

EVENTOS EXTREMOS DE PRECIPITAÇÃO NA REGIÃO DA SERRA DO MAR

PARTE I – DESCRIÇÕES ESTATÍSTICAS DA PRECIPITAÇÃO DIÁRIA

*Mateus da Silva Teixeira*¹
*Prakki Satyamurty*²

RESUMO A região da Serra do Mar é suscetível a grandes acúmulos de precipitação que podem deflagrar diversos tipos de desastres naturais como, por exemplo, enchentes e deslizamentos de terra, que por sua vez, podem levar a consideráveis perdas humanas e econômicas. Na primeira parte deste estudo, uma análise estatística da chuva diária, durante o período chuvoso (novembro a fevereiro), é realizada com os dados de precipitação do GPCP. As descrições estatísticas mostram uma leve diferença de comportamento da chuva diária sobre a região da Serra do Mar e o oceano. Utilizando-se dos quantis, obtém-se um limiar indicador de chuva diária extrema de aproximadamente 50 mm dia⁻¹.

ABSTRACT The behavior of the daily rainfall in the Serra do Mar region within the wet season (November-to-December period) is studied through GPCP rainfall data. The first part of a two-part study of extreme-daily rainfall over Serra do Mar region shows slight differences between continental rainfall and oceanic rainfall. By computing quantiles, a threshold of 50 mm day⁻¹ is adopted to indicate extreme-daily rainfall occurrence.

Palavras-Chave Precipitação Extrema; Serra do Mar; Distribuição Gama.

INTRODUÇÃO

A Serra do Mar é um grande sistema montanhoso que corre pela costa brasileira desde o estado do Espírito Santo até o sul do estado de Santa Catarina (Figura 1). Especialmente na porção situada entre os estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais, tem uma grande importância biológica por ainda conter partes remanescentes da Mata Atlântica, abrigando a maioria das unidades de conservação. Nesta mesma porção da Serra do Mar a ocupação humana é destacada, evidenciada pela malha ferroviária e rodoviária e pelas instalações portuárias e industriais. Infelizmente, a industrialização e o crescimento urbano desordenados levaram a um processo de degradação ambiental, acelerado pelas condições meteorológicas e topográficas inadequadas à dispersão de poluentes. Une-se a este fato as altas taxas pluviométricas observadas durante o período chuvoso na Região Sudeste (novembro a fevereiro), e o resultado é uma região propensa a enchentes e deslizamentos de terra em suas encostas que podem causar inúmeros desastres naturais e industriais, além de perdas humanas.

A conscientização dos setores social e industrial é um dos caminhos para que a degradação ambiental seja devidamente freada. Entretanto, uma vez que o ambiente já foi amplamente afetado,

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

atitudes desta natureza têm seus efeitos benéficos sentidos em longo prazo. Assim, enquanto estas regiões continuarem a enfrentar problemas com enchentes, deslizamentos de terra e qualquer outro tipo de desastre natural que afete a integridade da população que vive nas proximidades da Serra do Mar, medidas preventivas devem ser tomadas para diminuir as conseqüências destes desastres.

Para que planos de tomada de decisão possam ser elaborados e aplicados com eficácia, todos os aspectos que cooperam à ocorrência destes desastres naturais devem ser levados em conta, como por exemplo a ocupação humana, a degradação ambiental, as condições meteorológicas e hidrológicas, entre outras.

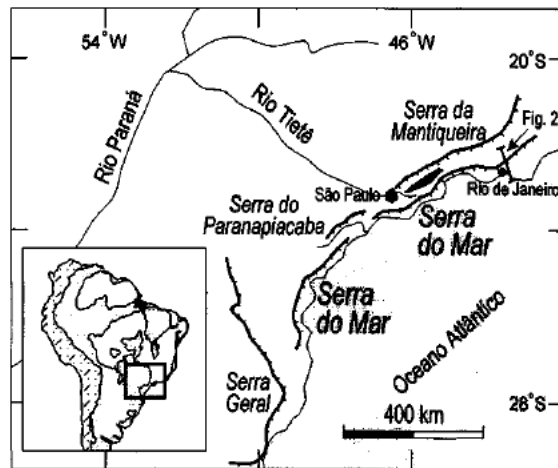


Figura 1 – Localização da Serra do Mar. FONTE: Almeida e Carneiro (1998).

Portanto, o presente trabalho, dividido em duas partes, propõe-se a investigar os aspectos meteorológicos que colaboram para que situações de risco tornem-se presentes em um determinado momento. Nesta primeira parte, descrições estatísticas da chuva diária são apresentadas com o intuito de obter um conhecimento mais aprimorado do comportamento da chuva nesta região. Na segunda parte deste trabalho, as informações obtidas nesta parte são usadas para selecionar os casos extremos de chuva diária a fim de exibir o ambiente de escala sinótica associado aos mesmos.

