

## ANÁLISE ESTATÍSTICA DE CHUVAS INTENSAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA

LINCOLN ELOI DE ARAÚJO, FRANCISCO DE ASSIS SALVIANO DE SOUSA,  
MARIA ADRIANA DE FREITAS MÁGERO RIBEIRO, ARNALDO SENA DOS SANTOS,  
PAULO DA COSTA MEDEIROS

Universidade Federal de Campina Grande - UFCG  
Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas - UACA  
Av.: Aprígio Veloso, 882, CEP: 58.109-970, Bodocongó, Campina Grande - PB  
E-mail: lincolneloi@yahoo.com.br, fassis@dca.ufcg.edu.br, drickadefreitas@yahoo.com.br,  
arnaldosena@yahoo.com.br, medeiros\_pc@yahoo.com.br

Recebido Agosto 2006 - Aceito Novembro 2007

### RESUMO

Esta pesquisa foi realizada na bacia hidrográfica do rio Paraíba com a finalidade de identificar a variação espacial e temporal das chuvas intensas de 1, 2, 3, 4 e 5 dias. Os resultados obtidos mostraram concentração de valores máximos da variação espacial das chuvas intensas no leste da sub-bacia do Baixo Paraíba, Sul da sub-bacia do rio Taperoá e centro-norte da sub-bacia do Alto Paraíba. A análise da variação temporal revelou que os meses de maiores ocorrências de chuvas intensas na bacia em estudo são: janeiro, fevereiro, março e abril. Em seguida, as chuvas intensas foram ajustadas à função distribuição de probabilidade de Gumbel. O teste Kolmogorov-Smirnov foi utilizado para verificar a qualidade desses ajustes.

**Palavras-chave:** Bacia hidrográfica do rio Paraíba, chuvas intensas, probabilidade de Gumbel.

### ABSTRACT: STATISTICAL ANALYSIS OF RAINS INTENSE IN THE PARAÍBA RIVER BASIN

This research was accomplished in the Paraíba river basin for to identify the space and temporal variability of the rains intense of 1, 2, 3, 4 and 5 days. The obtained results showed concentration of maximum values of the space variation of the rains intense in the east of the subbasin of Low Paraíba, south of the subbasin of the river Taperoá and center-north of the subbasin of High Paraíba. The analysis of the temporal variation did reveal that the months of larger occurrences of rains intense in the basin in study are: January, February, March and April. Soon after, the rains intense they were adjusted to the probability distribution function of Gumbel. The test Kolmogorov-Smirnov was used to verify the quality of those fittings.

**Keywords:** Rains intense, Paraíba river basin, Gumbel probability.

## 1. INTRODUÇÃO

O Nordeste brasileiro (NEB) tem como característica grande irregularidade na precipitação, cujo comportamento é decorrente de um conjunto de fatores, tais como: suas características fisiográficas e influência de vários sistemas atmosféricos, fenômenos estes transientes. Estes fenômenos são caracterizados pela grande variabilidade espacial e temporal das chuvas na região, tornando-se um fator prejudicial às localidades atingidas, pois tanto podem provocar enchentes, como também secas.

Entretanto, é pouco conhecido que a Paraíba é o Estado do Nordeste que apresenta uma das maiores variabilidades espacial nas chuvas, uma vez que o agreste/litoral apresenta precipitação média anual acima de 1083,4 mm/ano, seguido do sertão com valores médios de 821,9 mm/ano, e por fim a região do Cariri/Curimataú com média alcançando até 516,1 mm/ano. A localidade de Cabaceiras, localizada no Cariri paraibano, registra média anual em torno de 300 mm, enquanto que na faixa litorânea, distante aproximadamente 150 km, o total médio anual de precipitação é superior a 1500 mm, Araújo et al. (2003).

A bacia do rio Paraíba é de grande importância para

o estado, pois nela estão contidas grandes cidades com grandes necessidades, que dependem direta ou indiretamente, das reservas hídricas do Estado, tais como Monteiro e Campina Grande. É relevante analisar o quanto à bacia do Rio Paraíba contribui em termos de quantidade de água para a região, e o quanto cada sub-bacia faz parte dessas contribuições. Desta forma será mais fácil o gerenciamento dos recursos hídricos da região, pois com a falta deste, surgirão problemas no abastecimento d'água local, para a indústria e o comércio, prejudicando a população no geral, diminuindo a quantidade de empregos e recursos na região do rio Paraíba.

Portanto, é de grande importância o estudo da precipitação na região da bacia do rio Paraíba, principalmente a chuva intensa, pois nesta, estão contidas todas as informações importantes de sua severidade e frequência. Com esse conhecimento podem-se evitar problemas como: erosão do solo, inundações em áreas rurais e urbanas, prejuízo na agricultura e em projetos de obras hidráulicas, danos nos sistemas de drenagem, dentre outros.

Assim, o objetivo deste trabalho é o de estudar a distribuição espaço-temporal das chuvas intensas de um a cinco dias de duração no âmbito da bacia hidrográfica do rio Paraíba, e associá-las aos sistemas atmosféricos atuantes no Nordeste do Brasil.

