



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

Análise de Tendência Temporal da Precipitação Pluvial Anual na Área de Influência do Reservatório de Sobradinho-BA



Paula Carneiro Viana¹; Santana Gabriela da Silva²; Monikuelly Mourato Pereira³ João Guilherme Araújo Lima⁴; Neilon Duarte da Silva⁵; João Paulo Chaves Couto⁶

¹ Tecnóloga em Irrigação e Drenagem, Doutoranda em Eng. Agrícola, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Fone: (75) 9113-5539, E-mail: paulinhatmgm@hotmail.com

² Tecnóloga em Irrigação e Drenagem-IFCE³, E-mail: santana.gabriele@hotmail.com

³ Tecnóloga em Irrigação e Drenagem, Doutoranda em Eng. Agrícola, UFRB, E-mail: monikuelly@hotmail.com

⁴ Agrônomo, Doutorando em Eng. Agrícola, UFRB, E-mail: joaopibe@gmail.com

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

⁶ 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. Objetivou-se com este estudo estimar a tendência temporal da precipitação pluvial anual de 15 cidades localizadas em torno do reservatório de Sobradinho, no Estado da Bahia. Os dados foram obtidos junto à SUDENE (Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste), abrangendo o período de 1912 a 1985, divididos em três intervalos (completo, antes e depois da construção do reservatório). Os dados foram submetidos ao teste de homogeneidade, sendo este um teste não paramétrico, que consistiu em realizar a contagem do número de oscilações dos valores acima e abaixo da mediana, numa série de dados naturalmente ordenada. Foi analisada a significância estatística da tendência, a níveis de 1 e 5% de probabilidade, mediante a utilização da distribuição de "Student" t. Os resultados obtidos indicaram que a média pluviométrica era de queda nos anos anteriores a construção do reservatório de Sobradinho.. Analisando a média geral obteve-se o seguinte resultado: No curto período (antes da construção do reservatório), houve uma redução na pluviometria e no longo período (série completa de anos), houve incremento nos totais de chuva. No curto período (antes da construção do reservatório), houve uma redução na pluviometria e no longo período (série completa de anos), houve incremento nos totais de chuva. Contudo, verificar se os grandes reservatórios influenciam ou não no regime pluviométrico de determinada região é de fundamental importância, contribuindo portanto, para o aperfeiçoamento no planejamento das atividades agrícolas e para o manejo e dimensionamento dos sistemas irrigados.

PALAVRAS-CHAVE: série temporal, mudanças climáticas, barragem

Temporal Trend Analysis Annual Pluvial Precipitation in the Area of Influence of the Sobradinho Reservoir-BA, Brazil

ABSTRACT: Analysis of temporal rainfall trend has received growing attention in recent times, due to the possibility of conducting estimates more accurately, this analysis identifies extreme precipitation events. The objective of this study to estimate the trend of annual rainfall of 15 cities located around the Sobradinho reservoir in the state of Bahia. Data were obtained from the SUDENE (Northeast Development Superintendence), covering the period 1912-1985, divided into three ranges (full, before and after reservoir construction). The data were subjected to homogeneity test, which is a nonparametric test that consisted to perform counting the number of oscillations above and below the median values, a number of naturally ordered data. Statistical significance was analyzed trend, the levels 1 and 5% probability, using the distribution of "Student" t. The results indicated that the average rainfall was



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

falling in the years before the construction of the Sobradinho reservoir .. Looking at the overall average obtained the following results: In the short period (before reservoir construction), there was a reduction in rainfall and the long period (full number of years), there was increase in total rainfall. In the short period (before construction of the reservoir), there was a reduction in the rainfall and the long period (full number of years), there was increase in total rainfall. However, check that the large reservoirs influence or not the rainfall of a region is of fundamental importance, contributing thus to improve the planning of agricultural activities and for the management and design of irrigation systems.

KEYWORDS: time series, climate change, dam

INTRODUÇÃO

Uma das mais importantes questões nos discursos ambientais são as transformações climáticas. É sabido que a temperatura, precipitação, pressão e umidade oscilam no tempo e no espaço, em escala de segundos a dezenas de anos e de milímetro a milhares de quilômetros, respectivamente. Assim, no último um milhão de anos, mudanças climáticas drásticas conduziram o desenvolvimento da vida no mundo inteiro. A climatologia resgata essas transformações e permite a comunidade científica avaliar como o clima se comporta ao longo do tempo (Araújo & Brito, 2011).

