

AValiação Preliminar das Previsões do Modelo Regional Eta Geradas a Partir do Sistema de Assimilação de Dados RPSAS

Josiane F. Bustamante, Jorge L. Gomes e José P. Bonatti

Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC/INPE)
Rodovia Presidente Dutra Km. 40, 12630-000, Cachoeira Paulista, São Paulo, Brasil
(tel: 012-560 8417, fax: -12-561 2835, email:josiane@cptec.inpe.br)

Abstract

The quality of the initial conditions has fundamental role in the numerical forecast performance. Current operational models running at CPTEC use the initial conditions provided by NCEP. An analysis system, called RPSAS, was recently implemented in CPTEC. The objectives of this work are to evaluate the forecasts produced from this new analysis system and to compare with the forecasts produced from NCEP T062 analyses. The forecasts generated from RPSAS indicate good performance. Mean forecast errors, root mean square errors, equitable threat score and bias score were calculated.

1. Introdução

Modelos numéricos de previsão de tempo são ferramentas amplamente utilizadas pelos previsores em todo o mundo. Neste sentido esforços que conduzam a melhorias da performance dos modelos estão sempre sendo realizados. No Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) são rodados, de modo operacional, modelos globais e regionais que utilizam como condição inicial análises provenientes do National Center for Environmental Prediction (NCEP). Com o intuito de melhorar o desempenho dos modelos do CPTEC vem sendo desenvolvido neste centro um sistema de análise próprio que providenciará a condição inicial das rodadas dos modelos operacionais. Os primeiros esforços estão direcionados no desenvolvimento da análise do modelo regional Eta, através da implantação de um sistema de análise proveniente do Data Assimilations Office (DAO) da NASA (Pfaendtner et al., 1995), denominado Regional Physical-space Statistical Assimilation System (RPSAS). Neste presente trabalho estão sendo avaliados os primeiros resultados obtidos de um experimento conduzido durante o mês de novembro de 1999. Durante este período a versão do modelo operacional regional Eta foi integrada diariamente para os horários de 00 e 12 UTC utilizando como condição inicial análises provenientes do sistema RPSAS. Estas integrações foram avaliadas no intuito de formar um primeiro conjunto de informações sobre a qualidade das previsões fornecidas a partir da análise RPSAS. Foram calculados os índices erro médio, erro quadrático médio dos erros, *equitable threat score* e *bias* para todos os horários de previsão.

2. Modelo Regional

O modelo regional operacional do CPTEC, denominado modelo Eta, é proveniente do NCEP (Mesinger et al., 1988; Black, 1994) e roda duas vezes por dia, às 00 e 12 UTC, utilizando como condição inicial a análise fornecida pelo NCEP e como condições de contorno as previsões do modelo global CPTEC/COLA atualizadas a cada 6 horas.

O modelo utilizado no experimento utiliza como condição inicial a análise RPSAS e como condições de contorno previsões do modelo global CPTEC/COLA atualizadas a cada 6 horas. A resolução horizontal é de 40 km e a resolução vertical de 38 camadas. A grade horizontal é a grade E de Arakawa e a coordenada vertical é a coordenada *h* (Mesinger, 1984). A topografia é em forma de degraus discretos. O esquema de integração é por particionamento explícito (forward backward - Euler backward). As principais parametrizações são: troca vertical pelo esquema de Mellor-Yamada (1974 e 1982); radiação de onda longa segundo esquema de Lacis e Hansen (1974); radiação de onda curta pelo esquema de Fels e Schwarzkopf (1975); água no solo segundo esquema Bucket. O domínio do modelo abrange a maior parte da América do Sul.

