

# APLICAÇÃO DA CORREÇÃO ESTATÍSTICA NA PREVISÃO DE TEMPO ESTENDIDA, PARA TRÊS LOCALIDADES DA REGIÃO SUL.

ANA MARIA HEUMINSKI DE ÁVILA<sup>1</sup>, ANDREA DE OLIVEIRA CARDOSO<sup>2</sup>  
e HILTON SILVEIRA PINTO<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Dra. Pesquisadora, CEPAGRI, UNICAMP, Cidade Universitária Zeferino Vaz, 13083-970, Campinas, SP, Fone: (0 xx 19) 35212460, Email: avila@cpa.unicamp.br.

<sup>2</sup> Pós-Doutoranda, CEPAGRI, UNICAMP

<sup>3</sup> Dr. Professor, CEPAGRI, UNICAMP

Apresentado no XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 22 a 25 de Setembro de 2009 – GranDarrell Minas Hotel, Eventos e Convenções – Belo Horizonte – MG.

**RESUMO:** As condições adversas do tempo, nos períodos críticos do desenvolvimento vegetativo da planta influenciam o rendimento da cultura, sendo um parâmetro fundamental para a previsão safra. Um aumento na acurácia da previsão pode ser obtido ao se aplicar correções estatísticas para remover o erro sistemático do modelo. Neste trabalho foram realizadas correções estatísticas nas previsões de tempo por conjunto do modelo de circulação geral atmosférico (MGCA) CPTEC/COLA (Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos / Center for Ocean–Land–Atmosphere Studies), através da remoção do erro médio, para três localidades do Sul do Brasil. Comparações das previsões corrigidas com os dados observados nas respectivas estações meteorológicas indicaram que o modelo apresenta um bom desempenho para indicar ausência de precipitação. Os resultados confirmam a importância da previsão de tempo para o monitoramento das safras agrícolas.

**PALAVRAS-CHAVE:** monitoramento agrícola, acurácia dos modelos meteorológicos

**ABSTRACT:** The adverse conditions of weather, in critical periods of growth of the plant affect the crop productivity, being a fundamental parameter for yield forecast. An increase on the accuracy of the weather forecasts can be obtained by applying a statistical correction to remove the model bias. A statistical correction in the ensemble weather prediction system based on the Center for Weather Forecasting and Climate Studies–Center for Ocean–Land–Atmosphere Studies (CPTEC/COLA) atmospheric general circulation model is reported in this work. The process is based on the removal of the bias computed in recent forecasts. Comparisons between the corrected and original forecasts indicated an improvement of the forecast skill with the correction method applied. The results confirm the importance of weather forecast for the monitoring of agricultural crops.

**KEY WORDS:** weather forecast, growth of the plant

**INTRODUÇÃO:** Depois da realização do plantio, a previsão de safra torna-se um fator importante para o sucesso da atividade agrícola, pois são úteis para as tomadas de decisões que visem minimizar os riscos do rendimento econômico da cultura. No geral, para prever o crescimento, desenvolvimento e a produção agrícola, os modelos de previsão de safras integram dentro de um conjunto equações matemáticas, conhecimentos de agrometeorologia, física do solo, química do solo, fisiologia da cultura, desenvolvimento da planta e agronomia (Hoogenboom, 2000). De acordo com Hoogenboom (2000), as observações das condições do tempo aplicadas aos modelos de previsão de safras são úteis para o provimento de simulações mais precisas da produção, sendo destacada a importância das variáveis de temperatura do ar,

precipitação e radiação solar. Challinor et al. (2003) sugerem que previsões acuradas de safra podem ser alcançadas ao se utilizar modos de variabilidade de previsões de precipitação como preditores no modelo de safra. Há indícios de que um aumento na acurácia da previsão pode também ser obtido ao se aplicar correções estatísticas para remover o erro sistemático do modelo. Alguns estudos mostraram que previsões mais realistas são obtidas a partir da correção do erro sistemático (Feddersen et al., 1999; Anderson et al., 1999; Chen et al., 2000). Com a finalidade de aumentar o nível de acerto e a confiabilidade das previsões numéricas de tempo por conjunto do CPTEC/INPE, foram realizadas neste trabalho correções estatísticas nas previsões através da remoção dos erros sistemáticos do modelo para três localidades da Região Sul.

