

## INCLINAÇÃO HORIZONTAL DO CAVADO EM ALTOS NÍVEIS ASSOCIADA A TEMPESTADE SEVERA NO SUL DO BRASIL EM ABRIL DE 2013

FERNANDO COSSETIN<sup>1</sup>; ANDRÉ BECKER NUNES<sup>2</sup>; MATEUS DA SILVA TEIXEIRA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Faculdade de Meteorologia - UFPel – [fgcossetin@gmail.com](mailto:fgcossetin@gmail.com)

<sup>2</sup>Prof. Dr. Faculdade de Meteorologia - UFPel – [beckernunes@gmail.com](mailto:beckernunes@gmail.com)

<sup>3</sup>Prof. Dr. Faculdade de Meteorologia – UFPel - [mateus.teixeira@gmail.com](mailto:mateus.teixeira@gmail.com)

### 1. INTRODUÇÃO

A Região subtropical Sul-Americana situada a leste da Cordilheira dos Andes é dita como favorável a ocorrência de tempestades severas (FUJITA, 1973; VELASCO; FRITISCH, 1987; SILVA DIAS, 1999; BROOKS et al., 2003; NASCIMENTO, 2005; CECIL et al., 2010; entre outros). Estas possuem diversas classificações expostas pela comunidade científica onde uma delas, apresentada por COSSETIN et al., (2014) aponta que é considerada como instabilidade severa aquela na qual o sistema meteorológico é capaz de gerar impactos sociais e econômicos de grande magnitude, abrangendo ampla área.

Logo, diversas técnicas foram propostas e padrões identificados, com a finalidade de melhorar a previsão de tais sistemas meteorológicos. A presença de cavados nos níveis superiores da atmosfera é uma característica associada a muitos destes sistemas, principalmente no nível de 500 hPa pois este nível tem se mostrado ideal na identificação de cavados móveis na troposfera superior que afetam a troposfera inferior, por meio de suporte dinâmico (LEVEFRE; NIELSEN-GAMMON, 1995). Cavados em altos níveis podem ser avaliados conforme a inclinação do seu eixo horizontal (podendo ser positiva, negativa ou nula) como mostram estudos elaborados para o Hemisfério Norte ((MACDONALD, 1976; GLICKMAN et al., 1977; STRAHL; SMITH, 2001; GAZA; BOSART, 1990, HAKIM et al., 1995; DEAN; BOSART, 1996; entre outros) sendo que os com inclinação negativa estão associados a instabilidades extremamente severas com movimentos ascendentes mais intensos como apontam GLICKMAN et al., (1977) através da Tabela 1.

Tabela 1. Movimento ascendente em unidades de  $10^{-3}$  mb  $s^{-1}$ , *Great Lakes state*, invernos de 1971-72 e 1973-74, relacionado a inclinação do cavado (GLICKMAN et al., 1977).

	Número de casos	Média
Todos os cavados	696	2.77
Inclinação positiva	287	0.96
Sem inclinação	319	3.70
Inclinação negativa	90	5.53

O presente trabalho visa avaliar a inclinação do eixo horizontal do cavado nos níveis superiores da atmosfera associado a um processo de ciclogêneses que decorreu em um evento extremo de tempo na Região Sul do Brasil entre os dias 04 e 05 de Abril do ano de 2013.

### 2. METODOLOGIA

Para a escolha do caso de tempestade severa associado a um evento de ciclogêneses na Região Sul do Brasil no ano de 2013 a ser avaliado, foi utilizada a compilação mensal de casos significativos elaborada pelo CPTEC / INPE (Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos / Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais).

Na obtenção dos campos meteorológicos a serem analisados (Pressão ao Nível Médio do Mar- PNMM e altura geopotencial em 500 hPa) serão utilizados dados em pontos de grade de  $0.66^\circ$  de longitude e  $0.5^\circ$  de latitude e 42 níveis verticais (1000 hPa até 0,1 hPa) de reanálise MERRA (*Modern Era Retrospective-analysis for Research and Applications*). Onde através destes, será identificada subjetivamente a inclinação (positiva, negativa ou nula) do eixo horizontal do cavado em altos níveis e a relação com o desenvolvimento do sistema em superfície.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nota-se através das figuras 1 e 2 que inicialmente tem-se a presença do cavado nos altos níveis com a inclinação do seu eixo horizontal positiva (Figuras 1a a 1d) e ao decorrer do tempo este acaba por adquirir inclinação negativa (Figuras 1e e 1f), fator este que decorre no aprofundamento de uma região de baixa pressão atmosférica em superfície, acarretando no processo de ciclogênese (Figura 2e). Um dos fatores que podem ter influência nesta intensificação do sistema conforme a inclinação é o transporte de momentum, onde MacDonald (1976) aponta que cavados com inclinação negativa implicam em um fluxo equatorial de momentum, entretanto a relação direta entre estes não é exposta.

