

# DESEMPENHO DO MODELO ETA 10 km PARA O ESTADO DE ALAGOAS: ESTUDO DE CASO PARA O MÊS DE JANEIRO DE 2004

ALEXANDRE SILVA DOS SANTOS 1, ISA REZENDE MENDEIROS 2, FABIANA  
CARNAÚBA MENDEIROS 3

1 Mestre em Meteorologia, Instituto de Ciências Atmosférica, Universidade Federal de Alagoas, Técnico da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos, Maceió - AL, Fone: (0 xx 82) 33152686, alexandre@tempo.al.gov.br. 2 Graduada em Meteorologia, Instituto de Ciências Atmosférica, Universidade Federal de Alagoas, Maceió - AL. 3 Mestra em Meteorologia, Instituto de Ciências Atmosférica, Universidade Federal de Alagoas, Técnica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos, Maceió - AL

Apresentado no XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 05 de julho de 2007 –  
Aracaju – SE

**RESUMO:** Foi feita uma validação no campo da precipitação do modelo ETA 10 km (implementado na Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos - SEMARH/Diretoria de Meteorologia - DHM), tendo como objetivo avaliar o desempenho da previsão para o Estado de Alagoas, que por estar entre os trópicos apresenta uma alta variabilidade espacial e temporal da precipitação. Todos estes fatores são desfavoráveis para uma previsão de tempo através dos modelos numéricos de mesoescala. O objetivo deste trabalho foi comparar e validar o campo da precipitação prevista pelo modelo ETA 10 km com os modelos numéricos de outros centros operacionais de meteorologia (nacional e internacional), radar meteorológico e a precipitação da rede pluviométrica do estado de Alagoas, nos dias mais chuvosos, do mês de Janeiro de 2004. Observou-se, que, neste período de análise, o modelo apresentou um bom grau de acerto nas previsões de precipitações.

**PALAVRAS-CHAVE:** modelagem numérica, sistemas meteorológicos, precipitações.

**ABSTRACT:** A validation was made, in the field of the precipitation, 10 model ETA km, in the direction to evaluate the performance of the forecast for the State of Alagoas. Alagoas for is between the tropics presents one high space and secular variability of the precipitation. All these factors are favorable for a forecast of time through the numerical models of mesoescala. The objective of this work was to compare and to validate the field of the precipitation foreseen for the 10 model ETA km with the numerical models of other operational centers of meteorology (national and international), weather radar and the precipitation of the pluviometric net of the state of Alagoas, in the days rainiest, of the month of January of 2004. It was observed, that in this period of it analyzes, the model presented a good degree of rightness in the precipitation forecasts

**KEYWORDS:** numerical modeling, meteorological systems, precipitations

**INTRODUÇÃO:** A cada dia que passa a previsão do tempo vem tendo uma grande importância no que diz respeito aos seguimentos sociais e econômicos de um país, como por exemplo, na agricultura, na pecuária, na indústria, no turismo e aos recursos hídricos (Bitencourt, 1996). Certamente apresentam maiores lucros quando são feitos planejamentos prevendo os acontecimentos futuros do comportamento atmosférico e suas conseqüências. Outro papel importante na previsão é o alerta à defesa civil, comunicando a possibilidade de eventos extremos de precipitação. As chuvas intensas que ocorreram no estado de Alagoas, no mês de janeiro de 2004, provocaram sérios danos materiais e humanos, inclusive com vítimas fatais, nos casos dos deslizamentos das encostas/morros. Os eventos extremos de fortes

precipitações foram ocasionados principalmente por Sistemas Frontais (SF) e Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN), que atuaram com maior frequência no Nordeste Brasileiro (NEB). Pesquisas anteriores, como a de Kousky e Gan (1981), relatam estes fenômenos, SF e VCAN, como uns dos causadores das precipitações extremas no NEB.

