

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

*Alexandre S. dos Santos*<sup>1</sup>, *Helber B. Gomes*<sup>2</sup>, *Ricardo Ferreira Carlos Amorim*<sup>3</sup>

1 Universidade Federal de Alagoas/Departamento de Meteorologia, Campus A.C. Simões, Tabuleiro do Martins, alexandre@tempo.al.gov.br

2 Universidade Federal de Alagoas/Departamento de Meteorologia, Campus A.C. Simões, Tabuleiro do Martins, hbgmet@hotmail.com

3 Universidade Federal de Alagoas/Departamento de Meteorologia, Campus A.C. Simões, Tabuleiro do Martins, rfca@pop.com.br

**Palavras-chave:** Modelo ETA 10 km, Sistemas Meteorológicos, Precipitações.

**Área do Conhecimento:**

**Resumo** - Foi feita uma validação do modelo ETA 10 km (implementado na SEMARHN/DHM-AL), no sentido de melhorar a previsão do tempo para o Estado de Alagoas. Alagoas por está entre os trópicos, apresenta-se com uma condição de clima bastante anômala, caracterizando assim uma alta variabilidade espacial e temporal da precipitação. Todos estes fatores são desfavoráveis para uma previsão de tempo através de modelos numéricos de mesoescala. O objetivo deste trabalho foi validar o campo da precipitação prevista pelo modelo ETA 10 km para os dias mais chuvosos do mês de Janeiro de 2004, no Estado. Observou-se, neste período de análise, um bom grau de acerto do modelo ETA 10 km para as previsões de precipitações.

## Introdução

A cada dia que passa a previsão do tempo vem tendo grande importância no que diz respeito aos seguimentos sociais e econômicos de um país, como por exemplo: agricultura, pecuária, indústria, turismo e aos recursos hídricos [1]. Certamente apresentam maiores lucros quando são feitos planejamentos prevendo os acontecimentos futuros do comportamento atmosféricos e suas conseqüência. Outro papel importante da previsão é o alerta à defesa civil, que passará para sociedade os produtos dos eventos extremos que acontecerá nas próximas horas, como por exemplo, as chuvas intensas. Este último, dependendo de cada estação chuvosa dos estados brasileiros. As chuvas intensas que ocorrem no estado de Alagoas no mês de janeiro de 2004, provocaram sérios danos materiais e humanos, inclusive com vítimas fatais, para os casos de deslizamentos das encostas/morros ou enchentes sobre áreas próximas aos rios. Tais eventos extremos de fortes precipitações foram ocasionados por Sistemas Frontais (SF) e Vórtice Ciclônicos de Altos Níveis (VACN), que atuam com uma frequência maior no mês de Janeiro do Nordeste Brasileiro (NEB) [2]. Através do modelo ETA 10 km implementado na Secretaria Executiva de Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Naturais /Diretoria de Hidrometeorologia do Estado de Alagoas (SEMARHN/DHM-AL) foi possível ser feito previsões de tempo para os casos extremos.

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 de validação estatísticos dos modelos numéricos de previsão do tempo vêm se tornando cada vez mais constante nas pesquisas, possibilitando que as margens de erros dos meteorologistas previsores sejam cada vez menores.

Métodos estatísticos são usados para quantificar as semelhanças e diferenças entre campos previstos e campos analisados (observados) correspondentes. Tradicionalmente, os métodos estatísticos são aplicados para estudar sua sensibilidade quando ao domínio e resolução do modelo nas suas previsões [4].

O objetivo deste trabalho é estudar os casos extremos de fortes precipitações que, ocorreram no Estado de Alagoas, nascidos por sistemas Meteorológicos que atuaram no NEB. Também como objetivo foi dar um suporte aos processos de tomadas de decisões a nível municipais e estaduais, envolvendo diversos órgãos, tais como: Defesa Civil, Instituto do Meio Ambiente (IMA), secretaria de Agricultura, Turismo, entre outros que estão envolvidos com os processos físicos da atmosfera.

## Materiais e Métodos

O Estado de Alagoas (Figura 01) 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 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 [1].



Figura 1: O Estado de Alagoas dividido em Meso-Regiões. Fonte: SEMARHN/DHM-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 software “Grid Analysis and Display System” (GrADS) 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, usaram-se 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.ghcc.msfc.nasa.gov](http://www.ghcc.msfc.nasa.gov)).

