

# IMPLEMENTAÇÃO DO MOS PARA PREVISÃO DE TEMPERATURAS MÍNIMAS E AVALIAÇÃO DE SEU DESEMPENHO DURANTE O INVERNO DE 1998

Mário Francisco Leal de QUADRO<sup>1</sup>, Nelson Luis DIAS<sup>2</sup>

## RESUMO

Desde o inverno de 1998 o modelo Estatístico “Model Output Statistics”(MOS) vem sendo utilizado para previsão de temperaturas mínimas em determinadas localidades do Estado do Paraná. Neste ano foi desenvolvido uma rotina operacional que elabora a previsão e a avaliação dos erros automaticamente. Este trabalho apresenta uma descrição dos episódios de geadas ocorridos no Paraná no inverno de 1998, assim como o comportamento das previsões do MOS e dos meteorologistas do SIMEPAR.

## INTRODUÇÃO

Há bastante tempo o MOS vem sendo aplicado na previsão do tempo em outros centros meteorológicos (Dallavalle et al. 1992; Yacowar et al., 1992; Esterle, 1992; Vasiliev, 1991). Este modelo é uma poderosa ferramenta para os meteorologistas, pois através dele pode-se prever uma infinita variedade de campos meteorológicos, e para qualquer localidade. Neste trabalho o MOS foi utilizado para o cálculo da temperatura mínima (Tmin) nas principais regiões produtoras do Paraná, durante o período de inverno de 1998. Ele foi desenvolvido através das saídas do modelo do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC/COLA) e dos dados observados de Tmin das estações do IAPAR.

Alguns parâmetros estatísticos foram utilizados para avaliar o comportamento médio das previsões do MOS, visando determinar a sua eficiência para previsão da Tmin em 30 localidades no Estado do Paraná. Ressalta-se que este modelo foi implementado no inverno passado no SIMEPAR em caráter experimental, pois foi utilizado apenas um período de seis meses como base de dados para o cálculo dos coeficientes do MOS. As previsões do MOS também são comparadas com as dos meteorologistas do SIMEPAR, mostrando que este modelo é uma boa ferramenta para os previsores.

---

<sup>1</sup> Pesquisador Pleno, SIMEPAR - Sistema meteorológico do Paraná. Caixa Postal 318, CEP 800001-970 Curitiba PR Brasil. Email: [mario@simepar.br](mailto:mario@simepar.br) Tel 55-41-366-2020 Fax: 55-41-3662122

<sup>2</sup> Coordenador Técnico- Científico, SIMEPAR. Caixa Postal 318, CEP 800001-970 Curitiba PR Brasil. Email: [nldias@simepar.br](mailto:nldias@simepar.br) Tel 55-41-366-2020 Fax: 55-41-3662122

A avaliação do comportamento do MOS para um evento de geada forte ocorrido em 26 de junho de 1998, mostra que o modelo também apresenta um bom desempenho, quando da ocorrência deste evento extremo. Finalmente, é apresentado o estado atual da implementação deste modelo estatístico de previsão de temperaturas extremas no SIMEPAR.

### DADOS E METODOLOGIA

Os dados de T<sub>min</sub> (preditantes) do inverno 1997 (abril a setembro) utilizados foram fornecidos pelo Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR) e pelo Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR). Como preditores potenciais foram utilizadas as previsões do modelo (24, 48 e 72 horas) de circulação geral da atmosfera (MCGA) do CPTEC/COLA, no mesmo período das observações. Estas previsões, em ponto de grade, que possuem uma resolução horizontal de 1.875 x 1.875 graus de latitude/longitude (aproximadamente 200 Km), foram inicialmente interpoladas para as coordenadas das localidades onde se obteria a previsão. Kim et. Al (1998) demonstra os métodos estatísticos utilizados no cálculo do MOS. A figura 1 apresenta um diagrama do cálculo das previsões através do MOS.

