

REVISTA DE GEOGRAFIA



CARACTERIZAÇÃO E TENDÊNCIAS DOS DADOS DE TEMPERATURA DO AR DO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE-MG

CHARACTERIZATION AND TRENDS OF
AIR TEMPERATURE OF THE MUNICIPALITY OF BELO HORIZONTE-MG

Dr. Aion Angelu Ferraz Silva

Instituto Federal de Minas Gerais – IFMG – Campus Sabará
Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico
Rodovia MG 262, s/n, Sobradinho, Sabará-MG, CEP: 34590-390
E-mail: aion.silva@ifmg.edu.br

RESUMO

O presente trabalho objetivou compreender como a variabilidade temporal das médias anuais de temperatura do ar (Mínima, Média Compensada e Máxima) se comportaram ao longo de 30 anos para o município de Belo Horizonte. Foram utilizadas técnicas estatísticas de medidas de tendência central, dispersão, classificação de intensidade das temperaturas para cada ano (Ano Frio, Normal e Quente) e tendência de alteração temporal pelo teste de Mann-Kendall. Os resultados apontam que as médias para os 30 anos foram maiores em todas as variáveis (1,3°C para Mínima, 1,0°C para Média Compensada e 0,2°C para Máxima) em comparação com as médias anuais das Normais Climatológicas 1961-1990. A classificação da intensidade térmica anual possibilitou identificar que para as variáveis de Máxima e Média Compensada dos Anos Frios ocorreram até 2004 e dos Anos Quentes ocorreram majoritariamente a partir do ano 2014, enquanto para as Mínimas não houve a identificação de um período predominante para cada classe. Os testes de Mann-Kendall indicam que no período analisado não houve tendência de alteração da temperatura Mínima e apontam tendência de aumento das temperaturas Média Compensada e Máxima.

Palavras-chave: Belo Horizonte; Temperatura do ar; Tendência.

ABSTRACT

The present work aimed to understand how the temporal variability of annual air temperature averages (Minimum, Average and Maximum) behaved over 30 years for the city of Belo Horizonte. It was used statistical techniques of measures for central tendency, dispersion, classification of temperature intensity for each year (Cold, Normal and Hot Year) and trend of temporal alteration by the Mann-Kendall test. The results show that the averages for the 30 years were higher in all variables (1.3°C for Minimum, 1.0°C for Compensated Average and 0.2°C for Maximum) compared to the annual averages of the Climatological Norms 1961-1990. The classification of the annual thermal intensity allowed to identify that for the variables of the Maximum and Average Compensated of the Cold Years occurred until 2004 and the Hot Years occurred mostly from the year 2014, while for the Minimum, there was no identification of a predominant period for each

ISSN: 2236-837X

class. The Mann-Kendall tests indicate that in the analyzed period there was no tendency to change the Minimum temperature and point to a tendency to increase the Average Compensated and Maximum temperatures.

Keywords: Belo Horizonte; Air temperature; Trend.

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas o foco das discussões relacionadas aos processos de mudanças climáticas e aquecimento global têm direcionado a preocupação de muitos cientistas e tomado importante destaque das notícias midiáticas, tanto impressa como também audiovisual e digital, as quais constantemente alertam sobre uma possível tragédia de ordem ambiental, social e econômica de grandes proporções que afetaria todo o planeta (FERREIRA et al, 2017).

Dentro do tema das alterações do clima, o aumento da temperatura do ar coloca-se no centro do debate, principalmente após a NASA (2020), a NOAA (2020) e o WMO (2020) afirmarem que o ano de 2019 foi o segundo mais quente já registrado no mundo, ficando atrás somente do ano de 2016 que foi marcado por um forte evento de El Niño. No Brasil, o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) também confirmou que o ano de 2019 foi o mais quente já verificado no país desde o início dos registros oficiais no século XIX (FAPESP, 2020).

Salviano et al (2016) utilizaram o teste estatístico de Mann-Kendall para análise de tendência dos dados de precipitação e temperatura do ar entre 1961 e 2011 para 290 estações meteorológicas espalhadas pelo Brasil. Os autores concluíram que a temperatura média apresentou tendência positiva significativa em grande parte do Brasil ao longo de todos os meses analisados para o recorte temporal estudado.

Ávila et al (2014) avaliaram as tendências das temperaturas mínimas e máximas no Estado de Minas Gerais para 43 municípios, com análise de dados de no mínimo de 30 anos, através do teste de Mann-Kendall e regressão linear simples. Foi constatada uma ampla predominância de tendências significativas de aumento das temperaturas mínimas e, em menor proporção, das máximas, sendo que as temperaturas tendem a aumentar no sentido sul-norte em relação ao Estado.

Minuzzi et al (2010) estudaram as oscilações climáticas no Estado de Minas Gerais entre 1961 e 2004 e buscaram compreender as tendências da temperatura do ar ao empregarem as técnicas de coeficiente angular da análise de Regressão e o coeficiente de Mann-Kendall. Os autores concluíram que, apesar dos poucos pontos de descontinuidade estatisticamente significativos, as alterações no comportamento da temperatura máxima e mínima ocorreram a partir da década de 1990.

É importante destacar que o entendimento de possíveis padrões de alteração climática, a qual inclui a temperatura do ar, perpassa pela compreensão da sua variabilidade temporal em escalas espaciais menores, como por exemplo, a local (SANT'ANNA NETO, 2003).

