sup>4</sup>, JOÃO A. FISCHER FILHO<sup>5</sup>.

<sup>1</sup>Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia - IFMS, campus de Naviraí, MS, Brasil, ledoap@gmail.com

<sup>2</sup>Eng. Agrônomo, Doutorando em Agronomia (Produção vegetal), Depto. de Exatas, FCAV/UNESP, Jaboticabal, reinaldojmoraes@gmail.com

<sup>3</sup>Eng<sup>a</sup> Ambiental, Mestranda em Agronomia (Ciência do solo), Depto. de Engenharia Rural, FCAV/UNESP, Jaboticabal, aline.m.barbosa@hotmail.com

<sup>4</sup>Eng<sup>a</sup>. Agrônoma, Mestre em Agronomia (Ciência do Solo), Depto. de Engenharia Rural, FCAV/UNESP, Jaboticabal, yanefsilva@gmail.com

<sup>5</sup>Eng. Agrônomo, Doutorando em Agronomia (Ciência do Solo), Depto. de Engenharia Rural, FCAV/UNESP, Jaboticabal, joaofischer16@gmail.com.

Apresentado no  
XLVII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2018  
06 a 08 de agosto de 2018 - Brasília - DF, Brasil.

**RESUMO:** Objetivou-se com este trabalho simular o potencial climático do sudeste brasileiro ao cultivo de Girassol, usando redes neurais artificiais (ANNs). Foram utilizados dados de normais climatológicas referentes à temperatura média do ar (T) e a precipitação mensal (P) correspondentes a 1,530 estações meteorológicas no período de 1950 a 2016 no Sudeste do Brasil. Foram consideradas as regiões aptas climaticamente ao cultivo de girassol sob condições térmicas médias variando entre 20 e 28°C, chuvas (P) anuais entre 500 e 1500 mm e deficiência hídrica (DEF) anual abaixo de 140 mm. A T média variou de 23°C a 15,5°C, sendo que as T mais elevadas ocorrem entre novembro a fevereiro, e as mais baixas no período entre maio agosto. O uso da ANNs permitiu uma classificação precisa e rápida das aptidões climáticas. O zoneamento agroclimático permite a classificação das regiões por aptidão climática e demonstra que Oeste/Norte de São Paulo, Leste/Norte do Rio de Janeiro, Norte/Sul/Leste do Espírito Santo e parte do Triângulo Mineiro são aptas ao cultivo do girassol.

**PALAVRAS-CHAVE:** Zoneamento Agroclimático, Modelagem, Multi Layer Perceptron

### NEURAL NETWORKS USED TO SIMULATE POTENTIAL CLIMATIC CONDITIONS OF THE SUNFLOWER IN THE SOUTHEAST OF BRAZIL

**ABSTRACT:** Objective of this study was to simulate the climatic potential of the southeast region of Brazil, for the cultivation of Sunflower using artificial neural networks (ANNs). In this study, climate data were used for the variables average air temperature (T) and monthly rainfall (P) corresponding to 1,530 meteorological weather stations distributed in the southeast of Brazil between 1950 and 2016. Climatic regions considered suitable for the cultivation of sunflower had average annual values for T between 20 and 28°C, P between 500 and 1,500 mm y<sup>-1</sup>, and soil water deficit (SWD) below 140 mm. The average T varied between 23°C to 15.5° with higher T occurring between November and February, and lower T between May and August. The use of ANNs permitted a precise and rapid classification of climate aptitude zones. This agroclimatological zoning showed that the regions that are most adequate for sunflower cultivation are the west and north of the State of São Paulo, the east and north of the State of Rio de Janeiro, the north, south, and east of the State of Espírito Santo, and part of the region of the Mineiro Triangle.

