

APRESENTAÇÃO DE UM MÉTODO DE CALIBRAGEM DE MODELOS NUMÉRICOS DE PREVISÃO DE TEMPO: UMA ABORDAGEM EM AGROMETEOROLOGIA

Luiz Rodrigo Lins TOZZI¹, Patrícia Vieira WALDHEIM¹, Maria Gertrudes Alvarez Justi da SILVA¹

Introdução

O crescimento da agricultura brasileira pode ser influenciado pela melhoria das previsões do tempo e clima no país. Procura-se a cada dia não apenas melhores previsões, mas de custo acessível a todas as faixas de demanda do setor.

Uma opção barata em termos econômicos e computacionais é o uso de métodos estatísticos para calibrar as previsões de modelos numéricos. Estas técnicas têm sido amplamente utilizadas, especialmente na previsão de temperaturas máximas e mínimas.

O objetivo deste trabalho é apresentar à comunidade científica de agrometeorologia um método estatístico que foi apresentado há algum tempo no exterior (MAO et al, 1998) e que no Brasil vem sendo testado desde então no Laboratório de Prognósticos em Mesoescala da Universidade Federal do Rio de Janeiro (LPM/UFRJ), (ver TOZZI et al., 2002).

O grande diferencial deste método de calibração de saídas do modelo (MOC, em inglês) em relação aos demais utilizados na previsão do tempo é a sua praticidade. O MOC só depende de uma base de dados com menos de um mês de previsões para obter bons resultados, enquanto outras técnicas, como o método de prognóstico perfeito (MPP) e a estatística de saída de modelo (MOS, em inglês) precisam de anos de dados com previsões de modelos numéricos imutáveis, que nem sempre estão disponíveis (MATSUO et al., 1992).

Este trabalho ilustra a técnica para o caso de geada nas serras catarinenses, mostrando o quanto uma técnica barata como o MOC pode melhorar as previsões de temperatura em um evento como este. A melhoria das previsões de temperatura pode ser utilizada, por exemplo, para uma maior acurácia das previsões de Índice de Ocorrência de Geadas (IOG), pois a variável deste trabalho é uma das entradas da equação do IOG (BUSTAMANTE et al., 2001).

Material e métodos

O trabalho foi realizado utilizando dados de previsão do modelo ETA do Centro de Pesquisas do Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC/INPE), na sua rodada de 0Z, entre os dias 01 e 29 de junho de 2001. Os dados observados foram obtidos através da base de dados SYNOP do CPTEC/INPE, com intervalos de 6 horas.

A localidade escolhida para a calibração foi a cidade de Campos Novos, na serra de Santa Catarina. Esta foi uma das poucas cidades da região a disponibilizar dados freqüentes de SYNOP,

especialmente em horários próximos à mínima do dia.

O método MOC, ao contrário dos outros métodos, não estima o valor da variável em questão, mas sim o erro de previsão da mesma, dada pela diferença entre o valor previsto pelo modelo (T_{MOD}) e o observado (T_{OBS}), como na equação abaixo:

$$\Delta T = T_{MOD} - T_{OBS}$$

A idéia básica é que esse erro de previsão pode, nos últimos dias, ter sido influenciado de alguma forma por outras variáveis de saída do modelo. Com isso, pode se pensar em ΔT como uma função de algumas outras variáveis também previstas pelo modelo:

$$\Delta T = F(x_1, x_2, x_3 \dots x_N)$$

O objetivo é determinar quais variáveis e com que pesos elas entram nessa função que determina o erro de previsão ΔT . Para isso, calcula-se para cada rodada do modelo o erro de previsão e extrai-se algumas outras variáveis de saída do modelo nos N dias anteriores.

Deve-se então correlacionar esses erros com as variáveis extraídas do modelo no mesmo horário, na mesma rodada e na mesma estação. As variáveis mais correlacionadas são selecionadas para o estabelecimento de uma equação de regressão para achar a função F que determina ΔT . A equação de regressão final é única para cada dia, horário de previsão e localidade, renovando-a a cada nova integração do modelo, e pode ser explicitada por:

$$\Delta T = F(x_1, x_2, x_3 \dots x_N) = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots$$

Em seu artigo, MAO et al. (1998) utilizou bases de dados retroativos de 14 a 28 dias para a calibragem dos erros mas não obteve conclusões absolutas sobre qual período seria o melhor a ser utilizado. Neste trabalho, foram usadas bases de dados retroativos de 21 dias para alimentar o algoritmo estatístico.

As variáveis à disposição do MOC foram: Pressão ao nível do mar (mb), Pressão em superfície (mb), Temperatura a 2 metros (C), Temperatura do ponto de orvalho a 2 metros (C), Componente u do vento a 10 metros (m/s), Componente v do vento a 10 metros (m/s), Precipitação total (Kg/m²/dia), Fluxo de calor latente (W/m²), Fluxo de calor sensível (W/m²), Temperatura do solo da zona da raiz (C), Média temporal do fluxo de calor em solo (W/m²), Temperatura da superfície (C), Umidade específica na superfície (kg/kg), Temperatura da camada superficial (C), Temperatura do solo da zona da raiz (C), Umidade do solo na superfície (0-1), Runoff (kg/m²/s), Fração de cobertura de nuvens (0-1), Radiação de onda curta ascendente (W/m²), Radiação de onda longa ascendente (W/m²), Radiação de onda curta ascendente no topo da atmosfera (W/m²), Radiação de

¹ Laboratório de Prognóstico em Mesoescala - Depto. de Meteorologia - UFRJ

onda curta descendente (W/m^2), Radiação de onda longa descendente (W/m^2), Radiação de onda longa ascendente no topo da atmosfera (W/m^2), Componente u do vento na primeira camada (m/s), Componente v do vento na primeira camada (m/s) e Temperatura absoluta na superfície (K).

