

# O CASO MACEIÓ, 18 DE JANEIRO DE 2004 – SIMULAÇÕES COM O MODELO DE MESOESCALA MM5.

RODRIGO S. COSTA<sup>1</sup>, ISIMAR A. SANTOS<sup>2</sup>, LUIZ LANDAU<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Aluno de Doutorado - CPTEC/INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. rodrigoc@cptec.inpe.br

<sup>2</sup> Professor Adjunto - Departamento de Meteorologia - IGEO/UFRJ. isimar@acd.ufrj.br

<sup>3</sup> Professor / Pesquisador - LAMCE/PEC/COPPE/UFRJ. landau@lamce.ufrj.br

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

**RESUMO:** este trabalho consiste em simular um evento extremo de precipitação, ocorrido no dia 18 de janeiro de 2004 na cidade de Maceió – AL, através do modelo numérico de mesoescala MM5. Buscando contribuir na sugestão de configurações que possam servir na sua operacionalização, foi realizado este experimento, que obteve resultados satisfatórios tanto na simulação das condições sinóticas do evento, quanto dos totais de precipitação ocorridos na região de estudo; porém, houveram problemas no posicionamento desses núcleos, o que é, de certo modo, esperado nos atuais modelos de previsão numérica de tempo.

**PALAVRAS CHAVE:** modelagem atmosférica, evento extremo, modelagem de mesoescala.

**ABSTRACT:** this work intends to simulate an extreme precipitation event, in January 18<sup>th</sup> 2004, with took place at Maceió, Alagoas, by numerical mesoscale model MM5. Looking to suggest configurations who can be used in the model operacionalization, an experiment have been conducted and results show good simulations of synoptic conditions and it adequately simulated the total rainfall; but with some little problems to locate the position of rainfall, what is acceptable in current weather numerical prediction.

**KEYWORDS:** atmospheric modeling, extreme rainfall, mesoscale modeling.

**INTRODUÇÃO:** para que os modelos numéricos possam fornecer previsões de tempo com qualidade, torna-se necessária a realização de testes e ajustes. Isto é, que sejam realizadas simulações de casos extremos, a fim de verificar se o modelo foi capaz de captar sinais ou indicativos dos mesmos (LIMA, 2004). É importante avaliar como o modelo meteorológico reage à escolha de determinadas parametrizações dos processos físicos, tamanho e posicionamento das suas grades, e assim comparando quais seriam as configurações que obteriam melhores resultados; essas avaliações, conhecidas como testes de sensibilidade, são comparações dos resultados das simulações com o “evento real” (COSTA, 2006).

O objetivo desse trabalho é simular através do modelo de mesoescala MM5, um evento extremo ocorrido na cidade de Maceió, no dia 18 de janeiro de 2004, sugerindo o uso de algumas configurações e parametrizações físicas. A partir daí, comparar os resultados da rodada com as reanálises e os dados observados, avaliando desempenho do modelo.

**MATERIAIS E MÉTODOS:** com o objetivo de observar as condições sinóticas e possíveis eventos de mesoescala associados, foram utilizados, em conjunto, dados globais de reanálise do

National Center for Environmental Prediction / National Center for Atmospheric Research - NCEP / NCAR; imagens dos satélites GOES e Meteosat e dados pluviométricos diários obtidos com a Secretaria Executiva do Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Naturais - SEMARHN / AL.

A visualização dos dados de reanálise foi feita através de rotinas escritas para o ambiente do Grid Analysis and Display System (GrADS), em sua versão 1.8SL11, sendo gerados campos de linhas de corrente e intensidade do vento ( $m \cdot s^{-1}$ ), convergência e divergência de umidade ( $10^6 \cdot s^{-1}$ ) e temperatura potencial específica ( $^{\circ} C$ ). Desses campos, apenas o de temperatura potencial específica precisou ser calculado para os domínios, o que foi feito a partir do procedimento descrito por Bolton (1980).

