

# Associação Entre Temperatura e Umidade com Mortalidade: Um Estudo Ecológico

Association Between Temperature and Humidity With Mortality: An Ecological Study

Asociación Entre Temperatura y Humedad con la Mortalidad: Un Estudio Ecológico

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi analisar a associação entre temperatura e umidade, em relação aos óbitos por doenças cardiovasculares e pulmonares no município de Ribeirão Preto, SP, em 2019, projetando cenários futuros dessas variáveis. Foi realizado um estudo ecológico no qual os óbitos foram classificados conforme os Capítulos IX e X da Classificação Internacional de Doenças-10, segundo declarações de óbito e dados de temperatura e umidade. O Capítulo IX representou 23% e o Capítulo X 24,9% dos óbitos, sendo 53% do sexo masculino, 84% acima de 80 anos e 83,2% brancos. O maior coeficiente foi no Centro (5,8/1.000 habitantes), e junho apresentou o maior número de óbitos (242). As temperaturas variaram de 3,9°C a 39°C e a umidade de 37% a 96,5%. As baixas temperaturas e umidade foram associadas ao aumento da mortalidade, com o aumento dessas variáveis reduzindo os óbitos em 3,1% semanalmente. Ribeirão Preto tem um perfil climatológico quente e seco, com mortes principalmente por doenças respiratórias.

**DESCRIPTORIOS:** Mudanças climáticas; Mortalidade; Temperatura; Umidade; Doenças do trato respiratório.

## ABSTRACT

The objective of this study was to analyze the association between temperature and humidity, in relation to deaths from cardiovascular and pulmonary diseases in the municipality of Ribeirão Preto, SP, in 2019, projecting future scenarios of these variables. An ecological study was carried out in which deaths were classified according to Chapters IX and X of the International Classification of Diseases-10, according to death certificates and temperature and humidity data. Chapter IX represented 23% and Chapter X 24.9% of the deaths, with 53% being male, 84% over 80 years old, and 83.2% white. The highest coefficient was in the Center (5.8/1,000 inhabitants), and June had the highest number of deaths (242). Temperatures ranged from 3.9°C to 39°C and humidity from 37% to 96.5%. The low temperatures and humidity were associated with an increase in mortality, with an increase in these variables reducing deaths by 3.1% weekly. Ribeirão Preto has a hot and dry climatological profile, with deaths mainly due to respiratory diseases.

**DESCRIPTORS:** Climate change; Mortality; Temperature; Humidity; Respiratory tract diseases.

## RESUMEN

El objetivo de este estudio fue analizar la asociación entre la temperatura y la humedad en relación con las muertes por enfermedades cardiovasculares y pulmonares en el municipio de Ribeirão Preto, SP, en 2019, proyectando escenarios futuros para estas variables. Se realizó un estudio ecológico en el que las muertes se clasificaron según los Capítulos IX y X de la Clasificación Internacional de Enfermedades-10, basándose en certificados de defunción y datos de temperatura y humedad. El Capítulo IX representó el 23% y el Capítulo X el 24,9% de las muertes, siendo el 53% hombres, el 84% mayores de 80 años y el 83,2% blancos. El coeficiente más alto se registró en el centro de la ciudad (5,8/1.000 habitantes), y junio presentó el mayor número de muertes (242). Las temperaturas variaron de 3,9°C a 39°C y la humedad de 37% a 96,5%. Las bajas temperaturas y la humedad se asociaron con un aumento de la mortalidad, con el aumento de estas variables reduciendo las muertes en un 3,1% semanalmente. Ribeirão Preto tiene un perfil climático cálido y seco, con muertes principalmente por enfermedades respiratorias.

**DESCRITORES:** Cambio climático; Mortalidad; Temperatura; Humedad; Enfermedades del tracto respiratorio.

RECEBIDO EM: 21/01/2025 APROVADO EM: 31/01/2025

**Como citar este artigo:** Moreira JPL, Barbosa-Junior F, Bellissimo-Rodrigues F, Souza JP, Santos LL. Associação Entre Temperatura e Umidade com Mortalidade: Um Estudo Ecológico. Saúde Coletiva (Edição Brasileira) [Internet]. 2025 [acesso ano mês dia];15(93):14492-14499. Disponível em: DOI: 10.36489/saudecoletiva.2025v15i93p14492-14499

**ID** **João Paulo Lima Moreira**  
Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto. Geógrafo e Doutor em Ciências.  
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6015-0815>

**ID** **Francisco Barbosa-Junior**  
Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto. Bioinformata e Doutor em Ciências.  
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4596-1094>

**ID** **Fernando Bellissimo-Rodrigues**  
Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto. Médico infectologista e Professor Doutor do Departamento de Medicina Social da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto.  
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3736-7127>

**ID** **João Paulo Souza**  
Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto. Médico sanitário e Professor titular do Departamento de Medicina Social da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto.  
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2288-4244>

**ID** **Luciane Loures dos Santos**  
Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto. Média de família e comunidade e Professora doutora do Departamento de Medicina Social da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto  
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2585-1544>

## INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas têm várias consequências não intencionais para o planeta. O relatório de 2023 do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) apresenta projeções e novas descobertas científicas relacionadas às mudanças climáticas. Os efeitos das mudanças climáticas ocorrem regional e globalmente e afetam as pessoas. As mudanças climáticas podem ter impactos significativos na saúde humana, pois estão associadas a eventos climáticos extremos, qualidade do ar, produtividade agrícola, fornecimento e uso de água e migração.<sup>1</sup>