**MATERIAL E MÉTODOS:** As previsões de tempo por conjunto para um prazo de 15 dias (360 horas) foram desenvolvidas no CPTEC (Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos). Um total de 15 previsões (membros do conjunto) é gerado a cada 12 horas (inicialização as 00 e 12 UTC) a partir de diferentes condições iniciais, sendo uma de controle (condição inicial sem perturbações) e 14 a partir de análises perturbadas. Neste estudo foram utilizados dados diários de precipitação prevista, nos horários das 12 e 00 UTC, para o prazo de 15 dias, no período de 15 de outubro de 2005 a 07 de março de 2006. Utilizaram-se também dados diários de precipitação observada em dois postos pluviométricos no Estado do Paraná (Londrina e Cascavel) e Passo Fundo, no Rio Grande do Sul. Foi considerado evento de chuva, valores acima de 10mm. Foram calculadas as médias das previsões diárias dos horários das 12 e 00 UTC, para cada prazo de previsão. O método de correção aplicado nas previsões de tempo, através da remoção do erro médio (VIES), baseia-se na estimativa do erro médio verificado nas previsões mais recentes. Para a escolha de tal método foi considerado o fato de que os modelos podem apresentar variações nas tendências do erro dependendo do período de previsão e que estas variações, que são de curto prazo, podem ser identificadas através do cálculo do erro médio das previsões mais recentes. Para aplicar o método de correção, foram investigadas várias combinações de períodos de cálculo do erro médio (Wilks, 1995) com o objetivo de identificar uma solução que alcance a melhor assertiva no desempenho das previsões. Foram testados os períodos dos 15 últimos dias de previsão. O critério considerado para aplicar a correção é baseado na relação (*RV*, equação 1) entre o valor absoluto do viés e o valor do desvio absoluto médio do erro em relação ao viés, sendo aplicada a correção somente nos casos em que *RV* apresenta valor maior do que 1 e para o viés calculado no período base que apresente o maior valor de *RV*. Com a aplicação desse critério é possível corrigir os casos em que realmente o erro é sistemático, evitando uma degradação da previsão, como também é possível corrigir de forma distinta, diferentes regiões, pois o período base para cálculo do viés pode variar de acordo com a região e o tipo de sistema meteorológico que o modelo está super ou sub-estimando.

$$VIES = \frac{1}{n} \sum (P - O) \quad , \quad DVIES = \frac{1}{n} \sum |P - O - VIES| \quad , \quad RV = \frac{|VIES|}{|DVIES|} \quad (1)$$

Para avaliar o desempenho das previsões corrigidas foram calculados o Índice de Brier, as taxas de acerto (TAC) e alarme falso (TAF) a partir de quantidades de acerto, de falha, de alarme falso e correta rejeição entre a precipitação estimada pelo modelo e a precipitação observada nas estações meteorológicas.

O índice de Brier (Brier, 1950) aplicado neste trabalho é o erro quadrático médio das previsões probabilísticas. Considerando dois eventos – chuva/não chuva – numa situação

envolvendo um número N de previsões e correspondentes observações. O Índice de Brier (IBR) é dado pela seguinte equação:

$$IBR = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (P_i - O_i)^2 \quad (2)$$

Em que  $P_i$  é a previsão e  $O_i$  é a observação da precipitação na situação i, sendo  $P_i = 1$  e  $O_i = 1$  se há a previsão e a ocorrência da precipitação e  $P_i = 0$  e  $O_i = 0$ , se não há previsão e nem a ocorrência da precipitação na situação i. O índice Brier pode assumir valores entre 0 e 1, sendo 0 o melhor valor. A quantidade de acertos é dada pelo número de vezes em que o modelo previu chuva igual ou superior a 10mm e ocorreu chuva igual ou superior a 10mm. Esse limiar foi adotado, por considerar que esse é um valor limite utilizado na agricultura. A quantidade de falhas é dada pelo número de vezes em que o modelo previu chuva igual ou menor do que 10mm, mas ocorreu chuva acima de 10mm. A quantidade de alarmes falsos refere-se ao número de vezes que o modelo previu chuva acima de 10mm e ocorreu chuva abaixo de 10mm. A quantidade de correta rejeição refere-se ao número de vezes que o modelo previu chuva baixo de 10mm e ocorreu chuva igual ou menos a 10mm.

Além do Índice Brier foram calculadas as taxas de acerto (probabilidade de detecção da precipitação – TAC) e de alarme falso (porcentagem de eventos considerados com precipitação acima de 10mm - TAF), definidas pelas seguintes equações:

$$TAC = \frac{\text{Acertos}}{\text{Acertos} + \text{Falhas}} \quad TAF = \frac{\text{Alarme Falso}}{\text{Acertos} + \text{Alarme Falso}} \quad (3)$$

Essas taxas possuem valores variando entre 0 e 1, com o melhor valor sendo 1, para a taxa de acerto; e 0 para a taxa de alarme falso.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Por meio da comparação entre as precipitações observadas e previstas e dos valores do Índice de Brier (IBR), da Acurácia, da taxa de acerto (TAC) e da taxa de alarme falso (TAF), pode-se avaliar o desempenho do modelo após a remoção do viés, para as localidades de Passo Fundo, Londrina e Cascavel, municípios conhecidos como grandes produtores de soja (Figura 1).

