

ANÁLISE DE TENDÊNCIA DAS TEMPERATURAS MÁXIMA E MÍNIMA DO AR PARA O MUNICÍPIO DE MACHADO, MG

UILSON RICARDO VENÂNCIO AIRES¹, JOSÉ DE OLIVEIRA MELO NETO², RUBENS JUNQUEIRA³, GUSTAVO ALVES PEREIRA⁴, CARLOS ROGÉRIO DE MELLO⁵

¹ Graduando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, (35) 9161-2562, uvaaires@gmail.com

² Doutorando Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas, Departamento de Engenharia, UFLA, Lavras-MG.

³ Graduando Eng. Agrícola, Departamento de Engenharia, UFLA, Lavras-MG

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

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

RESUMO: O entendimento sobre as variações meteorológicas que afetam o clima é de grande relevância para geração de dados que auxiliam na tomada de decisão quanto ao risco climático de uma região, o qual gera impactos diretos ao ecossistema e também para as atividades agrícolas. O objetivo deste trabalho foi verificar se há tendência de aumento ou redução das temperaturas máxima e mínima do ar no município de Machado, Minas Gerais. Na análise foi empregado o teste de Mann-Kendall, utilizado para identificar tendências em séries de dados climáticos. 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. Em caso de coeficiente positivo, indica crescimento da variável em estudo, enquanto que valores negativos indicam tendência de redução. O teste foi aplicado a séries históricas médias mensais de temperaturas máximas e mínimas, com período mínimo de observação de 50 anos, pertencente à rede de monitoramento do INMET. Com o nível de significância de 5%, constatou-se tendência de aumento na temperatura média máxima mensal do município, por outro lado, para a temperatura média mínima mensal, verificou-se que não há tendências na série.

PALAVRAS-CHAVE: Teste de Mann-Kendall, padrão climático, séries históricas

TREND ANALYSIS OF MAXIMUM AND MINIMUM AIR TEMPERATURES FROM MACHADO, MG

ABSTRACT: The understanding of weather variations affecting the climate is of great importance to the generation of data that helps in the decision making as to climate for the risks of a regions climate, which generates direct impacts on the ecosystem and agricultural activities. The aim of study was to determine whether there is an upward trend or reduction of maximum and minimum air temperatures in Machado, Minas Gerais. In the analysis we used the Mann-Kendall test, used to identify trends in climate data series. The test considers the series stability time of the hypothesis H_0 . The data sequence occurs independently, according to a behavior of a simple random series. In the case of a positive coefficient, the growth indicates the variable under study, while negative values indicate downward trends. The test was applied to an average monthly time series of maximum and minimum temperatures, with minimum observation periods of 50 years, belonging to the monitoring network of the INMET. It is noted tendency of increase the maximum monthly average temperature of the city, on the other hand, for the monthly average minimum temperature, it was found that there was no trend in the series.

KEYWORDS: Mann-Kendall test, weather patterns, historical series

INTRODUÇÃO: A alteração nos padrões climáticos e suas consequências para a humanidade vêm sendo muito discutido na comunidade científica mundial, pois de acordo com os modelos climáticos globais do IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*), estima-se um aumento entre 1,4 e 5,8°C na temperatura global até o final do Século 21. Além de que este aumento pode estar relacionado com ações antrópicas devido ao aumento da emissão de gases que geram o efeito estufa (BLACK, 2001).

Apesar do clima apresentar variações naturais, a velocidade com estas alterações vem ocorrendo é alarmante, pois o aumento da temperatura média global, desde meados do século 20 pode ser explicado pelo aumento das concentrações atmosféricas dos gases que geram o efeito estufa (ÁVILA et. al., 2014). No entanto, muitas tendências de aumento das temperaturas observadas podem estar atreladas com as localidades onde estão instaladas as estações meteorológicas, grande parte está próxima às cidades e podem expressar efeitos dos centros urbanos, como as ilhas de calor (JONES et.al., 1986; HANSEN & LEBEDEFF, 1987; KARL et. al., 1988) e principalmente as variações resultantes do fenômeno Enso (*El Niño Southern Oscillation*). Porém, o aumento da temperatura do ar tem efeito direto sobre a ocorrência de eventos extremos devido às alterações nas distribuições e frequência das chuvas, o que causa problemas de cheias e de secas prolongadas (MELLO et. al., 2012). Neste contexto, uma maior compreensão sobre o aumento da temperatura do ar é de grande relevância para geração de dados que auxiliam na tomada de decisão e o teste de Mann-Kendall se configura uma ferramenta estatística amplamente empregada para identificação de tendência em série de dados climáticos (ÁVILA et. al., 2014). Com isso, o objetivo deste trabalho foi verificar se há tendência de aumento ou redução das temperaturas máxima e mínima do ar no município de Machado, Minas Gerais, utilizando o teste de Mann-Kendall.

