

Análise da Tendência Temporal da Precipitação Anual na Região do Açude Orós-CE¹

Monikuelly Mourato Pereira²; Santana Gabriela da Silva³; Paula Carneiro Viana⁴; Neilon Duarte da Silva⁵; João Guilherme Araújo Lima⁶; João Paulo Chaves Couto⁷

¹ Título do trabalho

² Tecnóloga em Irrigação e Drenagem, Doutoranda em Eng. Agrícola, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Fone: (88) 99463-9498, E-mail: monikuelly@hotmail.com

Tecnóloga em Irrigação e Drenagem-IFCE³, E-mail: santana.gabriele@hotmail.com

⁴ Tecnóloga em Irrigação e Drenagem, Doutoranda em Eng. Agrícola, UFRB, E-mail: paulinhatmgm@hotmail.com

⁵ Agrônomo, Mestrando em Eng. Agrícola, UFRB, E-mail: neylon_duart@hotmail.com

⁶ Agrônomo, Doutorando em Eng. Agrícola, UFRB, E-mail: joaopibe@gmail.com

⁷ Agrônomo, Mestrando em Eng. Agrícola, UFRB, E-mail: jpauloengagro@gmail.com

RESUMO: A análise da tendência temporal da precipitação vem recebendo destaque nos últimos tempos, devido à possibilidade de se realizar estimativas com maior precisão, tal análise permite identificar eventos extremos de precipitação. O objetivo do estudo consistiu em analisar a tendência pluviométrica no entorno do açude Orós, foram selecionadas 9 cidades próximas ao reservatório. Os dados foram obtidos junto à SUDENE (Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste), abrangendo o período compreendido entre 1913 e 1989. A análise da tendência temporal da precipitação foi realizada em três séries distintas: a série total, a série de 1930 a 1959 (30 anos antes da construção do reservatório de Orós) e a série de 1960 a 1989 (30 após a construção do reservatório). Os dados foram submetidos ao teste de homogeneidade proposto por Thom, sendo este um teste não-paramétrico. Os resultados obtidos indicaram que as áreas de influência do reservatório de Orós apesar de não apresentarem mudanças significativas à longo prazo, houve variações na precipitações nos pequenos intervalos de tempo.

PALAVRAS-CHAVE: série temporal, precipitação pluviométrica, reservatório

Temporal Trend Analysis Annual Rainfall in the Region of Orós Reservoir-CE

ABSTRACT: The analysis of the temporal variability of rainfall trend has received attention in recent times, due to the possibility of performing estimates more accurately, such analysis reveals extreme precipitation events. The aim of the study was to analyze the trend in rainfall around the Orós dam were selected 9 cities near the reservoir. The data were obtained from the SUDENE (Northeast Development Agency), covering the period between 1913 and 1989. The analysis of the temporal trend of precipitation was performed in three different series: the complete series, the series from 1930 to 1959 (30 years before the construction of the reservoir Orós) and the series 1960-1989 (30 after construction of the reservoir). The data were subjected to homogeneity test proposed by Thom, which is a non-parametric test. The results indicate that the areas of influence of the reservoir Orós although no significant changes in the long run, there were variations in rainfall in short intervals.

KEYWORDS: time series, rainfall, reservoir

A precipitação é a variável climática com a maior variabilidade no tempo e no espaço. Além disso, o estudo de eventos extremos de precipitação diária máxima anual (Pd_{ma}) está relacionado com os danos mais severos às atividades humanas, em quase todas as regiões do mundo, devido ao seu potencial de causar saturação hídrica do solo, escoamento superficial e erosão (NADARAJAH; CHOI, 2007; IPCC, 2007; WESTRA et al. 2013)

A análise de suas tendências em longo prazo tornou-se um importante tema da pesquisa climatológica (TAMMETS; JAAGUS, 2012). Atualmente, existe consenso de que um aumento da temperatura atmosférica resultará em uma intensificação do ciclo hidrológico, com consequente aumento da magnitude de alguns dos fenômenos hidrológicos extremos, bem como alteração nos padrões temporais e espaciais da maior parte das variáveis hidrológicas (IPCC, 2007). Assim, a avaliação de séries temporais é um importante instrumento para, através do comportamento passado, avaliar tendências futuras, especialmente no momento em que estudos de mudanças climáticas são mais frequentes (CARGNELUTTI FILHO et al., 2008). Muitas são as discussões sobre os possíveis impactos na dinâmica climática causada pelo aquecimento global. Alguns estudos sobre mudanças climáticas em séries de dados observados apresentaram a dificuldade de se encontrar tendências consistentes e significativas, ao se analisar dados de precipitação (COSTA et al., 2012).

