

# ESTUDO DIAGNÓSTICO DE UM COMPLEXO CONVECTIVO DE MESOESCALA OBSERVADO NO NORTE DO NORDESTE BRASILEIRO

Everaldo Barreiros de Souza<sup>(1)</sup> e José Maria Brabo Alves<sup>(2)</sup>

(1) Divisão de Ciências Meteorológicas - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE  
Av. dos Astronautas, 1758, São José dos Campos-SP, CEP-12227-010, everaldo@met.inpe.br

(2) Departamento de Meteorologia - FUNCEME, Fortaleza-CE.

## ABSTRACT

A diagnostic analysis of a Mesoscale Convective Complex (MCC) observed on April 24, 1997 over north sector of the Northeastern Region of Brazil is presented. The center of MCC reached Fortaleza-CE and vicinities and caused heavy precipitation. The area of MCC is about 200.000 Km<sup>2</sup> with a set of cumulonimbus with circular shape, temperature on the top of -75°C and a lifetime of approximately 10 hours. The FUNCEME's meteorological station recorded a total 270 mm of precipitation during an ininterrupt period of 13 hours, which corresponds to 79% of the monthly climatology of April. This heavy rain brought enormous damages to the population and to the Fortaleza city.

## 1. INTRODUÇÃO

Os Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM) caracterizam-se como um conjunto de nuvens cumulonimbus (Cb) frias e espessas que apresentam a forma circular e crescimento vertical explosivo num intervalo de tempo entre 6 a 12 horas e associam-se, frequentemente, com eventos de precipitação intensa, acompanhados de fortes rajadas de vento (Madox, 1980; Silva Dias, 1987).

Sobre a América do Sul, a maior parte dos trabalhos sobre CCM foram direcionados àqueles observados nas latitudes médias do norte da Argentina, Paraguai e sul do Brasil (Guedes, 1985; Velasco e Fritsch, 1987; Scolar e Figueiredo, 1990; Rocha, 1992; Duquia e Silva Dias, 1994; Machado *et al.*, 1994; Guedes *et al.*, 1994; Figueiredo e Scolar, 1996), que, em geral, ocorrem durante os meses de primavera e de verão do Hemisfério Sul (HS), formando-se no período noturno com ciclo de vida entre 10 a 20 horas. Em particular, sobre o Nordeste Brasileiro (NEB), observa-se a formação de sistemas meteorológicos de meso escala, tais como, Linhas de Instabilidade, CCM ou Cb isolados, associados à ocorrência de pancadas de chuva isolada. Até o presente, poucos estudos documentaram episódios de CCM sobre o NEB (Silva *et al.*, 1994; Gomes Filho e Souza, 1994; Mello *et al.*, 1996; Moura *et al.*, 1996; Vitorino *et al.*, 1997).

O presente trabalho apresenta uma análise da evolução temporal, ciclo de vida e as condições meteorológicas associadas à atuação de um intenso CCM observado sobre o norte do NEB no dia 24/04/1997, o qual atingiu principalmente a região litorânea próximo à Fortaleza no Estado do Ceará. Este sistema de mesoescala ocasionou precipitação contínua e intensa, sendo considerado o mais forte registrado neste século no Ceará, provocando enormes prejuízos e transtornos à população de Fortaleza. De acordo com o boletim da Coordenadoria de Defesa Civil (CODEC-CE) registraram-se alagamentos em 24 bairros, sendo que 300 casas foram parcialmente destruídas, devido ao transbordamento de canais e rios, além da morte por afogamento de uma pessoa idosa.

