

Artigo de Pesquisa**EVENTOS EXTREMOS DE TEMPERATURA DO AR E DOENÇAS
CARDIORRESPIRATÓRIAS EM MANAUS/AM****Extreme events of air temperature and cardiorespiratory diseases in
Manaus/AM**Beatriz da Silva Lima¹, Natacha Cíntia Regina Aleixo²

¹ Universidade Federal do Amazonas, Departamento de Geografia, Manaus, Brasil. E-mail.
limab017@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0001-6109-0490>

² Universidade Federal do Amazonas, Departamento de Geografia, Manaus, Brasil. E-mail.
natachaaleixo@ufam.edu.br

 <https://orcid.org/0000-0001-7021-0730>

Recebido em 31/08/2022 e aceito em 05/01/2023

RESUMO: O objetivo da pesquisa foi analisar a influência dos extremos térmicos de temperatura do ar, associados às condições de vulnerabilidade social sobre a ocorrência das doenças cardiorrespiratórias em Manaus. Para isso, foram coletados dados de Temperatura Máxima e Mínima do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) dos anos de 1990 a 2020, bem como dados secundários das doenças circulatórias e respiratórias do período de 2008-2020, disponíveis no banco de dados online do Sistema Único de Saúde (DATASUS), estes foram tratados estatisticamente com técnicas descritivas. Os resultados mostraram que somente as doenças respiratórias apresentaram efeito da sazonalidade no que se refere às internações, com 52,81% e 47,18% no período chuvoso e seco, respectivamente. Contudo, na análise diária de 2016-2020, notou-se que não há tanta diferença na sazonalidade das internações dos grupos das doenças, principalmente nas respiratórias, enquanto as circulatórias não possuem a sazonalidade bem definida. Quanto aos extremos de temperatura do ar, o maior número de ocorrências de 2016-2020 concentrou-se no período seco, pôde-se constatar também que, as morbidades se correlacionaram de forma fraca aos extremos térmicos, apesar da significância estatística da associação das variáveis observada em alguns meses. A análise do indicador síntese de vulnerabilidade social demonstrou as áreas que potencializam os riscos no acometimento das diferentes patologias. Conclui-se que pesquisa realizada foi importante para evidenciar os aspectos têmporo-espaciais dos eventos extremos térmicos associados aos grupos das doenças em Manaus e seus resultados têm potencial para subsidiar políticas públicas.

Palavras-chave: Doenças Respiratórias; Doenças Circulatórias; Eventos Extremos.

ABSTRACT: The goal of this research was to analyze the influence of air extreme temperature associated with social vulnerability conditions related to the occurrence of cardiorespiratory diseases in Manaus. For that was gathered data of maximum and minimum temperature from Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) from the years 1990 to 2020 as well as secondary data of circulatory and respiratory diseases from the years 2008 to 2020 available in the online database of Sistema Único de Saúde (DATASUS) these were statistically treated with descriptive techniques. The results showed that only respiratory diseases had a seasonal effect with regard to hospitalizations, with 52.81% and 47.18% in the rainy and dry season, respectively. However, in the daily analysis of 2016-2020, it was noted that there is not much difference in the seasonality of hospitalizations of the groups of diseases, mainly in the respiratory ones, while the circulatory ones do not have a well-defined seasonality. As for temperature extremes, the majority of occurrences was concentrated in the dry period, it was also

possible to verify that morbidities were weakly correlated, despite the statistical significance in relation to extreme events. The analysis of vulnerability indicator showed that areas that lack infrastructure for the population, increasing risks in the involvement of different pathologies. The research carried out was important to highlight the temporal-spatial aspects of extreme thermal events and diseases in Manaus and its results have the potential to support public policies.

Keywords: Respiratory Diseases; Circulatory Diseases; Thermal Extremes.

