

MODELO ESTATÍSTICO DA PREVISÃO CLIMÁTICA MENSAL DE VARIÁVEIS AGROMETEOROLÓGICAS

Ilya KIM¹, Paulo Henrique CARAMORI², Dornelles VISSOTTO JUNIOR³ e Sandro VISSOTTO⁴

INTRODUÇÃO

O conhecimento antecipado em alguns meses das condições do tempo tem grande importância para o desenvolvimento da economia e, principalmente, na área agropecuária. Foram realizados vários esforços para desenvolver modelos de previsão climática (BARNET e PZEISENDORFER, 1987; HASTENRATH e GREISCHAR, 1993; DIAZ e STUDZINSKI, 1994; HASTENRATH et al., 1995; BARNSTON et al., 1996). Alguns centros meteorológicos publicam previsões climáticas do tempo baseadas em modelos estatísticos ou dinâmico-estatísticos, enquanto outros centros divulgam previsões experimentais obtidas pelo uso de saídas de modelos numéricos. No presente trabalho foi desenvolvido um modelo estatístico de previsão climática mensal de parâmetros que são importantes para a tomada de decisão na agropecuária.

METODOLOGIA

Neste trabalho foram utilizados os dados coletados em 19 estações meteorológicas do Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR).

As seguintes variáveis foram analisadas:

Média mensal:

- temperatura mínima (T_{\min})
- temperatura máxima (T_{\max}),
- temperatura média (T_{med})

Acumulada mensal:

- chuva (P)
- horas de brilho solar (I)
- somas térmicas $>10^{\circ}\text{C}$, $>15^{\circ}\text{C}$ e $>20^{\circ}\text{C}$ (T_{m10} , T_{m15} e T_{m20})
- horas de frio $<7^{\circ}\text{C}$ (F_r)
- números de geadas (N_{ge})

Também foram utilizados os dados de temperatura da superfície do mar (TSM) e temperatura do ar (T_{ar}) em 30 pontos (15 de TSM e 15 de T_{ar}) selecionados do Hemisfério Sul, referentes ao período 1940-2000 (Kim, 1998). Estes pontos não apresentam correlações espaciais significativas entre si, sendo que cada um deles é representativo das temperaturas junto à superfície de uma certa região no Hemisfério Sul. Considerados em conjunto, eles caracterizam de maneira aproximada os campos de TSM e de T_{ar} nos continentes do Hemisfério Sul. Os dois pontos no Oceano Pacífico estão próximos às regiões equivalentes aos índices *El Niño 3* e *El Niño 4*.

Foi aplicado o método de grupos análogos com parâmetro de semelhança S , que é a distância Euclidiana:

$$S = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - y_i)^2}, \quad (1)$$

em que N é o número de pontos, e x_i e y_i são as variáveis comparadas. Quanto menor o valor δ , mais alta é a semelhança entre os campos comparados, sendo os campos iguais quando δ é igual a zero.

Como as variáveis da temperatura do ar e TSM têm diferentes ordens de grandeza, foi aplicado o procedimento de normalização relativa ao desvio padrão:

$$x_{ni} = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma}, \quad (2)$$

em que x_{ni} é o valor normalizado, x_i é o valor inicial, \bar{x} é a média aritmética e σ é o desvio padrão. Após a normalização, a média torna-se igual a zero e o desvio padrão igual a 1.

As somas térmicas ou somas de temperaturas efetivas (DAMARIO & PASCALE, 1971) foram calculadas por meio da equação:

$$T_{ij} = \sum_{i=1}^N (T_{\text{med}} - T_b)_i, \quad (3)$$

em que T_{ij} é a soma térmica para o mês j , T_{med} é a temperatura média diária, T_b é a temperatura de base, N é o número de dias do mês.

As previsões foram avaliadas com uso dos índices de acerto do erro médio quadrático δ_q , do erro da média absoluta δ_{aa} e do erro relativo ε :

$$\delta_q = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{j=1}^m (a_{pr} - a_{obs})^2} \quad (4)$$

$$\delta_{aa} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m |a_{pr} - a_{obs}| \quad (5)$$

$$\varepsilon = \frac{\delta_{aa}}{\sigma_a} \quad (6)$$

em que a_{pr} e a_{obs} são os valores previsto e observado, respectivamente; m é o número das estações; σ_a é o desvio padrão da variável a . A previsão é considerada boa se $\varepsilon < 1$.