DADOS E METODOLOGIA

Os dados diários de chuva compilados pelo *Global Precipitation Climatology Project* (GPCP) serão utilizados na análise da chuva, durante a estação chuvosa (novembro a fevereiro), no domínio espacial de 28°S a 19°S e de 50,5°W a 39,5°W, que cobre parte das regiões Sul e Sudeste do Brasil. Este banco de dados pluviométrico abrange o período de outubro de 1996 a abril de 2005 e tem resolução espacial de 1° (latitude e longitude). Resultam da união de diversas fontes de informação: estimativas de vários sensores de satélites e observações em superfície (Huffman et al., 2001). A

baixa resolução espacial destes dados, as estimativas de precipitação por satélite e os efeitos suavizadores inerentes aos processos de interpolação dos dados podem fazer com que sejam inadequados a determinadas aplicações. Entretanto, em regiões de baixa densidade de estações observacionais e sobre as áreas oceânicas este conjunto de dados fornece uma boa alternativa para o estudo da precipitação (p.ex., Shin e Lee, 2005). Assim, um dos propósitos deste estudo é aplicar estes dados aos estudos de eventos extremos de precipitação, mesmo sabendo que extremos pontuais tenham sido suavizados, como discutido anteriormente.

O comportamento da chuva é apresentado através de campos de chuva média diária, frequência de dias com chuva ($\text{chuva} \geq 0,1 \text{ mm dia}^{-1}$) e dos parâmetros α e β da distribuição gama, dada pela equação (1).

$$f(x) = \frac{(x/\beta)^{\alpha-1} \exp(-x/\beta)}{\beta\Gamma(\alpha)} \quad (1)$$

Esta distribuição é útil para representar séries de chuva, pois estas não apresentam valores negativos e são distintamente assimétricas (Wilks, 2005). A distribuição gama permite uma descrição de séries de chuva de uma maneira compacta pois ela depende apenas de dois parâmetros, α e β . O parâmetro α , adimensional, define a forma da distribuição gama, sendo que quanto maior for α , mais próxima da distribuição normal a distribuição gama se aproxima e se $\alpha=1$ a distribuição é exponencial. Já o parâmetro β , de mesmas dimensões de x , define a escala da distribuição, ou o intervalo de valores sobre o qual está a distribuição gama.

Existem diversas metodologias para os estudos de eventos extremos. Entretanto, uma maneira direta de visualizá-los é calcular os quantis da chuva diária (May, 2004). Para tal, apresenta-se os percentis de 99,5%, procurando, desta forma, obter um limiar para definir eventos extremos de precipitação a fim de selecioná-los e descrevê-los na segunda parte deste estudo.

RESULTADOS

A Figura 2 apresenta as estatísticas obtidas dos dados pluviométricos do GPCP. Pode-se ver uma clara diferença no comportamento da chuva entre o oceano e o continente. Sobre o continente, durante a estação chuvosa (verão), a frequente formação de células convectivas e a interação com a topografia faz com que haja mais dias com chuva (Figura 1a) e que estes tenham uma chuva média superior a observada sobre os oceanos (Figura 1b).

O parâmetro de forma da distribuição gama (α) também mostra uma pequena variação continente-oceano (Figura 1c), entretanto, todos os valores são menores que 1, caracterizando uma

distribuição diária da chuva quase exponencial. Pode-se observar, também, que sobre o continente os eventos extremos da distribuição são responsáveis por maiores quantidades de chuva que os que ocorrem sobre o oceano. Já o parâmetro de escala (β) não apresenta uma marcada variação entre o continente e o oceano (Figura 1d), mostrando que os eventos de chuva estão, aproximadamente, num mesmo intervalo de valores de precipitação diária.

