

## ANÁLISE DO ACOPLAMENTO DE JATO EM UM CASO DE CCM NO OESTE DO RIO GRANDE DO SUL

EMILY CLAUDIA PEREIRA RAMOS<sup>1</sup>; LUIZ GABRIEL CASSOL MACHADO<sup>2</sup>; ANDRÉ BECKER NUNES<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Faculdade de Meteorologia/UFPel – emillycpramos@gmail.com*

<sup>2</sup>*Faculdade de Meteorologia/UFPel – gabrielcassol09@gmail.com*

<sup>3</sup>*Faculdade de Meteorologia/UFPel – beckernunes@gmail.com*

### 1. INTRODUÇÃO

Em várias regiões do globo os fortes escoamentos meridionais são observados na baixa troposfera ao longo de cadeias montanhosas. Esses ventos têm velocidade máxima em torno de 1500 metros e são nomeados como Jatos de Baixos Níveis (JBNs). Na América do Sul, o JBN é um componente do sistema de monção, que transporta umidade da bacia Amazônica para a bacia Paraná-Prata, afetando o tempo e o clima da região leste dos Andes (MARENGO; SOARES, 2002). Os eventos de JBN são definidos segundo o critério 1 de Bonner (BONNER, 1968), esse critério especifica que a magnitude do vento tem de ser maior ou igual a  $12 \text{ m s}^{-1}$  no nível de 850 hPa, o cisalhamento vertical do vento tem de ser de, pelo menos,  $6 \text{ m s}^{-1}$  entre os níveis de 850-700 hPa e a componente meridional do vento tem de ser negativa e maior em módulo do que a componente zonal (MARENGO, et al., 2009).

Por meio das observações de sondagens verificou-se a existência de intensas correntes de ventos concentradas em torno de 10.000 metros de altitude, em latitudes médias e altas. Esse fluxo de vento foi denominado de Jato de Altos Níveis (JAN) que segundo a Organização Mundial de Meteorologia (OMM, 1992) é definido como uma corrente de ar em forma de um estreito canal, quase horizontal, geralmente próximo a tropopausa. O núcleo da corrente de jato é a linha ao longo da qual as velocidades do vento são máximas tanto na vertical quanto na horizontal e localiza-se entre 9.000 e 13.000 m de altitude. A velocidade do vento ao longo do eixo principal da corrente de jato é, no mínimo, de  $38.8 \text{ m s}^{-1}$  podendo superar os  $83.3 \text{ m s}^{-1}$ .

Um fator importante que pode contribuir para a manutenção do JBN é a presença de uma corrente de jato em altos níveis (JAN) (UCELLINI; JOHNSON, 1979). Os autores verificaram que a maior parte da atividade convectiva se desenvolve quando os eixos dos JAN e JBN tendem a ser ortogonais, indicando um acoplamento entre os jatos, o que favorece ao aumento da advecção de temperatura, e, portanto, a instabilidade convectiva (SANTOS, et al., 2004).

Assim, o objetivo do trabalho é analisar o acoplamento dos jatos e a situação sinótica em um caso de Complexo Convectivo de Mesoescala (CCM) ocorrido no dia 18 de novembro de 2009, o qual atingiu o estado do Rio Grande do Sul. Os CCMs são um tipo especial de Sistemas Convectivos de Mesoescala que apresentam a forma circular e crescimento vertical explosivo num intervalo de tempo entre 6 a 12 horas. São formados por aglomerados de nuvens convectivas e desenvolvem-se num ambiente que apresente forte advecção de ar quente e úmido em 850 hPa, geralmente provenientes da região Amazônica, acoplado a um Jato de Altos Níveis (MADDOX, 1980; SILVA DIAS, 1987). Este sistema de mesoescala ocasionou chuva volumosa e fortes rajadas de vento, provocando enormes prejuízos e transtornos em várias regiões do estado. “Foram observadas rajadas de 126 km/h em Mostardas no

litoral gaúcho. Em Porto Alegre, o temporal provocou vários estragos e deixou uma pessoa ferida." (CLIMATEMPO, 2009). "No leste do estado, segundo a Defesa Civil o vendaval veio acompanhado de granizo e danificou cerca de 300 casas." (FOLHA VITÓRIA, 2009).

