

PROGNÓSTICO DO POTENCIAL DE PRODUTIVIDADE DA SOJA PARA IRAÍ – RS VIA REDES NEURAS ARTIFICIAIS

F. C. CONDE^{1,2}, D .B. FERREIRA^{1,3}, A. M. RAMOS^{1,2}, L. A. SANTOS¹

¹Instituto Nacional de Meteorologia - INMET, Brasília – DF-Brasil

²Centro de Geofísica de Évora – Portugal

³Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, São José dos Campos – SP-Brasil

Apresentado no XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 22 a 25 de Setembro de 2009 - GranDarrell Minas Hotel, Eventos e Convenções - Belo Horizonte, MG

RESUMO: Este trabalho tem como objetivo verificar o prognóstico do potencial de produtividade da soja no município de Iraí - RS via redes neurais. A rede foi construída com as variáveis de precipitação acumulada, temperatura média, evapotranspiração potencial e real, periodicidade e intensidade dos eventos de elniño e laniña utilizando o algoritmo de aprendizagem backpropagation. Os valores gerados pela rede detectam bem a variabilidade anual do potencial de produtividade da soja, porém, os valores tendem a subestimar (superestimar) abaixo (acima) do 50° percentil. Ainda assim, os resultados foram satisfatórios, demonstrando a capacidade do método reconhecer o comportamento padrão dos dados produzindo soluções regulares e consistentes.

PALAVRAS-CHAVE: Modelagem estatística, reconhecimento de padrão, análise de sensibilidade

PROGNOSTIC OF SOYBEAN PRODUCTIVITY POTENTIAL IN IRAÍ – VIA ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS

ABSTRACT: The objective of this work is to verify the prognostic of the soybean productivity potential in the district of Iraí – RS via neural network. The network was built by accumulated precipitation, average temperature, evapotranspiration (potencial and real) and el niño and la niña events intensity using the backpropagation learning algorithm. The values generated by network detected the annual variability of the soybean productivity, however, the modeled values tended to underestimate the observed. Nevertheless, the results were satisfactory, indicating the capacity of the method to recognize the data pattern producing regular and consistent solutions.

KEYWORDS: Statistical modeling, pattern recognition, sensitivity analysis.

INTRODUÇÃO

O estudo das relações entre o clima e a produtividade agrícola é um dos principais campos da climatologia e tem por finalidade explicar as influências dos efeitos climáticos sobre o meio ambiente, ou seja, em variáveis como balanço de água, temperatura e umidade do ar, que em conjunto atuam como fatores preponderantes para o sucesso da produtividade agrícola. Neste contexto a imprevisibilidade das variações climáticas confere à ocorrência de adversidades climáticas como um fator principal de risco e de insucesso na exploração cultura da soja.

Os modelos de Redes Neurais (RN) proporcionam uma alternativa interessante na construção de tecnologias de suporte à decisão. Redes neurais artificiais apresentam características específicas, intrínsecas à sua formulação, que possibilitam a aproximação de qualquer função contínua, inclusive funções não lineares complexas, e também podem generalizar os

resultados obtidos para dados previamente desconhecidos, ou seja, produzir respostas coerentes e apropriadas para padrões ou exemplos que não foram utilizados em seu treinamento (Fausset, 1994 e Bishop, 1995).

Este trabalho tem como objetivo prognosticar o potencial de produtividade de soja anual para o município de Iraí através de Redes Neurais Artificiais (RNA's), levando em consideração apenas as informações meteorológicas e climáticas.

METODOLOGIA

Nesse trabalho foram usados dados anuais de precipitação e temperatura média das estações do INMET e as informações de eventos de El niño e La niña (intensidade) extraídas de <http://ggweather.com/enso/oni.htm>, para o período de 1961 a 2005.

Potencial de Produtividade da Soja

Os dados de produtividade média anual de soja (kg ha⁻¹) para o município de Iraí, durante o período de 1961 a 2005, foram obtidos de estatísticas oficiais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Para o cálculo do consumo hídrico regional da cultura de soja, foi utilizado o método de Thornthwaite (1948), extensamente utilizado para estimar a evapotranspiração potencial (ETp) que é baseado somente na temperatura média mensal do ar como variável de entrada. Já a evapotranspiração real (ETr) foi obtida por meio do balanço hídrico seqüencial, proposto por Thornthwaite e Mather (1955) utilizando dados mensais de ETp e precipitação. O cálculo deste balanço foi realizado, utilizando uma capacidade de armazenamento de água no solo (CAD) de 100 mm, pois segundo diversas literaturas a CAD pode variar entre 75 a 100 mm, para culturas anuais, como é o caso da soja. Posteriormente, foi calculado a razão entre a ETp e ETr (média anual), correspondendo ao consumo relativo de água no solo (evapotranspiração relativa).

Rede Neural Artificial Multicamadas

Variáveis de Entrada e Saída

As variáveis de entradas corresponderam a 4 entradas numéricas que reuniam os dados meteorológicos (temperatura média, precipitação acumulada, evapotranspiração real e evapotranspiração real) e 5 variáveis categóricas que representavam a intensidade dos eventos de El niño e La niña, enquanto que a variável de saída (valor alvo) foram os dados de potencial de produtividade de soja para o município de Iraí - RS.