## 2. DADOS E METODOLOGIA

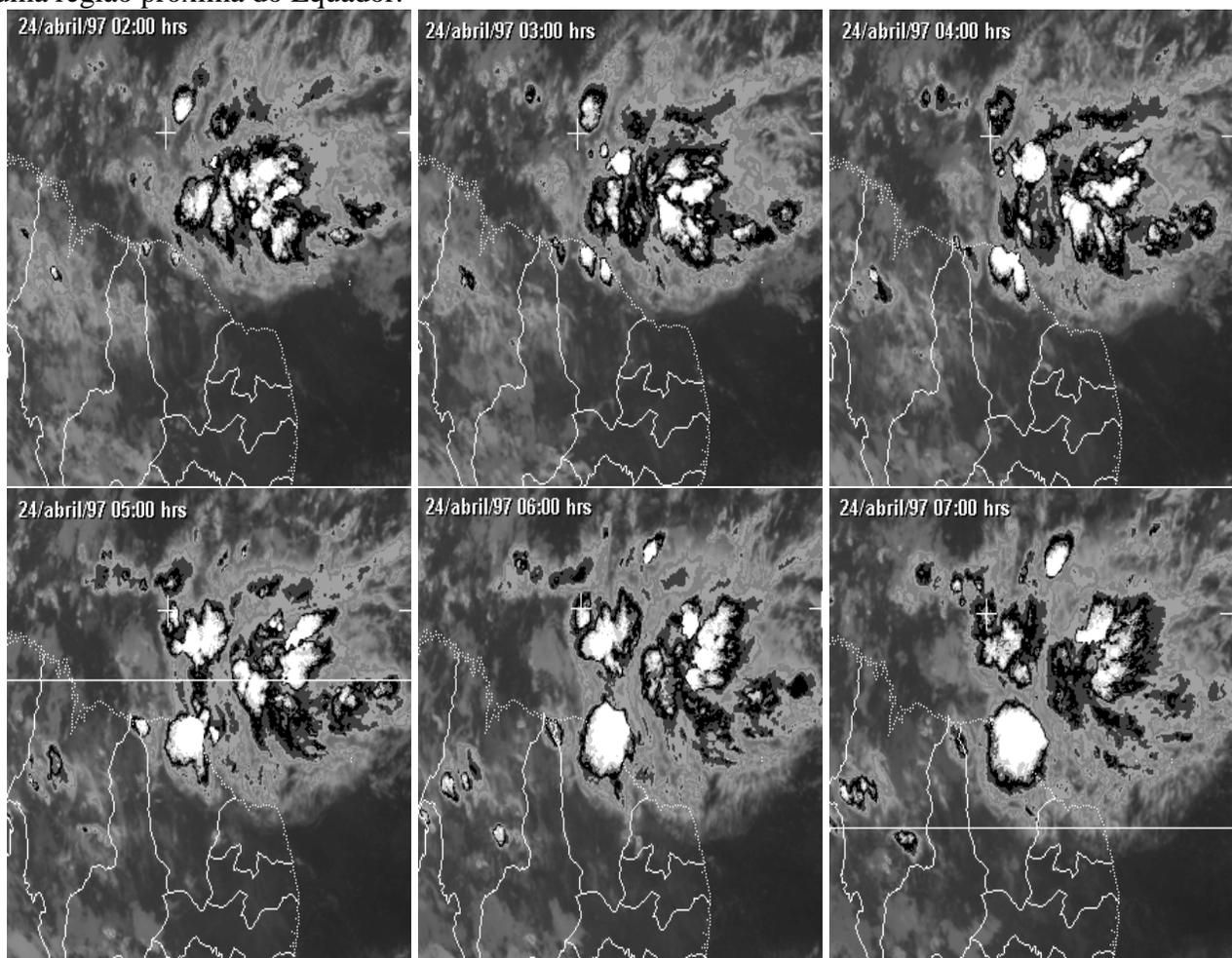
Neste trabalho utilizaram-se as imagens horárias do satélite Meteosat-6 no canal infravermelho processadas na FUNCEME no dia 24/04/1997, os campos meteorológicos da análise do dia 24/04/97 às 09:00 h local gerada pelo modelo global do CPTEC/INPE, a temperatura da superfície do mar (TSM) semanal de 23 a 27/04/97 fornecida pela *National Centers for Environmental Prediction* (NCEP), os totais acumulados da precipitação observada no Estado do Ceará no dia 24/04/97

proveniente da rede pluviométrica gerenciada pela FUNCEME e os dados coletados na estação meteorológica de superfície da FUNCEME.

