



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

Uso de Redes Neurais Artificiais para previsão da precipitação de períodos chuvosos a partir de dados dos períodos de estiagem e chuvosos



Daniel Dantas¹; Maria José Hatem de Souza²; Tarço Murilo Oliveira³; Fulvio Cupolillo⁴; Bárbara Costa Diniz Barros⁵; Maria Luíza de Azevedo⁶;

¹Eng. Florestal, Graduando, UFVJM, Diamantina-MG Fone: (38)9158-2421, dantasdaniel12@yahoo.com.br

²Eng. Agrícola, Prof. Associada, Depto. de Agronomia, UFVJM, Diamantina-MG, mariahatem@yahoo.com.br

³Eng. Florestal, Mestre, Depto. de Eng. Florestal, UFVJM, Diamantina-MG, tarcomurilo@gmail.com

⁴Geógrafo, Prof. Dr. de Climatologia do IFMG, Campus Santa Luzia-MG, fulvio.cupolillo@ifmg.edu.br

⁵Eng. Florestal, Graduanda, UFVJM, Diamantina-MG Fone: (38)9158-2421, barbarabarros1992@hotmail.com

⁶Eng. Florestal, Graduanda, UFVJM, Diamantina-MG Fone: (38)9158-2421, luhh.azevedo@gmail.com

RESUMO: O conhecimento de cenários climáticos futuros permite o planejamento de ações que podem reduzir possíveis prejuízos em diversos setores, especialmente no setor agrário. O objetivo do presente trabalho foi estimar a precipitação na estação chuvosa, com base em dados de precipitação nas estações secas e chuvosas anteriores, por meio de Redes Neurais Artificiais (RNA). Os dados utilizados foram obtidos na estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e da Agência Nacional de Águas (ANA), localizadas em Diamantina, e correspondem ao período de 1977 a 2014. O período chuvoso corresponde à soma da precipitação nos meses de outubro a março e o período seco de abril a setembro. A ordem cronológica dos dados foi alterada de forma que o período seco de um ano (x) estivesse relacionado com o período chuvoso que começa no ano seguinte (x+1). Uma parte dos dados foi usada no treinamento e outra parte utilizada para avaliação do desempenho da RNA. A análise utilizada foi do tipo séries temporais e a melhor rede encontrada foi do tipo função de base radial. Depois foi feita a aplicação dessa rede para avaliar o desempenho com base no erro percentual. A RNA encontrada apresentou um erro percentual médio de, aproximadamente, 10% para dados utilizados na avaliação do desempenho. A média de precipitação no período usado para aplicação da rede foi de 1099 mm, enquanto que a rede apresentou uma estimativa média, no mesmo período, de 1128 mm. Pode-se concluir que a utilização de dados dos períodos secos e chuvosos para estimar a precipitação no período chuvoso apresenta resultados satisfatórios e, a alteração na ordem cronológica do período seco resultou em uma rede com previsão mais eficaz que a não alteração. Com isso, o conhecimento da situação na estação chuvosa, com antecedência, pode proporcionar um tempo maior para a tomada de decisões no que diz respeito à utilização da água para fins agrícolas.

PALAVRAS-CHAVE: cenários climáticos, modelagem do clima, previsão do tempo

Use of Artificial Neural Networks in precipitation forecasting of rainy season from dry and rainy seasons data

Abstract: The knowledge future climatic sceneries allow the planning of actions which can reduce possible losses in many sectors, especially in agrarian sector. The objective of this work was to estimate the precipitation in the rainy season, based on precipitation data of dry and rainy previous seasons by using Artificial Neural Networks (ANN). The used data were obtained in meteorological station of National Institute of Meteorology (INMET) and Water National Agency (ANA), located in Diamantina, and it corresponds to the period from 1977 to 2014. The rainy season is the sum of precipitation from October to March and the dry season from April to September. The chronological order of the data was changed so that the dry season of and year (x) was related to the rainy season of the next year (x+1). A part of the data was



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:



O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

used in the ANN training and other part used to evaluate the performance of it. The used analysis was time series and the best network found was of radial basis function type. After it was done the application of this network to evaluate the performance based on percent error. The ANN found showed an average of percent error of, approximated, 10% for the data used in performance evaluation. The average precipitation of the period used in application of the network was of 1099 mm, while the average of the network estimations, for the same period, was 1128 mm. It can be concluded that the use of dry and rainy seasons data to estimate the precipitation of the rainy season presented satisfactory results and, the change of the chronological order of the dry period result in a neural network with more effective forecasting despite the unchanged one. With this, the knowledge of the situation in rainy season, with antecedence, can supply a longer time to decision making in use of water in agricultural purposes.

