

AVALIAÇÃO DO ÍNDICE DE CISALHAMENTO VERTICAL DO VENTO PARA SISTEMAS CONVECTIVOS DE MESOESCALA OCORRIDOS NO RIO GRANDE DO SUL

MASKE, Bianca Buss¹

¹ Acadêmica do curso de graduação em meteorologia, bolsista do Programa de Educação Tutorial (PET/MEC/SESu), bianca_maske@yahoo.com.br

GOMES, Roseli Gueths²

² Professora Doutora do curso de graduação em meteorologia, roseligg@gmail.com
^{1,2} Departamento de Meteorologia, Universidade Federal de Pelotas, Campus Universitário-
Caixa Postal 354-CEP 96010200

1 INTRODUÇÃO

A previsão de Sistemas Convectivos de Mesoescala (SCM) vem sendo alvo de estudos por muitos pesquisadores em todo o globo. Tais sistemas se intensificam rapidamente e as suas características de formação e desenvolvimento são muito variáveis. Para fim de prognósticos de tempestades foram desenvolvidos vários índices de tempo severo, os quais vêm sendo utilizados em diversas regiões do planeta (Gottlieb, 2009; Siedlecki, 2009). A partir destes estudos fica evidente a utilidade dos índices para fins de previsão e que possuem valores diferenciados para cada região (DeRupertis, 2006).

Segundo Nascimento et al (2005) a convecção severa é aquela em que perturbações de pressão, induzidas dinamicamente dentro da tempestade, contribuem significativamente na magnitude da flutuabilidade e da força devido ao gradiente vertical de pressão. Estas, quando combinadas, atuam na intensificação das correntes verticais. As tempestades que se desenvolverem em ambientes de escala sinótica e de mesoescala com altos valores de instabilidade convectiva e de cisalhamento vertical do vento terão potencial para se tornarem severas.

Rasmusse e Blanchard (1998) analisaram 6793 sondagens nos Estados Unidos, no período de 1946 a 1992. Dentre os parâmetros avaliados, os autores analisaram a magnitude do vetor cisalhamento entre a superfície e 6 km, buscando encontrar que valores estariam associados com a ocorrência de tempestades unicelulares, multicelulares e supercelulares (Byers e Braham, 1949). Encontraram que, para tempestades uni e multicelulares, os valores de cisalhamento variaram entre 5 e 15 m/s e valores entre 11 e 21m/s estavam associadas com a ocorrência de tempestades supercelulares.

Craven (2000, apud Craven e Brooks, 2004), estudou os 65 principais tornados observados entre os anos de 1950 e 1998 e encontrou que 97% dos eventos estavam associados a valores iguais ou superiores a 20m/s de cisalhamento vertical do vento, na camada entre a superfície e 6 km. Para a mesma camada Craven e Brooks (2004) encontraram que em 75% dos eventos severos os valores estiveram em torno de 10m/s.

No presente trabalho foi avaliado o comportamento do Índice de Cisalhamento Vertical do Vento entre 10m e 6km (CVV_{6km}) para uso na previsão de formação de 14 SCM que atingiram o Rio Grande do Sul (RS). É importante ressaltar que existe na literatura o uso de diferentes camadas para calculo de cisalhamento vertical do vento.

2 METODOLOGIA (MATERIAL E MÉTODOS)

Para a identificação e análise do desenvolvimento dos SCM foram utilizadas imagens, realçadas no canal infravermelho, do satélite geoestacionário GOES-10. As imagens estão disponíveis no site do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (www.cptec.inpe.br), a cada 15-30 minutos, aproximadamente. Para este estudo foram selecionados apenas os SCM que atingiram áreas de, no mínimo, 100.000 km² durante o seu ciclo de vida. A sua identificação foi baseada nos valores de temperatura de brilho do topo das nuvens, a partir do limiar de -50°C (Machado et al, 1998).

O modelo *Weather Research and Forecasting* (WRF), versão 2.2, foi configurado para dois domínios de integração aninhados, com resolução de 90 km e 30 km. As simulações foram realizadas de forma ininterruptas, com início 12 horas antes da formação do sistema. Foram empregados dados iniciais e de contorno com resolução de 1° de latitude e longitude e atualizados a cada 6 horas.

