



ISSN: 2230-9926

Available online at <http://www.journalijdr.com>

# IJDR

International Journal of Development Research

Vol. 11, Issue, 11, pp. 52318-52320, November, 2021

<https://doi.org/10.37118/ijdr.23478.11.2021>



RESEARCH ARTICLE

OPEN ACCESS

## AUMENTO DA TEMPERATURA NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO

Gabriela Rodrigues da Costa<sup>1,\*</sup> and Henderson Silva Wanderley<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Solos, Instituto de Agronomia - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

<sup>2</sup>Departamento de Ciências Ambientais, Instituto de Floresta – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

### ARTICLE INFO

#### Article History:

Received 18<sup>th</sup> August, 2021

Received in revised form

20<sup>th</sup> September, 2021

Accepted 29<sup>th</sup> October, 2021

Published online 30<sup>th</sup> November, 2021

#### Key Words:

Urban Climate,  
Climate Change, Air Temperature, Trend.

#### \*Corresponding author:

Gabriela Rodrigues da Costa

Copyright © 2021, Gabriela Rodrigues da Costa and Henderson Silva Wanderley. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Citation: Gabriela Rodrigues da Costa and Henderson Silva Wanderley. "Aumento da temperatura no município do Rio de Janeiro", *International Journal of Development Research*, 11, (11), 52318-52320.

### ABSTRACT

The expansion of cities has brought economic and social changes, population growth, as well as ecological, environmental and climate problems. However, for large cities such as Rio de Janeiro, research about the increase in temperature is still scarce. Thus, the aim of this study was to identify changes in air temperature in the city of Rio de Janeiro. Two climatological periods 1961-1983 and 1991-2017 were used for analysis. The monthly mean air temperature data were subjected to descriptive statistical analysis and application of the Student t test, adopting a statistical significance of 5%. The results showed an increase in extreme minimum and maximum temperatures with statistical significance between the monthly averages of the climatological periods for all months of the year.

## INTRODUCTION

A rápida expansão das cidades trouxe mudanças econômicas e sociais, como rápido crescimento populacional e desenvolvimento de infraestrutura, problemas ecológicos e ambientais, como aquecimento global, poluição do ar e redução da biodiversidade. O processo de urbanização é um dos principais fatores que influenciam o aumento da temperatura do ar próximo a superfície. A busca por renda e melhores condições de vida levaram a ocupação dos grandes centros urbanos de maneira desorganizada e intensa. Esta reorganização espacial, levou a um intenso processo de urbanização, que é um dos principais fatores que influenciam o aumento da temperatura do ar próximo a superfície. A cidade do Rio de Janeiro (CRJ) é a segunda cidade mais populosa do país (IBGE, 2020), e seu intenso processo de urbanização levou a mudanças expressivas na paisagem fluminense. A substituição do solo em vias públicas por asfalto, e a remoção de vegetação nativa, para construções nos segmentos de infraestrutura e edificações residenciais e comerciais, são alguns dos fatores responsáveis pelo desenvolvimento de microclimas urbanos, e das Ilhas de Calor urbanas (ICU) (Peres, 2018). Segundo Ferreira (2014) ICU são definidas como o desequilíbrio térmico entre a absorção e o armazenamento de energia solar, pelos materiais constituintes da superfície urbana. Esse distúrbio é inerente a modificação do albedo, onde superfícies mais escuras absorvem maior quantidade de radiação

solar, modificando as interações entre o ar atmosférico e o tipo de superfície existente no ambiente construído, alterando o balanço de energia entre a superfície e o ar próximo a superfície. O aquecimento do ar próximo a superfície pode causar desequilíbrios no perfil térmico e aerodinâmico nos grandes centros urbanos (Wanderley *et al.*, 2019). O aumento da temperatura do ar nos centros urbanos pode ser potencializado pelo aumento na poluição do ar urbano. A substituição de florestas nativas por centros urbanos diminui a interceptação da radiação solar pela copa das árvores, alterando o balanço de energia e os processos físicos de dissipação da temperatura. Wanderley e Miguel (2019), identificaram aumentos significativos, de até 7°C, entre áreas urbanizadas e de florestas urbanas adjacentes na CRJ. De acordo com Sayão *et al.* (2020), solos descobertos apresentam tendência de aumento da temperatura do ar em superfície, quando comparados a solos cobertos por vegetação. As variações de temperatura em escalas intra-urbanas são significativamente moduladas pela forma urbana e tipos de cobertura do solo. As áreas vegetais são sistematicamente mais frias do que as superfícies impermeáveis, independentemente das condições meteorológicas (Emery *et al.*, 2021). As mudanças induzidas por processos antropogênicos, como fluxo de calor latente e sensível, podem impactar em mudanças na temperatura do ar e na umidade, principalmente nas áreas comerciais e/ou industriais (Li e Liu, 2021). Assim, analisar a variação da temperatura do ar nos centros urbanos é importante, para se caracterizar e identificar alterações e tendências,

