



Artigos

Estrabão
Vol. (5): 155 - 170
©Autores
DOI: 10.53455/re.v5i1.227



Recebido em: 25/01/2024
Publicado em: 12/03/2024

Extremos térmicos e vulnerabilidade social na morbidade cardiorrespiratória em Manaus-AM

Thermal extremes and social vulnerability in cardiorespiratory morbidity in Manaus-AM

Beatriz da Silva Lima ^{1A}, Natácha Cíntia Regina Aleixo

Resumo:

Contexto: O clima não é apenas um condicionante físico, mas também social, pois, ele afeta direta e indiretamente o ser humano e pode influenciar no acometimento de diferentes tipos de doenças. **Métodos:** Foram utilizados os dados de temperatura máxima, mínima e precipitação do INMET dos anos de 1990 a 2020, sendo utilizada a série de 2016 a 2020 para os dados diários de temperatura máxima e mínima. Por conseguinte, foram obtidos dados públicos diários de 2015 a 2020 de Doenças Respiratórias e Doenças Circulatórias do Sistema Único de Saúde no site do DATASUS. O tratamento dos dados foi realizado no Microsoft Excel, e nele foram utilizadas técnicas de estatística descritiva e medidas de associação. A elaboração dos mapas foi realizada através do software Qgis 3.28. **Resultados:** Evidenciou-se que o maior número de eventos extremos ocorreu durante o período de seco, com um total de 111. Foi possível identificar que o mês de outubro apresentou o maior número de ondas de calor. A regressão logística demonstrou que as temperaturas do ar não apresentaram relação direta e não obtiveram significância estatística com o aumento de internações de ambos os grupos de doenças acima da mediana (dias doentes), fato que pode estar associado a maior adaptação da população as altas temperaturas em tipo climático equatorial. A espacialização dos casos de ambos os grupos de doenças teve maior taxa de morbidade nas zonas Sul, Norte e Oeste da cidade de Manaus.

Palavras-Chave: Doenças Respiratórias, Doenças Circulatórias, Eventos Extremos, Ondas de calor.

Abstract:

Context: The climate is not only a physical condition, but also social, because it directly and indirectly affects the human being and can influence the involvement of different types of diseases. **Methods:** We used the data of maximum temperature, minimum and precipitation of the INMET from 1990 to 2020, being used the series from 2016 to 2020 for the daily data of maximum and minimum temperature. Therefore, daily public data from 2015 to 2020 of Respiratory Diseases and Circulatory Diseases of the Unified Health System were obtained on the DATASUS website. The treatment of the data was performed in Microsoft Excel, and in it were used techniques of descriptive statistics and measures of association. The elaboration of the maps was carried through the software Qgis 3.28. **Results:** It was evidenced that the largest number of extreme events occurred during the dry season, with a total of 111. It was possible to identify that the month of October presented the highest number of heat waves. Logistic regression showed that air temperatures were not directly related and were not statistically significant with the increase in hospitalizations of both groups of diseases above the median (sick days) that may be associated with greater adaptation of the population to high temperatures in equatorial climate type. The spatialization of cases of both groups of diseases had a higher morbidity rate in the South, North and West of the city of Manaus.

Keywords: : Respiratory Diseases, Circulatory Diseases, Extreme Events, Heat waves.

Introdução

O clima não é somente um componente físico, mas também social (Sant'Anna Neto, 2001), suas variações tem o poder de exercer influência sobre a população e sobre a saúde humana, sejam efeitos diretos e/ou indiretos.

É importante assumir a relevância de analisar e avaliar como o homem se comporta frente às mudanças climáticas e ambientais de caráter natural e até mesmo antrópico, pois, de acordo com Sant'Anna Neto (2001, p. 59) “é necessário entender como o território foi e tem sido alterado e como estas ações atingem de forma diferente os seus habitantes, dessa forma, urge para uma análise geográfica do clima.”

Cada indivíduo tem uma forma diferente de sentir as alterações do clima no ambiente que ele está inserido, portanto, pode-se afirmar que o processo saúde-doenças se dá de forma individual para cada ser humano.

É importante destacar que o processo de desenvolvimento e industrialização dos espaços urbanos estão intimamente ligados com transformações nas formas-conteúdo das cidades. Essas mudanças não ocorrem somente a nível social, mas também, no âmbito climático, uma vez que todo esse crescimento urbano traz consigo alterações no balanço de energia e na geração de um clima urbano próprio.

Nota-se que as condições climáticas urbanas são socialmente produzidas e são derivadas de alterações na paisagem natural da cidade. O ambiente antes natural se torna um palco de intensas atividades humanas. Mendonça (2019), o que rege as alterações climáticas, e uma vez que um espaço passa por esse tipo de transformação o ser humano é afetado fisiologicamente e socialmente.

Ayoade (1996) vai ressaltar que os extremos térmicos e higrométricos acentuam a debilidade do organismo no combate às enfermidades, intensificando processos inflamatórios e criando condições favoráveis ao desenvolvimento dos transmissores das doenças.

Destaca-se que nem sempre o corpo humano será capaz de se adaptar as situações de eventos extremos de calor ou de frio podendo causar desequilíbrio no organismo. Esses eventos podem exercer efeitos adversos sobre a saúde dos cidadãos, sobretudo no que diz respeito as doenças respiratórias e circulatórias. A influência dos gradientes térmicos na saúde humana pode ser encontrada em pesquisas desenvolvidas por Moura (2013) e Fante (2019).

Por isso, compreender as relações entre clima e saúde tem se mostrado cada vez mais pertinentes, pois, diferentes patologias podem ser condicionadas no organismo humano devido às transformações desses espaços, uma vez que o processo saúde-doença articula-se com as mudanças de teor climático e das condições socioeconômicas, de equipamentos e serviços acessíveis e manifesta-se na população em decorrência das diferenças em suas vulnerabilidades.

Com isso, o objetivo da pesquisa é compreender a influência dos extremos de temperatura do ar nas internações por doenças cardiorrespiratórias, associada às magnitudes de vulnerabilidade social em Manaus.

Metodologia

A pesquisa está baseada no aporte teórico-metodológico da Geografia do Clima de Sant'anna Neto (2001), que tem o intuito de compreender a relação integrada do clima entre sociedade-natureza em seus aspectos históricos e na materialidade desta combinação.

Os dados dos elementos do clima para Manaus, bem como dados de temperatura mínima e temperatura máxima foram adquiridos junto ao site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) do período de 1990-2020, ressalta-se que também definiu-se os anos de 2016-2020 para análise dos dados diários de temperatura máxima e mínima, os quais foram tratados estatisticamente através de uma análise descritiva e medidas de associação no Excel, visando identificar os eventos de extremos térmicos na capital. Os dados de doenças cardiorrespiratórias (internações) de 2016 a 2020 foram coletados no banco de dados online do Sistema Único de Saúde (DATASUS).

Destaca-se que grande parte dos dados de morbidade circulatória, respiratória e temperatura máxima e mínima para a cidade de Manaus faz parte do banco de dados construído pelo projeto Emergências Climáticas em Cidades Amazônicas, e podem ser acessados através do site: <https://emergenciaclimaticaam.com.br/emerg%C3%A2ncia-climatica-em-cidades-amazonicas>.

