

ANÁLISE DA ACURÁCIA DAS SIMULAÇÕES DO MODELO BRAMS NA AMAZÔNIA OCIDENTAL

Janice Freitas Leivas¹, Gustavo Guterres Ribeiro², Ivan Saraiva², Julio Espirito Santo Silva²,
Monique Brasil Sousa², João Rocha Filho²

¹ Pesquisadora da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas-SP, Fone: (19) 32116200, E-mail: janice@cnpm.embrapa.br

² Meteorologista do Sistema de Proteção da Amazônia, Manaus – AM, Fone: (92) 33036330 Email: ([gustavo.ribeiro](mailto:gustavo.ribeiro@sipam.gov.br), [ivan.saraiva](mailto:ivan.saraiva@sipam.gov.br), [julio.silva](mailto:julio.silva@sipam.gov.br), [monique.sousa](mailto:monique.sousa@sipam.gov.br), [joao.filho](mailto:joao.filho@sipam.gov.br))@sipam.gov.br

Apresentado no XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 18 a 21 de Julho de 2011 – SESC Centro de Turismo de Guarapari, Guarapari - ES.

Resumo: O objetivo deste estudo é avaliar o modelo de previsão numérica do tempo BRAMS (*Brazilian Regional Atmospheric Modelling System*), a partir da comparação entre os valores preditos e os observados (dados do NCEP (*National Center Environmental Prediction*)). Foram realizadas comparações entre os valores preditos e os observados através da raiz do erro quadrático médio (RMSE) para os prognósticos de precipitação de 24, 48, 72 e 96 hs, no período de novembro de 2008 a março de 2009. Os resultados mostraram que o modelo BRAMS teve uma performance melhor quando assimilado com dados do modelo global do NCEP.

Palavras-Chave: precipitação, BRAMS, Amazônia

Abstract: The objective of this study is evaluate the model of numerical forecast BRAMS (*Brazilian Regional Atmospheric Modelling System*) from the comparison between the forecast and observed rainfall (data of NCEP (*National Center Environmental Prediction/National Oceanic*)). Comparisons between predicted values and observed through were the root medium square error (RMSE) for the forecast of rainfall of 24, 48, 72 and 96 hours, of the period November of 2008 to March of 2009. The results showed that the BRAMS model had better performance when treated with global model data from NCEP / NOAA.

Key-words: rainfall, BRAMS, Amazônia

1. Introdução

O BRAMS, descrito por Cotton et al. (2004), é uma adaptação às condições tropicais do modelo RAMS (*Regional Atmospheric Modeling System*) (Pielke et al., 1992). O modelo resolve as equações da dinâmica de convecção e possui uma série de submodelos que representam processos como a interação solo-vegetação-atmosfera, troca de fluxos turbulentos, transferências radiativas, microfísica de nuvens, entre outros. O modelo numérico BRAMS é inicializado diariamente, sendo obtidas previsões das condições atmosféricas para 1, 2, 3 e 4 dias, ou seja, horizontes de 24, 48, 72 e 96 horas. As inicializações do BRAMS são realizadas a partir das análises do modelo global T254L64 do NCEP/NOAA (*National Centers of Environmental Predictions/ National Oceanic and Atmospheric Administration*). O modelo assimila dados iniciais de umidade do solo e dados de temperatura da superfície do mar (TSM) média semanal, topografia e vegetação.

Na atividade operacional de previsão do tempo, observa-se que os prognósticos apresentam incertezas, portanto é necessário realizar avaliações dos mesmos, através de comparações com os dados observados em superfície, o que chamamos de “verdade terrestre”. Porém, há baixa densidade de dados meteorológicos observados sobre a Amazônia além de serem irregularmente espaçados fazendo com que a interpolação da precipitação para grade regular apresente uma baixa qualidade, acarretando comprometimento das avaliações do modelo já que a precipitação interpolada não é representativa da realidade. Diante disso, as saídas do BRAMS foram comparadas não somente com dados do NCEP/NOAA.

