

EPISÓDIOS DE PRECIPITAÇÃO (INTENSA/EXTREMA) NA REGIÃO SUDESTE DO BRASIL: PARTE I – DISTRIBUIÇÕES ESPACIAL, INTERANUAL E SAZONAL

Kellen Carla Lima¹, Prakki Satyamurty^{1,2} & Júlio Pablo Reyes Fernández¹

¹ (CPTEC/INPE) Av. dos Astronautas 1758, CEP: 12227-010, São José dos Campos/SP
(kellen@cptec.inpe.br/jpablo@cptec.inpe.br)

² (LBA/INPA) Av. André Araújo 2936, CEP 69060-001, Manaus/AM (saty@cptec.inpe.br)

RESUMO: Na primeira parte deste estudo, a ocorrência de eventos intensos/extremos de precipitação na Região Sudeste do Brasil é investigada utilizando dados diários de precipitação provenientes de estações meteorológicas de superfície da Agência Nacional de Águas (ANA) referentes ao período de 1960 a 2005, para os meses da estação chuvosa da região (Novembro a Março). Um episódio de chuva é definido como intenso/extremo, quando 15% / 20% ou mais do total climatológico sazonal cai em um dia, respectivamente. As frequências de precipitações extremas tiveram suas preferências de localizações pela área litorânea da Região Sudeste. A maioria dos anos com frequências elevadas de eventos intensos e extremos de precipitação coincidiu com a ocorrência do fenômeno El Niño. Durante os meses da estação chuvosa foi notável que, primeiramente, as maiores frequências de chuva intensa ocorreram sobre os Estados de Minas Gerais e Espírito Santo, ao passo que somente em Janeiro, os Estados do Rio de Janeiro e São Paulo tiveram aumento em suas frequências de precipitação intensa/extrema.

ABSTRACT: In the first part of this study, occurrence of heavy/extreme events of precipitation in the Southeast Region of Brazil is investigated using daily precipitation data gathered by the Agência Nacional de Águas (ANA) during the period from 1960 to 2005, for the months of the rainy season of the region (November to March). A rain episode is defined as heavy/extreme, when 15% / 20% or more of the seasonal climatological total fell in one day, respectively. The events of extreme precipitation had their preference of location near the coastal area of the Southeast Region. Most of the years with high frequency of heavy/extreme precipitation events coincided with the occurrence of the phenomenon El Niño. It is interesting to note that, the largest amounts of rain happened first over the states of Minas Gerais and Espírito Santo, and only in January, the states of Rio de Janeiro and São Paulo had received strong rains considered intense/extreme precipitation.

Palavras-Chave: Precipitação (intensa/extrema) e distribuições espacial, interanual e sazonal.

1. INTRODUÇÃO

O Sudeste do Brasil é uma região importante para o país, devido a sua economia ter o maior desenvolvimento dentre as cinco regiões brasileiras. É também, a região com a maior densidade demográfica e o mais alto índice de urbanização, abrigando as três mais importantes metrópoles nacionais: São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte. Em virtude das oportunidades propiciadas por seu desenvolvimento, a região funciona como pólo de atração para milhares de brasileiros de outras cidades, que buscam trabalho principalmente nos seus centros urbanos, que não estão aparelhados para recebê-los. Com isso, surgem os graves problemas enfrentados pelas grandes metrópoles, como a ocupação desordenada de áreas impróprias para moradia que sofrem com grandes enchentes durante o verão.

A ocorrência de chuvas intensas, principalmente durante o verão, na Região Sudeste causa grande impacto nas atividades sócio-econômicas dessa região. Em decorrência destes eventos, há vários transtornos em áreas urbanas, onde a drenagem pode ser inadequada para acomodar uma grande quantia súbita de chuva. Igualmente, as regiões rurais podem sofrer prejuízos com a precipitação excessiva, pela perda de colheitas. Além disto, estes eventos de precipitação intensa e extrema podem afetar os totais sazonais locais, e conseqüentemente a administração do fornecimento de água doce. Desta maneira, a relevância do entendimento dos mecanismos atmosféricos para produzir precipitação intensa é óbvia.