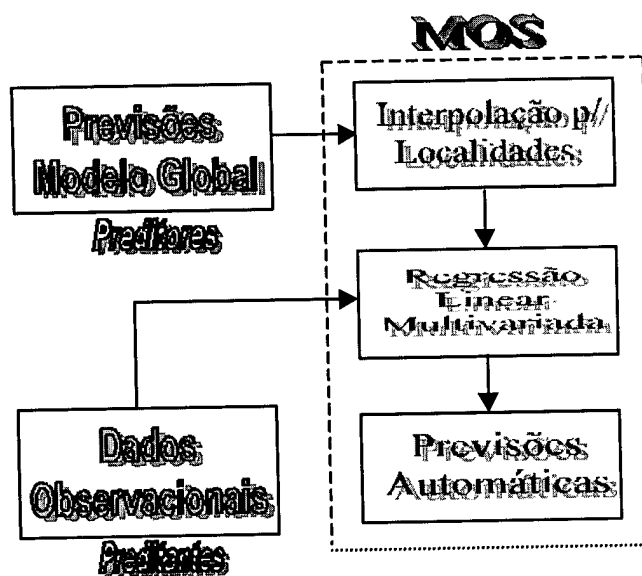


Fig. 1 - Diagrama esquemático da rotina de cálculo dos coeficientes de regressão do MOS.

A avaliação das previsões foi feita com utilização dos seguintes parâmetros estatísticos erro aritmético (*bias*), erro absoluto (*ea*) e a raiz do erro quadrático médio (*reqm*), entre as previsões pontuais do MOS e as respectivas observações no período proposto (abril a setembro de 1998). Foi

<sup>1</sup> Pesquisador Pleno, SIMEPAR - Sistema meteorológico do Paraná. Caixa Postal 318, CEP 800001-970 Curitiba PR Brasil. Email: [mario@simepar.br](mailto:mario@simepar.br) Tel 55-41-366-2020 Fax: 55-41-3662122

<sup>2</sup> Coordenador Técnico- Científico, SIMEPAR. Caixa Postal 318, CEP 800001-970 Curitiba PR Brasil. Email: [nldias@simepar.br](mailto:nldias@simepar.br) Tel 55-41-366-2020 Fax: 55-41-3662122

elaborado também um estudo de um caso de ocorrência de geada forte no Paraná e o comportamento do modelo.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante os meses mais frios (abril a setembro) de 1998, foram registrados a ocorrência de 23 eventos de geadas. Destes, três casos foram considerados fortes (20/06; 25/06; 26/06), 3 moderados (18/06; 25/06; 26/06) e 17 fracos. A tabela 1 contém as datas, localidades e temperaturas observadas nos episódios de geadas. Verifica-se, através desta tabela, que os casos de ocorrência de geadas concentraram-se entre os meses de junho e julho, ocorrendo também alguns eventos isolados nos meses de abril, maio e agosto.

**TABELA 1 – REGISTROS DE OCORRÊNCIA DE GEADAS NO ESTADO DO PARANÁ (DATA E T<sub>min</sub> DO ABRIGO) DURANTE OS MESES DE ABRIL A AGOSTO DE 1998**

ESTAÇÕES/PR	ABR/98	MAI/98	JUN/98	JUL/98	AGO/98
<b>PALMAS</b>	18*(5.7), 31*(4.8)	18*(5.7), 31*(4.8)	01*(5.0),02*(1.7),03*(5.2), 04*(5.6),05*(6.3),07*(6.4), 10*(6.7),18**(2.7), 20***(2.8),21*(6.0), 25**(1.0),26*(3.2),27*(4.1)	10*(2.4),11(4.0)	07*(5.0)
<b>P. GROSSA</b>			02*(04)		
<b>LAPA</b>			25**(5.0),26**(2.6)	10**(1.6)	
<b>LONDRINA</b>			26*(6.6)		
<b>PALOTINA</b>			25*(3.9)		
<b>P. BRANCO</b>			26**(4.0)	10*(2.2),14*(6.2)	
<b>PINHAIS</b>			25**(0.6)		
<b>PLANALTO</b>			25*(3.0)		
<b>P. GROSSA</b>			25**(1.6),26*(4.6)	*(3.0),11*(5.0),27*(5.2)	
<b>QUEDAS DO IGUAÇU</b>			25***(9.4),26***(5.0)		
<b>TEIXEIRA SOARES</b>			25***(1.3),26*(4.7)	10*(3.2),11*(3.8)	
<b>TOTAL EVENTOS</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>13</b>	<b>5</b>	<b>1</b>
*GEADAS FRACAS      **GEADAS MODERADAS      ***GEADAS FORTES					

O sistema operacional do MOS do SIMEPAR executa previsões de T<sub>min</sub> de 24, 48 e 72 horas para 30 localidades no Estado. Anteriormente os meteorologistas elaboravam previsão objetiva de T<sub>min</sub> para apenas 8 localidades no Estado. A figura 1 mostra a avaliação das previsões de T<sub>min</sub> do MOS

