

## Evidências de Mudanças Climáticas em Viçosa (MG)

### *Evidence of Climate Change in Viçosa (MG)*

**Fabio de Oliveira Sanches**

Universidade Federal do Triângulo Mineiro  
fsanches.73@gmail.com

**Edson Soares Fialho**

Universidade Federal de Viçosa  
fialho@ufv.br

**Robson Rodrigues Quina**

Universidade Federal de Juiz de Fora  
robson.quina@ufv.br

Recebido (Received): 28/09/2017  
DOI: 10.11606/rdg.v34i0.138581

Aceito (Accepted): 08/12/2017

**Resumo:** Os estudos de mudanças climáticas no Brasil ainda são escassos, muito em função da falta de séries climatológicas de longa duração, confiáveis e com poucas falhas. Em muitas localidades fora dos grandes centros, existem estações meteorológicas com séries históricas superiores a 30 anos, como em Viçosa (MG). Sendo assim, o objetivo deste trabalho é analisar o comportamento das temperaturas médias (máximas e mínimas) da superfície do ar, da pluviosidade e da umidade relativa, nas escalas anual e mensal, da região de Viçosa (MG), no período de 1968 a 2015, buscando evidências de mudanças climáticas e ampliando os estudos sobre a climatologia em escala regional no Brasil. As tendências foram avaliadas com a aplicação do Teste de Mann-Kendall e, a causalidade das correlações inversas, com a Análise de Covariância (ANCOVA). Dentre os resultados, verificou-se a progressiva elevação das temperaturas máximas na primavera, verão e outono, e das temperaturas mínimas em praticamente todos os meses do ano. O inverno tem se caracterizado por ser cada vez mais seco e prolongado, ocorrendo aumento das temperaturas na transição para o verão hidrológico (mês de outubro).

**Palavras-chave:** Temperaturas; pluviosidade; umidade relativa; tendência; testes estatísticos.

**Abstract:** Studies of climate changes in Brazil are scarce, mostly due to the lack of long-term, reliable weather data series. In many locations, outside the metropolitan regions, there are few meteorological stations with historical series covering over than 30 years, as in Viçosa (MG). This work aims to study the variation of maximum and minimum average temperatures, rainfall and relative humidity, in annual and monthly scales, during the period from 1968 2015, in Viçosa (MG), seeking evidences of climate change and increasing the climatology studies in a regional scale in Brazil. The trends were evaluated using the Mann-Kendall test and the causality of the inverse correlations with the Covariance Analysis (ANCOVA). Among the results, it was verified the progressive elevation of the maximum temperatures in the spring, summer and autumn, as well as the minimum temperatures in practically all the months of the year. The winter has been characterized as increasingly dry and prolonged, occurring an increase of temperatures in the transition to the hydrological summer (month of October).

**Keywords:** Temperatures; rainfall; relative humidity; trend; statistical tests.

## 1. INTRODUÇÃO

Publicado em 2013, o 5º Relatório de Avaliação das Mudanças do Clima (AR5) reforçou as evidências sobre as mudanças climáticas de origem antropogênicas, apontando o aquecimento do sistema climático como inequívoco e que, desde a década de 1950, tais mudanças observadas são sem precedentes (IPCC, 2013).

Uma série de trabalhos tem demonstrado que, em muitos aspectos, o clima está se modificando e alcançado o limite superior da faixa de projeções do IPCC (ALEXANDER, 2016; ALEXANDER *et al.*, 2006; CHOI *et al.*, 2014; BARBU *et al.*, 2015; EASTERLING *et al.*, 1997; SILLMANN e ROECKNER, 2008; ORLOWSKY e SENEVIRATNE, 2012 e VINCENT *et al.*, 2005). Esses trabalhos demonstram que o aumento da temperatura média da superfície global, a elevação do nível do mar, a temperatura do oceano global, a extensão de gelo no Oceano Ártico, a acidificação oceânica e os fenômenos climáticos extremos, entre outros, estão ultrapassando os padrões de variabilidade natural do sistema terrestre.

Aqui no Brasil, estudos buscando demonstrar os efeitos das mudanças climáticas (temperaturas e precipitações) foram desenvolvidos nos trabalhos de Paiva e Clarke (1995), Marengo e Alves (2005), Vincent *et al.* (2005), Folhes e Fisch (2006), Haylock *et al.* (2006), Obregón e Marengo (2007), Marengo e Camargo (2008), Blain (2010), Borsato e Souza Filho (2010), Sanches *et al.* (2013; 2014), Silva Dias *et al.* (2013), Valverde e Marengo (2014), Salviano *et al.* (2016), Fante e Sant'Anna Neto (2017), entre outros. Tais trabalhos procuraram demonstrar a ocorrência de aumento das temperaturas, redução das precipitações, mudanças na participação dos sistemas atmosféricos e aumento na frequência de eventos extremos.

Salviano *et al.* (2016) acreditam que a identificação de locais, que estejam sofrendo tendência meteorológica significativa, possibilita estimar os danos que essas mudanças possam causar nas atividades socioeconômicas. Dessa forma, conhecer os efeitos das mudanças climáticas em escalas menores (MINUZZI *et al.*, 2010) permite auxiliar os tomadores de decisão a enfrentarem os fenômenos extremos, ondas de calor, tempestades, inundações etc., reduzindo as mazelas vividas pela sociedade, sobretudo, dos grupos mais vulneráveis.

Considerando pesquisas desenvolvidas para Viçosa (MG), cabe destacar que Rodrigues *et al.* (2010), ao investigarem uma possível influência na escala local ou global, no clima de Viçosa, utilizando-se da série histórica da Estação Meteorológica de Viçosa (a partir de 1968 a 2009) e aplicando testes estatísticos, afirmam que os padrões climáticos de Viçosa, relacionados dinamicamente pela interação de sistemas de circulação atmosféricas reinantes e a fisiografia da região, não sofreram alterações.

Contudo, observaram-se impactos em algumas variáveis meteorológicas, como na temperatura mínima e no conteúdo de água na atmosfera. Tais repercussões, segundo os autores, estão relacionadas com o transporte e armazenamento de calor oriundo do aumento da área urbana e volume de água fornecido à população. Já estudos realizados por Fialho (2009 e 2015), Fialho *et al.* (2015), Quina (2015), Ferreira e Fialho (2016) e Fernandes *et al.* (2017), na escala topoclimática, demonstram a influência da mancha urbana na escala. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi analisar o comportamento das temperaturas (máximas e mínimas), das chuvas e da umidade relativa em Viçosa (MG), para o período de 1968 a 2015, buscando evidências de mudanças climáticas e ampliando os estudos sobre a climatologia em escala regional em parte do Brasil.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Área de estudo

Para este trabalho foram utilizados dados mensais de temperatura máxima, temperatura mínima, umidade relativa e pluviosidade, obtidos da Estação Meteorológica Convencional do INMET de Viçosa (OMM: 83642), no período de 1968-2015 (**Figura 1**)