O MM5 é um modelo de simulação numérica que foi desenvolvido no final da década de 70 pela Penn State University, em conjunto com o National Center for Atmospheric Research (NCAR). Através da coordenada  $\sigma$ , faz as correções de topografia, em relação à pressão; resolve as equações de Navier-Stokes em três dimensões, a 1ª. Lei da Termodinâmica e a equação de transferência radiativa. O modelo usa a grade “B” de Arakawa, onde as variáveis de quantidade de movimento (componentes  $u$  e  $v$  do vento e força de Coriolis) são resolvidas nos pontos de grade, enquanto as variáveis escalares são resolvidas no interior da célula. Suas fronteiras recebem os campos de vento na horizontal, a temperatura e a umidade, que podem ser resultados de outras análises de modelos de maior escala, simulações do próprio MM5 ou de qualquer outro modelo prognóstico, desde que estejam em um formato que possa ser interpretado pelo mesmo (Corrêa, 2005). Módulos de programas para o pré-processamento destes dados, de dados de terreno e definição de grades são executados antes do módulo do MM5 propriamente dito, enquanto que o pós-processamento (visualização dos resultados gerados) pode ser feito por uma série de outros programas. A simulação utilizou duas grades, estando a segunda aninhada à primeira e suas configurações podem ser observadas nas tabelas abaixo.

Tabela 01: configuração e resolução vertical, horizontal e temporal das grades da simulação.

Grade	$\Delta x$ (km)	$\Delta y$ (km)	$\Delta t$ (s)	Pontos em x	Pontos em y	Níveis $\sigma$	Níveis $\sigma$ até $\approx 1$ km	Níveis $\sigma$ além de $\approx 1$ km
1	27	27	78,94	40	40	55	20	35
2	9	9	26,31	40	40	55	20	35

Tabela 02: parametrizações físicas utilizadas nas grades da simulação.

	Cumulus	Microfísica	Solo / superfície	Camada limite	Radiação
Grade 1	Betts-Miller	Graupel (Reisner 2)	Five Layer Soil Model	MRF PBL (Hong-Pan PBL)	RRTM Radiation
Grade 2	Kain-Fritsch 2	Graupel (Reisner 2)	Five Layer Soil Model	MRF PBL (Hong-Pan PBL)	RRTM Radiation

Maiores informações sobre os módulos e as parametrizações utilizadas podem ser encontradas em COSTA (2006) e no tutorial do modelo (DUDHIA *ET AL*, 2003).

**RESULTADOS:** o mês de janeiro foi bastante atípico em termos de precipitação em todo o país. As chuvas estiveram acima da média climatológica em praticamente toda a região Nordeste, parte das regiões Sudeste e Centro-Oeste, além de alguns estados da região Norte. No município de Maceió, o mês de janeiro de 2004 registrou um total acumulado de precipitação de 265,0 mm, com o dia 18 registrando 110,9 mm.

A figura 01 apresenta a imagem de satélite (a) e os campos de linhas de corrente em 200 hPa e convergência de umidade em 850 hPa (b) do dia 18/01/2004, às 12Z. Na imagem de satélite, observa-se o ciclone associado à frente fria na porção sul do Oceano Atlântico, com a banda de nebulosidade do sistema frontal com direção NW-SE.

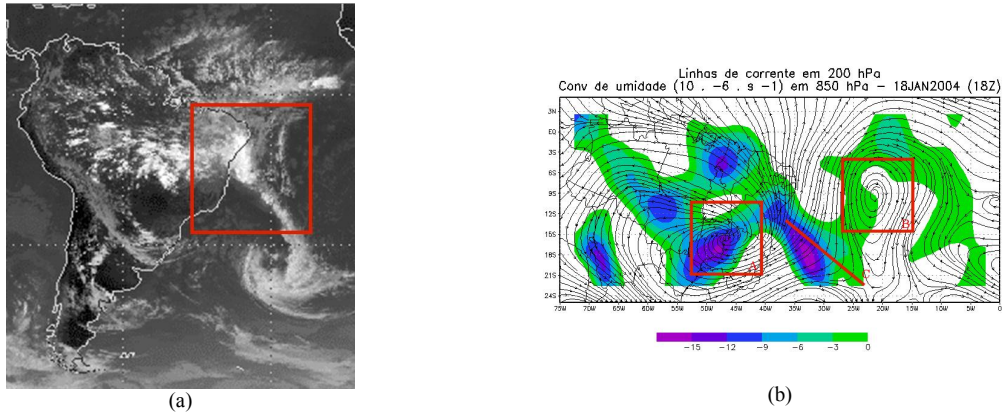


Figura 01 – (a) Corte da imagem de satélite GOES + Meteosat no canal infra-vermelho do dia 18/01/2004, às 18Z (Fonte: CPTEC/INPE) e (b) linhas de corrente em 200hPa e convergência de umidade em 850 hPa, para 18/01/2004, às 18Z.

