

ANÁLISE DE TENDÊNCIAS EM DADOS DE PRECIPITAÇÃO NA REGIÃO OESTE DA BAHIA

COSME MATEUS DIAS COUTO¹, ELCIVAN PEREIRA OLIVEIRA² BRUNA THAÍS DOS SANTOS BADARÓ³ e NEILON DUARTE DA SILVA³

¹Pós-graduando em Geotecnologias, EEA, Salvador- BA, cosme.mateus.agro@gmail.com;

²Pós-graduando em Geotecnologias, EEA, Salvador- BA, elcivan_gbi@hotmail.com;

³Pós-graduanda em Geotecnia, IBF, Salvador- BA, bruna-pma@hotmail.com;

⁴Dourando em Engenharia Agrícola, UFRB, Cruz das Almas- BA, neylon_duart@hotmail.com

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
Palmas/TO – Brasil
17 a 19 de setembro de 2019

RESUMO: Este trabalho objetivou identificar mudanças na série histórica da precipitação total anual e da região Oeste do estado da Bahia, através da aplicação do teste de tendência Mann-Kendall ao nível de significância de 5%. Os dados utilizados neste estudo são oriundos do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e da HidroWeb da Agência Nacional de Águas (ANA), estando compreendido entre 1973 e 2018. O software XLSTAT versão 2019, foi utilizado para aplicação do teste, o software Arcgis versão 10.5 foi utilizado para confecção do mapa de tendências anual. Os resultados apontam que a região oeste apresentou tendências de decréscimo, uma vez que 11 estações apresentaram tendências desse tipo, destacando-se Bom Jesus da Lapa e Serra Dourada com decréscimo de -6,59 mm/ano e -9,59 mm/ano, respectivamente. Apenas 7 estações mostraram tendências de acréscimo na precipitação anual, das quais sobressaiu-se a de Formosa de Rio Preto com 8,63 mm/ano.

ANALYSIS OF TRENDS IN PRECIPITATION DATA IN THE WEST REGION OF BAHIA

ABSTRACT: His work aimed to identify changes in the historical series of total annual precipitation and the western region of the state of Bahia, by applying the Mann-Kendall trend test at a significance level of 5%. The data used in this study come from the Meteorological Database for Teaching and Research (BDMEP) of the National Institute of Meteorology (INMET) and HidroWeb of the National Water Agency (ANA). It is comprised between 1973 and 2018. The XLSTAT software version 2019, was used for the application of the test, the software Arcgis version 10.5 was used to make the annual trend map. The results indicate that the western region presented decreasing tendencies, since 11 stations presented tendencies of this type, especially Bom Jesus da Lapa and Serra Dourada, with decreases of -6.59 mm / year and -9.59 mm / year, respectively. Only 7 stations showed increases in annual rainfall, of which the Formosa de Rio Preto was 8.69 mm / year.

INTRODUÇÃO

A identificação de evidências científicas que expliquem as mudanças ocorridas no clima vem ganhando espaço em discussões no âmbito acadêmico nas últimas décadas, isto porque, estudos de alterações climáticas ocorridas no passado permitem entender melhor as variabilidades observadas no presente, além de fornecer elementos úteis para averiguação do comportamento do clima no futuro. As variabilidades e alterações climáticas influenciam diretamente a biodiversidade dos sistemas naturais e nas atividades humanas. Modificações na temperatura e na dinâmica dos recursos hídricos acarretam mudanças em setores como economia, especialmente naqueles que dependem dos sistemas ambientais como a agricultura, que é programada com a hipótese de que as chuvas são séries homogêneas (Silva et al.,2012; Souza et al.,2012).

A análise espacial de tendências é comumente utilizada para verificação de alterações no comportamento e na determinação em quais regiões uma determinada variável vem apresentando mudanças significativas no decorrer do tempo. Diversos testes estatísticos são utilizados para a detecção de tendências significativas nas séries temporais, principalmente aqueles denominados não-paramétricos, (Zhang et al., 2006; Chen et al., 2007). Os testes de Mann-Kendall e Spearman Rho são exemplos que podem ser utilizados para detectar tendências em estudos de variáveis meteorológicas, (Gellens, 2000; Kahya & Kalayci, 2004; Gadgil & Dhorde, 2005).

Alguns pesquisadores estudaram séries históricas de chuva da Bahia na tentativa de detectar alterações no seu regime pluviométrico. Lima et al. (2011) aplicaram o teste de tendência Mann-Kendall para estudar a série histórica de precipitação e temperatura, entre os períodos de 1961-2009, de 16 estações pluviométricas. Apenas duas estações apresentaram tendência significativa quanto o total precipitado anual, Caravelas (aumento) e Cipó (diminuição) (Lima et al., 2011).