A previsão de **P** foi avaliada com o uso de três intervalos: acima da normal, normal e abaixo da normal. As previsões de **Ge** foi avaliada pela percentagem de coincidência entre as previsões e as observações.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

No presente trabalho foram desenvolvidos modelos de previsão climática mensal de **P**, **T_{med}**, **T_{max}**, **T_{min}**, **T_{m10}**, **T_{m15}**, **T_{m20}**, **N_{ge}**, **F_r** e **I** para as estações meteorológicas do IAPAR no Estado do Paraná. Como preditores foram usados os dados mensais de TSM e T_{ar} . O modelo de previsão foi desenvolvido com o uso do método de analogias ou grupos análogos, que neste caso está baseado na identificação de 20 análogos no histórico, a partir dos

¹ Dr., Pesquisador do Inst. Tecnológico SIMEPAR – CP 19100, CEP 81531-990, Curitiba – Paraná – Brasil. (iskim@simepar.br)

² Dr., Pesquisador do Inst. Agronômico do Paraná (IAPAR) – CP 481 CEP: 86001-970, Londrina – Paraná – Brasil. (caramori@pr.gov.br)

³ Bolsista do Inst. Tecnológico SIMEPAR – CP 19100, CEP 81531-990, Curitiba – Paraná – Brasil. (dviissotto@ufpr.br)

⁴ Curso de Graduação da UFPR – CP 19100, CEP 81531-990, Curitiba – Paraná – Brasil. (sandrov@simepar.br)

quais se estima as médias de valores P , T_{med} , T_{max} , T_{min} , T_{m10} , T_{m15} , T_{m20} , N_{ge} , F_r e I . Foram calculadas e avaliadas as previsões obtidas para 2 meses à frente, por meio do modelo para o período 1972-1999, com uso do procedimento de validação cruzada (Tabela 1). A Tabela 1 mostra que o valor ε para todas as variáveis foi abaixo de 1, mas o modelo previu melhor T_{med} , T_{min} , F_r e I . O acerto das previsões de chuva mensal acumulada foi de 65% e de ocorrência de geadas foi de 75%.

Tabela 1. Avaliação de média anual para período 1972-1999 das previsões, T_{med} , T_{max} , T_{min} , T_{m10} , T_{m15} , T_{m20} , F_r e I .

Variável	ε	δ_q	δ_a
T_{med}	0,79	0,93	0,84
T_{max}	0,80	1,4	1,1
T_{min}	0,79	1,3	1,0
T_{m10}	0,80	27,9	25,1
T_{m15}	0,81	24,0	21,4
T_{m20}	0,79	14,6	12,7
F_r	0,79	8,3	6,0
I	0,84	31,6	28,0

Nas Figuras 1 e 2 são mostradas como exemplos as previsões e dados observados de T_{med} , T_{max} , T_{min} , T_{m10} , T_{m15} , T_{m20} do período validação de 2000 a 2001.

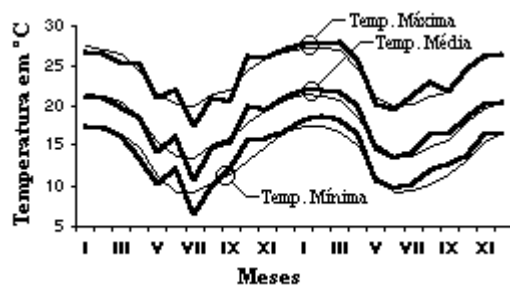


Figura 1. Previsão e dados observados de T_{med} , T_{max} e T_{min} no período 2000-2001.

■ dados observados
— previsões

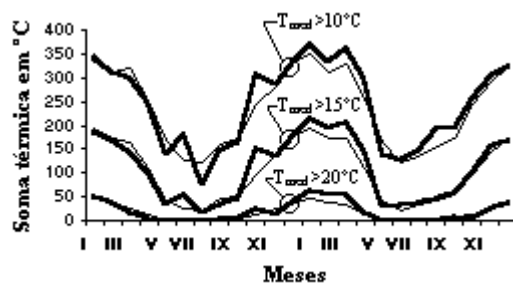


Figura 2. Previsão e dados observados de T_{m10} , T_{m15} e T_{m20} no período 2000-2001.

■ dados observados
— previsões

Este trabalho demonstrou a possibilidade de desenvolver os modelos estatísticos de previsão climática mensal de variáveis agrometeorológicas para o Estado do Paraná.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARNET, T P.; PZEISENDORFER, R. Origin and levels of monthly and seasonal forecast skill for United States Surface Air Temperature determined by canonical correlation analysis. **Monthly Weather Review**, v.115, p.1825-1850. 1987.
- BARNSTON A.G.; THIAO W.; KUMAR V.. Long-lead forecasts of seasonal precipitation in Africa Using CCA. **Journal of Climate**, v. 11, p. 506-520, 1996.
- DAMARIO, E. A.; PASCALE J. A. Estimacion de suma de temperaturas efectivas para estudios agroclimaticos. **Rvta. Fac. AGR. Vet. Univ. Bs. Ar.**. Buenos Aires, v. 19 (3), p. 109-124, 1971.
- DIAZ A., STUDZINSKI C. Rainfall anomalies in the Uruguay-Southern Brazil region related to SST in Pacific and Atlantic oceans using canonical correlation analysis. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, (8.:1994: Belo Horizonte) Anais, Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 1994. p. 389-393, v.2.
- HASTENRATH S., GREISCHAR L.. Further work on the prediction of Northeast Brazil Rainfall Anomalies., Boston, **Journal of Climate**, v.6, p.743-758, 1993.
- HASTENRATHS., GREISHAR L., VAN HEERDEN J.. Prediction of the Summer Rainfall over South Africa, **Journal of Climate**, v. 8, n. 6, p. 1511-1518, 1995.