

## ANÁLISE DE UM SISTEMA CONVECTIVO DE MESOESCALA FORMADO NA EXTREMIDADE FRIA DE UM CICLONE EXTRATROPICAL

**MACEDO, Alice dos Santos<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Acadêmica do curso de graduação em meteorologia, [alicesmacedo@gmail.com](mailto:alicesmacedo@gmail.com)

**GOMES, Roseli Gueths<sup>2</sup>**

<sup>2</sup>Professora Doutora do curso de graduação em meteorologia, [rggomes@ufpel.edu.br](mailto:rggomes@ufpel.edu.br)

<sup>1,2</sup>Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Meteorologia – FMet/UFPEL  
Campus Universitário – Caixa Postal 354 – CEP 96010-900

### 1 INTRODUÇÃO

A natureza das interações de mesoescala que antecedem e contribuem para o desenvolvimento de ciclones ainda são um obstáculo para o melhor conhecimento em torno dos mesmos (Simpson et al., 1997). Segundo Zang e Harvey (1995), no século XIX, o primeiro mecanismo proposto para explicar a ciclogênese em latitudes médias foi o calor latente liberado pela precipitação próximo ao centro das tempestades.

O presente estudo observa o desenvolvimento de um sistema convectivo na extremidade fria de um ciclone extratropical já formado. Machado et al. (1998) definiram, através de imagens de satélite no canal infravermelho, que um sistema convectivo existe quando o topo das nuvens, em um aglomerado, apresenta um limiar de temperatura de  $-28^{\circ}\text{C}$ , ainda, definem o limiar de temperatura de topo de  $-55^{\circ}\text{C}$  como núcleo convectivo. Neste estudo será investigado o que favoreceu a convecção uma vez formado o ciclone. A passagem de todo este sistema deu-se entre os dias 4 e 6 de fevereiro de 2009 e teve sua formação entre a costa leste da Argentina e o sul do Rio Grande do Sul.

### 2 METODOLOGIA (MATERIAL E MÉTODOS)

Foram utilizadas imagens realçadas do satélite geoestacionário Goes-10, captadas no canal infravermelho. As imagens foram obtidas no site <http://www.cptec.inpe.br>, onde são disponibilizadas com frequência temporal de 15 minutos, aproximadamente. Com as imagens de satélite foi possível visualizar as temperaturas de topo que as nuvens apresentaram durante a evolução do sistema em estudo.

Para a análise dos campos meteorológicos utilizou-se o modelo WRF (Weather Research & Forecasting), que simulou o caso em estudo a partir de dados de entrada do tipo FNL, obtidos no site <http://dss.ucar.edu/datasets/ds083.2>. Os campos de vento em 900hPa e razão de mistura com temperatura no nível 950hPa foram visualizados utilizando o pacote de visualização GrADS (Grid Analysis and Display System).

A análise das linhas de fluxo do vento tem por objetivo visualizar como se comportou o escoamento do mesmo durante a passagem do sistema estudado.

O gradiente horizontal da razão de mistura é importante para analisar a existência da linha seca (ou Dryline). Segundo Sun (1987) a linha seca é uma zona com acentuado gradiente de umidade frequentemente associada com a confluência do vento em superfície. O autor também afirma, para os EUA, que a tempestade forma-se próxima ao centro ou ao lado leste da linha seca.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Fig. 1 mostra recortes das imagens de satélite apresentando o sistema em estudo. Na Fig. 1A observa-se um ciclone extratropical apresentando um núcleo convectivo em sua extremidade fria, o qual está aparentemente ligado ao ciclone. O núcleo convectivo, indicado pelo número 1, localiza-se no nordeste da Argentina e apresenta temperatura de topo mínima de  $-70^{\circ}\text{C}$ . Na Fig. 1B nota-se o surgimento de um segundo núcleo convectivo à esquerda do núcleo 1, o qual é indicado pelo número 2, também observa-se que no ciclone existem menos nuvens estratiformes em relação a Fig. 1A. Posteriormente, na Fig. 1C, os núcleos 1 e 2 associam-se aumentando de área, e são denotados a partir deste momento pelo número 3. Na mesma Fig. nota-se que houve diminuição no número de nuvens estratiformes que unem o ciclone ao núcleo convectivo, de tal forma que ambos aparentam não ter mais ligação. Na Fig. 1D o núcleo convectivo 3 apresenta-se mais desenvolvido, ocupando uma área maior. A temperatura de topo mínima deste núcleo é  $-80^{\circ}\text{C}$  observa-se na mesma Fig. o surgimento de um terceiro núcleo convectivo na região norte da Argentina, indicado pelo número 4. A Fig. 1E mostra um núcleo que se desenvolveu próximo ao núcleo 4, o qual é indicado pelo número 5. Na mesma Fig. nota-se que o ciclone e o sistema convectivo seguem trajetórias independentes.