## 2. PRINCIPAIS SISTEMAS ATUANTES NO NEB

Dentre os principais sistemas atuantes no Nordeste encontram-se os sistemas frontais (Kousky, 1979), a zona de convergência intertropical (Uvo, 1989), os vórtices ciclônicos de ar superior (Kousky e Gan, 1981) e os distúrbios de leste (Espinoza, 1996).

Os Vórtices Ciclônicos de Ar Superior (VCAS) são sistemas que atuam nos meses de novembro a fevereiro, ocorrem de forma muito irregular em termo de seu posicionamento e produzem tanto chuvas intensas como estiagem. As chuvas ocorrem nas bandas de nebulosidade que residem na sua periferia, enquanto que no centro, o movimento subsidente inibe a formação de nuvens, podendo atuar durante meses. Seu aparecimento está relacionado com a circulação geral da atmosfera, com a Alta da Bolívia (AB), com a posição da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e a penetração de Frentes Frias do sul.

Um dos primeiros estudos abordando os VCAS na América do Sul (AS) foi feito por Aragão (1975), que observou uma circulação ciclônica fria próxima à costa leste do Nordeste do Brasil. Para a sua manutenção, os VCAS, de acordo com Kousky e Gan (1981), transformam energia potencial em energia cinética, através do movimento descendente no centro frio e ascendente na sua periferia.

Os Distúrbios de Leste são sistemas que atuam desde o norte do Rio Grande do Norte até a Bahia, no período de maio

a agosto. Seu deslocamento é de leste para oeste até atingir o continente adentro. São comuns na maioria dos anos, só que sua intensidade depende da temperatura da superfície do Mar (TSM), do cisalhamento do vento e dos efeitos da orografia e da circulação de brisa marítima e terrestre, de forma que intensificam ou dissipam esse tipo de sistema.

Um dos primeiros estudos a diagnosticar o distúrbio de leste foi o de Visher (1925). A atuação dos distúrbios de leste tem duas regiões distintas no oceano Atlântico, uma no Atlântico Norte (ATN) e outro no Atlântico Sul (ATS). Apesar de centrados em latitudes distintas, os distúrbios ocorrem com maior amplitude na mesma época do ano nessas duas regiões, ou seja, nos mesmos meses citados anteriormente.

Segundo Ratisbona (1976) os distúrbios de leste têm o seu máximo em junho, atuando sobre o litoral Leste do NEB. Essas massas de ar atuantes são instáveis, profundas e úmidas, por causa da atuação dos ventos alísios de sudeste.

A Zona de Convergência Intertropical é formada pela junção dos ventos alísios de nordeste e os ventos alísios de sudeste, resultando em movimento ascendente do ar com alto teor de vapor d'água. Ao subir, o ar se resfria, dando origem às nuvens. É considerado o principal sistema produtor de chuva no norte do NEB, atuando de fevereiro a maio, principalmente no estado do Ceará, oeste do Rio Grande do Norte e interior da Paraíba e Pernambuco.

Chung (1982) e Hastenrath (1984) sugeriram que o aumento da TSM do Atlântico Sul e o enfraquecimento dos alísios de sudeste permitem o deslocamento mais para sul da ZCIT, causando chuvas mais intensas no Norte do NEB. Segundo Aceituno (1989) durante episódios de El Niño há o deslocamento da ZCIT para o norte, por causa do enfraquecimento da Alta Subtropical do Atlântico Norte.

Por fim, os Sistemas Frontais, importante sistema produtor de precipitação, atuam basicamente na região sul do NEB, nos meses de novembro a fevereiro e tem o seu máximo de precipitação em dezembro, (Chu, 1983) atuando principalmente na parte sul da Bahia, decrescendo para o norte.

A penetração de frentes frias no NEB constitui o segundo principal mecanismo da produção de chuvas, bem como no sul e sudeste do Brasil, Minas Gerais e sul da Bahia. Esse mecanismo foi documentado por Kousky (1979). A frequência desses sistemas é de aproximadamente um a cada cinco dias no Sul e Sudeste do Brasil. Mas, somente alguns desses sistemas ou parte deles penetram mais ao norte. Dessa maneira, são poucos os Sistemas Frontais que influenciam a produção das chuvas na parte central, norte e leste da região do NEB durante todo o ano, porque eles não possuem o gradiente térmico característico da região Sul e Sudeste do Brasil.

Por causa da interação dos sistemas atuantes no NEB, torna-se, clara a necessidade de um levantamento mais

apurado com relação às características dos VCAS, da ZCIT, dos Distúrbios de Leste e dos Sistemas Frontais, visto que existem vários aspectos a serem esclarecidos entre os quais o mecanismo de formação, estrutura vertical e o comportamento do sistema.

## 2.1. CHUVAS INTENSAS

As chuvas intensas, ou chuvas extremas são também conhecidas por chuvas máximas e tem distribuição irregular tanto temporalmente quanto espacialmente. Esse tipo de evento causa grandes prejuízos, tais como: erosão no solo, inundações, perdas aurículas, além de problemas em reservatórios.

