

EVOLUÇÃO DE UMA TEMPESTADE E AS CONDIÇÕES AMBIENTAIS DE CISALHAMENTO VERTICAL DO VENTO E GRADIENTE HORIZONTAL DE UMIDADE

CARDOSO NETA, Luciana¹

GOMES, Roseli Gueths²

MACEDO, Alice dos Santos³

^{1,2,3} Centro de Pesquisa e Previsões Meteorológicas - (CPPMet) –
Av. Engenheiro Ildefonso Simões Lopes, 2751 - CEP: 96060-290 –
Telefone: (53) 3277-6690 - Pelotas - RS –Brasil

1 INTRODUÇÃO

Nas Grandes Planícies dos Estados Unidos (EUA), a linha seca (*dryline*, em inglês) é considerada como a principal causadora de tempestades no início do verão e durante a primavera (Schaefer 1974 e Lin 2007). Esta linha constitui uma região de descontinuidade de umidade, formada quando uma massa de ar seco se encontra com uma massa de ar úmido. Segundo Lin (2007) as linhas secas apresentam algumas características marcantes, dentre as quais um gradiente horizontal de umidade ($10\text{gkg}^{-1}/100\text{km}$). O lado mais seco é mais denso que o lado úmido, o que provoca um gradiente de pressão e o deslocamento da linha em direção ao lado mais úmido (Gevaerd et al., 2006). Por sua vez, o movimento desta linha acarreta no levantamento do ar quente para níveis superiores, por mecanismo de corrente de densidade, dando início a convecção (Seitter, 1986).

Para Sun e Wu (1992) o cisalhamento vertical do vento horizontal em baixos níveis é um fator importante para formação e manutenção do gradiente de umidade. Durante o verão e a primavera, no Sul da América do Sul (SAS) é frequente a presença de Sistemas Convectivos de Mesoescala (SCM). Estes sistemas são constituídos por aglomerados de nuvens *Cumulonimbus* (Cb), que produzem uma área de intensa precipitação de, aproximadamente, 100km ou mais, numa escala horizontal, com ciclo de vida de tipicamente 06 e 12 horas (Houze, 1993). As regiões onde as atividades convectivas são mais intensas são chamadas de núcleos convectivos (NC).

Dentro deste contexto o objetivo deste trabalho é analisar o SCM observado nos dias 17 e 18 de janeiro de 2003 no SAS e identificar uma possível ocorrência de linha seca e o efeito do cisalhamento vertical do vento durante o desenvolvimento do mesmo.

2 METODOLOGIA

Para a identificação dos NC, foi utilizado o método semi-automático desenvolvido em Silveira et al. (2006). Neste método, a seleção das regiões convectivas em imagens de satélite geostacionário (realçadas no canal infravermelho) é baseada na temperatura de brilho do topo das nuvens. Foi utilizada a temperatura de 223K e área mínima de 2.000km².

As simulações realizadas foram desenvolvidas tendo como base o modelo WRF-ARW, versão 2.2, cujos dados iniciais e de contorno têm resolução

horizontal de $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ em latitude e longitude, atualizados a cada 6 horas. As simulações iniciaram 12 horas antes do horário de formação do primeiro SCM da sequência de interesse. Foram utilizadas duas grades aninhadas (com 90km e 30km de resolução horizontal) e 31 níveis verticais, em coordenada eta.

