CONDIÇÕES ATMOSFÉRICAS DE GRANDE ESCALA ASSOCIADAS AO CASO DO TORNADO QUE OCORREU EM CANELA/RS

KELLI SILVA DE LARA[1]; ANDRÉ BECKER NUNES[2]

[1]Faculdade de Meteorologia, UFPel – kelli.sdelara@gmail.com
[2]Faculdade de Meteorologia, UFPel – beckernunes@gmail.com

RESUMO

O estudo apresenta uma análise preliminar das condições atmosféricas de grande escala que favoreceram no desenvolvimento de um tornado que atingiu o município de Canela-RS no dia 21/07/2010 as 21 hora local. Através dos dados de reanálise do MERRA-2 foi possível identificar a presença de um escoamento de noroeste pré-frontal e a advecção de vorticidade ciclônica.
Palavras-chave: Tempestade severa; Sistema frontal; Jato de Baixos Níveis.

ABSTRACT

The study presents a preliminary analysis of large-scale atmospheric conditions that supported the development of a tornado occurred in Canela-RS in 21 July, 2010, at 21 local time. Through the MERRA-2 reanalysis data it was possible to identify the presence of a prefrontal northwestern flow and cyclonic vorticity advection.
Keywords: Severe storm; Frontal system; Low Level Jet.

1. INTRODUÇÃO

As condições atmosféricas de grande escala certamente estão relacionadas no desenvolvimento de tempestades severas geradoras de tornados. Alguns estudos mostram que estas condições são um dos elementos responsáveis pela formação e/ou intensificação deste tipo de fenômeno (MARCELINO, 2003; SILVA DIAS, 2011; NASTOS; MATSANGOURAS, 2014; WRONA; AVOTNIECE, 2015; TOCHIMOTO; NIINO, 2016).

Os tornados são considerados como fenômenos atmosféricos extremos, capazes de provocar rajadas de ventos superiores a 100 km/h e causar impactos consideráveis à comunidade atingida. De acordo com o GLOSSÁRIO DE METEOROLOGIA (2017), o tornado é definido como uma coluna de ar em rotação em contato com a superfície, pendente de uma nuvem cumuliforme e geralmente visível como uma nuvem funil e/ou uma circulação de poeira/detritos no solo.

Como os tornados ainda são muito difíceis de serem estudados devido às pequenas escalas no tempo e no espaço, o propósito deste trabalho é analisar as condições atmosféricas de grande escala que favoreceram no desenvolvimento do sistema

meteorológico que gerou o tornado no município de Canela/RS (29°21'57"S; 50°48'57"W). O fenômeno atingiu a cidade no dia 21 de julho de 2010 por volta das 21 HL (Hora Local) provocando prejuízos de mais de 54 milhões de reais e deixando danos materiais em 684 residências, sendo que 95 casas foram completamente destruídas (DEFESA CIVIL DO RS, 2016). Desta forma, o intuito desse estudo é contribuir para um melhor entendimento científico apresentando um diagnóstico preliminar das condições atmosféricas de grande escala, que favoreceram a ocorrência do evento intenso na cidade de Canela.

2. METODOLOGIA

Neste estudo foram utilizados dados do modelo *Modern-Era Retrospective analysis for Research and Applications*, versão 2 (MERRA-2) (BOSILOVICH et al., 2016), com resolução espacial de 0,5º x 0,625º, resolução temporal de 3 horas e em formato netCDF-4. Com estes dados foram obtidos os campos, gerados pelo software *Grid Analysis and Display System* (GrADS), de temperatura do ar, umidade relativa, altura geopotencial, movimento vertical, e as componentes zonal (u) e meridional (v) do vento em diversos níveis padrões da atmosfera (1000, 850, 500, 250 hPa). Também foram utilizadas na análise, imagens de satélite realçadas do canal infravermelho GOES-13 (*Geostationary Operational Environmental Satellite*). Estas imagens apresentam uma escala de cores que variam de acordo com a temperatura de brilho do topo de nuvens, e foram obtidas através do site de Divisão de Satélites e Sistemas Ambientais do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (DSA/INPE).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1a mostra que no horário aproximado da ocorrência do fenômeno (00 UTC do dia 22/07/2010) foi observado um sistema frontal atuando na região sul do Brasil, ligando o centro de baixa pressão continental com o ciclone extratropical em 45°S, 50°W. Na figura 1b verifica-se no nível de 850 hPa, a ação conjunta entre o sistema de alta pressão do Atlântico e os ventos Alísios favorecendo o escoamento de noroeste indo em direção a região Sul do Brasil. MARCELINO (2003) identificou em seus estudos, que essa característica de circulação atmosférica em 850 hPa foi encontrada na maioria dos episódios de tornado e esteve associada a sistemas frontais. Esse escoamento intenso de