Buzzi et al. (1995) afirmaram que eventos de chuvas intensas são favorecidos pelas condições meteorológica de meso e grande escala, atuando na intensificação e tempo de duração dos sistemas.

Brath (1995) observa que para ocorrer uma boa previsão de chuvas intensas, é necessário levar em conta a extensão da área inundada, o número de habitantes, a densidade da população e principalmente a topografia da região afetada. Também destacou que com modelos de circulação geral (GCM) que tem limitação na resolução espacial, obtêm-se melhores resultados na previsão de chuvas intensas do que com modelos de escalas menores (Limited Area Model – LAM), pois na sua composição, a topografia da região e a atuação de sistemas de escalas maiores é melhor considerada.

Adamowski et al. (1996) destacaram que com a utilização das curvas de intensidade-duração-frequência, a única desvantagem em utilizá-las seriam as características de espaço-tempo e na extrapolação da chuva pontual. Desta forma, identificaram áreas homogêneas e heterogêneas em relação à precipitação.

Gershunov (1998) mostra que, para os Estados Unidos, há significativa diferença entre as probabilidades de ocorrência de eventos severos de precipitação durante episódios de El Niño e La Niña, o que representa um potencial de previsibilidade do aumento ou diminuição destes eventos durante aqueles episódios.

Salvador (2004) estudou a atuação de grande quantidade de chuvas intensas no Estado de Alagoas devido a da atuação da VCAS, gerando um aumento na precipitação entre 500 a 900%. Park et al. (2002) afirmaram que a modelagem de chuvas extremas é essencial, pois com a mesma pode-se minimizar custo em relação à agricultura e principalmente ter um bom entendimento em relação às modificações do clima e do tempo.

Clarke et al. (2004) sugeriu que as séries de dados têm que ser suficientemente longas e representativas do local de estudo, pois só assim pode-se observar a variabilidade do comportamento climático de uma região, principalmente em relação a chuvas intensas. Grimm et al. (2004) observaram que eventos como El Niño e La Niña têm uma grande influência na ocorrência de chuvas extremas no Brasil, principalmente na região Nordeste.

Barbosa et al. (2004) analisaram o alto teor de umidade em baixos níveis associada com a estrutura termodinâmica instável e convergência em baixo em grande escala, explicam a ocorrência de sistemas profundos, formadores de chuvas intensas. E que o cisalhamento do vento contribui para a formação de correntes ascendentes e descendentes, que fazem a manutenção dos sistemas precipitantes causadores de chuvas máximas na região do semi-árido nordestino.

Salvador (2004) destacou o aumento de 1000% na precipitação de Alagoas em 2004, por causa da atuação em conjunto da ZCIT, Frentes Frias e VCAS, gerando desta forma chuvas intensas em todo o estado.

Reis et al. (2004) afirmaram que as chuvas extremas na região de Belo Horizonte, têm grande influência da orografia da Serra do Curral, mostrando que áreas acidentadas apresentam maior potencial de chuvas extremas.

Araújo et al. (2005) observaram que as chuvas extremas na bacia do rio Paraíba se concentraram nos meses de janeiro e fevereiro, no ano de 2004. Ultrapassando os extremos da categoria de precipitação máxima de 1, 2, 3, 4 e 5 dias.

Com base nesses estudos será verificado a distribuição espaço-temporal das chuvas intensas de 1, 2, 3, 4 e 5 dias na área da bacia do rio Paraíba, associando aos sistemas atmosféricos atuantes no Nordeste do Brasil.

## 3. DADOS E METODOLOGIA

Os dados de precipitação pluviométrica utilizados na pesquisa foram obtidos do UACA (Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas – UFCG). O conjunto de dados de precipitação diária representa uma amostra de 33 postos. Dos 84 municípios que compõem a bacia do rio Paraíba, 64 são postos de coleta de dados de precipitação, uma vez que cada série possui 30 anos de dados, tendo início em janeiro de 1974 e término em dezembro de 2004.

A partir desse conjunto de dados foram extraídas as chuvas intensas para cada município. Considerou-se como chuva intensa, o maior valor diário registrado na série. Dessa forma, foi extraída a chuva intensa para 1, 2, 3, 4 e 5 dias, sendo que a partir do segundo dia é considerada a somatória dos dois dias consecutivos de maior valor na série, processo análogo foi efetuado para 3, 4 e 5 dias de chuvas intensas.

Com base nos dados extraídos de chuva de 1, 2, 3, 4 e 5 dias para a bacia do rio Paraíba, gerou-se a distribuição temporal e espacial dessas chuvas.

A análise estatística foi realizada utilizando a Distribuição de Probabilidade de Gumbel e o Teste de Kolmogorov-Smirnov.

A distribuição de probabilidade Gumbel é a que melhor se ajusta aos eventos extremos ocorridos na natureza.