Mudanças na precipitação e na temperatura são esperadas como resultado das mudanças climáticas. Pessoas com problemas cardiovasculares, especialmente os idosos, são mais vulneráveis a ondas de calor, levando ao aumento de hospitalizações e mortes, como foi observado em algumas cidades da Europa.<sup>2,3</sup>

Um estudo<sup>4</sup> examinou a correlação entre o excesso de mortes e diferentes cenários de temperatura variando de 1,5 a 4°C em 23 países, e descobriu que um aumento de até 2°C, em linha com o Acordo de Paris, poderia levar a um aumento significativo nas fatalidades relacionadas à temperatura. O número de mortes continua a aumentar à medida que as temperaturas

umentam, particularmente na Europa e no Sudeste Asiático. No entanto, à medida que as temperaturas diminuem, essas mortes diminuem. Outro estudo<sup>5</sup> observou uma tendência semelhante no Brasil, onde um aumento na temperatura foi associado a um aumento nas mortes relacionadas a problemas cardiovasculares, enquanto uma diminuição na temperatura foi associada a uma diminuição nessas mortes.

Um estudo<sup>6</sup> realizado no estado brasileiro do Paraná encontrou uma diminuição nas hospitalizações por doenças respiratórias e cardiovasculares, mas um aumento nas mortes por causas respiratórias. O estudo descobriu que altas temperaturas combinadas com baixa umidade foram associadas a mais hospitalizações por doenças cardiovasculares, enquanto baixas temperaturas foram associadas a mais hospitalizações por doenças respiratórias. Também descobriu que idosos tinham maior risco de sofrer de ambos os tipos de doenças.

Numerosos estudos investigaram a associação entre temperatura, umidade e mortalidade em diferentes países e regiões, como a América Latina<sup>7</sup> ou Sul da Ásia.<sup>8</sup> No Brasil, as pesquisas muitas vezes se concentram em grandes centros urbanos e capitais estaduais<sup>9</sup>, em vez de áreas rurais. O objetivo deste estudo foi analisar a potencial associação entre temperatura e umidade com óbitos por doenças car-

diovasculares e do trato respiratório no município de Ribeirão Preto, SP, Brasil, utilizando dados climatológicos de 2019. Cenários futuros foram projetados com base nas mudanças nessas variáveis.

## MÉTODOS

Este estudo ecológico analisou os óbitos relacionados aos capítulos IX (Doenças do aparelho circulatório) e X (Doenças do aparelho respiratório) da Classificação Internacional de Doenças (CID-10)<sup>10</sup>, no município de Ribeirão Preto, SP, em 2019, e sua associação com temperatura e umidade.

Os dados foram obtidos de declarações de óbito (DO) emitidas pelos cartórios do município. As variáveis selecionadas para análise incluíram sexo (masculino/feminino), faixa etária, etnia (branca, preta, amarela, parda), endereço e causa da morte. Os endereços foram alocados nas seis regiões do município (Centro, Zona Leste, Norte, Oeste, Zona Sul e bairro Bonfim Paulista). A etnia foi classificada como branca/não branca (branca e amarela/parda e preta). A data do óbito também foi registrada e classificada por mês. A causa da morte foi então classificada de acordo com os 22 capítulos da CID-10 com os dois capítulos mencionados acima analisados separadamente dos demais. Os dados foram coletados entre fevereiro e agosto de 2021.

Os dados de temperatura e umidade foram obtidos no site da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB).<sup>11</sup> Foram calculados os valores mínimo, médio e máximo para os dados de temperatura, enquanto apenas os valores médios foram calculados para os dados de umidade. Os dados também foram agrupados por mês do ano de 2019. Foram calculadas as taxas por regiões do município por 1.000 habitantes.

Os dados socioeconômicos foram obtidos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)<sup>12</sup> para o ano de 2010. Foi criado um mapa da renda média nominal mensal por domicílio com base nos setores censitários definidos pelo IBGE. Os óbitos por doenças cardiovasculares e respiratórias foram plotados em um mapa de densidade, destacando as áreas com maior incidência de óbitos para cada capítulo. Todos os mapas foram criados usando o software QGIS 3.30.1.

Um modelo de regressão múltipla de Poisson<sup>13</sup> foi usado para investigar a relação entre variáveis climáticas e o número

de mortes semanais para os capítulos IX e IX do CID-10. A variável de resposta foi uma contagem, e o modelo permitiu efeitos principais e interações com o tempo (número da semana do ano de 2019) e funções harmônicas (com base nas funções seno e cosseno para modelar picos e vales da série). A comparação das tendências de taxas ao longo do tempo é possível examinando a interação entre as variáveis de interesse e a semana. Um parâmetro de deslocamento de log (população/100.000) foi usado para estimar a taxa. O software estatístico R versão 4.0.4 foi empregado, com um nível de significância de 5% foi adotado.

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (Parecer: 4.543.831). O acesso às certidões de óbito foi autorizado pelo juiz supervisor dos cartórios, em conformidade com os princípios éticos, o sigilo da pesquisa e a Lei de Proteção de Dados (Lei 13.709/2018).<sup>14</sup> Este artigo faz parte do Projeto de Estudos de Mortalidade em

Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil.

## RESULTADOS

Ribeirão Preto teve um total de 4.394 óbitos em 2019. Destes óbitos, 1.009 (23%) foram classificados no Capítulo IX, e 1.093 (24,9%) no Capítulo X da CID-10, representando 47,9% do total de óbitos. Destes totais, 53% eram do sexo masculino, e 83,2% eram brancos. Indivíduos com 60 anos ou mais representaram 84% de todos os óbitos notificados (Tabela 1). A idade média dos falecidos foi de 76,3 anos, com mediana de 77 anos. A idade média foi de 76,9 anos para as mulheres e 71,3 anos para os homens.