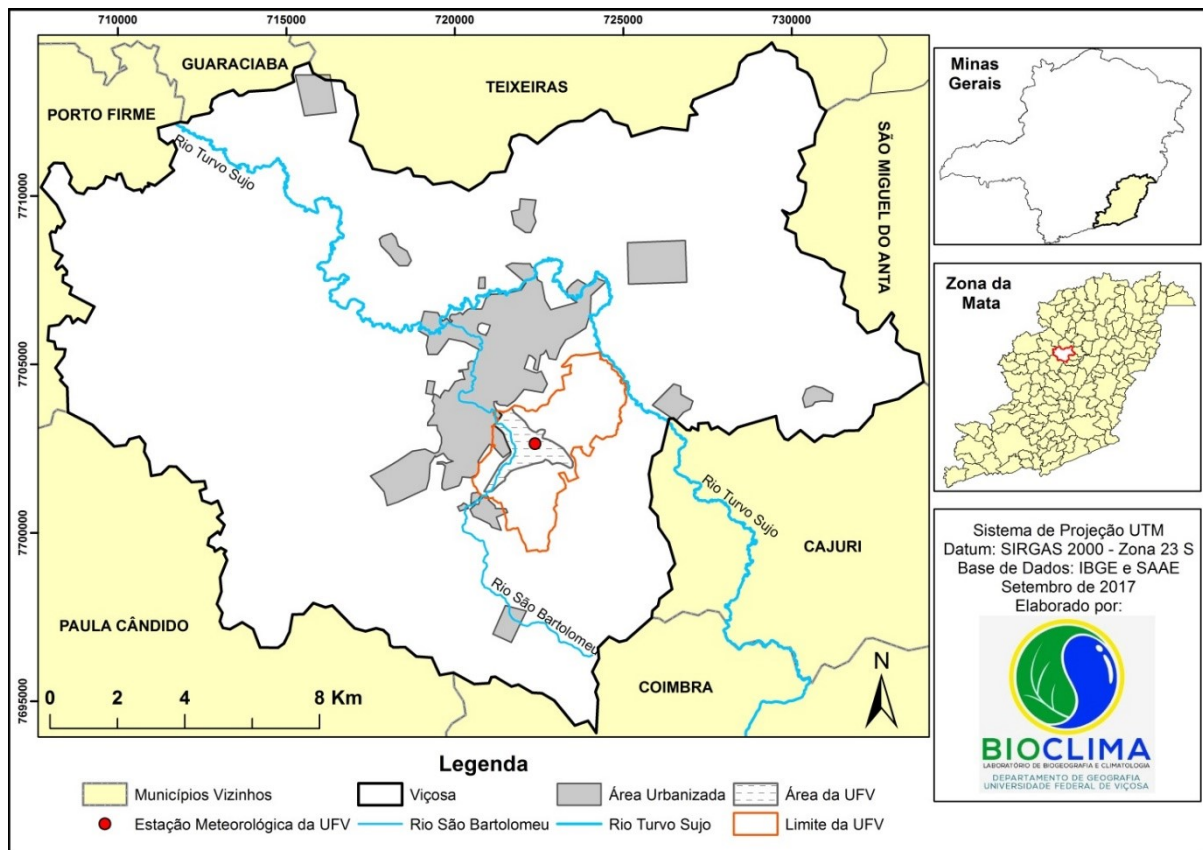


Figura 1: Localização da Estação Meteorológica do INMET em Viçosa (MG).

## 2.2. Técnicas de Análises

A partir da aplicação do Teste de Mann-Kendall (MK) foram avaliadas as tendências das temperaturas médias anuais (máxima e mínima), da umidade relativa anual e dos totais pluviométricos anuais. O teste MK também foi aplicado aos totais pluviométricos trimestrais – JFM (verão), AMJ (outono), JAS (inverno) e OND (primavera) – e aos valores mensais das temperaturas (máxima e mínima), da umidade relativa e aos totais pluviométricos mensais.

O MK consiste em um teste não-paramétrico, recomendado pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) para identificação de tendências climáticas em séries temporais longas (MARENGO e ALVES, 2005; ALEXANDER *et al.*, 2006; FOLHES e FISCH, 2006; OBREGÓN e MARENGO, 2007; BLAIN, 2010; SANCHES *et al.*, 2013; 2014).

Neste teste, adota-se a hipótese da estabilidade da série temporal ( $H_0$ ) onde os valores devem ser independentes e a distribuição de sua probabilidade deve permanecer sempre a mesma. Dessa forma, ao considerarmos uma série temporal de  $X_n (X_1, \dots, X_i, \dots, X_n)$  para a comprovação  $H_0$  (hipótese nula, onde não há tendência significativa nem positiva nem negativa da série), é necessário calcular a posição de cada elemento  $X_i$  em relação aos outros valores da série, de forma que  $R_1, \dots, R_i, \dots, R_n$  representam a sequência de números que especificam a ordem relativa da série temporal de  $X_i$ .

A etapa seguinte consiste em se determinar o sinal para cada número-ordem pelas funções sinal ( $R_j - R_i$ ) (Equação 1) *cf.* mostram Folhes e Fisch (2006), Obregón e Marengo (2007) e Blain (2010) onde:

$$\text{sinal}(R_j - R_i) = \begin{cases} 1; \text{para } R_j - R_i > 0 \\ 0; \text{para } R_j - R_i = 0 \\ -1; \text{para } R_j - R_i < 0 \end{cases} \quad (1)$$

Assim, considerando a hipótese nula ( $H_0$ ), o teste consiste no somatório apresentado na Equação 2.

$$S = \sum_{j=i+1}^n \text{ sinal } (R_j - R_i) \quad (2)$$

Assumindo que a hipótese  $H_0$  seja verdadeira, a estatística S deve apresentar uma distribuição aproximadamente normal gaussiana, com média igual a zero e variância (VAR) conforme a Equação 3:

$$\text{VAR}(S) = \frac{n(n-1) \cdot (2n+5)}{18} \quad (3)$$

Para Alexander *et al.*, (2006) e Blain (2010), o uso do Método de Mann-Kendall se mostra bastante robusto quanto aos desvios de normalidade e não-estacionaridade dos valores da série sendo este o motivo de sua ampla utilização em estudos de séries temporais.

Finalmente, o valor da estatística de MK é dado com base na Equação 4.

$$MK = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{VAR}(S)}} & \text{se } S > 0 \\ 0 & \text{se } S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{\text{VAR}(S)}} & \text{se } S < 0 \end{cases} \quad (4)$$

Para a conclusão da estatística MK é necessário se tomar a decisão final de aceitar ou rejeitar a hipótese  $H_0$  a favor da hipótese alternativa. O sinal da estatística de Mann-Kendall indica se a tendência é crescente ( $MK > 0$ ) ou decrescente ( $MK < 0$ ).

Alexander *et al.*, (2006), Folhes e Fisch (2006), Blain (2010) recomendam que, ao se adotar o nível de significância de 95% ( $\alpha = 0,05$ ), a hipótese  $H_0$  (de que não há tendência significativa nem positiva nem negativa na série) deverá ser rejeitada sempre que o valor da estatística de MK encontrado estiver  $-1,96 < MK < +1,96$ . Posteriormente, para verificar as relações entre as tendências significativas das temperaturas máximas e mínimas com as tendências das precipitações e da umidade relativa, foi aplicada Análise de Covariância (ANCOVA).