Foram utilizados, ainda, dados observados pela rede pluviométrica instalada no Estado de Alagoas, que foram usados como experimentos de verificação do desempenho do modelo. Foram utilizadas as imagens do radar meteorológicos dados, obtido do Sistema de Radar Meteorológico de Alagoas (SIRMAL), também como um método de validação do modelo ETA 10 km.

Utilizaram 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, com outros modelos, radar e satélites meteorológicos.

## Resultados e Discussão

### Comparação do Modelo Eta X modelos

A metodologia adotada para comparação do modelo ETA 10 km com os outros modelos obtidos, mostraram excelentes resultados para o mês de Janeiro de 2004. Nos dias decorrentes do mês, que apresentaram precipitações significantes, pode-se observar uma boa correlação nas escalas previstas por cada modelo.

### Comparação do Modelo Eta X pluviometria

Os resultados do método de comparação do modelo ETA com os dados de pluviometria durante os dias do mês de janeiro de 2004 que o modelo obteve sucesso na sua integração para o Estado de Alagoas, mostrou 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. Na 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 devidas regiões.

### Comparação do Modelo Eta X Imagens de Satélite

Pelas imagens do satélite EUMETSAT no canal infravermelho (IR) obtidas pelo sítio do CPTEC/INPE, pode-se observar um aglomerado de nuvens convectivas para o dia 16 de janeiro de 2004 (figura não colocada no trabalho) em todo o Estado de Alagoas, ocasionado fortes precipitações. Devido à ação de um Sistema Frontal (SF) acoplado ao um Vórtice Ciclônico de Altos Níveis (VCAN), que provocou fortes precipitações. O modelo Eta 10 km (imagem não colocada no trabalho) para este dia comprovou o que a imagem de Satélite mostrou, ou seja, chuva na maior parte do Estado de Alagoas. Neste dia o modelo previu estas fortes chuvas com três dias de antecedência.

Para o dia 17 de janeiro o modelo ETA 10 km previu (Figura 2) que as chuvas deveriam a continuar sobre o Estado de Alagoas. O SF intensifica-se (Figura 3) e o VCAN perde sua configuração clássica sobre o leste do Nordeste Brasileiro (NEB). Este 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.

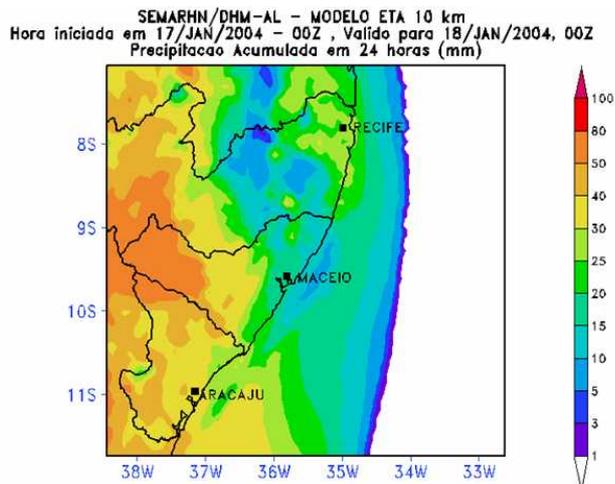


Figura 2: Previsão feita pelo ETA 10 km no período de atuação do SF para o NEB.

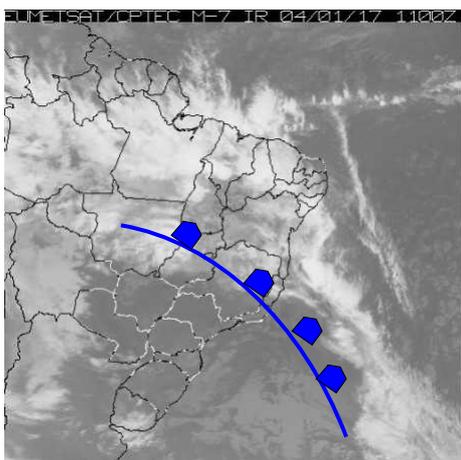


Figura 3: Imagem do Satélite EUMETSAT no canal infravermelho para o dia 17 de Janeiro de 2004 às 09h00min (horário local).

Para os dias 27 a 30 de janeiro de 2004, as imagens de satélite do canal IR mostrou que no dia 27 (Figura 4) havia uma presença de um VCAN (destaque em círculo verde) atuando sobre o NEB. Este VCAN provocou precipitação na sua periferia, localizado justamente sobre os Estados de Alagoas e Pernambuco, no qual, o modelo ETA 10 km previu corretamente para este dia.