RESUMEN: El objetivo de la investigación fue analizar la influencia de los extremos térmicos de la temperatura del aire, asociados a condiciones de vulnerabilidad social en la ocurrencia de enfermedades cardiorrespiratorias en Manaus. Para ello se recolectaron datos de Temperaturas Máximas y Mínimas del Instituto Nacional de Meteorología (INMET) de los años 1990-2020, así como datos secundarios de enfermedades circulatorias y respiratorias del periodo 2008-2020, disponibles en la base de datos en línea de el Sistema Nacional de Salud (DATASUS), estos fueron tratados estadísticamente con técnicas descriptivas; estos fueron tratados estadísticamente con técnicas descriptivas. Los resultados mostraron que las enfermedades respiratorias presentan una estacionalidad en cuanto las hospitalizaciones, con un 52,81% y un 47,18% en época lluviosa y seca, respectivamente. En el análisis diario de 2016-2020, se observó que no hay mucha diferencia en la estacionalidad de las hospitalizaciones por enfermedades, especialmente respiratorias, mientras que las enfermedades circulatorias no tienen una estacionalidad bien definida. En cuanto a las temperaturas extremas, mayor número de ocurrencias se concentró en el período poco lluvioso, también fue posible verificar que las morbilidades estuvieron débilmente correlacionadas, a pesar de la significación estadística con respecto a los eventos extremos. El análisis del indicador resumen de vulnerabilidad mostró las áreas que carecen de infraestructura para la población, aumentando los riesgos en el involucramiento de diferentes patologías. La investigación realizada fue importante para resaltar los aspectos espacio-temporales de los eventos térmicos extremos y las enfermedades en Manaus y sus resultados tienen el potencial de apoyar políticas públicas.

Palabras clave: Enfermedades Respiratorias; Enfermedades Circulatorias; Extremos Térmicos.

INTRODUÇÃO

A geografia do clima tem por objetivo colaborar com o conhecimento da dinâmica climática, tanto na esfera local como global. Além disso, evidencia que o clima é um importante condicionante na relação sociedade versus natureza, onde, além dos impactos diretos dos eventos climáticos no cotidiano social, a transformação da paisagem e produção do espaço também altera os elementos do clima e podem potencializar os agravos à saúde humana.

É importante ressaltar que o clima não é apenas o único que tem influência sob as enfermidades do organismo humano. A sociedade com o seu modelo de produção desenfreado para acumulação de capital gera adversos efeitos sobre o ambiente e isso tem cada vez mais contribuído com a propagação das doenças emergentes e reemergentes.

Por ser um elemento global, o clima pode influenciar de forma direta ou indireta sobre a saúde da população. Nesse caso, ele não deve ser tratado como um caráter determinista, mas sim um dos elementos que pode afetar de diferentes formas a estrutura fisiológica de cada indivíduo.

Sendo assim, na relação saúde-doença o clima não deve ser o único fator analisado, mas também as condições socioeconômicas que podem ser determinantes na influência de diferentes patologias.

Nesse sentido, esta pesquisa terá como um dos principais pontos de análise investigar os efeitos do clima sobre a saúde humana, em especial a influência de extremos de temperatura máxima e mínima no acometimento de doença cardiorrespiratórias em Manaus. Segundo dados do DATAUS, no capítulo IX da CID-10 as Doenças do Aparelho Circulatório (categoria em que está inserida as doenças cardiovasculares) e as Doenças do Aparelho Respiratório no capítulo X da CID-10, são a quinta e terceira causa de internações na capital amazonense, respectivamente.

Entender os fatores que estão associados à ocorrência dessas doenças, sejam eles biológicos, climáticos e/ou sociais são de suma importância, visto que as mudanças no clima associadas aos extremos térmicos podem ter influência sobre a morbidade-mortalidade da população, principalmente aquelas que possuem doenças pré-existentes, comorbidades e/ou fazem parte dos grupos de maior susceptibilidade.

As grandes cidades possuem uma grande influência no clima local e na relação deste com a sociedade. A capital Manaus não é diferente, esta por possuir um clima equatorial úmido, além de contar com a evapotranspiração da floresta, tem médias anuais pluviométricas e de umidade relativa do ar elevadas (ALEIXO, 2020). Dessa maneira, é necessário analisar os elementos do clima, principalmente em relação à temperatura, uma vez que a temperatura média do ar anual de Manaus é de 27,38 °C, chegando a apresentar uma média de 28,0 °C nos meses secos denominados popularmente como o período do verão amazônico e 26,78 °C nos meses chuvosos denominados popularmente como o período de inverno amazônico.