É conhecida também, como distribuição de valores extremos ou distribuição tipo I de Fisher-Tippett. Essa distribuição apresenta como casos particulares, os três tipos de distribuição de valores extremos, e tem função de distribuição acumulada de probabilidade dada por:

$$F(x) = \left\{ - \left[ 1 + \xi \left( \frac{x - \alpha}{\beta} \right) \right]^{-\frac{1}{\xi}} \right\} \quad (1)$$

definida em,  $-\infty < x < \alpha - \beta/\xi$  para  $\xi < 0$ ,  $-\infty < x < +\infty$  para  $\xi$  tendendo a zero,  $\alpha - \beta/\xi < x < +\infty$  para  $\xi > 0$ , sendo  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\xi$  os parâmetros de locação, escala e de forma respectivamente, com  $\beta > 0$ . As distribuições de valores extremos de Fréchet e

de Weibull correspondem aos casos particulares da equação 1, em que  $\xi > 0$  e  $\xi < 0$ , respectivamente. Com limite de  $F(x)$  e  $\xi$  tendendo a zero, tem-se que:

$$F(x) = \exp \left\{ - \exp \left[ - \frac{x - \alpha}{\beta} \right] \right\} \quad (2)$$

é a função de distribuição acumulada de Gumbel com parâmetros de locação ( $\alpha$ ) e de escala ( $\beta$ ), com  $\beta > 0$ . Sendo a estimativa dos parâmetros (método dos momentos) dada por:

$$\beta = \frac{S\sqrt{6}}{\pi} \quad \text{e} \quad \alpha = \bar{X} - \gamma\beta \quad (3)$$

onde  $\gamma = 0,5772$  (constante de Euler).

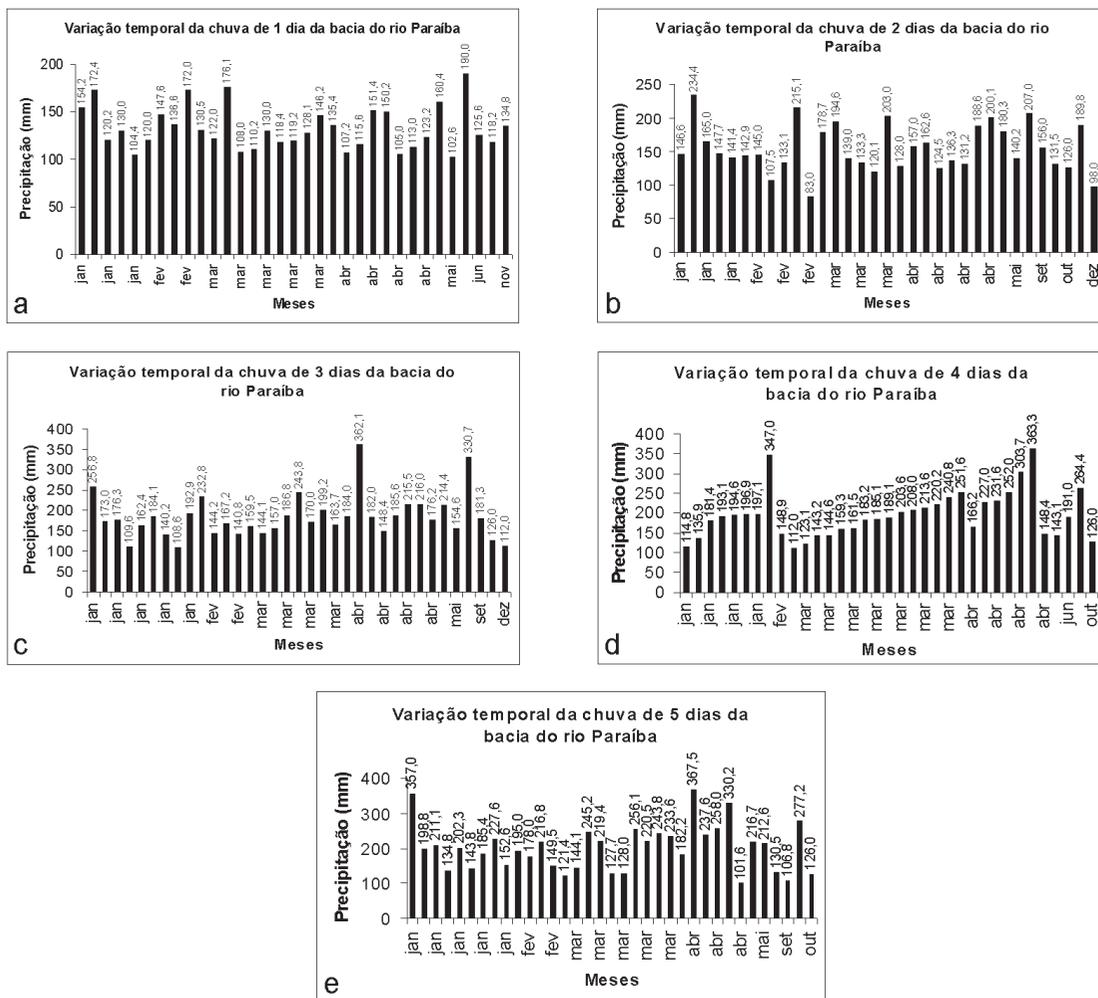


Figura 1 – Variação temporal da bacia do rio Paraíba para as chuvas de 1 dia (a), 2 dias (b), 3 dias (c), 4 dia (d) e 5 dias (e).