Lemos et al (2018) analisaram as tendências de alteração da temperatura máxima, média e mínima do ar entre os anos de 1976 e 2006 para os municípios de Lambari e Lavras, ambos localizados na região sul do Estado de Minas Gerais, por meio do uso da técnica de Regressão Linear Simples. Os resultados do estudo indicaram a tendência de aumento em todas as variáveis térmicas ao longo do período considerado.

Ferreira et al (2015) avaliaram as tendências climáticas da cidade de Juiz de Fora-MG, a partir da análise de Regressão Linear Simples e o teste não paramétrico de Mann-Kendall para as séries de temperatura do ar (médias máxima e mínima) entre os anos de 1972 e 2014. Os resultados obtidos indicam tendência significativa no aumento da temperatura máxima anual, principalmente na última década em razão da influência do processo de urbanização do município, enquanto que na temperatura mínima não houve nenhuma tendência de aumento linear.

O presente estudo possui como proposta analisar o comportamento da variabilidade temporal das médias anuais de temperatura do ar (máxima, média compensada e mínima) ao longo de 30 anos (1991 a 2020) para o município de Belo Horizonte-MG, com o intuito de analisar possível existência de tendência estatística de alteração temporal da série histórica.

Belo Horizonte possui 331,35km² (IBGE, 2020a) e sua altitude varia entre 677m, situado no encontro do Ribeirão do Onça com o Rio das Velhas (porção nordeste), a 1.500 metros, situado na Serra do Curral (porção sul). De acordo com o IBGE (2002), o clima local é classificado como Subquente Semiúdo do Brasil Central, com temperatura média entre 15°C e 18°C em pelo menos um mês e com 4 a 5 meses secos ao longo do ano (NIMER, 1979).

No ano de 2020 a população estimada para o município era de 2.521.564 pessoas (IBGE (IBGE, 2020a), a qual está distribuída pela mancha urbana que ocupa 85,5% do território, com destaque para a intensa verticalização na região central, denominada de Hipercentro (Figura 1).

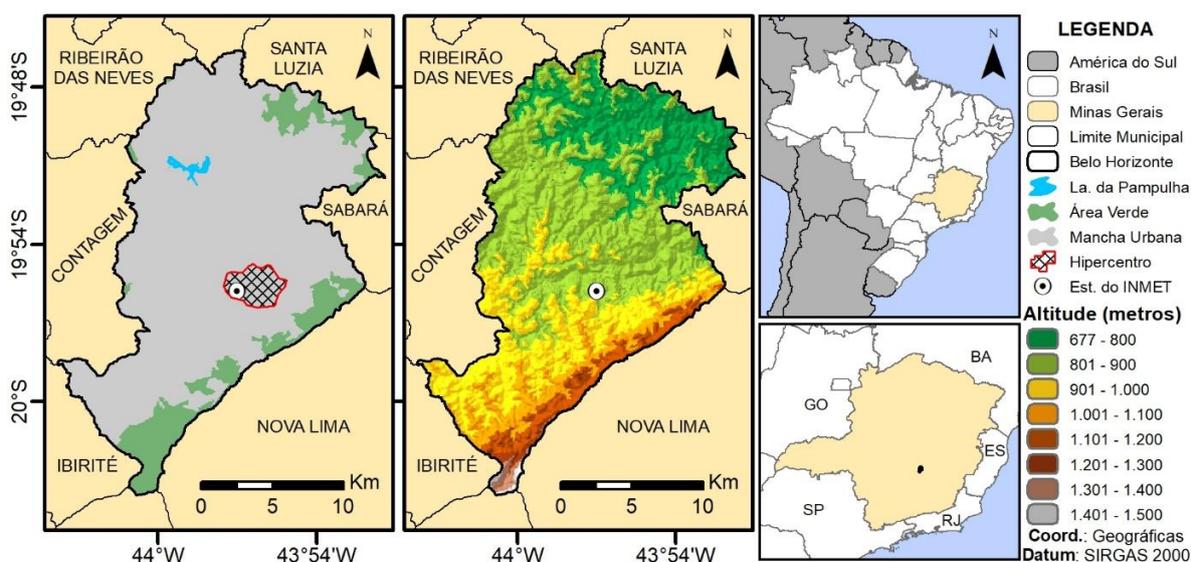


Figura 1: Mapa de uso e ocupação do solo e altimétrico do município de Belo Horizonte.

Fonte: IBGE (2020b); EMBRAPA (2020). Elaborado pelo autor.

A estação meteorológica do INMET, a qual serviu para obtenção dos dados primários, está situada a 915m de altitude e localiza-se dentro do Hipercentro (Figura 1), tendo como principal característica do seu entorno a intensa urbanização e o tráfego volumoso de veículos automotores da Avenida do Contorno, principal via de circulação da região central de Belo Horizonte.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados os dados diários de temperatura do ar Mínima, Média Compensada e Máxima da estação meteorológica do INMET de Belo Horizonte (Código 83587) entre 01/01/1991 e 31/12/2020, correspondendo a 30 anos de observação contínua (INMET, 2021).