O objetivo deste trabalho é de verificar as previsões do modelo regional BRAMS através da identificação de falhas espaciais e temporais dos prognósticos obtidos pela diferença entre a previsão e a observação, através de índices estatísticos como raiz do erro quadrático médio (RMSE). Os dados utilizados para verificação são provenientes do NCEP/NOAA, interpoladas para a grade do BRAMS.

2. Material e Métodos

A região de estudo deste trabalho é a Amazônia Ocidental (Figura 1), situada entre as latitudes 5°S a 2°N e as longitudes 64°W a 60°W, abrangendo os estados Amazonas, Acre, Rondônia e Roraima. O período analisado foi de novembro de 2008 a março de 2009, cujo período compreende a estação chuvosa para a maior parte da região, conforme estudos da climatologia da Amazônia (Molion, 1987); Figueroa e Nobre (1990), Fisch, G. (1990), Marengo (1995), Fisch et al. (2007).



Figura 1- Localização da área de estudo. Fonte: adaptado de IBGE

A avaliação do modelo numérico de previsão do tempo foi realizada a partir da comparação entre dados observados/estimados, oriundos do NCEP/NOAA, e os valores preditos pelo BRAMS. Foram analisados os prognósticos de precipitação diária gerados pelo modelo BRAMS, para os horizontes de 24, 48, 72 e 96 horas, através do software GrADS (*Grid Analysis and Display System*). O BRAMS foi assimilado a partir dos dados do modelo GFS (*Global Forecasting System*) (NCEP/NOAA), inicializado às 00UTC. As simulações do BRAMS são realizadas a partir de condições iniciais prescritas e TSM média semanal observada. As condições de contorno usadas para as simulações foram dados de análises do T254L64, chamado de GFS. Os resultados modelados pelo BRAMS, apresentados em totais de precipitação acumulada a cada 6 horas, foram totalizados para totais diários de precipitação em cada ponto de grade, cuja resolução é de 1° (~ 111 km na região tropical. Para isto utilizou-se uma rotina do pacote GrADS.

Para visualizar e comparar os resultados do modelo BRAMS com os dados observados foi realizado uma sobreposição dos resultados modelados pelo BRAMS e observados (NCEP/NOAA). As imagens com os recortes da grade do modelo foram convertidas em formato texto com suas respectivas coordenadas locais (longitude e latitude) e intensidade de cada *pixel*, com variação horizontal de 1°. A partir dos dados de saída do BRAMS, foi realizada uma análise comparativa diária entre os valores simulados e observados de precipitação para cada ponto de grade.

Para analisar a acurácia dos prognósticos do modelo BRAMS em relação aos dados do NCEP, foram calculados o erro de precipitação prevista em relação à observada, através da raiz do erro quadrático médio (RMSE), por ser considerada medida padrão de precisão das previsões, capaz de indicar a magnitude do erro. O RMSE dá a medida do erro médio que está sendo cometido (Wilks, 1995). As análises estatísticas foram obtidas para as inicializações do BRAMS, a partir dos dados do GFS. O *software* SURFER 8.0 foi utilizado para verificar a distribuição espacial dos resultados.

3. Resultados e Discussão

A seguir, são apresentadas as análises estatísticas RMSE e EM entre as previsões do modelo BRAMS para a estação chuvosa (novembro de 2008 a março de 2009). As avaliações do modelo foram realizadas a partir dos dados do NCEP, com as inicializações com dados do GFS, para o conjunto de séries temporais para os horizontes de previsão de 24, 48, 72 e 96 horas. O RMSE enfatiza onde ocorrem as maiores diferenças entre o prognosticado e o observado exibindo as as sub/superestimativa do modelo.

