

EVENTOS EXTREMOS DE PRECIPITAÇÃO NA REGIÃO DA SERRA DO MAR PARTE II – CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS DE GRANDE ESCALA

Mateus da Silva Teixeira¹
Prakki Satyamurty²

RESUMO Fazendo uso dos resultados das análises estatísticas dos dados de chuva diária do GPCP, realizadas na primeira parte deste estudo, 35 eventos extremos de precipitação ocorridos em torno da Serra do Mar são selecionados. As condições meteorológicas de grande escala associadas a estes eventos são apresentadas por meio das reanálises do NCEP/NCAR. Os compostos dos campos meteorológicos mostraram que o ambiente de grande escala não aparenta ter importância significativa, indicando que os movimentos de mesoescala (interação com a topografia, as circulações locais, etc) podem ser mais influentes na gravidade dos eventos de chuva. Alguns parâmetros, como a convergência do fluxo de umidade em baixos níveis e a divergência do vento em altos níveis, apresentam magnitudes significativas antes do início dos eventos.

ABSTRACT Extreme-daily precipitation events are selected using the threshold of 50 mm day⁻¹ obtained from statistical analysis performed on the GPCP rainfall data in the first part of this study. Composites of meteorological variables displaying the synoptic-scale conditions associated with 35 events show that weak synoptic-scale features are present when such events occur. It suggests that mesoscale features may be more important in determining the extremity of a rainfall event.

Palavras-chave Meteorologia Sinótica; Compostos; Previsão de Tempo.

INTRODUÇÃO

Na primeira parte deste estudo (Teixeira e Satyamurty, 2006b) procurou-se conhecer detalhes da precipitação diária a partir do banco de dados pluviométricos do *Global Precipitation Climatology Project* (GPCP). As informações estatísticas mostraram que a precipitação diária, no domínio que abrange a Serra do Mar, apresenta uma leve diferença entre o oceano e o continente em seus valores médios e frequência. Os parâmetros da distribuição Gama obtidos em função dos dados do GPCP e o percentil de 99,5% mostraram que a chuva diária tem uma distribuição de frequência próxima da distribuição exponencial e que raramente ocorrem eventos com magnitudes superiores a 50 mm dia⁻¹. Portanto, seguindo estes resultados, um evento de chuva cujo valor seja igual ou superior a 50 mm dia⁻¹ é classificado como um evento extremo.

Eventos de chuva que proporcionam grandes quantidades de água podem deflagrar enchentes e deslizamentos de terra nas regiões próximas a Serra do Mar e nas suas encostas, respectivamente. Para que os efeitos desses desastres naturais possam ser minimizados, a previsão de tempo deve ser precisa o bastante para que decisões sejam tomadas com a antecedência necessária para a execução desta tarefa.

¹ INPE, Av. Astronautas, 1758 – CEP 12227-010, (12) 3945-6184, mateus@cptec.inpe.br

² INPE, Av. Astronautas, 1758 – CEP 12227-010, (12) 3945-6635, saty@cptec.inpe.br

Deste modo, o objetivo principal desta parte do trabalho é fornecer aos meteorologistas informações, por meio de campos compostos dos eventos extremos de precipitação, que favoreçam a identificação de cenários passíveis de ocorrência destes fenômenos.

DADOS E METODOLOGIA

As condições meteorológicas de grande escala associadas aos eventos extremos de precipitação são exibidas fazendo-se uso das reanálises do *National Centers for Environmental Prediction* e do *National Center for Atmospheric Research* (NCEP/NCAR) (Kalnay et al., 1996). Estes dados apresentam resolução temporal e espacial de 6 horas e 2,5 graus, respectivamente. As variáveis e os parâmetros meteorológicos analisados são: (i) altura geopotencial em 500 hPa (Z500), (ii) pressão ao nível médio do mar (PNMM), (iii) vento em 200 hPa (v200) e a sua (iv) divergência (div200), (v) convergência do fluxo de umidade em 850 hPa (convq850) e advecção de temperatura em 850 hPa (advT850).

Como já mencionado, os eventos que proporcionaram chuva maior ou igual a 50 mm dia^{-1} são considerados como extremos e são selecionados para integrarem os campos compostos. Como este estudo foca a região da Serra do Mar, a procura pelos casos se dá nos pontos de grade próximos a Serra do Mar, como ilustrado na Figura 1.