Neste contexto, o objetivo desse trabalho foi o de analisar possíveis tendências do regime pluviométrico no entorno do açude Orós, foram selecionadas 9 cidades próximas ao reservatório.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados de precipitação diária foram oriundos da antiga rede de postos pluviométricos da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) e da Agência de desenvolvimento do Nordeste (ADENE) dentre as cidades selecionadas para o estudo nove cidades estão localizadas no entorno do reservatório de Orós sendo elas (Solonópoles, Jaguaribe, Lima Campos, Icó, Iguatu, Cedro, Cariús, Várzea Alegre e Acopiara no Estado do Ceará) no período compreendido entre 1913 e 1989. A análise da tendência temporal da precipitação foi realizada em três séries distintas: a série total, a série de 1930 a 1959 (30 anos antes da construção do reservatório de Orós) e a série de 1960 a 1989 (30 após a construção do reservatório).

Os dados foram submetidos ao teste de homogeneidade proposto Thom (1966), sendo este um teste não-paramétrico, que é usado para avaliar se uma série ocorre aleatoriamente. Consiste em realizar a contagem do número de oscilações dos valores acima e abaixo da mediana, numa série de dados naturalmente ordenada. O número de oscilações é chamado de RUN. Um valor alto de RUN indica muitas oscilações, e valores baixos indicam um desvio em relação à mediana durante o período de registros. As eventuais falhas dos anos de precipitação para cada localidade foram preenchidas com base em estimativas conforme metodologia proposta por Tubelis e Nascimento (1980).

Para determinação da tendência, conforme o caso, crescente, decrescente ou nenhuma, foi utilizado o modelo clássico de análise de série temporal (MORETIN; TOLOI, 1987) dado por:

$$Z_t = T_t + S_t + a_t(1)$$

em que, Z_t - série temporal; T_t - tendência temporal da série; S_t - componente sazonal da série; a_t - termo aleatório da série; t - número de observações da série.

Empregando os totais anuais da precipitação pluvial, a componente sazonal é filtrada, ficando a equação acima da seguinte forma:

$$Z_t = T_t + \alpha_t(2)$$

A tendência temporal foi estimada por um polinômio de primeiro grau (tendência linear) dado por:

$$T_t = \beta_0 + \beta_1 t$$

(3)

em que, β_0 - coeficiente linear da regressão; β_1 - coeficiente angular da regressão; t - ano civil.

Os parâmetros β_0 e β_1 foram determinados através do método dos mínimos quadrados (SPIEGEL, 1977). O coeficiente β_1 indica a tendência da série temporal representada pela declividade da reta de regressão. A significância estatística das séries foi verificada mediante a aplicação do teste de hipótese para o coeficiente de regressão linear (β_1) dado por:

$\beta_1 = 0$, não existe tendência;

$\beta_1 \neq 0$, existe tendência em dado nível de significância.

Foi analisada a significância estatística da tendência, a níveis de 1 e 5% de probabilidade, mediante a utilização da distribuição de “Student” t .

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 fornece os dados da análise de tendência temporal para as 9 localidades estudadas. Ao se realizar a análise do período de 1930-1959 o coeficiente β_1 indica que houve redução no regime pluviométrico ($\beta_1 < 0$) em Jaguaribe, Icó, Cedro, Cariús, Iguatu, Várzea Alegre e na média da região, enquanto que em Solonópoles, Lima Campos e Acopiara, o $\beta_1 > 0$ indica houve aumento da precipitação.