MATERIAL E MÉTODOS: O Município de Machado, MG, se estende por 586 km², apresenta regime pluvial com dois períodos bem definidos, um chuvoso, no verão, e outro seco, no inverno. A estação meteorológica que contém a base de dados deste estudo está localizada nas coordenadas de latitude -21.681389° e longitude -45.940556°. Na análise de tendência foram utilizadas séries históricas médias mensais de temperaturas máximas e mínimas, com período mínimo de observação de 50 anos (1960 a 2010), pertencente à rede de monitoramento do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Foi aplicado o teste de Mann-Kendall com nível de significância de 5% para a identificação de tendências de aumento ou redução da temperatura. Em uma série temporal de X_i de N termos ($1 \leq i \leq N$), o teste considera na soma t_n do número de termos m_i da série, relativos ao valor X_i cujos termos pertencentes ($j < i$) são inferiores aos mesmos ($X_j < X_i$), isto é:

$$t_n = \sum_{i=1}^n m_i \quad \text{equação 1}$$

Para séries com grande número de termos (N), sob a hipótese nula (H_0) de ausência de tendência, t_n apresentará uma distribuição normal com média e variância:

$$E(t_n) = \frac{N(N-1)}{4} \quad \text{equação 2}$$

$$Var(t_n) = \frac{N(N-1)(2N+5)}{72} \quad \text{equação 3}$$

Testando a significância estatística de t_n para hipótese nula, esta pode ser rejeitada para grandes valores da estatística $u(t)$ dada por:

$$u(t) = \frac{(t_n - E(t_n))}{\sqrt{Var(t_n)}} \quad \text{equação 4}$$

O valor da probabilidade α_1 é calculado por meio de uma Tabela da normal reduzida tal que:

$$\alpha_1 = \text{prob}(|u| > |u(t)|) \quad \text{equação 5}$$

A hipótese nula é rejeitada, ou não a um dado nível de significância α_0 se $\alpha_1 > \alpha_0$ ou $\alpha_1 < \alpha_0$, respectivamente. A hipótese nula é rejeitada quando existe uma tendência significativa na série, onde o sinal da estatística $u(t)$ indica se a tendência é crescente ($u(t) > 0$) ou decrescente ($u(t) < 0$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Os valores de variação de temperatura entre as normais climatológicas podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1. Valores de variação da temperatura entre as normais climatológicas de 1961 a 1990 e a 2010.

Mês/Ano	Normal (1961-1990)		Normal (1991-2010)		Diferença	
	Temp. Máx.	Temp. Min	Temp. Máx.	Temp. Min	Temp. Máx.	Temp. Min
Jan	26,1	16,4	27,2	17,6	1,1	1,3
Fev	27,7	17,2	26,5	17,4	-1,2	0,1
Mar	27,4	16,4	27,0	16,9	-0,4	0,4
Abr	25,9	13,9	26,8	14,7	0,9	0,8
Mai	24,0	10,9	24,2	11,3	0,1	0,4
Jun	23,0	9,2	23,4	9,3	0,3	0,1
Jul	23,1	8,6	25,0	9,5	1,9	0,8
Ago	25,2	10,1	27,0	10,5	1,8	0,3
Set	27,2	13,3	28,0	13,7	0,8	0,4
Out	27,6	15,4	28,8	16,0	1,3	0,6
Nov	27,9	16,4	25,8	15,5	-2,1	-0,9
Dez	27,6	17,4	26,0	16,3	-1,6	-1,1
Total	21,7	13,8	26,3	14,5	4,6	0,7

Na Figura 1, pode-se analisar a variação da temperatura máxima e mínima, em termos médios, para os períodos em estudo.

