

# INVESTIGAÇÃO DA VARIABILIDADE DA PRECIPITAÇÃO EM JOÃO PESSOA E OS EVENTOS EXTREMOS DE CHUVA

*Aldinete Bezerra Barreto<sup>1</sup>; Biancca Correia de Medeiros*

<sup>1</sup> Profa. Dra., Unidade Acadêmica de Ciências e Tecnologia/Universidade Federal de Campina Grande- Sumé. aldibarreto@ufcg.edu.br. <sup>2</sup>Aluna do Curso de Eng. de Bossistemas da Unidade Acadêmica de Ciências e Tecnologia de Desenvolvimento/Universidade Federal de Campina Grande- Sumé. biancca\_medeiros@hotmail.com.

**RESUMO.** Nesse estudo foi investigada a variabilidade da chuva na cidade de João Pessoa, capital paraibana, com foco nos eventos extremos de chuva (total diário igual ou maior do que 60 mm). Os totais pluviométricos diários e mensais observados na estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) no período 1961-2012 possibilitaram analisar a frequência de dias com chuva e a dos seus eventos extremos. Os resultados mostraram que o principal quadrimestre chuvoso ocorre nos meses de abril a julho, representando mais de 62% (1349,4 mm) do total anual das chuvas na cidade. Foram identificados 246 eventos extremos de precipitação e dentre eles, 176 (71,5%) ocorreram no quadrimestre chuvoso.

Palavras-chave: Área Urbana, Variabilidade da Precipitação, Evento Extremo

**ABSTRACT.** In this study we investigated the variability of rainfall in the city of João Pessoa, capital of Paraíba, with outbreaks in extreme rainfall events (daily total equal to or greater than 60 mm). The daily and monthly total rainfall observed at the weather station of the National Institute of Meteorology (INMET) in the period 1961-2012 to analyze the possible frequency of days with precipitation and its extremes. The results showed that the main rainy quarter occurs in the months from April to July, representing more than 62% (1349.4 mm) of the total annual rainfall in the city. We identified 246 extreme precipitation events, and among them, 176 (71.5%) occurred in the four month rainy.

Keywords: Urban Area, Variability of Precipitation, Extreme Event

## INTRODUÇÃO

Eventos extremos de chuvas, que se caracterizam por apresentar intensidade muito superior aos seus valores climatológicos, é motivo de preocupação principalmente para a população urbana e conseqüentemente para a defesa civil, tendo em vista que essas chuvas estão associadas a impactos socioambientais como: enchentes; alagamentos em vias públicas e em ocupações de áreas de várzea; deslizamentos de encostas devido à saturação do solo; desabamentos de moradias e perdas de vidas humanas. Além das fortes chuvas, esses impactos são decorrentes de mudanças ambientais causadas pela relação do homem com a natureza devido a retirada da cobertura vegetal, realização de cortes para nivelar o terreno, aterros, impermeabilização das vias urbanas, ocupação desordenada de morros e encostas e alterações nas bacias de drenagem. Ressalta-se que essas alterações ambientais podem afetar a disponibilidade hídrica de uma região, afetando tanto a qualidade quanto a quantidade da água.

Outro tipo de mudança que aumenta a vulnerabilidade da população a chuvas extremas é a mudança climática. O IPCC - Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (*International Panel on Climate Change*), nos cenários de mudanças climáticas do seu 4º Relatório IPCC AR4 (2007), aponta para uma série de mudanças climáticas globais na temperatura do ar à superfície e nos padrões de precipitação. Com um aumento na temperatura, o número de eventos extremos de

precipitação pode aumentar e, com isso, a média mensal da chuva também aumenta. Num clima mais quente há grande probabilidade de expressivo crescimento dos desastres naturais pelo aumento de chuvas intensas no litoral brasileiro (Silva Dias & Silva Dias, 2007).

O entendimento da influência dos eventos extremos de precipitação nas áreas econômica-social-ambiental concentra os estudos em áreas e atividades de grande impacto econômico no país, no entanto, ainda são poucos os trabalhos realizados com um enfoque local, para áreas urbanas do litoral do Nordeste (Silva Aragão *et al.* (2006), Santos (2008) e Barreto (2012)).