Uma importante característica climatológica do verão austral observada sobre o Sudeste do Brasil é a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). A ZCAS tem sido subjetivamente definida como uma banda convectiva alongada originada na Bacia Amazônica estendendo-se na direção do Sudeste do Brasil e do Oceano Atlântico (KODAMA, 1992; SATYAMURTY et al., 1998). A ZCAS é conhecida por representar um importante papel na determinação da precipitação média anual no Sudeste do Brasil, além do mais sua

atividade, normalmente, está associada a eventos de precipitação intensa sobre a região (NOGUÉS-PAEGLE et al., 2000).

Nesta primeira parte do artigo, tem-se como objetivo quantificar ocorrências de casos de precipitação considerados como intensos e extremos na Região Sudeste do Brasil, bem como analisar suas distribuições: espacial, interanual e sazonal.

2. DADOS E METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste estudo são utilizados dados diários de precipitação pluviométrica provenientes do banco de dados da Agência Nacional de Águas (ANA) para a Região Sudeste do Brasil. São selecionados os dados diários de precipitação que compreendem o período de 1960 a 2005. Estes dados consistem de totais diários de 85 estações meteorológicas no Espírito Santo/ES, 489 em Minas Gerais/MG 86 no Rio de Janeiro/RJ e 135 em São Paulo/SP. A distribuição espacial destas estações meteorológicas existentes no banco de dados da ANA pode ser visualizada na Figura 1. Como se pode observar tem-se um número considerável de estações pluviométricas distribuídas em toda a Região Sudeste, contudo por motivos diversos nem todas as estações meteorológicas possuem uma série de dados completa. Quanto à consistência dos dados de precipitação, não foi necessário fazer nenhum tipo de teste de qualidade, porque os dados já passaram por um controle de qualidade na instituição fornecedora. Como também, não foi realizado nenhum método de preenchimento de falhas, pois este processo poderá resultar em dados não confiáveis, já que a precipitação é uma variável descontínua tanto em espaço quanto em tempo. Deste modo, as estações meteorológicas foram selecionadas em função da disponibilidade de uma série contínua de dados, dentro do período de estudo. A Região Sudeste tem sua estação chuvosa estendendo-se do mês de Novembro a Março (RAO & HADA, 1990) e por isso, este estudo limitar-se-á em analisar apenas os eventos de precipitação intensa e extrema que tenham ocorrido na estação chuvosa, já que este é o período em que mais casos se apresentam.

A definição de precipitação intensa e extrema é adaptada de LIEBMANN et al. (2001). Aqui, para uma dada estação meteorológica, um evento de precipitação é considerado intenso/extremo, quando 15% / 20% ou mais do total climatológico sazonal ocorre em um dia, restringindo-se somente à estação chuvosa, respectivamente. Portanto, daqui por diante 15% refere-se aos casos de precipitação intensa e 20% aos de precipitação extrema.