A análise de consistência dos dados térmicos e a ocorrência de falhas utilizou como princípio norteador a aplicação da normatização proposta pela Organização Meteorológica Mundial (WMO, 1989), que estabelece no “critério 3:5” o descarte de séries de dados mensais quando houver a falta de registros em 3 dias consecutivos ou 5 dias alternados.

Após a validação dos 10.958 registros diários para cada uma das três variáveis térmicas (Mínima, Média Compensada e Máxima), foram calculadas as respectivas médias aritméticas mensais e, posteriormente, anuais e do período compreendido pelos 30 anos.

A caracterização estatística das médias anuais de cada variável térmica foi calculada através de medidas de tendência central (Média, Moda e Mediana) e de dispersão (Mínimo, Máximo, Amplitude, Desvio-padrão $[\sigma]$, Amplitude, Desvio Quartílico [Q1 e Q3], Assimetria e Curtose).

Também foi realizada a categorização das médias anuais de temperatura para três classes térmicas através do uso da técnica de Desvio-padrão (Ano Frio = $\sigma < -1$; Ano Normal = $\sigma > -1$ e $\sigma < 1$; Ano Quente = $\sigma > 1$), adaptado a partir da proposta feita por Silvestre et al. (2013) para a Estação Meteorológica da FCT/UNESP de Presidente Prudente, com o intuito de compreender o comportamento da variabilidade temporal média através de critérios quali-quantitativos.

O *software* Excel 2016 foi utilizado para o cálculo de todas as medidas estatísticas e a construção dos gráficos constantes neste artigo.

Por fim, foi avaliada a tendência de alteração dos dados das séries históricas de temperatura do ar ao longo dos 30 anos analisados através do teste estatístico de Mann-Kendall, o qual foi realizado pelo pacote estatístico Past 4.03 (HAMMER et al., 2001).

3. RESULTADOS

A análise da consistência dos dados diários de temperatura do ar obtidos do INMET concluiu que não houve a ocorrência de falhas nos dados mensais, ou seja, foi possível aproveitar os 360 meses de cada variável térmica.

As características estatísticas das médias anuais de temperatura do ar (Figura 2 e Tabela 1) permitem identificar que as distribuições dos dados apresentam curvas assimétricas positivas e curtose Platicúrtica para a Mínima e Leptocúrtica para Média Compensada e Máxima.

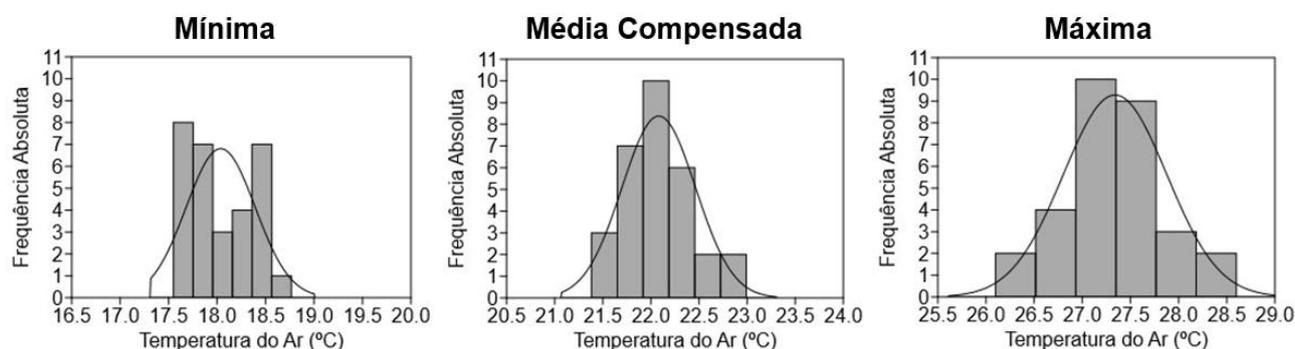


Figura 2: Histogramas das temperaturas médias de Belo Horizonte entre 1991 e 2020

Fonte: INMET (2020). Elaborado pelo autor.

TABELA 1: Aspectos estatísticos da temperatura média em Belo Horizonte entre 1991 e 2020

Temp. do Ar	Medidas estatísticas										
	Mín.	Máx.	Amp.	Média	Mediana	Moda (T / n)	σ	1º Quartil	3º Quartil	Assimetria	Curtose
Máxima	26,1	28,6	2,5	27,3	27,3	27,2 / 4	0,5	27,0	27,7	0,170	0,486
Média Comp.	21,4	23,0	1,6	22,1	22,1	22,1 / 5	0,4	21,8	22,3	0,449	0,537
Mínima	17,6	18,8	1,2	18,0	18,0	17,6 / 6	0,4	17,7	18,4	0,284	-1,189

Fonte: INMET (2020). Elaborado pelo autor.

As medidas de tendência central indicam que a média e a mediana dos dados térmicos são de 18°C para Mínima, 22,1°C para Média Compensada e 27,3°C para Máxima. De acordo com a moda, os valores mais recorrentes foram: seis anos com 17,6°C para Mínima (1991, 1996, 2011, 2013, 2014 e 2020); cinco anos com 22,0°C para Média Compensada (1995, 1997, 2001, 2010 e 2020); e quatro anos com 27,2°C para Máxima (1993, 1994, 1995 e 2011).