que possam que podem proporcionar modificações do ambiente. Consoante, o aumento da temperatura do ar nos centros urbanos leva a implicações na saúde humana e animal, gestão de energia, aumento dos riscos de ocorrência de desastres naturais, entre outros (Pereira *et al.*, 2021). Deste modo, o objetivo deste estudo foi identificar mudança da temperatura do ar do município do Rio de Janeiro.

## IDENTIFY, RESEARCH AND COLLECT IDEA

O estudo foi realizado para a CRJ (Latitude: 22° 54' 13" Sul, Longitude: 43° 12' 35" Oeste) localizada na região Sudeste do Brasil (Figura 1). O município possui extensão territorial de aproximadamente 1.200,329 km<sup>2</sup> (IBGE, 2019). A população da CRJ é estimada em 6.747.815 milhões de habitantes, sendo classificado como o segundo município mais populoso do Brasil (IBGE, 2020). Em relação a economia brasileira, a região Sudeste é a mais desenvolvida do país, com o segundo maior PIB per capita do Brasil (IBGE, 2019).

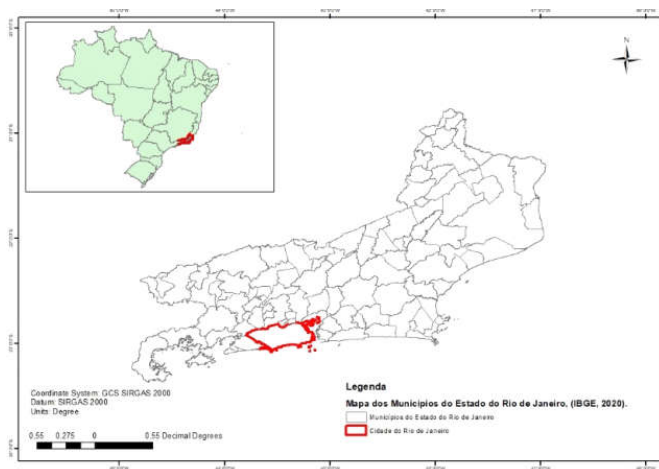


Figura 1. Mapa do Estado do Rio de Janeiro (RJ). Em destaque a região metropolitana do RJ.

Para a elaboração desta pesquisa foi utilizado médias mensais de temperatura do ar entre os anos de 1961 a 2017. Os dados foram coletados foram disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), que é responsável pela estação meteorológica do Rio de Janeiro (-22,88°, -43,18°). A série de dados foi dividida em dois períodos climatológicos, de acordo com a disponibilidade dos dados sem falhas do INMET, em: 1961-1983 e 1991-2017. Os dados de temperatura média do ar mensal, para os intervalos climatológicos em análise, foram submetidos a análise estatísticas de média, mediana, amplitude, variância, desvio padrão, análise de frequência e de tendência, por meio do coeficiente angular (b) da regressão linear. A análise da distribuição de frequência foi utilizada para identificar possível aumento da temperatura do ar entre os intervalos climatológicos. A análise para o coeficiente angular foi realizada para identificar possíveis alterações nas distribuições dos dados, entre os intervalos climatológicos e os meses analisados, respectivamente. Para maior confiabilidade dos resultados obtidos foi aplicado o teste estatístico t de Student, para identificar diferenças entre as médias mensais de cada período climatológico, e para os coeficientes angulares (b), obtidos após análise de regressão linear. Para ambas as aplicações do teste estatístico foi adotada significância estatística de 5%. O teste t de Student e a análise da regressão linear foram utilizados de acordo com a metodologia descrita em Wanderley *et al.* (2014).