3. RESULTADOS

De maneira geral, sobre os totais diários de precipitação de 85 estações meteorológicas de superfície no ES; 489 em MG; 86 no RJ e 135 em SP, durante o período de 1960 a 2005 para os meses da estação chuvosa, foram verificados totais de 322, 364, 114 e 92 casos de precipitação intensa; e 71, 66, 31 e 14 casos de precipitação extrema, respectivamente. Em média, foram 223 casos de precipitação intensa e 45,5 casos de precipitação extrema. Isto mostra que a categoria de 20% seleciona eventos de precipitação bastante extremos, como por exemplo, os maiores valores de chuva encontrados, para todo o período de estudo, foram de 485.8 mm (31/01/1992 – Três Marias/MG), 403.2 mm (02/01/1985 – Ibirapu/ES), 375.2 mm (02/02/1988 – Petrópolis/RJ) e 308.5 mm (06/03/1983 – Cananéia/SP). Possíveis explicações para valores tão elevados de precipitação são: (a) nos anos de 1983 e 1992 foram registrados a presença de forte El Niño e em 1988 este encontrou-se moderado, isto segundo a Tabela com todos os registros do fenômeno, disponível em (www.cptec.inpe.br/enos); (b) os casos extremos que ocorreram no ES e no RJ foi verificada atividade de ZCAS, com permanência de 9 e 14 dias, respectivamente, conforme estudos de SANCHES (2002). Corroborando os altos valores de chuvas ocorridos nos Estados de MG e RJ, segundo o Boletim Climanálise de Janeiro/1992 (<http://www.cptec.inpe.br/climanalise>) na região central de MG, onde está localizada a cidade de Três Marias, foi a região mais atingida pelas chuvas, sendo observados totais acumulados de precipitação superiores a 600 mm, que resultaram em desvios de precipitação superiores a 400 mm, correspondentes a totais de precipitação 200%. Ainda, segundo o Climanálise do mês de Fevereiro/1988, na Região Sudeste as precipitações foram acima do normal no Estado do RJ, com precipitação total acima de 600 mm, representando um desvio superior a 300 mm.

As Figuras 2 e 3 mostram as distribuições espaciais das quantidades de eventos de precipitação intensa e extrema, respectivamente. Na categoria de 15%, pode-se observar que os eventos intensos de precipitação estão bem distribuídos sobre a Região Sudeste, ao passo que na categoria de 20% os episódios extremos de precipitação concentram-se, principalmente próximo à costa Atlântica. Este resultado mostra forte indício de que estes extremos estão associados à advecção de umidade oriunda do Oceano Atlântico, acrescentado a

isto tem-se nesta área a presença de terreno complexo, como a Serra do Mar e da Mantiqueira. Sendo que, em áreas montanhosas, massas de ar carregadas de umidade sobem ao encontrar uma elevação do relevo, provocam chuva. Quando esta massa é forçada a ascender, precipita à barlavento da montanha, em muitos casos não precipita do outro lado, à sotavento. Os altos valores de precipitação registrados sobre a Serra do Mar podem ser devido ao complexo terreno da região. Com isto, sugere-se investigar a influência do Oceano Atlântico sobre estes eventos de precipitação extrema, um trabalho ora em andamento.

As distribuições interanuais dos eventos intensos e extremos de precipitação podem ser visualizadas nas Figuras 4 e 5, respectivamente. De modo geral, como o esperado são perceptíveis maiores frequências de eventos intensos na categoria 15%, já que extremos de precipitação podem ser considerados mais raros (categoria 20%). Sendo assim, concordante com a climatologia das localidades, os maiores valores de chuva foram em MG, ES, RJ e SP, na ordem cronológica. Também, nota-se uma certa semelhança na frequência dos eventos entre MG e ES; SP e RJ. Na categoria de 15% nos Estados de MG e ES foram totalizados oito anos com quantidades acima de dez casos. A categoria de 20% apresentou três anos com quantidades superiores a cinco eventos. Nas duas categorias, grande parte dos anos coincidiu com a ocorrência da fase quente do ENSO (El Niño), onde tal fenômeno quando atuante muda a posição das chuvas no Pacífico provocando alterações nas condições climáticas de várias regiões continentais ao redor do planeta, devidas à grande quantidade de energia envolvida no processo de formação da chuva. Grandes enchentes e temperaturas mais elevadas que o normal sobre a Região Sudeste do Brasil podem ser decorrentes do fenômeno (SILVA DIAS & MARENGO, 1999). Analisando as duas categorias, o Estado de MG no ano de 2005, desperta atenção por ter se mostrado com a mais alta quantidade de precipitação intensa. Uma pesquisa no Boletim Climanalise mostrou que, durante a estação chuvosa de 2005, foram observadas ocorrências de alagamentos, enxurradas e deslizamentos em MG. A atuação de Sistemas Frontais, a configuração de episódios de ZCAS ao longo do mês de Dezembro, proporcionou o aumento das chuvas no Estado. Como também, a atuação da ZCAS contribuiu para a ocorrência de chuvas acima da média durante o mês de Fevereiro no norte de MG.