A síntese das medidas estatísticas de dispersão das temperaturas são: (I) a média da amplitude térmica foi de 1,2°C para Mínima (mínima de 17,6°C nos mesmos anos citados na moda e máxima de 18,8°C em 2015), 1,6°C para Média Compensada (mínima de 21,4°C em 1992 e máxima de 23,0°C em 2015 e 2019) e 2,5°C para Máxima (mínima de 26,1°C em 1992 e máxima de 28,6°C em 2019); (II) o desvio padrão para o conjunto de dados apresenta 0,4°C para Mínima e 0,5°C para Média Compensada e Máxima; (III) além dos valores interquartílicos de 0,7°C para Mínima (Q1=17,7°C e Q3=18,4°C) e 0,5°C para Máxima (Q1=27,0°C e Q3=27,7°C) e, por fim, de 0,5°C para Média Compensada (Q1=21,8°C e Q3=22,3°C).

A análise multitemporal das médias provenientes da Normais Climatológicas de 1931/1960 e 1961/1990 e, também, das médias de 1991/2020 aponta o aumento constante da temperatura média do ar nas três variáveis analisadas (Figura 3).

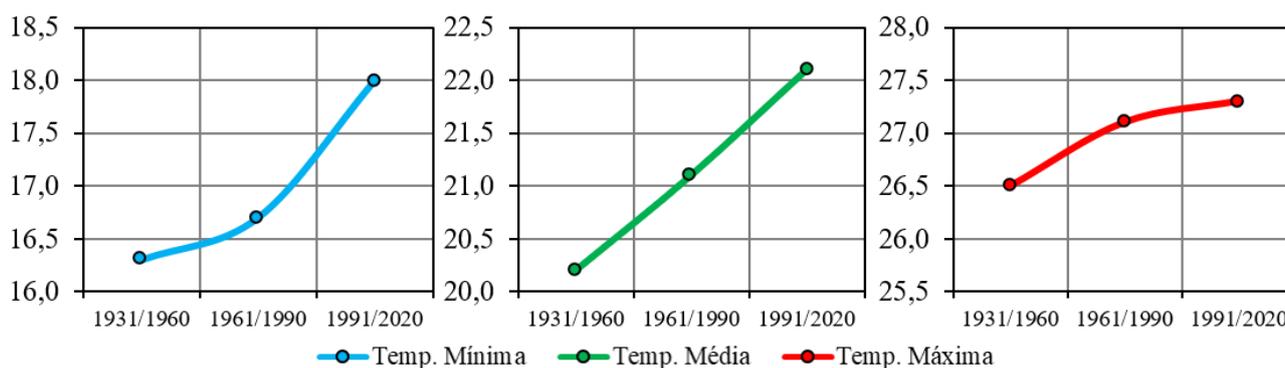


Figura 3: Médias anuais da temperatura do ar em Belo Horizonte: Normais Climatológicas de 1931/1960, Normais Climatológicas 1961/1990 e 1991/2020. **Fonte:** ASSIS (2010); INMET (2021a; 2021b). Elaborado pelo autor.

Ao comparar as médias entre 1961/1990 e 1991/2020 verifica-se o acréscimo de 1,3°C para as Mínimas, 1,0°C para a Média Compensada e 0,2°C para a Máxima nas últimas três décadas.

A análise da variabilidade temporal da temperatura do ar em Belo Horizonte (Figura 4) permite constatar as flutuações dos valores médios anuais em relação à média do período.

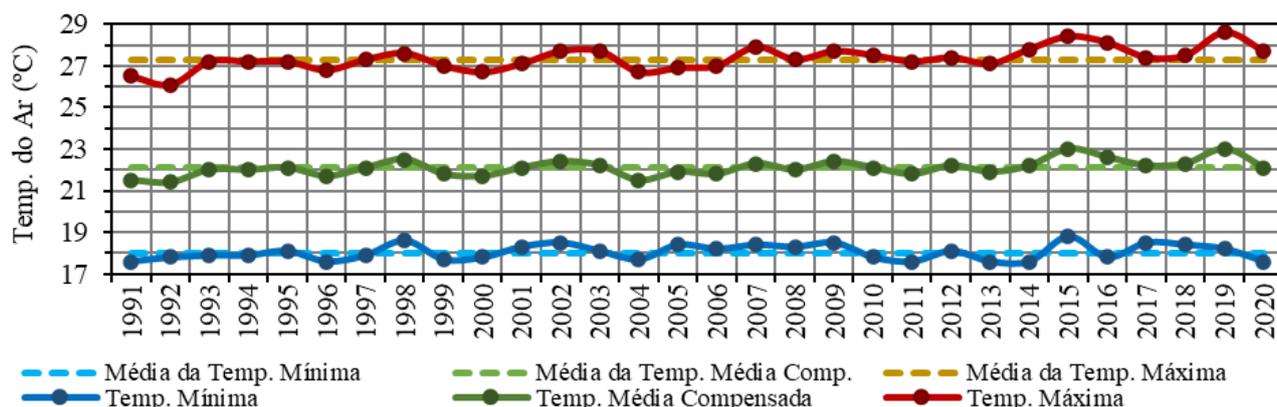


Figura 4: Temperatura média de Belo Horizonte entre os anos de 1991 e 2020. **Fonte:** INMET (2020). Elaborado pelo autor.