Mardia *et al.* (1994) esclarecem que a ANCOVA consiste em um modelo linear que combina Análise de Variância (ANOVA) com regressão avaliando se as medias de uma variável dependente são iguais em todos os níveis de uma variável independente, enquanto controla, estatisticamente, os efeitos das covariáveis. A ANCOVA decompõe a variância da variável dependente (precipitações e umidade relativa) explicada pelas covariáveis, ajustando a variável dependente pelas médias do grupo de covariáveis (temperaturas máximas e mínimas), *cf.* Equação 5. Sendo assim, para este modelo, assume-se que a variável resposta e a covariável estão relacionadas linearmente.

$$y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta(X_{ij} - \bar{X}) + \epsilon_{ij} \quad (5)$$

Onde:

$\mu$  = constante;

$\alpha_i$  = efeito do *i-ésimo* tratamento;

$X_{ij}$  = valor observado da covariável;

$\bar{X}$  = média da covariável;

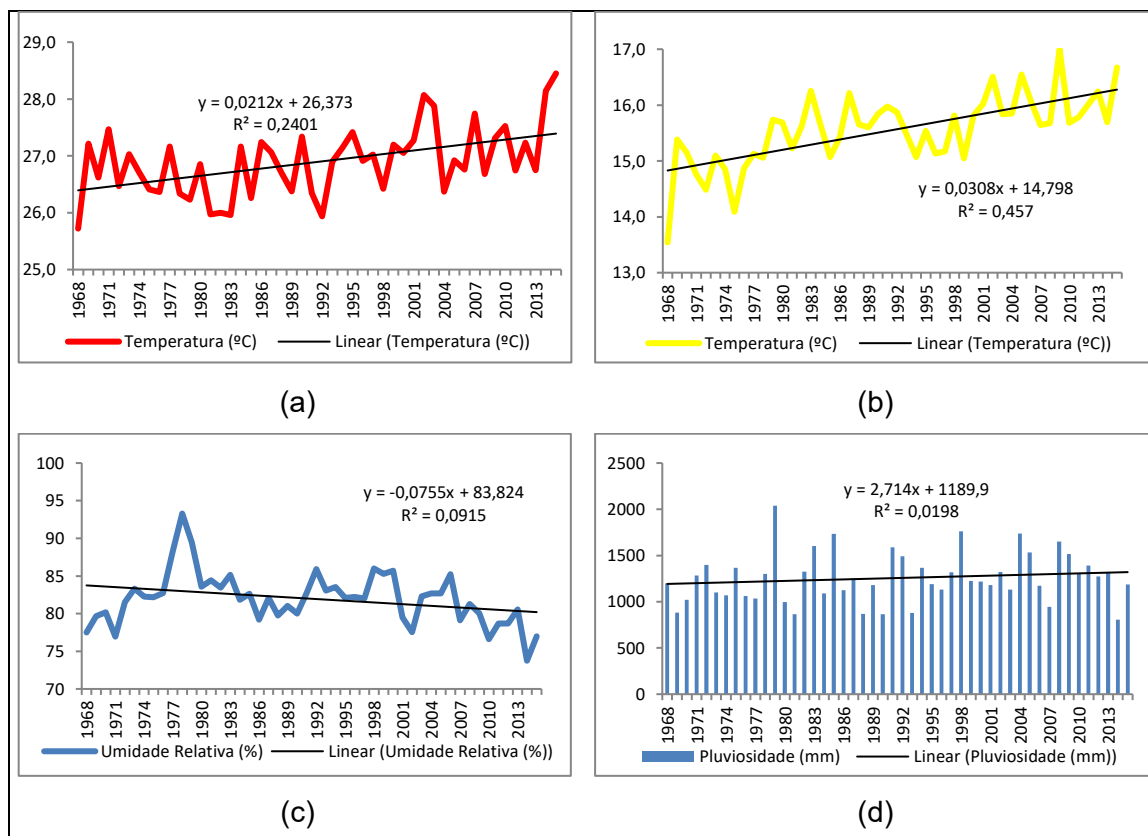
$\beta$  = coeficiente da regressão linear entre a covariável (X) e a variável resposta (Y), com  $\beta \neq 0$ . Neste caso, a relação deve ser linear.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Análise dos dados

As tendências observadas nas médias anuais das temperaturas máximas (**Figura 2a**) e das temperaturas mínimas (**Figura 2b**) revelam aumentos médios de 1,0 °C e 1,4 °C, respectivamente, ao longo dos 48 anos da série. A avaliação dessas tendências por meio do MK demonstrou serem significativas para mudança de comportamento visto que seus escores (z) permitiram rejeitar a hipótese  $H_0$  (Tabela 1)

Já a tendência negativa da umidade relativa média anual e a tendência positiva dos totais pluviométricos anuais, quando avaliados a partir do MK, não foram consideradas significativas para mudança de comportamento (**Tabela 1**).



**Figura 2:** Tendência linear das temperaturas médias máximas anuais (a), temperaturas médias mínimas anuais (b), da umidade relativa média anual (c) e dos totais pluviométricos anuais para Viçosa (MG) no período de 1968-2015.

**Tabela 1:** Escores (z) do teste de Mann-Kendall para a média das temperaturas máximas, temperaturas mínimas, umidade relativa e para os totais pluviométricos anuais.

	TMax	TMin	UR	Pluviosidade
<b>Escore (z)</b>	2,94*	4,84*	1,78	1,19

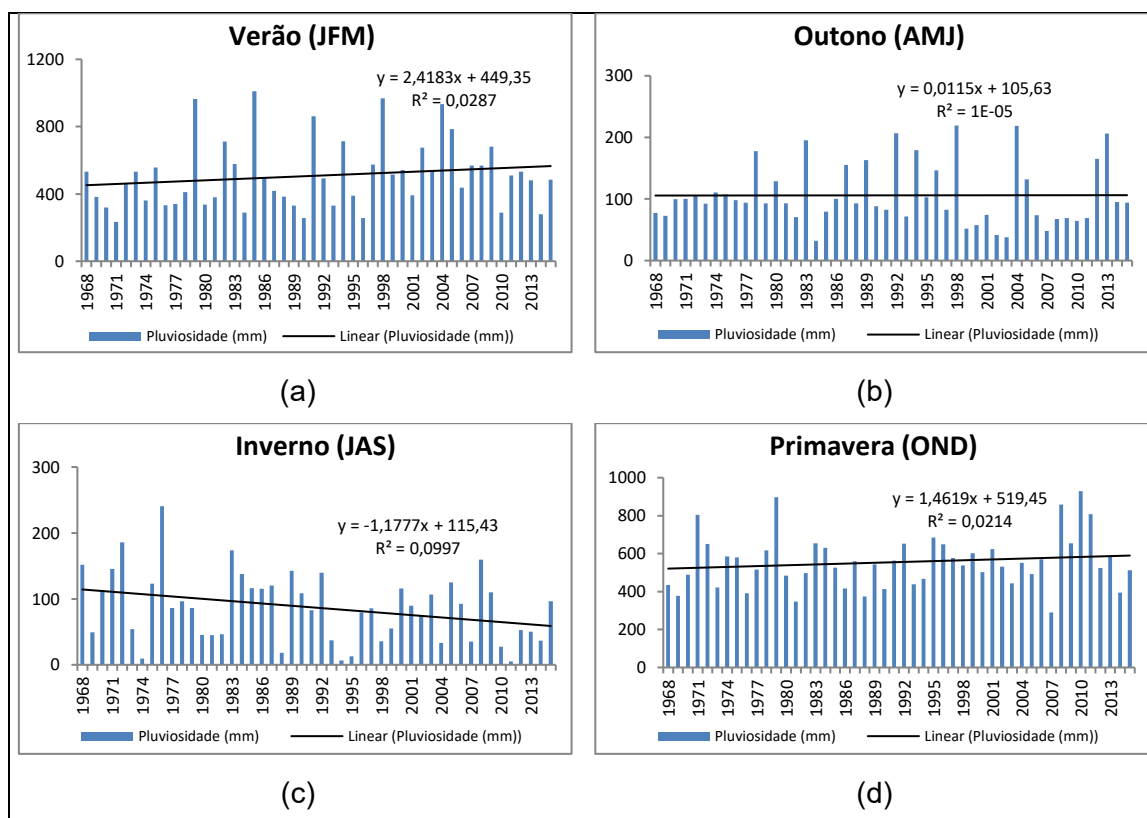
\* Significância em  $p\text{-value}=0,05$

Em relação à pluviosidade trimestral, verifica-se que a tendência das chuvas na estação do outono apresenta comportamento estável ao longo da série, mesmo intercalando anos com outonos menos chuvosos com anos mais chuvosos (**Figura 3b**).