## WRITE DOWN YOUR STUDIES AND FINDINGS

Nos resultados obtidos foi identificado aumento médio mensal nas temperaturas extremas mínimas maior do que 2,0 °C. Para as temperaturas extremas máximas e média, o aumento foi próximo de 1,50 °C, entre os períodos climatológicos analisados (Tabela 1). A aplicação do teste t de Student apresentou significância estatística

entre as médias mensais dos períodos climatológicos para todos os meses do ano. Na Tabela 1 é possível observar, por meio da estatística descritiva, as variações em cada métrica estatística analisada. É observado os maiores aumento na temperatura do ar nos valores extremos mínimos mensais, embora os extremos máximos também apresentem aumento. Os resultados obtidos por Wanderley *et al.* (2019) também indicaram aumento da temperatura do ar para todos os meses do ano, destacando-se a temperatura máxima, pelo aumento anômalo nos meses que compõem as estações de outono e primavera. Já para a temperatura mínima, o maior aumento foi observado entre a primavera, verão e outono. A maior diferença na média mensal da temperatura do ar, entre os períodos em análise, ocorreu no mês de outubro (+ 2,21 °C). O menor aumento na média foi observado no mês de maio (+0,95 °C). Os resultados obtidos neste estudo corroboram com os encontrados por Wanderley *et al.* (2019). Peres *et al.* (2018), também encontrou em diferentes intervalos na CRJ, e observou por imagens de satélite, os efeitos da urbanização sobre a temperatura do ar. Parte do aumento na temperatura do ar é explicada pelo processo de urbanização observado na CRJ nas últimas décadas. A intensificação das ICU explica a variabilidade encontrada na temperatura, tanto sazonal quanto anual, observadas nas séries de temperatura, as quais podem contribuir com um aumento médios mensais de até 3° C (Basset *et al.*, (2021)). A mediana apresentou resultados semelhantes àqueles observados na média, com aumento médio em todos os meses analisados. O maior aumento da mediana (+2,27°C), que ocorreu no mês de fevereiro. O mês de novembro apresentou maior aumento no desvio padrão e no coeficiente de variação, indicando maior dispersão dos valores em relação à média. O maior aumento da temperatura do ar no período da primavera-verão pode contribuir para a intensificação do estresse por calor, o qual pode se tornar um sério problema de saúde e conforto para os grandes centros urbanos, como a cidade do Rio de Janeiro, aumentando os impactos associados às mudanças climáticas (Algeciras *et al.*, 2021). Os meses de março, junho, agosto e novembro apresentaram valores maiores de amplitude térmica no segundo intervalo de estudo. O mês de julho apresentou a maior diminuição da amplitude térmica entre os períodos (-2,47°C), e o mês de novembro o maior aumento nesta mesma métrica (+3,16°C). Esse resultado pode ser explicado pelo aumento da temperatura média mínima e máxima do ar em quase todos os meses, exceto em julho que apresentou decréscimo no valor da médias máximas entre os intervalos (-0,11°C), e aumento de 2,37°C nas médias mínimas de temperatura do ar. Os maiores valores de desvio padrão (DP) foram observados nos meses de novembro, março, janeiro, fevereiro, outubro, junho e agosto respectivamente, indicando maior dispersão em relação a temperatura média mensal nestes meses. A análise de frequência mostrou diferenças no número de classes de frequências das temperaturas médias mensais, entre os intervalos climatológicos. Quase todos os meses apresentaram aumento das temperaturas máximas, exceto por julho e setembro. E, todos os meses apresentaram diminuição nas classes de temperatura mínima no intervalo mais recente (Figura 2).

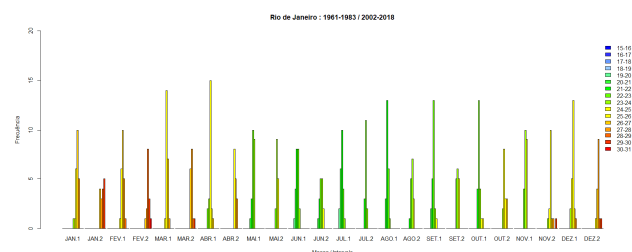


Figura 2. Frequência da Temperatura média mensal para o município do Rio de Janeiro

Os meses de abril e novembro apresentaram os maiores aumentos nas classes de temperatura mínima e máxima, respectivamente. No mês de abril foi observado diminuição de 3 classes para temperaturas mínimas e uma nova classe nas temperaturas máximas, indicando aumento da temperatura mínima e da temperatura máxima no período mais recente. Resultados semelhantes foram encontrados nos meses de julho e setembro, que apesar de não apresentarem aumento na

