

# O USO DO ÍNDICE CK COMO INDICADOR DE CHUVAS INTENSAS – O CASO MACEIÓ, 18 DE JANEIRO DE 2004.

Rodrigo Santos Costa <sup>1</sup>, Daniele R. Ornelas de Lima<sup>2</sup>, Isimar de Azevedo Santos<sup>3</sup>, Luiz Landau<sup>4</sup>

**RESUMO** – Este trabalho consiste em avaliar a aplicabilidade do índice CK, sugerido por Lima (2005), para a identificação de áreas propícias a ocorrência de eventos extremos em resultados de modelos numéricos de previsão de tempo, mesmo quando estes não conseguem posicioná-la corretamente ou simular totais próximos aos ocorridos. Através de resultados de simulações realizadas com o modelo de mesoescala MM5, pôde-se verificar que o índice é um bom indicador de áreas críticas, sendo uma ótima referência para os previsores.

**ABSTRACT** – This paper intends to evaluate CK index, proposed by Lima (2005) to identify areas in numerical models results where rainfall extreme events can occur, but it didn't simulate the position or values adequately. Using MM5 mesoscale model results, was able to verify the use of this index, and confirm it is a good indicator of critical areas, and it is useful to weather alerts.

Palavras chave: modelagem atmosférica, índices de instabilidade, sistemas convectivos.

## INTRODUÇÃO

Uma das maiores dificuldades quando na análise de resultados de modelos numéricos de previsão de tempo está no correto posicionamento dos núcleos e na quantificação dos totais de precipitação. Não é nada incomum que estes, devido a algumas limitações, também atrasem ou adiantem a chuva ocorrida em uma região; cabe ao previsor analisar outras características da atmosfera, para então confirmar ou não a possibilidade de chuvas intensas.

Algumas dessas características podem ser identificadas através do uso de índices de instabilidade, que normalmente tomam como base diferenças em níveis de pressão (ou altura) de temperatura,

---

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

<sup>2</sup> Meteorologista - FURNAS Centrais Elétricas S.A. dornelas@furnas.com.br

<sup>3</sup> Professor Adjunto - Departamento de Meteorologia - IGEO/UFRJ. isimar@acd.ufrj.br

<sup>4</sup> Professor / Pesquisador - LAMCE/PEC/COPPE/UFRJ. landau@lamce.ufrj.br

temperatura do ponto de orvalho, temperatura potencial, temperatura potencial específica, entre outros. Esses índices, utilizados combinados entre si ou mesmo individualmente com outras variáveis, são de grande utilidade para análise de características sinóticas ou de mesoescala.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Lima (2005) sugeriu o uso da análise combinada do índice K e da convergência em baixos níveis, que representam, respectivamente, condição termodinâmica da atmosfera e forçante para o levantamento de ar e disparo de convecção. Segundo Lima (2005), esta combinação seria uma ferramenta relevante em termos de caracterizar possíveis regiões de formação dos sistemas convectivos intensos. O efeito combinado das variáveis (simuladas através de modelos numéricos) pode ser um indicador de chuvas intensas, mesmo que o modelo não tenha seja capaz de simular a chuva propriamente dita, como já dito anteriormente.

O índice K é definido pela soma das temperaturas de bulbo seco ( $T$ ) e ponto de orvalho ( $T_d$ ) em 850 hPa, subtraída da depressão do ponto de orvalho em 700 hPa e da temperatura de bulbo seco em 500 hPa. Segundo Nascimento (2005), o índice K tende a melhor captar condições favoráveis à ocorrência de tempestades em ambientes úmidos em toda a troposfera, como é típico de ambientes tropicais. Assim, em termos de expressão, temos:

$$K = (T_{850} - T_{d850}) - (T_{700} - T_{d700}) - T_{500} \quad (1)$$

Desta forma, Lima (2005) definiu o índice CK como sendo o produto entre o índice K e a divergência em 925 hPa:

$$CK = K \cdot \left( \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} \right) \quad (2)$$

onde  $u$  é a componente zonal do vento,  $v$  é a componente meridional e  $K$  é o índice K.

Este CK é válido para valores positivos de K e pode ser calculado facilmente a partir das variáveis simuladas por qualquer que seja o modelo numérico utilizado. Os campos de CK podem ser representados na região do domínio estudado e, como depende da convergência, não pode ser calculado pontualmente a partir de uma única sondagem atmosférica. Lima (2005) também menciona que K é um número positivo, e que “convergência” (que é a forçante) é representada pelos valores negativos da divergência; ou seja, a maneira de CK denotar situações favoráveis ao disparo de células convectivas é quando este apresenta valores negativos. Quanto menores forem estes valores, mais favorável é a situação.