As estações do verão e da primavera apresentaram tendências positivas para as precipitações ao longo da série (**Figuras 3a e 3d**). No entanto, quando submetidas à avaliação pelo MK, não podem ser consideradas significativas para mudança de comportamento (**Tabela 2**).

Por sua vez, ao analisar a tendência das chuvas na estação do inverno, verifica-se uma sensível redução dos totais pluviométricos ao longo do período de 1968-2015 (**Figura 3c**). A avaliação de sua tendência revelou que tal redução pode ser considerada significativa para mudança de comportamento devido ao seu escore z (-2,12).

A **Figura 4** demonstra o comportamento dos totais pluviométricos mensais para a série Viçosa (1968-2015). Os gráficos revelam que houve incremento nas precipitações nos meses de janeiro, março e dezembro, porém, apenas o aumento das precipitações no mês de dezembro (120,1 mm) foi considerado significativo, segundo MK (**Tabela 3**).



**Figura 3:** Tendência linear dos totais pluviométricos trimestrais para Viçosa (MG): Verão (a), Outono (b), Inverno (c) e Primavera (d).

**Tabela 2:** Escores (z) do teste de Mann-Kendall para os totais pluviométricos trimestrais e totais pluviométricos anuais.

	Verão	Outono	Inverno	Primavera
<b>Escore (z)</b>	1,27	-0,98	-2,12*	0,99

\* Significância em  $p\text{-value}=0,05$

A tendência linear das chuvas nos meses de fevereiro, abril, maio, junho e novembro demonstraram forte estabilidade ao longo do período analisado. No entanto, de acordo com a **Figura 4**, nos meses de julho, agosto, setembro e outubro, a tendência observada foi a de redução nos totais pluviométricos.

Cabe ressaltar que os meses de julho, agosto e setembro correspondem aos meses da estação do inverno, que, segundo o MK, apresentou resultado significativo para redução nas precipitações trimestrais (**Tabela 2**).

Muito embora os três meses (julho, agosto e setembro) tenham apresentado tendência de redução nas precipitações (22,5 mm ao longo dos 48 anos), apenas a tendência do mês de julho foi considerada significativa para mudança de comportamento, segundo o MK (**Tabela 3**). Por fim,

no mês de outubro, a redução em 55,4 mm nos 48 anos da série também foi considerada significativa segundo o MK (**Tabela 3**).

Aparentemente, os resultados encontrados neste trabalho corroboram com os encontrados no trabalho de Folhes e Fisch (2006) uma vez que se verifica uma tendência de ressecamento nos meses de inverno por meio da redução de suas precipitações. No entanto, preocupação maior deve ser dada à tendência de redução das chuvas nos meses de outubro, uma vez que esse mês apresenta-se como período de transição entre a estação seca e a estação chuvosa no clima tropical brasileiro.

Resultados similares foram encontrados nos trabalhos de Folhes e Fisch (2006) e Paz *et al.* (2016) sugerindo que a tendência de redução das chuvas em outubro, a médio e longo prazos, estaria prolongando a estação seca e comprometendo o abastecimento público, visto que os mananciais hídricos enfrentariam mais um mês de seca até o retorno das chuvas em novembro.

Com relação às médias das temperaturas máximas em Viçosa (**Figura 5**), observa-se que apenas o mês de maio apresentou tendência negativa no decorrer da série. Nos demais meses, ou a tendência foi praticamente neutra (janeiro, fevereiro, março, junho e novembro) ou foi positiva (abril, julho, agosto, setembro, outubro e dezembro).

Destaca-se a significância estatística de MK (**Tabela 3**) para as tendências de aumento observadas nos meses de abril (aumento médio de 1,4°C), agosto (aumento médio de 1,5°C), setembro (aumento médio de 1,9°C), outubro (aumento médio de 2,9°C) e dezembro (aumento médio de 1,3°C).

A tendência das médias das temperaturas mínimas mensais revelou resultados ainda mais significativos (**Figura 6**). De acordo com a avaliação das tendências (Tabela 3), o aumento significativo das temperaturas mínimas ocorreu nos meses de janeiro (aumento médio de 1,8°C), fevereiro (aumento médio de 1,2°C), março (aumento médio de 1,6°C), abril (aumento médio de 2,0 °C), junho (aumento médio de 2,1°C), julho (aumento médio de 1,8°C), outubro (aumento médio de 1,3 °C), novembro (aumento médio de 1,2°C) e dezembro (aumento médio de 1,6°C).

A elevação das temperaturas mínimas mensais, sobretudo em meses caracterizados por baixas temperaturas (junho e julho), sugere que Viçosa está mais quente. O aumento significativo das mínimas nos meses de outubro a abril (transição da primavera/verão/outono) confirma, ainda mais, a tendência de aumento das temperaturas em Viçosa. Tais tendências de elevação das médias de temperaturas máximas e mínimas corroboram com os resultados e avaliações publicados nos relatórios do IPCC (2013; 2014), bem como no PBMC (2014).

Por outro lado, quando analisadas as umidades relativas médias mensais da série Viçosa (1968-2015) (**Figura 7**), o que se observa é a redução dos valores nos meses de junho (5 %), julho (7 %), agosto (8 %), setembro (11 %) e outubro (11 %). A aplicação do MK (Tabela 3) demonstra que essas tendências de redução ao longo da série podem ser consideradas significativas para a mudança de comportamento. Dessa forma, os dados sugerem que haja uma tendência de ressecamento da atmosfera junto à superfície durante a estação seca. No entanto, a tendência significativa de redução observada para a umidade relativa e para as precipitações nos meses de outubro, juntamente com a tendência de aumento significativo das temperaturas máximas e temperaturas mínimas mensais sugere haver uma relação de causalidade entre essas variáveis.