Para o tratamento desses dados através de técnicas estatísticas mais robustas, foi utilizado o software estatístico *SPSS STATISTIC v.22* e nele foi realizado a análise da Regressão Logística para os dados diários de 2016 a 2020 de doenças cardiorrespiratórias e temperatura máxima e mínima que foram categorizados em variáveis binárias.

Em relação a espacialização dos casos das doenças, optou-se por fazer uso da série de 2015 a 2020, para isso foi utilizado o *software Excel* para filtrar os ceps e extrair o nome dos bairros usando a função *SERVIÇOWEB*, depois de realizar esse procedimento foi utilizado o *Qgis 3.28* para o mapeamento dos casos por bairro.

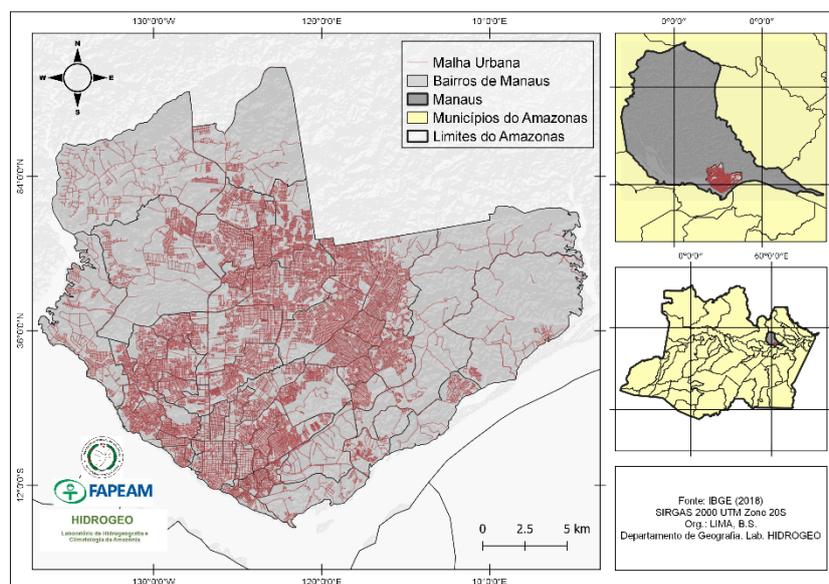
A construção do indicador síntese de vulnerabilidade social foi baseado na técnica das medianas presente na pesquisa realizada por Aleixo (2012). Foi calculada a mediana dos dados socioambientais selecionados (abastecimento de água, esgotamento sanitário, população geral, idosos acima de 60 anos, crianças de 0-4 anos e de renda) para compor o indicador, tendo o valor da mediana, calculou-se a faixa superior e inferior da série de dados. Com isso, foi possível agregar 4 diferentes classes de condições de vulnerabilidade (4 – muito alta; 3 – alta; 2 – média; 1 – baixa).

Resultados e discussão

Caracterização da área de estudo

A cidade de Manaus está localizada na região norte do país, é a capital do estado do Amazonas. A cidade possui uma população de 2.063.547 habitantes e tem uma densidade demográfica de 181,00 hab./km². (IBGE, 2022).

Figura 1: Localização da área de estudo.



Fonte: IBGE (2018). Org.: A autoria (2022).

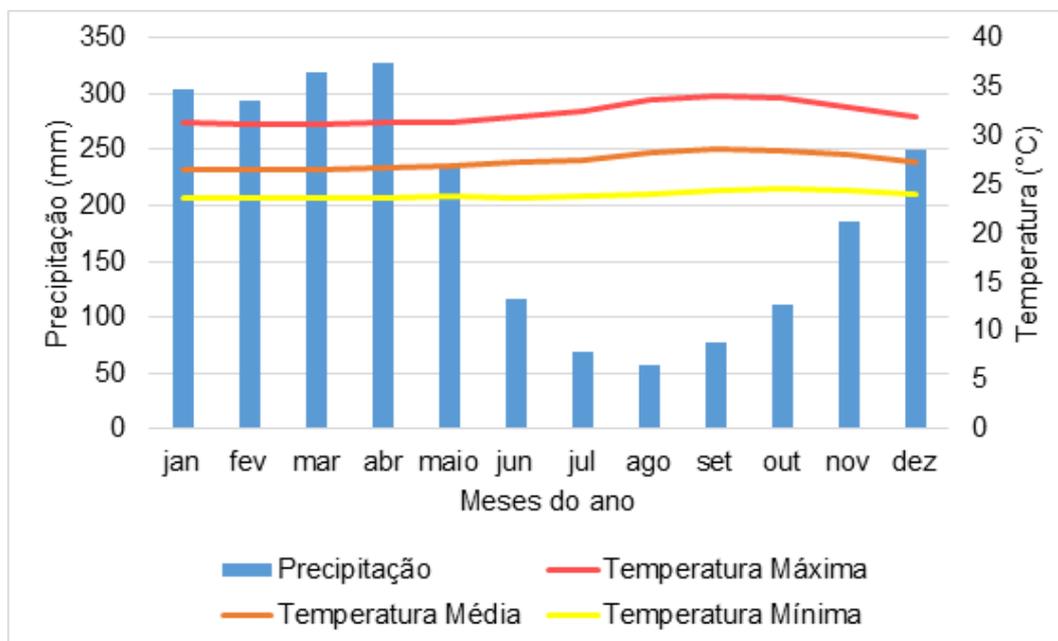
Por se localizar em uma latitude próxima a linha do Equador, a capital amazonense vai possuir características climáticas próprias, bem como, vai receber bastante incidência de raios solares, a atuação de sistemas atmosféricos e convectivos locais, além de possuir bastante umidade relativa do ar vinda do atlântico e por conta da evapotranspiração da floresta Amazônica, O que lhe vai conferir um clima Equatorial do tipo úmido. (FISH, MORENGO E NOBRE, 1998).

Por meio do climograma (Gráfico 1) é possível notar a sazonalidade climática da capital, uma vez que será marcada pelo verão austral, popularmente conhecido como inverno amazônico, ocorrendo entre os meses de junho a novembro, e inverno austral, conhecido como verão amazônico, correspondendo aos meses de dezembro a maio.

Como é possível observar no gráfico 1, Manaus não vai possuir uma amplitude térmica elevada, pois, suas temperaturas possuem uma média mensal elevada durante boa parte do ano. Sendo assim, os meses

correspondentes ao inverno austral serão aqueles que terão um média mensal de 102.75mm de precipitação, com o mês de agosto possuindo a menor quantidade de chuva (Gráfico 1). Sua média mensal de temperatura máxima será de 33,19°C e setembro será aquele que vai possuir o maior gradiente térmico com uma média de 34,1°C.

Gráfico 1: Climograma das médias mensais dos elementos climáticos de 1990 a 2020.



Fonte: INMET (2023). Org.: A autoria (2023).

No verão austral as médias térmicas estão mais amenas e ocorre o aumento no volume de precipitação pluvial, possuindo uma média mensal de 288.23mm, tendo abril e março com as maiores médias mensais. Também registra a média mensal de temperatura mínima de 23,72°C e de temperatura máxima de 31,39°C. (Gráfico 1).

Eventos extremos e ondas de calor: definições e considerações

Besancenot (2001) vai reforçar que, na maioria dos casos o clima é um fator secundário que pode contribuir para o agravamento de doenças e/ou no adoecimento dos indivíduos, ou seja, não atribui um papel determinista a este agente. “Nessas condições, único papel do clima que podemos evidenciar, não é o de preparar o terreno para as doenças, mas de fornecer o impulso que, num paciente predisposto, inicia o processo patológico.” (Besancenot, 2001, p. 89).

