

# AMBIENTE SINÓTICO ASSOCIADO À OCORRÊNCIA DE UM AGLOMERADO CONVECTIVO SOBRE A REGIÃO SUL DO BRASIL.

Ernani de Lima Nascimento<sup>1</sup>

- Meteorologia de Mesoescala - Sistemas convectivos - Condições dinâmicas em escala sinótica

## ABSTRACT

In this investigation, an analysis of the synoptical environment associated to the development of a mesoscale convective system which moved across the southern region of Brazil was carried out. The synoptical conditions are compared with those commonly observed during the development of Mesoscale Convective Complexes (MCC). In a qualitative basis, the conditions which led to the formation and growth of the convective system resembled those related to the middle-latitude MCC's. However, in a quantitative analysis, the synoptical conditions were not able to support the growth of a typical MCC.

## **1. INTRODUÇÃO:**

Grande atenção tem sido dada ao estudo dos Sistemas Convectivos de Mesoescala (SCM) não só pela severidade das condições de tempo associadas a eles, mas também pelo fato destes sistemas gerarem, em determinado estágio de evolução, precipitação contínua sobre uma extensa área. Isto pode ser importante do ponto de vista da agricultura se a ocorrência dos SCM for freqüente em uma determinada época do ano (Maddox, 1983).

Os SCM são classificados de acordo com suas características físicas, organização e região de ocorrência (Maddox, 1980). Destes sistemas, os Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM) e as Linhas de Instabilidade (LI) afetam as condições de tempo no sul e sudeste do Brasil.

Neste trabalho analisa-se a ocorrência de um aglomerado convectivo que se deslocou sobre o oeste da Região Sul do Brasil no dia **19 de maio de 1994**, provocando chuvas intensas. Deve ficar claro que este sistema NÃO atingiu um estágio de organização que permitisse classificá-lo com CCM ou LI. O objetivo principal do estudo aqui apresentado é comparar as condições atmosféricas reinantes no período da gênese e desenvolvimento deste sistema com aquelas descritas para os CCM em diversos trabalhos — Maddox (1980), Maddox (1983), Guedes e Silva Dias (1984), Guedes (1985), Velasco e Fritsch (1987), Silva Dias (1987), Scolar e Figueiredo (1990).

## **2. DADOS E METODOLOGIA:**

São utilizadas imagens do canal IR do satélite geostacionário Meteosat-3 (75°W) e análises dos campos meteorológicos de 00GMT e 12GMT do dia 19 de maio de 1994 do Medium Range Forecast (MRF) do modelo do National Center for Environmental Prediction (NCEP). A discussão é feita segundo um método similar ao empregado em Maddox(1983), ou seja, pela análise dos campos meteorológicos em escala sinótica para o período antecedente à formação do SCM (00GMT) e para o período referente ao estágio de desenvolvimento do padrão convectivo (12GMT).

---

<sup>1</sup> Departamento de Ciências Atmosféricas - IAG/USP - Rua do Matão, 1226 - CEP. 05508-900 - São Paulo/SP  
Tel. (011) 8184661 - FAX (011) 8184714 - email: ernascim@model.iag.usp.br

### 3. RESULTADOS:

As figuras 1(a-c) mostram as imagens de satélite (IR) para o dia 19 de maio de 1994. Pela figura 1a percebe-se que de madrugada (07GMT) ainda não há evidências claras de sistemas convectivos se desenvolvendo sobre o norte da Argentina ou Paraguai. Há uma frente fria em fase de dissipação sobre o Oceano Atlântico mas causando ainda alguma nebulosidade sobre o Rio Grande do Sul. Uma outra frente se desloca sobre a Argentina. Na imagem das 12GMT (figura 1b), são facilmente observáveis dois aglomerados convectivos sobre o Paraguai/Nordeste da Argentina e já atuando sobre o extremo oeste do Paraná e noroeste do Rio Grande do Sul. Na imagem das 18GMT (figura 1c) é possível ver a cobertura de Cirrus associada aos aglomerados que agora parecem formar um único sistema que se estende por quase toda a região Sul.