Pessoas brancas representavam 70,7% da população da cidade e representavam 83,5% dos óbitos. Pessoas não brancas representavam 29,3% da população, e apenas 16,4% dos óbitos. Os não brancos foram representados por 9,9% de pardos e 6,5% de pretos. A faixa etária mais afetada foi de 70 anos ou mais (67%) e a menos afetada foi de 20 a 29 anos (0,6%).

**Tabela 1- Variáveis analisadas do CD do município de Ribeirão Preto, SP, Brasil segundo os meses de 2019.**

	Janeiro (N=171)	Fevereiro (N=150)	Março (N=178)	Abril (N=189)	Maió (N=180)	Junho (N=242)	Julho (N=206)	Agosto (N=197)	Setembro (N=163)	Outubro (N=129)	Novembro (N=141)	Dezembro (N=155)	2019 (N=2101)
<b>Faixa etária (anos)</b>													
0-19	3 (1.8%)	0 (0%)	2 (1.1%)	2 (1.1%)	4 (2.2%)	5 (2.1%)	8 (3.9%)	2 (1.0%)	1 (0.6%)	1 (0.8%)	2 (1.4%)	0 (0%)	30 (1.4%)
20-29	0 (0%)	1 (0.7%)	2 (1.1%)	2 (1.1%)	3 (1.7%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	2 (1.2%)	1 (0.8%)	1 (0.7%)	0 (0%)	12 (0.6%)
30-39	2 (1.2%)	1 (0.7%)	2 (1.1%)	3 (1.6%)	2 (1.1%)	4 (1.7%)	4 (1.9%)	2 (1.0%)	1 (0.6%)	3 (2.3%)	2 (1.4%)	5 (3.2%)	31 (1.5%)
40-49	10 (5.8%)	5 (3.3%)	6 (3.4%)	5 (2.6%)	5 (2.8%)	8 (3.3%)	5 (2.4%)	6 (3.0%)	5 (3.1%)	1 (0.8%)	8 (5.7%)	12 (7.7%)	76 (3.6%)
50-59	11 (6.4%)	21 (14.0%)	19 (10.7%)	12 (6.3%)	16 (8.9%)	19 (7.9%)	13 (6.3%)	11 (5.6%)	25 (15.3%)	15 (11.6%)	11 (7.8%)	12 (7.7%)	185 (8.8%)
60-69	29 (17.0%)	33 (22.0%)	29 (16.3%)	35 (18.5%)	31 (17.2%)	37 (15.3%)	29 (14.1%)	32 (16.2%)	22 (13.5%)	19 (14.7%)	25 (17.7%)	37 (23.9%)	358 (17.0%)
70+	116 (67.8%)	89 (59.3%)	118 (66.3%)	130 (68.8%)	119 (66.1%)	169 (69.8%)	147 (71.4%)	143 (72.6%)	107 (65.6%)	89 (69.0%)	92 (65.2%)	89 (57.4%)	1408 (67.0%)
Não informado	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (0.5%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (0.0%)
<b>Sexo</b>													
Feminino	86 (50.3%)	66 (44.0%)	88 (49.4%)	79 (41.8%)	100 (55.6%)	112 (46.3%)	98 (47.6%)	97 (49.2%)	80 (49.1%)	61 (47.3%)	72 (51.1%)	70 (45.2%)	1009 (48.0%)
Masculino	85 (49.7%)	84 (56.0%)	90 (50.6%)	110 (58.2%)	80 (44.4%)	130 (53.7%)	108 (52.4%)	100 (50.8%)	83 (50.9%)	68 (52.7%)	69 (48.9%)	85 (54.8%)	1092 (52.0%)
<b>Etnia</b>													
Branco	149 (87.1%)	120 (80.0%)	152 (85.3%)	159 (84.1%)	154 (85.6%)	190 (78.5%)	170 (82.5%)	173 (87.8%)	140 (85.9%)	106 (82.2%)	115 (81.6%)	125 (80.6%)	1753 (83.5%)
Não-Branco	22 (12.8%)	29 (19.4%)	26 (14.6%)	30 (15.9%)	26 (14.4%)	52 (21.5%)	35 (17%)	23 (11.7%)	23 (14.1%)	23 (17.9%)	26 (18.4%)	30 (19.4%)	345 (16.4%)
Não informado	0 (0%)	1 (0.7%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (0.5%)	1 (0.5%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	3 (0.1%)