A previsão feita o dia 27 pelo modelo ETA 10 km (Figura 5), pode-se observar estas precipitações, sendo que, os maiores valores de precipitação ficaram localizados numa escala de 20 a 80 mm em 24 horas de acumulo de precipitação.

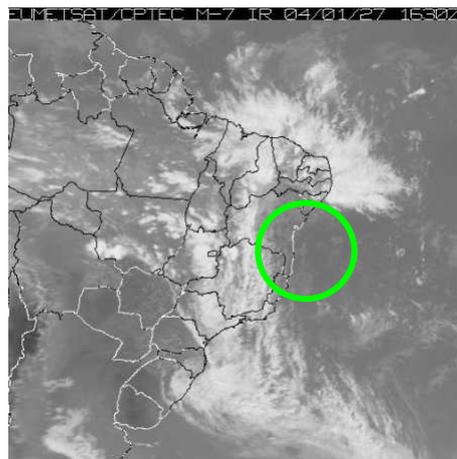


Figura 4: Imagem do Satélite EUMETSAT no canal infravermelho para o dia 27 de Janeiro de 2004 às 09h00min (horário local).

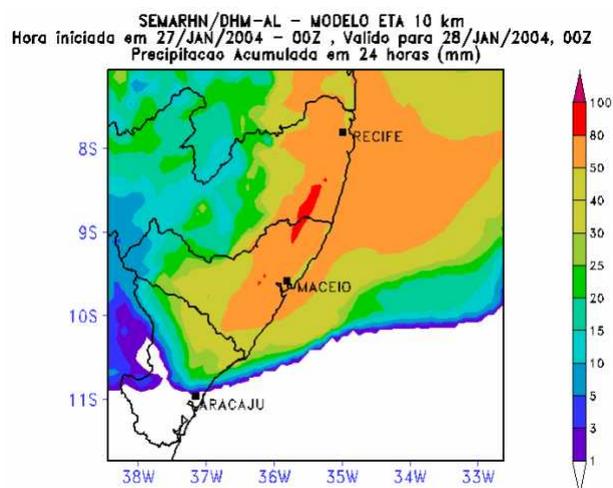


Figura 5: Previsão feita pelo ETA 10 km no período de atuação do VCAN para o NEB.

Comparando as imagens de satélites com os resultados da integração do modelo ETA 10 km para este período, 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.

Durante este período de atividades do VCAN, foi feito pela Diretoria de Hidrometeorologia da SEMARNH, um boletim de alerta no sítio da DHM [5] 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.

**Método Estatístico adotado para validar o modelo ETA 10 km**

Este método serviu para quantificar os resultados apresentados pelo modelo no dia do mês de janeiro de 2004 que ocorreram precipitações significativas, com os dados de pluviometria do Estado de Alagoas (Fonte: SEMARHN/DHM-AL).

Pela Tabela 1, 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 onde o modelo mostrou os resultados acima das precipitações observadas pelos pluviômetros (Acr), nas regiões do Sertão e Agreste, 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 está 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 ele previu justamente o que choveu na região (V=1).

Tabela 1 - Validação da precipitação prevista com a observada para as seis meso-regiões do Estado para o mês de janeiro de 2004.

Regiões	Quantidade de Casos		Índices	
	Acr	Abr	F	V
Sertão	6	4	0,60	1,3
Sertão do S. Francisco	2	6	0,67	0,91
Agreste	4	7	0,5	1
Baixo S. Francisco	2	11	0,41	0,71
Zona da Mata	3	4	0,60	0,87
Litoral	3	9	0,5	0,7

### Conclusão

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 SEMARHN/DHM-AL apresentou uma boa margem de acerto na sua previsão em todo Estado, sendo a região do Agreste uma maior margem de acerto;
- ✓ As imagens de satélites ajudaram na intensificação no método de comparação com o modelo ETA 10 km dos fenômenos meteorológicos que atuaram no Estado de Alagoas;
- ✓ Os resultados apresentados pelo modelo foram tão satisfatórios, que foi possível desenvolver um sistema de alerta meteorológicos, explicando para população os riscos das chuvas que veriam a cair com até dois dias de antecedência.

### Referências

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

[2] KOUSKY, V.EG; GAN, M.A. Upper tropospheric cyclonic vortices in the tropical South Atlantic. *Tellus*, n.33, p.538-551, 1981.

[4] 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 2002. 3359-3369.

[5] DHM, Internet site address: <http://www.tempo.al.gov.br/> acessado em 17/01/2004.