



SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

ANÁLISE DA PRECIPITAÇÃO EXTREMA NA MICRORREGIÃO DO CARIRI-CE

Britto, I.V.; Oliveira, W.F.; Oliveira, P.T.; Bezerra, B.G.

(Italo Venceslau Britto, Wellingson Farias de Oliveira, Priscilla Teles de Oliveira, Bergson Guedes Bezerra.)

(Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Departamento de Ciências Atmosféricas e Climáticas, Natal-RN, Brasil. itavb@outlook.com)

1. INTRODUÇÃO

Eventos extremos de precipitação, que incluem chuvas extremas e longos períodos de dias consecutivos secos, são os fenômenos atmosféricos mais perturbadores. A região Nordeste do Brasil (NEB) é conhecida pelos seus longos períodos de estiagem (secas), entretanto, em alguns anos a região apresenta destaque pelos vários eventos de chuvas intensas. Tais chuvas trazem danos a fauna, flora e a todos os seres que nela habitam. Devido a sua grande extensão territorial, são vários os sistemas meteorológicos atuantes no NEB, sendo os principais: a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT); os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN); os Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOL) e as Linhas de Instabilidade (LI) (Oliveira et al, 2012).

O NEB apresenta alta variabilidade no clima, abrangendo desde regiões semiáridas, com precipitação anual acumulada inferior a 500 mm, até climas chuvosos nas regiões costeiras, que apresentam precipitação anual superior a 1500 mm (Oliveira, 2014). Os regimes de chuvas se apresentam de forma heterogênea tanto na escala espacial quanto nas escalas de tempo. Segundo o último relatório do Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), o NEB é uma região altamente susceptível às mudanças climáticas, além de ser uma região sujeita à ocorrência de eventos de precipitação intensa (EPI); contudo ainda existem poucos estudos sobre a climatologia destes episódios na região.

Por estar localizada ao sul do Estado do Ceará, a microrregião do Cariri faz parte da região semiárida do nordeste brasileiro. Regiões semiáridas são caracterizadas por uma elevada vulnerabilidade dos recursos naturais para as alterações climáticas, variabilidade climática e, muitas vezes é acentuada pela escassez de água e estresse social relacionado (Krol e Bronstert, 2007).

As possíveis mudanças climáticas poderão acarretar significativos impactos nos setores natural, social e econômico, assim como, os extremos do clima associados à temperatura e precipitação poderão também afetar consumo de energia, conforto





SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

humano e turismo (Santos et al., 2010). Kostopoulo e Jones (2005) afirmam que o aumento nas perdas econômicas devido a extremos de tempo e, especialmente, o aumento na perda de vidas, tem sido regularmente notícias de jornais, despertando o interesse da comunidade científica em estudar os fenômenos climáticos.

É possível que as mudanças no clima alterem a temperatura e a precipitação, e que aumentem a variabilidade dos eventos de precipitação, os quais poderão causar inundações e secas mais intensas e frequentes (Dufek e Ambrizzi, 2008). Estudos têm mostrado que a frequência e a persistência das secas deverá ser uma das consequências do aquecimento global (Qian e Lin, 2005). Haja vista que no NEB as atividades agrícolas, em sua maioria, são baseadas na precipitação, se concretizado essas previsões, principalmente os setores sociais e econômicos sofrerão com a resultante.

Neste seguimento, o trabalho teve como objetivo verificar se há tendência nos eventos de chuva fraca, chuva moderada e chuva intensa, tendo em vista as suas respectivas quantidades de eventos, e a precipitação anual, para a microrregião do Cariri-CE no período de 1984 a 2014 (31 anos).

2. MATERIAL E MÉTODOS

A microrregião do Cariri é uma das microrregiões do estado brasileiro do Ceará pertencente à mesorregião Sul Cearense. Sua população foi estimada em 2009 pelo instituto brasileiro de geografia e estatística (IBGE) em 528.398 habitantes e está dividida em oito municípios. Possui uma área total de 4.115,828 km². (Figura 1).

Foram utilizados dados diários de precipitação da FUNCEME (Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos) dos últimos 31 anos (1984-2014) para os municípios de Barbalha, Crato, Jardim, Juazeiro do Norte, Missão Velha, Porteiras e Santana do Cariri, ambas representando a microrregião do Cariri.

2.1. Técnica dos quantis

Os quantis são pontos tomados a intervalos regulares de uma série de dados, dividindo-a em subconjuntos de mesmo tamanho. Os principais quantis são: os quartis, que dividem a série de dados em quatro partes iguais; os decis, que dividem a série de dados em dez partes iguais; os percentis, que dividem a série de dados em cem partes iguais (Martins 2005).





SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO



Figura 1: Área de Estudo.
Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Microrregi%C3%A3o_do_Cariri

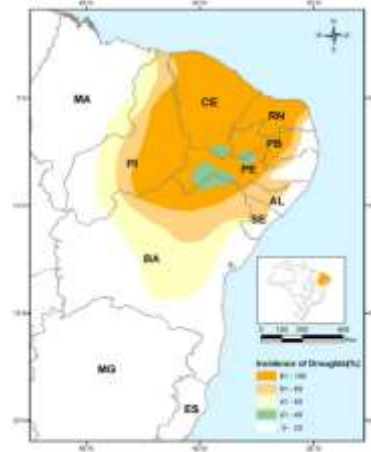


Figura 2: Áreas de Incidência de Seca no Nordeste brasileiro (NEB).
Fonte: National Action Program to Combat Desertification and Mitigate the Effects of Drought PAN –Brazil (2014).

Neste estudo foram calculados os EPI (Eventos de Precipitação Intensa), os EPF (Eventos de Precipitação Fraca) e os EPM (Eventos de Precipitação Moderada), todos com base no cálculo dos percentis da distribuição de precipitação, considerando apenas os dados de dias com chuva acima de zero. Definiu-se como EPI aquele que apresentou precipitação acima do percentil 95°; como EPM aquele que apresentou precipitação em torno do valor médio, ou seja, entre o percentil 47,55° e 52,55°; e como EPF aquele que apresentou precipitação abaixo do percentil 5°. Desta forma, foram calculados os percentis e definidos os eventos de precipitação em cada posto pluviométrico. Posteriormente, os resultados foram organizados, por tipo de evento de precipitação, onde calculou-se a quantidade de EPF, EPM, EPI e a intensidade da precipitação média diária destes eventos, durante o período de estudo (1984-2014).

2.2. Análise de tendência

Aplicou-se o teste de Mann-Kendall para analisar a tendência de variação na quantidade de eventos e na intensidade da precipitação. Este teste é classificado como não-paramétrico (Mann, 1945; Kendall, 1975) e consiste em comparar cada valor da





SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

série temporal com os valores restantes, sempre em ordem sequencial, contando o número de vezes em que os termos restantes são maiores que o valor analisado. O teste de Mann Kendall é dado pela seguinte equação:

| | Quantidade de eventos | | | Intensidade da precipitação | | |
|--------|-----------------------|-------|------|-----------------------------|------|------|
| | EPF | EPN | EPI | EPF | EPN | EPI |
| Test Z | -4,12 | -0,75 | 0,71 | 3,52 | 0,03 | 1,16 |

$$Z_{MK} = \begin{cases} \frac{S - 1}{\sqrt{Var(S)}}, & \text{se } S > 0 \\ 0, & \text{se } S = 0 \\ \frac{S + 1}{\sqrt{Var(S)}}, & \text{se } S < 0 \end{cases} \quad 1$$

Através do valor de Z_{MK} , determina-se a tendência estatisticamente significativa na série temporal. Para testar qualquer tendência (positiva ou negativa) para determinado nível de significância, a hipótese nula é aceita se Z é menor que $Z_{1-p/2}$, que é obtido na tabela normal, logo um valor positivo de Z_{MK} indica tendência crescente, enquanto que um valor negativo de Z_{MK} indica tendência decrescente. Neste trabalho utilizou-se os níveis de significância de $\alpha = 0,001$; $\alpha = 0,01$; $\alpha = 0,05$; $\alpha = 0,1$.

Para aplicação do teste de Mann-Kendall, utilizou-se a planilha MAKESENS, desenvolvida por Salmi et al. (2002).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na tabela 1, tem-se o resultado do teste de Mann-Kendall. Os EPF apresentam significância estatística, ao nível de confiança de 99,9%, tanto em relação a quantidade de eventos quanto em relação a intensidade de precipitação. Observa-se que a intensidade de precipitação apresentou tendência positiva, com variações de aproximadamente 0,5 mm a 1,5 mm, e a quantidade de eventos de precipitação fraca apresentou tendência negativa, variando de aproximadamente 0 a 60 eventos. O mesmo crescimento e decréscimo das variáveis pode ser observado nos gráficos (Figura 3). Apesar de A EPN e EPI não apresentarem significância, tem-se que há uma diminuição na quantidade de eventos EPN e aumento na EPI, e com relação a intensidade da precipitação, temos um aumento tanto EPN quanto no EPI.

Tabela 1: Resultado do teste de Mann-Kendall.





SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Signific.