Treinamento das RN's

Utilizou-se o critério de busca exaustiva, com um range de 1 a 100 neurônios para a camada oculta, para se obter a melhor topologia da rede [9-91-1]. Os dados foram divididos dentro de três séries: série de treinamento, série de validação e série de teste. O principal objetivo para o treinamento de uma RN é a minimização da função de erro, onde o valor da função de erro é usado para determinar a qualidade da RN. A soma dos quadrados é a função de erro mais utilizada e que apresenta um melhor ajuste para problemas de regressão. A função de erro soma dos quadrados é a soma das diferenças quadráticas entre o valor atual (valor alvo) e o valor de saída produzido pela RN. Para o treinamento das redes foram utilizadas as variáveis meteorológicas, evapotranspiração potencial e real, classificação de eventos de El niño/La niña e periodicidade na camada de entrada e PROD_SOJA na camada de saída.

Back-Propagation

O Back-Propagation (BP) é o mais usado e um dos melhores algoritmos de treinamento conhecidos para redes neurais, possuindo exigência de memória mais baixa que a maioria dos

algoritmos. Pode ser usado na maioria dos tipos de rede, embora seja muito apropriado para treinar perceptrons de multicamadas, principalmente, com redes que apresentam elevado número de pesos.

Para o treinamento usando o algoritmo BP foram utilizadas as seguintes condições: taxa de aprendizagem de 0.1 a 10; taxa de momento de 0.1 a 5; condição de parada do treino até 500 iterações; função de ativação tangente hiperbólica; retenção e restauro da melhor rede; variação do peso de 0.1 a 10; 2 retreinamentos e atualizações dos ajustes dos pesos on-line.

Prognósticos da PROD_SOJA

Após o treinamento, matematicamente, o prognóstico da PROD_SOJA pode ser descrito como:

$$PROD_SOJA = f\left(\sum_{i=1}^n (prp + tmed + etp + etr + enso) \cdot w_i\right)$$

Onde *prp*, *tmed*, *etp*, *etr* e *enso* são as variáveis precipitação, temperatura média, evapotranspiração potencial, evapotranspiração real e classificação de eventos de El niño/La niña, respectivamente.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na figura 1 observa-se que os valores prognosticados pela rede detectam bem a variabilidade da produtividade anual da soja, apresentando uma boa performance com as variáveis de entrada para a solução do problema proposto. Na Figura 2, de um modo geral, observou-se que as variáveis meteorológicas temperatura média (Temp) e precipitação média acumulada anual (chuva) apresentaram uma importância de 36% (13% e 23%, respectivamente), enquanto que a evapotranspiração potencial (ETP) e evapotranspiração real (ETR) apresentaram 44% (37% e 7%, respectivamente) e 21% para a intensidade dos eventos de El niño e La niña (ENSO). Na figura 3 verificou-se através da função densidade complementar que a série sintética gerada pela RNA tendem a sobreestimar os valores observados, porém, através da estatística descritiva denota-se que os valores modelado apresentaram valores bem próximos do observado.

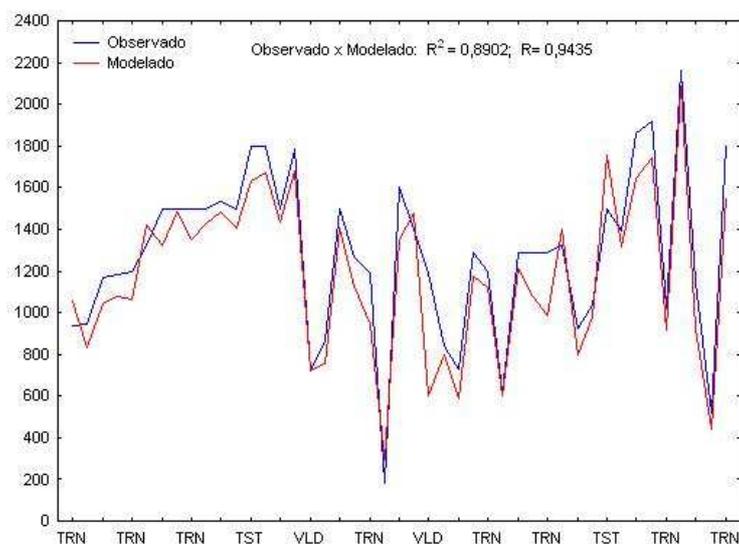


Figura 1 – Série temporal entre o potencial de produtividade de soja observado e modelado via RNA's para Iraí-RS.