Foram analisados os campos de razão de mistura (gkg^{-1}) em 950hPa, o gradiente horizontal da razão de mistura $\text{gkg}^{-1}/100\text{km}$ e o cisalhamento vertical do vento horizontal (m/s) na camada entre a superfície e 4km de altura.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 1 mostra a sequência de imagens com os NC identificados nos dias 17 e 18 de janeiro de 2003 no SAS, com a sobreposição dos campos de razão de mistura de baixos níveis. Inicialmente será comentada a evolução dos NC para, em seguida, serem analisados os campos de razão de mistura em 950hPa. Na Fig.1a, às 19:09 UTC (Coordenada de Tempo Universal) do dia 17/01/2003, os NC de interesse estão indicados pela seta branca. Posteriormente (Fig. 1b) é observada a fusão entre estes dois NC. Desta fusão resultou o NC que se desenvolveu na região nordeste da Argentina (Fig. 1c). Na manhã do dia 18/01/2003 às 06:39UTC (Fig. 1c) este NC atingiu a área máxima, superior a $300 \times 10^3 \text{km}^2$. No período de dissipação deste NC (Fig. 1d), observa-se a diminuição das áreas e temperaturas de topo inferiores a 200K. Em relação aos campos de razão de mistura em 950hPa, observa-se um gradiente de umidade com moderado potencial para desencadeamento da atividade convectiva. Nota-se que os NC (imersos nos SCM) estão localizados onde os valores de razão de mistura são maiores.

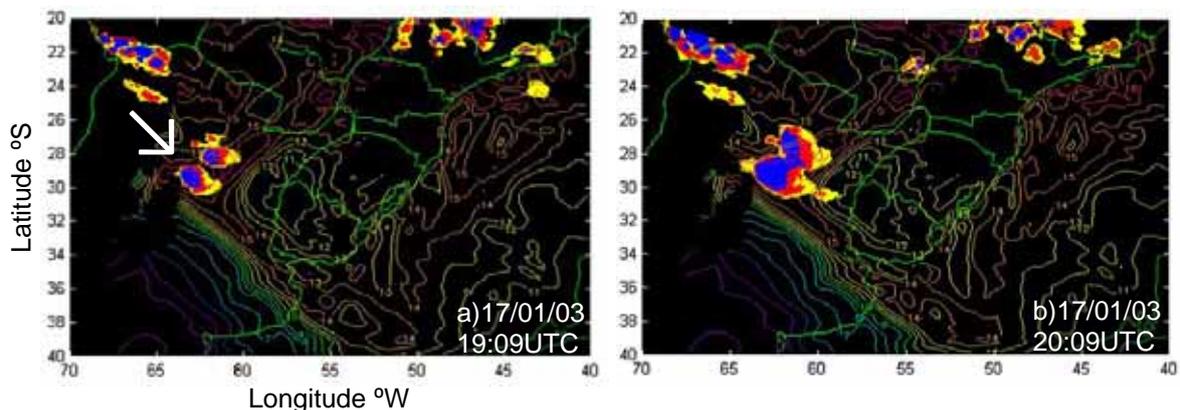


Figura 1 – Sequência de imagens com os NC e razão de mistura em 950hPa. A área em amarelo apresenta valores de temperatura de topo das nuvens de 215K, em vermelho 210K e em azul 200K.