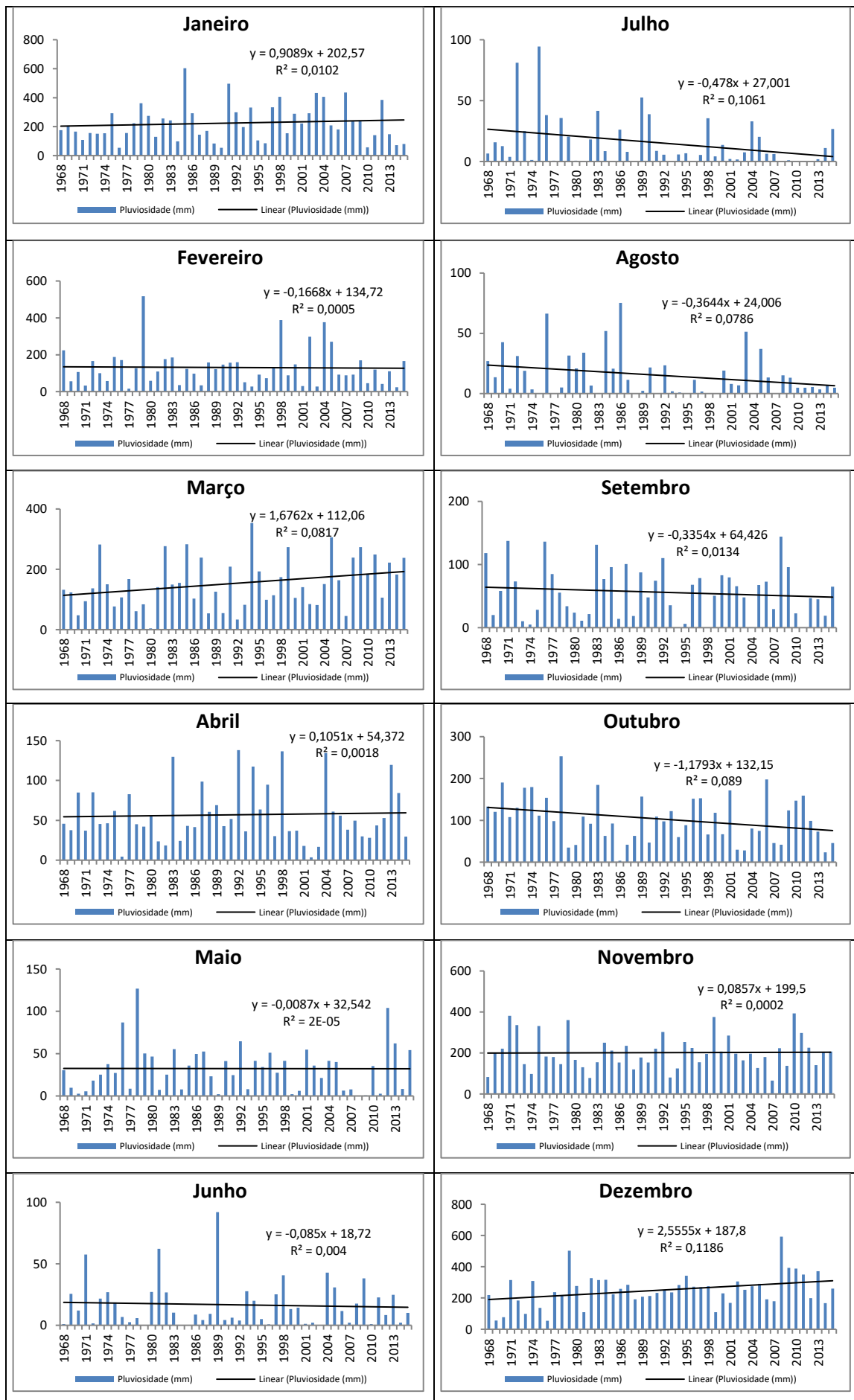


Figura 4: Tendência linear dos totais pluviométricos mensais para Viçosa (MG).



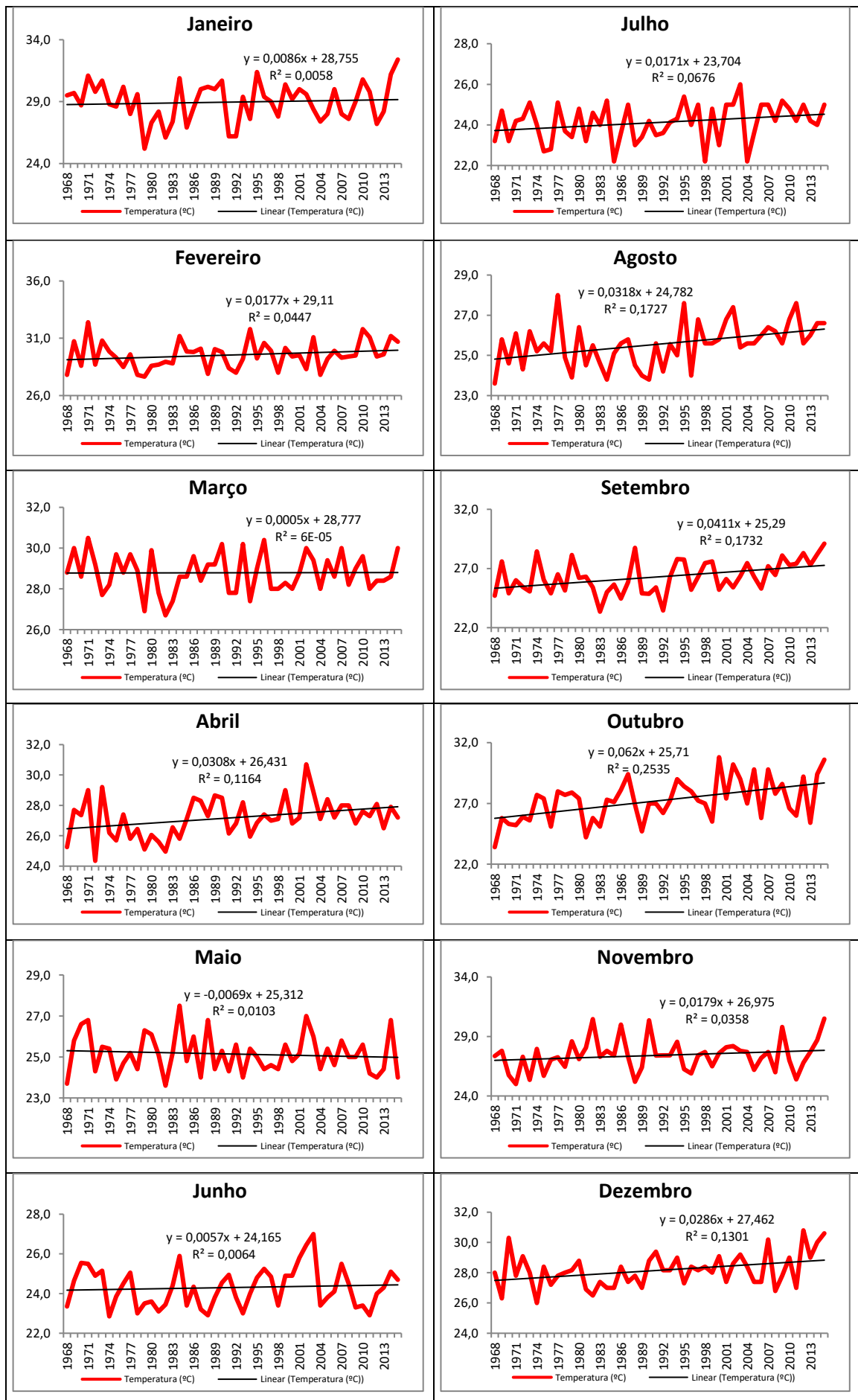
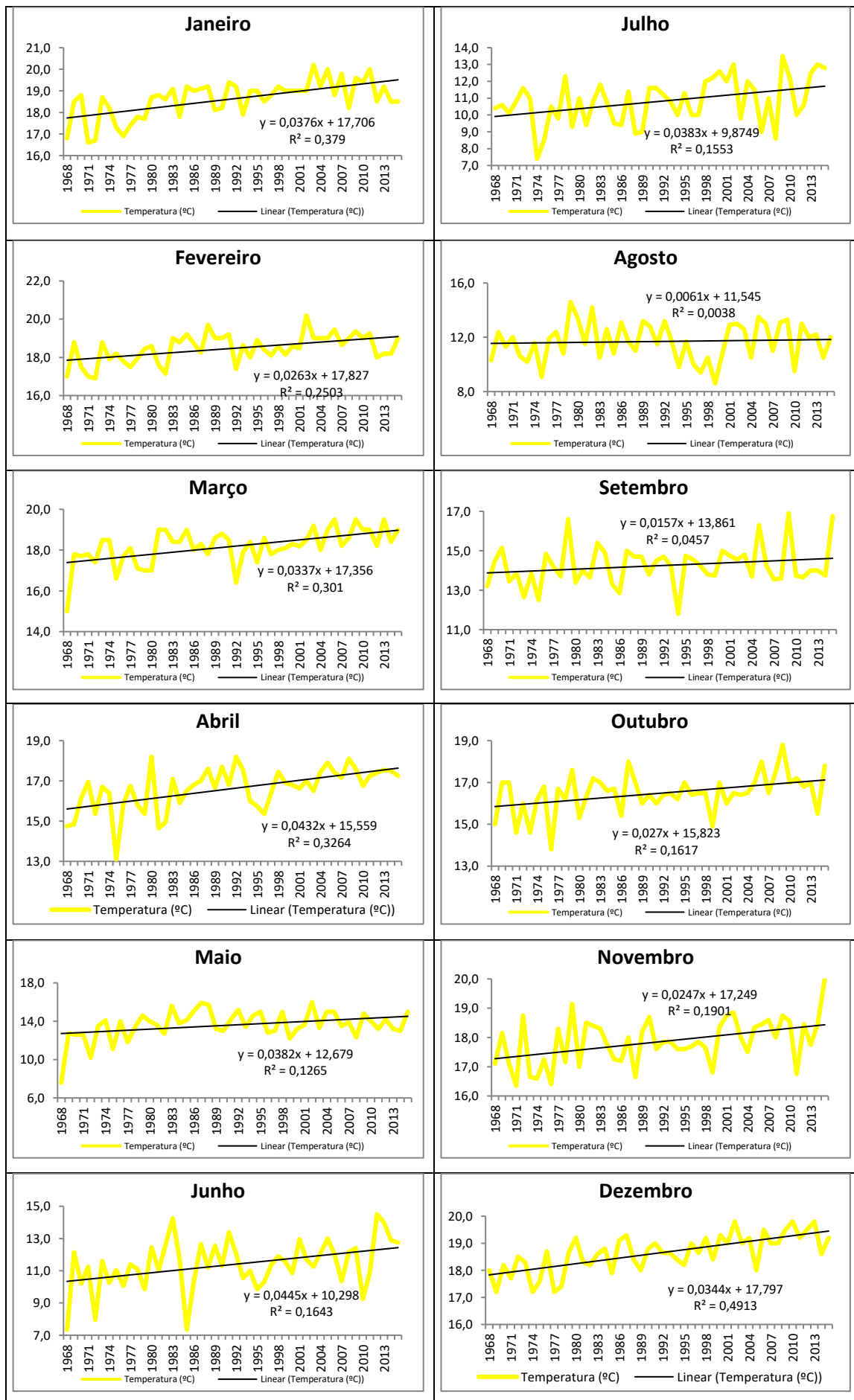