Região													
Bonfim Paulista	4 (2.3%)	0 (0%)	3 (1.7%)	1 (0.5%)	1 (0.6%)	1 (0.4%)	7 (3.4%)	1 (0.5%)	2 (1.2%)	2 (1.6%)	0 (0%)	4 (2.6%)	26 (1.2%)
Centro	8 (4.7%)	8 (5.3%)	14 (7.9%)	9 (4.8%)	9 (5.0%)	10 (4.1%)	11 (5.3%)	10 (5.1%)	4 (2.5%)	5 (3.9%)	10 (7.1%)	9 (5.8%)	107 (5.1%)
Leste	25 (14.6%)	25 (16.7%)	24 (13.5%)	30 (15.9%)	28 (15.6%)	39 (16.1%)	38 (18.4%)	43 (21.8%)	28 (17.2%)	22 (17.1%)	17 (12.1%)	31 (20.0%)	350 (16.7%)
Norte	68 (39.8%)	58 (38.7%)	61 (34.3%)	85 (45.0%)	72 (40.0%)	121 (50.0%)	80 (38.8%)	66 (33.5%)	63 (38.7%)	44 (34.1%)	61 (43.3%)	53 (34.2%)	832 (39.6%)
Oeste	44 (25.7%)	47 (31.3%)	59 (33.1%)	46 (24.3%)	49 (27.2%)	46 (19.0%)	49 (23.8%)	54 (27.4%)	45 (27.6%)	43 (33.3%)	40 (28.4%)	45 (29.0%)	567 (27.0%)
Sul	21 (12.3%)	12 (8.0%)	17 (9.6%)	18 (9.5%)	21 (11.7%)	25 (10.3%)	21 (10.2%)	22 (11.2%)	21 (12.9%)	13 (10.1%)	12 (8.5%)	13 (8.4%)	216 (10.3%)
Não informado	1 (0.6%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (0.5%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (0.7%)	0 (0%)	3 (0.1%)
CID-10													
IX	75 (43.9%)	71 (47.3%)	83 (46.6%)	89 (47.1%)	88 (48.9%)	119 (49.2%)	90 (43.7%)	92 (46.7%)	78 (47.9%)	70 (54.3%)	72 (51.1%)	82 (52.9%)	1009 (48.0%)
X	96 (56.1%)	79 (52.7%)	95 (53.4%)	100 (52.9%)	92 (51.1%)	123 (50.8%)	116 (56.3%)	105 (53.3%)	85 (52.1%)	59 (45.7%)	69 (48.9%)	73 (47.1%)	1092 (52.0%)

Fonte: Banco de dados de certidões de óbito.  
 Elaborado pelos autores.

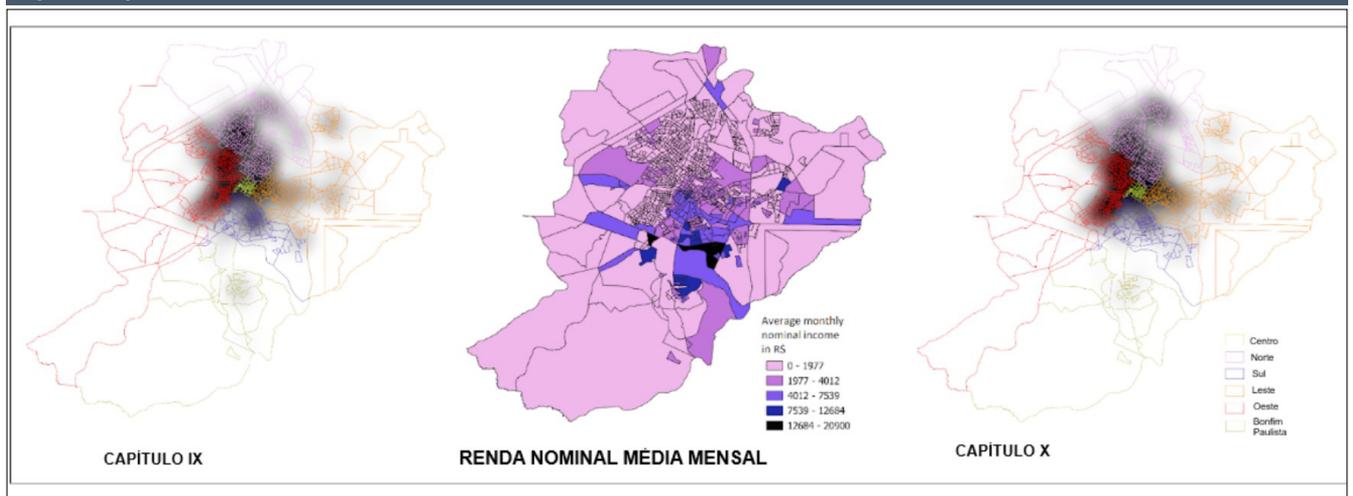
A Zona Norte apresentou o maior número total de óbitos (39,6%), mas, ao analisar as taxas, a região mais afetada foi o Centro (5,8/1.000 habitantes). As taxas para as demais regiões foram de 4,1/1.000 na Zona Norte; 3,7/1.000 na Zona Sul; 3,1/1.000 na Zona Oeste; 2,7/1.000 na Zona Leste; e a menor foi de 2,2/1.000 no distrito de Bonfim Paulista.

Apesar do alto número de óbitos, as regiões se distribuíram de forma relativamente uniforme pelo município, com

pequenas variações. O distrito de Bonfim Paulista registrou mais óbitos relacionados a doenças do aparelho circulatório do que a doenças do aparelho respiratório. Ao analisar a partir do Centro da cidade, percebe-se que as doenças do aparelho circulatório se espalham mais em direção à parte sul da Zona Sul, e padrão semelhante é observado na Zona Leste, principalmente na região de divisa com a Zona Norte, nas áreas periféricas. Fica claro, portanto, que embora o padrão de doenças nos dois sistemas seja homogêneo, o sistema circulatório está presente em mais regiões do que

o sistema respiratório, ainda que com menor número de óbitos. Em relação à renda, embora se observe um padrão semelhante, não se pode estabelecer uma relação conclusiva. No entanto, pode-se observar que na Zona Sul há maior concentração de riqueza, com menos óbitos relacionados ao sistema respiratório e mais óbitos relacionados ao sistema circulatório. Mesmo em Bonfim Paulista, onde o nível de renda é alto, há mais óbitos no Capítulo IX (Figura 1).

**Figura 1- Mapas de densidade de Kernel dos óbitos dos capítulos IX e X da CID-10 em 2019, e renda mensal e idade média das pessoas por censo em Ribeirão Preto, SP.**



Fonte: Base de dados da Certidão de Óbito do Cartório de Registro Civil de Ribeirão Preto, SP. IBGE (2011).