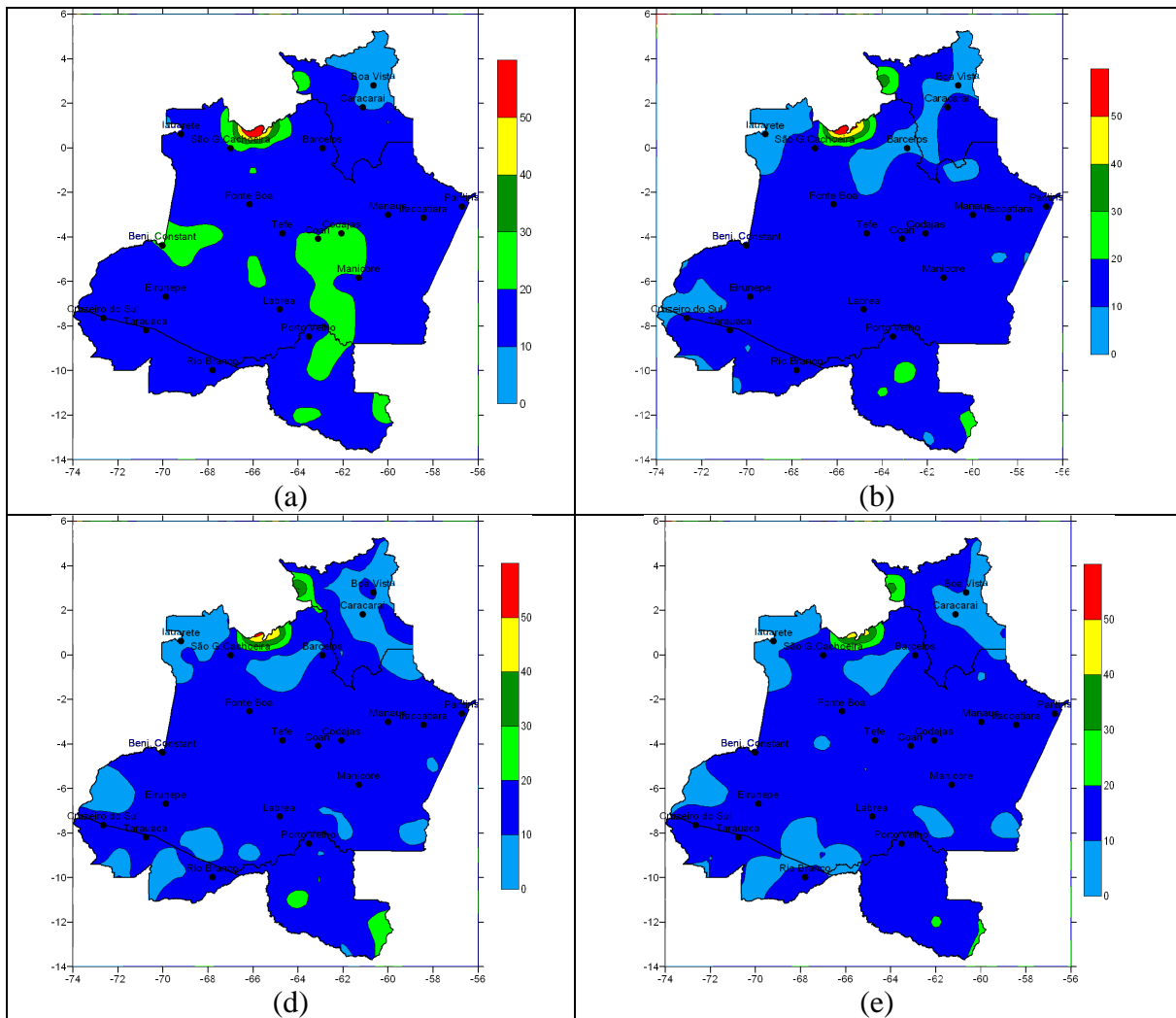


Figura 2 – Distribuição espacial do RMSE dos prognósticos do BRAMS inicializado com dados do GFS comparados com NCEP, para a estação chuvosa, na Amazônia Ocidental, para 24 hs (a), 48 hs (b), 72hs (c) e 96 hs (d).