De conformidade a isso, analisar e identificar os eventos extremos diários associados a temperatura e sua influência sobre o organismo humano, em especial nas Doenças Cardiorrespiratórias, sob a ótica da Geografia do clima e da Bioclimatologia humana, pode contribuir para o entendimento da relação entre as variáveis e com o conhecimento científico no tema em ambiente climático equatorial.

Concomitante, entender o processo saúde-doença com o olhar geográfico abre espaço para analisarmos diferentes fatores, além dos predispostos, tendo em vista que possam existir relações econômicas, sociais, ambientais que podem ser agravantes no acometimento dessas morbidades, principalmente na população que vive em condições de vulnerabilidade social.

A vulnerabilidade socioespacial pode ser compreendida na perspectiva de grupos que estão sujeitos a determinados perigos, ou seja, as populações em situação de risco (MARANDOLA JUNIOR E HOGAN, 2009) e se correlaciona as características demográficas, econômicas e sociais, dessas populações que mais sofrem os efeitos das desigualdades.

A expansão territorial da malha urbana e produção desigual do espaço, com áreas segregadas, adensamentos construtivos de forma inadequada, sem infraestrutura, entre outros aspectos, demonstram as contradições de espaços heterogêneos na cidade. Estes são caracterizados por elevadas desigualdades que se refletem nas condições de iniquidades em saúde e devem ser analisados conjuntamente a relação do clima com o processo saúde-doença.

Dessa forma, é relevante compreender por meio da geografia, o clima como fenômeno físico e social, uma vez que esse campo de estudo é pouco explorado no estado do Amazonas, desvelando as diferentes condições do processo saúde-doença em Manaus integradas as magnitudes de vulnerabilidade sociais.

MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa está baseada no aporte teórico-metodológico da climatologia geográfica na perspectiva sistêmica (Monteiro, 1976) e da geografia do clima Sant'anna Neto (2001) para se compreender a relação integrada e conflituosa da transfiguração do clima na relação entre sociedade-natureza em seus aspectos históricos e na materialidade desta associação.

Foi realizada uma revisão teórica das principais obras de clima e saúde, bioclimatologia humana e vulnerabilidade social. Foram coletados os dados dos elementos do clima para Manaus, como dados de temperatura do ar mínima e máxima junto ao site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) do período de 1990-2020 os quais foram tratados estatisticamente visando identificar os eventos de extremos térmicos na capital.

Os dados de doenças cardiorrespiratórias (internações e óbitos) foram coletados no banco de dados online do sistema único de saúde (DATASUS) de 2008 a 2020.

Com o intuito de verificar a variabilidade e identificar a existência de extremos térmicos influentes no processo saúde-doença, também foram coletados dados diários de temperatura máxima e mínima, e morbidades respiratórias e circulatórias do período de 2016 a 2020, do INMET e DATASUS, respectivamente.

Os dados foram tratados com técnicas estatísticas descritivas e foram realizados gráficos das análises da sazonalidade das doenças. Também foi aplicada a correlação de Spearman para análise da associação entre os elementos do clima e as doenças.

Em seguida, foram coletados dados sociais, demográficos e econômicos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Também foram coletados os dados de ofertas de serviços de saúde públicos em Manaus, disponíveis no website da Prefeitura Municipal de Manaus. Esses dados foram tratados com técnicas de estatística descritiva como valor máximo e mínimo, mediana e quartis e mapeados no software QGIS 3.10, no intuito de compreender as condições e áreas de vulnerabilidade social na cidade de Manaus que podem gerar maior risco às doenças cardiorrespiratórias.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

CLIMA URBANO E SAÚDE: APORTES TEÓRICOS

A relação entre clima e saúde é observada desde Hipócrates (Grécia antiga – 480 a.C.) com a sua obra *“Dos ares, dos mares e dos lugares.”* O pensamento hipocrático atribuía aos elementos da natureza a causa das enfermidades que atingiam o ser humano (MURARA, 2012).