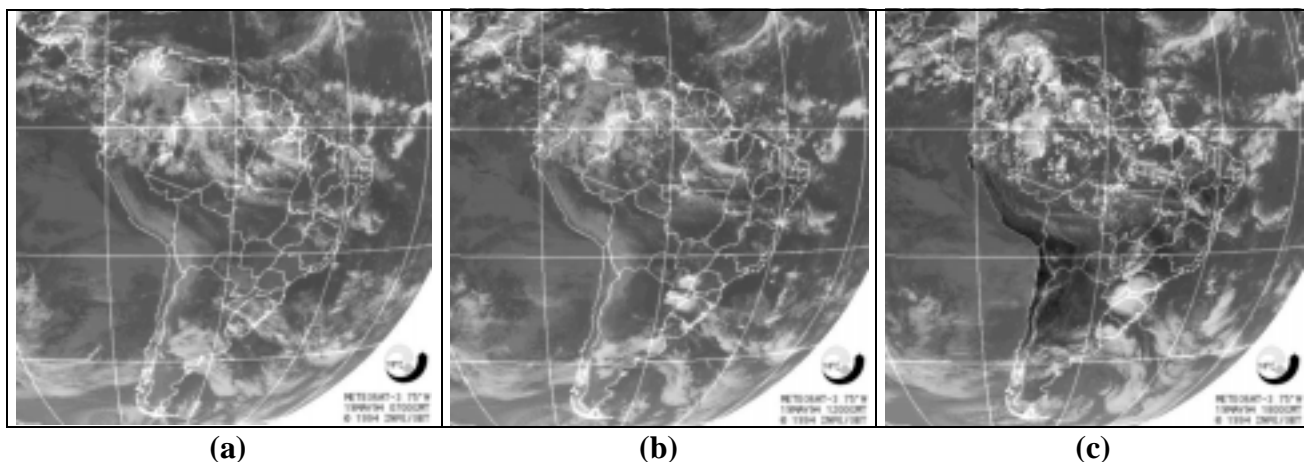


Figura 1: Imagens do satélite Meteosat para o dia 19/05/1994 (canal IR):  
(a) 0700GMT (b) 1200GMT (c) 1800GMT

É interessante ressaltar que o setor onde este sistema se formou é coerente com a região propícia à formação de CCM's nas latitudes médias da América do Sul — Guedes e Silva Dias (1984), Guedes (1985), Velasco e Fritsch (1987), Scolar e Figueiredo (1990).