A segmentação e classificação dos intervalos de temperatura do ar possibilitam definir padrões anuais de intensidade, que em conjunto com a representação das anomalias positivas e negativas em relação à média aumentam a capacidade de compreensão da variabilidade temporal das variáveis térmicas. As Figuras 5, 6 e 7 apresentam o conjunto cronológico destas informações e a Tabela 2 sintetiza os valores interclasses com suas respectivas frequências percentuais.

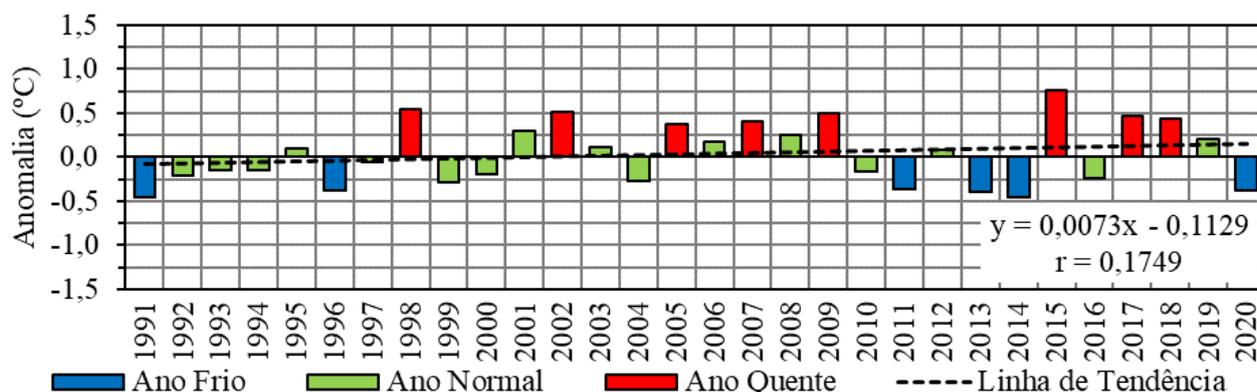


Figura 5: Anomalias da temperatura mínima em Belo Horizonte entre 1991 e 2020.

Fonte: INMET (2020). Elaborado pelo autor.

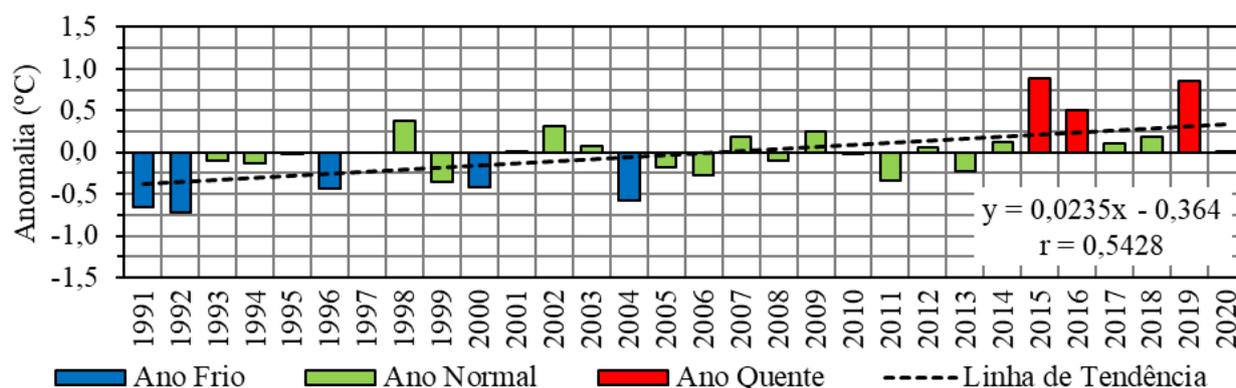


Figura 6: Anomalias da temperatura média compensada em Belo Horizonte entre 1991 e 2020.

Fonte: INMET (2020). Elaborado pelo autor.

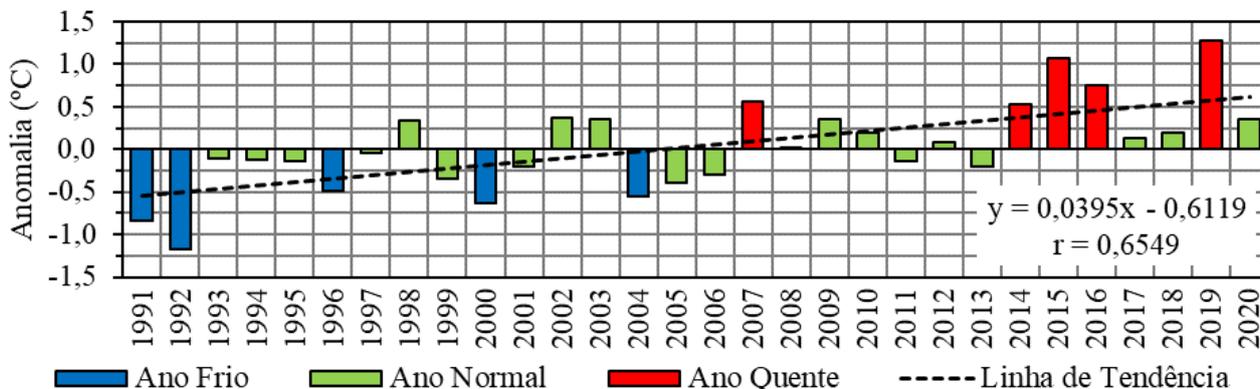


Figura 7: Anomalias da temperatura máxima em Belo Horizonte entre 1991 e 2020.

