



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 das temperaturas máxima e mínima do ar para os municípios de Aracaju, Itabaianinha e Propriá, SE¹



Rubens Junqueira²; José de Oliveira Melo Neto³; Uilson Ricardo Venâncio Aires⁴; Gustavo Alves Pereira⁵; André Ferreira Rodrigues⁶; Carlos Rogério de Mello⁷

¹ Trabalho apresentado no XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 23 a 28 ago. 2015

² Eng. Agrícola, Estudante, DEG/UFLA, Lavras - MG, (35)9214-4280, rubensjunqueira@live.com

³ Doutorando Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas, Departamento de Engenharia, UFLA, Lavras-MG.

⁴ Graduando Eng. Agrícola, Departamento de Engenharia, UFLA, Lavras-MG

⁵ Graduando Eng. Agrícola, Departamento de Engenharia, UFLA, Lavras-MG

⁶ Graduando Eng. Ambiental e Sanitária, Departamento de Engenharia, UFLA, Lavras-MG

⁷ Eng. Agrícola, Prof. Doutor, Departamento de Engenharia, UFLA, Lavras-MG

RESUMO: A mudança nos padrões do clima do planeta é uma questão que têm levantado muita atenção pelo potencial de impacto nos ecossistemas, com destaque para a agricultura, pois a economia de muitos municípios brasileiros depende desta atividade. Dentro deste contexto, o objetivo deste trabalho foi verificar ocorrência de tendência de aumento ou redução das variáveis temperatura máxima e mínima do ar no estado de Sergipe. Para a identificação de possíveis tendências na série de dados foi aplicado o teste Mann-Kendall. O teste considera, no caso de estabilidade da série temporal, hipótese H_0 , que a sucessão de dados ocorre de forma independente, seguindo um comportamento de uma série aleatória simples. Sendo assim, o coeficiente positivo de Mann-Kendall ($MK > 0$), indica crescimento da variável em estudo, enquanto valores negativos ($MK < 0$), indica tendência de diminuição. O teste foi aplicado a séries históricas de temperaturas máximas e mínimas diárias, com período de observação de 50 anos, pertencentes à rede de monitoramento do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) nos municípios de Aracaju, Itabaianinha e Propriá. Com o nível de significância de 5%, constatou-se tendência de aumento na temperatura máxima diária em todos os municípios, enquanto que para a temperatura mínima, verificou-se aumento para os municípios de Itabaianinha e Propriá e redução para o município de Aracaju.

PALAVRAS-CHAVE: teste de *Mann-Kendall*; caracterização climática; série histórica

TREND ANALYSIS FOR MAXIMUM AND MINIMUM AIR TEMPERATURE IN THE BRAZILIAN TOWNS OF ARACAJU, ITABAIANINHA AND PROPRIÁ, SE¹

ABSTRACT: The change in weather standards in the planet is an issue that has attracted attention, due to the potential impact on ecosystems, with special focus to agriculture, because the economy of many Brazilian towns depends on this activity. In this context, the goal of this study is to verify the occurrence of increasing or decreasing of the variables maximum and minimum air temperature in the state of Sergipe. To the identification of probable trends in the data series, the Mann-Kendall test was used. The test considers, in case of stability of temporal series, hypothesis H_0 , in which the data succession happens in independent manner, following the behavior of a simple random series. This way, the positive Mann-Kendall coefficient ($MK > 0$), indicates the growth of the variable being studied, while negative values ($MK < 0$), indicate a decreasing trend. The test was applied on historical series of maximum and minimum daily temperatures, with an observation period of 50 years, belonging to the monitoring network of the Instituto Nacional de Meteorologia (INMET – National Meteorology Institute) in the towns of Aracaju, Itabaianinha and Propriá. With a meaningful level of 5%, an increasing trend on the maximum daily temperature was found for all the towns, while for the minimum temperature, there was an increasing trend for the towns of Itabaianinha and Propriá, and a decreasing trend for the town of Aracaju.

KEYWORDS: Mann-Kendall test; climatic characterization; historical series

INTRODUÇÃO

O clima vem sofrendo grandes oscilações que podem ser prejudiciais à vida como um todo. Segundo Houghton et al. (1996 apud BACK, 2001), a temperatura média mundial cresceu em torno de 0,3 a 0,6°C, sendo que a causa desse aumento está sendo amplamente discutida no meio científico.

A análise de tendência consiste em examinar o comportamento dos dados e identificar se há uma tendência contínua no aumento ou diminuição ao longo dos anos, além de informar também a velocidade com que ocorre essas mudanças. De acordo com VijayaVenkataRamanet al. (2012 apud ALCÂNTARA et al., 2012) as variações climáticas podem ser resultado do sistema climático terrestre ou sofrer forte participação antropogênica, associadas provavelmente à intensa interferência humana no meio ambiente. Existem diversos métodos para calcular tendências em uma série climática, sendo o teste de *Mann-Kendall* um dos mais empregados nesses estudos.

O estado de Sergipe sofre com grande variação climática no interior de sua região, com isso torna-se de fundamental importância a realização de estudos nessa área, bem como a realização da caracterização climática na região. Essa caracterização é importante para se ter informações mais detalhadas, além de auxiliar em tomadas de decisões futuras.