Figura 5: Tendência linear das médias mensais de temperaturas máximas para Viçosa (MG).



**Figura 6:** Tendência linear das médias mensais de temperaturas mínimas para Viçosa (MG).

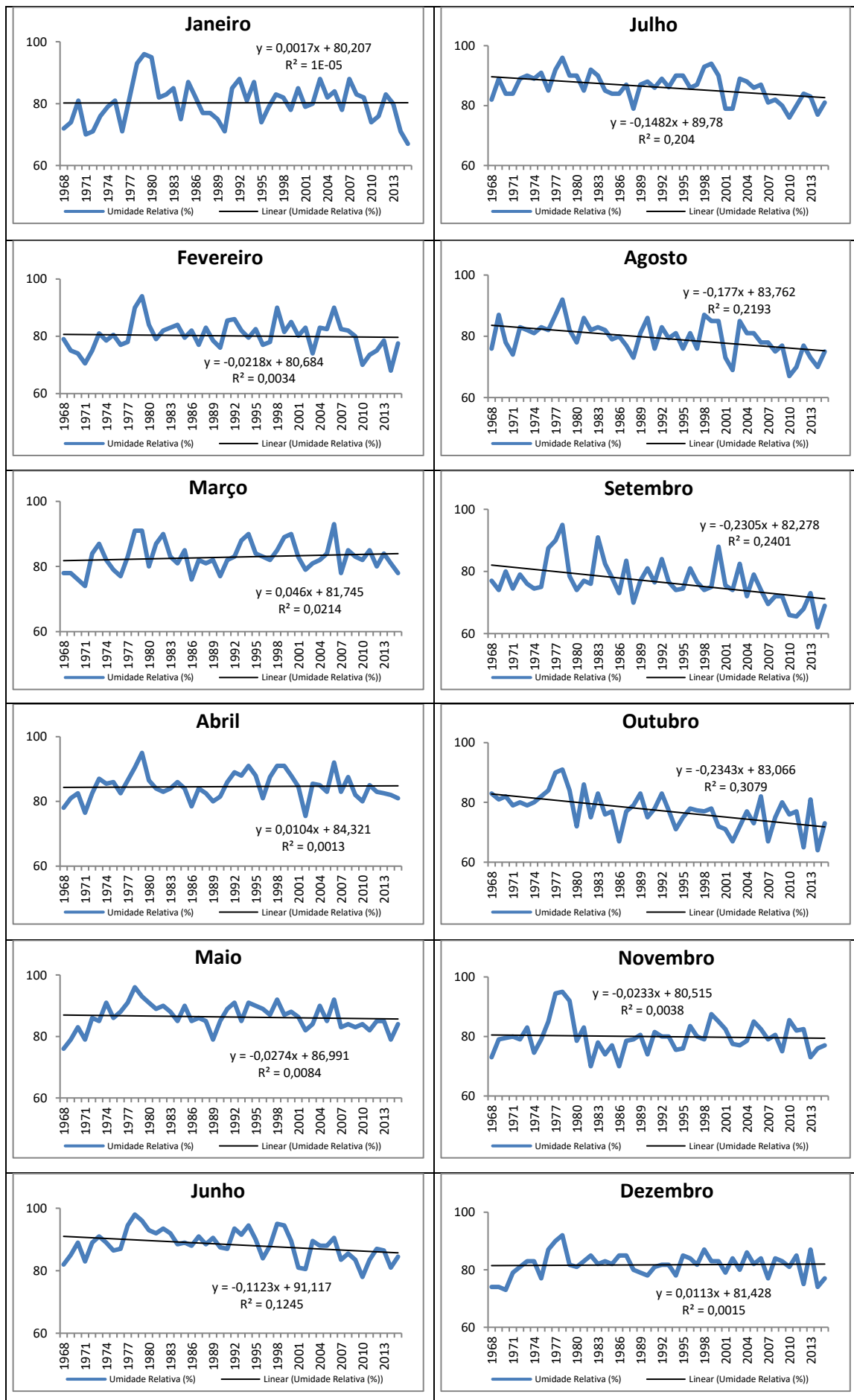


Figura 7: Tendência linear das médias mensais de umidade relativa para Viçosa (MG).