3. Sistema RPSAS

O processo de assimilação de dados é o principal meio que fornece as condições iniciais para os modelos de previsão numérica de tempo, para isto é necessário um entendimento da dinâmica, variabilidade e interações de todos os componentes do sistema ar-terra-mar sobre uma determinada escala de tempo e de espaço. Como a qualidade das previsões não depende unicamente do modelo empregado mas, fundamentalmente da qualidade das condições iniciais, esforços têm sido realizados no sentido de desenvolver sistemas de assimilação de dados cada vez mais eficientes. Neste sentido o sistema RPSAS, que é um sistema estatístico em espaço físico de análise objetiva, permite trabalhar com vínculos muito mais realistas, além da assimilação de dados não-convencionais de forma relativamente simples. Este sistema encontra-se em fase de avaliação no CPTEC o que acarretará significativas melhorias nos modelos deste centro. Basicamente o RPSAS tenta obter um estado ótimo, ou análise, a partir do estado de um sistema dinâmico através da combinação de observações do sistema com uma estimativa dada pela previsão de um modelo. Resultados de uma avaliação da condição inicial fornecida pelo RPSAS, comparativamente às análises provenientes do NCEP (sistema de análise do tipo Spectral System Interpolation, SSI), podem ser obtidos em Cintra,2000.

4. Metodologia

No intuito de avaliar as previsões do modelo regional Eta integrado a partir de condições iniciais obtidas do sistema RPSAS, foi escolhido o período entre os dias 16 e 26 de novembro de 1999.

Foram avaliados as rodadas com condição inicial a partir das 00 e 12 UTC, separadamente, na intenção de determinar a influência da quantidade de dados utilizadas para gerar a análise na qualidade da previsão final. Estes valores foram calculados para todo o domínio do modelo (45°S/10,2°N e 78,2°W/28,6°W), região N (15°S/10,2°N e 78,2°W/45°W), região NE (15°S/10,2°N e 45°W/28,6°W) e região S/SE (45°S/15°S e 78,2°W/28,6°W).

Para se avaliar as previsões produzidas pelo modelo regional foram avaliadas as variáveis pressão ao nível médio do mar (PNMM), umidade relativa em 850 hPa (UR850), temperatura em 850 hPa (T850) e precipitação acumulada em 24 horas.

Foram calculados os índices erro médio (E) e erro médio quadrático do erro (RMS) para as variáveis PNMM, UR850 e T850. Para a avaliação de precipitação foram calculados os índices Equitable Threat Score (ETS) e BIAS (Mesinger e Black, 1992), além de uma avaliação subjetiva. Para o cálculo do ETS e BIAS foram considerados os seguintes limiares em milímetros: 0,25, 2,54, 6,35, 12,7, 19,05, 25,4, 38,1 e 50,8.

Os índices foram calculados pelas fórmulas abaixo:

$$E = S(P-A)/N \quad (1)$$

$$RMS = (S(P-A)^2/N)^{1/2} \quad (2)$$

$$ETS = \frac{H - CH}{F + O - H - CH} \quad (3)$$

$$CH = \frac{F \times O}{N} \quad (4)$$

$$BIAS = \frac{F}{O} \quad (5)$$

sendo:

P - previsão

A - análise

N - número de previsões

F - número de pontos com previsão de precipitação acima do limiar

O - número de pontos onde foi observada ocorrência de precipitação acima do limiar

H - número de pontos com previsão correta (“hit”) de precipitação acima do limiar e

CH - número esperado de acertos aleatórios de precipitação acima do limiar em *F* pontos previstos e *O* pontos observados.

Foram avaliados os prazos de previsões avaliados são de T+24h, T+36h, T+48h e T+60h.

5. Resultados

5.1 - Erro médio

Na figura 1 podemos observar o erro médio do período avaliado, para todo o domínio do modelo, das variáveis PNMM, UR850 e T850. Nos prazos de previsão de 24, 36, 48 e 60 horas.

Observa-se no campo de PNMM que os erros das condições das 00 UTC (fig 1a) indicam maiores erros do que os erros das condições as 12 UTC (fig 1b), principalmente sobre os Andes e Argentina. Para as variáveis UR850 e T850 os erros são bastante similares para as duas condições avaliadas, exceto no prazo de previsão de 60 horas onde os erros das 00 UTC são ligeiramente maiores.

Em geral, para todas as variáveis, pode-se observar um aumento do erro com o avanço do prazo de previsão.