Em circunstâncias habituais, o organismo humano tem a capacidade de se adaptar às intempéries climáticas. No entanto, quando o corpo humano é submetido a variações bruscas dos elementos atmosféricos, em especial da temperatura relativa do ar, por um longo período de tempo, os riscos à saúde podem aumentar, contribuindo para o agravamento de diferentes enfermidades, bem como doenças do aparelho respiratório e circulatório.

Com isso, deixa-se claro que o processo saúde-doença do indivíduo são influenciados pela relação do estado de (des)equilíbrio entre o homem e as variações climáticas, uma vez que o aparato regulador do organismo fica comprometido, apresentando dificuldades para se adaptar. (SANTOS, 2023, p. 47).

Para Besancenot (2001) a Bioclimatologia Humana surge como um campo de estudo voltado não mais para explicar a interação dos elementos atmosféricos com as morbidades, mas sim de analisar a sua relação, pois o clima é somente um, dentre os vários fatores que podem influenciar no adoecimento do organismo humano. Nesse sentido, urge para uma análise meteorológica dando ênfase para a ocorrência de eventos de calor extremo e doenças meteorossensíveis, bem como as cardiopulmonares. (BESANCENOT, 2001).

Segundo Stephenson (2008, p. 13) eventos extremos “são eventos em que determinadas variáveis meteorológicas excedem os limiares pré-existentis.” Esses eventos tem acontecido com maior frequência a

cada ano, seja ele por resfriamento ou aquecimento e vão se caracterizar por ser fenômenos meteorológicos de curta duração, mas que podem gerar impactos adversos para a saúde da população. (DINIZ, 2022).

Não existe uma definição exata sobre ondas de calor, uma vez que para se reconhecer e categorizar um evento desse porte é necessário levar em consideração os diferentes contextos socioespaciais do local em que ocorre (FANTE, 2019). Segundo Diniz (2022, p. 50) “[...] as ondas de calor podem ser definidas de várias maneiras, geralmente, pela quantificação da duração e intensidade da temperatura máxima durante o dia e/ou temperatura mínima durante a noite.”

A Organização Meteorológica Mundial (OMM) vai afirmar que o termo onda de calor aplica-se quando pelo menos 6 dias consecutivos, a temperatura máxima diária se encontra 5°C acima do valor médio do período de referência.

Essa definição da OMM é criticada por muitos autores, uma vez que esse índice de ocorrência de onda de calor só seria aplicado em casos extremamente excepcionais, pois só leva em consideração episódios bastantes intensos e de longa duração. Essa crítica se faz necessária, uma vez que uma onda de calor pode ter uma duração menor do que cinco dias e deve-se levar em consideração que existe uma variação de temperatura em cada região estudada. (DINIZ, 2022).

Robinson (2001) definiu onda de calor como um período de pelo menos 48 horas, durante o qual nem a mínima noturna e nem o índice de calor diurno (temperatura aparente) cai abaixo dos limiares de estresse térmico definidos pelo Serviço Meteorológico Nacional (SMN/EUA), isto é, 80°F (durante a noite) e 105°F (durante o dia). “Nas estações em que mais de 1% de ambas as observações do índice de calor de alta e baixa ultrapassarem esses limites, os valores de 1% são usados como os limiares de onda de calor.” (ROBINSON, 2001, p. 771).

O trabalho desenvolvido por Robinson (2001) oferece novas metodologias no estabelecimento de limiares para se identificar as ondas de calor em regiões que apresentam temperaturas elevadas durante o ano todo e baixa amplitude térmica em razão das suas características climáticas locais, como a cidade de Manaus.

Para Stephenson (2003, p. 15) ondas de calor são “períodos de temperaturas excepcionalmente quentes que podem ter impactos profundos na saúde humana e na agricultura. A duração é um componente chave que determina o impacto.”

Russo *et al.* (2014) definiram onda de calor como um período de pelos menos 3 dias consecutivos com temperatura máxima acima do limite diário para o período climatológico de referência, sendo que, o limiar da temperatura máxima diária foi estabelecido pelo percentil 90.

Em uma série diária das temperaturas máximas e mínimas de 1974 a 2009, Moura (2013) buscou estudar a frequência e a variação anual, sazonal e mensal das anomalias de temperatura do ar e doenças cardiovasculares na cidade de Fortaleza. Para isso, as anomalias foram definidas de acordo com a sua duração e gravidade, com isso, foram estabelecidas anomalias com duração de 3, 4 e maior ou igual a 5 dias, sendo classificadas de acordo com a sua amplitude e intensidade térmica. (MOURA, 2013).

Com esse procedimento, foram identificados 69 eventos térmicos extremos, sendo que 39 desses eventos foram do período de calor forte e 30 foram de períodos de frescor forte, ambos os eventos ocorreram com maior frequência no intervalo de maior ou igual a 5 dias. Os meses de março e agosto concentraram a maior frequência de calor forte da série, nos meses de verão (dezembro a janeiro) tiveram o maior número de período de frescor forte da série.

A análise climática e epidemiológica de 2004 a 2009 feita pelo autor, resultou na identificação de que as correlações dos elementos climáticos com as hospitalizações por doenças cardiovasculares são ínfimas, tanto no âmbito diário quanto no anual.

Com o intuito de identificar as ondas de calor e seus impactos na saúde no território brasileiro de 1998 a 2015, Araújo (2017) definiu onda de calor a partir do conceito de Fator de Calor Excessivo (FCE), classificando-as quando o FCE for maior ou igual a 0 numa sequência mínima de 3 dias de calor extremo. Através do FCE também foi possível obter a intensidade, frequência e duração das ondas de calor (ARAÚJO, 2017).

Conforme os resultados apresentados por Araújo (2017), apesar dos registros de temperatura serem mais elevados nas regiões norte e nordeste, é na centro-oeste que vai se concentrar a maior incidência e duração das ondas de calor. No entanto, ressalta-se que em média, todos os municípios brasileiros enfrentam pelo menos uma onda de calor anual, com duração de 5 dias. (ARAÚJO, 2017).

Em termos de saúde, Araújo (2017), traz resultados pertinentes no que diz respeito a mortalidades por

doenças infecciosas e parasitárias, circulatórias e respiratórias. As taxas de mortalidade por doenças infecciosas e parasitárias ocorreram principalmente em municípios que foram classificados como extremamente pobres e os efeitos foram mais intensos em idosos e crianças.

O calor extremo vai produzir efeitos adversos e contribuir na mortalidade de idosos. Já nas crianças, o autor observou um maior efeito sobre àquelas a partir dos 4 anos, pois elas não possuem um sistema imunológico completamente desenvolvido. As ondas de calor tiveram também influência nas internações de crianças por doenças diarreicas, dengue e desidratação (ARAÚJO, 2017). Tratando-se das doenças respiratórias, as taxas de morbi-mortalidade apresentaram correlação inversa com as ondas de calor. Observou-se que, doenças como renite, asma, bronquite, pneumonia e outras, diminuem a incidência conforme o aumento da temperatura. (ARAÚJO, 2017).