Analisando o período de 1960-1989, Cedro, Cariús, Várzea Alegre, Iguatu, Acopiara e Iguatu, apresentaram $\beta_1 > 0$, já Solonópoles, Jaguaribe, Lima Campos e Icó apresentaram $\beta_1 < 0$ indicando decréscimo de precipitação. Embora Jaguaribe e Icó apresentem $\beta_1 < 0$ antes e depois da construção do reservatório de Orós, em Jaguaribe há tendência de aumento da precipitação (de $\beta_1 = -8,055$ para $\beta_1 = -0,507 \text{ mm}\cdot\text{ano}^{-1}$) enquanto que em Icó a tendência da precipitação é de queda (de $\beta_1 = -0,637$ para $\beta_1 = -2,276 \text{ mm}\cdot\text{ano}^{-1}$).

Tabela 1. Estatística da análise da tendência temporal da precipitação pluviométrica anual de 9 cidades do Estado do Ceará e da Média da Região Centro Sul nos períodos 1930-1959, 1960-1989 e 1913-1989

Local/Período	Média (mm)	β_0 (mm)	β_1 (mm)	Teste t	Local/Período	Média (mm)	β_0 (mm)	β_1 (mm)	Teste t
Solonópoles					Cariús				
1930-1959	603,1	45,1	0,287	0,0731	1930-1959	783,0	8767,7	-4,106	-0,7315
1960-1989	801,3	6098,5	-2,683	-0,5414	1960-1989	1010,9	-23923,6	12,628	1,7405
1913-1989	729,8	-428,7	0,594	0,4172	1913-1989	916,6	-2821,4	1,916	1,0671
Jaguaribe					Várzea Alegre				
1930-1959	576,5	16240,2	-8,055	-1,3746	1930-1959	806,4	3175,3	-1,191	-0,2132
1960-1989	748,3	1748,8	-0,507	-0,0902	1960-1989	1097,1	-7416,7	4,312	0,8093
1913-1989	678,2	-561,9	0,636	0,4319	1913-1989	989,2	-3537,8	2,320	1,5780
Lima Campos					Acopiara				
1930-1959	624,0	-8685,5	4,788	0,8621	1930-1959	696,1	-119,2	0,419	0,1051
1960-1989	782,4	19306,4	-9,382	-1,8708	1960-1989	868,3	862,6	0,003	0,0005
1913-1989	692,2	-3716,3	2,260	0,4172	1913-1989	783,6	-2911,0	1,894	1,3952
Icó					Iguatu				
1930-1959	646,4	1885,2	-0,637	-0,1488	1930-1959	701,0	-1489,6	1,127	0,2217
1960-1989	806,0	5299,6	-2,276	-0,4178	1960-1989	879,0	-9497,8	5,255	0,7978
1913-1989	742,3	-684,9	0,732	0,5536	1913-1989	793,2	-3534,9	2,218	1,5345
Cedro									
1930-1959	844,4	4722,2	-1,994	-0,3533					
1960-1989	1006,1	-4237,7	2,656	0,4110					
1913-1989	925,6	-2613,5	1,814	1,1359					

Considerando a série compreendida entre 1913 e 1989, em todas as localidades estudadas, o coeficiente β_1 foi maior que zero, indicando aumento na precipitação regional em média de 1,719 mm·ano⁻¹. Resultados parecidos foram encontrados por Haylock et al. (2006) quando realizava a análise da precipitação sobre a América do Sul, e observaram tendência de aumento do total anual de chuva sobre o Nordeste Brasileiro. E por Liebmann et al. (2004), que identificaram tendências lineares sazonais de precipitação da América do Sul central durante 1976-1999, em que a tendência positiva maior aconteceu ao sul de 20°S e sobre o sul do Brasil durante janeiro-março, enquanto de 1948-1975 a tendência foi também positiva, mas com menos da metade do declínio. A tendência ocorreu, devido um aumento no percentual de dias chuvosos, e um aumento na média de dias chuvosos.

As localidades que tiveram sua tendência de precipitação alterada estão na trajetória da corrente de ventos “Aracati”, sendo essa, aliada ao grande espelho d’água, a possível causa de mudança da tendência da precipitação.