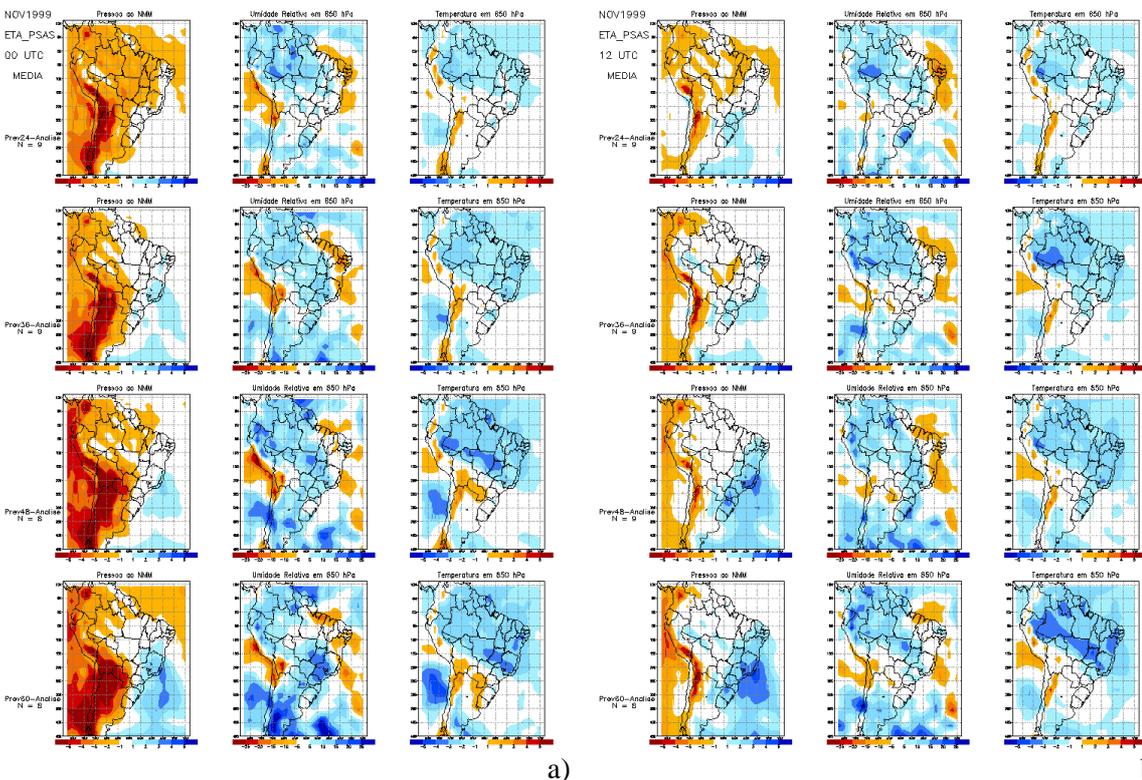


Figura 1: Erro médio das previsões para o período entre os dias 16 e 26 de novembro de 1999: a) condições iniciais das 00 UTC, b) condições iniciais das 12 UTC.

5.2 - RMS

O comportamento dos valores de RMS calculados podem ser observados na figura 2. Do mesmo modo que nos campos de erro médio observa-se maiores valores para as rodadas avaliadas às 00 UTC (fig. 2a) em relação às rodadas das 12 UTC (fig. 2b), principalmente para a variável PNMM.