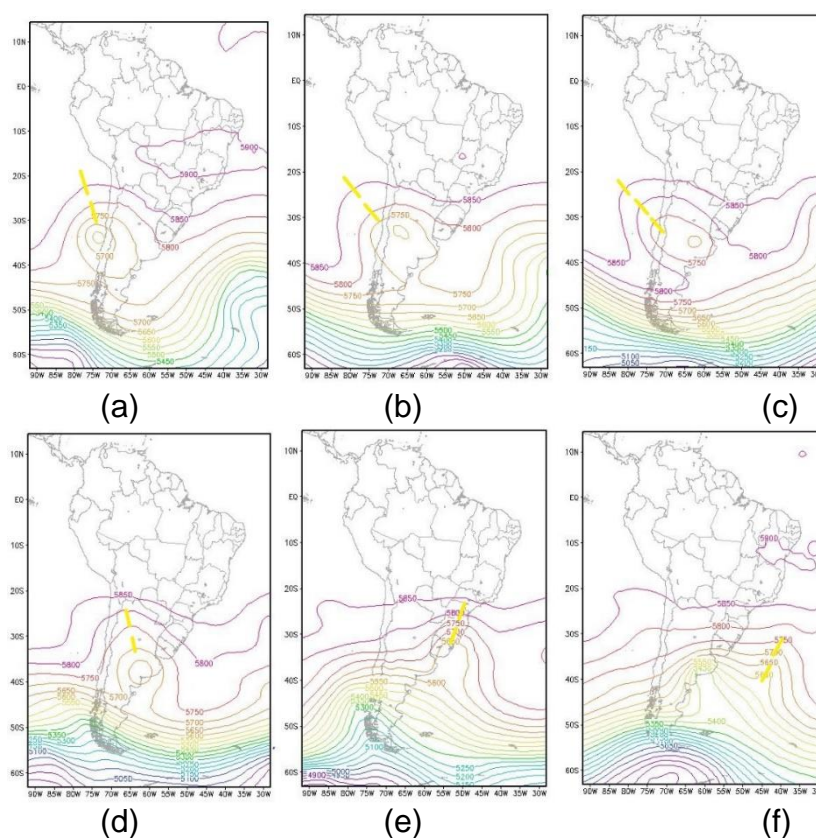


Figura 1. Campos de altura geopotencial (m) no nível de 500 hPa, onde (a), (b), (c), (d), (e) e (f) representam os dias 01, 02, 03, 04, 05 e 06 do mês de Abril de 2013 às 12 UTC, respectivamente. As linhas tracejadas em amarelo representam a inclinação horizontal do eixo dos cavados.