É importante frisar que foi a partir do pensamento de Hipócrates que se passou a associar a relação entre saúde e ambiente. Ele já enxergava a necessidade de se

identificar as influências sociais e ambientais sobre a saúde. (MURARA e ALEIXO, 2020)

Max Sorre (1880-1962) foi um dos precursores nos estudos científicos referentes a Geografia e Saúde. Ele é considerado como vanguarda para explicação da ação da natureza sobre o homem e, a ação humana modelando a natureza (MURARA, 2012).

As mudanças realizadas no espaço trazem consigo novas configurações para as paisagens. O processo de urbanização é uma das principais causas que vai influenciar na alteração da paisagem e a configuração de novas formas-conteúdos vinculados a produção das cidades.

Deve-se buscar compreender como que essas transformações podem influenciar no processo saúde-doença levando também em consideração o clima (agente físico e também produzido socialmente) como um dos fatores. Tendo em vista que as mudanças ocorrem na atmosfera, a revolução industrial é um exemplo, de alterações químicas associadas a poluição do ar.

Esta é uma, de muitas outras influências sociais que ocorrem também no espaço urbano das cidades e acabam provocando efeitos a saúde de forma heterogênea e remodelam o espaço, com isso, a cidade acaba tendo um clima urbano próprio devido aos diferentes tipos de mecanismos que atuam e são capazes de influenciar nessas transformações (MONTEIRO, 1976).

Em sua obra, Teoria e Clima Urbano, Monteiro (1976), considera o clima urbano como um sistema aberto, este irá constituir uma organização complexa que pode importar, transformar, incorporar e exportar os fluxos de energia e matéria (MONTEIRO, 1976).

Monteiro (1976) vai apresentar três subsistemas para analisar e compreender o clima urbano e a influência de cada um deles sobre a saúde da população. São eles: termodinâmico, físico-químico e hidrometeorológico. O sistema termodinâmico caracteriza-se pela mudança do espaço urbano, ilhas de calor, conforto e desconforto térmico (MONTEIRO, 1976).

Envolvendo impactos da produção industrial e grande contingente de veículos que contribuem para o aumento da concentração e circulação de poluentes atmosféricos que afetam a saúde dos cidadãos e atenuando infecções por doenças respiratórias, circulatórias e oftalmológicas, acabam por constituir objetos de estudos do subsistema físico-químico (MONTEIRO, 1976).

O subsistema hidrometeorológico pela sua natureza, são eventos que refletem variações extremas e formas violentas do ritmo, afastamentos ou desvios de padrões habituais, disritmias (MONTEIRO, 1976). São eventos raros e excepcionais.

Como exposto, o bem-estar do ser humano pode ser comprometido devido às alterações climáticas e no espaço, e estas podem repercutir na saúde através de sensações térmicas, (devido às altas ou baixas temperaturas), doenças de veiculação hídrica, doença respiratórias, doenças circulatórias e entre outras.

Dessa forma, o clima pode ser considerado um fator que pode influenciar nos estudos relacionados a saúde, a análise geográfica do clima vai nos permitir compreender

através da junção de variáveis meteorológicas e re(produção) do espaço, o processo saúde-doenças e como elas podem influir no acometimento de enfermidades.

No Brasil, segundo a WHO (2021) a região Norte possui as médias de temperaturas mais elevadas durante o período seco, as maiores taxas de aquecimento na Amazônia são observadas durante essa estação (junho a novembro na Amazônia Central), aumentando também o número de dias mais quentes (WHO, 2021), caracterizando extremos térmicos.

Em sua pesquisa AYOADE (1996) ressalta que os extremos térmicos e hidrotérmicos acentuam a fragilidade dos indivíduos frente às enfermidades, intensificando processos inflamatórios, com isso, cria-se condições contagiosas às enfermidades, já em condições que há temperatura amena, apresenta propriedades terapêuticas.

Dessa forma, observa-se que o aumento das temperaturas pode ser um agravante para a saúde, principalmente quando damos destaque para os grupos mais vulneráveis, bem como idosos e crianças.