A introdução dos modelos numéricos de previsão do tempo tornou-se possível através de estudos dinâmicos da atmosfera, com uma qualidade maior e melhor, nos seus parâmetros e avaliações implementadas. As mudanças dos parâmetros físicos e os métodos estatísticos dos modelos numéricos de previsão do tempo vêm tornando-se cada vez mais constantes nas pesquisas, possibilitando assim margens menores de erros aos meteorologistas previsores de precipitação. Métodos estatísticos são usados para quantificar as semelhanças e diferenças entre campos previstos e analisados (observados) de qualquer variável meteorológica. Tradicionalmente, os métodos estatísticos são aplicados para estudar sua sensibilidade quando ao domínio e resolução do modelo nas suas previsões (Branco et al., 2002). O objetivo deste trabalho é estudar os casos extremos de fortes precipitações que ocorreram no Estado de Alagoas e ao mesmo tempo validar o modelo ETA com os métodos de comparação.

**MATERIAIS E MÉTODOS:** O Estado de Alagoas (Figura 1) está situado na região Nordeste do Brasil. Seu território tem uma área de 27.933,1 km<sup>2</sup> (Anuário Estatístico de Alagoas, 1998). Alagoas possui uma larga faixa costeira ao longo do Oceano Atlântico, com aproximadamente 220 km de extensão. Pode ser dividido em seis meso-regiões ambientais. Na região Leste encontra-se a Zona da Mata e o Litoral. Na região Oeste, encontra-se o Sertão e o Sertão do São Francisco; na região Sul, o Baixo São Francisco. A região Agreste é considerada uma região de transição (Medeiros, 2002).



Figura 1: O Estado de Alagoas dividido em meso-regiões. Fonte: SEMARH/DMET-AL.

Foram utilizados dados de análises através do FTP (“File Transfer Protocol”), do “National Center for Environmental Prediction” (NCEP), para as condições de entrada do modelo ETA 10 km. As condições de contorno do modelo (a cada seis horas, com interpolação linear entre elas) são obtidas através das integrações do modelo ETA, com resolução de 40 km, feita no Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC/INPE). O programa computacional “Grid Analysis and Display System” (GrADS) (Doty, 1992), foi utilizado para se ter uma visualização gráfica dos campos meteorológicos previstos pelo modelo de três em três horas. Para verificação visual (subjetiva) dos fenômenos meteorológicos e acompanhamento de seus deslocamentos e fenômenos correlatos, como por exemplo, o desenvolvimento e dissipação de atividades convectiva, dentro da grade determinada pelo modelo, foram utilizadas as imagens do satélite GOES-8 e EUMETSAT, no canal infravermelho, nas quais foram obtidos pelo sítio do CPTEC/INPE ([www.cptec.inpe.br](http://www.cptec.inpe.br)) e do “Global Hydrology & Climate Center” ([www.gfcc.msfc.nasa.gov](http://www.gfcc.msfc.nasa.gov)). Foram utilizados, ainda, dados observados pela rede pluviométrica instalada no Estado de Alagoas, que serviu como experimento de verificação do desempenho do modelo.

Foram utilizados métodos estatísticos na validação do modelo ETA 10 km. As precipitações previstas pelo modelo ETA 10 km foram comparadas com as observações provenientes da rede pluviométrica do Estado de Alagoas. Por motivo de norma de publicação, na questão do número de páginas, não foi exposto neste trabalho o método do cálculo de cada índice obtido. Nos resultados e discussão é exposto, numa forma resumida, o significado de cada índice. Outro método de validação da previsão do modelo foi à imagem do radar meteorológico, obtido através do Sistema de Radar Meteorológico de Alagoas (SIRMAL) ([www.radar.ufal.br](http://www.radar.ufal.br)).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A metodologia adotada para comparação do modelo ETA 10 km com os outros modelos obtidos mostraram resultados satisfatórios para o mês de Janeiro de 2004. Nos dias decorrentes do mês, que apresentaram precipitações significantes, foi possível observar uma boa correlação nas escalas previstas por cada modelo (figuras não mostradas). Para o método de comparação do modelo ETA com os dados de pluviometria durante os dias do mês de janeiro de 2004, onde o modelo obteve sucesso na sua integração para o Estado de Alagoas, foi mostrado que no Litoral a margem de acerto foi de 79% na sua previsão do tempo, com erro de 21% para os dias analisados. A região da Zona da Mata apresentou a mesma porcentagem do Litoral. A meso-região do Agreste apresentou uma porcentagem de acerto de 82% com certa parcela de erro de 18%. As regiões do Sertão, Sertão do São Francisco e Baixo do São Francisco apresentaram excelentes resultados, com uma média de acerto de 80%, ficando com apenas 20% de erro para as devidas regiões.