Fonte: INMET (2020). Elaborado pelo autor.

TABELA 2: Distribuição das classes de temperatura do ar em Belo Horizonte entre 1991 e 2020

Classe Térmica	Desvio Padrão (σ)	Temperatura do Ar					
		Mínima		Média Compensada		Máxima	
		Intervalo (°C)	Frequência (%)	Intervalo (°C)	Frequência (%)	Intervalo (°C)	Frequência (%)
Quente	> 1,0	> 0,4	26,7	> 0,4	10,0	> 0,4	16,7
Normal	-1,0 – 1,0	-0,4 – 0,4	53,3	-0,4 – 0,4	73,3	-0,4 – 0,4	66,6
Frio	< 1,0	< -0,4	20,0	< -0,4	16,7	< -0,4	16,7
Total		-	100,0	-	100,0	-	100,0

Fonte: INMET (2020). Elaborado pelo autor.

A distribuição das classes térmicas anuais identificadas para o município de Belo Horizonte entre 1991/2020 foi a seguinte:

- **Temperatura Mínima:** 20% de Anos Frios (1991, 1996, 2011, 2013, 2014 e 2020), 53,3% de Anos Normais (1992 a 1995, 1997, 1999 a 2001, 2003, 2004, 2006, 2008, 2010, 2012, 2016 e 2019) e 26,7% de Anos Quentes (1998, 2002, 2005, 2007, 2009, 2015, 2017 e 2018);
- **Temperatura Média Compensada:** 16,7% de Anos Frios (1991, 1992, 1996, 2000 e 2004), 73,3% de Anos Normais (1993 a 1995, 1997 a 1999, 2001 a 2003, 2005 a 2014, 2017, 2018 e 2020) e 10,0% de Anos Quentes (2015, 2016 e 2019);
- **Temperatura Máxima:** 16,7% de Anos Frios (1991, 1992, 1996, 2000 e 2004), 66,6% de Anos Normais (1993 a 1995, 1997 a 1999, 2001 a 2003, 2005, 2006, 2008 a 2013, 2017, 2018 e 2020) e 16,7% de Anos Quentes (2007, 2014 a 2016 e 2019);

As informações constantes na Figura 5 (temperatura Mínima) não apresentam nenhum padrão temporal nítido relativo as classes de temperatura, ou seja, a ocorrência das médias térmicas se deu de forma aleatória no decorrer dos 30 anos. Enquanto isso, as Figuras 6 e 7 (respectivamente, as temperaturas Média Compensada e Máxima) permitem identificar que os Anos Frios ocorreram nos primeiros 15 anos, enquanto os Anos Quentes concentram-se na segunda metade do período analisado, principalmente a partir de 2014.

Diante de uma possível tendência temporal de alteração da série histórica de temperatura do ar entre 1991 e 2020 em Belo Horizonte, foi aplicado o teste de Mann-Kendall com o objetivo de corroborar ou negar a hipótese proposta (Tabela 2).

TABELA 2: Análise estatística de tendência temporal de alteração da temperatura do ar em Belo Horizonte entre os anos de 1991 e 2020 através do teste de Mann-Kendall.

Temperatura do ar	Teste de Mann-Kendall (S)	Teste Estatístico Normalizado (Z)	p-valor	Tendência (Nível de Significância de 95%)
Máxima	195	3,462	0,001	Aumento
Média Comp.	174	3,087	0,002	Aumento
Mínima	47	0,821	0,412	Sem Tendência

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os resultados obtidos proporcionaram confirmar estatisticamente a tendência de aumento da temperatura no recorte temporal analisado para as variáveis de Média Compensada e Máxima ao nível de significância de 95%. As tendências de alteração positiva da temperatura Máxima foram também verificadas para outras localidades do Brasil por Minuzzi et al (2010), Ávila et al (2014), Ferreira et al (2015) e Lemos et al (2018), além da temperatura Média Compensada por Salviano et al (2016) e Lemos et al (2018).

Entretanto, não houve tendência significativa de alteração da temperatura Mínima entre o início e o final da série histórica analisada, como também foi constatado por Ferreira (2015) em

Juiz de Fora-MG, porém, diferentemente do que foi encontrado por Minuzzi et al (2010) e Ávila et al (2014) para o Estado de Minas Gerais e Lemos et al (2018) para Lambari-MG e Lavras-MG.

Os mesmos indicativos de tendências obtidos pelo teste de Mann-Kendall foram também identificados ao calcular o coeficiente de correlação de Pearson (ROGERSON, 2012): 0,1749 para Mínima (correlação bem fraca) e, respectivamente, 0,5428 e 0,6549 para Média Compensada e Máxima (correlação moderada).

Assis (2010), ao estudar o sistema clima urbano do município de Belo Horizonte, constatou que a tendência anual de aquecimento da temperatura do ar é mais antiga do que a identificada neste trabalho, ao analisar a média entre os anos de 1911 e 2009. No referido estudo o autor identificou fortes oscilações térmicas dentro do recorte temporal analisado, sobretudo pela anomalia positiva de 2,2°C na década de 1970 e começo dos anos de 1980 em comparação a segunda década do século XX, porém, o autor complementa que a característica térmica mais marcante na área de estudo são as flutuações anuais em relação à média.