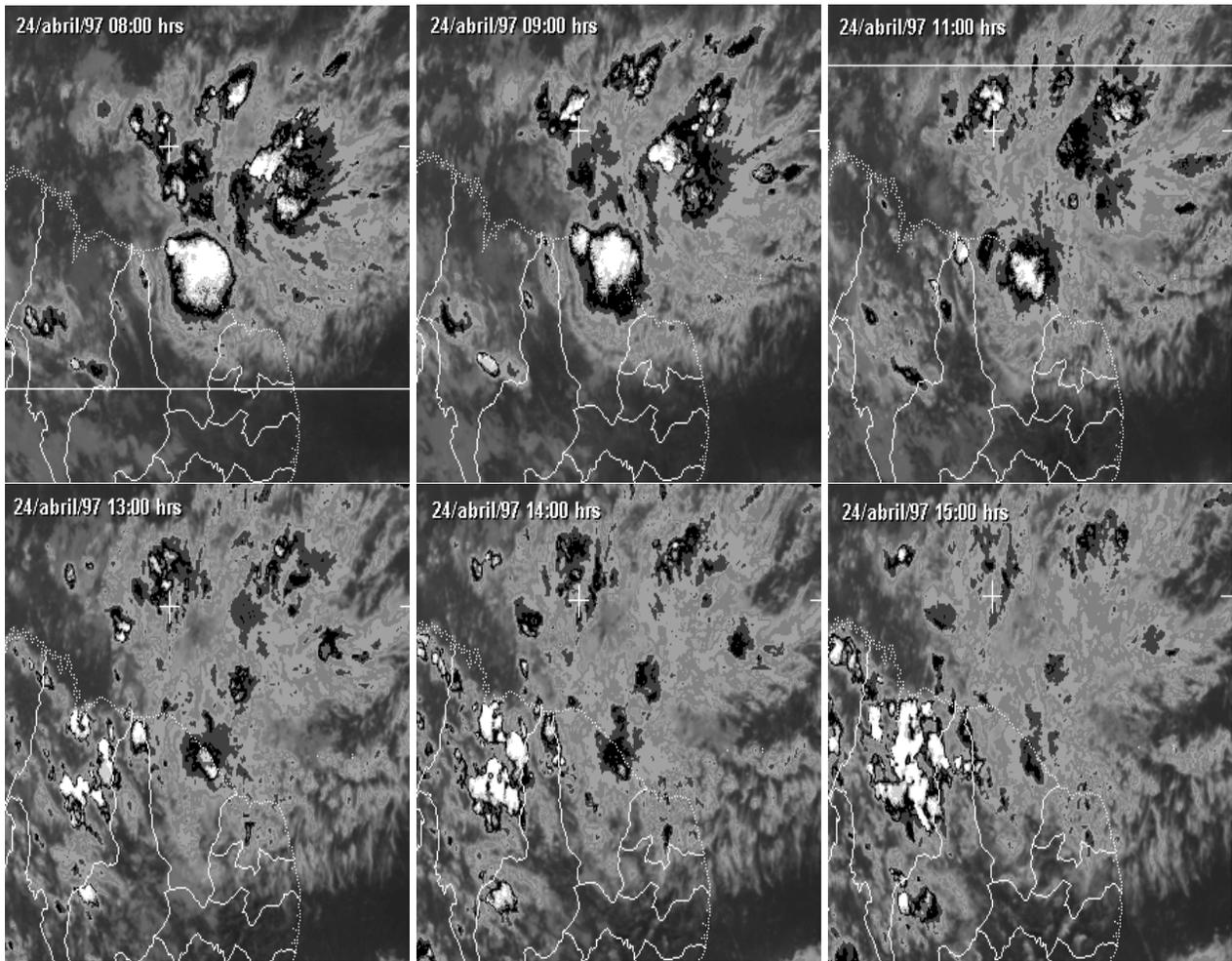
A partir de uma minuciosa análise realizada com todos os dados descritos acima, diagnosticou-se a evolução temporal, o ciclo de vida e as condições meteorológicas na superfície e em altitude sobre a região de atuação do CCM observado no dia 24/04/97.