Pelas imagens do satélite EUMETSAT, canal infravermelho (IR), pode-se observar um aglomerado de nuvens convectivas no dia 16 de janeiro de 2004 (figura não colocada no trabalho) em todo o estado de Alagoas, ocasionando fortes precipitações, devido à ação de um SF acoplado ao um VCAN. O modelo ETA 10 km (imagem não colocada no trabalho) para este dia comprovou o que a imagem de satélite demonstrou, ou seja, chuva na maior parte do estado de Alagoas. Neste dia o modelo previu fortes chuvas com três dias de antecedência.

Para o dia 17 de janeiro o modelo ETA 10 km previu (Figura 2 (a)) a continuidade das chuvas sobre o Estado de Alagoas. O SF intensificou (Figura 2 (b)) e o VCAN perdeu sua configuração clássica sobre o leste do Nordeste Brasileiro (NEB). Ramirez et al. (1999), através de um estudo estatístico mostrou que os VCANs tem um tempo médio de vida que varia de quatro (4) dias em junho há onze (11) dias no mês de fevereiro.

O SF provocou chuvas na área de sua atuação, onde o modelo ETA 10 km conseguiu fazer uma previsão de alta confiabilidade sobre grade de domínio da região adotada.

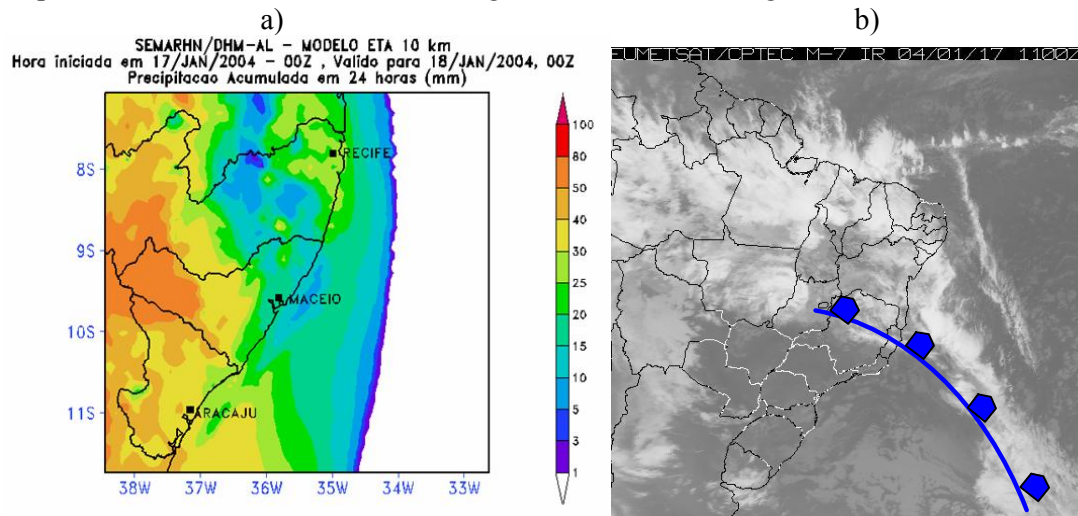


Figura 2: a) Previsão feita pelo ETA 10 km no período de atuação do SF para o NEB. b) Imagem do Satélite EUMETSAT no canal infravermelho para o dia 17 de Janeiro de 2004 às 09h00min (horário local).