Geirinhas (2016) buscou realizar um estudo sobre as ondas de calor em 6 cidades brasileiras, a saber, São Paulo, Rio de Janeiro, Recife, Brasília, Manaus e Porto Alegre, foram analisadas sua frequência, duração, tendências e variabilidade inter-anual e sazonal e evolução desde a década de 1950. Como o Brasil é um país de dimensões continentais e possui vários tipos climáticos, por isso, Geirinhas (2016) buscou estabelecer índices consistentes que permitissem atender as mudanças e especificidades climáticas, permitindo a comparação de resultados entre as regiões.

Metodologicamente, Geirinhas (2016) adotou os índices CTX90pct (anomalias de temperatura máxima) e CTN90pct (anomalias de temperatura mínima) para identificar as ondas de calor no período de 1961 a 2014. Essa análise foi feita separadamente em dois índices e ambos foram calculados para o ano inteiro, sem haver distinção entre ondas de calor de verão e inverno. Ressalta-se que o limiar é o valor climatológico de referência (1961 – 2014) do percentil 90 de temperatura máxima para o CTX90pct e temperatura mínima para o CTN90pct. (GEIRINHAS, 2016).

Para o CTX90pct e CTN90pct, respectivamente, ficou definido que onda de calor é um “período com duração de 3 ou mais dias consecutivos, caracterizados por temperaturas máximas e mínimas diárias superiores ao limiar definido pelo índice.” (GEIRINHAS, 2016, p. 14).

Dessa forma, os resultados obtidos em termos de variabilidade inter-anual evidenciaram que a cidade de Brasília se apresenta em termos médios com a maior ocorrência de ondas de calor nas últimas décadas, ao passo que no Rio de Janeiro registrou-se o menor número de episódios de ondas de calor. Em termos de sazonalidade, nos meses de outono e inverno foi verificada a maior média com números de ondas de calor. (GEIRINHAS, 2016).

Identificou ainda a ocorrência de ondas de calor em todo o território nacional a partir da década de 80, principalmente nas cidades de Recife, São Paulo e Manaus. Ao aplicar uma análise multivariada, Geirinhas (2016) destaca que sistemas atmosféricos estão associados a ocorrência de ondas de calor.

Os episódios de ondas de calor no verão nas cidades de São Paulo, Rio de Janeiro, Brasília e Porto Alegre, estão associados a atividades anticiclônicas, que dificultam a atuação de outros sistemas atmosféricos, como os Jatos de Baixos Níveis da América do Sul (JBNAS). Já nas cidades de Manaus e Recife, a ocorrência das ondas de calor está associada a migração da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT).

Fante (2019) desenvolveu uma pesquisa voltada para a identificação de ondas de calor e de frio e conforto térmico na cidade de Presidente Prudente – SP. Com o intuito de identificar os valores que pudessem apresentar um risco para a saúde da população, a princípio, a autora optou por utilizar as metodologias já existentes e analisar a frequência, intensidade, permanência e magnitude das ondas de frio e calor.

Sendo assim, para a identificação das ondas de calor e frio, Fante (2019) utilizou de 6 técnicas diferentes. “As técnicas utilizadas foram: CSDI-OMM, OMM, IPCC, Projeto Ondas, Silveira, Diaz e contabilizados o número de ondas entre os anos de 1961 a 2016.” (FANTE, 2019, p. 174).

De acordo com os resultados obtidos, técnicas que consideram um menor número de dias de permanência apresentaram um maior número de ocorrências de ondas de calor e frio. Foi o caso daquelas empregadas por Silveira (3 dias consecutivos) e Diaz (2 dias consecutivos) com 307 e 262 ondas de frio e 274 e 288 ondas de calor, respectivamente. (FANTE, 2019).

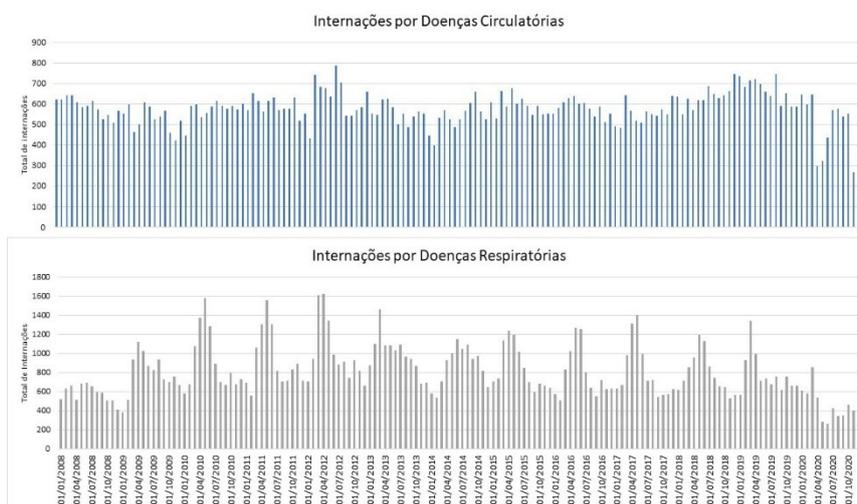
Aquelas que consideram um maior número de dias com permanência, isto é, da OMM, CSDI-OMM e IPCC, com 5 ou 6 dias no mínimo, apresentaram menor ocorrência de ondas de frio e calor. Dessa forma, foram constatadas 115 ondas de frio através da técnica empregada pelo IPCC e 98 ondas de calor pela OMM. Quanto a sazonalidade, as ondas de calor acontecem em períodos bem definidos, isto é, nos meses de primavera

e verão. E as ondas de frio acontecem de forma mais frequente durante o inverno e estas vem ocorrendo com menor frequência ao longo das décadas, ao passo que as ondas de calor vêm aumentando em frequência e intensidade. (FANTE, 2019).

Ondas de calor, eventos extremos e análise climatológica diárias

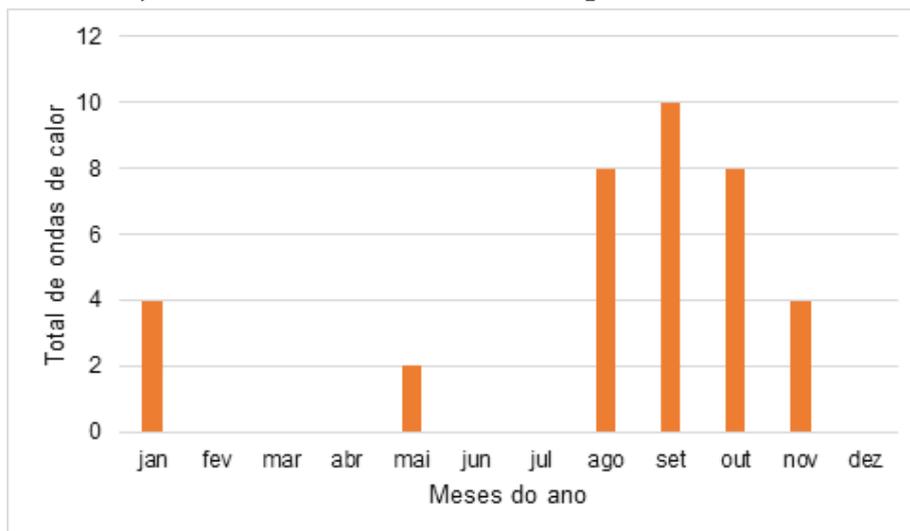
Na pesquisa desenvolvida por Lima e Aleixo (2023) fica evidente a sazonalidade de internações das doenças respiratórias (Figura 2), tendo uma maior porcentagem de hospitalizações no período chuvoso do que no período seco, ao passo que a circulatória não apresenta uma sazonalidade bem definida. Além disso, dentre as enfermidades que se encontram no capítulo CID-10 do DATASUS, as doenças do aparelho respiratório são a terceira causa de maiores internações na capital, totalizando 125.970 mil de 2008-2020. Consonante a isso, as doenças circulatórias vão possuir um total de 89.919 mil internações, ocupando o quinto lugar do CID-10. (LIMA E ALEIXO, 2023).