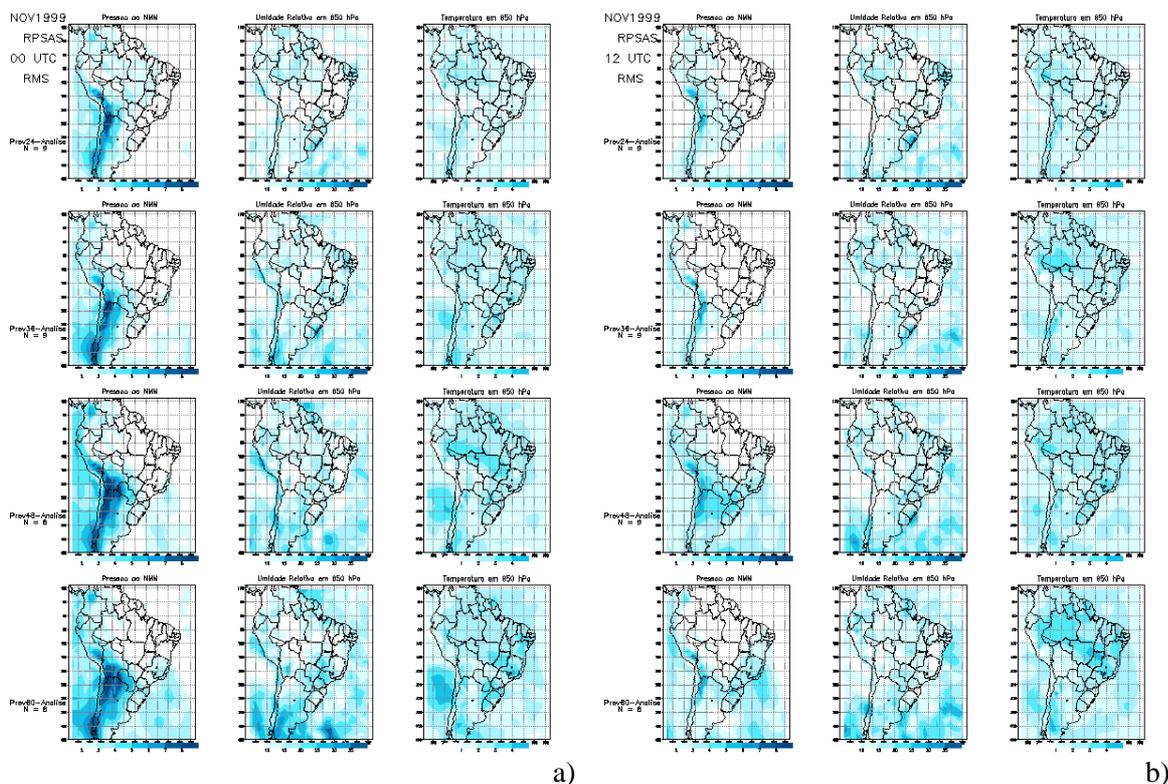
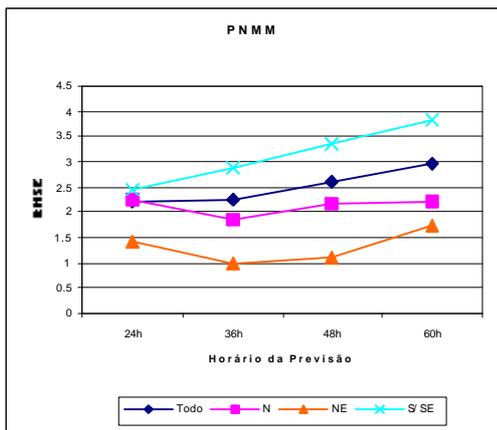
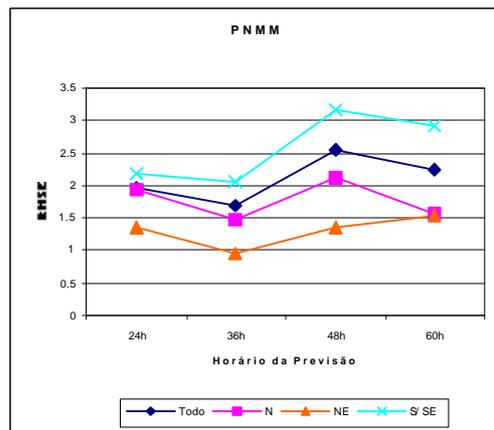


Figura 2: RMS dos erros das previsões para o período entre os dias 16 e 26 de novembro de 1999: a) condições iniciais das 00 UTC, b) condições iniciais das 12 UTC.

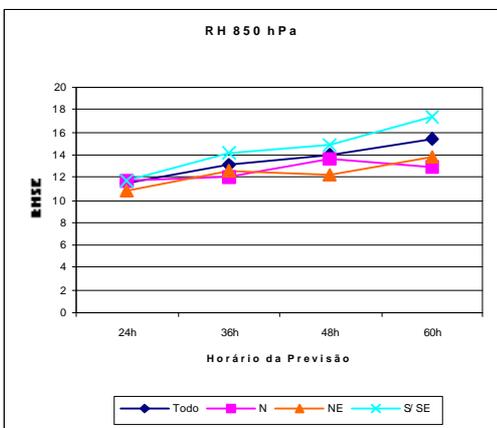
Os valores do RMS para as diferentes regiões pode ser visto na figura 3. Para a variável PNMM as previsões avaliadas às 12 UTC têm menores valores em todas as regiões. Para a variável UR850 os erros são similares em todas as regiões, exceto na região SSE onde os erros são menores nas rodadas das 12 UTC. Para a variável T850 os valores são similares para todas as regiões tanto às 00 quanto às 12 UTC.