É importante enfatizar que as análises quantitativas de cunho matemáticas/estatísticas utilizadas neste estudo são importantes ao possibilitar a detecção de padrões de tendências nos dados de temperatura do ar (BLAIN, 2010). Entretanto, as causas e as circunstâncias que originaram e/ou catalisaram as tendências detectadas de alteração ou manutenção da temperatura do ar em Belo Horizonte precisam ser respondidas por um viés qualitativo, tendo em vista que tais motivos estão intrinsecamente atrelados a correlação de fatores de ordem natural e/ou antrópico, como: (I) a variabilidade espacial e temporal dos fatores do clima (SANT'ANNA NETO, 2003); (II) as influências das escalas superiores sobre as escalas inferiores do clima na dinâmica da circulação atmosférica, sobretudo as relacionadas ao ritmo e a sucessão das massas de ar em escala regional na determinação dos diferentes tipos de clima nas escalas local, topoclimática e microclimática (RIBEIRO, 1993); (III) a evolução histórica do processo de uso e ocupação do solo urbano, sobretudo pela maior intensidade do processo de verticalização do hipercentro (ASSIS, 2010); (IV) aos fatores geográficos locais do sítio urbano que condicionam as trocas de energia entre a superfície e a atmosfera, como as características dos adensamentos populacionais (horizontal e vertical), as propriedades físicas e químicas dos materiais que compõem os elementos urbanos (concreto, asfalto, telhados, etc), a prevalência das atividades econômicas desenvolvidas (industrial, comercial, residencial), a intensidade dos fluxos de veículos de transporte, a distribuição das áreas verdes nas cidades, etc (JARDIM, 2007).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho possibilitou identificar que as alterações encontradas nos últimos 30 anos para a temperatura do ar em Belo Horizonte proporcionaram o aumento das médias anuais das temperaturas Máxima, Média Compensada e Mínima em relação às condições presentes nas Normais Climatológicas de 1931/1960 e também nas Normais Climatológicas de 1961/1990.

A classificação da intensidade térmica anual aponta um maior incremento sequencial das temperaturas Máxima e Média Compensada nos últimos 6 anos, enquanto a Mínima não aponta a ocorrência de padrões sequenciais nítidos. Por fim, as análises dos testes de tendência indicaram que dentre as séries históricas analisadas houve o aumento das temperaturas Máxima e Média Compensada no período de 30 anos, enquanto que a Mínima não apresentou tendência significativa de alteração.

Os resultados obtidos, sobretudo os relacionados as alterações temporais da temperatura do ar, dizem respeito somente a análise local do município de Belo Horizonte. A partir desta constatação é importante salientar a necessidade de compreender as razões que desencadearam os fatos observados, seja pelo reflexo das condições ambientais resultantes da constante e intensa transformação do entorno do espaço urbano onde está localizada a estação meteorológica nas últimas décadas e/ou pelas possíveis alterações nos padrões térmicos em outras escalas espaciais do clima (regional e/ou zonal).

Conclui-se que somente será possível realizar uma explicação das causas que originaram as condições identificadas e descritas neste trabalho através: (I) do detalhamento da evolução histórica do processo de urbanização horizontal e vertical de Belo Horizonte; (II) da comparação dos resultados identificados na área de estudo com outras localidades para o mesmo recorte temporal adotado neste trabalho, com o intuito de verificar se as características observadas dizem respeito somente ao recorte espacial da capital mineira.

Referências

ÁVILA, L. F.; MELLO, C. R.; YANAGI, S. N. M.; SACRAMENTO NETO, O. B. Tendências de temperaturas mínimas e máximas do ar no Estado de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 49, n. 4, p. 247-256, Abr 2014. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/pab/a/kmkSZdj3cgZnnfCrXXX54Ph/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 23 abr. 2020.

ASSIS, W. L. **O sistema clima urbano do município de Belo Horizonte na perspectiva tempo-espacial**. 2010. 319 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010. Disponível em: <<https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/MPBB-89XH5T>>. Acesso em: 14 dez. 2020.

BLAIN, G.C. Séries anuais de temperatura máxima média do ar no estado de São Paulo: variações e tendências climáticas. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São Paulo, v.25, n.1, p.114-124, 2010. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbmet/a/jL96NnT7DjtsBrhz9nnpnTNz/>>. Acesso em: 14 dez. 2020.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Agropecuária. **Brasil em relevo**. Disponível em: <<https://www.cnpem.br/projetos/relevobr/>>. Acesso em: 18 dez 2020.

FAPESP. Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo. **2019 foi o ano mais quente já registrado no Brasil**. Disponível em: <<https://revistapesquisa.fapesp.br/2019-foi-o-ano-mais-quente-ja-registrado-no-brasil/>>. Acesso em: 18 dez 2020.

FERREIRA, C. C. M.; BATISTA, G. M. F.; VIANNA, Y. C. G.. Variações ou tendências climáticas: um estudo com as séries de temperatura do ar para a cidade de Juiz de Fora-MG. **Revista Ciências Humanas**, Viçosa, v. 15, n. 2, p. 414-433, jul./dez. 2015. Disponível em: <<https://periodicos.ufv.br/RCH/article/view/3096>>. Acesso em: 23 abr. 2020.