#### 3.1. Condições antecedentes: 00GMT do dia 19/05/1994:

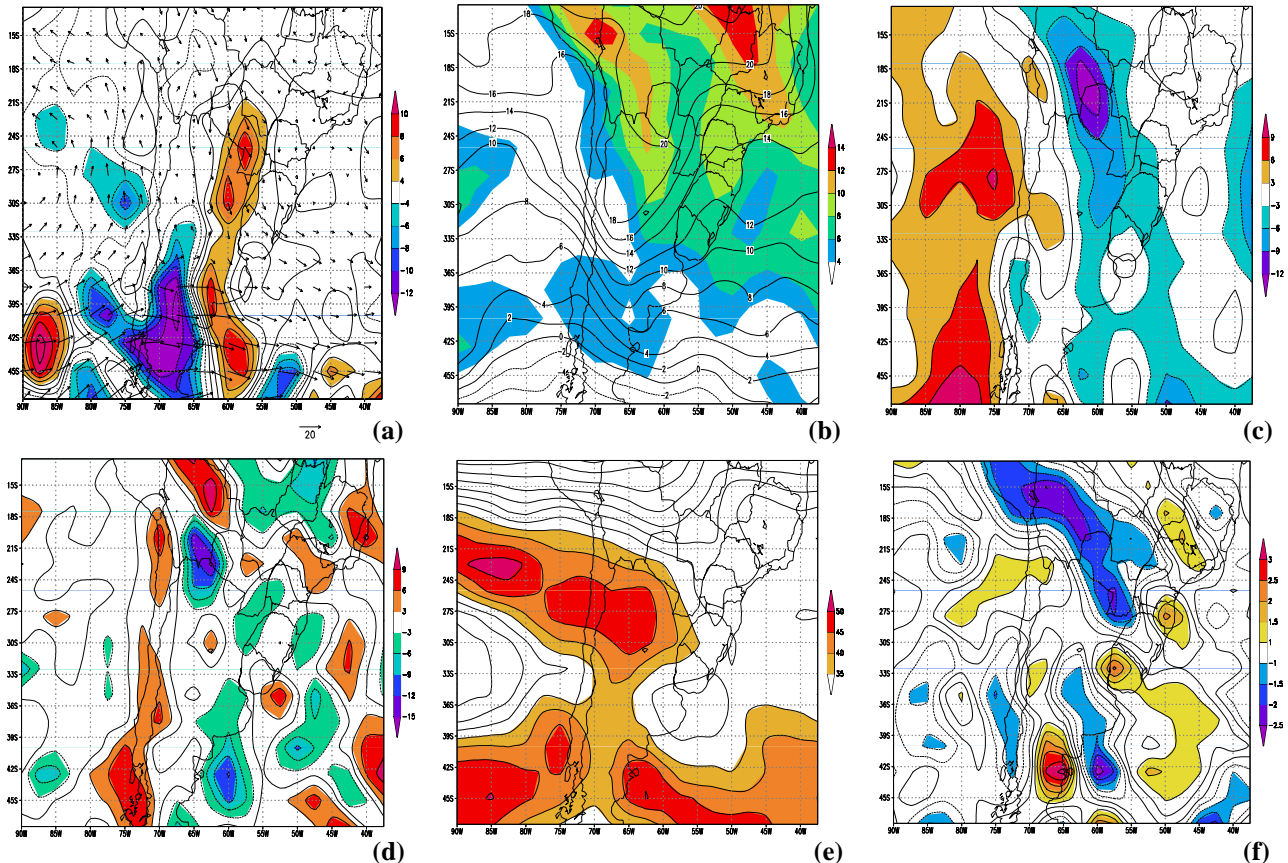
O campo de geopotencial em 1000hPa (não mostrado) apresentou um núcleo mínimo de 60mgp sobre o norte da Argentina e oeste do Paraguai, associado à presença de uma região de baixa pressão em superfície. Observou-se, também neste nível, a presença de uma "língua" quente e seca sobre o Paraguai e a fronteira Brasil-Argentina. Isto difere em parte do padrão discutido por Maddox (1983) e Scolar e Figueiredo (1990), que destacam a existência de uma "língua" quente e úmida em superfície na região favorável ao desenvolvimento de CCM's.

Analisando o nível de 850hPa nota-se, com o auxílio da figura 2a, a presença de um jato moderado com acentuada componente de norte e promovendo intensa advecção positiva de temperatura sobre a região enfocada. A existência deste jato de baixos níveis (JBN) com componente norte e posicionado a leste dos Andes é considerado um padrão de circulação relativamente persistente no período quente do ano na América do Sul (Virji, 1981). Além disso, a presença de um JBN é fortemente salientada em diversos trabalhos que abordam a gênese de SCM's em latitudes médias (Maddox, 1983; Guedes e Silva Dias, 1984; Silva Dias, 1987; Scolar e Figueiredo, 1990).

A figura 2b permite verificar um núcleo quente (acima de 20°C) e relativamente úmido ( $\approx 10\text{g/kg}$  de razão de mistura) sobre o norte do Paraguai e noroeste da Argentina e que coincide razoavelmente com o eixo do JBN analisado na figura 2c (núcleo de  $-12\text{m/s}$ ). Ou seja, o jato em 850hPa está promovendo advecção quente e úmida. A penetração, em baixos níveis, de ar quente e razoavelmente úmido proveniente da região Amazônica algumas horas antes do surgimento de aglomerados convectivos pode ser considerado um dos elementos que favorecem a formação dos mesmos (Silva Dias, 1987).

Pela figura 2d é possível notar regiões de convergência de umidade em 850hPa sobre o extremo norte da Argentina e toda a fronteira Brasil-Argentina. Sobre esta última região havia a presença de uma língua seca (figura 2b), não representando uma oferta de umidade tão importante.