<sup>1</sup> Pesquisador Pleno, SIMEPAR - Sistema meteorológico do Paraná. Caixa Postal 318, CEP 800001-970 Curitiba PR Brasil. Email: [mario@simepar.br](mailto:mario@simepar.br) Tel 55-41-366-2020 Fax: 55-41-3662122

<sup>2</sup> Coordenador Técnico- Científico, SIMEPAR. Caixa Postal 318, CEP 800001-970 Curitiba PR Brasil. Email: [nldias@simepar.br](mailto:nldias@simepar.br) Tel 55-41-366-2020 Fax: 55-41-3662122

no período de abril a setembro de 1998. Pode-se observar que o MOS apresentou um erro aritmético (*bias*) pequeno (entre  $-0,5$  e  $0,5$ ) em praticamente todo o período de previsão. Apenas nos meses de abril e junho verificou-se erros médios próximos a  $1\text{C}$ .

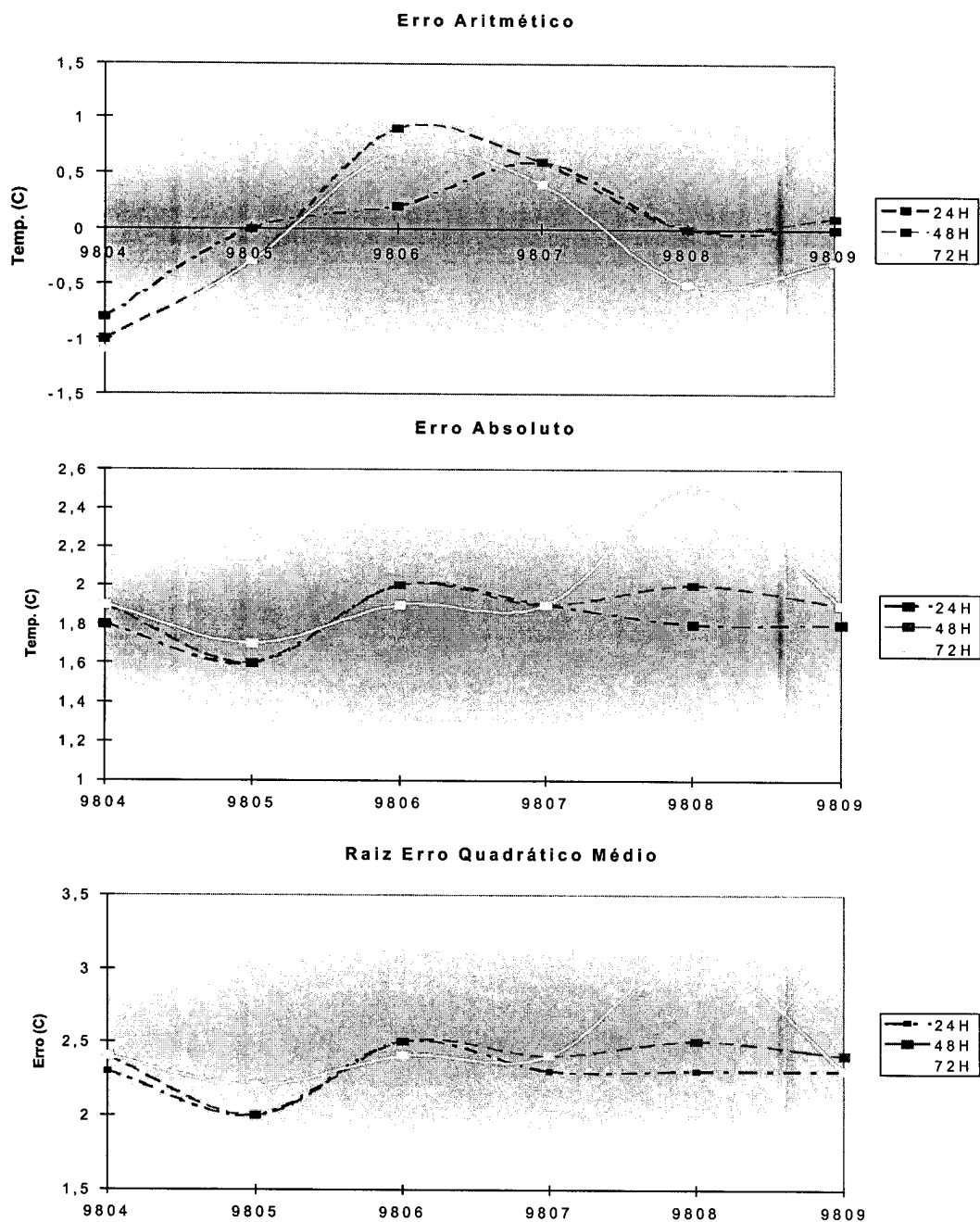


Fig. 1 – Erros aritmético (*bias*), absoluto (*ea*) e raiz do erro quadrático médio (*reqm*), médios mensais, das previsões do MOS no período de abril a setembro de 1998.