O Teste Kolmogorov-Smirnov mede a distância máxima entre os resultados de uma distribuição a ser testada e os valores associados à distribuição hipoteticamente verdadeira. A estatística do teste é dada por  $D$ , representando a diferença máxima entre as funções acumuladas de probabilidade teórica ( $F(x)$ ) e empírica ( $F(a)$ ), o teste apresenta a seguinte forma:

$$D = \max |F(x) - F(a)| \quad (4)$$

A aceitação do ajuste dos dados à função pretendida será exigente, visto que será considerado o nível de significância de 10%. Para caso particular em que  $N=33$  utilizado nessa pesquisa o valor adequado do teste corresponde a valores  $\leq 0,18$ .

#### 4. RESULTADOS

Na Figura 1 que apresenta a variação temporal das chuvas intensas de 1, 2, 3, 4 e 5 dias, foi identificado que estas se concentraram predominantemente nos meses de janeiro a abril. A contribuição percentual das chuvas para os referidos meses encontra-se apresentado na tabela 1. Esse comportamento sugere que durante esses meses os sistemas que podem estar relacionados com as chuvas intensas na bacia são os VCAS e ZCIT, como visto por Buzzi et al. (1995), que afirmou que chuvas intensas estão relacionadas principalmente, por sistemas de meso e de grande escala.

A variação espacial das chuvas intensas de 1, 2, 3, 4 e 5 dias apresentado na Figura 2, mostra que para a chuva de 1 dia

os maiores valores se concentraram nos setores leste da sub-bacia do baixo Paraíba, sul da sub-bacia do Taperoá e região central da sub-bacia do alto Paraíba. No caso da chuva de 2 dias, observa-se o mesmo comportamento, porém a área de abrangência se estendeu até o sul da sub-bacia do alto Paraíba. Para a chuva de 3 dias, os setores de maior concentração foram o leste da sub-bacia do baixo Paraíba e centro/sul da sub-bacia do alto Paraíba. Comportamento análogo ao da chuva de 3 dias é observado para as chuvas de 4 e 5 dias, com alguma ressalva a chuva de 4 dias, e a que preferencialmente não ocorreu no mês de fevereiro, Tabela 1. Em geral observa-se maior atuação das chuvas na região leste da sub-bacia do baixo Paraíba, sul da sub-bacia do Taperoá e centro/sul da sub-bacia do alto Paraíba. Com picos observados na região sudoeste da sub-bacia do alto Paraíba, sugere-se que esse máximo observado possa estar associado ao relevo local e/ou perturbações de frentes.

A partir dos dados de chuvas intensas da bacia do rio Paraíba, ajustou-se à Distribuição de Gumbel, como foi proposto por Osbon et al. (1980), no qual se sugere que está distribuição seja adequada a valores máximos anuais de chuva. O teste de Kolmogorov-Smirnov foi utilizado para averiguar a adequação dos dados utilizados à distribuição de probabilidade. Os resultados indicam que a distribuição de probabilidade é adequada, pois o teste indica valores entre 0,12 e 0,18, coerente com o tamanho da amostra de dados ( $N=33$ ) e nível de significância de 10%, vale ressaltar que são valores extremos de precipitação, ou seja, valores únicos para cada município estudado e analisados conforme a metodologia proposta. A Figura 3 resume o ajuste das chuvas intensas da bacia do rio Paraíba à FDP de Gumbel.

**Tabela 1** – Contribuição percentual da variação temporal das chuvas intensas de 1, 2, 3, 4 e 5 dias da bacia do rio Paraíba para os meses de janeiro a abril.

Variação temp. da chuva	Contribuição (%)	Meses
Chuva de 1 dia	82,9	jan – fev – mar - abr
Chuva de 2 dias	77,1	jan – fev – mar - abr
Chuva de 3 dias	88,6	jan – fev – mar - abr
Chuva de 4 dias	88,6	jan – mar - abr
Chuva de 5 dias	88,6	jan – fev – mar - abr