Diante do exposto, buscou-se avaliar a presença de alterações no comportamento de chuvas na região Oeste do estado da Bahia, a partir da série histórica de indicadores de chuvas de 16 estações meteorológicas distribuídas pela região, utilizando o método não paramétrico de Mann-Kendall.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo localiza-se entre as coordenadas $-9,00^\circ$ e $-18,00^\circ$ de latitude sul e entre $-39,00^\circ$ e $-45,00^\circ$ de longitude oeste, sendo formada por 24 municípios: Baianópolis, Barreiras, Catolândia, Formosa do Rio Preto, Luís Eduardo Magalhães, Riachão das Neves, São Desidério, Angical, Brejolândia, Cotegipe, Cristópolis, Mansidão, Santa Rita de Cássia, Tabocas do Brejo Velho e Wanderley, Canápolis, Cocos, Coribe, Correntina, Jaborandi, Santa Maria da Vitória, Santana, São Félix do Coribe e Serra Dourada abrangendo uma superfície de aproximadamente 117 mil km².

Os dados utilizados nesse estudo estão disponíveis no HidroWeb da Agência Nacional de Águas (ANA) e no Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Resumindo-se em séries mensais e anuais de precipitação coletadas em 18 postos pluviométricos distribuídos espacialmente na região Oeste da Bahia, entre 1973 e 2018, conforme Tabela 1.

Tabela 1. Estações pluviométricas selecionadas

04937432516 Estação	Código da estação	Período	Órgão Responsável	Latitude (graus)	Longitude (graus)	Altitude (m)
ANGICAL	1144014	1973-2017	ANA	-11.96	-44.86	447
BARRA	83179	1977-2017	INMET	-11.06	-43.15	401
BARREIRAS	1245004	1973-2017	ANA	-12.13	-45.10	490
BOM JESUS DA LAPA	83288	1973-2017	INMET	-13.21	-43.40	439
CARINHANHA	1443002	1974-2016	ANA	-14.30	-43.76	440
CORIBE	1344015	1973-2018	ANA	-13.56	-44.30	447
CORRENTINA	1344016	1973-2018	ANA	-13.45	-44.55	479
COTEGIPE	1144005	1973-2018	ANA	-11.60	-44.15	421
FORMOSA DO RIO PRETO	1145001	1977-2011	ANA	-11.03	-45.20	489
JABORANDI	1344013	1973-2018	ANA	-13.70	-44.61	610
MANSIDÃO	1143010	1977-2015	ANA	-11.23	-43.93	401
RIACHÃO DAS NEVES	1145019	1985-2017	ANA	-11.50	-45.03	510
SANTA MARIA DA VITÓRIA	1344002	1977-2017	ANA	-13.26	-43.90	442
SANTA RITA DE CÁSSIA	1144027	1984-2017	ANA	-11.01	-44.50	434
SANTANA	1343008	1978-2017	ANA	-13.28	-44.55	520
SÃO DESIDÉRIO	1245007	1977-2017	ANA	-13.28	-44.55	520
SERRA DOURADA	1243019	1985-2018	ANA	-12.76	-43.95	480
SITIO DO MATO	1243000	1978-2018	ANA	-12.86	-43.36	413

De posse dos dados, os mesmos foram organizados e tratados por meio de planilhas do aplicativo Microsoft Office Excel, o que possibilitou a realização de diferentes cálculos visando correções de falhas, geração de gráficos, análises do comportamento da variabilidade e da eventual ocorrência de uma tendência da precipitação nos dados em estudo.

O teste não paramétrico de Mann-Kendall, (Mann, 1945; Kendall, 1975) é uma análise estatística onde é considerado a hipótese de estabilidade de uma série temporal cuja sucessão de valores ocorre de forma independente e a distribuição de probabilidade deve permanecer sempre a mesma (série aleatória simples) (Pinheiro et al., 2013). Utilizou-se o software XLSTAT versão 2019, para aplicação do teste nas séries temporais da variável climática envolvida neste trabalho. O teste estatístico de Mann-Kendall é definido conforme a Equação 01.

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{sgn}(x_j - x_k) \quad (01)$$

Onde n é o comprimento da série, $k = 1, 2, \dots, n-1$, $j = 2, 3, \dots, n$. E sgn é a função sinal, definida como:

$$x = \begin{cases} 1, & x > 0 \\ 0, & x = 0 \\ -1, & x < 0 \end{cases}$$

Os autores desse método, mostram que a estatística S tende à distribuição normal com média nula e variância $\text{Var}(S)$. O cálculo da variância pela Equação 02:

$$\text{Var}(S) = \frac{[n(n-1)(2n+5) - \sum_{j=1}^p t - j(t_j-1)(2t+5)]}{18} \quad (02)$$