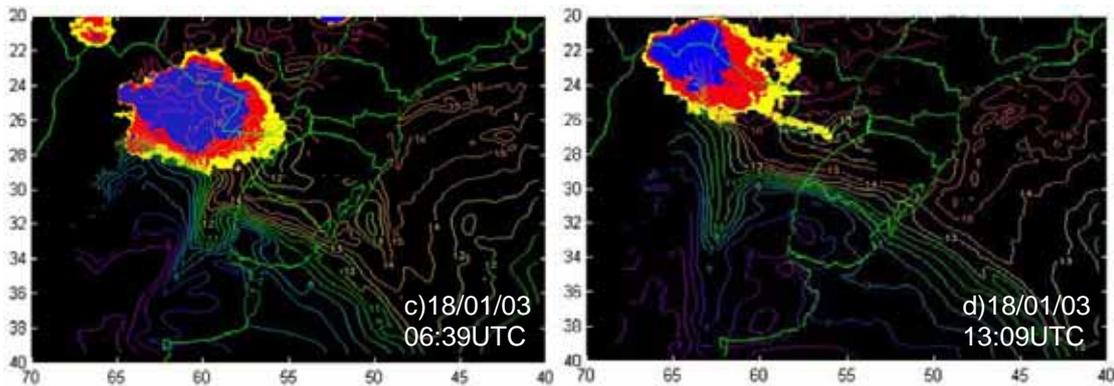


Figura 1 - Continuação

A evolução dos campos do gradiente horizontal da razão de mistura ($\text{gkg}^{-1}/100\text{km}$, hachurado) e do cisalhamento vertical do vento horizontal (isolinhas, m/s) na camada entre a superfície e 4km de altura são mostrados na Figura 2. Nas Fig.2a e 2b nota-se que o gradiente de umidade apresenta valores entre 5 e 7 $\text{gkg}^{-1}/100\text{km}$. Na Fig. 2c, observa-se que o gradiente de umidade com valores entre 5 e 9 $\text{g kg}^{-1}/100\text{km}$ sobre a região nordeste da Argentina e na Fig. 2d em direção a Bolívia com valores de 5 a 8 $\text{g kg}^{-1}/100\text{km}$. Este surgimento da umidade sobre o SAS foi fundamental para o desencadeamento da atividade convectiva observada. Alguns autores como Weisman e Klemm (1986) sugerem que a estrutura vertical do cisalhamento do vento (vorticidade horizontal) nos primeiros 5km de altura tem forte influência no tipo de organização que uma tempestade ou um sistema de mesoescala toma. Estes autores mostraram que ambientes em que o cisalhamento vertical do vento tende a ser unidirecional (vetor cisalhamento não gira ou gira pouco com a altura) são favoráveis a formação e evolução de tempestades com padrão multicelular, que podem inclusive tomar uma organização em forma de linhas de instabilidade. Por outro lado, eles também mostraram que ambientes em que o vetor cisalhamento possui um grande giro com a altura, favorecem o desenvolvimento de tempestades com o padrão de supercélula, muitas vezes com rotação

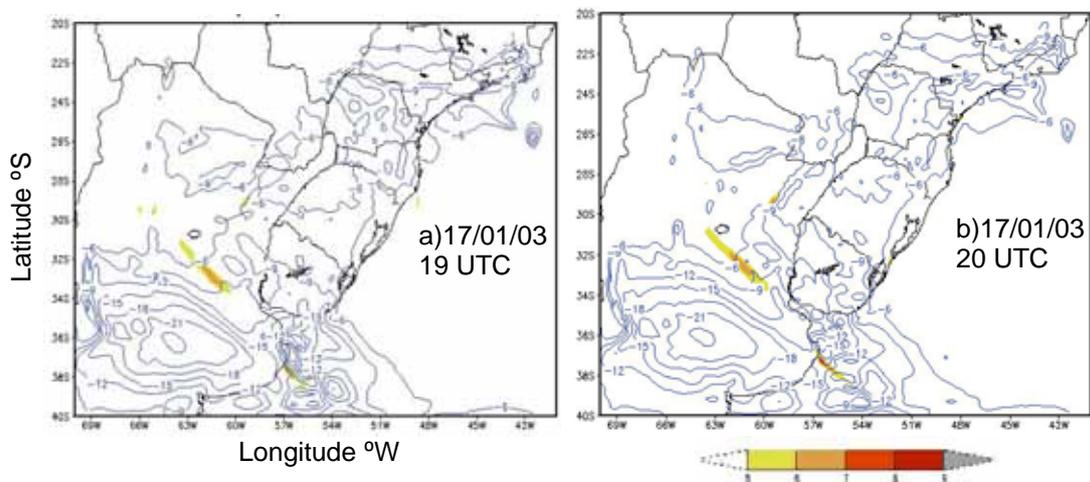


Figura 2 – Gradiente horizontal da razão de mistura ($\text{gkg}^{-1}/100\text{km}$, hachurado) e cisalhamento vertical do vento horizontal, entre a superfície e 4km de altura (m/s).

