

APLICAÇÃO MOS PARA PREVISÃO DA TEMPERATURA MÍNIMA ATÉ 72 HORAS NO ESTADO DO SÃO PAULO

Mário F. Leal de Quadro (Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, Cachoeira - Paulista SP, Brasil - email: mario@cptec.inpe.br)

Ilja S. Kim (Centro de Pesquisas Meteorológicas, Faculdade de Meteorologia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas - RS, Brasil - email: ilja@urano.cpmet.ufpel.tche.br)

Viviane Regina Algarve (Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, Cachoeira - Paulista SP, Brasil - email: regina@cptec.inpe.br)

Palavras Chaves: Previsão de tempo; MOS; Interpretação Estatística.

ABSTRACT: Possibility the application "Model Output Statistics" (MOS) in the tropical area (state São Paulo) was verified. The model was created with use the data of the output of the global numeric model CPTEC/COLA and minimum temperature in the period May-September 1997 in the net stations meteorological Agronomic Institute Campinas. The experiments show that main predictors are; minimum temperature of the previous day, absolute temperature in them levels 1000 and 850 hPa, precipitable water, specific humidity and zonal wind in at level 1000 hPa. But for forecast 48 and 72 hours influence the minimum temperature of the previous day it is not main. The statistical model was evaluated in the independent data. Now the model implemented in the operational work of the CPTEC.

1. INTRODUÇÃO

O MOS (*Model Output Statistics*) é um bom método para aplicar a saída do modelo numérico para previsão do tempo. Nos EUA já desenvolve-se a segunda geração do MOS (Dallavalle et al. 1992), que permite prever temperatura mínima, máxima e do ponto de orvalho, precipitação, tempestade, direção e velocidade do vento, visibilidade, altura da base das nuvens, além de outros parâmetros meteorológicos. O MOS é desenvolvido também no Canadá (Yacowar et al. 1992), Austrália (Tapp et al. 1986), na antiga União Soviética (Esterle 1992; Vasiliev 1991) e nos países Europeus (Lemcke and Kruizinga 1987; Kok and Kruizinga 1992; Persson 1991;) Na América do Sul ainda não se desenvolve o MOS, embora desde 1995 são rodados operacionalmente modelos numéricos regionais e globais.

Neste trabalho, com utilização das saídas do modelo numérico do CPTEC, foi implementado de forma experimental o MOS para previsão da temperatura mínima no inverno para estado de São Paulo. Este trabalho foi realizado dentro do projeto intitulado "*Diagnosing, Monitoring and Predicting Cold Waves (Frigagens) in the Coffee Growing Areas of Southeastern Brazil*", financiado pelo "*Inter-American Institute for Global Change*" (IAI).

2. DADOS E METODOLOGIA

No trabalho foram utilizados dados diários de temperatura mínima, no período de maio a setembro 1997, de 63 estações no Estado São Paulo fornecidos pelo IAC (Instituto Agrônomo do Campinas), e os dados de saída de previsões do modelo numérico global CPTEC/COLA de 24, 48 e 72 horas no período de Maio a Setembro de 1997. Como preditores potenciais foram utilizadas 28 variáveis das saídas do modelo do CPTEC, interpoladas para cada estação: pressão ao nível do mar (PSNM), precipitação acumulada em 24 horas na superfície (PREC), água precipitável instantânea (AGPL) e radiação de onda longa emergente no topo da atmosfera (ROLE). Nos níveis padrões de 1000, 850, 700, 500 e 200 hPa foram selecionadas as seguintes variáveis: velocidade vertical *omega* (OMEG); temperatura absoluta (TEMP); umidade específica (UMES); vento zonal (UVEL) e meridional (VVEL); velocidade potencial (POTV) e altura geopotencial (ZGEO). Além disso, foi utilizado o software GrADS (Grid Analysis and Display System) para calcular, baseado nas saídas disponíveis do modelo, os campos derivados de advecção de vorticidade (ADVT), advecção de

temperatura (ADTE), divergência de umidade (DVUM), temperatura potencial equivalente (TPEQ) e a variação de TPEQ na camada 850-700 hPa (DTPE).

As equações prognósticas foram criadas através do procedimento “stepwise”

$$\hat{T}_{\min} = \sum_{i=1}^n \alpha_i x_i + c$$

Onde $\hat{T}_{\min}$ - previsão da temperatura mínima, α_i - coeficientes de regressão,

n –números preditores escolhidos através do “stepwise”.