Para os dias 27 a 30 de janeiro de 2004, as imagens de satélite do canal IR mostraram que no dia 27 (Figura 3 (b)) havia uma presença de um VCAN (destaque em círculo verde) atuando sobre o NEB. Este VCAN provocou precipitação na sua periferia, com localização sobre os Estados de Alagoas e Pernambuco. O modelo ETA 10 km previu precipitação para este dia. Santos (2005), mostrou em seus resultados, com os dados de precipitações, derivado do satélite TRMM, que as fortes precipitações ocorreram na parte periférica do VCAN no dia 18 de janeiro de 2002, comprovando que o VCAN tem movimentos ascendentes na periferia (atividades convectivas) e movimentos descendentes em seu centro (inibição de formação de nuvens).

A previsão feita no dia 27 pelo modelo ETA 10 km (Figura 3(a)), mostrou uma previsão de precipitação, sendo que, os maiores núcleos de precipitação ficaram localizados numa escala de 20 a 80 mm em 24 horas.

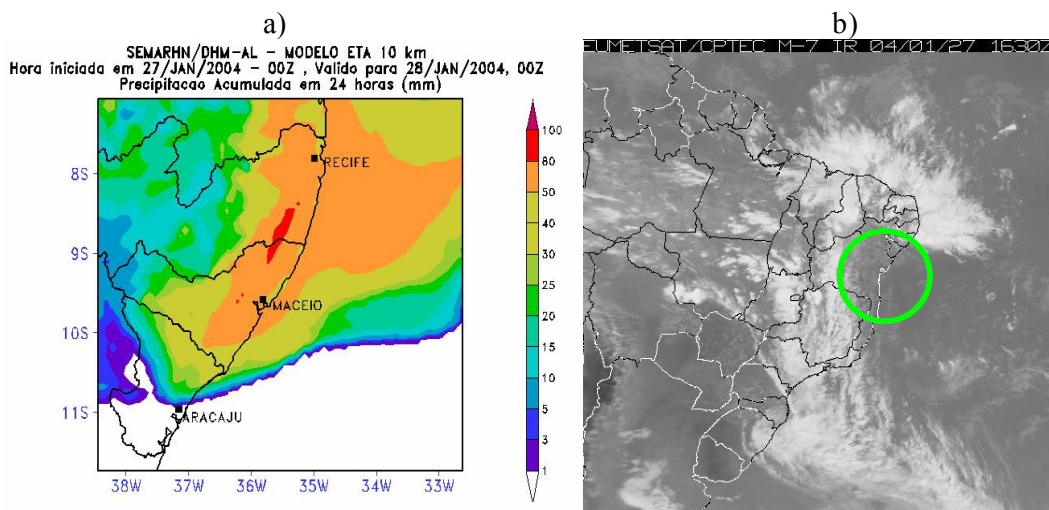


Figura 3: a) Previsão feita pelo ETA 10 km no período de atuação do VCAN para o NEB. b) Imagem do Satélite EUMETSAT no canal infravermelho para o dia 27 de Janeiro de 2004 às 09h00min (horário local).

Durante este período de atividades do VCAN, foi feito pela Diretoria de Hidrometeorologia da SEMARH, um boletim de alerta no sítio da DHM e enviado para defesa civil, que alertou a população, em decorrências dos resultados obtidos pelo modelo ETA 10 km no mês de Janeiro de 2004, mostrando uma alta previsibilidade da quantificação das precipitações apresentadas nas meso-regiões do Estado de Alagoas.