O Índice Brier representa o erro quadrático médio das previsões probabilísticas, ou seja, representa os eventos em que o modelo previu chuva acima de 10mm quando na realidade ocorreu chuva abaixo desse valor e quando houve chuvas acima de 10mm e o modelo não previu. Valores próximos a zero indicam melhores resultados. Observou-se que, nos três casos, esse índice esteve baixo, com valores médios de 0,2 para todas as defasagens da previsão, exceto no caso das previsões com prazo de sete dias para Londrina esse índice valores de aproximadamente 0,35, indicando o máximo erro verificado. A taxa de acerto é a probabilidade de detecção de chuva e é sensível somente à quantidade de vezes que o modelo não previu chuvas acima de 10mm, sendo o valor 1 o melhor resultado. Para os casos observados verificou-se que os valores de TAC foram menores do que 0,40 em todos os prazos de previsão, sendo que para prazos maiores do que sete dias esse índice atinge valores próximos a zero, indicando que o modelo não apresentou uma boa destreza em prever eventos de chuvas acima de 10mm. A TAF refere-se à razão entre a quantidade de alarmes falsos e o número de vezes que o modelo previu chuva acima de 10mm, sendo desejáveis valores próximos a zero. Observou-se que, de forma geral, esse índice esteve em torno de 0,80 para previsões com prazos de até sete dias, elevando-se para valores acima de 0,80 no caso das

previsões de mais longo prazo. A acurácia leva em consideração o número de vezes que o modelo previu chuva acima de 10mm quando ocorreu, somado a quantidade