Tabela 1. Medidas estatísticas dos intervalos climatológicos utilizados

		1961-1983											
Medidas Estatísticas	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
Valor Mínimo	23,94	24,80	24,72	22,67	20,64	19,89	19,09	20,27	20,71	21,72	22,21	23,44	22,74
Valor Máximo	27,84	28,95	27,01	26,37	23,91	23,61	23,55	23,07	24,36	25,10	24,92	27,31	24,53
Amplitude	3,90	4,15	2,29	3,70	3,26	3,72	4,46	2,80	3,65	3,37	2,71	3,87	1,79
Mediana	26,21	26,46	25,92	24,26	22,88	21,79	21,31	21,79	22,21	22,71	23,86	25,21	23,76
Média	26,21	26,56	25,93	24,29	22,77	21,79	21,31	21,82	22,21	22,71	23,86	25,21	23,72
Variância	0,81	0,74	0,24	0,53	0,61	0,89	0,93	0,54	0,66	0,61	0,48	0,76	0,18
Desvio Padrão	0,90	0,86	0,49	0,73	0,78	0,94	0,96	0,74	0,81	0,78	0,69	0,87	0,42
C.V.	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,02
		1991-2017											
Medidas Estatísticas	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
Valor Mínimo	26,62	26,69	26,23	25,04	22,74	20,77	21,46	21,63	22,18	23,93	23,80	25,67	24,77
Valor Máximo	29,97	30,56	29,23	27,59	24,97	24,79	23,44	24,80	24,84	26,97	29,68	29,22	25,95
Amplitude	3,35	3,86	3,00	2,56	2,22	4,02	1,99	3,17	2,67	3,05	5,87	3,55	1,18
Mediana	28,12	28,72	27,34	26,15	23,67	22,92	22,38	23,15	23,52	24,86	25,56	27,24	25,39
Média	28,12	28,72	27,34	26,15	23,72	22,92	22,40	23,18	23,52	24,92	25,75	27,24	25,33
Variância	1,17	0,98	0,48	0,50	0,41	1,01	0,28	0,63	0,57	0,72	1,46	0,70	0,13
Desvio Padrão	1,08	0,99	0,69	0,71	0,64	1,01	0,53	0,80	0,75	0,85	1,21	0,84	0,36
C.V.	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,02	0,03	0,03	0,03	0,05	0,03	0,01

classe das temperaturas máximas, foi observado diminuição das classes de temperatura mínima. Estes resultados indicam aumento da temperatura média mínima mensal do ar em todos os meses, e aumento da temperatura média mensal máxima para quase todos os meses exceto julho e setembro. O aumento da temperatura inerente a mudanças no uso do solo pode ser potencializada pela ação das mudanças climáticas (Dodman, 2009). Para essas mudanças, as cidades necessitam de novas estratégias de adaptação para enfrentar o aquecimento global de uma perspectiva urbana integrada (Reckien *et al.*, 2018). Da mesma forma, o efeito de mudanças na superfície terrestre e das alterações climáticas em escala global sobre as cidades contribui para alterar as condições climáticas em micro, meso e macroclimáticas (Oke *et al.*, 2017).

## CONCLUSION

A análise dos dados de temperatura do ar para a cidade do Rio de Janeiro mostrou tendência de aumento da temperatura do ar média mensal mínimas e máximas, a qual é observada para todos os meses, com significância estatística, quando comparados os dois intervalos climatológicos analisados. As estações de transição (primavera e outono) apresentaram os maiores aumentos na temperatura do ar. A maior mudança média foi observada no mês de outubro, e a maior dispersão dos dados para o mês de novembro. A significância encontrada nos valores do coeficiente angular indica alteração significativa entre os dados de temperatura média do ar. A frequência das temperaturas mostrou redução do número de classes entre os intervalos climatológicos. Essa diminuição é decorrente do aumento da temperatura mínima em todos os meses, que levou a redução das classes de menores frequências e aumento do número de classes que indicam temperaturas médias mensais do ar maiores.