Estendendo-se do oceano até o NEB, a área de nebulosidade é destacada pela caixa vermelha na figura 01.a. O campo de linhas de corrente em 200 hPa mostra o posicionamento da Alta da Bolívia, entre os estados de Minas Gerais e Goiás (quadro A); do VCAN próximo ao litoral do Nordeste (quadro B); além destes, observa-se também uma crista, desde o oceano até o sul da Bahia (linha C), uma configuração clássica de eventos de ZCAS. Na figura 02 é apresentada a diferença da temperatura potencial equivalente ( $\theta_e$ ) entre os níveis de (a) 850 hPa e 925 hPa e (b) 700 hPa e 850 hPa, com os quadros vermelhos indicando a região de estudo. A diferença positiva (negativa) entre os níveis mostra se a região é convectivamente estável (convectivamente instável). Durante a manhã do dia 18, observa-se valores negativos na região, entre 925 hPa e 700 hPa, o que indica instabilidade convectiva nas horas antecedentes ao evento.

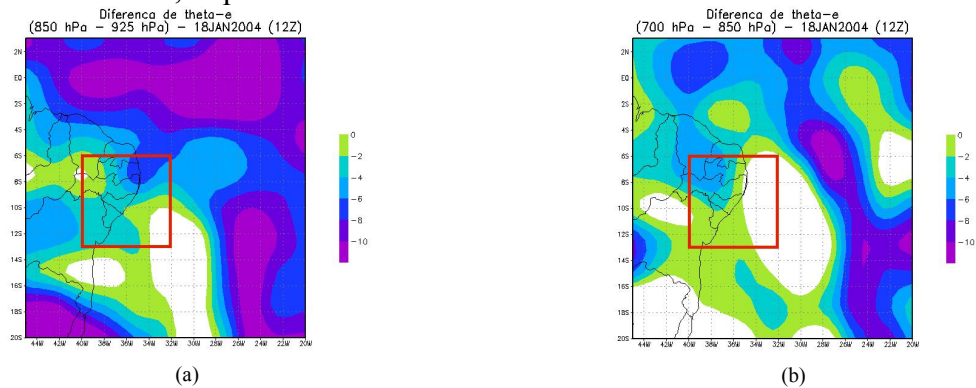


Figura 02 – Diferença da temperatura potencial equivalente entre os níveis de 850 hPa e 925 hPa (a) e entre 700 hPa e 850 hPa (b), para o dia 18 de janeiro de 2004 às 12Z.

Os resultados da simulação, ainda na primeira grade, já se mostraram satisfatórios em termos de representação da circulação sinótica vigente na região estudada, além das condições termodinâmicas (não mostrado). Nota-se através da figura 03, que a simulação do MM5 (figura 03.b e 03.d) conseguiu representar bem o padrão significativo do escoamento em baixos e altos níveis, como a crista próxima ao litoral de Alagoas no dia do evento, o que pode ser confirmado ao se comparar este campo simulado com o observado nas reanálises do NCEP (figura 03.a). Esta tendência em representar o escoamento preferencial também é confirmada em altos níveis, onde as simulações conseguiram representar bem o cisalhamento vertical do vento, com escoamento preferencial de norte para sul entre no nível de 925 hPa (figura 03.b) e, de sul para norte em 250 hPa (figura 03.d). No que diz respeito a precipitação, os valores simulados para a região metropolitana do estado na grade 2 foram de 103 mm, na mesma ordem dos ocorridos na cidade

de Maceió no dia do evento extremo (figura 04), sendo maiores e com núcleos melhores localizados que os da grade 1, que simulou para a mesma região totais de 79 mm.