Para o método estatístico adotado, foi feita uma comparação da quantificação dos resultados apresentados pelo modelo no dias do mês de janeiro de 2004 que ocorreram precipitações significativas, com os dados de pluviometria do Estado de Alagoas (Fonte: SEMARH/DMET-AL). Pode-se dizer que os melhores índices da qualidade de uma determinada precisão (F), do modelo ETA 10 km ficaram para as regiões do Sertão, Sertão do São Francisco (maior índice de F) e Zona da Mata. O modelo ETA 10 km colocou os maiores números de casos as precipitações observadas pelos pluviômetros (Acr), nas regiões do Sertão e Agrestes e os valores ficaram abaixo da observada pelos pluviômetros (Abr) para as regiões do Sertão do São Francisco, Agreste, Litoral e Baixo do São Francisco, sendo esta última região com o maior número de casos (Abr=11).

Pelo índice da razão do número de previsões de ocorrências de precipitações pelo número de observações de ocorrência de precipitação (V), o modelo superestimou seus valores só para região do Sertão e subestimou seus valores para as regiões do Sertão do São Francisco, Baixo do São Francisco, Zona da Mata e Litoral. Para o Agreste, o modelo previu justamente o que choveu na região (V=1).

**CONCLUSÕES:** Através dos resultados obtidos, pode-se chegar às seguintes conclusões: O mês de janeiro 2004 apresentou um excelente desempenho no método de comparação do modelo ETA 10 km com outros modelos; Para o mês de janeiro de 2004, o modelo ETA 10 km da SEMARH/DHM-AL apresentou uma boa margem de acerto na sua previsão em todo Estado, sendo a região do Agreste com maior margem de acerto; Comparando as imagens de satélites com os resultados da integração do modelo ETA 10 km para o período de estudo, vimos que o modelo indicou a precipitação para o estado com certo grau de acerto e credibilidade nas suas previsões apresentadas para estes dias, decorrentes ao VCAN, e assim mostrou uma boa correlação; As imagens de satélites ajudaram na intensificação do método de comparação com o modelo ETA 10 km para os fenômenos meteorológicos que atuaram no Estado de Alagoas; Os resultados apresentados pelo modelo numérico foram tão satisfatórios, que foi possível desenvolver um sistema de alerta meteorológico, explicando detalhadamente para população os riscos das chuvas que viriam a ocorrer com até dois dias de antecedência

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:** BRANCO,R.A., TANAJURA,C.A.S.. Um estudo de caso sobre a Sensibilidade do Modelo ETA ao Domínio e à Resolução., XII Congresso da Sociedade Brasileira de Meteorologia, p.3359-3369, 2002.

BITENCOURT, D.P. Desempenho das Previsões de variáveis simples e derivadas obtidas pelo modelo global do CPTEC/COLA para alguns casos significativos ocorridos sobre o centro-sul do Brasil. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Instituto de Pesquisa e Espaciais, São José dos Campos, São Paulo, 138p, 1996.

DOTY, B.E. Using the Grid Analysis and Display System. Center for Ocean-Land-Atmosphere Interactions (COLA), Maryland, University of Maryland, 1992.

MENDEIROS, F.C. Influência do Clima Global nos Prognósticos das Descargas de Rios do Estado de Alagoas. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Instituto de Ciências Atmosféricas, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, Alagoas, 110p, 2002.

RAMIREZ, M.C.V., KAYANO, M.T., FERREIRA, N.J. Statistical analysis of upper tropospheric vortices in the vicinity of northeast Brazil during the 1980-1999 period. *Atmosfera*, v.12, p.75-88,1999.

SANTOS, A.S. Alguns Aspectos Dinâmicos e Termodinâmicos de Um Vórtice Ciclônico de Altos Níveis (VCAN) sobre sua Região de Atuação. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Instituto de Ciências Atmosféricas, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, Alagoas, 109p, 2005.

KOUSKY, V.E.G., GAN, M.A. Upper tropospheric cyclonic vortices in the tropical South Atlantic. *Tellus*, n.33, p.538-551, 1981.