<sup>1</sup> Pesquisador Pleno, SIMEPAR - Sistema meteorológico do Paraná. Caixa Postal 318, CEP 80001-970 Curitiba PR Brasil. Email: [mario@simepar.br](mailto:mario@simepar.br) Tel 55-41-366-2020 Fax: 55-41-3662122

<sup>2</sup> Coordenador Técnico- Científico, SIMEPAR. Caixa Postal 318, CEP 80001-970 Curitiba PR Brasil. Email: [nldias@simepar.br](mailto:nldias@simepar.br) Tel 55-41-366-2020 Fax: 55-41-3662122



Os erros absolutos (*ea*) e a raiz do erro quadrático médio (*reqm*) também mostraram que o modelo, em média, executou boas previsões no inverno passado. O *ea* ficou abaixo de 2C, e o *reqm* abaixo de 2,5C. Outro resultado importante reside no fato dos erros não aumentarem significativamente com o decorrer das previsões. Apenas a previsão de 72 horas para o mês de agosto apresenta erros significativos, comparados com os demais.

A figura 2 mostra a diferença entre a previsão de 24 horas do MOS e as mínimas observadas no dia 26 de junho de 1998. Pode-se observar que, nas localidades onde ocorreram geadas, o modelo previu a T<sub>min</sub> com até 2C de precisão. Além disso o modelo, em geral, detectou relativamente bem o resfriamento ocorrido. Apenas em algumas localidades no oeste e norte do Estado o MOS previu temperaturas bem acima do registrado.

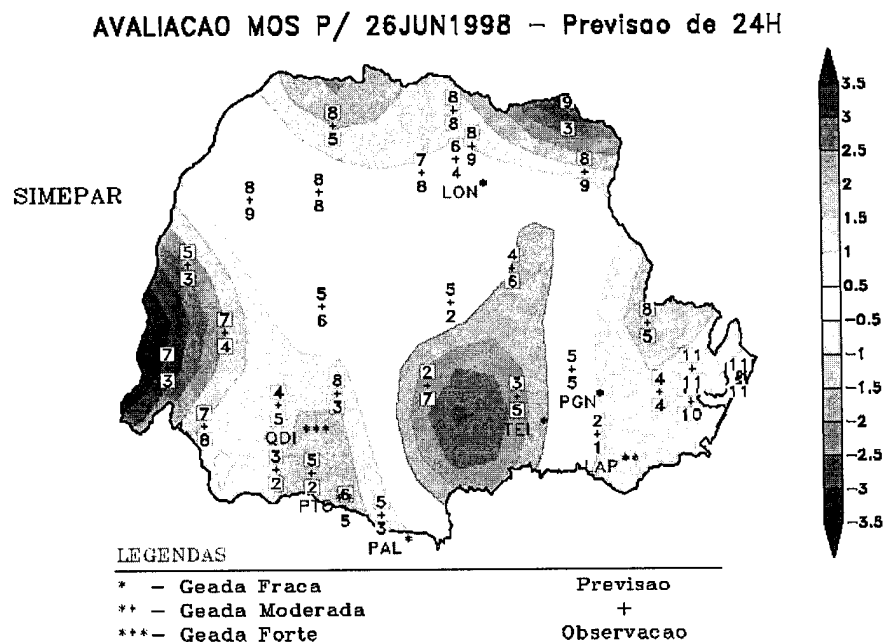


Fig. 2 – Avaliação da previsão de 24 horas do MOS, e registros de geadas ocorridas no dia 26 de junho de 1998.

Uma comparação entre os erros apresentados pelo MOS e pelos meteorologistas do SIMEPAR, para quatro localidades onde é realizada a previsão de T<sub>min</sub> de 24 horas, é mostrada na tabela 2. Em geral, a magnitude dos erros é a mesma, com o MOS apresentando erros um pouco menores em Cascavel, Ponta Grossa e Londrina, e o contrário em Londrina. As principais diferenças podem ser verificadas nos *bias* das duas previsões. Enquanto em Londrina o MOS apresenta um *bias* negativo significativo (-2.0C), em Pato Branco o *bias* dos meteorologistas é elevado (-1.5C).