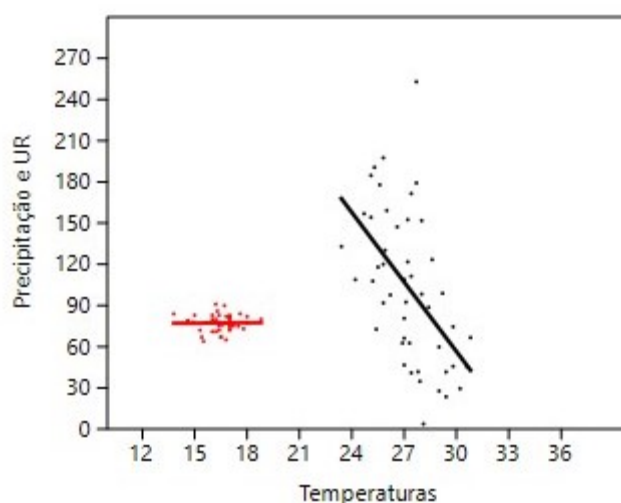
**Tabela 3:** Escores (z) do teste de Mann-Kendall para a média das temperaturas máximas mensais, média das temperaturas mínimas mensais, média da umidade relativa mensal e dos totais pluviométricos mensais.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
<b>TMax</b>	0,16	1,70	0,10	2,20*	0,70	0,40	1,83	3,07*	3,09*	3,07*	1,27	2,35*
<b>TMin</b>	4,13*	3,37*	3,77*	4,04*	1,82	2,73*	2,71*	0,61	0,88	2,59*	3,03*	5,08*
<b>UR</b>	0,49	0,10	0,96	0,00	1,42	-2,29*	-2,68*	-3,30*	-3,75*	-3,82*	0,12	0,50
<b>Precip.</b>	0,47	-0,56	1,90	0,27	-0,03	-0,17	-2,09*	-1,65	-0,83	-1,97*	0,39	2,04*

\* Significância em  $p\text{-value}=0,05$

### 3.2. Análise de Covariância - ANCOVA

A verificação da relação de causalidade foi feita a partir da aplicação da análise de covariância (ANCOVA). A ANCOVA avalia as diferenças entre as médias de dois ou mais grupos, considerando a relação entre uma covariável quantitativa e a variável de resposta (MARDIA *et al.*, 1994) (**Figura 8**).



**Figura 8:** ANCOVA das temperaturas máximas, temperaturas mínimas, precipitação e umidade relativa em outubro para Viçosa (MG).

A ANCOVA sugere uma relação direta entre o aumento das temperaturas máximas e mínimas com a diminuição das precipitações e da umidade relativa para o mês de outubro (**Figura 8**). O valor de F e o p-valor confirmam a significância da covariância entre as temperaturas (máxima e mínima), as precipitações e a umidade relativa (**Tabela 4**).

Para Sampaio *et al.* (2006) e Reboita *et al.* (2010), a climatologia das regiões tropicais no Brasil sugere que o retorno da estação chuvosa deva ocorrer em meados do mês de outubro. Consequentemente, a tendência decrescente dos dados mensais de precipitação indica que o atraso na estação chuvosa tem se repetido ao longo dos anos, ampliando o período da estação seca. Da mesma forma, a tendência decrescente da umidade relativa decorre do predomínio de massas de ar quentes e secas, as quais influenciam nas tendências de aumento das temperaturas máximas e mínimas.

Essas configurações foram estudadas por Borsato e Souza Filho (2010), que acreditam que o aquecimento basal (escala local) possui relação direta com a dinâmica atmosférica em escalas regionais e globais. Assim, é possível considerar que as temperaturas mais elevadas no final do inverno hidrológico sejam as responsáveis pela tendência de atraso no padrão das precipitações em Viçosa, ampliando a estação seca.

**Tabela 4.** Teste para igualdade das médias ajustada para covariável – temperatura máxima, temperatura mínima, precipitações e umidade relativa de outubro - Viçosa.

	Soma dos quadrados	df	Quadrado médio	F	p (valor)
Ajuste médio:	40378,5	1	40378,5	32,64*	1,324E-07
Ajuste erro:	115045	93	1237,04		
Ajuste total:	155424	94			

---

Homogeneidade:					
F :	8,04*				
p (valor)	0,005625				

\*Significância em  $p\text{-value}=0,05$

#### 4. CONCLUSÕES

Tendo em vista a análise das variáveis estudadas neste trabalho é possível considerar que o aumento das temperaturas observado em Viçosa ao longo da série é compatível com a tendência de aumento das temperaturas encontradas em diversos trabalhos, bem como nos relatórios do IPCC e do PBMC.

A elevação das temperaturas máximas em meses da primavera, verão, outono e, sobretudo, das temperaturas mínimas em praticamente todos os meses do ano confirmam as evidências de mudanças climáticas para o local.

Outro resultado igualmente significativo corresponde aos invernos terem se caracterizado cada vez mais secos. Nesse contexto, verificou-se, também, uma tendência de prolongamento dessa estação seca associada ao aumento das temperaturas na transição para o verão hidrológico (mês de outubro). Sendo assim, acredita-se que essas evidências de modificações nas condições climáticas para Viçosa possam subsidiar ações do poder público com o intuito de minimizar o desconforto e as mazelas aos seus efeitos, bem como promover adaptações a essas mudanças.

#### REFERÊNCIAS

- ALEXANDER, L.V.; ZHANG, X.; PETERSON, T.C.; CAESAR, J.; GLEASON, B.; KLEIN TANK, A.M.G.; HAYLOCK, M.; COLLINS, D.; TREWIN, B.; RAHIMZADEH, F.; TAGIPOUR, A.; RUPA KUMAR, K.; REVADEKAR, J.; GRIFFITHS, G.; VICENT, L.; STEPHENSON, D. B.; BURN, J.; AGUILAR, E.; TAYLOR, M.; NEW, M.; ZHAIN, P.; RUSTICUCCI, M.; VAZQUEZ-AGUIRRE, J.L. Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation. **Journal of Geophysical Research**. London, v. 111, n. D05, 22p. 2006.
- ALEXANDER, L. V. Global observed long-term changes in temperature and precipitation extremes: A review of progress and limitations in IPCC assessments and beyond. **Weather and Climate Extremes**. v.11, n. 1, p. 4–16, 2016.
- BARBU, N.; CUCULEANU, V.; STEFAN, S. Investigation of the relationship between very warm days in Romania and large-scale atmospheric circulation using multiple linear regression approach. **Theoretical and Applied Climatology**. London, v. 126, n. 2, p. 273-284, 2015.
- BLAIN, G.C. Detecção de tendências monótonas em séries mensais de precipitação pluvial no Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 4, p. 1027-1033, 2010.
- BORSATO, V. A.; SOUZA FILHO, E.E. A participação dos sistemas atmosféricos atuantes na bacia do rio Paraná no período de 1980 a 2003. **Revista Brasileira de Climatologia**. Curitiba, v. 7, n. 6, 2010.
- CHOI, W.; TAREGHIAN, R.; CHOI, J.; HWANG, C. Geographically heterogeneous temporal trends of extreme precipitation in Wisconsin, USA during 1950–2006. **International Journal of Climatology**, New York, v. 34, p. 2841–2852, 2014.

