

ANÁLISE DE HOMOGENEIDADE EM SÉRIES DE TEMPERATURA DO AR EM VIÇOSA - MG

ROZIANE S. DOS SANTOS¹, ROBSON A. DE OLIVEIRA², GILBERTO C. SEDIYAMA³

¹ Estatística, Prof^a Assistente, Departamento de Matemática e Estatística Universidade Federal de Rondônia - Doutoranda em Meteorologia Agrícola, UFV, Viçosa – MG, Fone: (0 xx 69) 8116-2540, rozi.rozi@gmail.com. ² Engo Agrícola, Doutorando Meteorologia Agrícola, UFV, Viçosa - MG, Brasil. robson.aoliveira@gmail.com. ³PhD, Professor Titular Dep. de Eng. Agrícola, UFV, Viçosa - MG, Brasil. g.sedyama@ufv.br.

Apresentado no XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 18 a 21 de Julho de 2011
– SESC Centro de Turismo de Guarapari, Guarapari - ES.

RESUMO: Nesse estudo verificou-se a homogeneidade das séries mensais de temperatura máxima e mínima em Viçosa, Minas Gerais. Foram utilizados três testes de homogeneidade: Teste de Homogeneidade Normal Padrão (SNHT), teste de Pettitt, teste da soma cumulativa dos desvios (SOCUM). Os resultados indicam que as séries de temperatura mínima não são homogêneas, com as mudanças ocorrendo em diferentes anos para cada mês. A temperatura máxima apresentou séries não-homogêneas somente nos meses de abril, julho, agosto, setembro e outubro, com o ano de 1992 sendo o principal ano de mudança.

Palavras-Chave: temperatura do ar, teste de homogeneidade, ano de mudança.

ANALYSIS OF HOMOGENEITY IN AIR TEMPERATURE SERIES IN VIÇOSA – MG

ABSTRACT: In this study was verified the homogeneity of the monthly series of maximum and minimum temperatures in Viçosa, Minas Gerais. We used three homogeneity tests: the Standard Normal Homogeneity Test (SNHT), Pettitt test, the cumulative sum of deviations test (SOCUM). The results indicate minimum temperature inhomogeneities, with the changes occurring in different years for each month. The maximum temperature series showed inhomogeneities only in April, July, August, September and October, with 1992 being the year of major change.

Keywords: Temperature series, homogeneity testing, Change-year

INTRODUÇÃO: A identificação de alterações nos registros meteorológicos é de grande importância para diversos estudos que utilizam as séries históricas, tanto os de simulações climáticas como os de aplicações nas distintas atividades humanas, pois necessitam de dados confiáveis. As variações no clima não são iguais nas diferentes regiões. A grande variabilidade no tempo e no espaço exige que as análises climáticas a longo prazo sejam baseadas em dados homogêneos, para que os resultados sejam precisos e imparciais. Para uma caracterização climática de uma região há necessidade de informações meteorológicas confiáveis, pois uma falha na série temporal pode comprometer a análise e a interpretação dos dados. Os dados climáticos, para serem usados com segurança, devem ser estatisticamente homogêneos, uma vez que a não-homogeneidade de uma série temporal conduz a uma interpretação errônea das condições do clima a ser estudado. Uma série numérica de um elemento meteorológico, ordenada cronologicamente é dita “homogênea” se as variações são

causadas exclusivamente pelas condições do tempo. Estudos como de Blain et al. (2009), Blain (2010), Minuzzi (2010) e Silva (2004) apresentam tendências em séries de temperatura do ar em diferentes localidades. Nesse sentido, o objetivo do trabalho foi investigar a homogeneidade dados mensais de temperatura do ar na região de Viçosa MG.

MATERIAL E MÉTODOS: Foram utilizadas séries mensais no período de 1968 a 2010 de temperatura máxima e mínima do ar da estação meteorológica de Viçosa, Minas Gerais, latitude -20.75° , longitude -42.85° e altitude 689 m. Os principais fatores de escolha dessa localidade foram a disponibilidade e a confiabilidade séries históricas. Utilizou-se três testes para analisar a homogeneidade das séries temporais: Standard Normal Homogeneity Test (SNHT) para um único ponto (Alexandersson, 1996), Pettitt Test (Pettitt, 1979) e o teste da soma cumulativa dos desvios (SOCUM) (Buishand, 1982). Estes testes foram selecionados, com base nas diferentes sensibilidades que apresentam na localização do ponto de mudança. Os testes estabelecem como hipótese nula, que a variável é independente e identicamente distribuída. Sob a hipótese alternativa, assumem um desvio na média. Estes testes podem fornecer informações acerca da localização provável do ponto de descontinuidade, embora apresentem diferentes sensibilidades à detecção desse ponto. Assim, o SNHT é mais sensível em detectar descontinuidades no meio e no final da série, enquanto o teste de Pettitt é mais sensível a heterogeneidades localizadas no meio da série (Hawkins, 1977). Na sua forma mais simples, a estatística de teste SNHT é o máximo de $T(k)$:

$$T(k) = k(\bar{z}_1)^2 + (n - k)(\bar{z}_2)^2 \quad (1)$$

em que, \bar{z}_1 e \bar{z}_2 são as médias aritméticas de Z_i de 1 a k e $k+1$ até n , respectivamente.