A aplicabilidade do índice CK foi avaliada a partir dos resultados de simulações de um evento extremo de precipitação ocorrido na cidade de Maceió – AL (09° 39' 57" S; 35° 44' 07" W), no dia 18 de janeiro de 2004, utilizando o modelo meteorológico de mesoescala MM5. Essas simulações foram realizadas por Costa (2006), e possuem duas configurações, que visavam avaliar o aumento da resolução e a escolha de parametrizações físicas distintas, conciliando a melhoria dos resultados com o custo computacional. Porém, nesse trabalho, só serão avaliados os resultados da configuração mais limitada, que foi definida como **C1-2G**; ela possui 2 grades, com 27km e 9 km de resolução, sendo a segunda grade aninhada a primeira. Maiores detalhes sobre as parametrizações físicas utilizadas e demais configurações das simulações podem ser encontradas em Costa (2006).

Para a inicialização do modelo, foram utilizados dados meteorológicos de análise, oriundos do modelo global AVN do National Center for Environment Prediction – NCEP, com uma resolução espacial de 1° e resolução temporal de 6 horas. Os dados de precipitação foram cedidos pela Diretoria de Hidrometeorologia da Secretaria Executiva do Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Naturais - SEMARHN / AL. O total de precipitação acumulada em 24h, para este dia 18, foi de 110,9 mm.

## RESULTADOS

A figura 1 mostra o campo de precipitação acumulada em 24h no dia 18 de Janeiro de 2004 simulada pela grade de 9 km de resolução (1.a), juntamente com os totais da rede pluviométrica da SEMARHN / AL (1.b) para algumas cidades do estado de Alagoas. Percebe-se que o modelo conseguiu simular totais de precipitação próximos dos ocorridos, mas com alguns problemas no posicionamento dos núcleos.

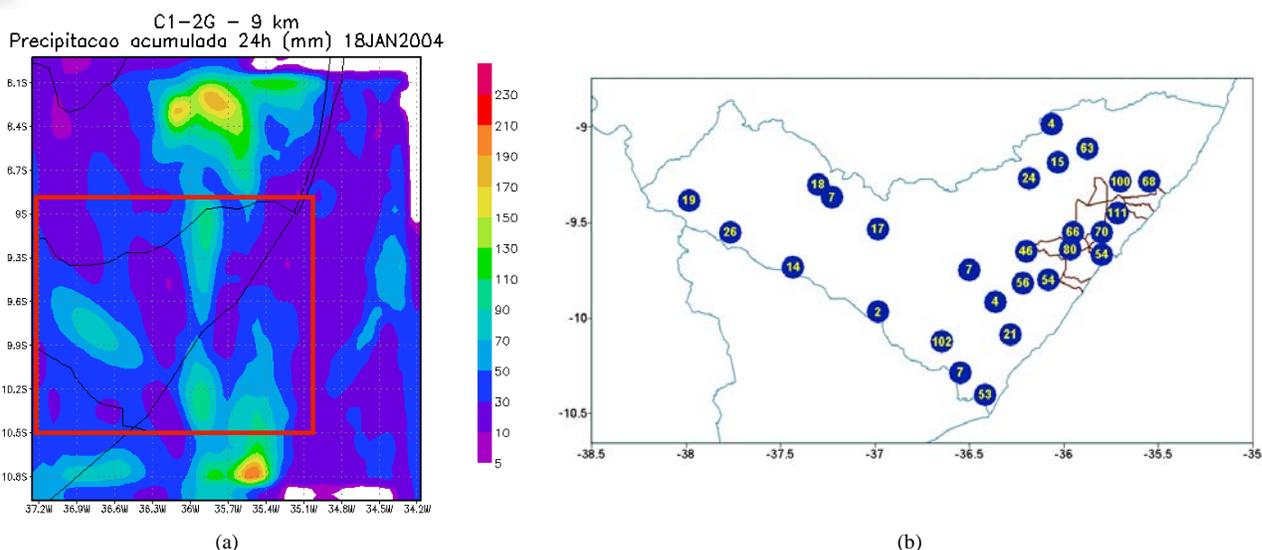


Figura 1 – Precipitação acumulada em 24h simulada pela grade 2 da configuração C1-2G (a), e observada pela rede da SEMARHN / AL no estado de Alagoas (b), para o dia 18/01/04.