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia
23 a 28 de agosto de 2015
Lavras – MG – Brasil
Agrometeorologia no século 21:
O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros



CONCLUSÕES

As áreas de influência do reservatório de Óros apesar de não apresentarem mudanças significativas à longo prazo, mostrou variações nas precipitações nos pequenos intervalos de tempo. Com isso, a fim de verificar se os grandes reservatórios influenciam ou não no regime pluviométrico de determinada região é de fundamental importância a realização de estudos que nos mostrem o comportamento dessa variável climática em regiões com ou sem grandes reservatórios, contribuindo assim para o aperfeiçoamento no planejamento das atividades agrícolas e para o manejo e dimensionamento dos sistemas irrigados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARNELUTTI FILHO, A.; MATZENAUER, R.; MALUF, J.; R.; T.; FONTANA, D. C. Análise decadal da temperatura do ar no estado do Rio Grande do Sul. *Revista de Biologia e Ciência da Terra*, v. 8, n. 1, p.258-263, 2008.
- COSTA, R. L.; SILVA, F. D. dos S.; Sarmanho, G. F.; Ferreira, D. B.; Análise de tendências de precipitações e temperaturas mensais de 1961 a 2008 no Brasil usando dados gradeados. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v.5, p.1227-1242, 2012.
- HAYLOCK, M. R.; PETERSON, T.; ABREU DE SOUSA, J. R.; ALVES, L. M.; AMBRIZZI, T.; BAEZ, J.; BARBOSA DE BRITO, J. I.; BARROS, V. R.; BERLATO, M. A.; BIDEGAIN, M.; CORONEL, G.; CORRADI, V.; GRIMM, A. M.; DOS SANTOS, R. J.; KAROLY, D.; MARENGO, J. A.; MARINO, M. B.; MEIRA, P. R.; MIRANDA, G. C.; MOLION, L.; MUNCUNIL, D. F.; NECHET, D.; ONTANEDA, G.; QUINTANA, J.; RAMIREZ, E.; REBELLO, E.; RUSTICUCCI, M.; SANTOS, J. L.; VARILLAS, I. T.; VILLANUEVA, J. G.; VINCENT, L.; YUMICO, M. Trends in total and extreme South American rainfall 1960-2000 and links with sea surface temperature. ***Journal of Climate***, v. 19, n.8, p. 1490-1512, 2006.
- IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. *Climate change 2007: The physical science basis*. In: Solomon, S.; Qin, D.; Manning, M.; Chen, Z.; Marquis, M.; Averyt, K. B.; Tignor, M.; Miller, H.L. (ed.) *Contribution of working group I to the fourth assessment report of the intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, 2007, 996p.
- LIEBMANN, B.; VERA, C. S.; CARVALHO, L. M. V. CAMILLONI, I., HOERLING, M. P., BARROS, V. R., BÁEZ, J., BIDEGAIN, M. An observed trend in central South American Precipitation. ***Journal of Climate***, v. 17, p. 4357-4367, 2004.
- NADARAJAH, S.; CHOI, D. Maximum daily rainfall in South Korea. *Journal of Earth System Science*, v.116, n.4, p.311-320, 2007.
- SPIEGEL, M. R. *Estatística: resumo da teoria*. 2.ed. São Paulo: **McGraw-Hill do Brasil**, LTDA, p.580,1977.
- Tammets, T.; Jaagus, J. Climatology of precipitation extremes in Estonia using the method of moving precipitation totals. *Theoretical and Applied Climatology*, v. 110, p. 623-639, 2012.



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros



THOM, H. C. S. **Some methods of climatological analysis.** Genève: World Meteorological Organization, 1966. 54 p. (WMO Technical Note, 81).

TUBELIS, A., NASCIMENTO, F. J. L. **Meteorologia descritiva.** São Paulo: Nobel, p. 374. 1980.

WESTRA, S.; ALEXANDER, L. V.; ZWIERS, F. W. Global increasing trends in annual maximum daily precipitation. *Journal of Climate*, v.26, n.11, p.3903-3918, 2013.