### 3. ANÁLISE DIAGNÓSTICA DO CCM

Através da seqüência horária das imagens do satélite Meteosat-6 (Figura 1), no canal infravermelho, realçadas para visualizar as células convectivas profundas, foi possível acompanhar o ciclo de vida do CCM no dia 24/04/97, desde o início de sua formação, por volta das 03:00 h local, até a sua total dissipação (13:00 h). Nas imagens de satélite das 04:00 e 05:00 h percebe-se o CCM já formado, englobando uma área horizontal maior do que 100.000 Km<sup>2</sup> e com temperatura no topo das nuvens alcançando -75°C. Nas imagens subsequentes (06:00, 07:00, 08:00 e 09:00 h) o CCM atinge uma área maior do que 200.000 Km<sup>2</sup> mantendo a mesma temperatura no topo (note o núcleo branco perfeitamente circular centrado sobre Fortaleza). Por volta das 13:00 h ocorre o processo de dissipação do CCM (totalizando um ciclo de vida de 10 horas), deixando principalmente o Ceará e Rio Grande do Norte totalmente encobertos por nebulosidade estratiforme (veja nas imagens o tom de cinza mais claro). Portanto, considerando-se a definição de Madox (1980), o CCM observado sobre Fortaleza apresentou características físicas do tamanho A, ou seja, camada de nuvens Cb com temperatura no topo menor do que -32°C, área horizontal maior do que 100.000 Km<sup>2</sup> e ciclo de vida maior do que 6 horas. Vale ressaltar que o CCM de tamanho A definido por Madox foi caracterizado para CCM observados em latitudes subtropicais dos Estados Unidos, enquanto que o CCM em estudo formou-se numa região próxima do Equador.

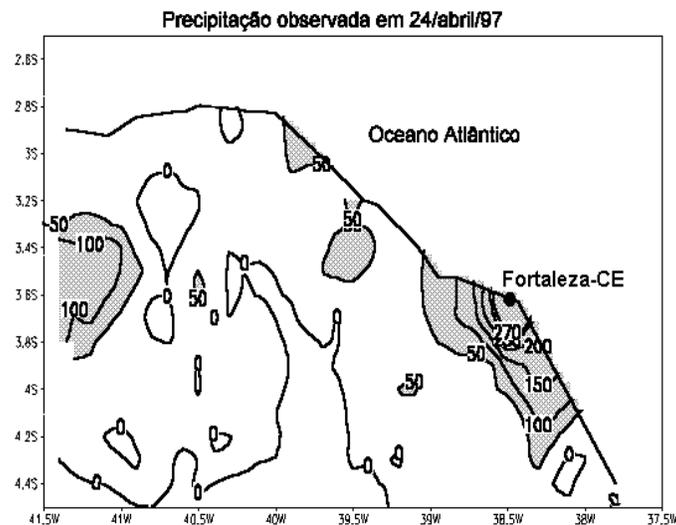


**Figura 1:** Sequência horária das imagens do satélite Meteosat-6, no canal infravermelho, setorizadas para a região norte do NEB e realçadas para visualizar as células convectivas profundas (cumulonimbus), durante o dia 24/04/97.