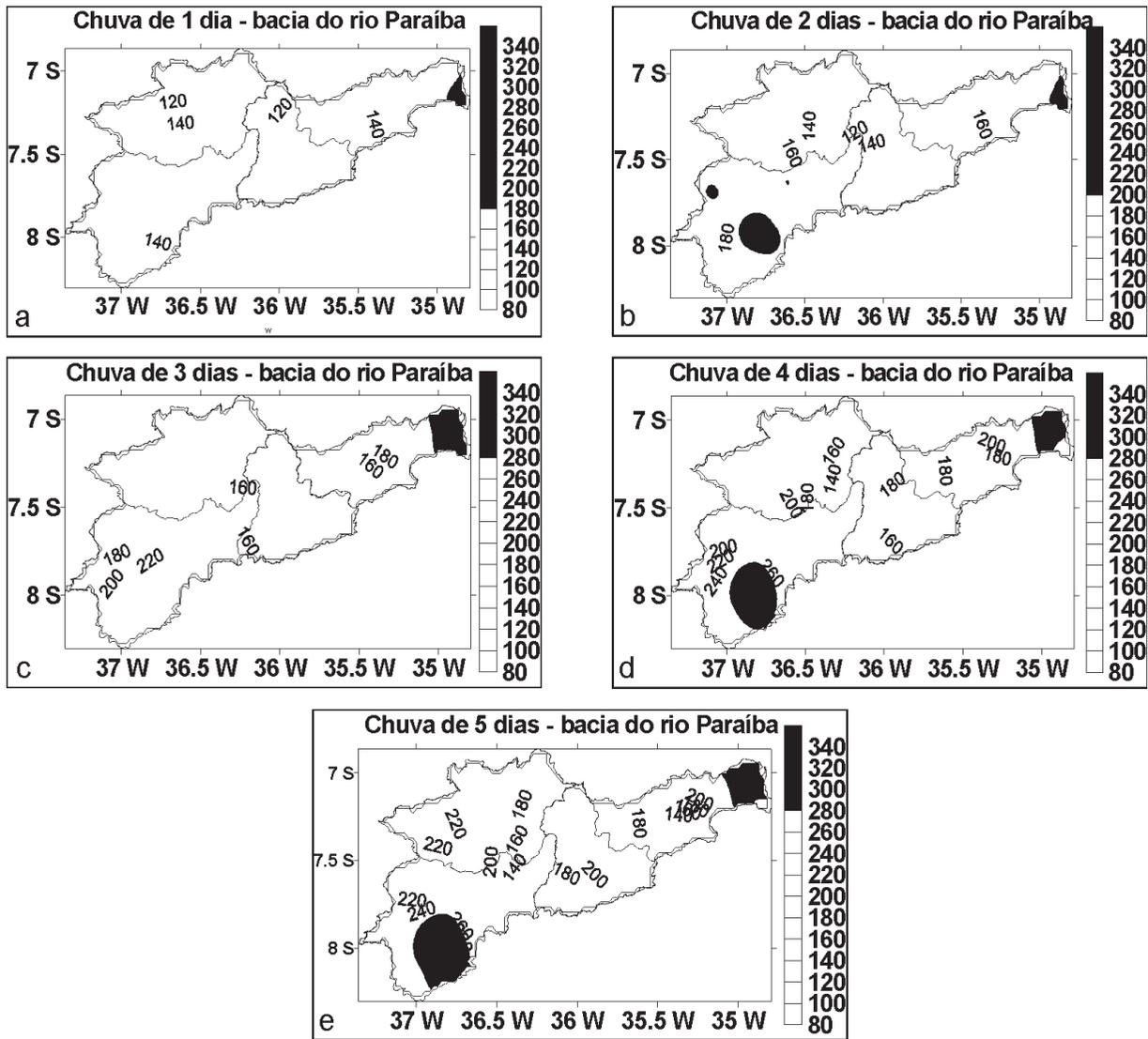


Figura 2 – Variação espacial anual das chuvas da bacia do rio Paraíba de 1 dia (a), 2 dias (b), 3 dias (c), 4 dias (d) e 5 dias (e).