Nesse sentido, é importante compreender a influência dos extremos térmicos (através das variáveis temperatura máxima e mínima) no bem-estar do ser humano. Esses extremos podem causar desde um desconforto térmico e até contribuir no agravamento de doenças respiratórias e cardiovasculares, potencializando morbidades e mortalidade.

Um dos conceitos associados aos extremos térmicos diários, são as ondas de calor, (ARAUJO, 1930 apud COI, NEDEL E NASCIMENTO, 2017, p. 2), definiu uma onda de calor “quando a temperatura absoluta (tanto mínima quanto máxima) exceder os valores normais para a região, por no mínimo 3 dias consecutivos”. (ARAÚJO, 1930 apud COI, NEDEL E NASCIMENTO, 2017, p. 2).

A Organização Mundial de Meteorologia (OMM), define ondas de calor como um processo meteorológico, em que em pelo menos 6 dias consecutivos, a temperatura máxima se encontra 5°C acima do valor médio da temperatura do período de referência (REIS, 2019).

Essas são uma das várias definições existentes para denominar onda de calor. Assim como seus variados conceitos, torna-se importante ressaltar que sua intensidade vai variar de acordo com o clima local.

Neste sentido, é importante analisar o processo saúde-doença integrados aos extremos térmicos, especialmente nos municípios do Amazonas que obtém escassez de estudos de bioclimatologia humana na perspectiva geográfica.

ELEMENTOS DO CLIMA E DOENÇAS CARDIORRESPIRATÓRIAS EM MANAUS/AM

A cidade de Manaus possui um clima equatorial úmido, com altos índices pluviométricos, médias mensais de temperaturas elevadas, bem como grande quantidade de umidade relativa de ar, esta última está presente em maior quantidade

por conta do aporte vindo do Atlântico e da evapotranspiração da floresta Amazônica (ALEIXO, 2020).

Está localizada na região Norte do país e é a capital do estado do Amazonas (Figura 1). Segundo dados do IBGE (2021), a cidade possui uma população estimada de cerca de 2.255.903 mil habitantes e uma densidade demográfica de 158,06 hab./km².

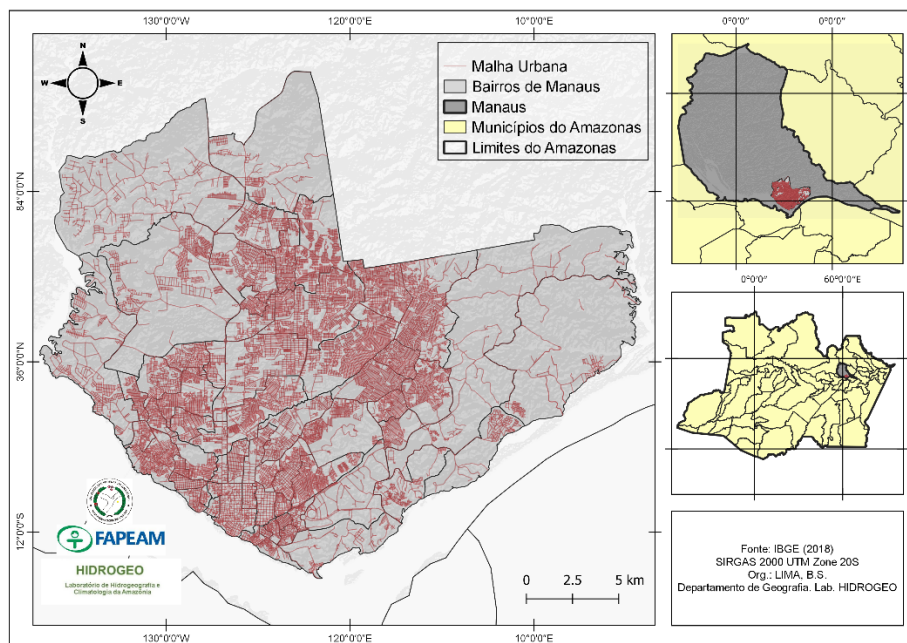


Figura 1: Mapa de Localização da cidade de Manaus. **Fonte:** IBGE (2018). **Elaboração:** LIMA (2023).