Na cidade de João Pessoa, capital paraibana situada no litoral leste do Nordeste, cujo total anual de chuva é um dos mais elevados (2145,4 mm) do país (RAMOS *et al.*, 2009), os riscos e prejuízos relacionados com chuvas extremas e contínuas ocorrem principalmente no outono e inverno (Anjos *et al.*, 2006). Então, este estudo tem o objetivo de fazer uma análise da variabilidade das chuvas da cidade João Pessoa, com foco principal os eventos extremos de chuva, visando contribuir nas ações de caráter preventivo da Defesa Civil dessa cidade e também para estudo de modelagem.

## MATERIAL E MÉTODOS

Neste trabalho foram utilizados totais diários de precipitação observados na estação climatológica principal do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) em João Pessoa (7°7'S, 34°53'W, 5m), no período de 1961 a 2012. Foram excluídos 8 anos da análise, uns por total ausência de dados e outros por apresentarem alguns meses sem dados diários (1962, 1971, 1972, 1975, 1979, 1980, 1981 e 1982). Os dados foram usados para identificar variações diárias, sazonais e interanuais da chuva em Salvador, incluindo a identificação e frequência dos eventos extremos de precipitação. Foi calculado, para cada mês do período, o número de dias com chuva, o número de eventos extremos de precipitação (NEE), a Chuva Mensal ( $x_i$ ), a Média Mensal Climatológica ( $\mu_i$ ) e o Desvio Padrão ( $\sigma_i$ ) que permitiu o cálculo posterior do Desvio Padrão Padronizado (DPP), e por último os coeficientes de correlação entre os DPPs e os NEE.

O Desvio Padronizado de Precipitação Mensal ( $DPP_{ij}$ ) permite alocar os dados em classes positivas e negativas, fornecendo informações quanto à magnitude da anomalia da precipitação, e é dado por:

$$DPP_{ij} = \left( \frac{x_{ij} - \mu_i}{\sigma_i} \right)$$

na qual  $i=1, 2, 3, \dots, 12$  identifica o mês e  $j=1,2,3, \dots$  identifica o ano.

Utilizando a técnica do percentil, foram considerados eventos extremos aqueles com valor diário igual ou maior do que o percentil  $P=97$ , que é determinado considerando a notação  $P_{[(n)x(p)]+}$ , na qual  $n$  é o total de valores da série,  $p$  o percentil em decimais e  $[(n)x(p)]$  a **posição** daquele valor após os dados terem sido ordenados de **modo crescente**, de forma que  $P_{[(n)x(p)]+}$  é o ponto percentílico do percentil desejado.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

As atividades desenvolvidas neste trabalho tiveram como objetivo analisar e investigar a variabilidade temporal da chuva em João Pessoa, capital paraibana, com ênfase na determinação de eventos intensos de precipitação.

A Figura 1 apresenta a distribuição anual da precipitação, considerando os totais anuais e a média anual de todo o período em estudo. A média ficou em torno de 1983,2 mm. O ano com maior total anual foi 1964 (3888,4 mm), seguido por 1985 (3085,6 mm). Os episódios de La Niña registrados nesses anos podem ter contribuído para esses valores elevados. O menor total anual de precipitação foi registrado em 2006 (1122,6mm), ano de El Niño.