Em 500hPa (não mostrado), nenhum padrão relevante se destacou no campo de geopotencial, exceto um ligeiro cavado sobre a fronteira entre a Bolívia e o estado do Mato Grosso do Sul. A figura 2e permite avaliar melhor o posicionamento do núcleo do jato subtropical. Percebe-se que o centro de velocidade máxima do jato ( $u > 50\text{m/s}$ ) esteve sobre o Oceano Pacífico, com um máximo secundário ( $u > 45\text{m/s}$ ) sobre os Andes e noroeste Argentino. Deve-se chamar atenção para o fato de que, neste horário, a região estudada localizava-se aproximadamente na saída equatorial do jato, que não é o setor mais favorável para o desenvolvimento de sistemas convectivos por estar no ramo descendente da célula de circulação transversa indireta.



**Figura 2:** Campos às 00GMT (19/05/94): (a) vento (m/s) e advecção de temp. ( $\cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C s}^{-1}$ ) (b) temp. (linhas sólidas  $[\text{ } ^\circ\text{C}]$ ) e raz. de mistura (sombreado  $[\text{g/kg}]$ ) (c) comp. merid. do vento (m/s) (d) diverg. de umidade (valores negativos  $\Rightarrow$  convergência) ( $\cdot 10^{-5} \text{ } \text{g/kg s}^{-1}$ ) (e) comp. zonal do vento (m/s) (f) divergência ( $\cdot 10^{-5} \text{ } \text{s}^{-1}$ ). De (a) a (d)  $\Rightarrow$  850hPa; (e) e (f)  $\Rightarrow$  200hPa. Cores quentes  $\Rightarrow$  valores positivos; cores frias  $\Rightarrow$  valores negativos.

Isto pode ser confirmado investigando-se o campo de divergência de massa em 200hPa (figura 2f). Sobre todo o território Paraguaio e o extremo nordeste da Argentina há um setor de convergência (e portanto, associado a divergência em baixos níveis) consistente com o posicionamento do jato subtropical.

Portanto, no final da noite do dia 18 de maio a configuração dinâmica da atmosfera em altos níveis ainda não favorecia o “disparo” de convecção profunda na região estudada. As condições nos níveis mais baixos da troposfera, por outro lado, assemelharam-se significativamente com as condições observadas em períodos antecedentes à formação de CCM’s.

### 3.2. Condições no horário de crescimento do SCM: 12GMT do dia 19/05/1994.

Os campos de geopotencial e vento em 1000hPa (não mostrados) indicavam um núcleo de baixa pressão sobre o Norte da Argentina e Paraguai, a oeste da região onde os dois aglomerados convectivos eram observados (vide imagem de satélite deste horário, figura 1b). Ou seja, os sistemas

estavam coerentemente localizados no setor associado ao vento com componente norte em superfície, que favorece a sustentação dos mesmos devido à alimentação de calor e umidade. Os campos de temperatura e razão de mistura também neste nível indicavam uma atmosfera ligeiramente mais úmida que no horário anterior. Uma “língua” quente ainda era observada ao sul da Paraguai, porém com temperaturas um pouco mais baixas.

Na figura 3a é notável um núcleo importante de advecção quente em 850hPa estendendo-se sobre a região onde são observados os aglomerados convectivos. Scolaer e Figueiredo (1990) apresentaram um resultado análogo no estudo de um caso de CCM. A presença deste núcleo em baixos níveis é certamente um dos fatores responsáveis pelo suporte e desenvolvimento dos sistemas. A advecção quente está sendo promovida pelo JBN com forte componente norte que sopra sobre todo o território Paraguai e que já era observado na horário anterior.