Segundo dados de METAR da estação SBMO (09° 31' S; 35° 47' W; 117 m de altitude), obtidos em <http://www.redemet.aer.mil.br/>), a precipitação do dia 18 de janeiro de 2004 teve início efetivo a partir das 16Z. Buscou-se, então, analisar os valores do índice CK para as horas que a antecederam e logo após o seu início. A figura 2 mostra esses campos, também simulados pela grade de 9 km de resolução, da combinação C1-2G, juntamente com a precipitação ocorrida.

Analisando a figura 2, percebe-se regiões propícias a formação de convecção em vários pontos do estado, identificadas através de valores negativos do Índice CK. Há uma intensificação dos valores até as 20Z do dia 18, mas diminuem gradativamente na região de interesse logo após esse horário.

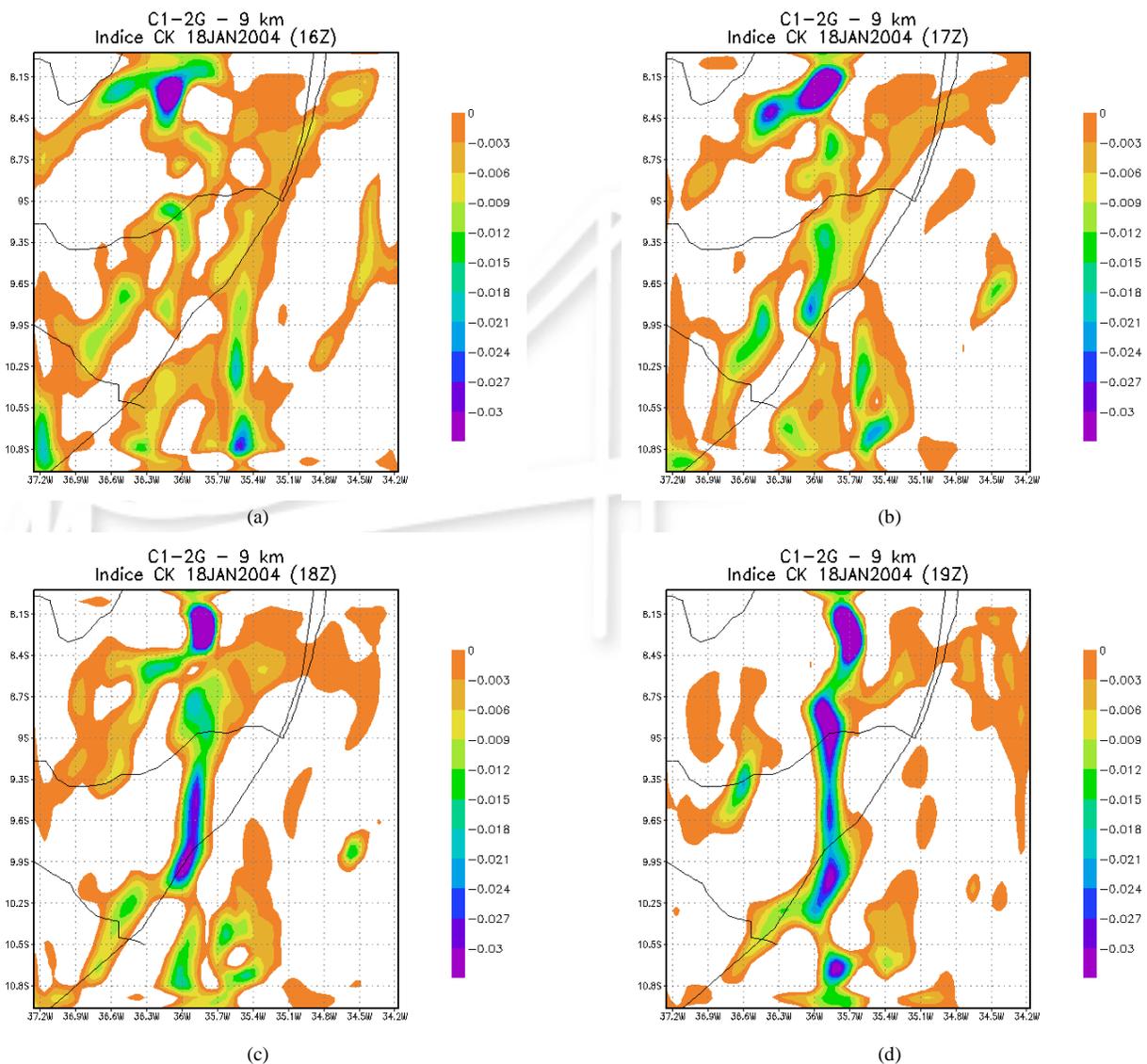
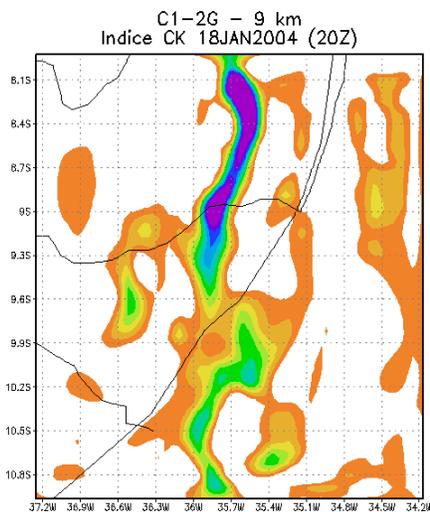
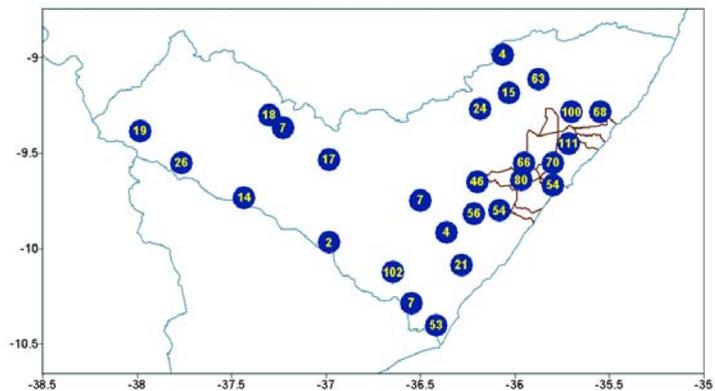