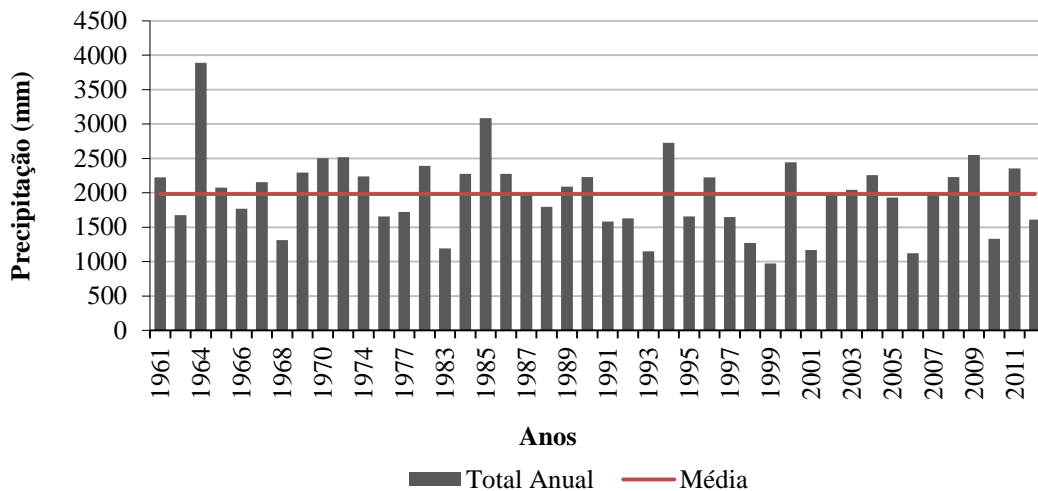


Figura 1. Distribuição do total anual de precipitação e média climatológica do período 1961-2012 da estação de João Pessoa (Fonte dos dados: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)).

A Figura 2 ilustra as normais mensais de precipitação do período 1961-1990 (RAMOS et al., 2009), e as médias mensais e os desvios padrões de precipitação do período 1961-2012. Esta figura mostra que a normal climatológica e a média mensal têm valores bem próximos. Na figura, a climatologia mensal da precipitação apresenta valores bem próximos dos valores médios mensais observados no período em estudo, e identifica os meses de abril a julho como os mais chuvosos. Assim o quadrimestre mais chuvoso apresenta uma precipitação média mensal que varia de 346,2 mm a 349,8 mm, representando mais de 62% (1349,4 mm) do total anual das chuvas na cidade.

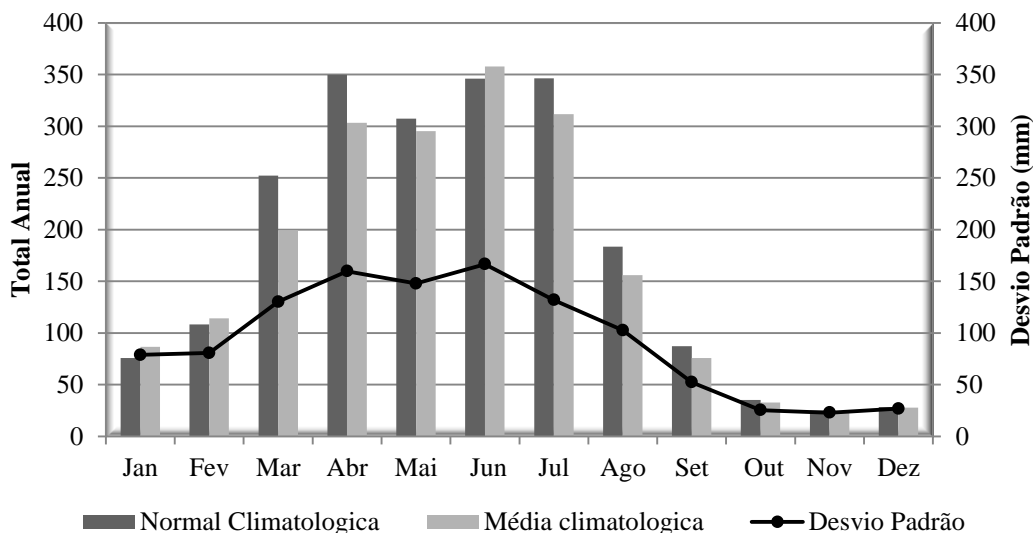
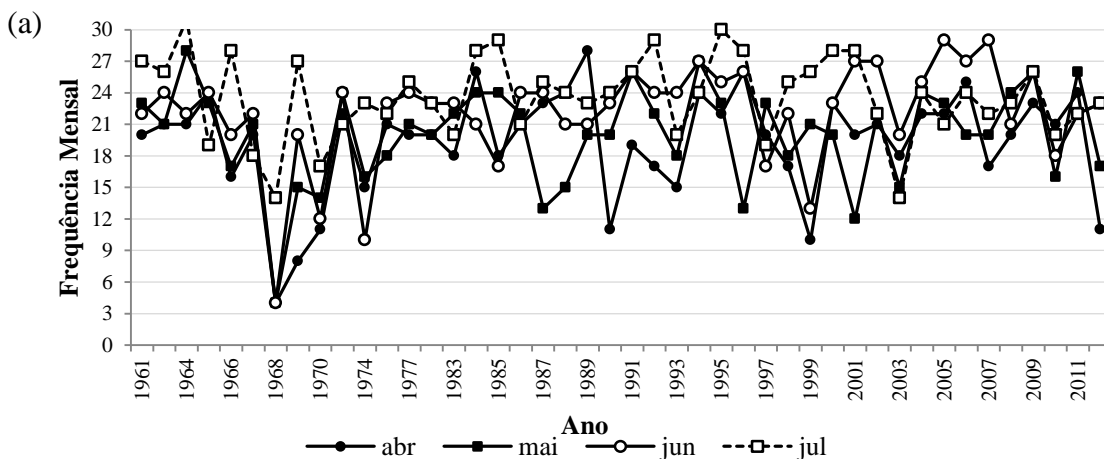