A variação vertical do vento é um parâmetro de grande utilidade para indicar a possibilidade de formação de tempestade. Um dos índices de tempo severo que leva em consideração esta variação é chamado de Cisalhamento Vertical do Vento (CVV_{6km}). O CVV_{6km} é calculado a partir da diferença de velocidade horizontal do vento médio entre a superfície e 500m e 6km de altitude (RASMUSSEM; BLANCHARD, 1998):

$$|CVV| = V_{6km} - V_{0-500m} \quad (1)$$

Por falta de uma densa rede de radiossondagens, com grande disponibilidade de horários, na região de interesse, foram utilizados dados do modelo WRF, fornecidos em níveis de pressão. Por esse motivo, foi feita uma adaptação na equação, usando o valor médio entre o vento a 10m e 950hPa em substituição ao vento médio entre a superfície e 500m e, para o valor de vento a 6000m, foi utilizado o valor do vento no nível de 450hPa.

Com o uso de um programa desenvolvido em ambiente MATLAB foi ajustada uma área retangular sobre a região de extensão máxima de cada SCM. Considerando esta área, foi feito um programa, executado no GrADS, para o cálculo do valor médio do índice CVV_{6km} a partir de 12 horas antes do horário de formação dos SCM.

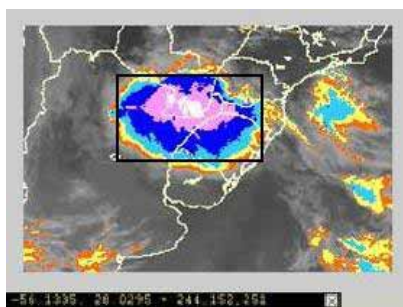


Figura 1- Procedimento de escolha do tamanho da caixa para calculo dos índices.

Para melhor entender o comportamento dos SCM a região de estudo, compreendida entre as latitudes 20° e 40° S e longitudes 70° e 40° W, foi dividida em 6 setores para fins de identificação da região de formação dos SCM.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante os anos de 2007 e 2008 foram encontrados 14 casos, todos ocorridos nos meses de setembro e outubro. Os SCM selecionados apresentaram

duração variável, com valor médio de 21 horas. O que teve maior duração ocorreu no dia 11/09/2008, com aproximadamente 43 horas. O SCM de menor duração foi observado no dia 11/10/2007, com aproximadamente 15 horas. Dentre os 14 casos, 9 se formaram no período da madrugada.

A direção predominante de deslocamento dos 14 casos é ilustrada na figura 1. Na região 1 se formaram 4 casos, na região 2 foi observada a formação de metade dos SCM selecionados, na região 5 se formaram 3 SCM e nas regiões 3,4 e 6 não foram observados SCM que estivessem dentro dos critérios de seleção.

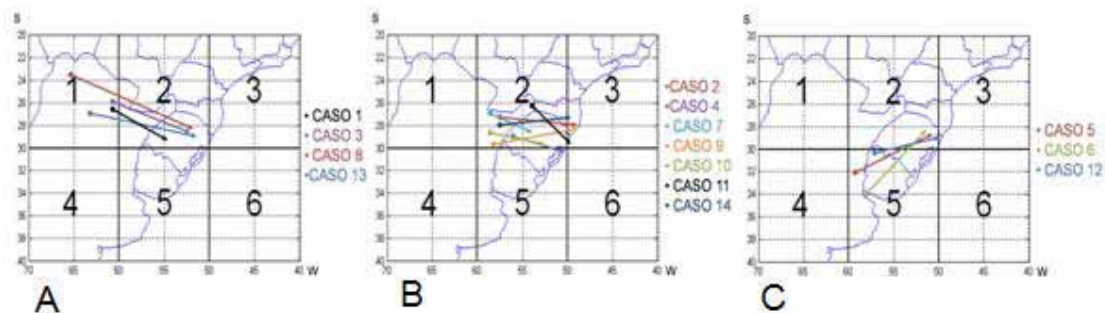


Figura 1- Direção predominante de deslocamento dos SCM formados na A) região 1, B) região 2 e C) região 5.