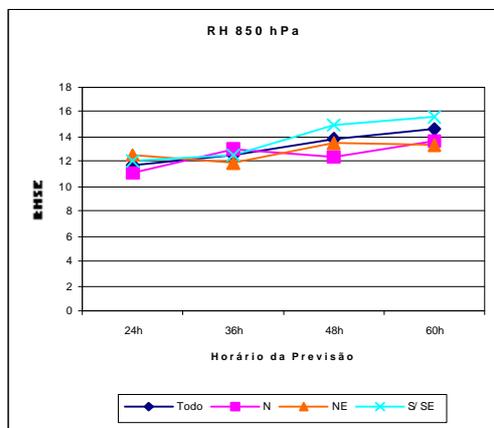
a)



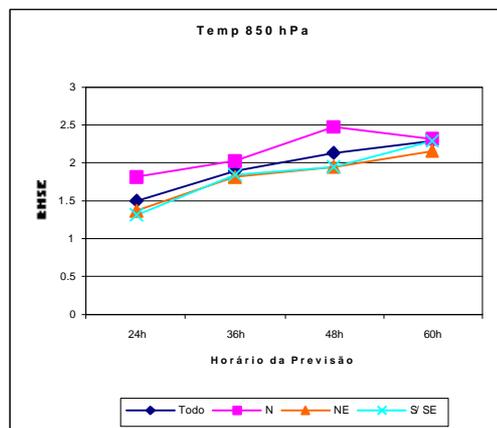
b)



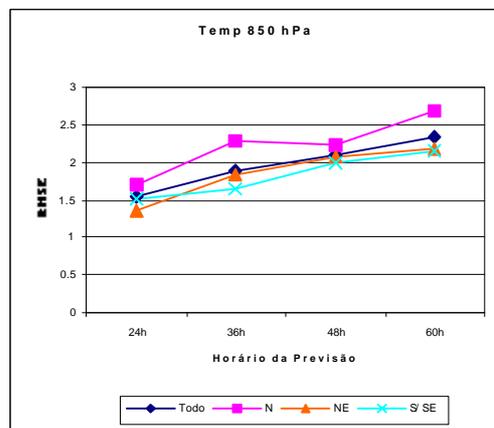
c)



d)



e)



f)

Figura 3: RMS dos erros das previsões para diferentes regiões: a) PNMM das condições das 00 UTC; b) PNMM das condições das 12 UTC; c) UR850 das condições das 00 UTC; d) UR850 das condições das 12 UTC; e) T850 das condições das 00 UTC; f) T850 das condições das 12 UTC.

5.3 - Evolução diária dos erros

A evolução diária dos erros das variáveis PNMM, UR850 e T850 mostram, em geral que os erros são mais próximos de zero para as condições iniciais das 12 UTC, como pode ser notado na figura 4. Os erros das rodadas com condição inicial às 00 UTC mostram valores de erros mais negativos em todas as regiões e para todos os horários de previsão

(fig. 4a e 4b). A região com maiores erros negativos é a região N, nos dois horários de previsão. Para as rodadas das 12 UTC verifica-se que os erros são mais próximos de zero, sendo que para a região SSE eles têm uma tendência a serem positivos (fig. 4c e 4d). Na figura 4c pode-se observar a influência de uma condição inicial ruim no resultado final de uma previsão, quando no dia 21 nota-se um exagerado aumento no erro.