## REFERENCES

- Young, G. O. 1964. "Synthetic structure of industrial plastics (Book style with paper title and editor)," in *Plastics*, 2nd ed. vol. 3, J. Peters, Ed. New York: McGraw-Hill, 1964, pp. 15-64.
- Algeciras, J.R., Tablada, A., Nouri, A.S., Matzarakis, A. 2021. Assessing the influence of street configurations on human thermal conditions in open balconies in the Mediterranean climate. *Urban Clim.* 40:100975.
- Basset, R., Basset, J., Phillipso, J., Young J.P., Blair, G.S. 2021. Climate driven trends in London's urban heat island intensity reconstructed over 70 years using a generalized additive model. *Urban Clim.* 40:100990.
- Dodman, D. 2009. Blaming cities for climate change? An analysis of urban greenhouse gas emissions inventories. *Environ. Urban.* 21: 185-201.
- Emery, J., Pohl, B., Crétat, J., Richard, Y., Pergaud, J., Rega, M., Zito, S., Dudek, J., Vairet, T., Joly, D., Thévenin, T. 2021. How local climate zones influence urban air temperature: Measurements by bicycle in Dijon, France. *Urban Clim.* 40: 101017.
- Ferreira, C.C.M. 2014. Modelo para análise das variáveis de cobertura da terra e a identificação de microclimas, em centros urbanos. *Rev. Bras. Climatolog.* 14: 50-75.
- IBGE, 2019 – Área dos municípios 2019. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15761-areas-dos-municipios.html?t=acesso-ao-produto&c=1100015>>. Acesso em 20 de novembro de 2020.
- IBGE, 2020 – Estimativas da população com referência a 2020. Disponível em: < <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-detalle-de-midia.html?view=mediaibge&catid=2103&id=3098>>. Acesso em 20 de novembro de 2020.
- Li, X.X., Liu, X. 2021. Effect of tree evapotranspiration and hydrological processes on urban microclimate in a tropical city: A WRF/SLUCM study. *Urban Clim.* 40: 101009.
- Oke, T.R., Mills, G., Christen, A., Voegt, J.A. 2017. *Urban Climates*, Cambridge University Press. 1:14-43.
- Peres, L.F., Lucena, A.J., Almeida, J.R. 2018. The urban heat island in Rio de Janeiro, Brazil, in the last 30 years using remote sensing data. *Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf.* 64: 104-116.
- Pereira, R.M.S., Wanderley, H.S., Delgado, R.C. 2021. Homogeneous regions for rainfall distribution in the city of Rio de Janeiro associated with the risk of natural disasters. *Nat. Hazards.* 108: 234-248.
- Reckien, D., Salvia, M., Heidrich, O., Church, J.M., Pietrapertosa, F., Gregorio-Hurtado, S., D'Alonzo, V., Foley, A., Simoes, S.G., Krkoška, E., Orru, H., Wejs, K., Flacke, J.A., Olazabal, M., Geneletti, D., Felio, E., Vasilie, S., Nador, C., Krook-Riekkola, A., Matosović, M., Fokaides, P.A., Ioannou, B.I., Flamos, A., Spyridaki, N.A., Balzan, M. V., Fülöp, O., Paspaldzhiev, I., Grafakos, S., Dawson, R. 2018. How are cities planning to respond to climate change? Assessment of local climate plans from 885 cities in the EU-28. *J. Clean. Prod.* 191: 207-219.
- Sayão, V.M., Santos, N.M., Mendes, W.S., Marques, K.P.P., Safanelli, J.L., Poppiel, R.R., Demattê, J.A.M. 2020. Land use/land cover changes and bare soil surface temperature monitoring in southeast Brazil. *Geoderma Reg.* 22: e00313.
- Wanderley, H.S., Fernandes, R.C., Carvalho, A.L. 2019. Aumento das temperaturas extremas na cidade do Rio de Janeiro e o desvio ocasionado durante um evento de El Niño intenso. *Rev. Bra. Geog. Fisic.* 12: 1291-1301.
- Wanderley, H.S., Miguel, V.C. 2019. Mudança dos elementos meteorológicos em função da degradação da floresta urbana. *Ciênc. Florest.* 29: 834-843.
- Wanderley, H.S., Sedyama, G.C., Justino, F.B., Alencar, L.P., Delgado, R.C. 2013. Variabilidade da precipitação no Sertão do São Francisco, estado de Alagoas. *Rev. Bra. Eng. Agríc. Ambient.* 17: 790-795.