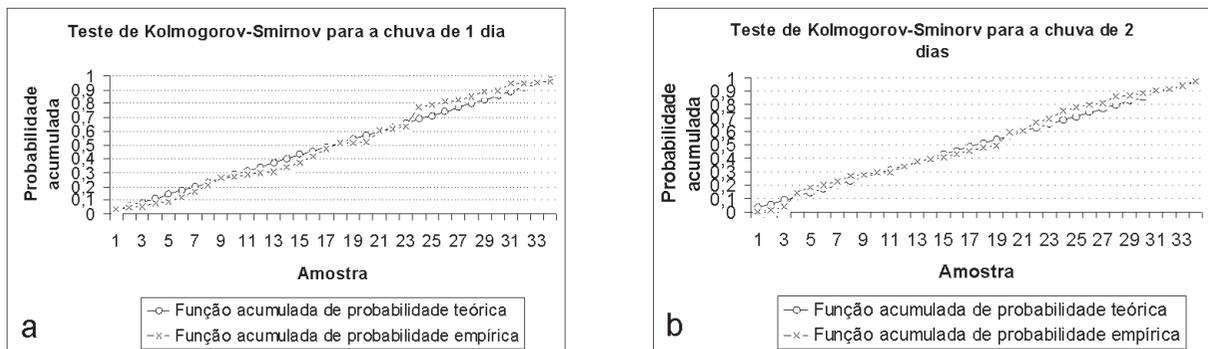
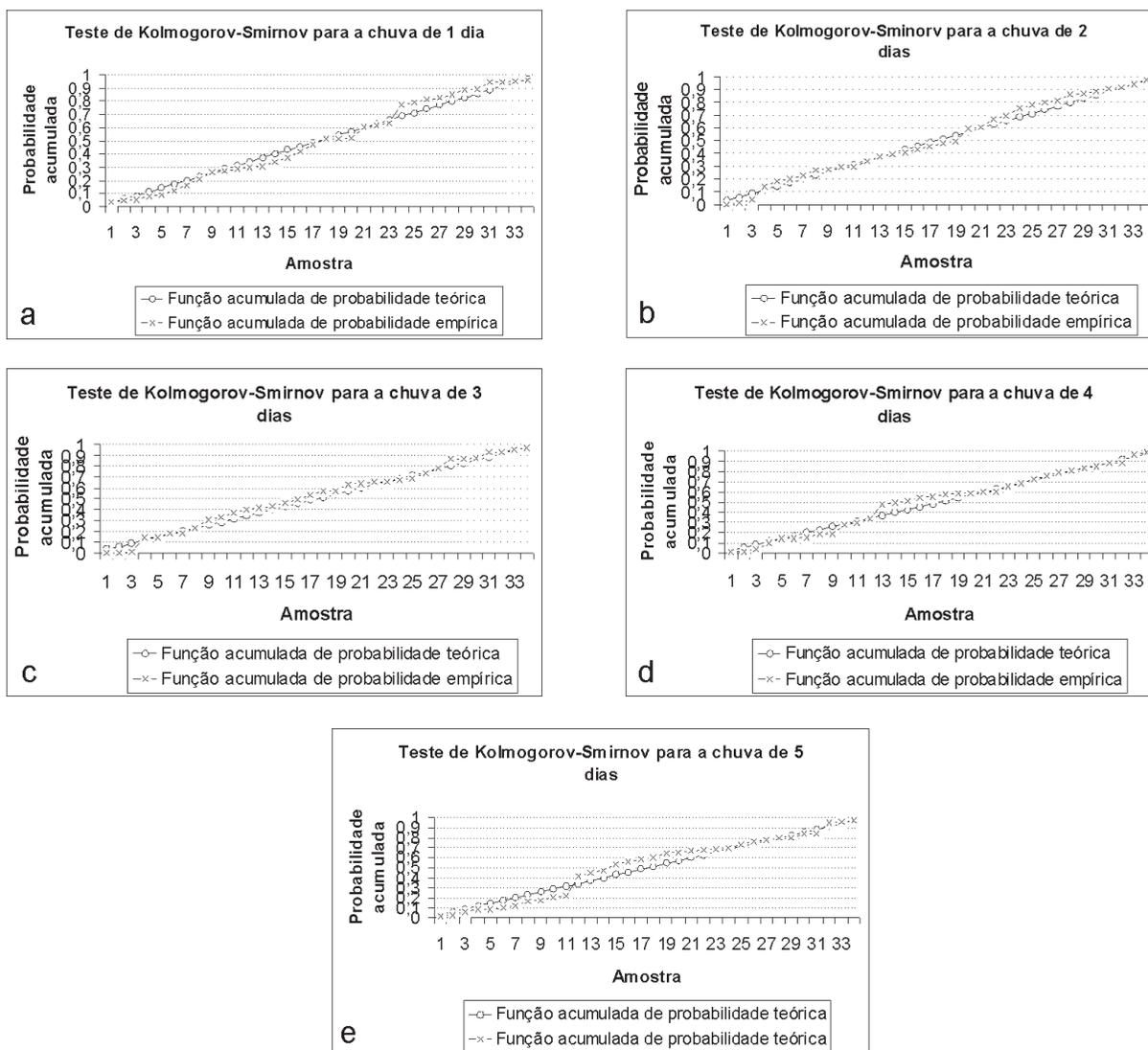


Figura 3 - Teste Kolmogorov-Smirnov da bacia do rio Paraíba para as chuvas de 1 dia (a), 2 dias (b), 3 dias (c), 4 dias (d) e 5 dias (e).



**Figura 3 continuação** - Teste Kolmogorov-Smirnov da bacia do rio Paraíba para as chuvas de 1 dia (a), 2 dias (b), 3 dias (c), 4 dias (d) e 5 dias (e).

## 5. CONCLUSÕES

Os meses de maiores contribuições das chuvas intensas de 1, 2, 3, 4 e 5 dias para a bacia do rio Paraíba, foram janeiro, fevereiro, março e abril, variando de 77,1 a 88,6%, e com maiores ocorrências nos meses de janeiro e março;

Os sistemas que podem estar associados a esses meses, os quais correspondem ao primeiro quadrimestre do ano, são os VCAS e a ZCIT, de meso e grande escalas. Esses sistemas podem ser intensificados por efeitos locais, principalmente no litoral e transição do agreste para a região central da bacia do rio Paraíba.

Isso pode sugerir a atuação do contraste térmico entre oceano-continente e efeito local, respectivamente, como possíveis moduladores da atuação e distribuição das chuvas nestes setores.

A sub-bacia que menos contribuiu em termos de chuvas intensas para a bacia do rio Paraíba foi a sub-bacia do médio Paraíba. Pode-se sugerir que o motivo para essa situação é a sua localidade, pois é uma área de transição de altitudes amenas para áreas mais elevadas.

Os resultados obtidos pela distribuição de probabilidade de Gumbel verificada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov, mostraram que a distribuição é realmente apropriada para valores extremos de precipitação máxima de 1 a 5 dias.