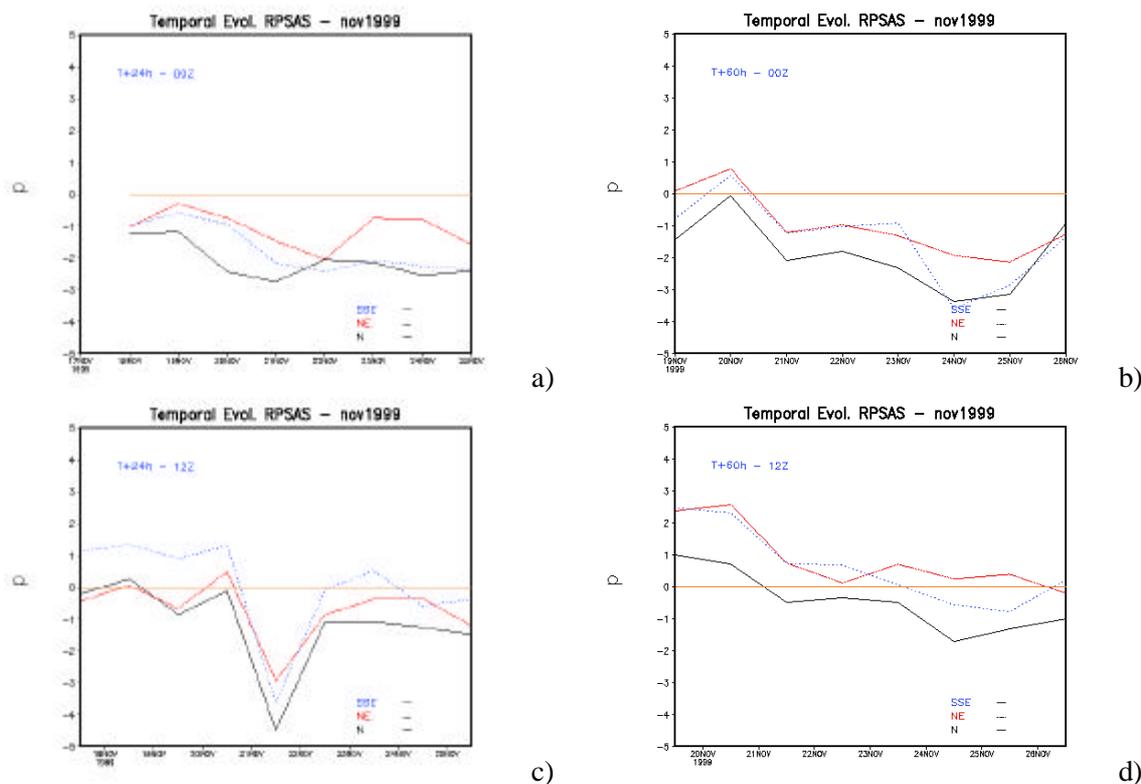


Figura 4: Erro diário das previsões para diferentes regiões: a) Previsões de 24 horas da PNMM das condições das 00 UTC; b) Previsões de 60 horas da PNMM das condições das 00 UTC; c) Previsões de 24 horas da PNMM das condições das 12 UTC; b) Previsões de 60 horas da PNMM das condições das 12 UTC.

5.4 - Avaliação subjetiva da precipitação

Foi realizada uma avaliação subjetiva comparando as previsões de precipitação acumulada em 24 horas geradas pelo modelo com análise RPSAS (Eta-RPSAS), as do modelo operacional do CPTEC (Eta-Op) e com os dados observados. Em geral as previsões de 24 e 48 horas do modelo rodado com análise RPSAS mostram-se eficientes em localizar os principais núcleos de chuva. Na figura 5a podemos observar que o Eta-RPSAS consegue identificar os principais núcleos de chuva que ocorreram (fig. 5c), enquanto que as previsões do modelo Eta-Op superestimam as áreas de previsão (fig. 5b).