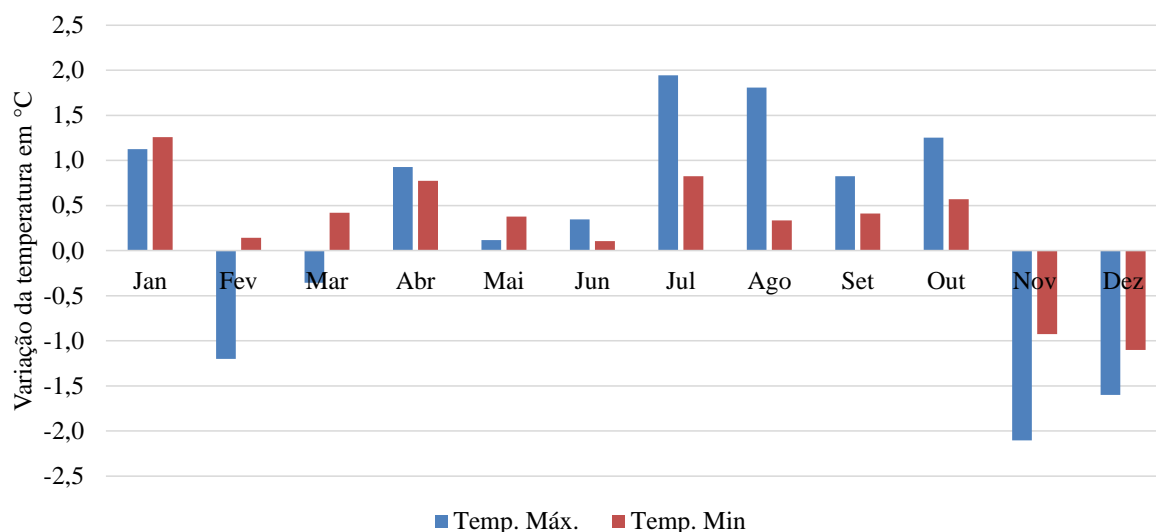


Figura 1. Variação da temperatura máxima e mínima entre os períodos de 1961 a 1990 e 1991 a 2010.

Pela análise comparativa, pode-se constatar um aumento de 21% na temperatura média máxima anual e de 5% na temperatura mínima. As variações positivas se concentram nos períodos com menor incidência de chuva (abril a setembro), enquanto que as variações negativas se concentram no período com maior incidência de precipitação pluvial (outubro a março). Ao aplicar-se o teste Mann Kendall, foi observado tendência de aumento na temperatura máxima enquanto que a temperatura mínima apresentou tendências na série, como pode ser analisado na Tabela 2.

Tabela 2. Resultados da aplicação do teste de Mann Kendall

Parâmetro	Temperatura máxima	Temperatura mínima
Tendência	Positiva	-
Tau de Kendall	0,137	0,044
S	18282,000	5857,000
Var(S)	15398668,667	15488101,000
p-valor (bilateral)	< 0,0001	0,137
alfa	0,05	0,05

Como pode ser analisado na Tabela 2, na temperatura máxima, o p-valor calculado é menor que o nível de significância de 5% e o valor de Tau de Kendall é > 0 , o que indica uma tendência de aumento na temperatura máxima para o Município de Machado, MG. Enquanto que o p-valor para a temperatura mínima é superior ao nível de significância de 5%, onde se aceita a hipótese H_0 , indicando que não há tendências na série.

CONCLUSÕES: De acordo com abordado anteriormente, espera-se uma tendência de redução na precipitação para a normal climatológica de 1991-2020 no município de Machado, MG, enquanto que a temperatura mínima tende a permanecer estável com variações naturais. E também, espera-se um aumento na temperatura concentrado nos períodos com menor incidência de chuva.

REFERÊNCIAS

AVILA, L. F; Mello, C. R; YANAGI, S. N. M; NETO, O. B.S. Tendências de temperaturas mínimas e máximas do ar no Estado de Minas Gerais. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 49, n. 4, p.247-256, abr. 2014.

BLACK, A. J. Aplicação de análise estatística para identificação de tendências climáticas. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 36, n. 5, p.717-726, maio 2001.

HANSEN, J.; LEBEDEFF, S. Global trends of measured surface air temperature. **Journal of Geophysical Research**, Washington, v. 92, n. 11, p. 13345-13372, 1987.

JONES, P. D.; RAPER, S. C. B.; WIGEY, T. M. L. Southern hemisphere surface air temperature variations 1851-1984. **Journal of Climate and Applied Meteorology**, Boston, v. 25, n. 9, p. 1213-1230, 1986

KARL, T. R.; DIAZ, H.; KUKLA, G. Urbanization: its detection and effect in the United States climate record. **Journal of Climate, Boston**, v. 1, n. 11, p. 1099-1123, 1988.

MELLO, C.R.; NORTON, L.D.; CURI, N.; YANAGI, S.N.M. Sea surface temperature (SST) and rainfall erosivity in the Upper Grande River Basin, Southeast Brazil. **Ciência e Agrotecnologia**, v.36, p.53-59, 2012.