FERREIRA, P. S.; GALVÍNCIO, J. D.; GOMES, V. P.; SAOUZA, W. M. As perspectivas e divergências acerca do aquecimento global antropogênico. **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, v. 57, n. 51, p. 728-747, out./dez. 2017. Disponível em: <periodicos.pucminas.br/index.php/geografia/article/view/p.2318-2962.2017v27n51p728>. Acesso em: 23 abr. 2020.

HAMMER, Ø., HARPER, D.A.T., RYAN, P.D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia Electronica**. v. 4, n. 1, 2001. Disponível em: <<https://folk.uio.no/ohammer/past/>>. Acesso em: 07 ago. 2020

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE cidades: Belo Horizonte**. Disponível em: <www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/>. Acesso em: 18 dez 2020a.

_____. **Malhas territoriais**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais.html>>. Acesso em: 18 dez 2020b.

_____. **Mapa de clima do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE; 2002. Escala 1:5.000.000. Disponível em: <geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/climatologia/mapas/brasil/Map_BR_clima_2002.pdf>. Acesso em: 28 set. 2020.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa**. Disponível em: <www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/>. Acesso em: 02 jan 2021a.

_____. **Normais Climatológicas 1961/1990**. Disponível em: <<https://clima.inmet.gov.br/NormaisClimatologicas/1961-1990/>>. Acesso em: 02 jan 2021b.

JARDIM, C. H. **Proposta de síntese climática a partir do comportamento térmico e higrométrico do ar em áreas urbanas**. 2007. 357 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007. Disponível em: <<http://repositorio.unicamp.br/Busca/Download?codigoArquivo=501686>>. Acesso em: 02 jan. 2021.

LEMOS, B. C. S.; SILVA, L. P.; MIRANDA, W. L.; ABREU, L. G. Análise de tendência de mudanças climáticas para a região sul do estado de Minas Gerais no período de 1976 a 2006. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 10, n. 3, p. 25-33, jul./set. 2018. Disponível em: <<https://agrogeoambiental.ifsuldeminas.edu.br/index.php/Agrogeoambiental/article/view/1163/pdf>>. Acesso em: 23 abr. 2020.

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, jun. 2010. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbmet/a/ktXZMj6TktpZC4MkwXhCnSN/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 23 abr. 2020.

NASA, National Aeronautics and Space Administration. **NASA, NOAA Analyses Reveal 2019 Second Warmest Year on Record**. Disponível em: <<https://public.wmo.int/en/programmes/global-climate-observing-system>>. Acesso em: 15 dez. 2020.

NIMER, E. Um modelo metodológico da classificação de climas. **Revista Brasileira de Geografia - IBGE**, Rio de Janeiro, n. 4, ano 41, p. 59-89, out./dez.1979. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/115/rbg_1979_v41_n4.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2020.

NOAA, National Oceanic and Atmospheric Administration. **2019 was 2nd-hottest year on record for Earth say NOAA, NASA**. Disponível em: <<https://www.noaa.gov/news/2019-was-2nd-hottest-year-on-record-for-earth-say-noaa-nasa>>. Acesso em: 15 dez. 2020.

OLIVEIRA, D.; BORROZZINO, E. Sazonalidade das tendências de temperatura do ar e precipitação pluvial no estado do Paraná. **Agrometeoros**, Passo Fundo, v. 26, n. 1, p. 139-144, Jul. 2018. Disponível em: <<https://seer.sct.embrapa.br/index.php/agrometeoros/article/view/26315>>. Acesso em: 23 abr. 2020.

RIBEIRO, A. G. As escalas do clima. **Boletim de Geografia Teorética**. Rio Claro: v. 23, p. 288-294, 1993.

ROGERSON, P. A. **Métodos estatísticos para geografia**: um guia para o estudante. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.

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, v. 31, n. 1, p. 64-73, Mar. 2016. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/rbmet/v31n1/0102-7786-rbmet-31-01-0064.pdf>>. Acesso em: 23 abr. 2020.

SANT'ANNA NETO, J. L. Da complexidade física do universo ao cotidiano da sociedade: mudança, variabilidade e ritmo climático. **Terra Livre**, São Paulo, v. 1, n. 20, p. 51-63, 2003. Disponível em: <www.agb.org.br/publicacoes/index.php/terralivre/article/download/325/308>. Acesso em: 23 nov. 2020.

SILVESTRE, M. R.; SANT'ANNA NETO, J. L.; FLORES, E. F. Critérios estatísticos para definir anos-padrão: uma contribuição à Climatologia Geográfica. **Formação (Presidente Prudente)**, v. 2, p. 23-53, 2013. Disponível em: <<http://revista.fct.unesp.br/index.php/formacao/article/download/2360/2398>>. Acesso em: 23 abr. 2020.

WMO, World Meteorological Organization. **Calculation of monthly and annual 30-year standard normals**. Genebra, 1989. (WMO. Technical document, n. 341; WCDP, n.10). Disponível em: <www.posmet.ufv.br/wp-content/uploads/2016/09/MET-481-WMO-341.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2020.

_____. **WMO confirms 2019 as second hottest year on record**. Disponível em: <<https://public.wmo.int/en/media/press-release/wmo-confirms-2019-second-hottest-year-record>>. Acesso em: 15 dez. 2020.