O climograma (Figura 2), nos mostra uma sazonalidade climática quando observamos os elementos climáticos. Esta sazonalidade será marcada pelo período seco e chuvoso, de dezembro a maio, temos a presença de sistemas atmosféricos precipitantes atuando (Zona de Convergência Intertropical e Zona de Convergência do Atlântico Sul) entre outros, caracterizando o período chuvoso. Os meses de junho a novembro são marcados por altas temperaturas e baixa precipitação, caracterizando o período seco, com a presença de sistemas atmosféricos de mesoescala e local, como os Sistemas Convectivos.

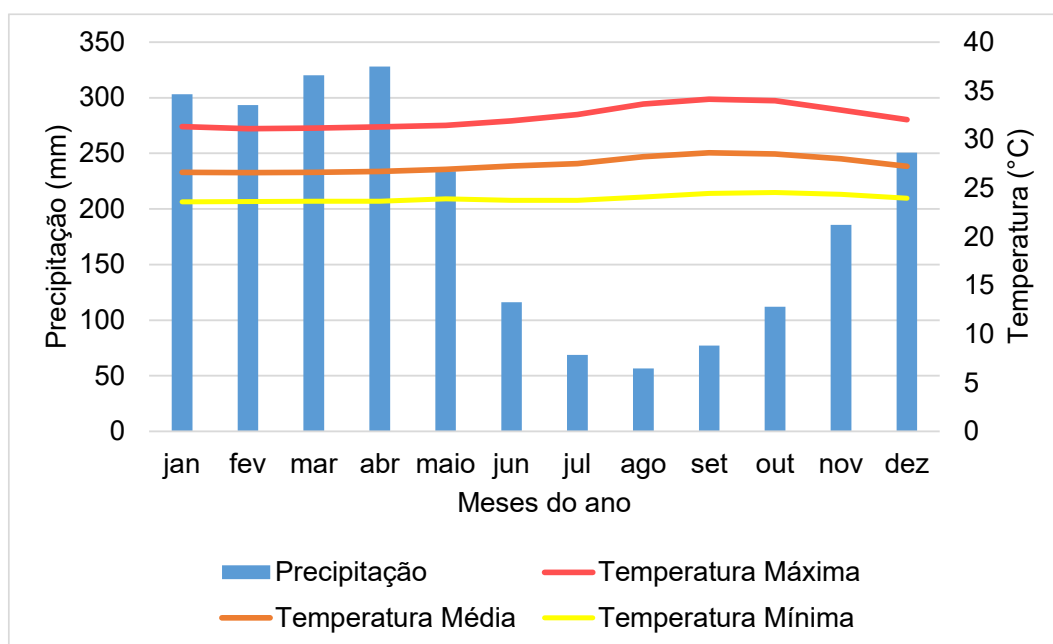


Figura 2: Climograma das médias mensais dos elementos climáticos de 1990-2020, em Manaus – AM. **Fonte:** INMET (2022).

Os valores de temperatura do ar da série de 1990-2020, evidenciam que a capital do estado possui um gradiente térmico elevado, a média da temperatura máxima anual possui o valor de 32,27°C. Os meses mais quentes são aqueles que correspondem à estação seca, sendo o mês de setembro aquele que possui a maior média da temperatura máxima mensal com 34,11°C. O mês de fevereiro é aquele que possui a menor média de temperatura máxima, com valor de 31,11°C.

A temperatura mínima possui uma média de 23,95°C, e seus maiores valores médios são de 24,44°C e 24,54°C para os meses de setembro e outubro, respectivamente. O mês de janeiro é o que apresenta menor média mensal, com 23,58°C. Nota-se também que não há uma elevada amplitude térmica. Localidades como Manaus e Belém não têm estação térmica definida, uma vez que a variação anual da temperatura do ar entre os meses é pequena e as estações são estabelecidas pela distribuição das chuvas (MENDONÇA E DANNI-OLIVEIRA, 2007).