Verifica-se que o núcleo convectivo 4 se dissipou e se manteve o núcleo 5, o qual mostra-se mais desenvolvido na Fig. 1F. Nesta Fig. observa-se que a área com temperatura de topo de  $-80^{\circ}\text{C}$ , do núcleo 3, está maior. Na Fig. 1G observa-se a intensificação do núcleo 5 e aproximação dos núcleos 3 e 5. Posteriormente, na Fig. 1H, o núcleo 3 e o núcleo 5 associam-se e compõem um único núcleo, denotado pelo número 6 na Fig.. Na Fig. 1I, as áreas do núcleo 6 com temperatura de topo de  $-70^{\circ}\text{C}$  estão reduzidas, tornando mais expressiva a área com temperatura de topo de  $-60^{\circ}\text{C}$ . Na Fig. 1J, observa-se que o sistema convectivo apresenta núcleos esparsos e mais nuvens estratiformes, denotando desintensificação do sistema.

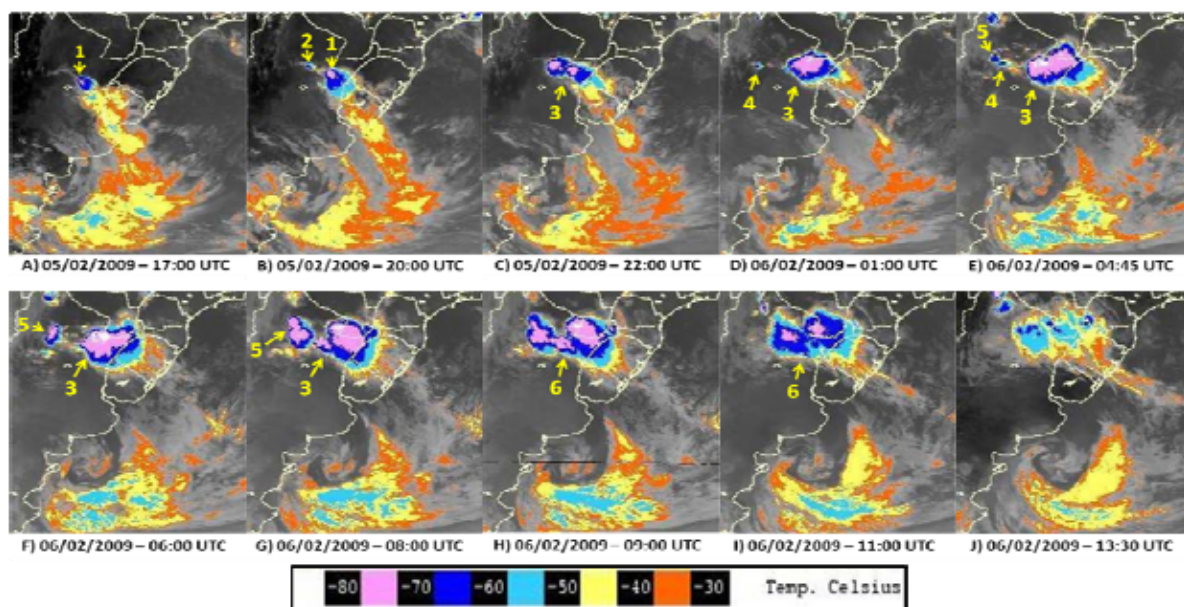


Figura 1 – Recortes de imagens de satélite do sistema em estudo, com as respectivas datas e horários.

Na Fig. 2 é mostrado o campo de vento em linhas de fluxo no nível de 900hPa. A Fig. 2A, dia 05 às 17:00 UTC (Coordenada de Tempo Universal), mostra escoamento do vento em uma região de alta e baixa pressão, dispostas uma ao lado

da outra. A região de alta pressão encontra-se no oceano Atlântico está à direita da região de baixa pressão que situa-se entre o oceano Atlântico e o sul da Argentina. Ainda na Fig. 2A observa-se, na área circulada de vermelho, que as linhas de fluxo oriundas da alta pressão alcançam o escoamento da região de baixa pressão, havendo a confluência dos dois escoamentos para um mesmo ponto. A Fig. 2B, dia 06 à 1:00 UTC, mostra o momento em que foi observada uma deformação sofrida pelo vento de origem equatorial. A deformação está indicada pela área circulada de azul e foi caracterizada pela mudança de direção que este vento sofreu ao encontrar o escoamento da alta pressão, tomando a forma de uma elipse. Observa-se que após a deformação foi reduzida a contribuição da alta pressão na confluência, mostrada na área circulada em vermelho. Na sequência de Fig. 2C, 2D e 2E observa-se que a confluência, na área circulada de vermelho, tem contribuição essencialmente do escoamento de origem equatorial, deixando de haver a participação do escoamento da alta pressão.