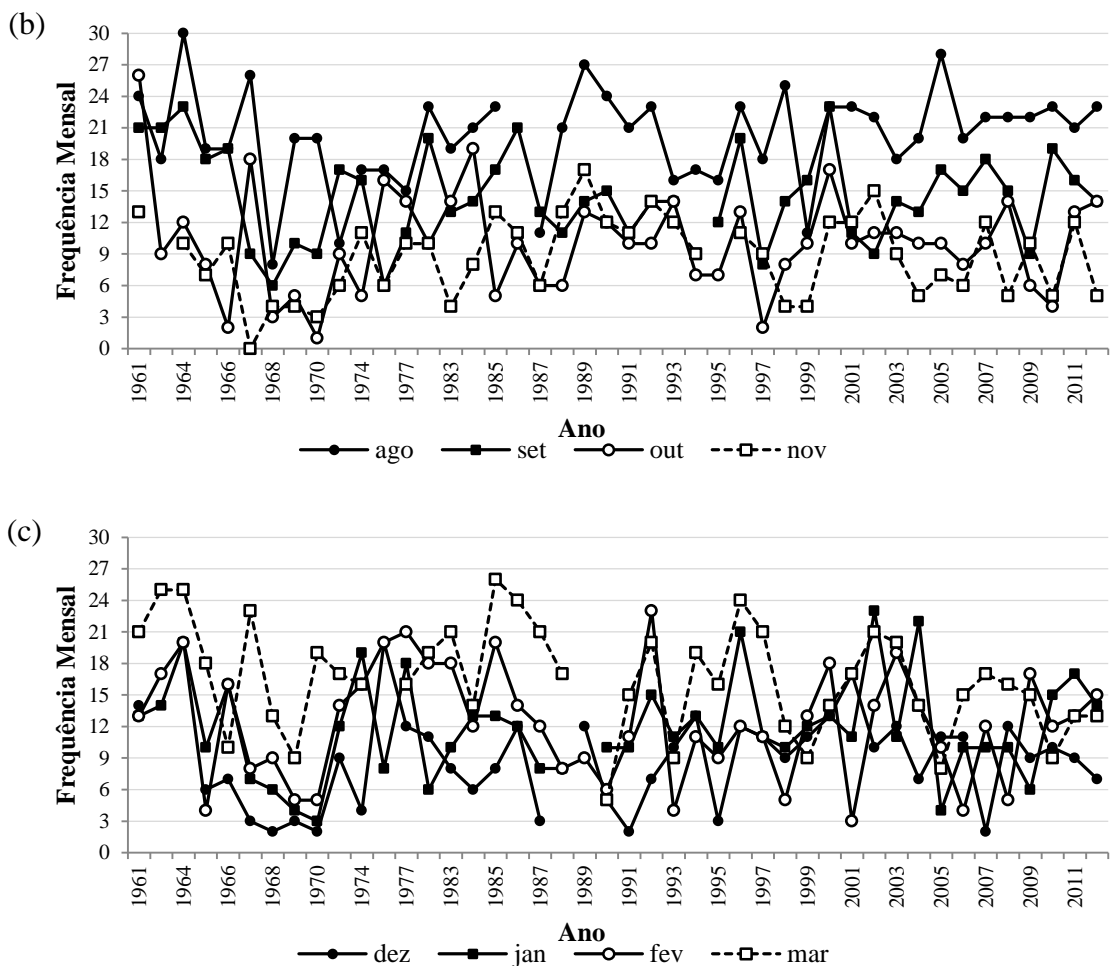
Figura 2. Distribuição mensal da normal climatológica de precipitação (1961-1990) e da precipitação média e desvio padrão (DP) do período 1961-2012 da estação de João Pessoa (Fonte dos dados: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)).