KEY WORDS: climatic sceneries, climate modeling, weather forecasting

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento agrário de uma região está fortemente relacionado com a sua precipitação pluviométrica, sendo a escassez de chuvas um fator desfavorável para o processo produtivo. A precipitação pluviométrica é a forma mais econômica e ambientalmente correta de uso da água na agricultura, pois além de contribuir para a manutenção do equilíbrio dos recursos hídricos existentes em outra região, a necessidade de se importar água através de irrigação eleva consideravelmente os custos de produção.

Segundo Castro (1994), muitos produtores brasileiros utilizam a precipitação mensal média para o dimensionamento de seus projetos agrícolas. Desta forma, a modelagem climática se mostra uma ferramenta importante, pois permite a simulação de cenários futuros, tanto para as atividades agrícolas e industriais, como para se evitar tragédias, realizar estudos e planejamento de recursos hídricos, tomada de decisões em relação à geração de energia elétrica e demais atividades (Queiroz et al., 2001; Sampaio et al., 2007; Ávila et al., 2009).

Várias ferramentas podem ser utilizadas no meio meteorológico para estimativas de precipitação pluviométrica e, dentre elas, destacam-se as Redes Neurais Artificiais (RNA), que têm apresentado resultados satisfatórios na projeção climática (MOREIRA *et al.*, 2006; ANOCHI *et al.*, 2009). De uma forma simples, segundo Oikawa (2013), a RNA pode ser definida como uma ferramenta estatística que, por meio do processamento de informações, gera uma saída (dados preditos) a partir de uma ou mais entradas (preditores). Através de sucessivas apresentações dos dados de entrada e saída previamente conhecidas, a RNA aprende a relação entre elas (entrada e saída).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o desempenho das Redes Neurais Artificiais (RNA) para estimação da precipitação na estação chuvosa, com base em dados de precipitação nas estações secas e chuvosas anteriores, em Diamantina-MG.

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), a uma distância de 6 km do município de Diamantina – MG, localizada na região do Espinhaço Meridional, com altitude de 1.149 m, 18°17'S de latitude e 43°34'W de longitude. Segundo a classificação climática elaborada por Nimer (1989) para Diamantina, o clima é tropical com domínio climático subsequente e subdomínio semiúmido, apresentando uma variedade climática de 4 a 5 meses secos (IBGE, 1977). As formações de vegetação predominantes na região são de Campo rupestre e Cerrado rupestre.

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

Os dados de precipitação diária, no período de 1977 a 2014, foram obtidos junto à estação climatológica do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, localizada na latitude de 18,25°S, longitude de 43,60°W e altitude de 1296,9 m. Também foram utilizados dados fornecidos pela Agência Nacional de Águas - ANA, localizada na latitude de 17,61°S, longitude de 43,60°W e altitude de 1300 m, para completar alguns dados faltantes na série histórica do INMET durante os meses de fevereiro e março de 1979, e julho de 1990. Os dados foram referentes à precipitação diária ocorrida das 9h de um dia até às 9h do dia seguinte, conforme padronização internacional da OMM (Organização Meteorológica Mundial), ou seja, o volume precipitado em um dia (n) ocorria entre 9 h do dia anterior (n-1) e as 9 h daquele dia.

Os dados foram divididos em dois períodos: período seco, correspondente à soma da precipitação verificada entre os meses de abril e setembro, e período chuvoso, entre os meses de outubro e março.

As Redes Neurais Artificiais (RNA) foram treinadas no Statistica 10 (Statsoft, 2014), por meio da ferramenta Automated Neural Networks (ANN), utilizando-se a análise do tipo séries temporais. Todas as redes utilizadas foram do tipo Radial basis function com 1 camada de entrada, 1 camada oculta e 1 camada de saída. A escolha do número de neurônios na camada oculta da rede foi feita de forma automatizada pela ferramenta ANN.