Figura 2: Morbidade respiratória, circulatória e temperaturas máxima, mínima e amplitude térmica mensal de 2008-2020.



Fonte: INMET (2022) SIH/DATASUS (2022). Org.: Autora (2023).

Como Manaus está localizada em uma região de baixa latitude, há uma preocupação em utilizar um método adequado para identificar esses eventos, à exemplo da OMM que não atende aos padrões climáticos da região, uma vez que a mesma não possui elevada amplitude térmica. Por isso, para identificar os eventos extremos de temperatura máxima e mínima, optou-se por utilizar técnica dos percentis, com isso, foram empregados os percentis 85, 90 e 95. Em relação às ondas de calor, ficou definido que seria considerado como ondas de calor aqueles valores de temperatura (máxima e mínima) iguais ou acima do percentil 90 (isto é, 26°C para temperatura mínima e 35,1°C para temperatura máxima) com dois dias consecutivos ou mais de ocorrência.

Gráfico 2: Distribuição mensal das ondas de calor do período de 2016 à 2020, em Manaus/AM.

Fonte: SIH/SUS (2016-2020). Org.: A autoria (2023)

É importante destacar que, as ondas de calor ocorrem em maioria durante a estação seca, entre os meses de agosto, setembro, outubro e novembro.

Tratando-se das ondas de calor ao longo dos 5 anos analisados, foram identificadas um total de 36 ondas de calor, sendo que a maior parte dessas anomalias vai ocorrer nos meses do período seco do ano, sendo eles: setembro, agosto e outubro (Gráfico 2), marcados por uma média elevada de temperatura e baixo índice pluviométrico e amplitude térmica, contribuindo para uma maior ocorrência das ondas de calor. Ressalta-se também que os meses de setembro e outubro foram aqueles que registraram uma maior intensidade das ondas de calor, em 2018 essas anomalias de temperatura chegaram a ficar acima do percentil 90 durante 9 e 10 dias consecutivos, respectivamente.

Baseado no trabalho de Aleixo (2012) e Silva (2010), fez-se uso da regressão logística para identificar a razão de chance e quais faixas de temperatura podem influenciar no aumento de risco no acometimento das doenças, para isso, foram calculadas através da mediana, os dias normais e os dias doentes, bem como também foram definidos por meio dos quartis as faixas de exposição dos gradientes térmicos climáticos.

Os resultados apresentados na tabela 1, demonstraram que a temperatura mínima tem uma razão de chance de aumento das internações por doenças circulatórias de 1,16 e 1,20 para as faixas de exposição de $< 22,7^{\circ}\text{C}$ e $> 22,7^{\circ}\text{C}$, respectivamente. Embora seja possível notar que o risco cresce conforme a temperatura mínima aumenta, esse resultado não apresenta uma associação estatística significativa ($p \leq 0,05$) para explicar a influência das temperaturas mínimas no acometimento das doenças circulatórias.

Tabela 1: Resultados da regressão logística das variáveis climáticas por faixa limites de temperatura (quartis) e internações por Doenças Circulatória na cidade de Manaus/AM de 2016 a 2020.

Temperatura Mínima	p	Exp (B)	Temperatura Máxima	p	Exp (B)
$< 22,7^{\circ}\text{C}$	0,633	1,163	$\leq 29,15^{\circ}\text{C}$	0,883	1,029
$> 22,7^{\circ}\text{C}$	0,26	1,205	$\geq 29,15^{\circ}\text{C}$	0,505	1,361

Fonte: SIH/SUS (2023). Org.: A autoria (2023).

Tabela 2: Resultados da regressão logística das variáveis climáticas por faixa limites de temperatura (quartis) e internações por Doenças Respiratória na cidade de Manaus/AM de 2016 a 2020.

Temperatura Mínima	p	Exp (B)	Temperatura Máxima	p	Exp (B)
$< 22,7^{\circ}\text{C}$	0,432	0,779	$\leq 29,15^{\circ}\text{C}$	0,183	0,773
$> 22,7^{\circ}\text{C}$	0,824	0,964	$\geq 29,15^{\circ}\text{C}$	0,87	1,078

Fonte: SIH/SUS (2023). Org.: A autoria (2023).

Em relação a temperatura máxima, não se encontrou associação significativa na influência desse elemento com os aumentos das internações, embora tenha apresentado uma razão de chance de maiores hospitalizações nas faixas de exposição de $\leq 29,15^{\circ}\text{C}$ e $\geq 29,15^{\circ}\text{C}$.

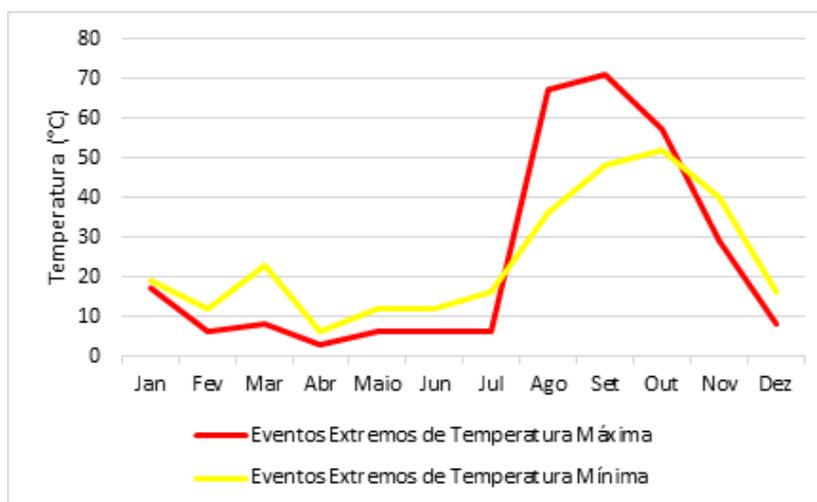
No que concerne aos resultados da tabela 2, observa-se que, nas faixas de exposição inferior e superior a $22,7^{\circ}$ a temperatura mínima demonstrou ser um fator de proteção com redução do risco da doença. Para a temperatura máxima na faixa de exposição de $\leq 29,15^{\circ}\text{C}$ também se identificou que nessa faixa, a temperatura máxima vai servir como um protetor e diminuir os riscos de excesso em internações por doenças respiratórias. Também foi possível evidenciar que, em faixas de $\geq 29,15^{\circ}\text{C}$ há um aumento na ocorrência de excesso de hospitalizações. Contudo, apesar de possuir razão de chance de proteção e aumento dos casos, os resultados para ambas as temperaturas não apresentam significância estatística.

Dessa forma, é importante ressaltar que a temperatura não é um elemento capaz de influenciar diretamente no aumento dos casos das doenças cardiorrespiratórias, outros determinantes socioambientais não investigados na presente pesquisa podem ter maior associação.

Cabe ressaltar que a população acaba se adaptando ao tipo climático da região, e em consequência disso, às altas temperaturas. Nesse sentido, a adaptabilidade dos indivíduos pode ser um fator que explique a diminuição do risco de morbidade, mesmo quando são expostos a determinados limites térmicos.