# Artigo Original

Moreira JPL, Barbosa-Junior F, Bellissimo-Rodrigues F, Souza JP, Santos LL  
Associação Entre Temperatura e Umidade com Mortalidade: Um Estudo Ecológico

Os meses com maior número de óbitos foram junho (242) e julho (206), e os menores foram novembro (141) e outubro (129).

Em 2019, o recorde de temperatura média em Ribeirão Preto foi de 25,3°C, a mínima com 3,9°C e a máxima de 39°C.

Junho e julho foram os meses com menores temperaturas médias, sendo que julho apresentou maior desvio padrão (3,54°C), indicando maior variabilidade de temperatura, tornando-se o mês mais frio. Por outro lado, janeiro, setembro apresentou o maior desvio padrão (4,47°C), superando

outubro em variabilidade de temperatura e atingindo a maior temperatura (34,5°C). Dessa forma, julho foi o mês mais frio e registrou a menor temperatura do ano (3,9°C). Enquanto setembro foi o mês mais quente, também foi o único a atingir 39°C (Tabela 2).

**Tabela 2- Temperaturas médias, mínimas e máximas, e umidade média durante o ano de 2019 em Ribeirão Preto, SP, Brasil.**

	Janeiro (N=31)	Fevereiro (N=28)	Março (N=31)	Abril (N=30)	Maió (N=31)	Junho (N=30)	Julho (N=31)	Agosto (N=31)	Setembro (N=30)	Outubro (N=31)	Novembro (N=30)	Dezembro (N=31)	2019 (N=365)
Temperatura mínima													
Média (SD)	21.8 (1.52)	21.3 (1.12)	21.0 (1.13)	19.3 (2.50)	16.7 (4.03)	14.2 (1.84)	11.9 (3.54)	15.0 (1.87)	19.0 (1.79)	20.9 (1.40)	21.6 (1.25)	21.8 (1.09)	18.7 (3.94)
Mediana [Min, Max]	22.3 [18.5, 23.9]	21.3 [19.1, 23.9]	21.1 [17.6, 22.7]	19.6 [13.2, 23.1]	18.0 [7.90, 22.2]	14.0 [11.1, 21.6]	12.6 [3.90, 17.0]	14.8 [11.2, 19.3]	18.6 [14.0, 23.1]	20.8 [18.7, 24.1]	21.4 [19.1, 24.0]	22.1 [19.2, 24.0]	20.1 [3.90, 24.1]
Não inf.	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	3 (10.0%)	4 (12.9%)	0 (0%)	0 (0%)	7 (1.9%)
Temperatura Máxima													
Média (SD)	34.3 (2.34)	32.1 (3.65)	31.7 (2.32)	31.7 (2.19)	29.8 (2.66)	29.2 (2.45)	28.2 (3.20)	29.5 (5.05)	34.3 (4.47)	34.6 (2.96)	32.6 (2.85)	32.0 (2.54)	31.6 (3.71)
Mediana [Min, Max]	34.9 [28.5, 37.6]	31.7 [21.9, 38.0]	32.3 [25.8, 34.8]	32.2 [25.6, 35.1]	31.0 [22.9, 32.7]	28.8 [23.1, 38.0]	28.6 [19.1, 31.9]	31.4 [16.1, 35.6]	35.3 [20.7, 39.0]	35.5 [27.6, 37.7]	33.0 [23.7, 37.9]	32.0 [24.9, 35.5]	31.8 [16.1, 39.0]
Missing	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	4 (13.3%)	4 (12.9%)	0 (0%)	0 (0%)	8 (2.2%)
Média temperature													
Média (SD)	28.1 (1.54)	26.7 (2.07)	26.3 (1.28)	25.5 (1.63)	23.3 (2.87)	24.4 (3.03)	20.0 (2.82)	22.3 (2.73)	26.7 (2.77)	27.7 (1.83)	27.1 (1.79)	26.9 (1.46)	25.3 (3.24)
Mediana [Min, Max]	28.3 [23.9, 30.4]	26.2 [21.4, 30.7]	26.5 [23.6, 28.3]	25.5 [21.9, 28.8]	23.8 [17.0, 27.5]	25.1 [18.0, 29.8]	20.9 [13.2, 24.2]	23.0 [15.2, 25.9]	27.4 [19.1, 30.2]	28.4 [24.0, 30.8]	27.3 [22.4, 30.5]	26.8 [22.7, 28.8]	26.0 [13.2, 30.8]
Missing	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	4 (13.3%)	4 (12.9%)	0 (0%)	0 (0%)	8 (2.2%)
Média humidity													
Média (SD)	62.5 (6.07)	69.1 (10.1)	68.6 (7.12)	66.9 (7.81)	66.7 (4.97)	61.0 (2.80)	57.8 (6.29)	55.5 (9.93)	52.4 (12.2)	55.0 (8.77)	64.2 (9.50)	68.2 (6.97)	62.4 (9.67)
Mediana [Min, Max]	60.5 [53.0, 80.0]	68.0 [50.5, 96.5]	69.5 [52.5, 83.0]	67.0 [55.0, 88.0]	67.0 [56.0, 76.5]	60.8 [56.5, 71.0]	57.5 [49.0, 83.0]	52.5 [40.0, 84.5]	49.5 [37.0, 87.0]	52.0 [42.5, 71.0]	62.8 [47.5, 89.0]	69.0 [56.0, 85.0]	61.8 [37.0, 96.5]

Fonte: Base de dados da Certidão de Óbito do Cartório de Registro Civil de Ribeirão Preto, SP. CETESB.