As RNA foram treinadas de duas maneiras: os dados de precipitação do período seco foram usados, como variável de entrada, para prever a precipitação no período chuvoso do mesmo ano (situação 1); e os dados de precipitação no período seco foram usados para prever a precipitação no período chuvoso do ano seguinte (situação 2). Para isso, a ordem cronológica dos dados de precipitação foi alterada, de forma que o período seco de um ano (x) estivesse relacionado com o período chuvoso do ano seguinte (x+1). Por exemplo, o período seco que vai de abril a setembro de 2010 ficou relacionado com o período chuvoso que vai de outubro de 2011 a março de 2012.

No treinamento das redes não foram incluídos os dados de precipitação dos anos de 2010 a 2014, uma vez que estes foram utilizados exclusivamente para a validação da rede escolhida.

Para cada grupo foram executadas 12 sessões de treinamento. Em cada sessão, foram treinadas 50 RNA, sendo retida a rede que apresentou maior desempenho nos valores de treinamento, teste e validação.

A avaliação dos resultados obtidos com as RNA desenvolvidas foi feita com base no cálculo dos Erros Relativos Médios, ERM (Schaeffer, 1980).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A média de precipitação no período chuvoso, considerando-se todos os anos em estudo, foi de 1170 mm. Com um valor máximo de 1632 mm, no ano de 1991, e mínimo de 445 mm, no ano de 1982. Para o período seco, a média de precipitação foi de 159,1 mm. Com valor máximo de 365 mm e mínimo de 58 mm, para os anos de 1981 e 1987, respectivamente.

Após o treinamento das RNA, a predição dos períodos chuvosos gerou uma estimativa média de 1145 mm, na situação 1, em que foram utilizados os dados de precipitação do período seco para prever a precipitação no período chuvoso do mesmo ano. Nesse caso, o Erro Relativo Médio (ERM) foi de 15,99%. Tendo sido encontrado um ERM máximo de 33,19%, em 2014, em que a rede conseguiu estimar uma precipitação de 1345,6 mm e o valor observado foi de 899 mm (Figura 1). O ERM mínimo foi de 0,86%, no ano de 1997, com valores de precipitação estimado e observado de 1093,6 mm e 1103,0 mm, respectivamente (Figura 1).

Já na situação 2, em que as redes foram treinadas utilizando-se os dados de precipitação no período seco para prever a precipitação no período chuvoso do ano seguinte, a RNA apresentou uma estimativa média de 1160,7 mm, valor bem próximo do real, e ERM de 13,36%. Com ERM máximo de 54,6%, em 1982, ano em que se observou uma grande variação no volume precipitado (445 mm) e, apesar do alto erro obtido, a rede conseguiu acompanhar essa variação e apresentou uma baixa estimativa de precipitação no período (688

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

mm) (Figura 2). O ERM mínimo foi de 0,56%, no ano de 1992, com valores de precipitação estimado e observado de 1307 mm e 1299,6 mm, respectivamente (Figura 2).

Isto mostra que as RNA apresentaram resultados satisfatórios e conseguiram descrever as variações na precipitação ao longo do período estudado, tendo como variável de entrada apenas dados de períodos secos anteriores. No entanto, verifica-se uma ligeira tendência de suavização destas variações, uma vez que em períodos muito secos ou muito chuvosos houve um maior ERM.

O uso de RNA como modelos de previsões meteorológicas foi aplicado em vários estudos, apresentando resultados satisfatórios, dentre os quais se podem citar Srivastava et al., (2010); Talei et al., (2010) e Wu et al. (2010), mostrando seu potencial nesta área de estudo.