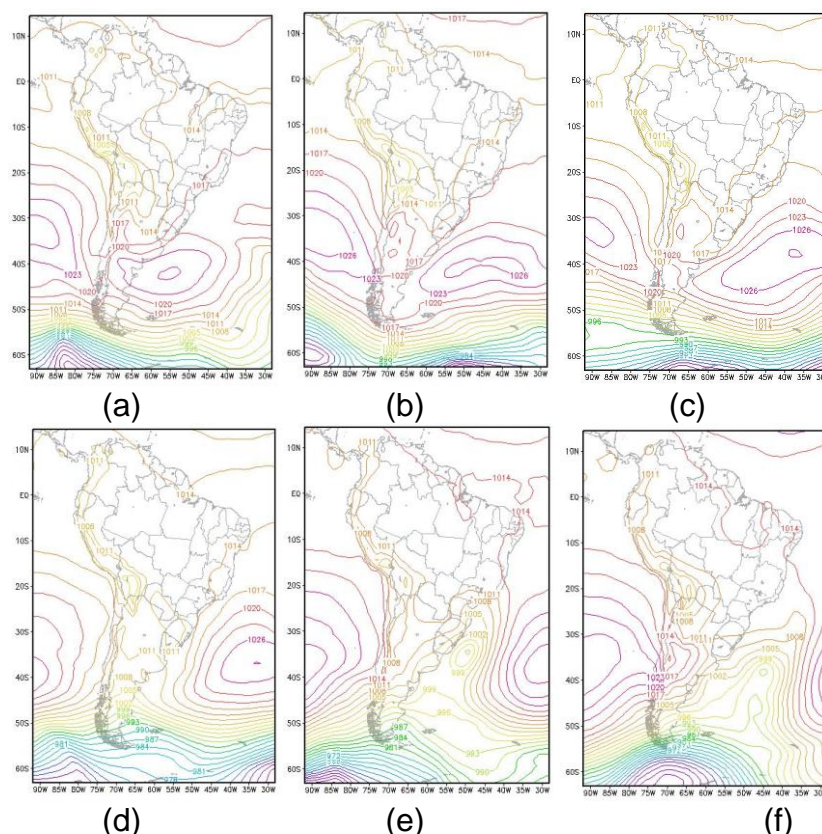


Figura 2. Campos de pressão em nível médio do mar (hPa), onde (a), (b), (c), (d), (e) e (f) representam os dias 01, 02, 03, 04, 05 e 06 do mês de Abril de 2013 às 12 UTC, respectivamente.

#### 4. CONCLUSÕES

A ciclogênese, associada a tempestades severas no sul do Brasil em abril de 2013, estudada neste trabalho apresentou configuração semelhante a de um caso estudado para a região central dos Estados Unidos entre os dias 07 e 08 de Março de 2008 onde a orientação negativa do eixo horizontal do cavado em altos níveis favorece a advecção de ar frio na atmosfera superior e intensa advecção de ar quente e úmido em baixos níveis, decorrendo em um rápido aprofundamento do sistema em superfície e, conseqüentemente, ocasionando tempestades severas na região (ERH/NOAA, 2015).

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BROOKS, H. E.; LEE, J. W.; CRAVEN, J. P. The spatial distribution of severe thunderstorm and tornado environments from global reanalysis data. **Atmos. Research**, v. 67-68, p. 73-94, 2003.

CECIL, D. J.; FELIX, M. O.; BLANKESHIP, C. B. Severe Storm environments on diferente continentes: **Preprints, 25º Conf. Severe Local Storms**. Denver, EUA, Amer. Met. Soc., 2010.

COSSETIN, Fernando; NUNES, Becker André; TEIXEIRA, Mateus da Silva, Identificação da inclinação horizontal dos cavados em médios níveis da atmosfera



com relação a instabilidades severas na região Sul do Brasil no ano de 2013. **Anais da XXVII Reunión Científica de la Asociación Argentina de Geofísicos y Geodestas**, San Juan, Argentina. Aceito, 2014.

DEAN, Devin B.; BOSART, Lance F. Northern Hemisphere 500-hPa trough merger and fracture: A climatology and case study. **Monthly weather review**, v. 124, n. 12, p. 2644-2671, 1996.

ERH/NOAA. Tilted-trough association. Disponível em <http://www.erh.noaa.gov/iln/Gallery/Winter/exp16.html>. Último acesso em: 20 de Julho de 2015, às 18:25 horas.

FIJITA, T. T. Tornadoes around the world. **Weatherwise**, v.26, p.56-62, 1973. VELASCO, I.;

FRITSCH, J, M. Mesoscale Convective Complexes in the Americas. **J. Geph. Res.**, v.92, p.9591-9613, 1987.

GAZA, R. S. and L. F. Bosart, 1990: Troughmerger characteristics over North America. **Weather Forecasting**, 5, 314-331.

GLICKMAN, Todd S.; MACDONALD, Norman J.; SANDERS, Frederick. New Findings on the Apparent Relationship between Convective Activity and the Shape of 500 mb Troughs. **Monthly Weather Review**, v. 105, p. 1060, 1977.

HAKIM, G. J., L. F. Bosart, and D. Keyser, 1995: The Ohio Valley wave-merger cyclogenesis event of 25–26 January 1978. Part I: Multiscale case study. **Monthly weather review**. Rev., 123, 2663–2692.

LEFEVRE, R. J., and J. W. Nielsen-Gammon, 1995: An objective climatology of mobile troughs in the Northern Hemisphere. **Tellus**, 47A, 638–655.

MACDONALD, N. J. On the apparent relationship between convective activity and the shape of 500 mb troughs. **Monthly Weather Review**, v. 104, n. 12, p. 1618-1622, 1976.

NASCIMENTO, E. L. Previsão de tempestades severas utilizando-se parâmetros convectivos e modelos de mesoescala: uma estratégia operacional adotável no Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 20, n. 1, p. 121-140, 2005.

SILVA DIAS, M. A. F. Storms in Brazil, In: **Hazzards and Disasters Series**, Storms Volume II, R. Pielke Sr. e R. Pielke Jr (Eds), p.207-219, 1999.

STRAHL, Jennifer LS; SMITH, Phillip J. A diagnostic study of an explosively developing extratropical cyclone and an associated 500-hPa trough merger. **Monthly weather review**, v. 129, n. 9, p. 2310-2328, 2001.