As distribuições das quantidades de eventos intensos e extremos em cada mês da estação chuvosa são mostradas nas Figuras 5 e 6. Nelas pode-se observar o quanto é mais comum a ocorrência de eventos intensos de precipitação do que eventos extremos. No início da estação chuvosa nota-se que os Estados que logo experimentam tanto de eventos intensos como extremos são, ES e MG, enquanto RJ e SP são atingidos mais tarde. Para ambas categorias, as maiores quantidades de precipitação estão em concordância com as normais climatológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) disponível no endereço eletrônico (<http://www.inmet.gov.br/html/clima/mapas>), quando os Estados de MG e ES, apresentam valores de chuva mais elevados nos meses de Novembro, Dezembro e Janeiro, como também, a diminuição das chuvas nos meses seqüentes.

4. CONCLUSÕES

Nesta primeira parte do artigo, estudou-se a ocorrência de eventos intensos e extremos de precipitação sobre a Região Sudeste do Brasil, para um período de 45 anos, com base em dados de precipitação pluviométrica provenientes de estações meteorológicas de superfície da ANA. Aqui, foram utilizadas duas porcentagens, 15% e 20%, do total climatológico sazonal para identificar eventos de chuva intensos e extremos, respectivamente. Observaram-se as maiores frequências de precipitações extremas na costa Atlântica da Região Sudeste, fato que pode estar associado à umidade oriunda do Oceano Atlântico e a complexidade do relevo na região. Grande parte dos anos que apresentou maior frequência de eventos intensos e/ou extremos coincidiu com a presença do fenômeno El Niño. Nos Estados de MG e ES foram os primeiros a serem afetados pela ocorrência de eventos intensos e extremos, enquanto SP e RJ foram atingidos a partir da metade da estação chuvosa.

AGRADECIMENTOS: Os autores agradecem ao apoio financeiro dado pelo CNPq.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

KODAMA, Y. M. Large-scale common features of subtropical precipitation zones (the Bain frontal zone, the SPCZ, and the SACZ). Part I: Characteristics of subtropical frontal zones. **Meteorological Society of Japan**, v. 70, p. 813-835, 1992.

LIEBMANN, B.; JONES, C.; CARVALHO, L. M. V. Interannual variability of daily extreme precipitation events in the state of São Paulo, Brazil. **Journal of Climate**, v. 14, p. 208-218, 2001

NOGUÉS-PAEGLE, J., L. A. & BYERLE, K. C. MO. Intraseasonal modulation of South American summer precipitation. **Monthly Weather Review**, v. 128, p. 837-850, 2000.

RAO, V. B & HADA, K. Characteristics of rainfall over Brazil: Annual variations and connections with the Southern Oscillation. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 42. p. 81-91, 1990.

SANCHES, M. B. **Análise Sinótica da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) utilizando-se a Técnica de Composição**. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 95 p., 2002

SATYAMURTY, P.; NOBRE, C. A.; DIAS, P. L. South America. Meteorology of the southern hemisphere. **American Meteorological Society**, v. 27, n. 49, p. 119-139, 1998.

SILVA DIAS, P & MARENGO, J. A. **Águas Atmosféricas. Águas Doces no Brasil-capital Ecológico Usos Múltiplos, Exploração Racional e Conservação**[da Cunha Rebouças, ^a, B. Braga Jr., e J.G. Tunizi]. IAE/USP,65-116, 1999.