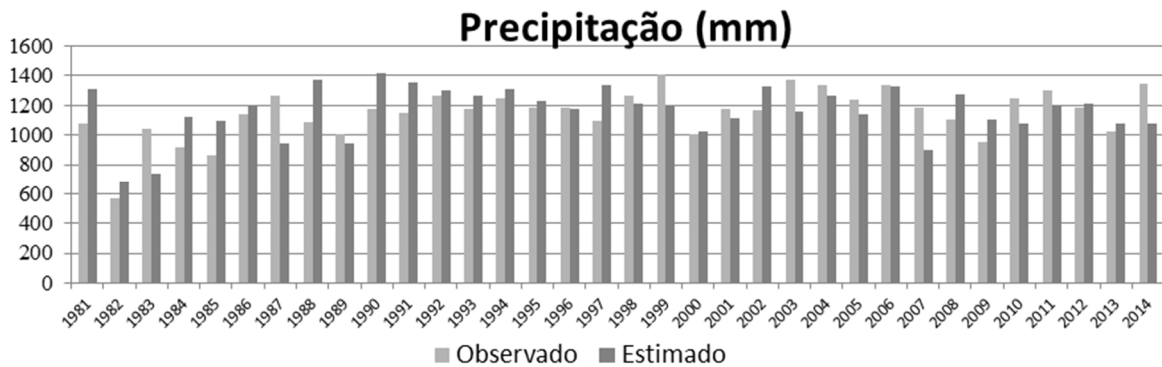


Figura 1: Precipitação observada e estimada por RNA utilizando-se dados de precipitação do período seco para prever a precipitação no período chuvoso do mesmo ano.

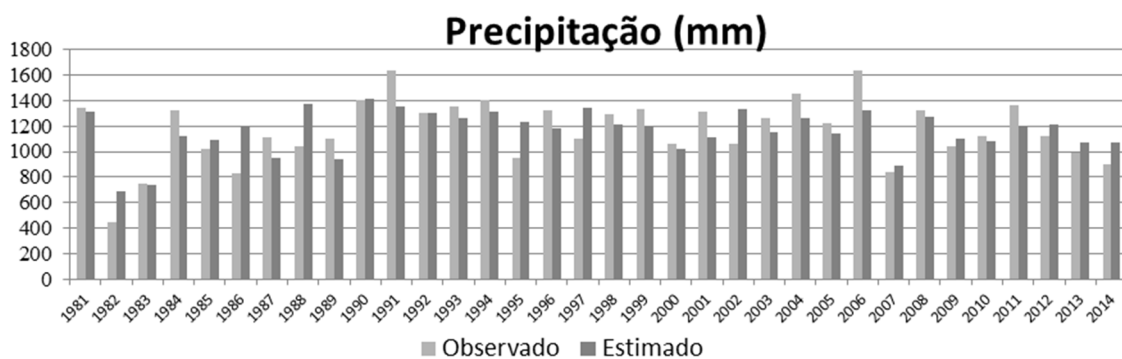


Figura 2: Precipitação observada e estimada por RNA utilizando-se dados de precipitação no período seco para prever a precipitação no período chuvoso do ano seguinte.

Considerando-se os dados do período utilizado apenas para aplicação das RNA (de 2010 a 2014), a média de precipitação no período chuvoso foi de 1099 mm, enquanto que as redes apresentaram estimativas médias, no mesmo período, de 1221 mm na situação 1, e 1128 mm na situação 2, apresentando novamente um valor bem próximo do real.

As RNA apresentaram um erro percentual médio de, 11 e 10%, para as situações 1 e 2, respectivamente. O ERM máximo foi de 33% para a situação 1 (Figura 3) e 19% para a situação 2 (Figura 4); já o ERM mínimo foi de 3,5% para ambas as situações (Figuras 3 e 4). Isto mostra que a alteração na ordem cronológica dos dados, realizada neste estudo, resultou em uma leve melhoria no desempenho das redes treinadas. Zhang et al. (1997) em estudo com redes neurais artificiais para a predição de chuvas também obtiveram estimativas com ERM de 10%.