O valor de k correspondente a esse valor máximo é o ano mais provável para a ruptura. Se $T(k)$ está acima de certo nível crítico, rejeitamos a hipótese nula de homogeneidade, ao correspondente nível de significância. O teste de Pettitt (Pettitt, 1979; Moraes et al., 1995) é um teste não paramétrico; a sua formulação matemática é baseada no número de ordem correspondente à ordenação crescente dos valores em vez de nos próprios valores. Define-se uma estatística de teste para cada ponto da série, dada por:

$$U_k = 2 \sum_{i=1}^k O_i - k(n+1) \quad (2)$$

em que O_i é a ordem da i -ésima observação, quando os valores de Y_1, \dots, Y_n são ordenados em ordem crescente.

A estatística $k(t)$ do teste de Pettitt será:

$$K(t) = \text{MAX}_{1 \leq k \leq n} |U_k| \quad (3)$$

O teste da soma cumulativa dos desvios - SOCUM (Buishand 1982) é um teste paramétrico capaz de localizar o período (mês ou ano) em que uma descontinuidade é provável, mas é mais sensível a interrupções no meio de uma série (Wijngaard et al. 2003). O teste é definido por:

$$S_k = \sum_{i=1}^k (Y_i - \bar{Y}) \quad (4)$$

em que, Y_i é a série em teste e \bar{Y} é a média aritmética da série; $k= 1, 2, \dots, n$

Se há uma ruptura no ano K , então S_k terá um máximo (deslocamento negativo) ou um mínimo (deslocamento positivo) perto do ano $k=K$. A significância do deslocamento pode ser testada por:

$$R = \frac{\max S_k - \min S_k}{s} \quad (5)$$

em que, s é o desvio padrão de S_k .

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Os testes de Pettitt e de SOCUM apresentam boa concordância para a identificação do ano de mudança na série, apresentando diferenças apenas nos meses de março e junho para temperatura máxima e para temperatura mínima nos meses de abril, agosto e outubro (Tabela 1). Mas, em muitos casos, o teste SNHT indicou anos de mudança nas séries diferentes dos testes citados anteriormente, isso pode ser devido ao fato do teste necessitar de normalidade e independência dos dados e também por ser um teste mais sensível a mudanças no início e no fim da série. Verificou-se que para a temperatura máxima nos meses de julho, setembro e outubro o ano de 1992 apresenta mudanças significativas, seguido do ano de 1985 para o mês de abril e 1994 para agosto. Como reflexo do comportamento desses meses, a série anual também apresentou o ano de 1992 como ano de mudança. Para as séries de temperatura mínima só os meses de agosto e setembro não apresentam mudanças significativas. Os pontos de descontinuidades observados na temperatura mínima variam de um mês para outro, mas a maioria ocorreu no final da década de 70 e início da década de 80. O mês de junho foi o único mês que não apresentou ponto de mudança significativo para temperatura máxima e mínima. Considerando as séries anuais houve pontos de descontinuidade para a temperatura máxima e mínima nos anos de 1992 e 1981, respectivamente.

Tabela 1 – Pontos de descontinuidade no comportamento climático da temperatura máxima e da temperatura mínima

Mês	Temperatura Máxima			Temperatura Mínima		
	Pettitt	SOCUM	SNHT	Pettitt	SOCUM	SNHT
Jan	1976	1976	1973	1984**	1984**	1979*
Fev	1993	1993	2009	1982**	1982**	1982*
Mar	1997	2000	2000	1980**	1980**	1980*
Abr	1985**	1985**	1985*	1986**	1982**	1982*
Mai	1983	1983	1968	1978**	1978**	1978*
Jun	1973	1994	1998	1979	1979	1968*
Jul	1992*	1992*	1992	1989*	1989*	1989
Ago	1994**	1994*	1994	1978	2000	1975
Set	1992**	1992**	1992*	1982	1982	1982
Out	1992*	1992*	1976*	1981*	1986*	2003*
Nov	1981	1981	1978	1999*	1999*	1999*
Dez	1989	1989	1989	1995**	1978**	1978*
Anual	1992**	1992**	1992*	1981**	1981**	1979*

* Significativo ao nível de 5%

** Significativo ao nível de 1%

A Figura 1 apresenta a diferenças entre as médias antes e depois do ano de mudança para a temperatura máxima e mínima do ar. A diferença na temperatura máxima para o mês de janeiro foi negativa, indicando que, mesmo o ano 1976 não sendo significativo, houve um decréscimo de na média após esse ano. Nos demais meses, inclusive na série anual, a média após o ano de mudança é maior. Os meses em que os anos de mudança foram significativos para a temperatura máxima, também, possuem as maiores diferenças entre as médias dos períodos antes e depois do ano de mudança. Para a temperatura mínima, em todos os meses a média após o ano de mudança foi maior. O mês de maio tem a maior diferença entre média

(1,8°C), indicando uma tendência de aumento. Contudo, no mês de junho o ano de mudança não foi significativo, mas também possui uma diferença alta entre as médias (1,1°C).