Em que, n é o tamanho da amostra. Mesmo para valores pequenos de n , pode-se considerar o estatístico S como distribuição normal, podendo assim, aplicar o método. Diante disso, ambas séries históricas desta pesquisa podem ser utilizadas para identificar a presença de tendências no regime pluviométrico da Bahia. Definida a variância, é feito o cálculo do padrão estatístico, Z :

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

$$Z < p(0,05)$$

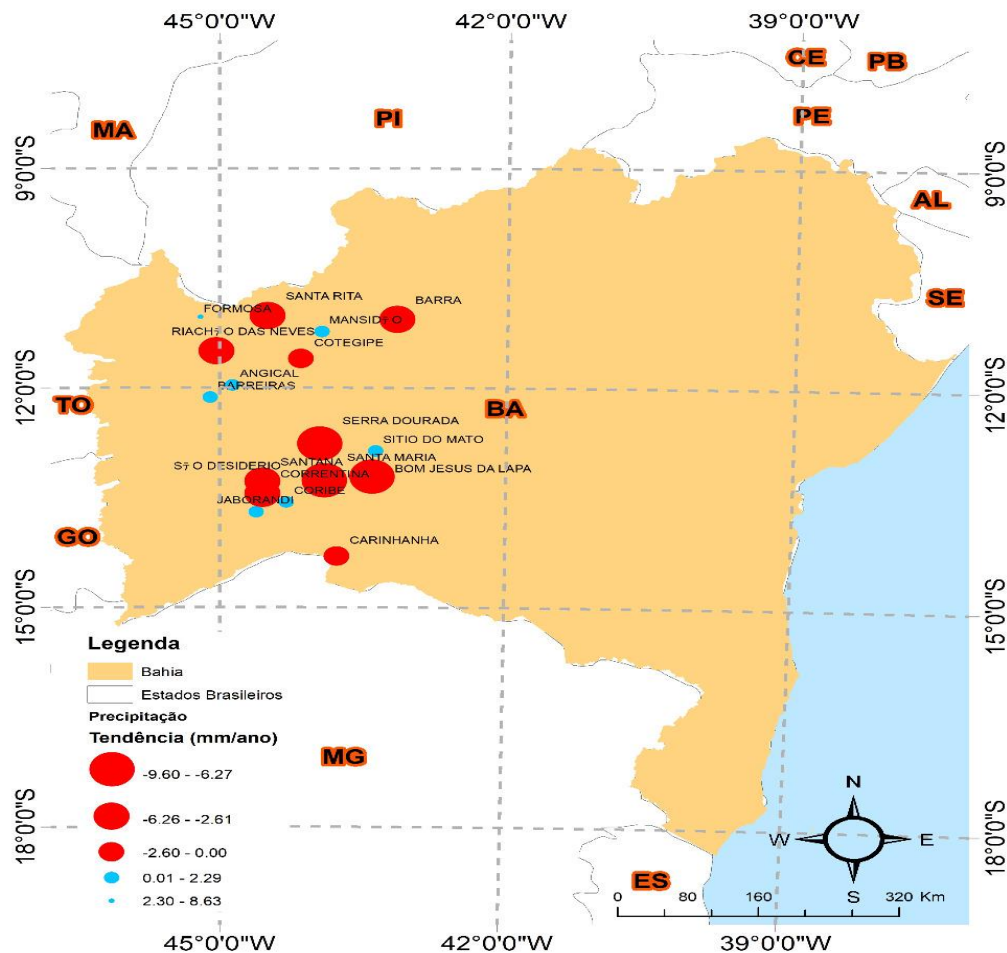
O valor de Z é útil para testar a hipótese nula em uma série. Valores negativos de Z indicam tendência de decréscimo e valores positivos de Z indicam tendência de crescimento. Neste estudo utilizou a o nível de significância de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o teste não paramétrico de Mann-Kendall, as estações pluviométricas em estudo apresentaram tendências significativas para o nível de significância de 5%. Das 18 estações pluviométricas em estudo, 11 apresentaram uma tendência de decréscimo na precipitação anual, sendo: Barra, Bom Jesus da Lapa, Carinhanha, Correntina, Riachão das Neves, Santa Maria da Vitória, Santa Rita de Cássia, Santana, São Desidério e Serra Dourada. As maiores tendências de decréscimo foram observadas nos municípios Bom Jesus da Lapa e Serra Dourada, (-6,59 mm/ano e -9,59 mm/ano).

As estações pluviométricas de Angical, Barreiras, Coribe, Jaborandi, Mansidão, Sítio do Mato e Formosa do Rio Preto apresentaram tendência de acréscimo, esta última destacou-se por apresentar 8,63 mm/ano, conforme é apresentado pela Figura 1.

Figura 1. Mapa de tendência anual da precipitação no Oeste da Bahia.