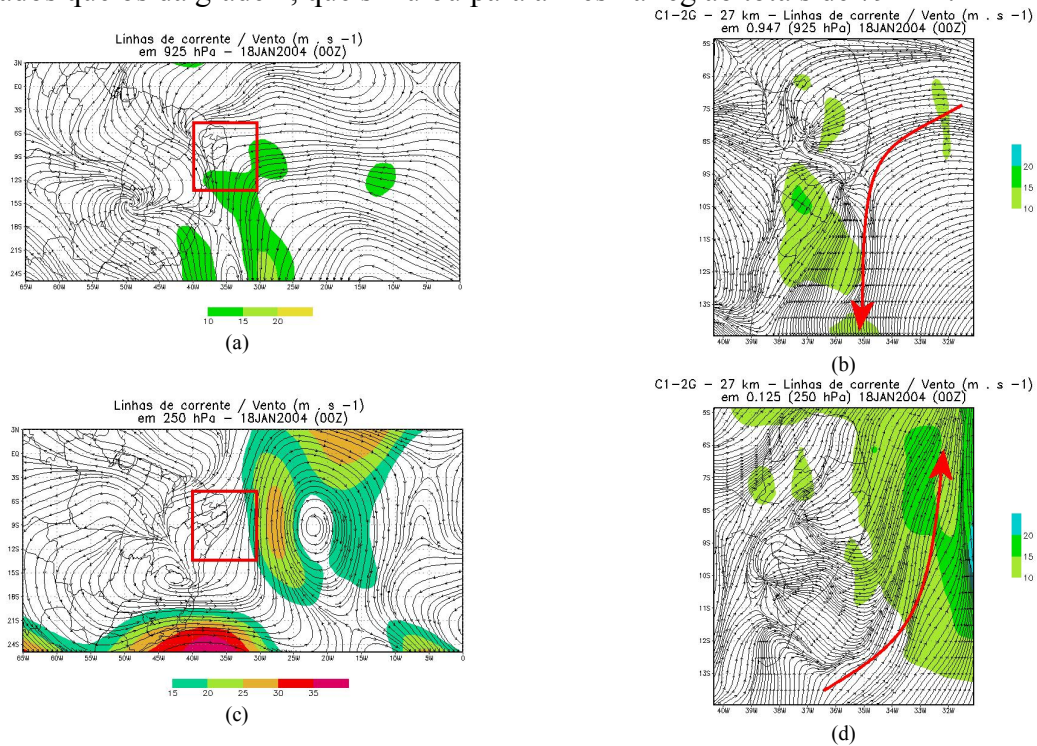


Figura 03 – Campos compostos de linhas de corrente e vento em 925 hPa e 250 hPa, oriundos de reanálises do NCEP (a, c) e simulados pela Grade 1 da C1-2G (b, d) para o dia 18/01/04, 00Z.

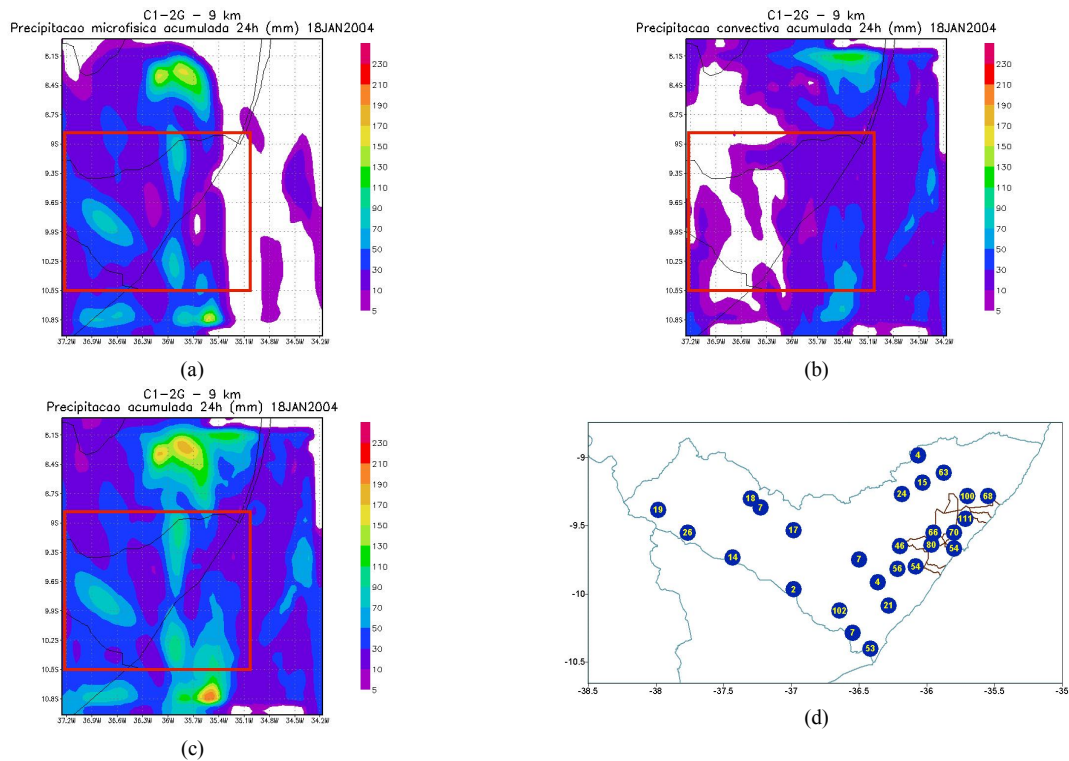


Figura 04 – Precipitação de microfísica (a), convectiva (b), total (c), acumulada em 24 horas (em mm), simulada pela Grade 2 e observada pela rede da SEMARHN / AL no estado de Alagoas (d), para o dia 18/01/04.