Na Figura 2, é apresentada a distribuição espacial dos conjuntos de séries temporais para os horizontes de previsão de 24, 48, 72 e 96 horas, para o BRAMS inicializado com dados do GFS, observou-se que houve predominância de superestimativa na maior parte da Amazônia Ocidental, com exceção para o norte de Roraima e sudoeste do Amazonas, onde foram observadas subestimativas de 10 mm. Para o restante da região, observou-se superestimativa de precipitação de 10 a 20 mm. Já no noroeste do Amazonas os erros alcançaram 50 mm. Para os prognósticos de 48h a 96h, o modelo subestima a precipitação no oeste do Amazonas e em Roraima e no restante da Amazônia, observa-se superestimativa entre 10 e 20 mm. Foram observados erros elevados em todas as análises (RMSE) na região noroeste do estado do Amazonas. Isto deve ter ocorrido devido ao efeito da topografia. Uma possível causa de erros elevados das previsões do BRAMS para a região com relevo acentuado pode ser devido à não representação da topografia local através da

resolução horizontal utilizada nas simulações (20 km), acarretando impacto significativo nas variáveis de superfície. Chou et al (1998) também encontraram elevados índices de erro na região a partir da análise do modelo ETA.

O modelo superestima a precipitação em praticamente toda a região, o que pode ser devido ao fato de que o mesmo não consegue detectar chuvas isoladas na região, como as oriundas de sistemas convectivos. É observado um erro sistemático na parte noroeste do estado do Amazonas.

Os resultados encontrados corroboram com os estudos de Rogers et al. (1996) observou que o ETA apresenta grande variação da precipitação devido à influência da topografia. Machado et al (2002) observou que os sistemas convectivos de mesoescala, formam-se preferencialmente sobre regiões mais elevadas indicando que a topografia é um fator dominante mesmo na Amazônia. Os resultados encontrados corroboram com os obtidos por Alves et al. (2000) que observaram superestimativa no modelo ETA, nos estados do Amazonas e Roraima. Chou et al (1998) observaram que o modelo ETA também superestima a precipitação para a região norte.

Os resultados obtidos evidenciam que os prognósticos apresentam incertezas que podem ser devido às condições iniciais ou ao efeito da orografia, como a não representação de processos físicos causados pelo relevo, corroborando com Bustamante et al., (1999); Chou e Justi da Silva, (1999).

A acurácia dos prognósticos obtidos pelos modelos regionais de previsão numérica de tempo depende das condições iniciais para inicializar o modelo, da resolução espacial e das parametrizações físicas do modelo. Zorita e Storch (1999) ressaltam que as falhas dos prognósticos dos modelos podem ser devido à resolução espacial incompatível com as características da superfície terrestre e aos processos da escala de subgrade, tais como formação de nuvens, chuva, infiltração, evaporação, não são parametrizados adequadamente.

Analisando-se as previsões diárias do BRAMS, observou-se que em alguns eventos, o modelo produz previsões de baixa qualidade, podendo posicionar o sistema erroneamente, subestimando ou superestimando a sua intensidade, na maior parte da região, enquanto que em outros eventos o modelo indica corretamente a ocorrência. Uma possibilidade da fonte de erros do modelo pode ser devido às saídas do modelo representarem um valor médio da grade, enquanto a variável precipitação apresenta grande variação espacial. Olson et al. (1995) salientou que a complexidade física dos processos de precipitação e as escalas de tempo-espaco envolvidas em tais processos, não são resolvidas satisfatoriamente pelos modelos numéricos. Mesmo os modelos com alta resolução de Previsão Numérica de Tempo (PNT) não conseguem estimar satisfatoriamente os campos de precipitação por meio de suas parametrizações. No período analisado foi observado que ocorreu não somente um aumento do erro como também a variabilidade do erro deteriorando a previsibilidade de tempo, principalmente quando o modelo BRAMS foi inicializado dados do GAMRAMS, apresentando melhores prognósticos com quando o BRAMS foi inicializado com dados do GFS.

4. Conclusões

Neste estudo, a partir da comparação entre a variabilidade da precipitação prevista pelo modelo BRAMS para a Amazônia Ocidental e dados observados, ressalta-se que para o período de novembro de 2008 a março de 2009, o modelo BRAMS foi um bom indicador de ocorrência de precipitação, apesar da tendência de superestimativa, principalmente no noroeste do Amazonas.