Os resultados obtidos neste estudo são coerentes com Souza et al. (2012), que ao estudarem 8 estações pluviométricas distribuídas pelo estado da Bahia com série histórica de 1970 a 2006, encontrou redução na precipitação na chapada Diamantina e nas Regiões Oeste e Sudoeste do estado da Bahia. Uma vez que, as estações pluviométricas de Barra e de Bom Jesus da Lapa apresentaram tendência de decréscimo. Nesse estudo a estação pluviométrica do município de Carinhanha apresentou tendências de decréscimo, no entanto, Souza & Azevedo (2012) em seu estudo encontrou tendência de crescimento para essa estação, essa divergência pode ser explicada através das diferenças de anos entre as séries históricas.

CONCLUSÃO

Dentre as 18 estações avaliadas, 11 apresentaram tendências de decréscimo, destacando-se as estações de Bom Jesus da Lapa e Serra Dourada com as maiores tendências de decréscimo. As 7 estações restantes tiveram tendências de crescimento, com destaque para Formosa do Rio Preto que teve tendência de acréscimo de 8,63 mm/Ano. Conclui-se, deste modo que houve redução da precipitação na região Oeste da Bahia.

Do ponto de vista agrônomo essa variação é um alerta para os produtores que dependem da agricultura de sequeiro ou que usam à água da chuva como irrigação suplementar. As variações observadas nesse estudo também podem ser utilizadas pelos órgãos públicos como base para desenvolvimento de projetos envolvendo recursos hídricos.

REFERÊNCIAS

- Araújo, A. E. de; Amorim Neto, M. da S.; Beltrão, N. E. de M. Municípios aptos e épocas de plantio para o cultivo da mamoneira no estado da Paraíba. *Revista de Oleaginosas e Fibras*, v.4, n.2, p.103-110, 2000.
- Chen, H.; Guo, S.; Xu, C.Y.; Singh, V.P. Historical temporal trends of hydro-climatic variables and runoff response to climate variability and their relevance in water resource management in the Hanjiang basin. *Journal of Hydrology* 344:171–184, 2007.
- Gadgil, A.; Dhorde, A. Temperature trends in twentieth century at Pune, India. *Atmospheric Environment*, 39:6550– 6556, 2005.
- Gellens, D. Trend and correlation analysis of k-day extreme precipitation over Belgium. *Theoretical and Applied Climatology*, 66:117–129, 2000.
- Kahya, E.; Kalayci, S; Trend analysis of streamflow in Turkey. *Journal Hydrology* 289:128–144, 2004.
- Karl, T.R.; Diaz, H.F.; Kukla, G. Urbanization: its detection and effect in the United States climate record. *Journal of Climate*, v.1 n.11, p.1099-1123. 1988.
- Lima, J. R. A., Neves, D. J. D., de Araújo, L. E., & de Azevedo, P. V. (2011). Identificação de tendências climáticas no Estado da Bahia. *Revista de Geografia (Recife)*, 28(3), 172-187.
- Mann, H. B. Non-parametric tests against trend. *Econometrica* 13:245–259, 1945.
- Marengo, J. A. Mudanças Climáticas, Condições Meteorológicas Extremas e Eventos Climáticos no Brasil. FBDS (org) Mudanças Climáticas Eventos Extremos no Brasil. p: 05-19. FBDS & LLOYD'S. 2010.
- Marengo, J. A.; Tomasella, J.; Uvo, C. R; Serra Filho, R.; Cavalli, A.C.; Guillaumon, J.R.; Chiarini, J.V.; Nogueira, F.P.; Ivancko, C.M.A.M.; Barbieri, J.L.; Donizeli, P.L.; Coelho, A.G.S.; Bittencourt, I. Levantamento da cobertura vegetal natural e do reflorestamento no Estado de São Paulo. *Boletim Técnico do Instituto Florestal*, v.11, p.1-56. 1975.
- Santos, D. N., de PR da Silva, V., de AS Sousa, F., & Silva, R. A. (2010). Estudo de alguns cenários climáticos para o Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi*, 14(5).
- Silva, G.B.; Souza, W.M.; Azevedo, P.V. “Cenários de Mudanças Climáticas no Estado da Bahia através de Estudos Numéricos e Estatísticos”, *Revista Brasileira de Geografia Física* (2012) v. 05, n. 05, 1019-1034.
- Souza, W.M.; Azevedo, P.V. “Índices de detecção de mudanças climáticas derivados da precipitação pluviométrica e das temperaturas em Recife-PE”, *Revista Brasileira de Geografia Física* (2012) v. 5, n. 01, 143-159.
- Zhang, Q.; Liu, C.; Xu, C. Y.; Xu, Y. P.; Jiang, T. Observed trends of water level and streamflow during past 100 years in the Yangtze River basin, China. *Journal Hydrology*, 324:255–265, 2006.