acordo com os critérios de BONNER (1968) está associado ao Jato de Baixos Níveis (JBN) que apresenta magnitude do vento de aproximadamente 22 m s^{-1} sobre a região nordeste do RS, Santa Catarina (SC) e parte sudoeste do Paraná (PR). O transporte de calor das regiões tropicais e umidade efetuada pelo JBN (Figura 1c) pode ser uma das forçantes termodinâmicas importantes para o favorecimento na instabilidade sobre a região de Canela. No nível de 500 hPa (Figura 1e), nota-se o eixo do cavado se estendendo desde a região central da Argentina até a região norte do Chile e Paraguai dando suporte dinâmico para o sistema frontal que se encontra na superfície. Também verifica-se a leste do cavado no nível de 500 hPa a advecção de vorticidade ciclônica e o intenso movimento ascendente (-0.6 Pa. s^{-1}) sobre o estado do RS, SC e parte sudoeste do PR apresentando o levantamento do ar mais quente e favorecendo na atividade convectiva. Para o nível de 250 hPa (Figura 1d) é observado uma ampla circulação anticiclônica atuando na região Sudeste do Brasil e a presença da corrente de jato bastante intensa com magnitude acima dos 48 m s^{-1} (núcleo do jato) durante todo o dia (21) sobre a região Sul. A interação entre o JBN e a corrente de jato, também foi um dos fatores que contribuíram para o desenvolvimento de tempestades (UCCELLINI; JOHNSON, 1979). Esse tipo de configuração sinótica provocou temporais em algumas localidades na serra gaúcha, conforme mostra a nebulosidade sobre a região (Figura 1f), onde foi um dos elementos essenciais para a formação do tornado que atingiu a cidade de Canela.

4. CONCLUSÕES

Neste trabalho foi observado que as condições atmosféricas de grande escala apresentaram um comportamento relevante para o desenvolvimento do tornado que atingiu o município de Canela, especialmente: sistema frontal, escoamento de noroeste e advecção de vorticidade ciclônica. Sendo assim, os próximos passos para a continuidade do estudo serão analisar outros parâmetros meteorológicos como o cisalhamento vertical do vento, CAPE e temperatura potencial equivalente de saturação para verificar se estes indicadores de energia também são responsáveis para a formação de tempestades severas geradoras de tornado.