Convém salientar que em relação aos eventos extremos de temperatura do ar, o percentil 90 foi aquele que apresentou maiores dias com temperaturas mínimas acima do limiar estabelecido, somando 117 ocorrências, ao passo que, o ano de 2017 foi aquele que apresentou maiores ocorrências de eventos extremos no que diz respeito a temperatura mínima, com 64 dias acima dos percentis. (LIMA E ALEIXO, 2023).

Gráfico 3: Total mensal de eventos extremos de temperatura máxima e mínima de 2016-2020.



Fonte: INMET (2022). Org.: A autoria (2023).

O cenário que se estabelece nos dados de temperatura máxima não são muito diferentes comparados aos da temperatura mínima, pois, o percentil 90 (seguido do percentil 85 e 95) também vai figurar entre as maiores ocorrências de eventos extremos, com 111 em toda a série, tendo o ano de 2018 e 2020, ambos apresentando 57 dias da série de temperatura máxima acima dos percentis. (LIMA E ALEIXO, 2023).

Em relação a distribuição desses eventos de temperatura mínima, notou-se uma sazonalidade mensal, uma vez que a maior parte deles vão ocorrer durante o seco (principalmente entre agosto, setembro, outubro e novembro), com 204 ocorrências no total e apenas 88 no período chuvoso. De conformidade a isso, a temperatura máxima também vai apresentar uma sazonalidade, contando com 236 eventos no período de seca (com a maior parte ocorrendo nos meses de agosto, setembro e outubro) e somente 48 no período chuvoso nos anos analisados. (Gráfico 3).

Espacialização dos casos e vulnerabilidade socioespacial

O processo de urbanização de Manaus também está associado a implementação da Zona Franca na cidade, este foi um fator que contribuiu para que determinados grupos sociais que antes viviam na chamada Cidade Flutuante, passassem a ocupar áreas irregulares formando novos bairros e construindo palafitas à beira dos igarapés, pois, apesar da construção e remanejamento dos moradores para os dois conjuntos habitacionais (Costa e Silva com 134 casas e o Flores com 146 casas), não foi possível atender a demanda de toda a população, e esta passou a ocupar áreas mais vulneráveis. Esse evento trouxe consigo alterações na malha urbana da cidade, (BARBOSA, 2017).

Como exposto, Manaus teve sua maior mudança na configuração física como cidade a partir do final da década de 60 com a implementação da zona franca, as alterações ocorridas nesse período começaram a mudar o aspecto físico da cidade, uma vez que o processo de ocupação se deu de forma desigual passou-se a ter mais espaços heterogêneos, principalmente com a população de baixa renda que era desprovida de infraestrutura básica.

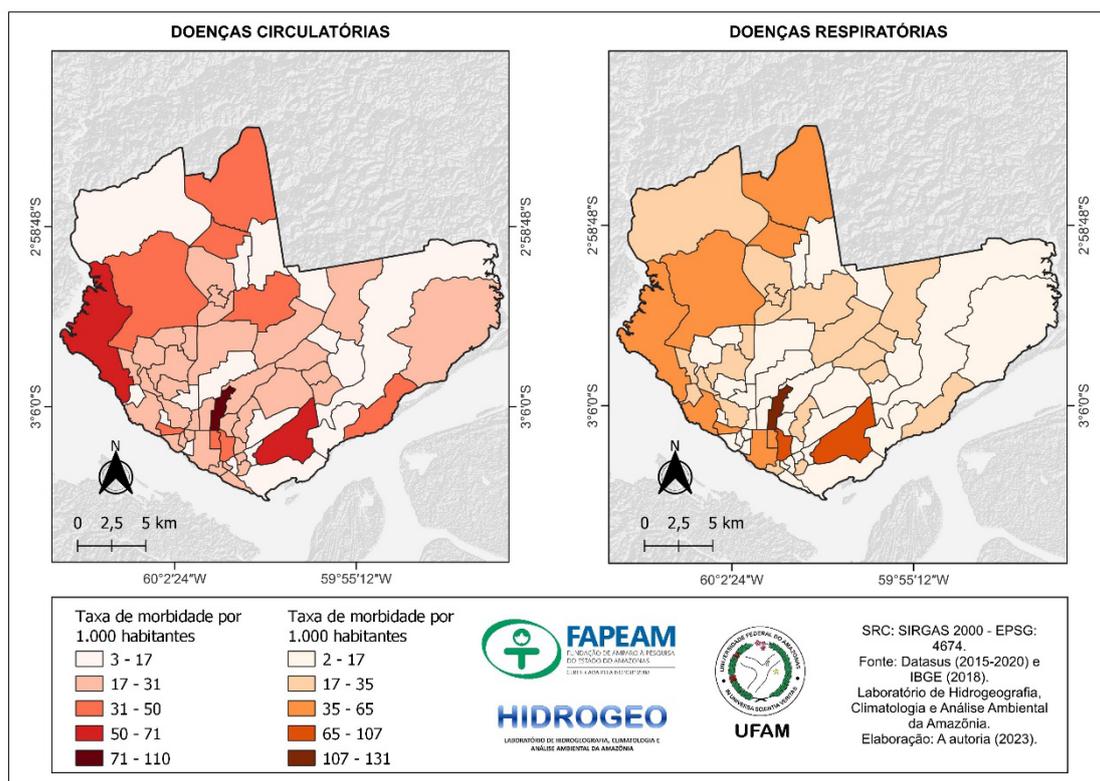
Segundo o censo demográfico do IBGE, em 1960 Manaus tinha uma população de 175.343 mil habitantes, em 1970 a população da capital foi para 314.197 mil habitantes, isso mostra o crescimento populacional em virtude da criação do polo industrial na cidade. Segundo Gonçalves (2019) “a materialidade física da cidade e as atividades dela decorrentes promovem alterações no balanço energético, térmico e hídrico resultantes, trazendo como consequência modificações importantes nas propriedades físicas e químicas da atmosfera, propiciando, assim a criação de condições climáticas distintas” (p. 76).

Devido a proliferação das ocupações irregulares, associado a perda de cobertura vegetal, falta de impermeabilização, o uso e ocupação errôneo do solo, aumento da poluição do ar e nos igarapés somam com a qualidade de vida e saúde inexistentes, além dos climáticos, esses são fatores que contribuem para que doenças do ar, da água e outras acabem por serem motivos de agravos na saúde da população que vivem/vivem em situação de vulnerabilidade.

Cutter (2011) vai considerar o que é a vulnerabilidade a partir de dois pilares. Primeiro a autora evidencia que a vulnerabilidade é um elemento social e deve levar em consideração não somente os elementos biofísicos, mas também as características individuais da população. O segundo leva em consideração vários fatores, dentre eles o econômico, urbanização e os aspectos do ambiente que são inerentes, contribuem e acentuam a vulnerabilidade espacial.