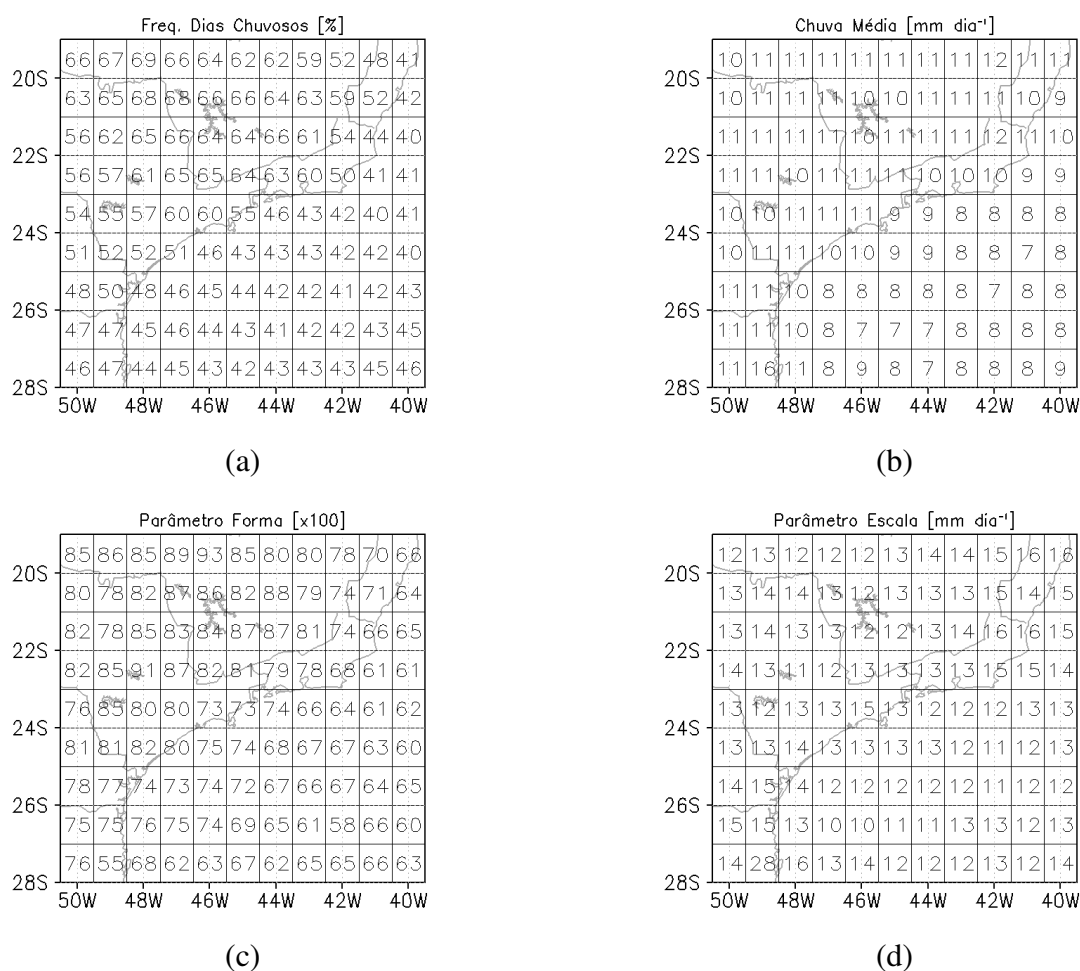


Figura 2 – Distribuição espacial (a) da frequência de dias chuvosos (%), (b) da chuva média diária (mm dia^{-1}), (c) do parâmetro α e (d) do parâmetro β (mm dia^{-1}).

A fim de resumir e ilustrar as informações fornecidas pelas distribuições espaciais dos parâmetros da distribuição gama (Figuras 2c e 2d) é mostrada a distribuição média da chuva diária sobre o domínio em questão (Figura 3a). Vê-se que raramente a precipitação diária ultrapassa valores de 50 mm dia^{-1} no domínio estudado.

O cálculo dos quantis permite uma visualização direta dos eventos extremos de precipitação diária e a Figura 3b mostra a distribuição espacial do percentil de 99,5%. Novamente, vê-se uma diferença oceano-continente nos valores deste percentil. O resultado mostrado na Figura 3b corrobora a afirmação feita acima sobre a menor quantidade de chuva associada aos eventos

extremos sobre o oceano. A despeito de pequenas áreas sobre o continente, a grande parte deste possui valores próximos e superiores a 50 mm dia^{-1} e, como mostrado na Figura 3a, estes valores raramente ocorrem. Assim, assume-se que qualquer evento de precipitação cuja chuva acumulada em um dia seja igual ou superior a 50 mm tem caráter extremo.