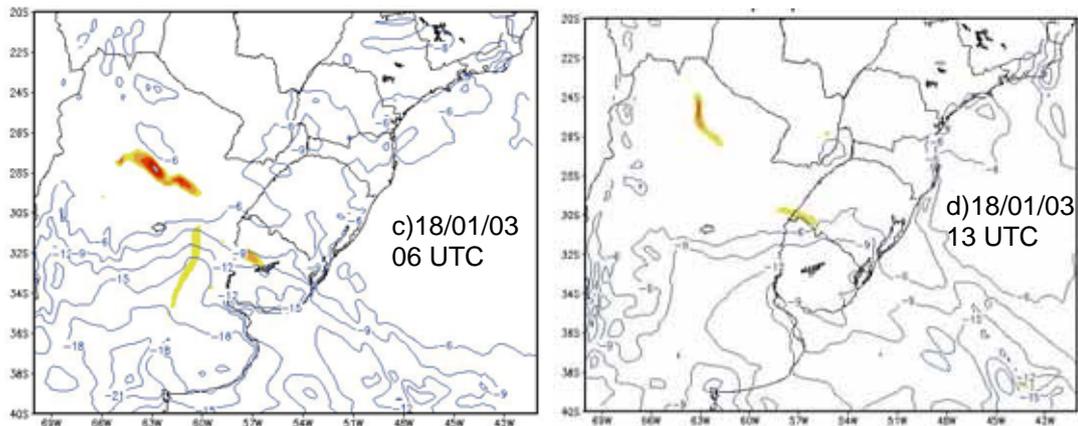


Figura 2 – Continuação

4 CONCLUSÕES

Neste trabalho foi analisado o Sistema Convectivo de Mesoescala que se formou no Sul da América do Sul nos dias 17 e 18 de janeiro de 2003. O NC (imerso no SCM) passou por processos de fusão de dois NC menores. Foi utilizado um método semi-automático para identificação dos NC, além das simulações usando o modelo WRF-ARW. Pelos campos analisados neste trabalho foi observado que o gradiente de umidade apresentou valores elevados, caracterizando uma possível linha seca no momento de maturação do NC. Além disso, a intensificação da umidade sobre o sul da América do Sul foi fundamental para o desencadeamento da atividade convectiva observada neste trabalho. O efeito do cisalhamento vertical do vento nos primeiros 4km de altura teve papel importante no desenvolvimento do SCM em estudo.

5 REFERÊNCIAS

- GEVAERD, R.; FREITAS, S.; LONGO, M.; MOREIRA, D. S.; DIAS, M. A. F. da S.; DIAS, P. L. da S. Estimativa operacional da umidade do solo para iniciação de modelos de previsão numérica da atmosfera. Parte II: Impacto da umidade do solo e da parametrização de cumulus na simulação de uma linha seca. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.21, n.3a, p. 74-88, 2006
- HOUZE, R. A. **Cloud Dynamics**. Academic Press, v. 53, 573p, 1993.
- LIN, Y. L. **Meso-scale Dynamics**. Cambridge University Press, 628p, 2007
- SCHAEFER, J. T. Introduction. The Dryline. In: Ray, P. S., Ed. **Meso-scale Meteorology and Forecasting**. Boston, American Meteorology Society, 1986. Capítulo 23, p. 549-572.
- SEITTER, K. L. A numerical study of atmospheric density current motion including the effects of condensation. **J. Atmos. Sci.**, v. 43, p. 3068-3076, 1986.
- SILVEIRA, B.B., MÜNCHOW, G. B., GOMES, R.G. e SCAGLIONI T.P. Procedimento semi-automático para o estudo de sistemas convectivos de mesoescala. In: XIV CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 2006, Florianópolis, SC. Anais do..., 2006.
- SUN, W.; WU, c. Formation and diurnal variation of the dryline. **Journal of the Atmospheric Sciences**, v. 49, p. 1606-1619, 1992.
- WEISMAN M. L.; KLEMP, J. B. Characteristics of Isolated Convective Storms. In: Ray, P. S., Ed. **Meso-scale Meteorology and Forecasting**. Boston, American Meteorological Society, 1986, capítulo 15, p. 331-358.