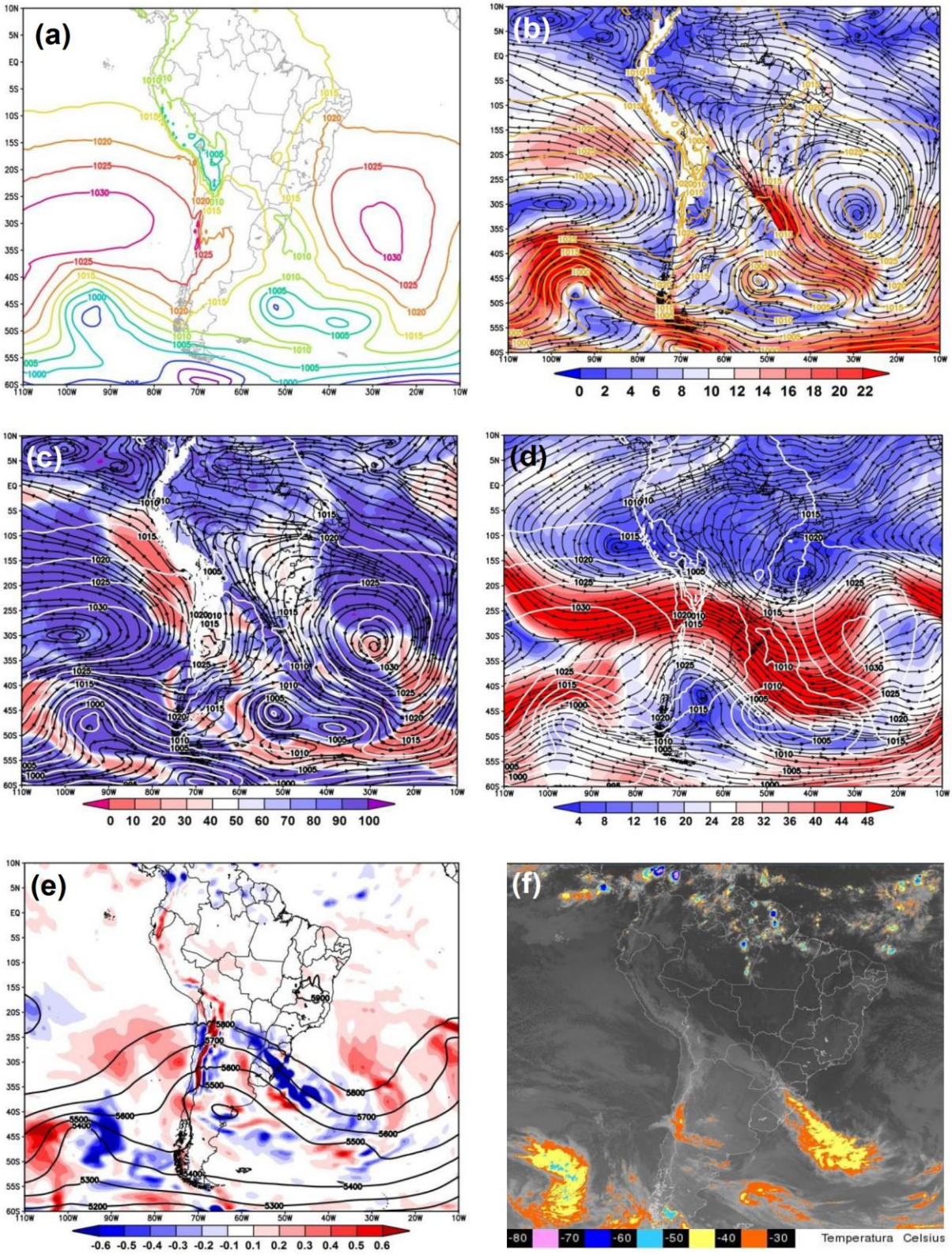

Figura 1. Onde: (a) de pressão ao nível médio do mar (contorno) em hPa; (b) linha de corrente em 850 hPa, magnitude do vento em m s^{-1} (sombreado) e pressão ao nível médio do mar (contorno em laranja) em hPa; (c) linha de corrente em 850 hPa e, umidade relativa (%) (sombreado) e pressão ao nível médio do mar (contorno em branco); (d) de linha de corrente, magnitude do vento em m.s^{-1} (sombreado) em 250 hPa e pressão ao nível médio do mar (contorno branco); (e) ômega (Pa.s^{-1}) (sombreado) e altura geopotencial (mgp) (contorno) em 500 hPa para o dia 22/07/2010 às 00UTC.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

BOSILOVICH, M. G.; LUCCHESI, R.; SUAREZ, M. **MERRA-2: File Specification**. GMAO Office Note No. 9 (Version 1.1), 2016, 73 p. Acessado em: 8 mar. 2017. Disponível em: http://gmao.gsfc.nasa.gov/pubs/office_notes

GLOSSÁRIO DE METEOROLOGIA. **Tornado.** Acessado em: 28 fev. 2017. Online. Disponível em: http://glossary.ametsoc.org/wiki/Tornado.

MARCELINO, I. P. V. O. **Análise de episódios de tornados em Santa Catarina: caracterização sinótica e mineração de dados**. 2003. 224 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto). Programa de Pós-Graduação em Meteorologia, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2003.

NASTOS, P. T.; MATSANGOURAS, I. T. Analysis of synoptic conditions for tornadic days over western Greece. **Natural Hazards and Earth System Sciences**, v. 14, n. 9, p. 2409-2421, 2014.

SINPDEC. Sistema Nacional De Proteção E Defesa Civil. Acessado em: 16 out. 2016. Online. Disponível em: https://s2id.mi.gov.br/paginas/monitoramento/fide.xhtml?id=TVRJM056QTA=.

TOCHIMOTO, E.; NIINO, H. Structural and Environmental Characteristics of Extratropical Cyclones that Cause Tornado Outbreaks in the Warm Sector: A Composite Study. **Monthly Weather Review**, v. 144, n. 3, p. 945-969, 2016.

UCCELLINI, L. W.; JOHNSON, D. R. The coupling of upper and lower tropospheric jet streaks and implications for the development of severe convective storms. **Monthly Weather Review**, v. 107, n. 6, p. 682-703, 1979.

WRONA, B.; AVOTNIECE, Z. The forecasting of tornado events: the synoptic background of two different tornado case studies. **Meteorology Hydrology and Water Management. Research and Operational Applications**, v. 3, n.1, p. 51-58, 2015.