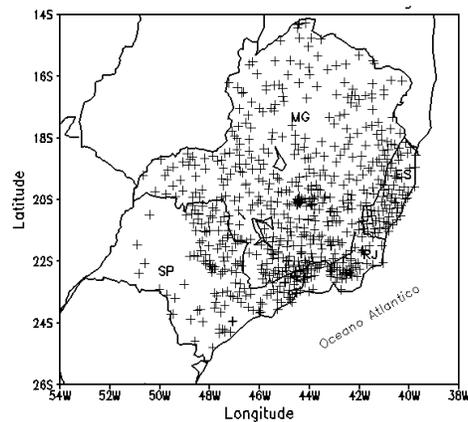


Figura 1 – Distribuição espacial das estações pluviométricas na Região Sudeste.

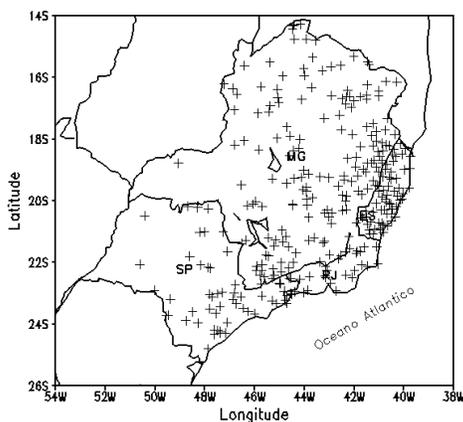


Figura 2 – Distribuição espacial da quantidade de eventos de precipitação intensa (categoria 15%).

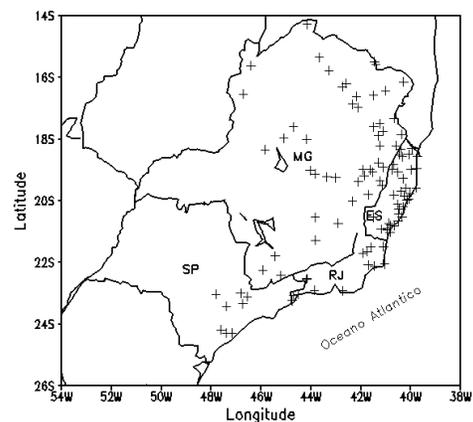


Figura 3 – Distribuição espacial da quantidade de eventos de precipitação extrema (categoria 20%).

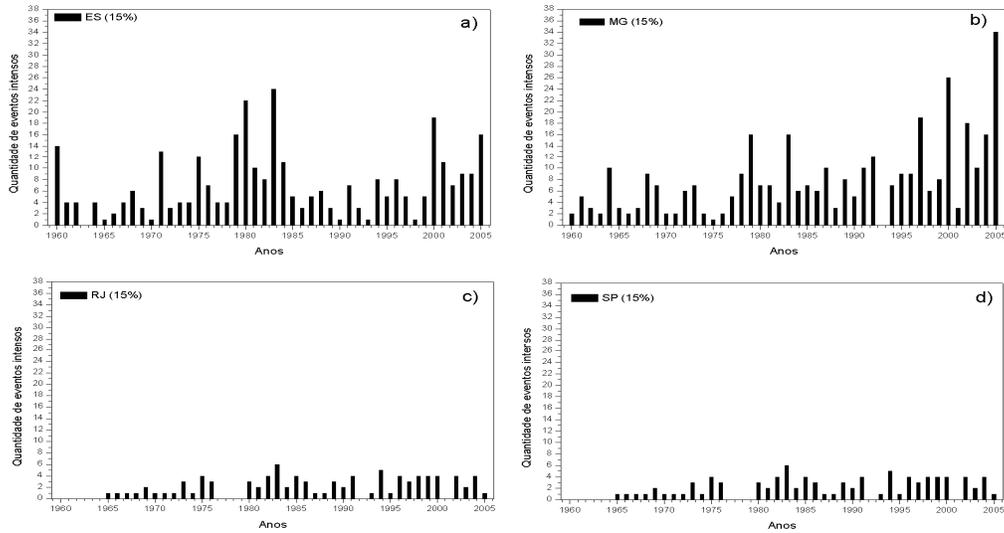


Figura 4 – Distribuição interanual da quantidade de eventos de precipitação intensa (categoria 15%).