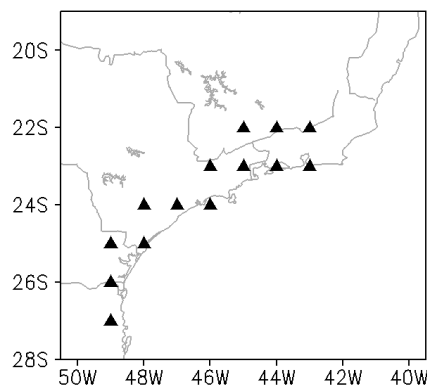


Figura 1 – Posição geográfica dos pontos de grade nos quais são procurados os eventos extremos de precipitação diária. Veja localização da Serra do Mar em Teixeira e Satyamurty (2006b).

Para que um evento fosse classificado como extremo foi verificada a existência de chuva acima do limiar em, ao menos, um dos pontos de procura. As situações nas quais houve dias consecutivos com chuva acima deste limiar foram classificadas como apenas um caso, considerando-se a data inicial do evento aquela do primeiro dia. Deixa-se claro, desta forma, que o objetivo deste trabalho está em mostrar as condições meteorológicas que antecedem um evento

extremo de chuva. As questões relacionadas à permanência e re-intensificação de um sistema sobre esta região, que ocasionaria o registro de chuva acima do limiar aqui utilizado por vários dias consecutivos, merecem uma atenção especial e não fazem parte do escopo deste estudo.

Os campos compostos serão construídos para o dia no qual ocorreram os eventos extremos (D0) e, também, para até dois dias anteriores (D-2 e D-1) como em Teixeira e Satyamurty (2006a).

RESULTADOS

Dentro do período estudado (outubro de 1996 até abril de 2005) foram selecionados 35 casos extremos. Durante o período chuvoso o mês de janeiro registrou a maior quantidade de casos, 14, enquanto que o mês de fevereiro teve a menor, apenas cinco casos.

Na média e baixa troposfera, os compostos de Z500 e PNMM, respectivamente, não mostram uma forte situação sinótica que destaca a possibilidade de ocorrência destes eventos. Em médios níveis, somente em D0, nota-se a presença de um fraco cavado, no campo de Z500, a oeste da região Sudeste do Brasil com orientação noroeste-sudeste (Figura 2a). Em superfície, observa-se a formação de um centro de baixa pressão sobre o Paraguai entre os dias D-2 (campo não mostrado) e D0 (Figura 2c), e a presença de um pequeno cavado sobre o estado de São Paulo em D-1 (Figura 2b). Em altos níveis, a circulação anticiclônica associada à Alta da Bolívia e o cavado situado sobre a região Nordeste do Brasil são as características marcantes apresentadas na Figura 2d, em D-2. Pode-se ver, também, que grande parte do Brasil está sob uma região de divergência do escoamento em altos níveis, 200 hPa. Pela equação da continuidade é facilmente verificado que uma região sob tal influência é caracterizada por movimentos ascendentes de grande escala.

Apesar das condições de escalas sinóticas discutidas no parágrafo anterior e ilustradas na Figura 2 não aparentarem ter uma influência significativa no caráter extremo destes eventos de precipitação, vê-se que o ambiente sinótico fornece condições favoráveis à convecção. Esta análise leva a crer que as circulações de menores escalas, mesoescala e local, sejam mais importantes para tornar um evento de chuva em um evento extremo.

Um ponto importante a ser enfatizado, que pode ter colaborado para os resultados até aqui descritos, é a questão dos sistemas meteorológicos responsáveis por estes eventos extremos. Os dois sistemas mais importantes que atuam nesta região é a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e a Frente Fria. Procurando-se tornar a presente investigação completamente objetiva, nenhuma análise de imagens de satélite foi realizada com a finalidade de separar os casos de acordo com o sistema responsável. Isto é justificado da seguinte forma: (i) devido a falhas no recebimento de imagens de satélite, o banco de imagens do CPTEC contém falhas dentro do período estudado e, por isso, dificultaria a separação dos casos e (ii) a análise visual destas imagens adicionaria um

componente subjetivo ao estudo. Entretanto, apesar dos compostos conterem casos extremos causados por estes dois sistemas consegue-se observar um ambiente sinótico favorável à ocorrência destes casos.