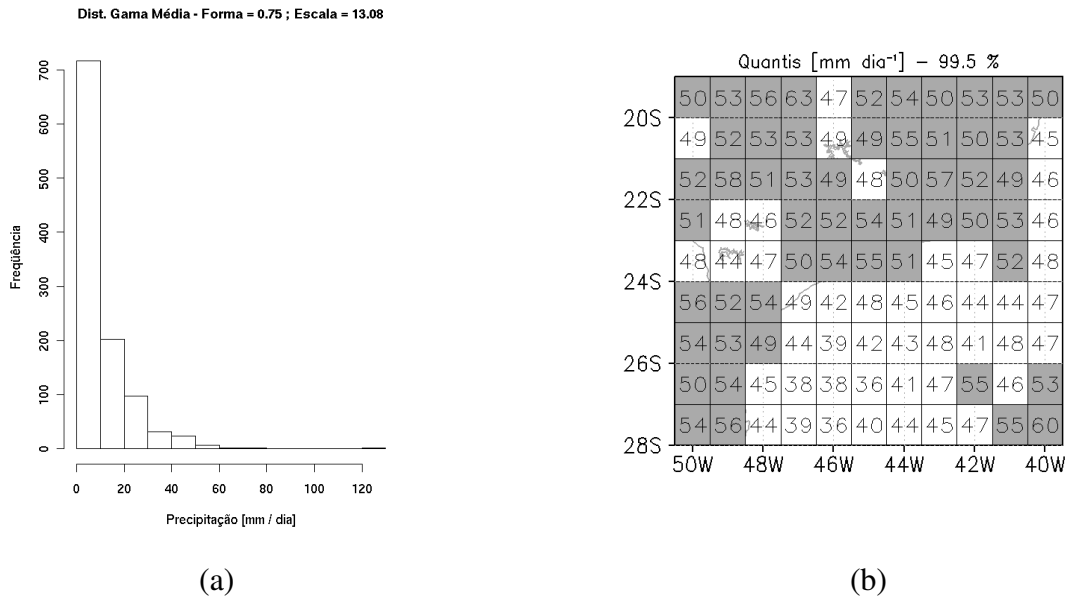


Figura 3 – Distribuição Gama Média no domínio de estudo (a) e distribuição espacial do percentil de 99,5% (mm dia^{-1}). Quadros preenchidos destacam valores próximos e superiores a 50 mm dia^{-1} .

CONCLUSÕES

Uma breve análise estatística dos dados pluviométricos do GPCP sobre a região da Serra do Mar, durante o período chuvoso (novembro a fevereiro), mostrou que a principal diferença de comportamento da chuva diária se dá entre o continente e o oceano. Sobre o continente, a chuva diária apresenta maior frequência e maiores valores médios que sobre o oceano adjacente. Devido à área limitada nenhuma diferença importante sobre o continente e sobre o oceano é percebida. Os resultados confirmam que a influência da topografia e, nos meses de verão, a formação de células convectivas sobre o continente são responsáveis por maiores taxas de precipitação.

A análise dos percentis de 99,5% e dos parâmetros da distribuição gama também mostram, com exceção do parâmetro de escala, esta diferença oceano-continente. A distribuição da chuva diária sobre a região tem características próximas de uma distribuição exponencial ($\alpha < 1$), com raros casos apresentando chuva maior que 50 mm dia^{-1} . Os percentis corroboram o caráter extremo da chuva diária cujos valores sejam iguais ou superiores a este valor. Assim, este valor pode ser considerado como um limiar para a seleção de casos extremos de chuva diária. Na segunda parte

deste estudo, os casos que tiveram chuva superior ou igual a este limiar são selecionados a fim de mostrar as condições meteorológicas de escala sinótica associadas aos mesmos, na tentativa de fornecer informações que possam ajudar a previsão destas situações.

É importante enfatizar que estes resultados devem sofrer comparações com análises similares de dados pluviométricos pontuais, observados nas estações meteorológicas em superfície. Isso permitirá obter melhores conclusões sobre a aplicabilidade deste conjunto de dados (GPCP) à análise de eventos extremos de precipitação. Devido ao fato de estarem distribuídos em pontos de grade e abrangerem regiões normalmente não cobertas pela rede convencional de observação, configuram uma alternativa atrativa para o estudo da precipitação.

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

ALMEIDA, F.F.M.; CARNEIRO, C. Origem e evolução da Serra do Mar. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 28, n.2, p. 135-150, 1998.

HUFFMAN, G.J., et al. Global precipitation at one-degree daily resolution from multi-satellite observations. **Journal of Hydrometeorology**, v. 2, n. 1, p. 36-50, 2001.

MAY, W. Variability and extremes of daily rainfall during the Indian summer monsoon in the period 1901-1989. **Global and Planetary Change**, v. 44, p. 83-105, 2004.

SHIN, C-S.; LEE, T-Y. Development mechanisms for the heavy rainfall of 6-7 August 2002 over the middle of the Korean peninsula. **Journal of the Meteorological Society of Japan**, v. 83, n. 5, p. 683-709, 2005.

WILKS, D.S. **Statistical methods in the atmospheric sciences**. 2. ed. San Diego: Academic Press, 2005. 648 p.