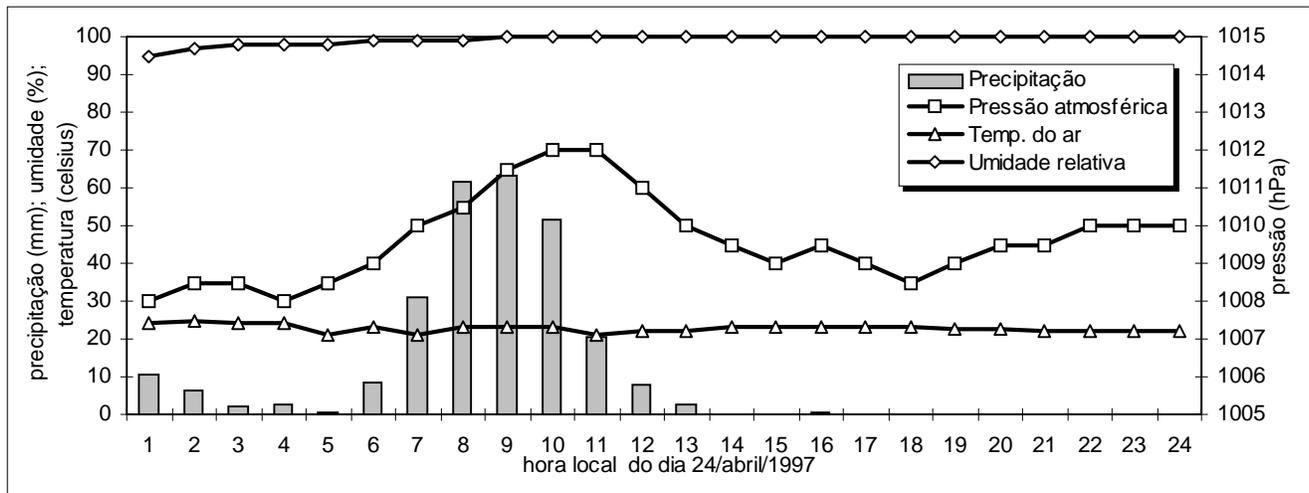
**Figura 1:** Conclusão.

Na Figura 2 mostra-se a distribuição espacial da precipitação acumulada observada no dia 24/04/97 sobre o setor norte do Ceará, onde a região de Fortaleza (localizada sobre o ponto preto da figura) e adjacências registraram um total de 270mm, o qual correspondeu a aproximadamente 79% da climatologia mensal de abril sobre a estação meteorológica da FUNCEME em Fortaleza.



**Figura 2:** Precipitação acumulada (mm) sobre o setor norte do Estado do Ceará no dia 24/04/97.

A temperatura do ar na estação da FUNCEME variou entre 22°C a 25°C, a pressão atmosférica à superfície, antes da formação do CCM, ficou num patamar relativamente baixo (1008 hPa), enquanto que durante a fase de maturação do CCM a pressão sofreu um aumento gradual e chegou a 1012 hPa. Durante todo o dia a umidade relativa oscilou acima de 90% (Figura 3). Na distribuição horária da precipitação notou-se que a precipitação começou por volta de 01:00 h local e estendeu-se ininterruptamente até às 13:00 h. O período de chuva mais intenso ocorreu entre 07:00 e 11:00 h, atingindo magnitudes maiores do que 60mm/h, sendo que computou-se um total acumulado de 270mm (barras verticais na Figura 3).



**Figura 3:** Distribuição horária da precipitação (mm/h), pressão atmosférica (hPa), temperatura do ar (°C) e umidade relativa (%) observada na estação meteorológica de superfície da FUNCEME no dia 24/04/97.