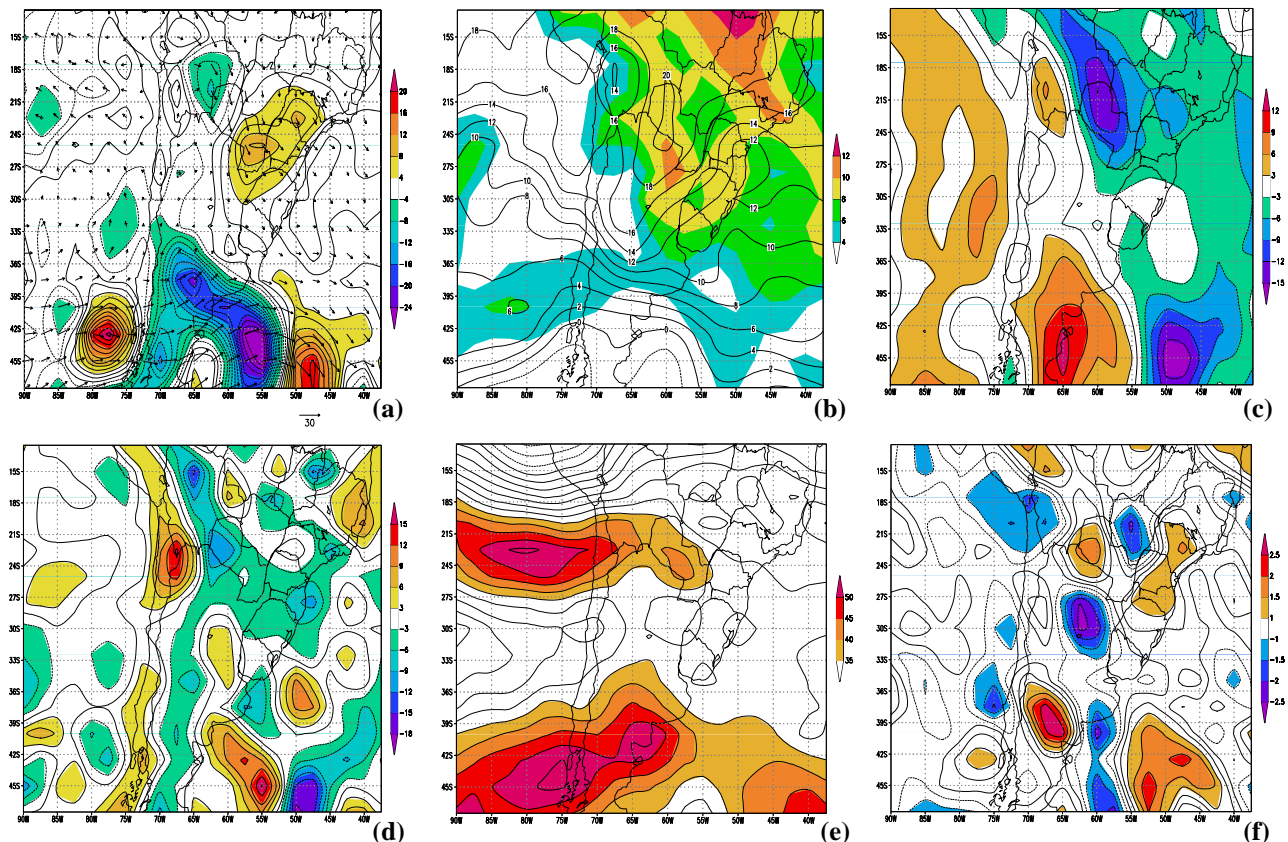


Figura 3: Mesmo que na figura 2, porém referente às 12GMT (19/05/94).

Pela análise da temperatura e razão de mistura neste nível (figura 3b) nota-se um núcleo mais úmido (10g/kg) e uma “língua” quente ambos a oeste da posição dos sistemas. O campo de umidade concorda razoavelmente bem com os resultados discutidos por Maddox (1983) e Guedes e Silva Dias (1984). Entretanto, o campo de temperatura na região de ocorrência dos sistemas não apresentou um gradiente tão intenso quanto os observados nos trabalhos citados. A figura 3d, por sua vez, mostra uma extensa faixa de convergência de umidade orientada no sentido noroeste-sudeste desde a Bolívia até o litoral sul do Brasil, passando pelo Paraguai.

A figura 3e indica a componente zonal do vento em 200hPa. Comparando com o horário anterior (figura 2e) percebe-se que o núcleo principal do jato subtropical ( $u > 50\text{m/s}$ ) deslocou-se ligeiramente para leste e experimentou uma intensificação. Além disso, um centro secundário de velocidade máxima ( $u > 40\text{m/s}$ ) estabeleceu-se sobre o Paraguai e parece ter sido o principal mecanismo para a formação e manutenção dos aglomerados convectivos neste horário.