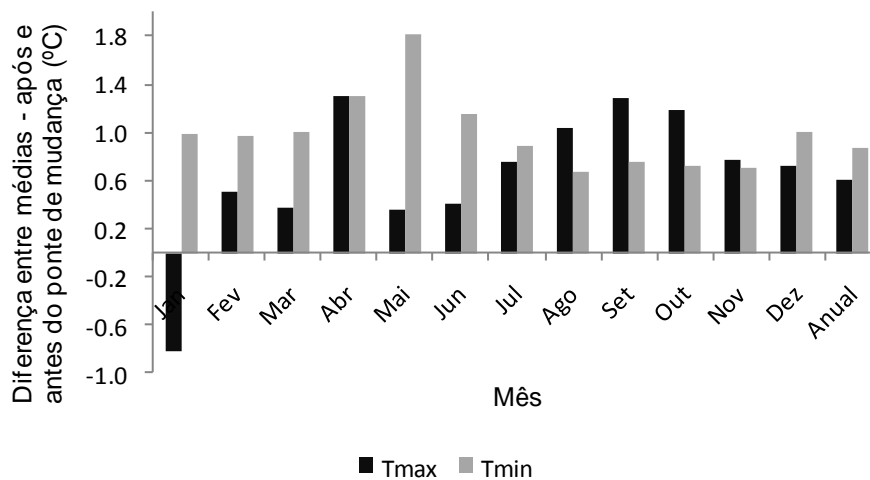


Figura 1 – Distribuição mensal das diferenças entre as médias antes de depois dos pontos de mudança para as séries de temperatura máxima e mínima do ar.

CONCLUSÃO: Considerando os testes aplicados, as séries de temperatura máxima nos meses de abril, julho, agosto, setembro, outubro e anual não são homogêneas, apresentando como principal ano de mudança o ano de 1992. Para as séries de temperatura mínima, somente os meses de junho e agosto podem ser consideradas homogêneas. Contudo, os testes aplicados neste estudo são testes absolutos, ou seja, são feitos considerando dados somente de uma estação. Logo, uma mudança detectada (ou a falta dela) pode ser causada (ou mascarada) por mudanças reais no clima. Assim, é metadado da estação para confirmar a não-homogeneidade para posteriormente fazer os ajustes necessários.

AGRADECIMENTOS: Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico-CNPq, pelo financiamento deste estudo e ao INMET, pelos dados meteorológicos utilizados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXANDERSSON, H. A homogeneity test applied to precipitation data. **International Journal of Climatology**, v.6, p.661-675, 1986.

Blain, G. C. Detecção de tendências monótonas em séries mensais de precipitação pluvial do estado de São Paulo. Nota. **Bragantia**. v. 69, n. 4, p. 1027-1033, 2010.

Blain, G. C. Séries anuais de temperatura máxima média do ar no estado de São Paulo: variações e tendências climáticas. **Revista Brasileira de Meteorologia**. v. 25, n. 1, p. 114-124, 2010.

BLAIN, G.,C., PICOLI, M., C., A., LULU, J., Análises estatísticas das tendências de elevação nas séries anuais de temperatura mínima do ar no Estado de São Paulo. **Bragantia**, v.68, n.3, p.807-815, 2009.

BUIHAND, T. A. Some methods for testing the homogeneity of rainfall records. **Journal of Hidrology**, v. 58, p. 11-27, 1982.

HAWKINS M. Testing a sequence of observations for a shift in location. **Journal of the American Statistical Association**, v. 72, p. 180–186, 1977.

MINUZZI, R. B.; VIANELLO, R. L.; SEDIYAMA, G. C. Oscilações climáticas em Minas Gerais. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 25, n. 2, p. 227 - 236, 2010.

PETTIT, A. N. A non-parametric approach to the change-point detection. **Applied Statistics**, v. 28, p. 126-135, 1979.

Silva, V. de P. R. On climate variability in Northeast of Brazil. **Journal of Arid Environments**, v.58, p.575-596, 2004.

WIJNGAARD, J. B.; KLEIN TANK, A. M. G.; KÖNNEN, G. P. Homogeneity of 20th century European daily temperature and precipitation series. **International Journal of Climatology**. v. 23, p.679–692, 2003. DOI: 10.1002/joc.906.