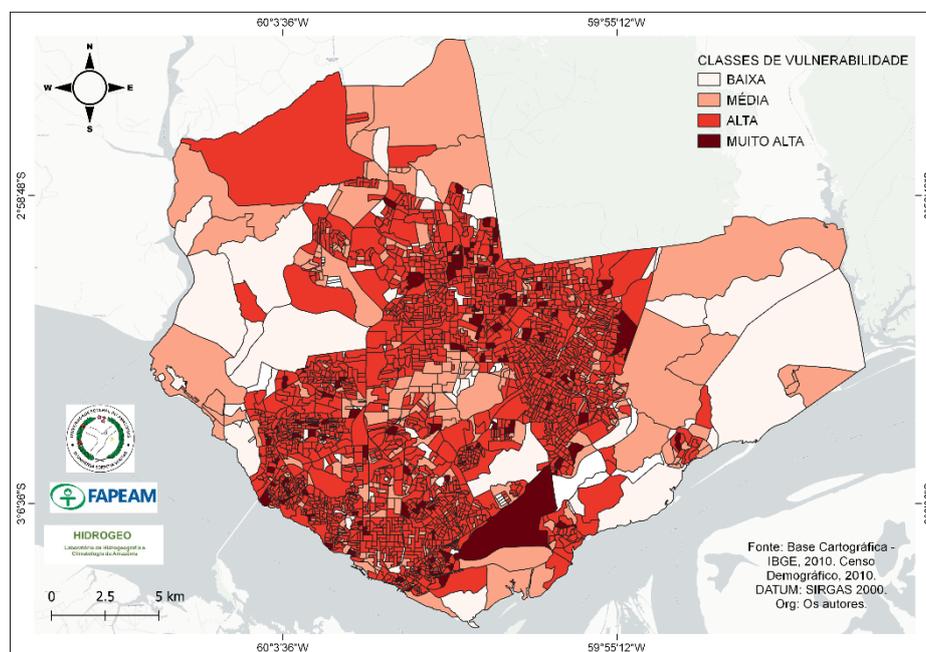
Consonante a isso, observa-se que na perspectiva da abordagem integradora entre a vulnerabilidade e taxa morbidade hospitalar por doenças cardiorrespiratórias, bairros com média, alta e muito alta vulnerabilidade (Figuras 3 e 4), como é o caso da Ponta Negra, Distrito Industrial I, Tarumã, Compensa, Jorge Teixeira, Adrianópolis, Cidade Nova e outros, há uma maior taxa de casos por 1.000 habitantes (Figura 3).

Figura 3: Taxa de Morbidade dos Casos de Doenças Cardiorrespiratórias de 2015-2020 de Manaus/AM.



Fonte.: IBGE (2018) e SIH/SUS (2023). Org.: A autoria (2023).

Figura 4: Indicador Síntese de Vulnerabilidade Social por Setor Censitário da cidade de Manaus/AM.



Fonte: LIMA E ALEIXO (2023).

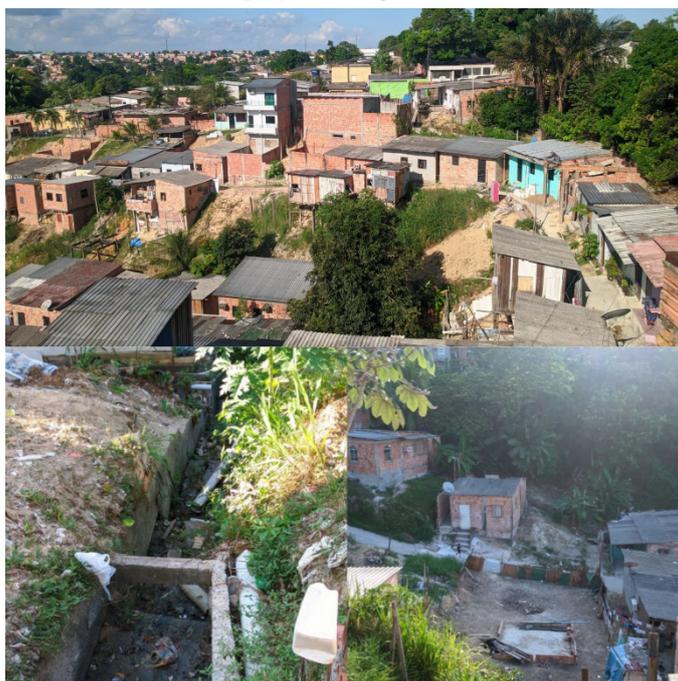
É importante destacar que além de fatores socioeconômicos e de moradia, outros também estão envolvidos. Apesar da Ponta Negra e do Adrianópolis serem bairros que tem um elevado custo de vida e por concentrar uma parte da população com maior poder aquisitivo, são neles também que um dos grupos mais vulneráveis às doenças cardiorrespiratórias se encontram, isto é, os idosos acima de 60 anos ou mais (IBGE, 2010). Estes são mais sensíveis às mudanças nas condições atmosféricas, além disso, segundo Santos

(2023, p. 153) “no que diz respeito aos idosos, o envelhecimento das funções imunológicas, resulta na redução da mobilidade da caixa torácica e da elasticidade dos pulmões, o que diminui a capacidade de inspiração e expiração.” (SANTOS, 2023, p. 153).

A cidade de Manaus é marcada por diferenças socioespaciais de renda, moradia, acesso ao serviço de água, esgotamento sanitário e até mesmo aos diferentes usos e ocupação do solo, que se reproduzem principalmente nos bairros da zona norte e leste, que sofre de processos sociais diferentes.

O bairro Cidade Nova está localizado na zona norte e é um daqueles marcados por essas divergências socioespaciais e socioambientais. Possui uma população estimada em 146.730 mil habitantes (IBGE, 2019), sendo o bairro mais populoso da cidade. No campo realizado nesse bairro, foi possível notar que há a presença de ocupações irregulares, esta em questão se localiza em um fundo de vale e surgiu em meados de 2011. (Figura 5).

Figura 5: Cidade Nova: Ocupação irregular em área de risco em Manaus/AM.



Fonte: Campo realizado em julho de 2023. Org.: A autoria (2023).

Nota-se que além de estar situada em uma área de risco, o material construtivo das casas não é adequado para o tipo climático da capital amazonense, uma vez que, materiais como as telhas de fibrocimento tendem a gerar temperaturas elevadas para o interior das residências, o que pode provocar um maior desconforto térmico e em situações de calor extremo, complicações para a saúde. Além desse fator, há também a falta de esgotamento sanitário, conforme é possível observar através da Figura 5, o que se tem é um esgoto a céu aberto, onde há despejos de desejos e lixo.

Considerações

Fica evidente que há uma distribuição sazonal das doenças respiratórias, tendo a maioria dos casos se concentrando no período chuvoso (onde as pessoas ficam em ambientes fechados, o que favorece a proliferação de vírus), a mesma não foi identificada no que tange às doenças circulatórias, apresentando pouca diferença no que se refere às internações.

No que se refere à regressão logística, os resultados evidenciaram que os limites térmicos não influenciaram no aumento dos casos das doenças cardiorrespiratórias, pois apresentaram uma razão de chance de diminuição dos casos quando há um aumento das temperaturas. Ressalta-se que a adaptabilidade do organismo da população às temperaturas elevadas pode contribuir para essa maior resistência aos eventos extremos e às ondas de calor.

Em relação às ondas de calor, definiu-se um parâmetro para identificá-las e através dele foi possível contabilizar a ocorrência e 36 ondas de calor, principalmente no período seco nos últimos 5 anos, sendo que, o mês de outubro foi aquele que apresentou o maior número de anomalias.

Os eventos extremos de temperatura máxima e mínima ocorreram principalmente no período seco, ou seja, entre os meses de junho a novembro. O percentil 90 foi aquele que apresentou maior número de ocorrências extremas dentro do grupo das temperaturas máxima e mínima.