Dentro deste contexto, o objetivo deste trabalho foi verificar a ocorrência de tendência de aumento ou redução das variáveis temperatura máxima e mínima do ar no estado de Sergipe.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estado de Sergipe, localizado no Nordeste brasileiro, possui grande importância econômica e cultural na região. Segundo o IBGE (2014) sua população está estimada em 2,2 milhões de habitantes distribuídos em uma área de aproximadamente 21,9 mil km². O interior do estado tem como clima predominante semiárido, em que a temperatura média anual fica em torno de 26°C, sendo a temperatura mínima média de 20°C e a máxima média de 32°C, nas demais regiões a temperatura média é de 25°C, onde a temperatura mínima média chega a 20°C e a máxima média a 29°C (SIRHSE, 2015). Foram utilizadas séries históricas de temperaturas máximas e mínimas do banco de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) com influência na área de Sergipe (TABELA 1).

Tabela 1. Séries históricas do estado de Sergipe

Município	Altitude (m)	Latitude	Longitude	Período da série
Aracaju	4,72	-10,95	-37,04	01/1961 a 11/2010
Itabaianinha	208,0	-11,11	-37,81	06/1963 a 11/2010
Propriá	19,92	-10,19	-36,86	10/1963 a 11/2010

A análise de tendência nas estações estudadas foi realizada pelo teste não paramétrico de *Mann-Kendal* (Equação 1), a um nível de significância de 5%.

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

onde,

$$S = \begin{cases} +1 & \text{se } x > 0 \\ 0 & \text{se } x = 0 \\ -1 & \text{se } x < 0 \end{cases}$$

O maior valor possível para S é chamado de D (Equação 2) e ocorre quando $x_1 < x_2 < \dots < x_n$.

$$D = \left[\frac{1}{2}n(n-1) - \frac{1}{2} \sum_{j=1}^p t_j(t_j-1) \right]^{0,5} \left[\frac{1}{2}n(n-1) \right]^{0,5} \quad (2)$$

onde, n é o número de observações e, considerando o caso em que a série pode ter grupos com observações iguais, P é o número de grupos com observações iguais e t_j é o número de observações iguais no grupo j.

Em seguida, realiza-se a estatística do *Tau* de *Kendall* (Equação 3), para verificação do teste de *Mann-Kendall*.

$$\tau = \frac{S}{D} \quad (3)$$

Após a obtenção do valor de *Tau* de *Kendall* e do p-valor bicaudal, valor que indica o risco de rejeitar a hipótese nula H_0 quando ela é verdadeira. Caso o p-valor seja superior ao nível de significância 0,05, rejeita-se a hipótese nula H_0 a favor da hipótese H_a , que indica a existência tendência monotônica no tempo, essa tendência pode ser positiva ou negativa e é dependente do valor de *Tau*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de tendência utilizando a estatística de *Mann-Kendall* nas séries de temperatura máxima diária mensal rejeitou a hipótese nula (H_0) em todas as séries em favor da hipótese alternativa de que há tendência positiva na série, a um nível de significância de 5%. Os resultados do teste de *Mann-Kendall* para todos os municípios são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Resultados do teste de *Mann-Kendall* para a Temperatura Máxima Diária Mensal

	Aracajú	Itabaianinha	Propriá
Tau de <i>Kendall</i>	0,146	0,102	0,084
p-valor	<0,0001	0,001	0,009
Tendência	Positiva	Positiva	Positiva

Para a análise de temperaturas mínimas, o teste indicou tendência positiva para duas das três séries analisadas. Para o município de Aracajú, o teste indicou tendência negativa. Os resultados do teste podem ser observados na Tabela 3.

Tabela 3. Resultados do teste de *Mann-Kendall* para a Temperatura Mínima Diária Mensal

	Aracaju	Itabaianinha	Propriá
Tau de Kendall	-0,326	0,207	0,315
p-valor	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Tendência	Negativa	Positiva	Positiva

CONCLUSÕES

O teste não paramétrico de *Mann-Kendall* apresentou resultados diferentes ao longo da região estudada. Os dados de temperatura máxima apresentaram tendência de crescimento para todo estado ao longo dos anos. Já a temperatura mínima apresentou crescimento nos municípios de Itabaianinha e Propriá e queda em Aracaju.

AGRADECIMENTOS: Os autores agradecem ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelo fomento que viabilizou a apresentação deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCÂNTARA, C. R. et al. Aquecimento Global ou Variabilidade Climática Natural na Microrregião de Juazeiro-BA?(Global Warming or Natural Climate Variability on Juazeiro Microregion in Bahia State?). **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 5, n. 3, p. 572-585, 2012.

BACK, A. J. Aplicação de análise estatística para identificação de tendências climáticas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 5, p. 717-726, 2001.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estados**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=se>>. Acesso em: 20 de março de 2015.

SIRHSE – Sistema de Informação sobre Recursos Hídricos de Sergipe. **Clima**. Disponível em: <http://sirhse.semarh.se.gov.br/sirhse/index.php/macroplanejamento/bacias_hidrograficas/estadoClima/estado>. Acesso em: 20 de março de 2015.