**KEYWORDS:** Agroclimatological zoning, Modeling, Multi Layer Perceptron network.

**INTRODUÇÃO:** O girassol (*Helianthus annuus*) é uma cultura sensível às variações das condições climáticas. Conhecendo o regime climático de uma região é possível estabelecer o zoneamento agroclimático para uma cultura. Aparecido et al. (2018), definem zoneamento agroclimático como a delimitação de regiões aptas/inaptas para o desenvolvimento de determinada cultura agrícola, levando em consideração as necessidades térmicas e hídricas das plantas. O zoneamento é considerado uma ferramenta que reduz as perdas ocasionadas pelas adversidades climáticas nos cultivos agrícolas (WOLLMAN & GALVANI, 2013).

A utilização de redes neurais artificiais (RNAs) na agricultura é uma vanguarda em crop modeling, potencializando as técnicas de zoneamento agroclimático. As RNAs são técnicas computacionais que apresentam um modelo matemático inspirado na estrutura neural de organismos inteligentes, operando como um sistema dinâmico complexo, capaz de realizar o aprendizado de máquina e o reconhecimento de padrões (KOVÁCS, 2006). As RNAs são capazes de resolver problemas complexos, apresentando elevado desempenho devido sua estrutura robusta e paralelamente distribuída em camadas, bem como a eficiência no aprendizado (LEAL et al., 2015).

Devido à importância da cultura do girassol na alimentação humana e na produção de biodiesel, frente à necessidade de pesquisas quanto a aptidão para o cultivo desta oleaginosa, este trabalho teve como objetivo simular o potencial climático do sudeste brasileiro usando redes neurais artificiais.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Neste estudo foram utilizados dados de normais climatológicas referentes à temperatura do ar (TAIR em °C) e a precipitação mensal (P, em mm) correspondentes a 1,530 estações meteorológicas e postos pluviais no período de 1950 a 2016, localizadas no Sudeste do Brasil (Figura 2). Foram consideradas as regiões aptas climaticamente para o cultivo quando a T variar entre 20 e 28°C, P apresentar valores entre 500 e 1,500 mm ano<sup>-1</sup> e DEF com valores inferiores a 140 mm ano<sup>-1</sup>.

A ocorrência de T anual acima de 28° C foi considerada inapta, pois as plantas acima dessa temperatura começam a apresentar uma redução da fotossíntese líquida, pois a respiração é maior do que realização do processo fotossintético, inviabilizando a plantação da cultura. Também foram estabelecidas as seguintes restrições, 1ª = T anual menor que 20° C, o crescimento do cultivo é retardado devido ao baixo acúmulo térmico durante o decorrer do ciclo. 2ª = precipitações menores que 500 mm ano<sup>-1</sup> ou DEF acima de 140 mm ciclo<sup>-1</sup> (necessidade de irrigação); 3ª = P acima de 1500 mm ano<sup>-1</sup> (excesso de umidade) promove alto índice de doenças nas plantações.

Para realizar o zoneamento do girassol foi utilizada a Rede Neural Artificial Feed Forward, Multilayer Perceptron (MLP). Na qual os valores de entradas foram as variáveis climáticas selecionadas (T, P e DEF) e a saída foram às classes do zoneamento agrícola (output). O aprendizado da MLP foi o supervisionado e o algoritmo de aprendizagem foi o backpropagation para multicamadas. Foram utilizados 30% dos dados (localidades) climáticos para realizar a calibração do algoritmo da rede neural, selecionadas aleatoriamente. Com o cruzamento das informações meteorológicas (T, P e DEF) pelo algoritmo obteve-se as áreas com os maiores potenciais para o cultivo do girassol.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A variabilidade climática sazonal média do sudeste brasileiro pode ser observada na Figura 1. A TAIR média varia de 23°C a 15,5°C, sendo que as temperaturas mais elevadas ocorrem entre novembro a fevereiro, e as mais baixas no período entre maio agosto, sendo um indicativo que a cultura predominantemente está na faixa térmica favorável ao desenvolvimento (Figura 1.A).