A espacialização dos casos e a análise das condições de vulnerabilidade socioespacial mostrou que bairros com média, alta e muita alta vulnerabilidade são aqueles que concentram o maior número de casos de doenças cardiorrespiratórias, e que nos bairros como Ponta Negra e Adrianópolis, há uma maior população de idosos acima de 60 anos, o que pode contribuir para o aumento dos casos nesses locais, visto que estes também são um dos grupos mais sensíveis e vulneráveis às doenças cardiorrespiratórias.

Ademais, o campo realizado no bairro da Cidade Nova foi importante para identificar condições de vulnerabilidade de grupo de pessoas que são socialmente mais vulneráveis e acabam ocupando áreas de risco e vivendo em condições iniquidade para a saúde e vida.

CRÉDITOS

A primeira autora contribuiu com a revisão teórica, coleta dos dados, tratamento dos dados, análise estatística dos dados e revisão teórica.

A segunda autora contribuiu com o tratamento, análise estatística dos dados e revisão do artigo

Agradecimentos

À Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da Universidade Federal do Amazonas (UFAM). À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) pela concessão de Bolsa de Iniciação Científica. Ao Projeto de Pesquisa Emergências Climáticas em Cidades Amazônicas financiado pelo Programa Amazônicas (Edital 002/2021) da FAPEAM e ao Projeto Eventos Extremos Climáticos e Risco à Saúde em Cidades Amazônicas (Edital: 013/2022) Produtividade CT&I da FAPEAM.

Referências

Aleixo, N. C. R. (2012). *Pelas lentes da climatologia e da saúde pública: doenças hídricas e respiratórias na cidade de Ribeirão Preto/SP* [Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente]. Repositório Institucional UNESP. <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/101455>.

Araújo, P. H. C. (2017) *Ensaio econômico sobre ondas de calor e seus impactos sobre a saúde no Brasil*. [Tese de doutorado, Universidade Federal de Viçosa – Minas Gerais. Repositório Locus UFV. <https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/10586#:~:text=Locus%20Reposit%C3%B3rio%20Institucional%20da%20UFV%3A%20Ensaio%20econ%C3%B4mico%20sobre,para%20citar%20ou%20linkar%20para%20este%20item%3A%20https%3A%2F%2Flocus.ufv.br%2F%2Fhandle%2F123456789%2F10586>].

Ayoade, J. O. 1996. *Introdução a climatología para os trópicos*. 4. Bertand Brasil.

Barbosa, T. R. 2017. *Ocupações irregulares e a (re) produção do espaço urbano na zona leste de Manaus (AM): Da ilegalidade do processo a legalidade da questão da moradia*. [Tese de doutorado, Universidade Federal de Urubelândia]. Repositório UFU. <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/25538>.

Besancenot, J. P. 2001. *Climat et santé* (Coll. "Médecine et Société). Paris: PUF. 128.

Cutter, S. L. A. (2011) A ciência da vulnerabilidade: modelos, métodos e indicadores. *Revista Crítica de Ciências Sociais*, 93(1), 59-69. DOI: 10.4000/rccs.165

Diniz, F. R. 2022. Ondas de calor e a mortalidade de idosos por doenças respiratórias e cardiovasculares nas capitais dos estados brasileiros: uma análise no presente (1996-2016) e projeções para o futuro próximo. [Tese de doutorado, Universidade de São Paulo. Dedalus USP. https://dedalus.usp.br/F/26FJTUFQ7NRE5AK19R3CA1SXGSTDQIRNSR5GC35B7AH2A2X4R5-25913?func=scan&scan%5Fcode=AUT&scan%5Fstart=Diniz%2C+Fernanda+Rodrigues&pds_handle=GUEST].

Fante, K. P. 2019. Eventos extremos de temperatura e seus impactos no conforto térmico humano: estudo de caso em Presidente Prudente, Brasil, na perspectiva da geografia do clima. [Tese de doutorado, Universidade Estadual Paulista de Presidente Prudente. Repositório Institucional UNESP. <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/191025>].

França, R. R. 2015. Climatologia das Chuvas em Rondônia – período 1981-2011. *Revista Geografias*, 11(1), 44-58. <https://doi.org/10.35699/2237-549X..13392>.

Fish, G., Morengo, J. A., & Nobre, C. A. 1998. Uma revisão geral sobre o clima da Amazônia. *Revista Acta Amazônica*, 28(2), 101-126. <https://doi.org/10.1590/1809-43921998282126>.

Geirinhas, J. L. M. 2016. Caracterização climática e sinótica das ondas de calor no Brasil. [Dissertação de mestrado, Universidade de Lisboa], Repositório da Universidade de Lisboa. <https://repositorio.ul.pt/handle/10451/25708>.

Gonçalves, N. M. S. 2019. Impactos pluviiais e desorganização do espaço urbano em Salvador. In: Mendonça, F.; & Monteiro, C. A. F (Orgs.) *Clima Urbano*. (2. Ed., pp. 69-91). Contexto.

IBGE. 2010. Censo demográfico: Principais resultados. <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9662-censo-demografico-2010.html>.

IBGE. 2022. Divulgação dos resultados. <https://censo2022.ibge.gov.br/etapas/divulgacao-dos-resultados.html>.

IPCC. 2021. Climate Changed: Synthesis Report. Contribution of working groups I to the sixth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. <https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar6/>.

Lima, B. S., & Aleixo, N. C. R. 2023. Eventos extremos de temperatura do ar e doenças cardiorrespiratórias em Manaus/AM. *Revista Geonorte*, 14(43), 78-96. <https://doi.org/10.21170/geonorte.2023.V.14.N.43.78.96>.

Mendonça, F., & Danni-Oliveira, I. M. 2007. *Climatologia: noções básicas e climas do Brasil*. Oficina de textos.

Moura, M. O. 2013. Anomalias de temperatura do ar em Fortaleza: correlações com a morbidade Hospitalar por doenças cardiovasculares. [Tese de doutorado, Universidade Federal do Ceará. Repositório Institucional UFC. <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/8335?locale=en>].

Robinson, P. J. 2001. On the definition of a heat wave. *Journal of Applied Meteorology*, 40(4), 762-775. [https://doi.org/10.1175/1520-0450\(2001\)040%3C0762:OTDOAH%3E2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0450(2001)040%3C0762:OTDOAH%3E2.0.CO;2).

OMM. 2001. Organização Mundial de Meteorologia. <https://public.wmo.int/en/files/heat-waves>.

Santos, L. K. C. 2023. Análise dos condicionantes climáticos e do material particulado fino nas interações por pneumonia em Manaus-Amazonas. [Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Amazonas]. Tede UFAM. <https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/9395>.

Silva, E. N. (2010). Ambientes atmosféricos intraurbanos na cidade de São Paulo e possíveis correlações com doenças dos aparelhos: respiratório e circulatório. [Tese de Doutorado, Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo]. Catálogo USP. <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6134/tde-11052010-170222/pt-br.php>.

Stephenson, D. 2008. Definition, diagnosis, and origin of extreme weather and climate events. In H. Diaz & R. Murnane (Eds.), *Climate Extremes and Society* (pp. 11-23). Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9780511535840.004.

WHO. World health organization. (2021, julho). Climate risk country profile: Brazil. https://climateknowledgeportal.worldbank.org/sites/default/files/2021-07/15915-WB_Brazil%20Country%20Profile-WEB.pdf.