Os resultados encontrados podem servir para afirmar a necessidade de aperfeiçoamento nos métodos de previsão para elaborar prognósticos cada vez melhores para a região estudada. Para trabalhos futuros, pretende-se aumentar o período de verificação, expandindo para a estação seca (de maio a setembro) e períodos de transição como outubro e abril, com a finalidade de conhecer os erros característicos e regiões onde se concentram as maiores discrepâncias entre o previsto e o observado e subsequente identificação das possíveis parametrizações responsáveis pelos erros, permitindo melhorias nas previsões de tempo.

5. Agradecimentos

Os autores agradecem ao SIPAM que financia o desenvolvimento desta pesquisa, com o apoio da FAPEAM (Fundação de Amparo à Pesquisa no Estado do Amazonas).

5. Referências Bibliográficas

Alves, L.M.; Melo, A.B.C.de M.; Chou, S.C; Nobre, P. 2000. Estudo comparativo entre a precipitação sazonal simulada pelo modelo ETA e observada sobre o Brasil. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, XI, p.1029-1035.

Bustamante, J.F.; Gomes, J.L.; Chou, S.C.; Rozante, J. R. 1999. Evaluation of april 1999 rainfall forecasts over South America using the Eta Model. *Climanalise*, 14 (5): 1-17.

Chou, S.C.; Justi M.G.A. 1999. Objective evaluation of ETA model precipitation forecasts over South America. *Climanalise*, 1: 1-17.

COTTON, W. R., TRIPOLI, G. J.: Cumulus convection in shear flow – three-dimensional numerical experiments. **Journal Atmospheric Science**, v.35, p.1503 – 1521, 1978.

Figueroa, S. N; Nobre, C.A. 1990. Precipitations Distribution Over Central and Western Tropical South America. *Climanálise*, 5 (6): 36-45.

Figueroa, S. N; Nobre, C.A. 1990. Precipitations distribution over central and western tropical South America. *Climanalise*, 5 (6): 36-45.

Fisch, G. 1990. Aspectos climáticos na Floresta Amazônica Tropical. *Acta Amazônica*, 20: 39-48.

Fisch, G.; Vendrame, I. F.; Hanaoka, P.C. de M. 2007. Variabilidade espacial da chuva durante o experimento LBA/TRMM 1999 na Amazônia. *Acta Amazônica*, 37: 583-590.

Machado, L.A.T.; Laurent, H.; Lima, A.A. 2002. Diurnal march of the convection observed during TRMM-WETAMC/LBA. *Journal Geophysical Research*, 107: 31.1-31-15.

Marengo, O, J. Interannual variability of deep convection in the tropical South American sector as deduced from ISCCP C2 data. **International Journal of Climatology**, v. 15, n.9, p.995-1010, 1995.

Molion, L.C.B. 1987. Climatologia dinâmica da região amazônica: mecanismos de precipitação. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 2: 107-117.

Olson, D.A.; Junker, N.; Korty, B. 1995. Evaluation of 33 years of quantitative precipitation forecasting at the NMC. *Weather and Forecasting*, 10 (3): 498-511.

Pielke R. A., Cotton, W. R., Walko, R. L., Tremback, C. J., Lyons, W. A., Grasso, L. D., Nicholls, M. E., Moran, M. D., Wesley, D. A., Lee, T. J., Copeland, J. H., A Comprehensive Meteorological Modeling System – RAMS. **Meteorol. Atmos. Phys**, p.69-90, 1992.

Rogers, E.; Black, T.L.; Deaven, D.G.; DiMego, G.J, Zhoo, Q.; Baldiwm, M.; Junker, N.W.; Lin, Y. 1996. Changes to the operacional “early” ETA analysis/forecast system. *Weather Forecasting*, 11: 391-413.

Rozante, J.R. Cavalcanti, I.F.A, 2008. Regional ETA experiments: SALLJEX and MCS development. *Journal of Geophysical Research*, 113.