Um Índice de Melhorias (IM) foi utilizado como ferramenta básica para uma análise quantitativa, enquanto que uma análise gráfica de comportamento das temperaturas previstas e observadas ao longo de um dado período foi utilizada como ferramenta qualitativa na discussão dos resultados. O IM foi obtido a partir da equação que relaciona os erros quadráticos médios (EQM) da seguinte maneira:

$$IM = \frac{E_{ETA} - E_{MOC}}{E_{ETA}}$$

onde E_{MOC} e E_{ETA} são, respectivamente, os EQM do modelo com e sem a calibração e M é o número total de saídas de previsão verificadas. Valores positivos de IM determinam melhorias da calibração em relação às previsões do modelo ETA, enquanto valores negativos indicam valores de calibração piores que o do modelo.

Resultados e discussão

Apesar de não ser possível identificar a geada com os poucos dados observados que utilizamos, o algoritmo MOC apresentou melhorias às previsões de temperatura em todos as abordagens estudadas.

Uma forma utilizada para testar a metodologia foi avaliar o seu comportamento no período em que houve a geada. Escolhemos o período de 25 a 27 de junho para este fim.

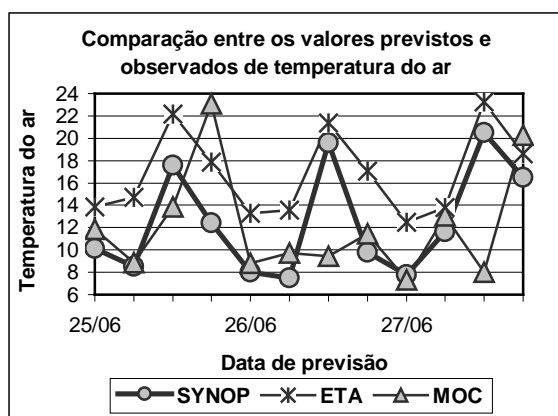


Figura 1. comportamento das temperaturas previstas e observadas ao longo do período de 25 a 27 de junho de 2001, em períodos de 6 horas.

A Figura 1 representa o comportamento dos valores previstos e observados de temperatura, comparando assim os resultados do MOC e do ETA com os valores do SYNOP. É possível ver claramente que o ETA, apesar de acompanhar melhor o comportamento dos valores observados, superestima a temperatura em média 4°C. O MOC, no entanto, apresenta erros menores que os do

ETA, muitas vezes acertando o valor principalmente das mínimas.

A Tabela 1 apresenta o IM para os horizontes de previsão de 06, 12, 18 e 24 horas, para o período da geada e também para todo o período do trabalho. Em relação aos horizontes de previsão, pode-se concluir a partir desta tabela que o MOC melhorou as previsões de temperatura do modelo ETA em torno de 25%, com um máximo na previsão de 24 horas (relativo a 21h local, sem horário de verão), e um mínimo na de 12 horas (9 horas local). Apesar dos valores de IM para 6 e 12 horas de previsão parecerem baixos, é interessante lembrar que qualquer valor acima de zero já demonstraria vantagens na utilização do algoritmo MOC. Em relação aos períodos de geada e de todo o trabalho, podemos ver um aumento expressivo no IM, especialmente durante o período da geada, com um IM maior que 50%.

Tabela 1. Índice de Melhorias do método MOC nos horizontes de previsão de 6, 12, 18 e 24 horas, no período de geada e em todo o período.

Caso avaliado	Índice de Melhorias
Previsão de 6 horas	19,4%
Previsão de 12 horas	12,6%
Previsão de 18 horas	30,2%
Previsão de 24 horas	34,4%
Período de geada	40,6%
Todo o período	55,2%

Conclusão

O método estatístico testado apresentou resultados muito bons, especialmente durante o período da geada. Os resultados positivos não somente neste trabalho mas em TOZZI et al. (2002) são uma justificativa implantação operacional desta técnica, especialmente útil num setor como o de agrometeorologia.

Referências bibliográficas

- BUSTAMANTE, J.F.; ROZANTE, J.R.; GONÇALVES, L. G.G. Índice de ocorrência de geada utilizando o modelo regional ETA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 12., 2001, Fortaleza, **Anais...**, Fortaleza: SBA, 2001. p. 611-612.
- MAO, Q.; S. F. MUELLER; H.-M. H. JUANG e R. T. MCNIDER. An Optimal Model Output Calibration Algorithm Suitable for Objective Temperature Forecasting. **Wea. Forecasting**, v. 14, p. 190-202, 1998.
- TOZZI, L. R. L.; JUSTI DA SILVA, M. G. A.; CHOU, S. C. e FERREIRA, J. A. da S.. Calibragem Estatística das Previsões de Temperatura do Modelo ETA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 12, 2002, Foz do Iguaçu, **Anais...**, Foz do Iguaçu: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 2002. (CD-ROM).
- MATSUO, P. T. e DIAS, M. A. F. Modelos de previsão probabilística de precipitação com base em parâmetros sinóticos: Parte II - Modelagem e Avaliação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 7, 1992, São Paulo, **Anais...**, São Paulo: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 1992. (CD-ROM).