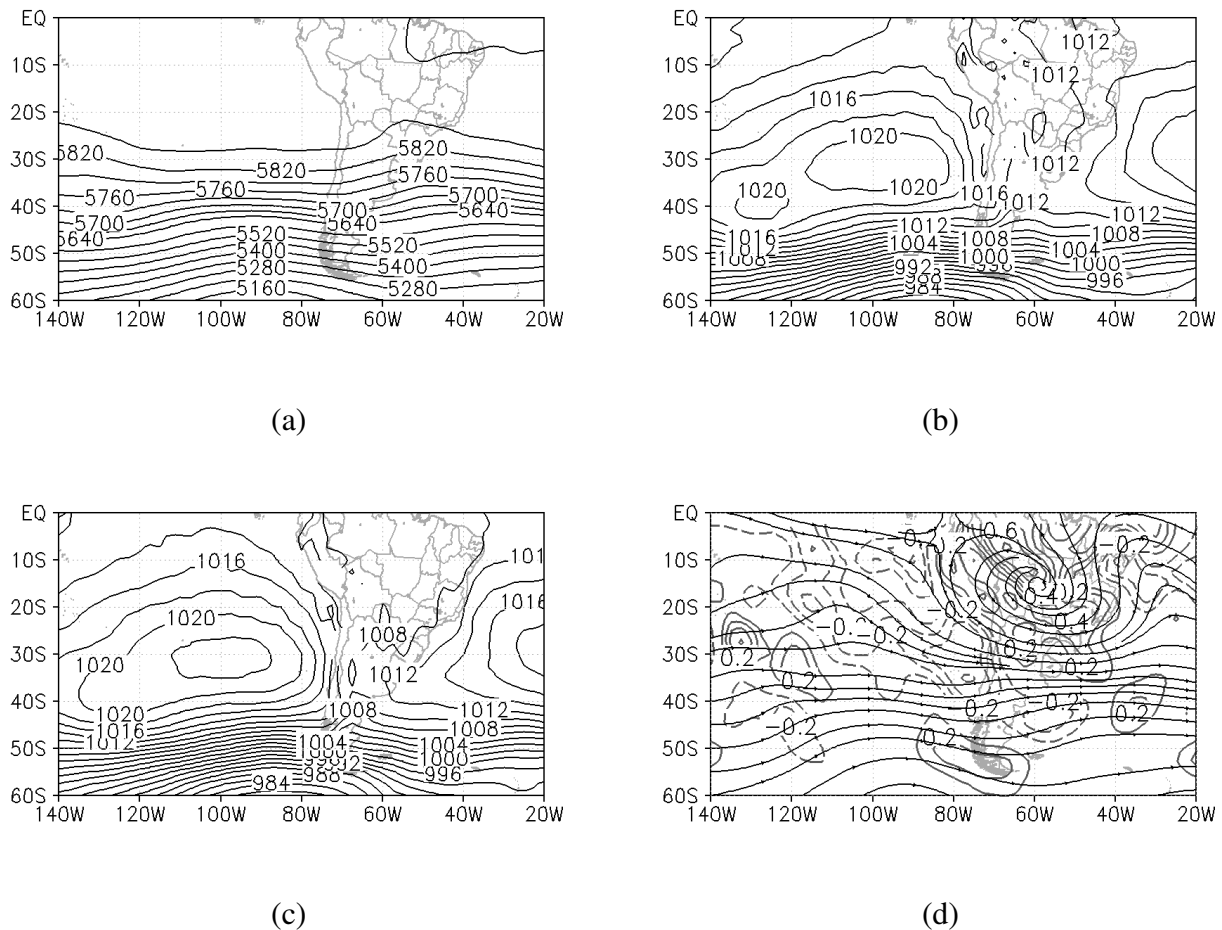


Figura 2 – Compostos de altura geopotencial (m) em 500 hPa em D0 (a), de pressão ao nível médio do mar (hPa) em D-1 (b) e D0 (c), e do escoamento (m s^{-1}) e da sua divergência (10^{-5} s^{-1}) em D-2 (d).

A Figura 3 complementa a investigação do ambiente de escala sinótica mostrando os campos de advT850 e de convq850 . Um aspecto interessante desses eventos extremos de chuva é a fraca advecção horizontal positiva (aproximadamente 1 K por dia) de temperatura em baixos níveis (Figura 3a), mostrando que este fenômeno não é importante para a ocorrência de eventos extremos de chuva sobre a Serra do Mar. Já os compostos de convq850 mostram magnitudes positivas sobre a região em questão desde D-2 (campo não mostrado), mas a partir de D-1 (Figura 3b) que se tornam importantes e em D0 (campo não mostrado) praticamente toda a região Sudeste do Brasil experimenta forte aumento na quantidade de umidade.

Como os compostos contêm eventos extremos de chuva, provocados por ZCAS e frentes

frias, observam-se transportes de umidade de NW, de N e de NE (campo vetorial na Figura 3b). Entretanto, o transporte de umidade de N-NE é o que efetivamente causa o aumento da umidade sobre a região da Serra do Mar. Certamente, o transporte de umidade de NW está associado às frentes frias que se aproximam da região em estudo.