Em relação à umidade, a média anual foi de 62,4%, com o menor valor em setembro (52,4%) e o maior em fevereiro (69,1%). Em ambos os meses, os menores e maiores níveis de umidade foram de 37% e 96,5%, respectivamente.

Em relação aos óbitos nos Capítulos IX e X, e apenas no Capítulo X com temperatura, a análise do modelo de Poisson indica que para cada grau de

aumento na temperatura mínima, espera-se uma redução de 3,1% na média de óbitos semanais. Para cada grau de aumento na temperatura mínima, espera-se uma redução de 3,3% na mortalidade para ambos os sexos. Para a umidade, cada unidade adicional está associada a uma redução de 3,1% na média de óbitos semanais para ambos os capítulos. Sobre a etnia, o Capítulo X apresenta uma redução de 65,5% na média de temperatura mínima para não brancos. Para a umidade, cada unidade adicional

corresponde a uma redução de 69,7% nas mortes semanais.

Em relação à etnia, houve mais óbitos nas semanas de inverno e menos nos meses de verão para ambos os Capítulos analisados. No entanto, o aumento de mortes no inverno é maior no Capítulo X do que no Capítulo IX, e isso é mais pronunciado quando as mortes são analisadas em relação à umidade. Poisson também mostra um aumento de mortes durante os meses mais frios.

Em relação às regiões do município,

embora os valores de óbitos sejam diferentes entre elas, observa-se que a região Centro é mais homogênea. Nas Zonas Leste e Sul há uma relação inversa, onde o aumento de uma é acompanhado pela diminuição da outra, exceto por algumas semanas nos meses mais quentes. As Zonas Norte e Oeste apresentam o mesmo padrão das demais Zonas, porém com maior número de óbitos. Devido ao baixo número de óbitos, o distrito de Bonfim Paulista não foi incluído nesta análise.

## DISCUSSÃO

Os resultados deste estudo fornecem insights sobre a relação entre mortalidade e condições climáticas. Embora junho tenha tido o maior número de mortes, julho foi o mês com a menor temperatura e teve um dos menores níveis de umidade. Por outro lado, as menores mortes do Capítulo IX foram observadas em outubro, que coincidiu com o mês com as maiores temperaturas, mas umidade relativamente baixa. Novembro teve o menor número de mortes em ambos os Capítulos, mas nenhuma associação foi encontrada com níveis de temperatura ou umidade baixos ou altos. Em outras palavras, os períodos de outono/inverno tiveram um aumento nas mortes, especialmente para o Capítulo X. Foi observado que, à medida que a temperatura mínima aumentava, menos mortes podem ocorrer. Em relação à umidade, também houve menos mortes para cada unidade adicional, principalmente devido a doenças do sistema respiratório.

Vale destacar que, embora setembro tenha apresentado a maior temperatura e a menor umidade, não foi o mês com maior número de mortes. Além disso, julho foi o mês com menor temperatura e maior número de mortes, tanto no Capítulo IX quanto no X.

Um estudo que analisou os efeitos projetados das mudanças climáticas na mortalidade cardiovascular em diversas cidades brasileiras encontrou uma

diminuição da mortalidade durante períodos de baixas temperaturas e um aumento da mortalidade durante períodos de altas temperaturas, em todas as localidades analisadas.<sup>10</sup> Por outro lado, um estudo realizado em vários locais do mundo, incluindo o Brasil, mostrou mais mortalidade associada às temperaturas frias do que às temperaturas quentes.<sup>15</sup> Um estudo realizado no município de São Paulo demonstrou que temperaturas mais frias estavam associadas ao aumento da mortalidade cardiovascular, enquanto temperaturas mais altas estavam relacionadas ao aumento da mortalidade respiratória. Além disso, o estudo descobriu que as mulheres tinham maior risco de mortalidade devido ao calor, enquanto os homens tinham maior risco devido ao frio.<sup>16</sup>

Um estudo realizado numa cidade chinesa analisou as mortes associadas a temperaturas mais frias e mais quentes e concluiu que as temperaturas mais altas tiveram um efeito significativamente maior e mais imediato no número de mortes, enquanto as temperaturas mais frias tiveram um efeito tardio, mas mais persistente ao longo do tempo.<sup>17</sup> A diferença entre mais mortes no frio ou no calor pode ser devido à aclimação e adaptação de populações em diferentes regiões do mundo.<sup>18</sup> Idosos expostos às altas temperaturas tiveram um risco de morte de 27%, enquanto a exposição às baixas temperaturas aumentou o risco em 16%. Foi estimado que 4,7% das mortes foram devido ao tempo frio, enquanto 2,8% foram devido ao calor. Portanto, o tempo frio teve um impacto maior na mortalidade entre os adultos mais velhos. Os autores sugeriram a implementação de medidas proativas em cidades com flutuações significativas de temperatura.<sup>9</sup>

Neste estudo, constatou-se que 84% dos óbitos analisados pertenciam a indivíduos com 60 anos ou mais. Destes, 919 tinham 80 anos ou mais (52%). Ao analisar a incidência em cada faixa etária, 60-79 e 80+, foram obser-

vadas diferenças significativas. O Capítulo IX apresentou maior número de óbitos entre os idosos da primeira faixa etária (54%), enquanto o Capítulo X apresentou maior proporção de óbitos entre os da segunda faixa etária (61%). Essa comparação com indivíduos acima de 80 anos se deve à expectativa de vida em 2019, que era de 76,4 anos, segundo a Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE).<sup>19</sup> Além disso, a população nessa faixa etária está crescendo, representando 1,5% da população brasileira no ano analisado.<sup>20</sup> Doenças cardiovasculares e doenças cerebrovasculares se destacam em relação ao Capítulo IX, enquanto pneumonia se destaca em relação ao Capítulo X.