## 2. METODOLOGIA

Para identificação do CCM foram utilizadas imagens do satélite Geoestacionário GOES 10 (Geostationary Operational Environmental 10), no canal infravermelho termal, obtidas do DSA/INPE (Divisão de Satélites e Sistemas Ambientais / Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), com temperatura dos topos realçadas. A obtenção dos campos meteorológicos foi baseada em dados de reanálise do modelo MERRA 2 (Modern Era Retrospective Analysis for Research and Applications, Version 2) 3d, com espaçamento de grade de 2/3º de longitude e 1/2º de latitude, resolução temporal de 3 horas e 42 níveis verticais (da superfície até 0,001 hpa) (GELARO et al., 2017). Os dados foram visualizados pelo Grid Analysis and Display System (GrADS), do Center for Ocean-Land-Atmosphere Interactions (COLA). O campo de acoplamento foi obtido da diferença em graus entre a direção do JBN e a direção do JAN, quando sobrepostos, subtraídos de 90º. Assim, o valor de 0º significa o acoplamento perfeito.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da imagem de satélite (figura 1A) pode-se visualizar às 11:30 UTC o estágio em que o CCM se encontra com maior intensidade, onde se observa um escudo de nuvens frias que indicam fortes áreas de instabilidade. Observou-se um sistema de baixa pressão (figura 1B) com núcleo em torno de 1000 hPa no norte da Argentina, o que podemos chamar de Baixa do Noroeste Argentino (BNOA) (SELUCHI et al., 2003). Esse sistema intensifica o JBN que colabora com a advecção de uma massa de ar mais úmida e quente (não mostrada aqui) que é transportada de latitudes mais baixas para latitudes mais altas. A advecção de umidade associada à presença de um cavado, que estende seu eixo entre o leste da Argentina, Uruguai e extremo sul do Rio Grande do Sul, acaba alimentando a instabilidade que dá origem a intensa atividade convectiva observada no sul do Brasil. Nestas áreas percebem-se nuvens de grande desenvolvimento vertical cujos topes atingem temperaturas próximas a -80°C. O cavado citado anteriormente, conecta-se a um sistema frontal sobre o Atlântico, bem afastado do continente, cujo ciclone tem centro de 980 hPa. Com relação aos campos de altos níveis da atmosfera (250 hPa) (não mostrada aqui) observa-se a presença de uma crista que indica o transporte de ar quente para o norte do Uruguai e oeste do Rio Grande do Sul.

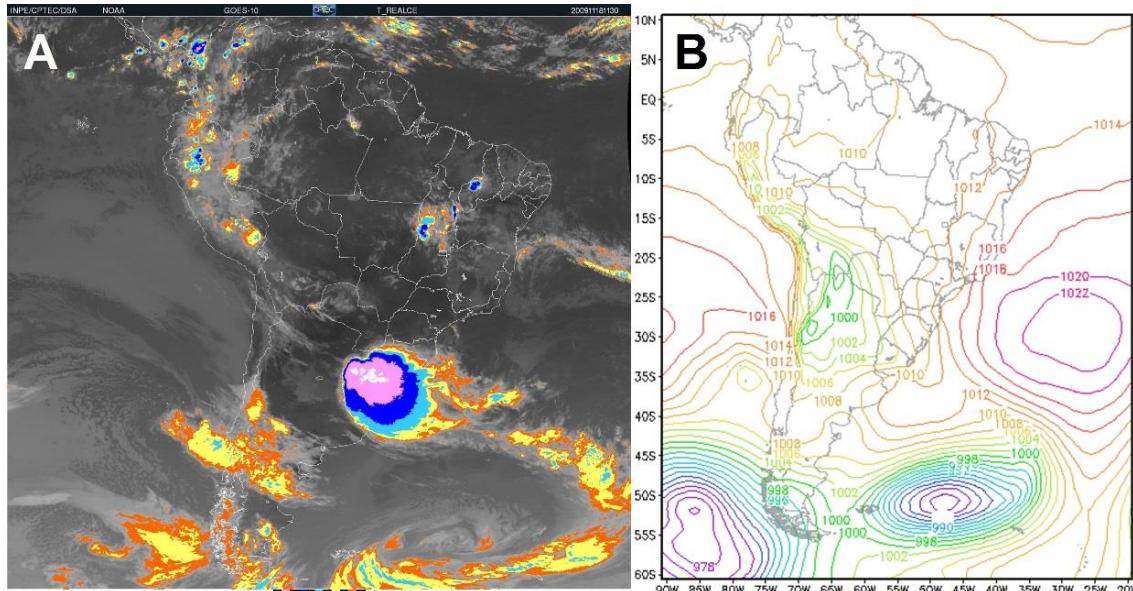


Figura 1 – 1A) Imagem de satélite às 1130 UTC do dia 18/11/2009. 1B) Pressão ao nível médio do mar, em hPa, às 1200 UTC do dia 18/11/2009.

Nessa região nota-se um acoplamento entre a corrente de jato e o jato de baixos níveis (figura 2), este último se intensifica ao longo da manhã e, estes fatores, aliados ao cavado zonal em superfície, propiciam grande atividade convectiva, identificada pelas imagens de satélite (figura 1A). O acoplamento indica forte cisalhamento vertical do vento, o que implica em instabilidade intensa, fundamental para a formação do CCM.