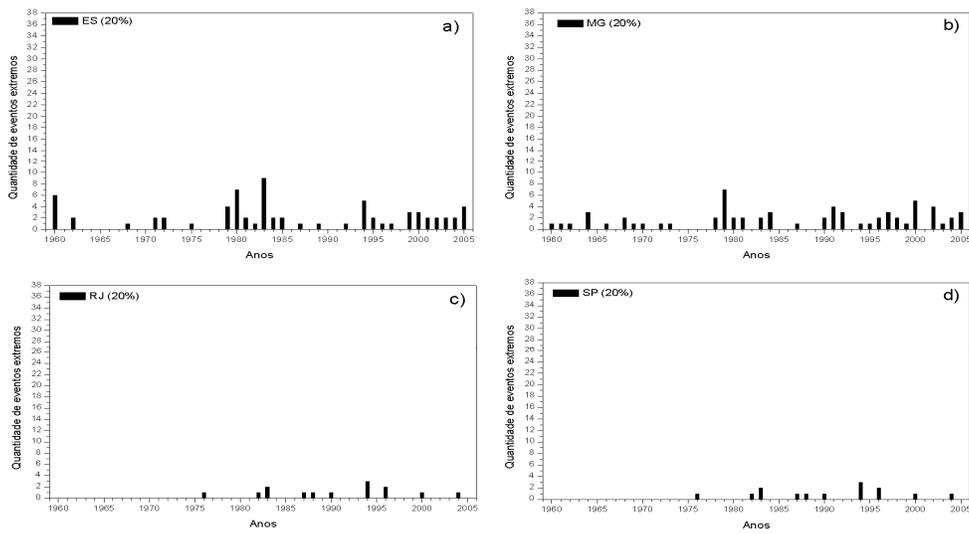


Figura 5 – Distribuição interanual da quantidade de eventos de precipitação extrema (categoria 20%).

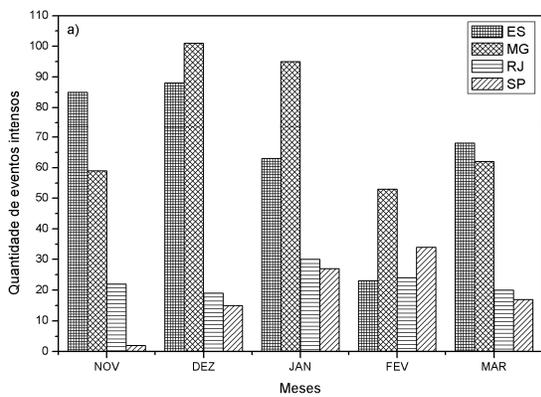


Figura 6 – Distribuição sazonal da quantidade de eventos de precipitação intensa (categoria 15%).

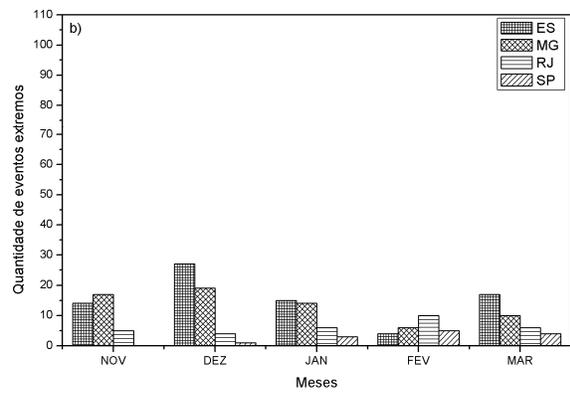


Figura 7 – Distribuição sazonal da quantidade de eventos de precipitação extrema (categoria 20%).