Um estudo comparando os efeitos da temperatura na mortalidade em Hong Kong descobriu que baixas temperaturas tiveram um efeito mais forte em mortes cardiovasculares e respiratórias. Altas temperaturas foram associadas à mortalidade feminina. Hong Kong tem uma grande disparidade econômica entre os distritos, e o estudo descobriu que pessoas pertencentes às condições mais baixas tiveram mais mortes respiratórias. A população idosa é mais vulnerável a temperaturas extremas.<sup>21</sup>

Estudos que investigam a associação entre mudanças climáticas e mortalidade estão se tornando cada vez mais importantes em todo o mundo. Além da importância de desenvolver políticas públicas que mitiguem os impactos ambientais na saúde da população, essas pesquisas devem identificar quais populações são mais vulneráveis em suas respectivas áreas. Os idosos, que estão vivendo mais, são afetados pelas mudanças climáticas, com consequências de saúde de longo prazo. Davies<sup>22</sup> enfatiza isso ao apontar que há um excesso de mortes relacionadas ao calor entre indivíduos com 65 anos ou mais. Os desastres naturais também impactam significativamente uma grande parcela da população idosa.

Há necessidade de estudos que investiguem a relação entre os poluentes

atmosféricos em Ribeirão Preto. O município recebe um grande fluxo diário de população de cidades vizinhas, seja para trabalho ou lazer, em sua maioria utilizando veículos particulares, o que aumenta ainda mais a frota diária de automóveis.

“

Além disso, a topografia urbana côncava leva ao acúmulo de poluentes em uma determinada altura no céu, sem dispersão eficiente, principalmente em períodos de temperaturas mais amenas e baixa umidade.

”

Seria relevante investigar se essa situação está relacionada ao alto número de mortes por doenças pulmonares, que representaram 24,9% do total analisado no ano, o que difere do padrão obser-

vado globalmente, onde a maioria das mortes está relacionada a doenças do aparelho circulatório.<sup>23</sup>

Os mapas criados neste estudo revelaram uma pequena discrepância entre as mortes cardiovasculares e pulmonares. No entanto, quando os dados do censo de 2010<sup>14</sup> foram analisados, verificou-se que a região Central apresentou a maior média de idade entre os moradores do município. Além disso, as maiores faixas etárias entre as mulheres não se restringiram ao Centro da cidade, mas se estenderam aos setores censitários das regiões Sul e Leste. Para os homens, foram identificados menos setores censitários com maiores faixas etárias no Centro da cidade, e a dispersão para outras áreas também foi menor, independentemente da região.

Pesquisas que analisam essas áreas ajudam a entender quais regiões precisam de mais atenção dos governos para promover resultados de saúde mais equitativos. Além de desenvolver políticas públicas para lidar com os efeitos das mudanças climáticas, é fundamental capacitar e envolver a comunidade e promover o engajamento crítico entre a população para garantir que todos tenham acesso a cuidados de saúde de qualidade e possam viver vidas mais longas e saudáveis.

Um dos pontos fortes deste estudo é sua análise de diferentes regiões dentro da cidade, o que ajuda a identificar variações nas taxas. Esta abordagem é louvável, pois permite uma melhor compreensão das áreas prioritárias que requerem políticas públicas direcionadas, especialmente para aqueles que precisam.

No entanto, uma fraqueza deste estudo é que ele se baseia em dados de apenas um ano para analisar mortes por doenças cardiovasculares e respiratórias. Estar limitado a este período torna difícil determinar se os padrões de mortalidade observados são representativos da cidade como um todo ou são influenciados por condições climáticas específicas. Os dados do censo usados podem

não ser consistentes com atualizações recentes do censo que ocorreram após a pandemia. Pesquisas futuras devem explorar o impacto das mudanças climáticas na cidade, considerando um período de tempo limite e examinando ambas as questões relacionadas. Este é o primeiro estudo a relacionar clima e mortalidade em Ribeirão Preto, e foi utilizado apenas um ano para análise.

## CONCLUSÃO

Este estudo forneceu insights valiosos sobre o impacto das mudanças climáticas nos resultados de saúde. Os resultados destacam o papel importante que os fatores climáticos desempenham na saúde pública e mostram um aumento na mortalidade associada às piores condições climáticas. A análise mostrou que períodos de alta temperatura e baixa umidade foram associados ao aumento de mortes, e que uma redução na temperatura e um aumento na umidade contribuem para uma redução nas mortes por doenças relacionadas aos capítulos IX e X.

Em conclusão, as descobertas deste estudo destacam a necessidade urgente de estratégias de saúde pública que abordem proativamente as vulnerabilidades de saúde exacerbadas pelas mudanças climáticas. Isso inclui aumentar a conscientização pública, melhorar o acesso aos cuidados de saúde e implementar medidas preventivas contra riscos à saúde relacionados à temperatura. Por fim, promover uma abordagem multidisciplinar envolvendo ciência ambiental, saúde pública e planejamento urbano será fundamental para desenvolver comunidades resilientes capazes de suportar os desafios impostos por um clima em mudança. Estudos futuros podem fornecer mais dados sobre mortes e dados climatológicos na comunidade, incluindo ondas de calor que ocorreram nos anos seguintes a esta análise.