Esta afirmação decorre do fato de que, pelo campo de divergência em 200hPa (figura 3f), é possível notar que este núcleo secundário do jato subtropical foi capaz de gerar seu próprio padrão de circulação transversa. Ou seja, determinando setores de divergência na sua entrada equatorial e saída polar e setores de convergência na sua saída equatorial e entrada polar. Observe que o setor de

divergência na entrada equatorial (que, por sua vez, induz convergência em baixos níveis) deste núcleo secundário coincide razoavelmente com o núcleo do JBN como pode ser visto na figura 3c que indica a componente meridional do vento em 850hPa. Ficou caracterizado, de certa forma, um acoplamento entre o JBN e o jato subtropical — o que é reconhecidamente um fator essencial para o desenvolvimento de tempestades (Uccellini e Johnson, 1979).

#### 4. CONCLUSÃO:

Os resultados indicam que as condições atmosféricas observadas em baixos níveis algumas horas antes do surgimento do sistema convectivo (00GMT do dia 19 de maio) foram consistentes com aquelas observadas anteriormente à ocorrência de CCM's. Entretanto, a atmosfera sobre a região estudada apresentou-se mais seca em baixos níveis e o posicionamento do jato subtropical neste horário desfavorecia o desenvolvimento de convecção profunda na região.

No horário das 12GMT do dia 19, quando foi possível notar a presença dos aglomerados, as condições sinóticas em baixos níveis favoreciam o desenvolvimento de sistemas convectivos devido à advecção quente e de umidade promovida por um jato de norte em 850hPa. A atmosfera neste horário suportava um conteúdo ligeiramente maior de umidade se comparado ao horário anterior, mas ainda abaixo do observado em outros estudos (Maddox, 1983; Scolar e Figueiredo, 1990).

O surgimento em altos níveis (200hPa) de um centro secundário de velocidade máxima do jato subtropical — desacoplado do núcleo principal — sobre a região onde eram observados os aglomerados parece ter sido um mecanismo fundamental para a formação dos mesmos. Este núcleo secundário gerou uma circulação transversa em uma escala mais reduzida que o comum e, acoplando-se ao JBN em 850hPa, satisfaz a condição que faltava para o “disparo” do sistema.

Os aglomerados convectivos **não** atingiram um grau de organização que os classificassem como CCM. Qualitativamente, o ambiente sinótico que levou ao seu desenvolvimento concordaram bem com as condições descritas para os CCM's, mas ficou claro que a oferta de umidade na região (razão de mistura com valor máximo pouco acima de 10g/kg) não atingiu um valor comparável ao observado no desenvolvimento daqueles sistemas (valores de 14 a 16g/kg nas proximidades da região de gênese - Maddox, 1983; Scolar e Figueiredo, 1990).

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- GUEDES, R. L., SILVA DIAS, M. A. F. (1984): Estudo de tempestades severas associadas com o jato subtropical na América do Sul. *Anais do III CBMET*, pp. 289-296.
- GUEDES, R. L. (1985): Condições de grande escala associadas a sistemas convectivos de mesoescala sobre a região central da América do Sul. *Dissertação de Mestrado*, Dep. Meteorologia, IAG-USP, 89p.
- MADDOX, R. A. (1980): Mesoscale convective complexes. *Bull. Am. Met. Soc.*, 61 (11), pp. 1374-1387.
- MADDOX, R. A. (1983): Large-scale meteorological conditions associated with midlatitude, mesoscale convective complexes. *Mon. Wea. Rev.*, 111, pp. 1475-1493.
- SCOLAR, J.; FIGUEIREDO, J. C. (1990): Análise das condições sinóticas associadas à formação de complexos convectivos de mesoescala. *Anais do VI CBMET*, pp. 457-461.
- SILVA DIAS, M. A. F. (1987): Sistemas de mesoescala e previsão de tempo a curto prazo. *Rev. Bras. Met.*, 2, pp. 133-150.
- UCCELLINI, L.W.; JOHNSON, D.R. (1979): The coupling of upper and lower tropospheric jet streaks and implications for the development of severe convective systems. *Mon. Wea. Rev.*, 107 (6), pp. 682-703.
- VELASCO, I.; FRITSCH, J. M. (1987): Mesoscale convective complexes in the Americas. *Jour. Geoph. Res.* 92 (D8), pp. 9591-9613.
- VIRJI, H. (1981): A preliminary study of summertime tropospheric circulation patterns over South America estimated from cloud winds. *Mon. Wea. Rev.*, 109, pp. 599-610.