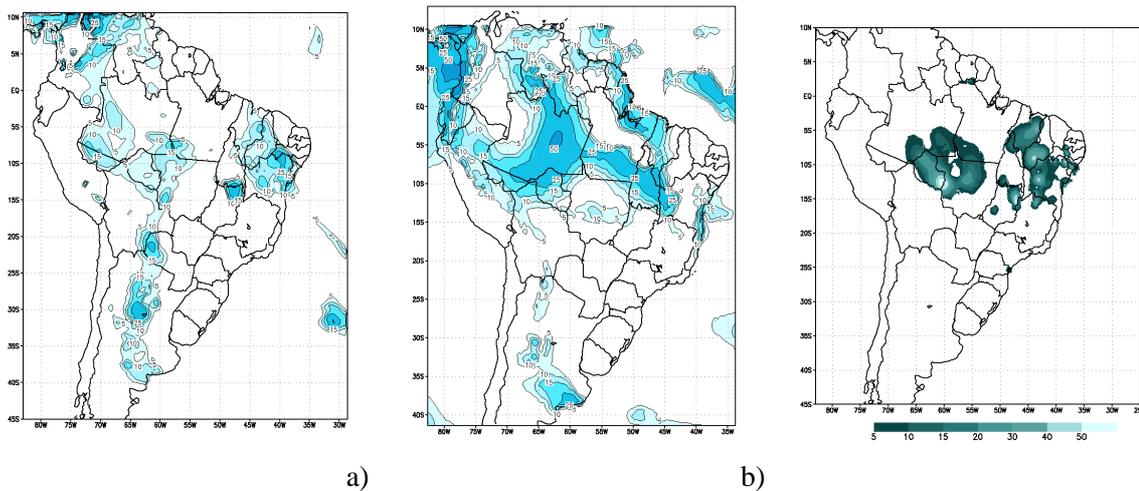


Figura 5: Precipitação acumulada em 24 horas: a) previsão de 24 horas do modelo Eta-RPSAS; b) previsão de 24 horas modelo Eta-Op; c) valores observados.

5.5 - ETS e BIAS

Estes índices possibilitam uma avaliação objetiva da previsão de precipitação. Valores de ETS serão considerados melhores quanto mais próximo a 1 eles forem. Valores de BIAS acima de 1 indicam superestimativa, enquanto que valores abaixo de 1 indicam subestimativa. Na figura 6 temos a comparação dos resultados dos modelos Eta-RPSAS e Eta-Op para o período entre 16 e 26 de novembro de 1999. Observa-se que o modelo Eta-RPSAS indica sempre valores menores de ETS independente da classe de chuva. Em relação ao BIAS nota-se que o Eta-RPSAS indica valores mais próximos a 1 para chuvas de até 12,7 mm. Em geral os resultados indicam, para o Eta-RPSAS, subestimativa para chuvas acima de 19 mm.

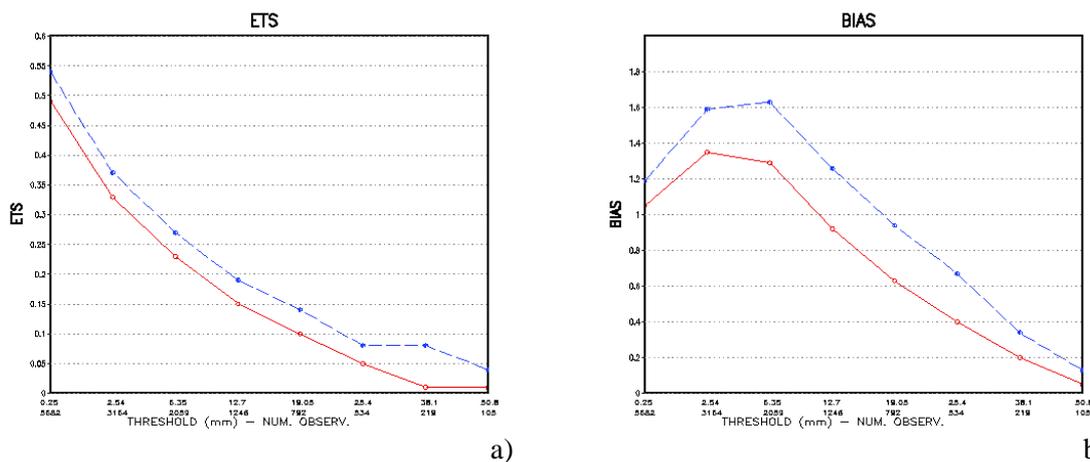


Figura 6: a) valores calculados de ETS para o período entre 16 e 26 de novembro de 1999 (linha vermelha cheia Eta-RPSAS, linha azul tracejada Eta-Op); b) valores calculados de BIAS para o período entre 16 e 26 de novembro de 1999 (linha vermelha cheia Eta-RPSAS, linha azul tracejada Eta-Op);

6 - Conclusão

As rodadas do Eta-RPSAS indicaram valores menores do erro médio nas condições das 12 UTC do que nas condições das 00 UTC, provavelmente devido ao maior número de dados de superfície nas análises de 12 UTC. Estes erros são mais notados nos campos de PNMM. O mesmo ocorre com os valores de RMS.