-

-

-

-

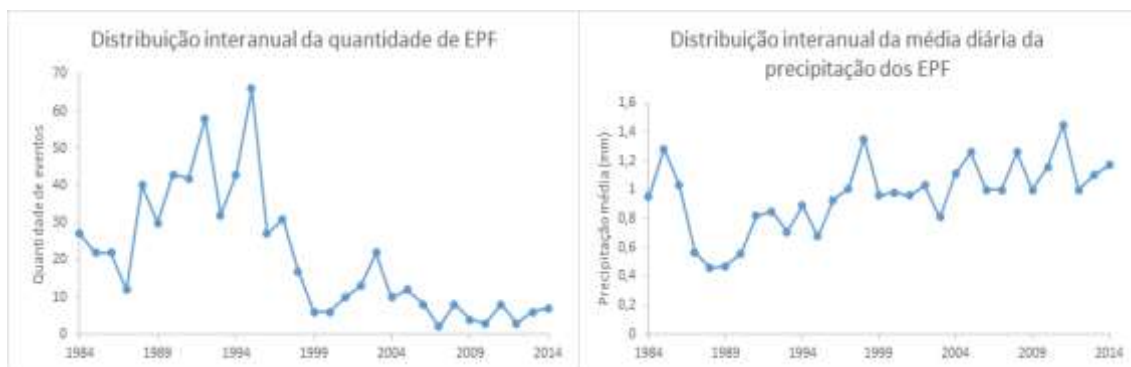


Figura 3: Intensidade da precipitação e quantidade de EPF.

4. CONCLUSÕES

As análises da série histórica de precipitação para o período de 1984 a 2014 para a microrregião do Cariri, evidencia uma significativa alteração em relação aos EPF: diminuição no número de dias com chuvas e aumento na intensidade da precipitação. Esta variação causa grandes prejuízos ao solo, pois a chuva fraca é a melhor aproveitada pela superfície, com este tipo de chuva diminuindo em sua ocorrência o solo terá menos água disponível para absorver e armazenar, consequentemente esse solo vai ficar mais desnutrido e seco, pois perderá a vegetação, contribuindo para uma maior exposição à radiação, favorecendo uma maior evaporação. Isto pode explicar o fato desta região estar localizada numa área considerada como propícia à desertificação, de acordo com Relatório do Programa nacional de combate à desertificação.

5. REFERÊNCIAS

DUFEK, A. S., AMBRIZZI, T. Precipitation variability in São Paulo State, Brazil. *Theoretical and Applied Climatology*, v. 93, p. 167-178, 2008.

Kendall, M. G. Rank correlation methods. London: Charles Griffin, 1975. 120p.

KOSTOPOULOU, E., JONES, P. D. Assesment of climate extremes in the Eastern





SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Mediterranean. *Meteorology and Atmospheric Physics*, v. 89, p. 69-85, 2005.

Mann, H. B. Nonparametric tests against trend. *Econometrica*, v.13, p.245-259, 1945.

National action program to combat desertification and mitigate the effects of drought: PAN-Brazil. – Brasilia: Environment Ministry. Water Resources Secretariat, 224f, 2004. <http://www.unccd.int/ActionProgrammes/brazil-eng2004.pdf>. Acessado em outubro de 2015.

Oliveira, P. T.; Silva, C. M. S.; Lima, K. C. Linear trend of occurrence and intensity of heavy rainfall events on Northeast Brazil. *Atmospheric Science Letters*, v. 135, p. 598 – 617, 2014.

Oliveira, P. T.; Santos e Silva, C. M.; Lima, K. C. Trend of Rain in Northeast Brazil. In: Martín, O. E.; Roberts, T. M. *Rainfall: Behavior, Forecasting and Distribution*. New York, USA: Nova Science Publishers, 2012. p. 155-166.

Salmi, T.; Määttä, A.; Anttila, P.; Ruoho-Airola, T.; Amnell, T. Detecting Trends of Annual Values of Atmospheric Pollutants by the Mann-Kendall Test and Sen's Slope Estimates – The Excel Template Application MAKESENS. *Publication on Air Quality*, Finnish Meteorological Institute, n. 31, 2002.

Santos, D. S.; Silva, V. P. R.; Sousa, F. A. S.; Silva, R. A. Estudos de alguns cenários climáticos para o Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 14, p. 492–500, 2010.

Tavares, J. P. N; Mota, M. A. S. Condições Termodinâmicas de Eventos de Precipitação Extrema em Belém - PA Durante a Estação Chuvosa. Universidade Federal do Pará (UFPA), Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais Belém, PA, Brasil, 2011.