Buscando comparar os resultados das duas grades, a figura 05 mostra a precipitação total (microfísica e convectiva) simulada, num corte sobre o estado de Alagoas, destacando a região metropolitana de Maceió, foco de estudo deste trabalho. O detalhamento pode ser alterado não só o posicionamento, mas também a intensidade da precipitação associada às áreas de instabilidade identificadas. É interessante mostrar que a precipitação já era simulada pela grade 1, de maneira mais grosseira.

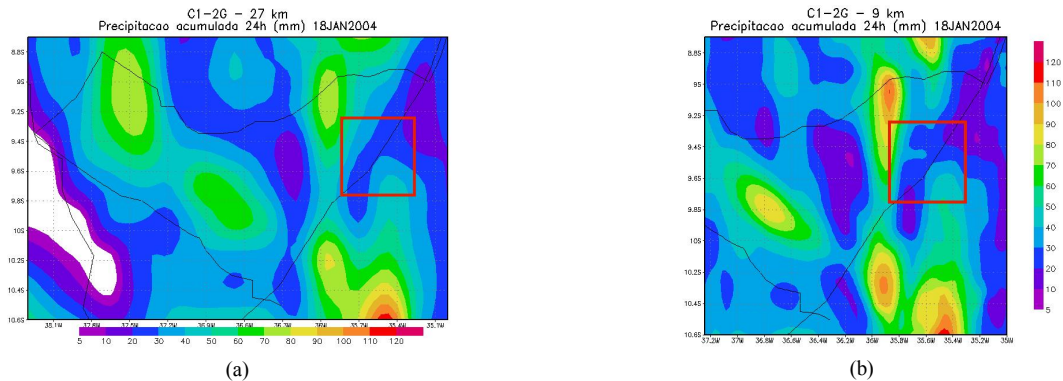


Figura 05 – Precipitação total acumulada simulada pelas Grades 1 (a) e 2 (b), para o dia 18/01/04, num corte sobre o estado de Alagoas.

**CONCLUSÕES:** as configurações propostas conseguiram simular satisfatoriamente o comportamento sinótico e condições termodinâmicas vigentes, comparando-se com as reanálises. A precipitação simulada foi da mesma ordem da ocorrida na região metropolitana do estado de Alagoas, com certa diferença em termos de posicionamento. Em termos de precipitação convectiva e conseqüentemente da precipitação total, pode-se afirmar que o ganho em intensidade e posicionamento da chuva ocorreu graças ao aumento da resolução, já que mesmo com as grades utilizando parametrizações de cumulus diferentes (a grade 1, Betts-Miller; a grade 2, Kain-Fritsch 2) o ganho efetivo obtido com essa mudança não foi tão significativo. Para estudos futuros, visando operacionalização, sugere-se a avaliação de outros casos igualmente significativos.

## AGRADECIMENTOS

O primeiro autor agradece a Fundação COPPETEC e ao CNPq pelo auxílio financeiro.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOLTON, O., 1980, **The computation of equivalent potential temperature**. Monthly Weather Review, v. 108 (7), pp.046-1053.
- CORRÊA, E. B., 2005, **Análise da Sensibilidade dos Resultados do Modelo MM5 à Diferentes Modelagens dos Fluxos Turbulentos na Camada Limite Atmosférica**. Monografia do Departamento de Meteorologia, UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.
- COSTA, R. S., 2006, **Avaliação do modelo meteorológico de mesoescala MM5 na simulação de dois eventos de precipitação extrema no estado de Alagoas**. Dissertação de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- DUDHIA, J., GILL, D., GUO, Y., MANNING, K., WANG, W., CHISZAR, J., 2003, **Mesoscale Modeling System Tutorial Class Notes and User's Guide: MM5 Modeling System Version 3**, PSU/NCAR.
- LIMA, S. M., 2004, **Avaliação de duas parametrizações de difusão turbulenta em um evento de linha de instabilidade utilizando o modelo atmosférico RAMS**. Dissertação de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.