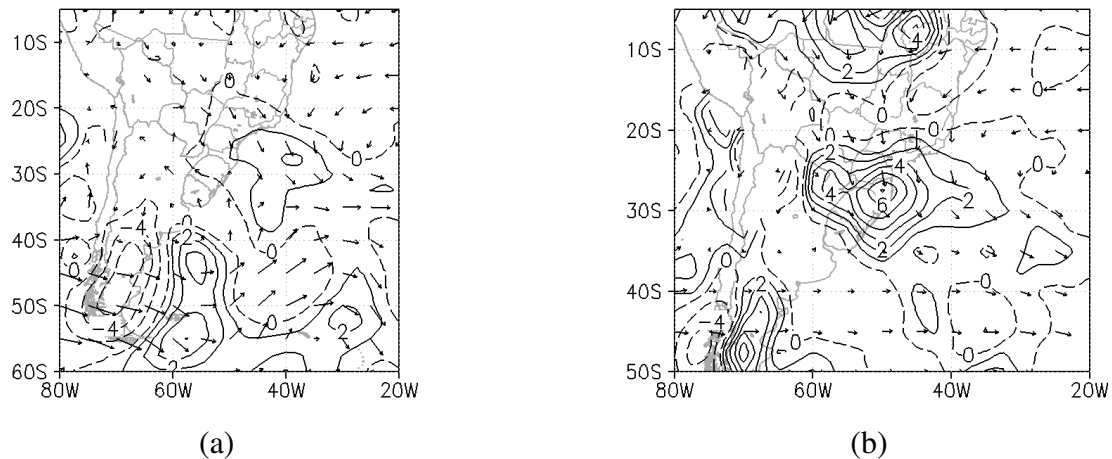


Figura 3 – Compostos de advecção de temperatura (K dia^{-1}) (a) e de convergência do fluxo de umidade ($\text{g kg}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) (b), ambos em 850 hPa e em D-1. Vetores mostram o escoamento (m s^{-1}) (a) e o transporte de umidade ($\text{g kg}^{-1} \text{ m s}^{-1}$) (b).

CONCLUSÕES

Neste estudo, composto de duas partes, procurou-se analisar as características da precipitação diária extrema sobre a região da Serra do Mar, objetivando o estudo dos eventos extremos de precipitação.

Os resultados mostraram que uma pequena parcela das variáveis e parâmetros atmosféricos analisada destacou a possibilidade de ocorrência de um evento extremo sobre a região em questão. Com exceção da convergência do fluxo de umidade em baixos níveis e da divergência do escoamento em altos níveis, que apresentaram valores médios importantes em áreas significativamente extensas, os outros campos apresentaram fracas magnitudes (p.ex., Z500) e estruturas de menores escalas sobre a região (p.ex., PNMM). O transporte de umidade à região, de N-NE também foi uma das características importantes associadas a estes eventos extremos.

Isto sugere que as circulações de escala local (p.ex., convecção localizada e forçada pela topografia) e de mesoescala (p.ex., brisa marítima) possam ser mais importantes para mudar o caráter ordinário de uma chuva.

Maiores e mais detalhados estudos devem ser feitos para confrontar com os resultados aqui obtidos, indicando a viabilidade da utilização do conjunto de dados analisado e se a presente

metodologia foi o fator determinante para que um fraco ambiente de escala sinótica tenha sido detectado.

Mesmo com estas questões em aberto, os autores acreditam que este estudo possa fornecer algum tipo de informação, de aplicação direta ou indireta, na previsão destes eventos extremos; tarefa fundamental para a diminuição dos efeitos de desastres naturais ligados às fortes chuvas na região da Serra do Mar.

AGRADECIMENTOS Os autores agradecem ao apoio financeiro dado pelo CNPq e aos participantes do I Workshop – Projeto Serra do Mar pelas inúmeras sugestões e críticas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

KALNAY, E. et al. The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v. 77, n. 3, p. 437-471, 1996.

TEIXEIRA, M.S.; SATYAMURTY, P. Dynamical and synoptic characteristics of heavy rainfall episodes in southern Brazil. **Monthly Weather Review**, in publication, 2006a.

_____. Eventos extremos de precipitação na região da Serra do Mar. Parte I – Descrição estatística da precipitação diária. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 14., 2006, Florianópolis. **Anais...** Rio de Janeiro, SBMET, 2006b.