<sup>1</sup> Pesquisador Pleno, SIMEPAR - Sistema meteorológico do Paraná. Caixa Postal 318, CEP 800001-970 Curitiba PR Brasil. Email: [mario@simepar.br](mailto:mario@simepar.br) Tel 55-41-366-2020 Fax: 55-41-3662122

<sup>2</sup> Coordenador Técnico- Científico, SIMEPAR. Caixa Postal 318, CEP 800001-970 Curitiba PR Brasil. Email: [nldias@simepar.br](mailto:nldias@simepar.br) Tel 55-41-366-2020 Fax: 55-41-3662122

TABELA 2 – ERROS MÉDIOS ARITMÉTICO, ABSOLUTO E REQM DA PREVISÃO DO MOS E DOS METEOROLOGISTAS DO SIMEPAR ENTRE ABRIL E SETEMBRO DE 1998

ERROS 24 HORAS						
ESTACAO	BIAS		E. ABSOLUTO		REQM	
	MOS	MET	MOS	MET	MOS	MET
Cascavel	-0.2	-0.1	1.9	2.0	2.3	2.5
Londrina	-2.0	0.3	2.5	2.3	2.9	2.9
P. Grossa	-1.0	-1.8	2.0	2.8	2.4	3.4
P. Branco	0.5	-1.5	1.7	2.5	2.1	3.1

O MOS está em operação no SIMEPAR desde Abril de 1998. Atualmente ele executa previsões de T<sub>min</sub> de 24, 48 e 72 horas, em 30 localidades no Estado, para dois períodos do ano. No período de inverno, ele foi calculado com dados de abril a setembro dos dois últimos anos e para o verão, com dados de 10/97 a 03/98 (6 meses). Também são rodadas previsões de temperaturas máximas de 36, 60 e 84 horas para 37 localidades no Estado, calculadas com dados de 10/97 a 03/98, 10/98 a 12/98 (9 meses). A automação do sistema foi feita de forma que os coeficientes do MOS sejam recalculados ao final de cada estação (inverno/verão).

### CONCLUSÕES

Conclui-se deste trabalho que, apesar de ser apenas um modelo experimental, o MOS vem se tornando uma ferramenta essencial para auxiliar os meteorologistas que trabalham nos centros operacionais de previsão numérica de tempo. Por sua vez, a operacionalização deste modelo facilitará tanto a previsão de fenômenos meteorológicos, como na avaliação dos resultados obtidos pelo MOS.

No entanto, alguns avanços futuros são necessários:

- Obter previsões pontuais de precipitação, nebulosidade, umidade relativa, etc;
- Calcular os coeficientes do MOS trimestralmente, a medida que aumentar a período de dados;

<sup>1</sup> Pesquisador Pleno, SIMEPAR - Sistema meteorológico do Paraná. Caixa Postal 318, CEP 80001-970 Curitiba PR Brasil. Email: [mario@simepar.br](mailto:mario@simepar.br) Tel 55-41-366-2020 Fax: 55-41-3662122

<sup>2</sup> Coordenador Técnico- Científico, SIMEPAR. Caixa Postal 318, CEP 80001-970 Curitiba PR Brasil. Email: [nldias@simepar.br](mailto:nldias@simepar.br) Tel 55-41-366-2020 Fax: 55-41-3662122

- Melhorar a qualidade das previsões com a utilização das saídas dos Modelos Regionais (ETA e RAMS) p/ obter MOS a curto prazo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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.; QUADRO M. F. L.; MARENGO J A. 1998. Sobre Interpretação Estatística Da Saída Do Modelo Numérico. X Congresso Brasileira de Meteorologia, Brasília, 26-30 Outubro.
- 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.

---

<sup>1</sup> Pesquisador Pleno, SIMEPAR - Sistema meteorológico do Paraná. Caixa Postal 318, CEP 800001-970 Curitiba PR Brasil. Email: [mario@simepar.br](mailto:mario@simepar.br) Tel 55-41-366-2020 Fax: 55-41-3662122

<sup>2</sup> Coordenador Técnico- Científico, SIMEPAR. Caixa Postal 318, CEP 800001-970 Curitiba PR Brasil. Email: [nldias@simepar.br](mailto:nldias@simepar.br) Tel 55-41-366-2020 Fax: 55-41-3662122