Figura 2 – Índice CK simulado pela Grade 2 da C1-2G, para 16Z (a), 17Z (b) e 18Z (c), 19Z (d), 20Z (e) e precipitação observada pela rede da SEMARHN / AL no estado de Alagoas (d), para o dia 18/01/04.



(e)



(f)

Figura 2 (CONTINUAÇÃO) – Índice CK simulado pela Grade 2 da C1-2G, para 16Z (a), 17Z (b) e 18Z (c), 19Z (d), 20Z (e) e precipitação observada pela rede da SEMARHN / AL no estado de Alagoas (f), para o dia 18/01/04.

Comparando as figuras 1 e 2, nota-se que valores negativos do Índice CK são observados mesmo onde o modelo não conseguiu mostrar precipitação significativa (figura 2). Isso pode ser verificado principalmente na região metropolitana do estado, onde foram registrados os maiores valores de precipitação pela rede pluviométrica; porém, a modelagem numérica não conseguiu posicionar esses núcleos corretamente, mostrando os maiores valores no nordeste de Alagoas e leste de Pernambuco (figura 1.a).

A rede observacional deficitária neste período não permite uma melhor avaliação da aplicabilidade do índice CK para o interior do estado.

## CONCLUSÕES

Através dos resultados da simulação do evento extremo ocorrido na cidade de Maceió – AL no dia 18 de janeiro de 2004, pode-se avaliar o uso do Índice CK, sugerido por Lima (2005). As simulações conseguiram mostrar totais de precipitação na mesma ordem dos observados, porém com discrepâncias em termos de posicionamento, o que ocorre com certa frequência nos atuais modelos de mesoescala.

Os campos do Índice CK também apresentam valores negativos em regiões onde não foram simulados os maiores valores de precipitação, em especial na região metropolitana do estado de Alagoas, identificando assim ambientes favoráveis à formação de convecção intensa, mesmo onde o modelo não conseguiu gerar precipitação significativa. Isso mostra que o uso do Índice CK tem aplicabilidade para regiões tropicais.

## **AGRADECIMENTOS**

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

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

**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.**

**LIMA, D. R. O., 2005, Diagnóstico de chuvas e previsão meteorológica para a bacia hidrográfica do Rio Manso. Dissertação de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.**

**NASCIMENTO, E. L., 2005, Previsão de tempestades severas utilizando-se parâmetros convectivos e modelos de mesoescala: uma estratégia operacional adotável no Brasil? Revista Brasileira de Meteorologia, vol. 20 (1), p. 121-140.**