Resultados semelhantes foram encontrados por Rao *et al.* (1993), que constataram que a estação chuvosa na faixa litorânea leste do Nordeste do Brasil é de abril a julho (60 da precipitação anual) e por Barreto *et al.* (2008), que identificaram esse mesmo período como o principal quadrimestre chuvoso da cidade de Salvador, capital baiana, também localizada no litoral leste do Nordeste. A figura mostra ainda que o mês de abril é o mais chuvoso do ano (349,8 mm). Já o período de setembro a fevereiro corresponde aos meses com ocorrência de poucas chuvas. O desvio padrão mostra valores muito próximos da média nos meses de outubro, novembro, dezembro e janeiro, o que representa uma maior diferença entre os valores mensais da série, indicando a ocorrência de chuvas atípicas nesses meses, a exemplo de chuvas muito acima da média como: outubro de 1984 (97,8 mm), novembro de 1978 (99,8 mm), dezembro de 1989 (98,5 mm) e Janeiro de 2004 (283,7 mm).

A Figura 3 apresenta o número de dias com chuva quando considerado o período mensal e anual. O total acumulado do número de dias efetivamente com chuva de toda a série temporal em estudo é 7988 dias, já o número médio anual de dias com chuva é 185 (não mostrado). O valor máximo do número de dias com chuva é visto em 1964 (248 dias), ressaltasse que nos meses de julho e agosto desse mesmo ano, choveu todos os dias. Já o número mínimo é visto em 1968 (77 dias). A maior frequência da série está representada no quadrimestre chuvoso (Fig. 3a), com valor máximo mensal que varia entre 28 e 31 dias. O máximo, 31 dias, é visto nos meses de julho. As frequências dos meses de agosto e setembro são superiores as de outubro e novembro, sendo que novembro de 1967 é o único mês, em toda a série, em que não choveu na cidade de João Pessoa (Fig. 3b). Já na Figura 3c, a frequência máxima de dias com chuvas ocorreram nos meses de fevereiro e março.



**Figura 3.** Frequência mensal do número de dias com chuva no período em estudo (1961-2012) em João Pessoa nos meses de: (a) abril-maio (quadrimestre chuvoso), (b) agosto-novembro e (c) dezembro-março. As lacunas na nas linhas da série mensal indicam meses com falta dados.



**Continuação da Figura 3.**

A partir dos dados obtidos na análise de frequência dos dias com chuva (Tabela 1), foi construída uma nova série temporal com dados diários de precipitação dos dias efetivamente com chuvas. A esses dados foram aplicados a técnica do percentil, que permitiu identificar um total de 246 eventos extremos de precipitação (total diário igual ou maior do que 60 mm). Ressalta-se que 176 valores extremos ocorreram nos meses de abril, maio, junho e julho, com valores de 48, 43, 44 e 41, respectivamente. Esses eventos do quadrimestre chuvoso equivalem a 71,5% de todos os eventos da série temporal em estudo. Fora do quadrimestre chuvoso é importante destacar o mês de março por apresenta 33 eventos extremos, entretanto os meses de outubro, novembro e dezembro não apresentaram nenhum evento. Na análise anual o número máximo de 12 eventos ocorreram nos anos de 1964 e 1985.

TABELA 1 Frequência (número mensal e anual) de eventos extremos de chuva (total diário igual ou maior que 50 mm) no período de estudo.