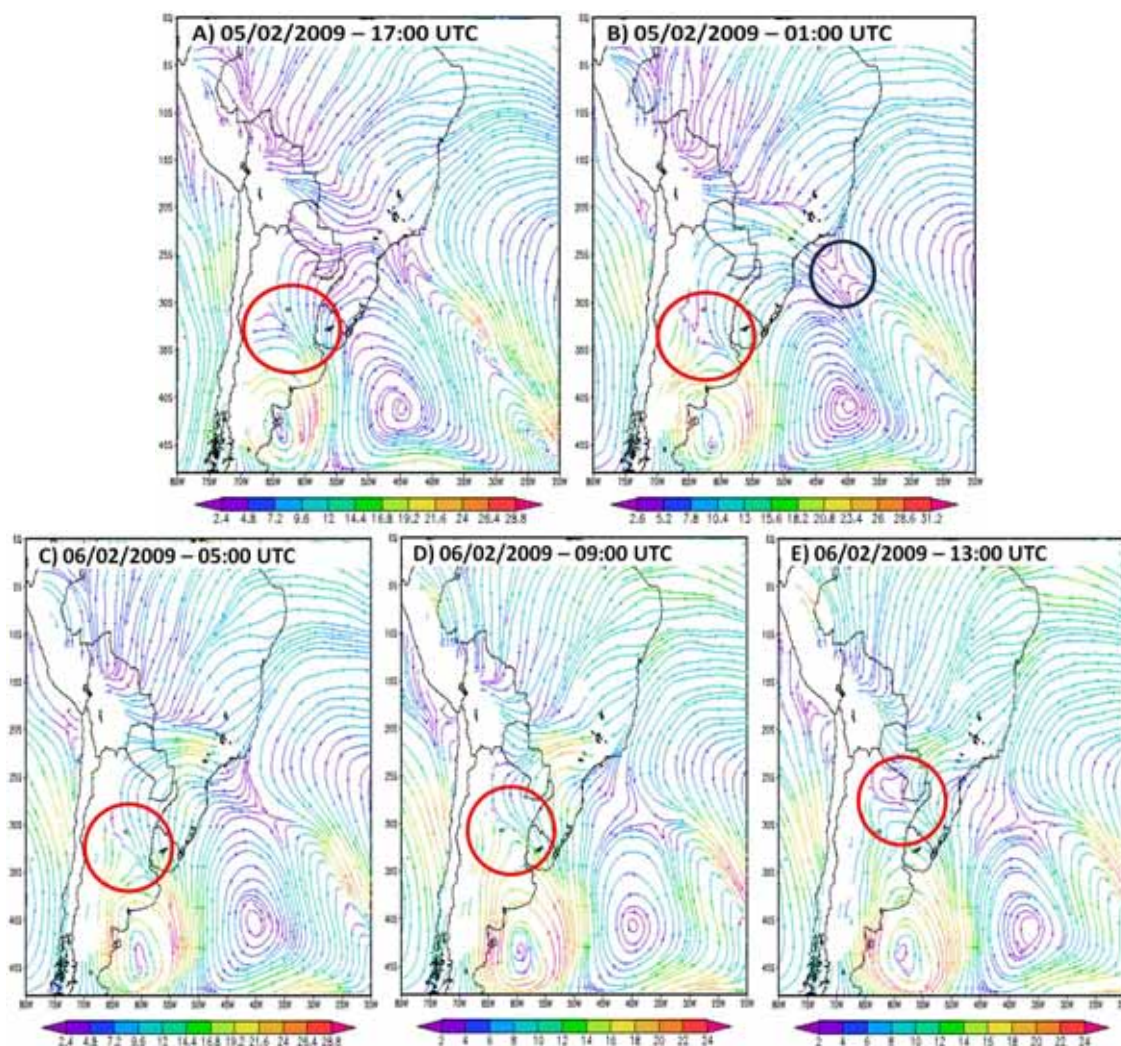


Figura 2 – Linhas de fluxo do vento no nível de 900hPa com as respectivas datas e horários.