A P anual média foi de 1379,53 mm, com variabilidade interanual elevada ( $\sigma = 221$  mm), com maiores eventos pluviais entre os meses de novembro a fevereiro, com P acima de

200 mm (1.B). A evapotranspiração potencial e real demonstraram relativamente à mesma variabilidade dos elementos TAIR e P (Figura 1.C,D). O armazenamento de água no solo (ARM) se refere à quantidade de água disponível no sistema solo-planta-atmosfera. No Sudeste o ARM se manteve próximo a 100% da sua capacidade de armazenamento de água entre os meses de novembro a março (Figura 1E). Os menores ARM ocorreram no fim do inverno, principalmente nos meses agosto-setembro, onde se observou valores médios de 33% da capacidade de armazenamento.

O Sudeste demonstra a presença de excedente hídrico entre os meses de outubro a abril, com valores médios mensais de 34,85 mm e uma variabilidade mensal de ( $\sigma= 19,58$  mm). O déficit hídrico pode ser observado nos meses de abril-outubro, sendo seu pico em agosto (Figura 1F).

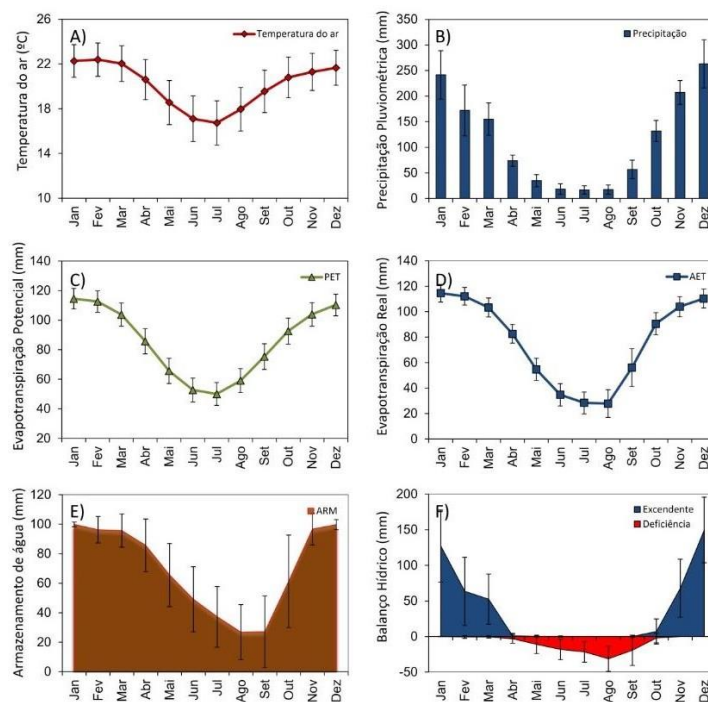


Figura 1. Variação sazonal média da temperatura do ar (A, °C), precipitação (B, mm), evapotranspiração potencial (C, mm), evapotranspiração real (D, mm), armazenamento de água no solo (E, mm) e balanço hídrico (F, mm) do período de 1950 a 2016, sudeste do Brasil. Legenda: “ $\perp$  e T” barras representam o desvio padrão ( $\sigma$ ).

As regiões Norte e Noroeste de Minas e parte da região Central e Jequitinhonha demonstraram apresentar restrições hídricas ao cultivo de girassol, em virtude do baixo regime hídrico. O Sul de Minas, parte do Triângulo Mineiro, sul/leste paulista foram consideradas regiões marginais, uma vez que proporcionam um crescimento mais lento ao cultivo, em decorrência ao baixo acúmulo de graus-dias em função das menores  $T_{AIR}$  nessas regiões (Figura 2). Massignam e Angelocci, (1993) destacam que a duração do subperíodo emergência-floração de alguns genótipos de girassol é influenciada principalmente pela temperatura do ar.