A avaliação das previsões foi feita com utilização dos parâmetros (Kim et al, 1998) erro médio aritmético - μ , erro médio aritmético absoluto - δ e erro quadrático - σ . O erro médio aritmético mostra um erro sistemático. Quanto menor os valores dos erros médios absolutos e erro quadrático, melhor é a qualidade de previsão.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram interpoladas 28 variáveis das saídas do modelo numérico global do CPTEC/COLA para 63 estações do estado de São Paulo durante o período de Maio até a primeira quinzena de Setembro de 1997. A figura 1 mostra a localização geográfica das 63 estações utilizadas para o MOS. Pode-se observar uma uniformidade da cobertura das estações sobre o Estado.

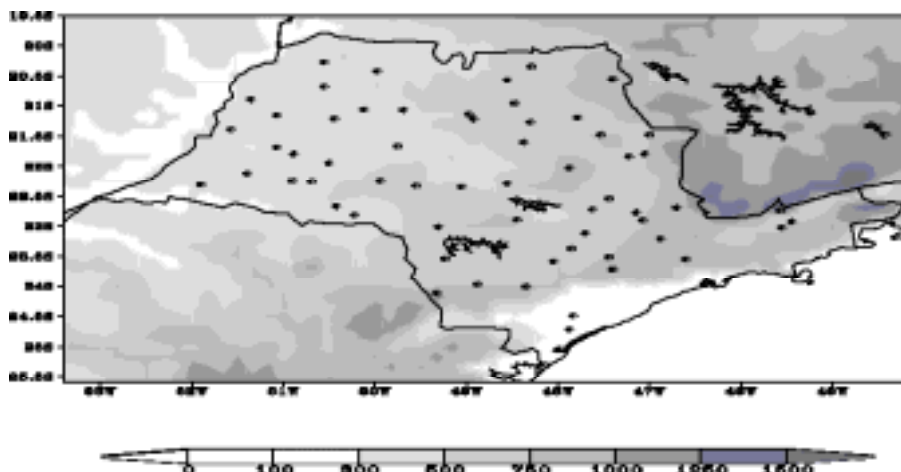


Figura 1 - Localização das 63 estações utilizadas para o MOS e topografia (m) da região (sombreado).

Através das 28 variáveis da saída do modelo e da temperatura mínima do dia anterior, foram criadas as equações para prever a temperatura mínima nas localidades selecionadas. Em cada estação foi criada uma equação de Regressão Linear Múltipla, e foram analisadas variáveis preditoras. A Tabela 1 mostra (em %) as variáveis mais freqüentemente escolhidas como preditores para prever a temperatura mínima para 24h, 48h e 72h.

Pela Tabela 1, verifica-se que a temperatura mínima do dia anterior foi mais freqüentemente escolhida como preditor para previsão 24 horas (83%). Além dela, foram escolhidas a temperatura absoluta nos níveis de 850 (54%) e 1000 hPa. Para as previsões de 48 e 72 horas o principal preditor é a temperatura absoluta em 850 hPa (65% e 60% respectivamente), e novamente para previsões 48 horas tem-se a temperatura mínima no dia anterior (51%). Entre as variáveis escolhidas freqüentemente para previsão da temperatura mínima para 24-72 horas tem-se a temperatura absoluta no nível de 1000 hPa (16-27%), água precipitável (29-41%), umidade específica em 1000 hPa (27%), apenas para 72 horas, vento zonal em 1000 hPa e altura geopotencial no nível de 500 hPa.

Tabela 1 - Valores em % dos parâmetros de saída do modelo numérico do CPTEC e temperatura mínima do dia anterior escolhidos para o MOS no estado do São Paulo.

Preditor	Previsão para		
	24 h	48 h	72 h
AGPL	33 %	41 %	29 %
TMINI	83 %	51 %	17 %
TE10	27 %	17 %	16 %
TE85	54 %	65 %	60 %
UE10	-	-	27 %
ZG50	-	16 %	27 %

No tabela 2 são mostrados os resultados da saída do procedimento “stepwise” apenas com os dados da saída do modelo numérico. Como podemos ver, o principal preditor é a temperatura absoluta no nível de 850 hPa (51%) para 24 horas, mas especialmente para 48 e 72 horas (70% e 62% respectivamente). Para 24 horas, também com bastante frequência, foram escolhidos como preditores a temperatura absoluta em 1000 hPa (44%) e água precipitável (41%). Para 48 e 72 horas foram escolhidos água precipitável (46 e 32% respectivamente), temperatura absoluta em 1000 hPa (27%) e umidade específica no nível 1000 hPa.

Para previsão da temperatura mínima para 24 horas no estado do São Paulo o preditor mais frequentemente escolhido foi a temperatura mínima no dia anterior, mas para previsões 48 e 72 horas torna-se como principal preditor a temperatura absoluta no nível 850 hPa. Porém, quando usamos apenas variáveis da saída do modelo numérico como preditores potenciais, a temperatura absoluta no nível 850 hPa foi mais frequentemente escolhido para criar equações prognósticas. A análise dos resultados do procedimento “stepwise” mostrou que, para previsão da temperatura mínima no estado do São Paulo, são mais informativos as variáveis de saída do modelo numérico até nível 850 hPa e temperatura mínima no dia anterior.