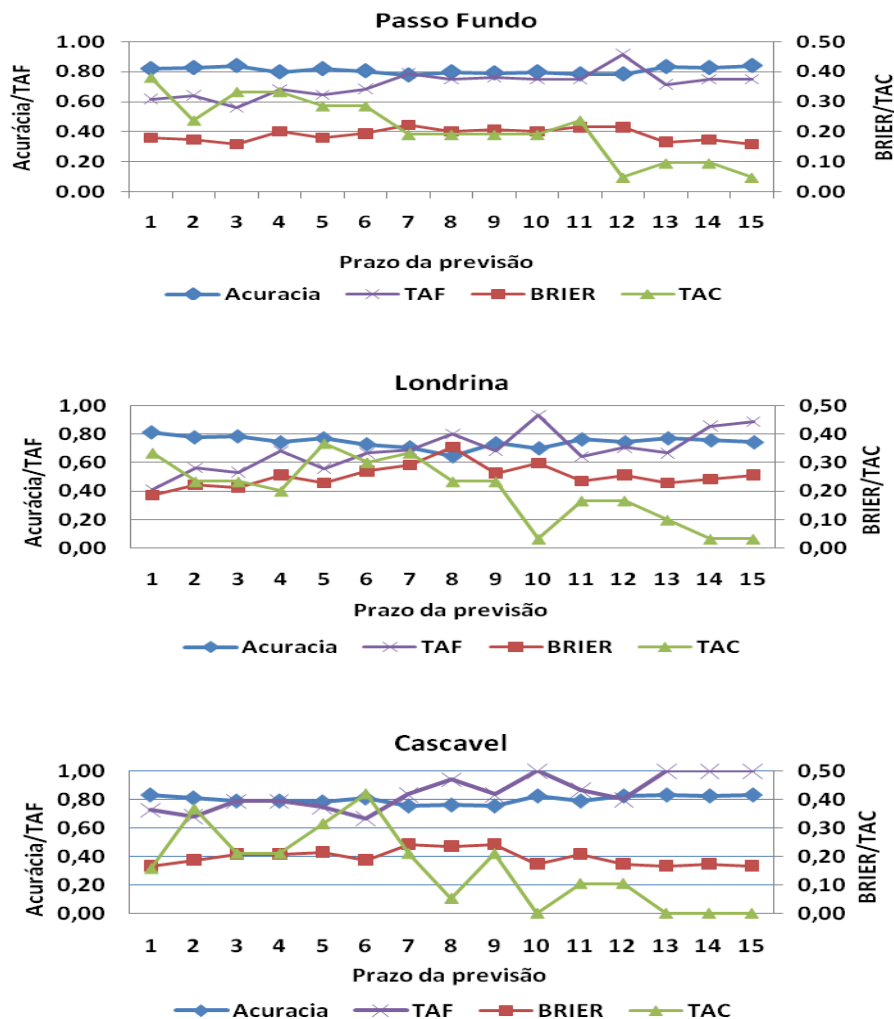


Figura 1. Valores obtidos para Acurácia, Taxa de Alarme Falso (TAF), Índice Brier e Taxa de Acerto(TAC), ambos obtidos para os dois diferentes prazos de previsão de 1 a 15 dias, nas Localidades de Passo Fundo, Londrina e Cascavel, respectivamente.

de correta rejeição, ou seja, refere-se ao número de vezes que o modelo previu chuva abaixo de 10mm e ocorreu um acumulado de chuva igual ou menor do que 10mm. Os valores desse parâmetro esteve em torno de 0,8, durante todo o período estudado nas três localidades. Com base nas análises dos resultados encontrados, verifica-se que o modelo, mesmo corrigido estatisticamente, não apresentou um bom desempenho em prever eventos de chuvas acima de 10mm, entretanto ele se mostrou bastante coerente em prever chuvas abaixo desse valor. Uma sugestão que pode melhorar a acerto do modelo para a detecção de eventos de chuva mais intensas é aplicar as saídas do modelo uma correção baseada nas diferenças das distribuições de probabilidades da previsão e da observação, de forma identificar erros persistentes dependentes do tipo de evento a ser previsto (Tucci et al, 2003).

**CONCLUSÕES:** Com base nos casos estudados, observou-se que o modelo corrigido mostrou-se eficiente para captar eventos de não chuva, nesse caso, valores abaixo de 10mm, para todo o prazo de previsão. Para a agricultura saber, com certa margem de certeza que não vai chover num prazo de quinze dias, pode ser uma informação extremamente útil para o planejamento das atividades. O modelo numérico de previsão de tempo estendida pode ser uma ferramenta utilizada para o monitoramento agrícola.

## **BIBLIOGRAFIA**

ANDERSON, J.; VAN DEN DOOL, H.; BARNSTON, A.; CHEN, W.; STERN, W.; PLOSHAY, J. Present-Day Capabilities of Numerical and Statistical Models for Atmospheric Extratropical Seasonal Simulation and Prediction. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v. 80, n. 7, p. 1349–1361, 1999.

BRIER, G. W. Verification of forecasts expressed in terms of probability. **Monthly Weather Review**, 78, p.1-3.

CHALLINOR, A. J., SLINGO, J. M., WHEELER, T. R., CRAUFURD, P. Q., GRIMES, D. I. F. Toward a Combined Seasonal Weather and Crop Productivity Forecasting System: Determination of the Working Spatial Scale. **Journal of Applied Meteorology**, v. 42, n. 2, p. 175-192, 2003.

CHEN, D.; CANE, M. A.; ZEBIAK, S. E.; CANIZARES, R.; KAPLAN, A. Bias correction of an ocean-atmosphere coupled model. **Geophysical Research Letters**, v. 27, n. 16, p. 2585-2588, 2000.

FEDDERSEN, H.; NAVARRA, A.; WARD, M. N. Reduction of Model Systematic Error by Statistical Correction for Dynamical Seasonal Predictions. **Journal of Climate**, v. 12, p.1974-1989, 1999.

HOOGENBOOM, G. Contribution of agrometeorology to the simulation of crop production and its application. **Agric. For. Meteorol.**, v. 103, p.137–157, 2000.

CARDOSO, A. O.; MENDONÇA, A. M.; ARAVEQUIA, J. A.; BONATTI, J. P., SILVA DIAS, P. L. Correção estatística das Previsões de tempo por conjunto do MGCA CPTEC/COLA através da Remoção do viés. In: XIV CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 2006, **Anais**.

TUCCI, C. E. M.; CLARKE, R. T.; COLLISCHONN, W.; SILVA DIAS, P. L.; OLIVEIRA, G. S. Long-term flow forecasts based on climate and hydrologic modeling: Uruguay River basin. **Water Resour. Res.**, v. 39, n. 7, p.3 (1-11), 2003.

WILKS, D.S. **Statistical Methods in the Atmospheric Sciences An Introduction**. Academic Press, 1995, 467 pp.

**Agradecimentos:** O segundo autor agradece a FAPESP pelo suporte da pesquisa de pós-doutoramento e ao CNPq pelo suporte ao projeto Universal. Ao CPTEC pela disponibilização dos dados.