Na Fig.3 a região colorida mostra o gradiente horizontal da razão de mistura para valores  $\geq 10\text{g/kg/100km}$ , a literatura considera este valor como mínimo significativo para tal gradiente. Na mesma Fig. a temperatura está indicada pelas isolinhas em preto. A Fig. 3A, dia 06 à 1:00 UTC, mostra o primeiro momento que foi observado o valor de  $10\text{g/kg/100km}$  para o Gradiente Horizontal da Razão de

Mistura (GHRM). A temperatura na região do GHRM está entre 24 e 27°C. No dia 06 às 05:00 UTC, Fig.3B, o GHRM apresenta-se na forma uma linha inclinada entre o centro e o leste da Argentina e seus valores variam de 10 a 12g/kg/100km. Na Fig. 3C, dia 06 às 09:00 UTC, observa-se que o GHRM está mais próximo ao sudoeste do Uruguai e seu valor máximo é de 11g/kg/100km. Nas Fig. 3B e 3C nota-se um expressivo gradiente de temperatura na região noroeste do Rio Grande do Sul, não observado anteriormente, as temperaturas nessa região estão variando entre 19 e 26°C.

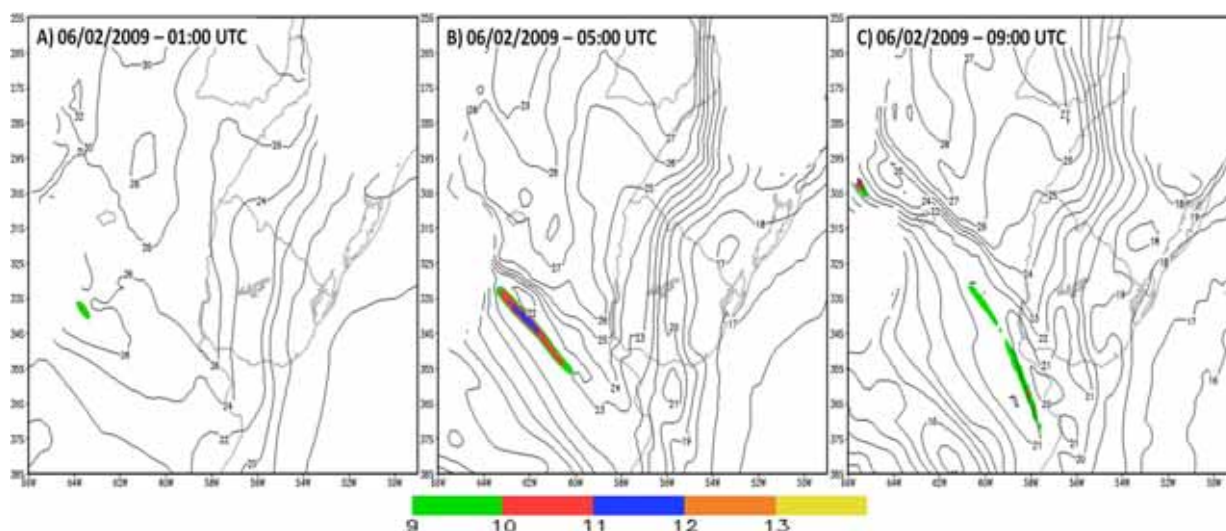


Figura 3 – Gradiente horizontal da razão de mistura em g/kg/100 km e temperatura em °C no nível de 950hPa.

#### 4 CONCLUSÕES

A partir das imagens de vento concluí-se que os escoamentos da baixa e da alta pressão contribuiram para o início da convecção. Observou-se que quando os ventos de origem equatorial passaram a confluir com a baixa pressão o sistema convectivo intensificou-se rapidamente.

A linha seca identificada no estudo apresentou valores significativos somente após a confluência entre os ventos de origem equatorial e da baixa pressão. O sistema convectivo manteve-se a leste da linha seca, concordando assim com os resultados obtidos por Sun (1987).

#### 5 REFERÊNCIAS

- MACHADO, L. A. T.; ROSSOW, W. B.; GUEDES, R. L.; WALKER, A. W. Life Cycle Variations of Mesoscale Convective Systems over the Americas. *Monthly Weather Review*, v.126, p.1630-1654, jun.1998.
- SIMPSON, J.; RITCHIE, E.; HOLLAND, G. J.; HALVERSON, J.; STEWART, J. Mesoscale Interactions in Tropical Cyclone Genesis. *Monthly Weather Review*, v.125, p.2643-2661, out.1993.
- ZANG, DA-LIN.; HARVEI, R. Enhancement of Extratropical Cyclogenesis by Mesoscale Convective Systems. *Journal of the Atmospheric Science*, v.52, n.8, p.1107-1127, abr.1995.
- SUN, WIN-YIH.; Mesoscale Convection along the Dryline. *Journal of the Atmospheric Science*, v.44, n.10, p.1394-1403, mai.1987.