A precipitação pluviométrica é um elemento climático que contribui para a gênese e as características do ecossistema. Os trabalhos, indicando alterações climáticas globais, geram uma preocupação com o comportamento dos elementos climáticos em diversas regiões do mundo e neste caso particular a precipitação é um dos mais importantes. O comportamento desse parâmetro climático pode ser alterado por aumentos ou diminuições na temperatura global (Oliveira et al., 2007).

A variabilidade espacial e temporal da precipitação pluvial, face à sua incerteza e irregularidade ao longo do tempo, constitui-se num problema crucial em estudos climatológicos. Esta variabilidade é ainda maior em regiões tropicais, particularmente no Nordeste do Brasil, onde atuam vários sistemas atmosféricos, como a zona de convergência intertropical, os sistemas frontais, as brisas de leste e os vórtices ciclônicos (Silva, 2003).

O comportamento das chuvas na região Nordeste sempre se constitui da preocupação dos que se dedicam às atividades agropecuárias na região. Por outro, as irregularidades das chuvas afetam a economia regional, dada a alta dependência desta ao setor agrícola (Silva et al., 1989).

Para Santos (2006), a mudança climática global pode ser intensificada localmente pelas mudanças regionais como, por exemplo, a construção de um grande reservatório gerando um micro-clima em seu entorno.

Objetivou-se com esse estudo estimar a tendência temporal da precipitação pluvial anual de 15 cidades localizadas em torno do reservatório de Sobradinho, no Estado da Bahia.

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). No entorno do reservatório de Sobradinho foram analisadas as precipitação das seguintes cidades: Casa Nova, Juazeiro, Remanso, Curaca, Senhor do Bonfim, Petrolina, Serra Talhada, Ouricuri, Sertania, Paramirim, Sento Sé, Uauá, Jaguarari, Glória e Paulo Afonso formando o entorno ao Lago Sobradinho. A análise foi feita em uma série temporal compreendida no período de 1912 a 1985 dividida em três intervalos (completo, antes e depois da construção do reservatório). Os dados foram

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

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 & 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:

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

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:

$$Z_t = T_t + a_t \quad (2)$$

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

$$T_t = \beta_0 + \beta_1 t \quad (3)$$

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 coeficientes de declividade das retas de regressão linear, correspondentes à análise de tendência dos totais anuais de chuva para diferentes cidades no período de anos antecessores da construção do reservatório de Sobradinho e o período que junta os anos anteriores e posteriores.

Tabela 1. Valores estatísticos correspondentes à análise de tendência dos totais anuais de chuva

Local/ Período	Média (mm)	β_0 (mm)	β_1 (mm)	Teste t	Local/ Período	Média (mm)	β_0 (mm)	β_1 (mm)	Teste t
Casa Nova					Sertania				
1912-1972	480,8	5927,6	-2,805	-1,975	1912-1972	518	-1046,0	0,805	0,532
1912-1985	495,1	1622,8	-0,579	-0,523	1912-1985	542,7	128,0	0,702	0,836
Juazeiro					Parnamirim				
1912-1972	433,1	5233,9	-2,472	-1,907	1912-1972	564,1	1557,2	-0,5110	-0,4080
1912-1985	438,7	95,0	0,694	1,0179	1912-1985	554,3	298,4	472	500
Remanso					Santo Sé				
1912-1972	559,7	-322,3	0,454	0,312	1912-1972	863,0	1807,8	-0,4860	-0,2320
1912-1985	569,9	254,6	0,719	0,754	1912-1985	840,7	617,8	402	249
Curaca					Uauá				
1912-1972	362,3	8512,7	-4,197	-2,239	1912-1972	475,6	1816,1	-0,6900	-0,4130
1912-1985	357,5	67,3	0,509	0,406	1912-1985	491,6	203,6	343	304
Senhor do Bonfim					Jaguararí				
1912-1972	828,3	-3432,4	2,194	1,219	1912-1972	618,7	3362,8	-1,4130	-0,8870
1912-1985	842,9	684,3	0,444	0,342	1912-1985	649,7	291,0	730	776
Petrolina					Glória				
1912-1972	415,8	-4527,5	2,545	1,566	1912-1972	411,3	4620,9	-2,1680	-1,1490
1912-1985	446,6	-21,0	0,555	0,574	1912-1985	414,3	-61,1	732	732
Serra Talhada					Paulo Afonso				
1912-1972	592,9	1991,6	-0,720	-0,429	1912-1972	1021,7	3552,3	-1,3030	-0,4070
1912-1985	626,8	305,2	0,720	0,632	1912-1985	939,7	671,9	646	284
Ouricuri					Média Total				
1912-1972	573,7	3605,2	-1,561	-0,974	1912-1972	581,3	2177,6	-0,8220	-0,6600
1912-1985	590,8	200,7	0,622	-0,691	1912-1985	586,8	398,7	200	228