Para a região SSE, onde há um predomínio dos sistemas transientes, observa-se os maiores valores de RMS para a PNMM, independente do horário da condição inicial.

A evolução temporal do erro indica, na maioria das vezes, maiores erros nas avaliações das 00 UTC. Em geral estes erros são negativos, sendo que os maiores valores ocorrem na região N, provavelmente devido ao menor número de observações que são feitas nesta região. Durante o período avaliado pode-se observar, nas avaliações das 12 UTC, um aumento significativo dos erros no dia 21 de novembro de 1999 que deve estar relacionado a uma rodada com condição inicial ruim.

Os campos de precipitação indicam, em geral, que o modelo Eta-RPSAS foi eficiente em localizar os principais núcleos de chuva. As previsões do Eta-Op indicam nas primeiras 24 horas tendência em superestimar as chuvas na região N.

O maior valor do índice ETS para o modelo Eta-Op pode ser explicado pela maior quantidade de chuva prevista por este modelo. No entanto pelo índice BIAS observa-se, neste modelo, tendência em superestimar as chuvas inferiores a 19 mm e subestimar as chuvas mais fortes. Como o modelo Eta-RPSAS tende a colocar menores quantidades de chuva os valores de BIAS são mais próximos a 1 para chuvas de até 12,7 mm, enquanto que as chuvas mais fortes são subestimadas.

Este presente trabalho é uma avaliação preliminar das previsões do modelo Eta utilizando como condição inicial análises RPSAS. Novos testes deverão ser executados para fornecer um conjunto de informações mais detalhado destas previsões. As informações obtidas indicam que as previsões obtidas a partir das análises RPSAS produziram resultados satisfatórios quando comparado ao modelo ETA-Op.

Referências:

- Betts, A. K.; Miller, M. J., 1986: A new convective adjustment scheme. Part II: Single column tests using GATE wave, BOMEX, and arctic air-mass data sets. **Quart. J. Roy. Meteor. Soc.**, 112, 693-709.
- Betts, A. K.; Miller, M. J., 1993: The Betts-Miller scheme. The Representation of cumulus convection in numerical models. **Amer. Meteor. Soc.**, 46, 107-121.
- Black, T. L., 1994: The new NMC mesoscale Eta model: Description and forecast examples. **Wea. Forecasting**, 9, 265-278.
- Cintra, R.; Machado, L. H. R., Bottino, M. J.; Gonçalves, L. G. G., 2000: Avaliação do campo de pressão reduzida ao nível do mar gerado pelo sistema de assimilação RPSAS, **XI congresso Brasileiro de Meteorologia**.
- Fels, S. B.; Schwarzkopf, M. D., 1975: The simplified exchange approximation. A new method for radiative transfer calculations. **J. Atmos. Sci.**, 32, 1475-1488.
- Lacis, A. A.; Hansen, J. E., 1974: A parameterization of the absorption of solar radiation in earth's atmosphere. **J. Atmos. Sci.**, 31, 118-133.
- Mellor, G. L.; Yamada, T., 1974: A hierarchy of turbulence closure models for planetary boundary layers. **J. Atmos. Sci.**, 31, 1791-1806.
- Mellor, G. L.; Yamada, T., 1982: Development of a turbulence closure model for geophysical fluid problems. **Rev. Geophys. Space Phys.**, 20, 851-875.
- Mesinger, F., 1984: A blocking technique for representation of mountains in atmospheric models. **Riv. Meteor. Aeronaut.**, 44, 195-202.
- Mesinger, F.; Janjic, Z. I.; Nickovic, S.; Gavrilov, D.; Deaven, D. G., 1988: The step-mountain coordinate: Model description and performance for cases of Alpine lee cyclogenesis and for a case of Appalachian redevelopment. **Mon. Wea. Rev.**, 116, 1493-1518.
- Pfaendtner, J., S. Bloomm, D. Lamich, N. Seablom, M. Sienkiewicz, J. Stobie, A. Da Silva, 1995: Documentation of the Goddard Earth Observing System (GEOS) Data Assimilation System - version 1. NASA **Tech. Memo. N° 104606**, vol 4, Goddard Space Flight Center, Greenbelt, ND 20771.