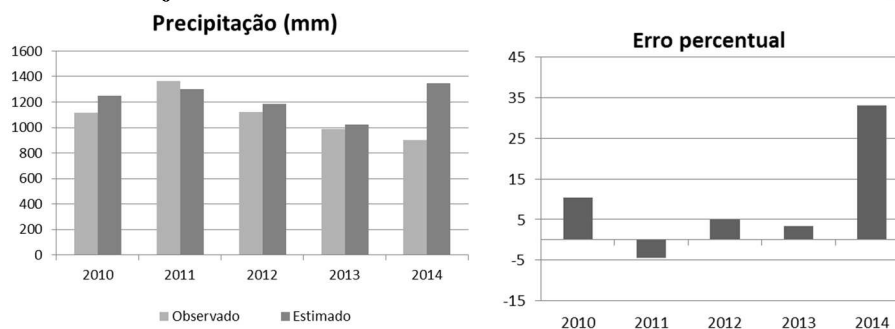


Figura 3. Precipitação observada e estimada por RNA utilizando-se dados de precipitação no período seco para prever a precipitação no período chuvoso do mesmo ano. E erro percentual da estimativa.

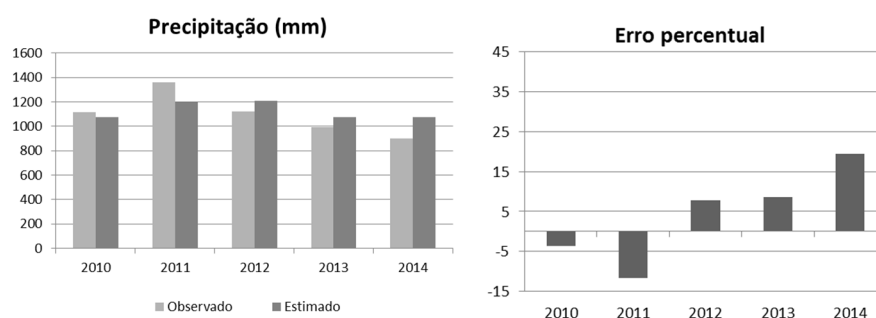


Figura 4. Precipitação observada e estimada por RNA utilizando-se dados de precipitação no período seco para prever a precipitação no período chuvoso do ano seguinte. E erro percentual da estimativa.

CONCLUSÕES

A utilização de dados dos períodos secos e chuvosos para estimar a precipitação no período chuvoso apresenta resultados satisfatórios e a alteração na ordem cronológica do período seco resultou em uma rede com previsão mais eficaz que a não alteração. Com isso, o conhecimento da situação na estação chuvosa, com antecedência, pode proporcionar um tempo maior para a tomada de decisões no que diz respeito à utilização da água para fins agrícolas.

AGRADECIMENTO

À Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de Minas Gerais – FAPEMIG, pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANOCHI, J. A.; SILVA, J. D. S. Uso de redes neurais artificiais e teoria de conjuntos aproximativos no estudo de padrões climáticos sazonais. **Revista da Sociedade Brasileira de Redes Neurais**, v. 7, n. 2, p. 83-91, 2009.

ÁVILA, L.F. et al. Mapeamento da precipitação mínima provável para o sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.13, p. 906-915, 2009.

CASTRO, R. **Distribuição probabilística da frequência de precipitação na região de Botucatu-SP**. 101p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu-SP 1994.



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros



INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Geografia do Brasil: Região Sudeste**. Rio de Janeiro: IBGE, 1977. 667p.

MOREIRA, M. C.; CECILIO, R. A.; PINTO, F. A. C.; PRUSKI, F. F. Desenvolvimento e análise de uma rede neural artificial para estimativa da erosividade da chuva para o estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, p. 1069-1076, 2006.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1989. 421p.

OIKAWA, R. T.; ISHIKI, H. M. Modelos estatísticos e de redes neurais artificiais utilizados na predição de precipitação. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, São Paulo, v. 9, n. 8, p. 19-34, 2014.

QUEIROZ, E.F. et al. Modelo de análise de regressão periódica da precipitação mensal, da bacia atlântico sudeste, no Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.5, p.727-742, mai. 2001.

SAMPAIO, S.C. et al. Estimativa e distribuição de precipitação decendiais para o estado do Paraná. **Irriga**, Botucatu, v.12, n.1, p.38-53, jan./mar. 2007.

SCHAEFFER, D.L. A model evaluation methodology applicable to environmental assessment models. **Ecological Modelling**, Tennessee, v. 8, p. 275-295, 1980.