- EASTERLING, D.R.; HORTON, B.; JONES, P.D.; PETERSON, T.C.; KARL, T.R.; PARKER, D.E.; SALINGER, M.J.; RAZUVAYEV, V.; PLUMMER, N.; JAMASON, P.; FOLLAND, C.K. Maximum and Minimum Temperature Trends for the Globe. **Science**. New York, v. 277, n. 5324, p. 364-367, 1997.
- FANTE, K.P; SANT'ANNA NETO, J.L. Mudanças nos padrões da temperatura do Estado de São Paulo/Brasil nos últimos 50 anos. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v.33, p. 12-23. 2017.
- FERNANDES, L. A.; BRANDÃO, L. P.; FIALHO, E. S. The Relationship between the Geocological and Anthropic Aspects for the Conformation of the Urban Climate of Viçosa-MG in the Synotic Situation of Stability in 2015. **Climate**, New York, v. 5, n. 2, p. 1-10, 2017.
- FERREIRA, G. R.; FIALHO, E. S. Campo térmico x fator de visão do céu: Estudo da área central do município de Viçosa-MG em episódios de outono e inverno/2014. **Boletim Gaúcho de Geografia**, Porto Alegre, v. 34, n. 1, p. 1-25, 2016.
- FIALHO, E. S. **Ilha de calor em cidade de pequeno porte: caso de Viçosa, na Zona da Mata Mineira**. 259f. Tese (Doutorado em Geografia Física) Faculdade de Filosofia, Ciência, Letras e Ciências Humanas, USP, São Paulo, 2009.
- FIALHO, E. S.; QUINA, R. R.; ALVES, R. S.; MIRANDA, J. D. E. O campo térmico em situação sazonal de verão, no município de Viçosa-MG. **Revista Geografias**, Belo Horizonte-MG. Edição Especial, p. 80-98, 2015.
- FOLHES, M.T.; FISCH, G. Caracterização climática e estudo de tendência nas séries temporais de temperatura do ar e precipitação em Taubaté (SP). **Ambi-Agua**, Taubaté, v. 1, n. 1, p. 61-71, 2006.
- HAYLOCK, M.R. *et al.*, Trends in Total and Extreme South American Rainfall in 1960–2000 and Links with Sea Surface Temperature. **Journal of Climate**, New York, v.19, n.8, p. 1490-1512. 2006.
- IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change: **Climate Change 2013: The Physical Science Basis**. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2013. 1535 pp.
- IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change: **Climate Change 2014: Synthesis Report**. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC, Geneva, Switzerland, 2014. 151p.
- MARDIA, K.V.; KENT, J.T.; BIBBY, J.M. **Multivariate analysis**. London: Academic Press, 1994, 518p.
- MARENGO, J.A.; ALVES, L.M. Tendências hidrológicas da bacia do rio Paraíba do Sul. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São Paulo, v. 20, n. 2, p.215-226, 2005.
- MARENGO, J.A.; CAMARGO, C.C. Surface air temperature trends in Southern Brazil for 1960 – 2002. **International Journal of Climatology**. London, v. 28, n. 7, p. 893–904, 2008.
- MINUZZI, R.B.; VIANELLO, R.L.; SEDIYAMA, G.C. Oscilações climáticas em Minas Gerais. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 227–236, 2010.
- OBREGÓN, G.; MARENGO, J.A. **Caracterização do clima no Século XX no Brasil: Tendências de chuvas e Temperaturas Médias Extremas**. Relatório nº 2. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Diretoria de Conservação da Biodiversidade. 2007.
- ORLOWSKY, B.; SENEVIRATNE, S.I. Global changes in extreme events: regional and seasonal dimension. **Climatic Change**, London, v. 110, n.3-4, p. 669–696, 2012.
- PAZ, C.M.V.; SANCHES, F.O.; FERREIRA, R.V.; EMILIANO, V.M. Tendência das chuvas mensais para Uberaba (1961-2015). In: XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA. **Anais...** Goiânia (GO), 2016.
- PBMC – Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas: **Base científica das mudanças climáticas**. Contribuição do Grupo de Trabalho 1 do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas ao Primeiro

Relatório da Avaliação Nacional sobre Mudanças Climáticas. COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2014. 464 pp.

- QUINA, R. R. **Análise da influência de condicionantes geoambientais e urbanos sobre o comportamento térmico do município de Viçosa-MG, durante o período de verão de 2014/15 e inverno de 2015.** 105f. Dissertação (Monografia de Bacharelado em Geografia). Departamento de Geografia, Universidade Federal de Viçosa. Disponível em <<http://www.geo.ufv.br/wp-content/uploads/2016/10/Robson-Rodrigues-Quina.pdf>>. Acesso em 10 set. 2017.
- REBOITA, M.S.; GAN, M.A.; ROCHA, R.P.; AMBRIZZI, T. Regimes de precipitação na América do Sul: uma região bibliográfica. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São Paulo, v.25, n.2, 2010. 185-204.
- RODRIGUES, J. M.; RODRIGUES, R. A.; JUSTINO, F. B.; COSTA, L. C.; AMORIO, M. C. Efeitos locais e de larga escala na dinâmica climática do município de Viçosa-Minas Gerais. **Revista Sociedade e Natureza**, Uberlândia-MG, v. 22, n. 3, p. 593-610, 2010.
- SALVIANO, M.F.; GROppo, J.D.; PELLEGRINO, G.Q. Análise de tendências em dados de precipitação e temperatura no Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São Paulo, Brasília, v. 31, n. 1, 2016.
- SAMPAIO, G.; ALVES, L.M.; SILVA DIAS, P.L.; MARENGO, J. O início da estação chuvosa no Sudeste do Brasil pelo MCGA CPTEC/COLA. In: XIV CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA. **Anais...** Florianópolis. 2016.
- SANCHES, F. O.; VERDUM, R.; FISCH, G. Estudo de tendência de chuvas de longo prazo. **Ambiente & Água**, Taubaté, v. 8, n. 3, p. 215-228, 2013.
- SANCHES, F. O.; VERDUM, R.; FISCH, G. Tendência de longo prazo das chuvas diárias no Sudoeste do Rio Grande do Sul: os eventos extremos e a arenização. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 7, n. 6, p. 1100-1109, 2014.
- SILLMANN, J.; ROECKNER, E. Indices for extreme events in projections of anthropogenic climate change. **Climatic Change**. London, v. 86, n. 1-2, p.83-104, 2008.
- SILVA DIAS, M.A.F.; DIAS, J.; CARVALHO, L.M.V.; FREITAS, E.D.; SILVA DIAS, P.L; Changes in extreme daily rainfall for São Paulo, Brazil. **Climatic Change**, London, v. 116, n. 3-4, p. 705–722, 2013.
- VALVERDE, M. C.; MARENGO, J. A. Extreme rainfall indices in the hidrographic basins of Brazil. **Open Journal of Modern Hidrology**, London, v. 4, n. 1, p. 10-26, 2014.
- VINCENT, L. A. *et al.*. Observed Trends in Indices of Daily Temperature Extremes in South America 1960–2000. **Journal of Climate**, New York, v. 18, n. 23, p. 5011-5023, 2005.