Os resultados da análise sinótica feita com todas as variáveis de superfície e em altitude no dia 24/04/97 às 09:00 h local (figuras não mostradas) foram os seguintes: nos campos meteorológicos observados nos baixos níveis da troposfera (1000 e 925 hPa), observou-se a presença de convergência dos alísios inclinada sobre o Ceará, associando-se com movimento vertical ascendente. O alto conteúdo de umidade relativa sobre o Ceará e a TSM maior do que 28°C na costa norte do NEB favoreceram o disparo da atividade convectiva profunda. Os ventos alísios soprando de nordeste resultaram na advecção de ar quente do oceano em direção ao Ceará. Com relação aos campos nos altos níveis troposféricos (300 e 200 hPa), associados à convergência do vento à superfície, à vorticidade ciclônica e ao movimento vertical ascendente, observou-se, por continuidade de massa, a presença de uma circulação anticiclônica sobre o setor norte do Ceará, precedida de divergência do vento e um núcleo fechado de máxima altura geopotencial. Nas análises das seções verticais sobre o ponto de grade em cima de Fortaleza-CE (3,7°S e 38,5°W) notou-se a presença de convergência do vento manifestando-se desde a superfície até aproximadamente 300 hPa. Associado a essa convergência, verificou-se um ramo de ar ascendente em toda a camada atmosférica da superfície até os altos níveis. Esse movimento do ar para cima transportou a umidade até o nível de 700 hPa. Observou-se também a atuação de vorticidade ciclônica principalmente nos baixos níveis da atmosfera, a qual é, provavelmente, a responsável pela forma essencialmente circular dos CCM (Silva Dias, 1996).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Duquia, C. G. e Silva Dias, M. A. F. Complexo convectivo de mesoescala: um estudo de caso para o oeste do Rio Grande do Sul. In: VIII CBMet., SBMET. *Anais*, 2: 610-612, 1994.
- Figueiredo, J. C. e Scolar, J. Estudo da trajetória dos sistemas convectivos de mesoescala na América do Sul. In: VII Congresso Argentino de Meteorologia e VII Congresso Latino-americano e Ibérico de Meteorologia. *Anais*, Buenos Aires, 1996.
- Gomes Filho, M.F.; Souza, E.P. Sistemas de mesoescala com propagação sobre a Paraíba: um estudo de caso. In: VII CBMet. *Anais*, 2: 183-186, 1994.

- Guedes, R. L. *Condições de grande escala associadas a sistemas convectivos de mesoescala sobre a região central da América do Sul*. Dissertação de MSc. em Meteorologia, IAG-USP, 1985.
- Guedes, R. L., Machado, L. A. T., Silveira, J. M. B., Alves, M. A. S. e Waltz, R. C. Trajetórias dos sistemas convectivos sobre o continente americano. In: VIII CBMet. *Anais*, 2: 77-80, 1994.
- Machado, L. A. T., Guedes, R. L., Silveira, J. M. B., Alves, M. A. S. e Waltz, R. C. O ciclo de vida dos sistemas convectivos. In: VIII CBMet. *Anais*, 2: 323-326, 1994.
- Madox, R. A. Mesoscale convective complexes. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 61: 1374-1387, 1980.
- Mello, N. G. S., Sakamoto, M. S. e Torsani, J. A. Um estudo de caso de um sistema convectivo de mesoescala observado no Nordeste do Brasil. In: IX CBMet. *Anais*, 2: 940-944, 1996.
- Moura, G. B. A., Nobre, P., Lacerda, F. F., Rodrigues, R. S. e Reis, A. C. S. Estudo de caso: Identificação de um aglomerado convectivo em Salvador nos dias 08 e 09 de abril de 1996. In: IX CBMet. *Anais*, 2: 971-974, 1996.
- Rocha, R. P. *Simulação numérica de sistemas de mesoescala sobre a América do Sul*. Dissertação de MSc. em Meteorologia, IAG-USP, 1992.
- Scolar, J. e Figueiredo, J. C. Análise das condições sinóticas associadas a formação de complexos convectivos de mesoescala. In: VI CBMet. *Anais*, 2: 455-461, 1990.
- Silva Dias, M. A. F. Sistemas de mesoescala e previsão de tempo a curto prazo. *RBMet.*, 2: 133-150, 1987.
- Silva Dias, M. A. F. Sistemas convectivos de mesoescala sobre o sul do Brasil. *Climanálise* (Edição Comemorativa de 10 anos), 1996. pg. 173-182.
- Silva, R.R.; Gandú, A.W.; Silva Filho, V.P.; Klein, M.; Gomes Filho, M.F.; Branco, M.A.C. Estudo numérico da influência da topografia na formação de sistemas convectivos no sul do Ceará. In: VII CBMet. *Anais*, 2: 529-531, 1994.
- Velasco, I. and Fritsch, J. M. Mesoscale convective complexes in the Americas. *J. Geophys. Res.*, 92(D8): 9591-9613, 1987.
- Vitorino, M. I., Silva, M. E. S. e Alves, J. M. B. Classificação de sistemas convectivos de mesoescala no setor norte do Nordeste Brasileiro. *RBMet.*, 12(1): 21-32, 1997.