ANO	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total Anual	Total Acumulado
1961	1	0	1	3	0	1	0	0	0	0	0	0	6	6
1963	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	5	11
1964	0	2	0	2	3	2	2	0	0	0	0	0	<b>11</b>	22
1965	0	0	0	1	3	1	0	0	0	0	0	0	5	27
1966	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	3	30
1967	0	0	3	3	1	1	0	0	0	0	0	0	8	38
1968	0	0	3	2	0	0	1	0	0	0	0	0	6	44
1969	0	0	1	2	2	3	1	0	0	0	0	0	9	53
1970	0	0	1	2	0	1	1	3	0	0	0	0	8	61
1973	0	0	0	3	3	3	1	0	0	0	0	0	10	71
1974	0	0	1	1	2	0	1	1	0	0	0	0	6	77
1976	0	1	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	5	82
1977	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	83
1978	0	0	1	1	1	0	2	0	0	0	0	0	5	88
1983	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	89
1984	0	0	0	2	2	0	1	1	0	0	0	0	6	95
1985	0	0	3	1	2	2	3	1	0	0	0	0	<b>12</b>	107
1986	0	0	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	5	112
1987	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3	115
1988	0	0	1	0	1	1	2	0	0	0	0	0	5	120
1989	0	0	0	3	0	2	1	0	0	0	0	0	6	126
1990	0	1	0	3	2	0	3	1	0	0	0	0	10	136
1991	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	138
1992	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	140
1993	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	142
1994	1	0	0	2	1	3	2	0	0	0	0	0	9	151
1995	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	3	154
1996	1	0	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0	7	161
1997	0	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	5	166
1998	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	4	170
1999	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	172
2000	0	0	0	0	1	4	2	0	2	0	0	0	9	181
2001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	181
2002	1	1	1	0	1	2	1	0	0	0	0	0	7	188
2003	0	1	2	1	1	3	0	0	0	0	0	0	8	196
2004	1	1	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	6	202
2005	0	0	1	0	3	1	0	0	0	0	0	0	5	207
2006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	207
2007	0	1	1	1	0	2	0	1	0	0	0	0	6	213
2008	0	0	2	2	1	1	1	2	0	0	0	0	9	222
2009	0	1	1	3	2	1	2	0	0	0	0	0	10	232
2010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	232
2011	1	1	0	2	1	0	2	0	0	0	0	0	7	239
2012	1	0	0	0	1	3	2	0	0	0	0	0	7	<b>246</b>
<b>TOTAL</b>	8	15	<b>33</b>	<b>48</b>	<b>43</b>	<b>44</b>	<b>41</b>	12	2	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>246</b>	

## REFERÊNCIAS

ANJOS, B. L., COSTA, A. M., ANJOS, D. L. (2006). Chuvas diárias em João Pessoa. Uma Contribuição para a Defesa Civil. CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 14.. Florianópolis-RS.

BARRETO, A. B.; SILVA ARAGÃO, M. R.; CORREIA, M. F.; SANTOS, A. H. M. (2008). Uma investigação sobre eventos de chuva intensa na cidade de Salvador, Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 15., 2008. Anais... São Paulo. 1 CD.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – 2010.

RAMOS, A. M., SANTOS, L. A. R.; FORTES, L. T. G. (Org.). (2009). **Normais climatológicas do Brasil 1961-1990**. Brasília: INMET.

RAO, V.B., LIMA, M.C., FRANCHITO, S.H.(1993). *Seasonal and Interannual Variations of Rainfall over Eastern Northeast Brazil*. Journal of Climate. v. 6, p.1754 –1763.

SANTOS, A. H. M. (2008). *Eventos Extremos de Chuva em Salvador, Bahia: Condições Atmosféricas e Impactos Ambientais*. 65 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Universidade Federal de Campina Grande-UFCG, Campina Grande.

SILVA ARAGÃO, M.R., BARRETO, A.B., ARAÚJO, H.A., CORREIA, M.F. (2006). *Desastres Naturais na Cidade do Salvador, Bahia: Evento Chuvoso Extremo em Junho de 2006*. XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia, Florianópolis-RS.

SILVA DIAS. M.A.F., SILVA DIAS, P.L. (2007). *As Incertezas Regionais nos Cenários de Mudanças Climáticas Globais*. Boletim da Sociedade Brasileira de Meteorologia, v. 30, n. 4, abril.

• [www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1](http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1) (acessado em novembro de 2012).