## REFERÊNCIAS

1. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2022. Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Pörtner HO, Roberts DC, Tignor M, Poloczanska ES, Mintenbeck K, Alegría A, Craig M, Langsdorf S, Lösschke S, Möller V, Okem A, Rama B (eds)]. Cambridge University Press. Cambridge University Press, Cambridge UK and New York NY, USA, 3056 pp.
2. Costello A, Abbas M, Allen A, Ball A, Bell S, Bellamy R, Friel S, Gacek Net al. Managing the health effects of climate change. *Lancet*, 2009; 373(9676):1693-733. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(09\)60935-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(09)60935-1).
3. Ripple WJ, Wolf C, Gregg JW, Levin K, Rockström J, Newsome TM, Betts MG, Huq S, et al. World Scientists' Warning of a Climate Emergency. *BioScience*; 2022; XX:1-7. <https://doi.org/10.1093/biosci/biac083>
4. Vicedo-Cabrera AM, Gou Y, Sera F, Huber V, Schleussner C, Mitchell D, Tong S, Sousa M, et al. Temperature-related mortality impacts under and beyond Paris Agreement climate change scenarios. *Climate Change*. 2018; 150(3-4):391-402. <https://doi.org/10.1007/s10584-018-2274-3>
5. Silveira IH, Cortes TR, Oliveira BFA, Junger WL. Projections of excess cardiovascular mortality related to temperature under different climate change scenarios and regionalized climate model simulations in Brazilian cities. *Environ Res*; 2021; 197:110995. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.110995>
6. Silva I. Relação da temperatura e da umidade relativa com internações e mortes por doenças cardiovasculares, respiratórias e distúrbios mentais. [dissertação de mestrado]. Londrina: Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR); 2020.
7. Gou Y, Wen B, Wu Y, Xu R, Li S. Extreme temperatures and mortality in Latin America: Voices are needed from the Global South. *Med*. 2022; 3(10), 656-660. <https://doi.org/10.1016/j.medj.2022.09.004>.
8. Dimitrova A, Ingole V, Basagaña X, Ranzani O, Milà C, Ballester J, Tonne C. Association between ambient temperature and heat waves with mortality in South Asia: systematic review and meta-analysis. *Environ Int*, 2021; 146:106170. <http://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106170>
9. Jacobson LSV, Oliveira BFA, Schneider R, Gasparrini A, Hacon SS. Mortality risk from respiratory diseases due to non-optimal temperature among Brazilian elderly. *Int J Environ Res Public Health*. 2021; 18(11):5550. <https://doi.org/10.3390/ijerph18115550>.
10. Organização Mundial da Saúde. CID-10 /Organização Mundial da Saúde; tradução Centro Colaborador da OMS para Família de Classificações Internacionais em Português- 8 ed. rev. e ampl., 2ª reimpr. - São Paulo. Editora da Universidade de São Paulo, 2012.
11. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb). Dados Horários. [internet]. [access in 15 ago 2021]. Available in: <https://cetesb.sp.gov.br/ar/dados-horarios/>.
12. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Base de Informações do Censo Demográfico 2010: Resultados do Universo por Setor Censitário. [internet]. [access in 4 ago 2020]. Available in: [http://downloads.ibge.gov.br/downloads\\_estatisticas.htm](http://downloads.ibge.gov.br/downloads_estatisticas.htm).
13. Cameron AC, Trivedi PK. Regression Analysis of Count Data. New York: Cambridge Press, 1998.
14. BRASIL. Lei 13.709, de 14 de agosto de 2018. Lei Geral de Proteção de Dados. [internet]. [access in 22 apr. 2022] Available in: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2018/lei/l13709.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/l13709.htm).
15. Gasparrini A, Gou Y, Hashizume M, Lavigne E, Zanobetti A, Schwartz J, Tobias A, Tong S, et al. Mortality risk attributable to high and low ambient temperature: a multicountry observational study. *Lancet*. 2015; 386(9991):369-375. [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)62114-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(14)62114-0).
16. Son J, Gouveia N, Bravo MA, Freitas CU, Bell ML. The impact of temperature on mortality in a subtropical city: effects of cold, heat, and heat waves in São Paulo, Brazil. *Int J Biometeorol*, 2016; 60:113-121. <https://doi.org/10.1007/s00484-015-1009-7>.
17. Xu X, Chen Z, Hou X, Wang, C, Li N, Meng X, Weng Q, Liu Q, et al. The effects of temperature on human mortality in a Chinese city: burden of disease calculation, attributable risk exploration, and vulnerability identification. *Int J Biometeorol*, 2019; 63:1319-1329. <https://doi.org/10.1007/s00484-019-01746-6>.
18. Cheng J, Xu Z, Bambrick H, Su H, Tong S, Hu W. Impacts of heat, cold, and temperature variability on mortality in Australia, 200-2009. *Science of the Total Environment*. 2019; 651:2558-2565. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.186>.
19. Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE). Em 2020, a esperança de vida diminuiu um ano. Seade informa- Demografia. [online]. [access in 5 apr. 2021] Available in: <https://informa.seade.gov.br/2020-esperanca-vida-diminuiu-um-ano/>.
20. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. World Population Ageing 2019; 2020.
21. Liu S, Chan EYY, Goggins WB, Huang Z. The mortality risk and socioeconomic vulnerability associated with high and low temperature in Hong Kong. *Int Journal Environ Res Public Health*; 2020, 17, 7623. <https://doi.org/10.3390/ijerph1797326>.
22. Davies B, Bhutta MF. Geriatric medicine in the era of climate change. *Age and aging* 2022; 51:1-3. <https://doi.org/10.1093/ageing/afab199>.
23. Global Burden Diseases 2019. Global burden of 369 diseases and injuries in 204 countries and territories, 1990-2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet*. 2020; 396:1204-22. [https://doi.org/10.1016/0140-6736\(20\)30925-9](https://doi.org/10.1016/0140-6736(20)30925-9).