Ao se realizar a avaliação do comportamento da precipitação no período anterior construção do reservatório observa-se que as cidades de Casa Nova, Juazeiro, Curaca, Serra Talhada, Ouricuri, Parnamirim, Santo Sé, Uauá, Jaguararí, Glória, Paulo Afonso apresentaram redução no regime pluviométrico ($\beta_1 < 0$) já Remanso, Senhor do Bonfim, Petrolina e Sertania apresentaram aumento no regime pluviométrico ($\beta_1 > 0$).

No entanto, avaliando-se o comportamento pluviométrico no período que engloba os anos anteriores e o período completo e fazendo uma comparação entre ambos, nota-se que a tendência de chuva para as cidades de Casa Nova, Juazeiro, Remanso, Curaca, Serra Talhada, Ouricuri, Parnamirim, Santo Sé, Uauá, Jaguararí, Glória e Paulo Afonso houve um aumento. Já as cidades de Senhor do Bonfim, Petrolina e Sertania apresentaram redução nos índices de chuva. Analisando a média geral obteve-se o seguinte resultado: No curto período (antes da construção do reservatório), houve uma redução na pluviometria e no longo período (série completa de anos), houve incremento nos totais de chuva.

A Figura 1 é apresenta o comportamento do regime pluviométrico na região que engloba as cidades citadas acima para dois períodos avaliados.

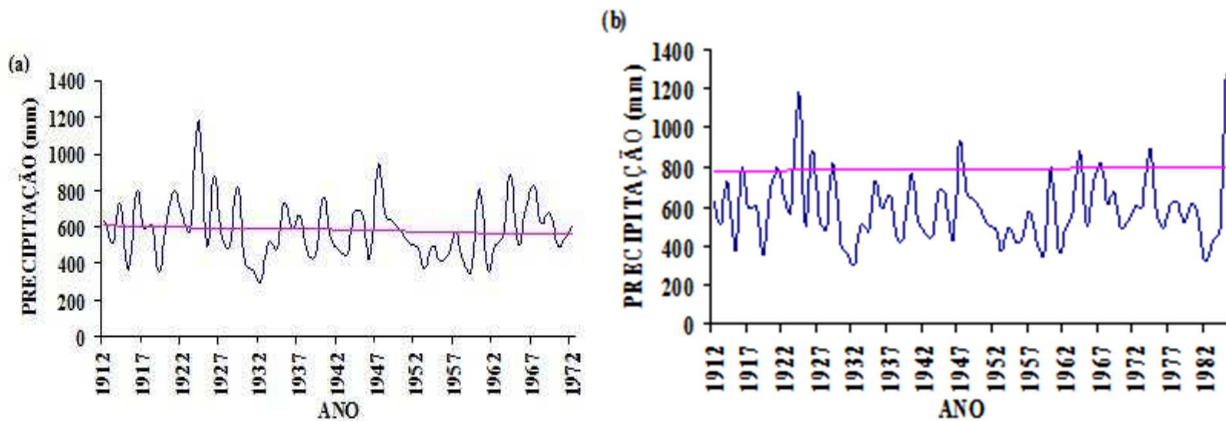


Figura 1. Tendência temporal da precipitação pluvial anual na região de Sobradinho-BA; a) 1912-1972; b) 1912-1982.