Em relação aos resultados obtidos para o índice de cisalhamento vertical do vento, na região 1 foram encontrados os menores valores, quando comparados com os obtidos nas outras regiões. Os valores mínimos, médios e máximos estão indicados na tabela 2. Os valores mínimos estiveram abaixo dos encontrados na literatura, porém os valores médios e máximos condizem com os encontrados por outros autores, sendo tais valores referentes a tempestades unicelulares e multicelulares.

Tabela 2- Valores mínimos, médios e máximos do Índice CVV_{6km} para 12, 9, 6, 3 e 0 horas antes da formação do SCM na região 1.

	-12	-9	-6	-3	0
Min	3,30	3,39	5,67	3,48	1,92
Med	10,05	9,89	10,51	10,31	9,58
Max	15,85	15,69	16,2	15,76	15,45

Os valores encontrados na região 2 para o índice CVV_{6km} podem ser consultados na tabela 3. Nesta região os valores mínimos e médios estão dentro dos valores para tempestades multicelulares encontrados por Rasmussem e Blanchard (1998). Os valores máximos durante as 12 horas que antecederam a formação do SCM foram superiores a 20m/s o que, segundo Craven (2000), são encontrados em tempestades tornádicas.

Tabela 3- Valores mínimos, médios e máximos do Índice CVV_{6km} para 12, 9, 6, 3 e 0 horas antes da formação do SCM na região 2.

	-12	-9	-6	-3	0
Min	9,13	9,32	10,80	11,18	9,31
Med	16,24	16,33	16,40	16,48	15,99
Max	20,25	20,52	21,32	22,42	22,42

Todos os casos que se formaram na região 5 apresentaram os maiores valores do índice CVV_{6km} , relativamente aos encontrados nos casos observados nas outras regiões. Os valores podem ser vistos na tabela 4. Apesar dos SCM

encontrados na região 5 terem valores maiores do que os observados na região 2, também indicam para valores mínimos e médios tempestade multicelular e para máximos tempestades tornádicas.

Tabela 4- Valores mínimos, médios e máximos do Índice CVV_{6km} para 12, 9, 6, 3 e 0 horas antes da formação do SCM na região 5.

	-12	-9	-6	-3	0
Min	11,9	11,14	11,54	12,62	13,71
Med	16,38	16,43	17,30	18,18	18,79
Max	22,2	21,29	21,68	22,5	23,18

4 CONCLUSÕES

Para os 14 SCM selecionados que atingiram o RS, foi verificado que o índice de cisalhamento vertical do vento apresentou valores muito variáveis, tendo oscilado entre 1,92 e 23,18m/s. Esta grande variação pode estar associada às especificidades próprias de cada região e de cada sistema meteorológico, podendo haver variações no índice CVV_{6km} . Portanto, para fins de utilização desde índice para previsão de SCM na região de estudo e trabalhos futuros, é importante que seja levado em consideração não só os valores encontrados na literatura.

5 REFERÊNCIAS

- BYERS, H. R., BRAHAM, R. R., **The Thunderstorm**. United States Government Printing Office. 1949.
- CRAVEN, J.P.; BROOKS, H.E. Baseline Climatology Of Sounding Derived Parameters Associated With Deep Moist Convection. **National Weather Digest**, vol.28, p. 13-24, 2004.
- DeRubertis, D. Recent Trends in Four Common Stability Indices Derived from U.S. Radiosonde Observations, **Journal of Climate**, v.19, p. 309-322, 2006
- GOTTLIEB R.J. **Analysis of Stability Indices for Severe Thunderstorms in the Northeastern United States**. Research Honors Program, 2009.
- 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**, vol.126, p.1630-1654, 1998.
- 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.
- RASMUSSEN, E.; BLANCHARD, D. O. A baseline climatology of sounding-derived supercell and tornado forecast parameters. **Weather and Forecasting**, v. 13, p. 1148-1164, 1998.
- SIEDLECKI, M. **Selected instability indices in Europe**. Theoretical and Applied Climatology, vol.96, p.85-94, 2009