## 6. AGRADECIMENTOS

O autor ARAÚJO, Lincoln Eloi agradece a CAPES pela bolsa oferecida e a Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas – UACA, pelos dados utilizados na pesquisa.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEITUNO, P. On the Functioning of the Southern Oscillation in the South American Sector. Parte II: Upper-air Circulation. *Journal of Climate*, v.4, n.2, p. 341-355, 1989.
- ADAMOWSKI, K.; ALILA, T.; PILON, P. J. Regional rainfall distribution for Canada. *Atmospheric Research*, v.42, p.75-88, 1996.
- ARAÚJO, L. E.; BECKER, C. T.; PONTES, A. L. Periodicidade da precipitação pluviométrica no estado da Paraíba. In: XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 2003, Rio Grande do Sul. Anais II. Santa Maria: RS, 2003. p. 947 - 948.
- ARAÚJO, L. E. et al. Variabilidade espaço-temporal das chuvas extremas na bacia do rio Paraíba no ano de 2004. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CLIMATOLOGIA, 2005. Fortaleza: CE, 2005. 1 CD Rom.
- ARAGÃO, J. O. Um estudo da estrutura das perturbações sinóticas do nordeste do Brasil. 1975. 130f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, INPE, São Paulo, 1975.
- BARBOSA, T. F.; CORREIA, M. F. Sistemas convectivos de mesoescala e precipitação intensa no semi-árido brasileiro. In: XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA. 2004. Fortaleza: CE, 2004. 1 CD Rom.
- BUZZI, A. et al. Preliminary meteorological analysis of the Piedmont fold of November 1994. *Mesoscale Alpine Programme Newsletter*. 1995. Disponível em: <http://www.mao.meteoswiss.ch/map-doc/newsletter1.htm>. Acesso em: 26 set. 2005.
- BRATH, A. Hydrometeorological aspect of the 1994 flooding in the upper Po river basin: frequency characteristics and real-time predictability. University of Bologna. U.S. – Italy. Workshop on the Hydrometeorology, Impacts and Management of Extreme Floods. 1995. Disponível em: <http://www.engr.colostate.edu/~jsalas/us-italy/papers/14brath.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2005.
- CLARKE, R. T.; SILVA, B. C. Análise estatística de chuvas intensas na bacia do rio São Francisco. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v.19, n.3, p. 265-272, 2004.
- CHUNG, J. C. Correlations between the tropical Atlantic trade winds and precipitation in Northeastern Brazil. *Journal of climatology*, v.2, p. 35-46, 1982.
- CHU, P. S. Diagnostic studies of rainfall anomalies in Northeast Brazil. *Monthly Weather Review*, v.111, p. 1655-1664, 1983.
- ESPINOZA, E. S. Distúrbios nos ventos de leste no Atlântico tropical. 1996, 120f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, INPE, São Paulo, 1996.
- GERSHUNOV, A., ENSO influence on intraseasonal extreme rainfall and temperature frequencies in the contiguous United States: implications for long-range predictability. *Journal Climate*, v.11, p. 3192-3203. 1998.
- GRIMM, A. M.; TEDESCHI, R.G. Influência de eventos el niño e la niña sobre a frequência de eventos extremos de precipitação no Brasil. In: XIII Congresso Brasileiro de Meteorologia. 2004. Fortaleza: CE, 2004, 1 CD ROM.
- HASTENRATH, S. Predictability of Northeast Brazil Drought. *Nature*, v.307, p. 531-533, 1984.
- KOUSKY, V. E. Frontal influences on northeast Brazil. *Monthly Weather Review*, v.107, p.1140-1153. 1979.
- KOUSKY, V.E.; GANM.A. Upper tropospheric cyclones vórtices in the tropical South Atlantic. *Tellus*, v.33, p. 538-551. 1981.
- LMRS – Laboratório de Meteorologia, Recursos Hídricos e Sensoriamento Remoto do estado da Paraíba.
- OSBORN, H. B.; LANE, L. J.; MYERS, V. A. Rainfall watershed relationships for southwestern thunderstorms. *Transactions of the ASAE*, v. 23, n. 1, p. 82-87, 1980.
- PARK, J. S.; JUNG, H. S. Modeling Korean extreme rainfall using a Kappa distribution and maximum likelihood estimate. *Theoretical and Applied Climatology*. v.72, p. 55-64. 2002.
- SALVADOR. M. A. Anomalia de chuvas no mês de janeiro de 2002 em Alagoas. In: XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA. 2004. Fortaleza: CE. 2004. 1 CR ROM.
- SALVADOR. M. A. Chuvas extremas em alagoas durante janeiro de 2004. In: XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA. 2004. Fortaleza: CE. 2004. 1 CR ROM.
- RATISBONA, C. R. The climate of Brazil. In: *Climates of Central and South America. World Survey of Climatology*, Elsevier, v.12, p. 219-293, 1976.
- REIS, R. J.; et al. Determinação das áreas de potencial de riscos de precipitações intensas em belo horizonte. In: XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA. 2004. Fortaleza: CE. 2004. 1 CR ROM.
- UVO, C. R. B. A zona de convergência intertropical (ZCIT) e sua relação com a precipitação na região norte e nordeste brasileiro. 1989, 215f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia). São José dos Campos, INPE, São Paulo. 1989.
- VISHER, S. S. Tropical cyclones of the Pacific. Honolulu, Bernice T.Bissop Museum. Bulletin n. 20, p.163, 1925.