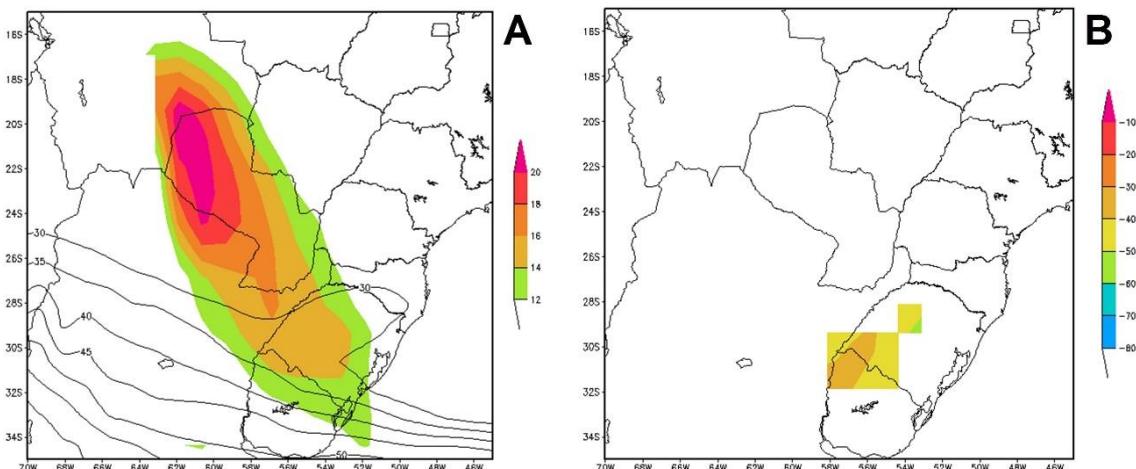


Figura 2 – 2A) Magnitude do JBN (sombreado) e do JAN (contorno), em  $\text{m s}^{-1}$  às 1200 UTC de 18/11/2009, 2B) Diferença em graus entre o acoplamento dos jatos e o acoplamento perfeito ( $90^\circ$ ) às 1200 UTC de 18/11/2009.

#### 4. CONCLUSÕES

Neste trabalho foi possível notar que houve acoplamento entre os jatos de baixos níveis e altos níveis da troposfera na área em que o Complexo Convectivo de Mesoscala (CCM) estava mais intenso. Conforme a literatura especializada, o acoplamento indica intensa instabilidade, o que deve ter contribuído com o desenvolvimento do fenômeno. Futuros trabalhos analisarão se o acoplamento também é observado em outros casos de CCM, bem como se casos de

acoplamento geraram instabilidades convectivas.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BONNER, W.D. Climatology of the low level jet. **Monthly Weather Review**, v.96, n. 12, p. 833-850, 1968.

CLIMATEMPO – TEMPORAIS NO RIO GRANDE DO SUL. Disponível em: <<https://www.climatempo.com.br/noticia/temporais-no-rio-grande-do-sul-2>>. Acesso em: 19 ago. 2018.

DSA – CPTEC/INPE. Disponível em: <<http://satelite.cptec.inpe.br/acervo/goes.formulario.logic>>. Acesso em: 19 ago. 2018.

FOLHA VITÓRIA – TEMPORAIS VOLTAM A CASTIGAR O RIO GRANDE DO SUL. Disponível em: <<http://www.folhavitoria.com.br/geral/noticia/2009/11/temporais-voltam-a-castigar-o-rio-grande-do-sul.html>>. Acesso em: 19 ago. 2018.

GELARO, et al. MERRA-2: NASA's Modern-Era Retrospective Analysis for Research and Applications, Version 2 (MERRA-2). **Journal of Climate - American Meteorological Society**, v.30, pp. 5419 – 5454, 2017.

MARENGO, J. A.; SOARES, W. R. Episódios de jatos em baixos níveis ao leste dos Andes durante 13-19 de abril de 1999. **Rev. Bras. Meteor.**, v.17, p. 35-52, 2002.

MADDOX, R.A. Mesoscale Convective Complexes. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v.61, n.11, p.1374–1387, 1980.

MARENGO, J. A.; AMBRIZZI, T.; SOARES, W. R. Jato de baixos níveis ao longo dos Andes. In: CAVALCANTI, I.F.A. et al. **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Texto, 2009. p. 169-180.

Organización Meteorológica Mundial (OMM). Vocabulário Meteorológico Internacional. **Publicación WMO (World Meteorological Organization)**, 1922.

SANTOS, A. F.; FERREIRA, N. J.; GAN, M. A. Estudo preliminar de caso de jato em baixos níveis associado a chuvas intensas na região sul do Brasil. **XIII Congresso Brasileiro de Meteorologia**, Vol.: Anais do XIII, 2004.

SELUCHI, M. E.; SAULO, A. C.; NICOLINI, M.; SATYAMURTY, P. The Northwestern Argentinean Low: A Study of Two Typical Events. **Monthly Weather Review**, v. 131, p. 2361-2378. 2003.

SILVA DIAS, M. A. F. Sistemas de mesoescala e previsão de tempo a curto prazo. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 2, p. 133-150, 1987.

UCCELINI, L.W; JOHNSON, D.R. The Coupling of Upper and Lower Tropospheric Jet Streaks and Implications for the Development of Severe Convective System, **Monthly Weather Review**, v. 107, p.682-703, 1979.