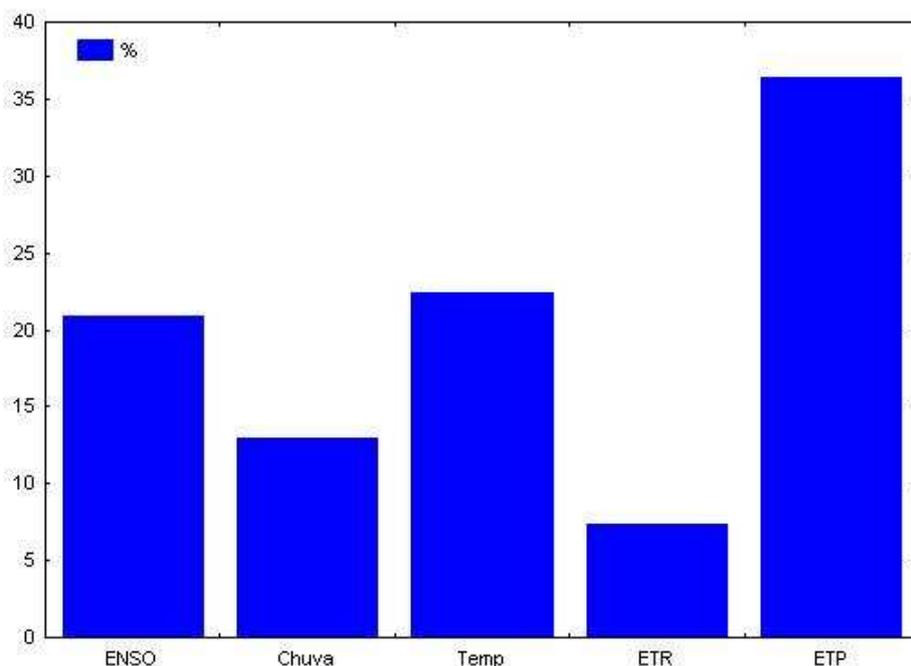


Figura 2 – Análise de sensibilidade.

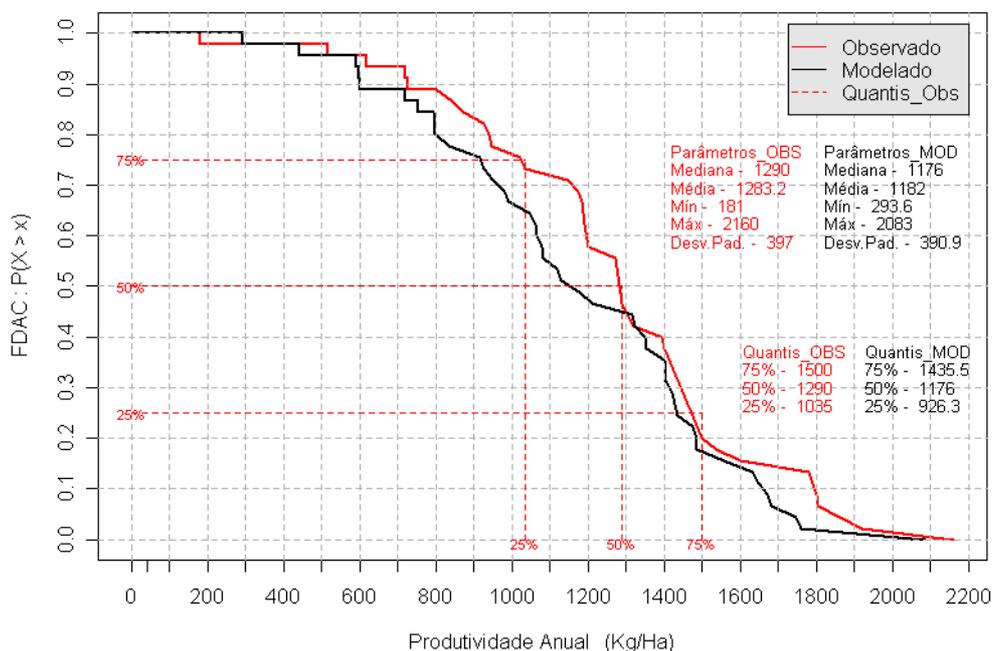


Figura 3 – Função densidade acumulada complementar de produtividade de soja anual (observado x modelado) para Iraí – RS.

CONCLUSÕES

Se levarmos em consideração, do ponto vista meteorológico, que as variáveis de entradas para o treino da rede foram apenas variáveis meteorológicas (in situ) e proxies climáticos (no caso a intensidade dos eventos de el niño e la niña), pode-se concluir que a aplicação da

metodologia de RNA para o prognóstico da PROD_SOJA apresentou resultados satisfatórios, demonstrando a capacidade do método de reconhecer o comportamento padrão dos dados, produzindo soluções regulares e consistentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BISHOP, C. M., 1995. Neural Networks for Pattern Recognition. Oxford University Press, pp. 482.

FAUSSET, L., 1994. Fundamentals of Neural Networks: architectures, algorithms, and applications, New York: Prentice Hall. ISBN 0-13-334186-0.

THORNTHWAITE, C. W. An approach towards a rational classification of climate. Geographical Review, n. 38, pp. 55-94, 1948.

THORNTHWAITE, C. W., MATHER, R.J. The water Balance. New Jersey: Laboratory of Climatology, v. 8, 104 p, 1955.