Regiões litorâneas, parte do Triângulo Mineiro e algumas regiões de Minas Gerais apresentaram restrição ao cultivo em função dos elevados índices hídricos, o que pode predispor a cultura à diversas doenças (Figura 2). P excessivas podem estar relacionadas principalmente a alternarioses, e quando a chuva se estende durante vários dias, associado a baixas temperaturas, favorecem o desenvolvimento de *Sclerotinia sclerotiorum* (MONTEIRO, 2009).

Grande parte do Sudeste (29% das áreas) demonstrou não ter nenhuma restrição (apto) ao cultivo girassol. O zoneamento do girassol demonstra que o Oeste/Norte de São Paulo, Leste/Norte do Rio de Janeiro, Norte/Sul/leste do Espírito Santo e parte do Triângulo Mineiro apresentam áreas com clima favorável para o sucesso das plantações.

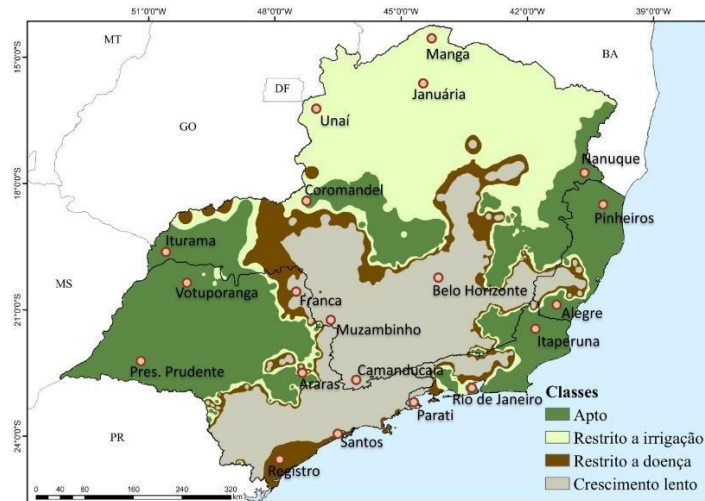


Figura 2. Zoneamento agroclimático da cultura do Girassol para o Sudeste do Brasil.

**CONCLUSÃO:** A aplicação da rede neural é uma ferramenta eficiente de utilização de zoneamento agroclimático quando se tem séries históricas temporais, permitindo uma classificação rápida e precisa das aptidões climáticas. O zoneamento agroclimático demonstra que as regiões Oeste/Norte de São Paulo, Leste/Norte do Rio de Janeiro, Norte/Sul/leste do Espírito Santo e parte do Triângulo Mineiro apresentam disponibilidade climática favorável ao cultivo do girassol.

## REFERÊNCIAS

APARECIDO, L. E. O.; ROLIM, P. S. MORAES, J. R.; ROCHA, H. G.; LENSE, G. H. E.; SOUZA, P. S. Agroclimatic zoning for urucum crops in the State of Minas Gerais, Brazil. *BRAGANTIA*, v.77, n.1, 2018.

KOVÁCS, Z.L. *Redes Neurais: Fundamentos e Aplicações*. 4. ed. Ver. São Paulo: Livraria da Física, 2006. ISBN:85-88325-14-4.

LEAL, A.J.F.; MIGUEL, E.P.; BAILO, F.H.R.; NEVES, D.C.; LEAL, U.A.S. Artificial neural networks for corn yield prediction and definition of sitespecific crop management through soil properties. *Bragantia* 74:436-444. 2015.

MASSIGNAM, A.M., ANGELOCCI, L.R. Relação entre temperatura do ar, disponibilidade hídrica no solo, fotoperíodo e duração dos subperíodos do girassol. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v. 1, n. 1, pi-pf, 1993.

MONTEIRO, J. E. B. A. *Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola*. - Brasília, DF: INMET, 2009. 530 p.

WOLLMANN, C. A.; GALVANI, E. Zoneamento agroclimático: linhas de pesquisa e caracterização teórica-conceitual. *Sociedade & natureza*, v. 25, n. 1, p. 179-190, 2013.