Tabela 2 - Parâmetros da saída do modelo numérico do CPTEC em % escolhidos para o MOS no estado de São Paulo

	24 h	48 h	72 h
AGPL	41	46	32
TE10	44	27	16
TE85	51	70	62
UE10	11	5	30
UV85	13	19	16
ZG50	3	3	21
TP85	13	21	17

Para avaliar o modelo de previsão da temperatura mínima foram calculados previsões para segunda quinzena de Setembro 1997 (os dados independentes). Na Tabela 3 mostra-se os resultados de avaliação das previsões obtidas através do MOS com utilização da temperatura mínima do dia anterior e só com a utilização das variáveis de saída do modelo numérico do CPTEC.

Como podemos ver, o melhor resultado foi obtido para 24 horas utilizando a temperatura mínima do dia anterior, que praticamente não apresenta erro sistemático e erro quadrático dentro do desvio padrão. A comparação com previsões obtidas só com a utilização das variáveis da saída do modelo numérico do CPTEC mostrou que a qualidade das previsões é praticamente a mesma. Avaliações das previsões para 48 horas com e sem temperatura mínima do dia anterior também

mostram os mesmos resultados, o que é também aceitável. Mas, para previsões de 72 horas não é preciso usar como preditor a temperatura mínima do dia anterior, pois esta pode piorar a qualidade das previsões.

TABELA 3 - Avaliação das previsões obtidas através do MOS utilizando variáveis da saída do modelo numérico CPTEC/COLA e temperatura mínima do dia anterior para o estado do São Paulo.

	Com Tmin dia anterior			Sem Tmin dia anterior		
	μ	δ	σ	μ	δ	σ
24 h	- 0.2	1.4	1.8	- 0.2	1.5	1.8
48 h	- 0.2	1.6	2.2	- 0.3	1.7	2.2
72 h	- 0.9	2.2	2.8	-1.0	2.0	2.5

4. CONCLUSÃO

O presente trabalho mostra a possibilidade de aplicar MOS para previsão do tempo no estado do São Paulo. É necessário ainda acumular os dados da saída do modelo numérico do CPTEC por um período de 2 a 3 anos. Com isso é possível criar o MOS da previsão da temperatura mínima, máxima e precipitação até três dias.

BIBLIOGRAFIA E REFERÊNCIAS

- DALLAVALLE J.P., BOWER J.B., DAGOSTARO V.J., MILLER D.T., AND SU J.C., 1992: Development of a new statistical weather forecast system. 12th conference on probability and statistics in the atmospheric sciences. June 22-26, Canada Toronto, p. 201-206.
- ESTERLE G.R., 1992: Adaptive, Self-learning statistical interpretation system for the Central Asian region. *Annales Geophysicae. An Geophysicae* 10. p.924-929.
- KIM, I S.; LEAL DE QUADRO, M. F.; MARENGO J. A. Aplicação “model output statistics” para previsão da temperatura mínima no Sul e Sudeste do Brasil. X Congresso Brasileiro de Meteorologia e VIII Congresso Latino-Americana e Ibérica de Meteorologia.
- KOK, K. AND KRUIZINGA S., 1992: Updating Probabilistic mos equations. 12th conference on probability and statistics in the atmospheric sciences. June 22-26, Canada, Toronto. p. 62-65.
- LEMCKE C. AND KRUIZINGA S., 1987: Model Output Statistics Forecasts: Tree years of operational Experience in the Netherlands. *Monthly weather review*, vol 116, N 5, p. 1077-1090.
- TAPP R.G., MILLS G.A. AND MACNAMARA G.F. 1986. A Diagnostic Study of the First Year of Operational Model Output Statistics Forecasts in Australia. *Aust. Met. Mag.*, Vol. 34, p. 43-56.
- PERSSON A.O., 1991: Kalmanfiltering - a new approach to adaptive statistical interpretation of numerical meteorological forecasts. *Programme on short- and medium-range weather prediction research (PSMP)*. (Wageningen, The Netherlands, 29 july - 9 august. p. 27-37.
- VASILIEV, P.P. 1991, Medium-range air temperature and precipitation forecasting over Eurasia. *Meteorologia i Hidrologia*, N 2, p. 13-23.
- YACOWAR N., BOULAIS J., RICHARD G. AND VERRET R., 1992: Improvement of perfect prog produced probability of precipitation forecasts by selective tuning with information from others sources. 12th conference on probability and statistics in the atmospheric sciences. June 22-26, Canada, Toronto, p. 80-89.