De acordo com a Figura 1(a), antes da construção do reservatório havia uma tendência de queda na média de chuvas das cidades. Na figura 1(b) a, após a construção a tendência assume um comportamento positivo mantendo assim um equilíbrio na precipitação da região estudada. Apesar de se ter uma tendência positiva no período geral analisado, não se pode dizer que houve um incremento de chuvas relacionado ao reservatório, nem que não houve nenhuma contribuição, já que estudos anteriores comprovam a influências dos reservatórios na composição do clima regional, bem como na precipitação. Autores como Prudêncio et al. (1999) e Berlato et al. (1995), observaram que muitas destas alterações nos regimes climáticos têm caráter regional, e não estão relacionados diretamente a uma mudança global do clima. Segundo Oliveira (2009) sabe-se que a urbanização, as ilhas de calor e a presença de grandes volumes de águas superficiais, que são parâmetros locais e regionais, que podem contribuir positivamente para a mudança climática da atmosfera local. Desta forma, analisa-se que, de maneira semelhante, para os dois períodos estudados, as tendências observadas não afirmam categoricamente que tenham ocorrido devido às mudanças globais do clima, mas um somatório de fatores, tais como desmatamento, degradação ambiente, aumento do vapor d'água na atmosfera. Os períodos analisados demonstraram tendências contrárias, mostrando que o comportamento não é homogêneo e, assim, observa-se que as tendências mostradas estão mais ligadas às variações climáticas locais, porém não devem ser descartadas às globais.

CONCLUSÕES

Na área de influência do reservatório de Sobradinho a média pluviométrica era de queda nos anos anteriores a construção do mesmo. Houve um equilíbrio, na tendência da precipitação no período ao antes e depois da construção da barragem.

Com isso, a fim de verificar se os grandes reservatórios influenciam ou não no regime pluviométrico de determinada região é de fundamental importância à 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.



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



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, W. S.; BRITO, J. I. B. Índices de Tendências de Mudanças Climáticas para os Estados da Bahia e Sergipe por Meio de Índices Pluviométricos Diários e sua Relação com TSM do Pacífico e Atlântico. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.26, n.4, 541 - 554, 2011.

BERLATO, M. A.; FONTANA, D. C.; BONO, L. Tendência temporal da precipitação pluvial anual no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 3, p. 111-113, 1995.

MORETTIN, P. A., TOLOI, C. M. Séries temporais: métodos quantitativos. 2. ed. São Paulo: Atual, 1987. 136 p.

OLIVEIRA, B. R. U.; VILELA, A. L. M.; PINTO, L. A.; OLIVEIRA, M. F. A.; CARRIONE, R. M.; PEREIRA, C. R. **Avaliação da Precipitação Pluviométrica e sua Influência no Ecossistema da Serra do Mar**. VIII Congresso de Ecologia do Brasil, 23 a 28 de Setembro de 2007, Caxambu – MG.

OLIVEIRA, J. B.; LIMA, F. P.; ARRAES, F. D. D.; JÚNIOR, E. G. C.; ALMEIDA, B. M. **Avaliação da Tendência Temporal de Chuva na Região de Sobradinho-BA, XXXVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola**, Juazeiro (BA)/Petrolina (PE) 2009.

PRUDÊNCIO, R. S.; GEREMIAS, R.; VEADO, R. W. V. **Análise do ritmo pluviométrico do litoral catarinense**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 11., 1999, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, p. 1055-1063, 1999.

SANTOS, C. A. C. **Estimativas e tendências de índices de detecção de mudanças climáticas com base na precipitação diária no Rio Grande do Norte e na Paraíba**. 2006. 115f. Dissertação (mestrado em Meteorologia) - Universidade Federal da Campina Grande, Campina Grande, 2006.

SPIEGEL, M. R. Estatística: resumo da teoria. 2.ed. São Paulo: **McGraw-Hill do Brasil**, LTDA, p.580,1977.

SILVA, V. P. R.; CAVALCANTE, E. P.; NASCIMENTO, M. G.; CAMPOS, J. H. B. C. Análises da precipitação pluvial no Estado da Paraíba com base na teoria da entropia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.2, p.269-274, 2003.

SILVA, B. B. da, KUMAR, K. K., LACERDA, F. F. **Início Duração da Estação de Cultivo mais Prováveis em São Gonçalo-PB**. In: **Congresso Brasileiro de Agrometeorologia**, VI, 1989, Maceió-Al. *Anais...* Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, p. 57-78, 1989.

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.