A Figura 3 mostra as temperaturas máximas e mínimas nos últimos 12 anos integradas as doenças em Manaus. As doenças do aparelho respiratório e circulatório figuram entre as principais internações nos grupos de doenças do CID-10 (DATASUS, 2021) com 125.970 e 89.919 mil internações, respectivamente, ocupando o terceiro e o quinto lugar, entre os grupos de doenças. Nos óbitos o cenário é diferente, as doenças circulatórias ocupam o segundo lugar com 7.903 mil óbitos e as respiratórias ficaram em terceiro com 7.403 mil.

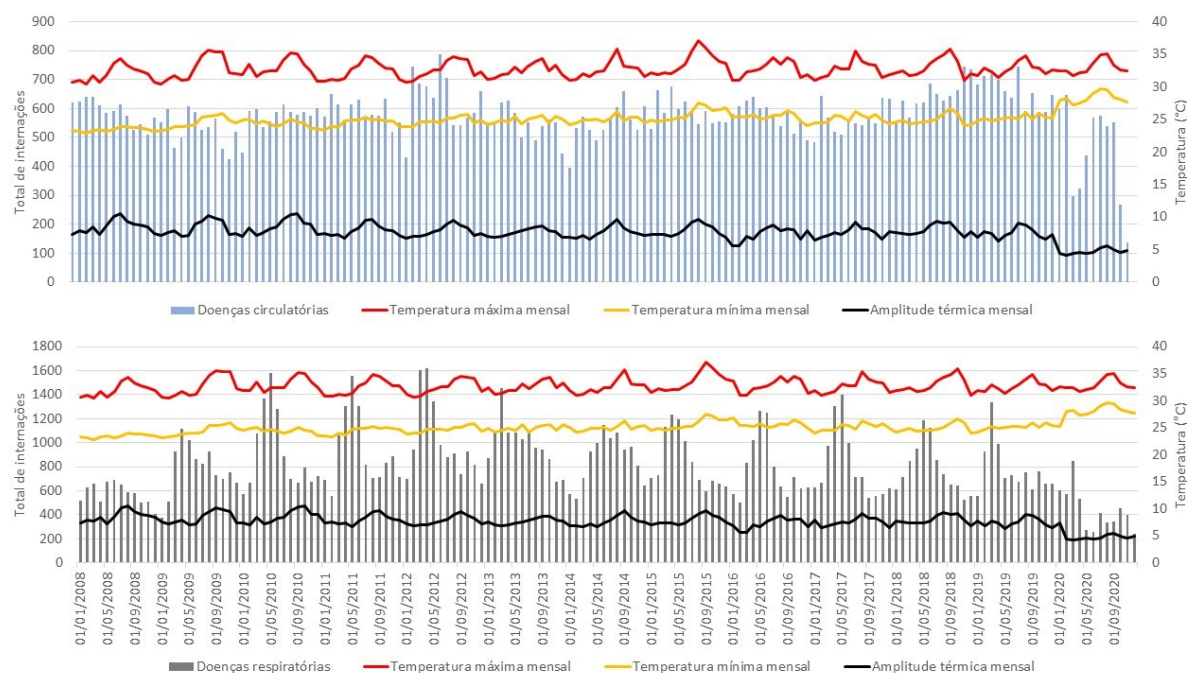


Figura 3: Internações das doenças circulatórias e respiratórias, máxima e mínima de temperaturas do ar e amplitude térmica mensal. **Fonte:** INMET e SIH/DATASUS (2022).

Na série analisada (2008 a 2020) das doenças (Figura 3) observou-se uma sazonalidade somente no grupo das doenças do aparelho respiratório. Nas doenças do aparelho respiratório verificou-se a predominância de internações no período chuvoso, com 52,81%, o período seco apresentou 47,18% das internações. No grupo das doenças circulatórias ocorreu 50,21% das hospitalizações no período seco e o período chuvoso possui 49,79% delas.

Em relação a amplitude térmica (Figura 3), ocorreu uma média anual de 7,67°C, o que configura pouca variação mensal entre a máxima e a mínima no período analisado. Além disso, o período seco apresentou a maior amplitude térmica mensal do que a estação chuvosa, com 8,29°C e 7,06°C, respectivamente.

Na Figura 3 também é possível observar que as doenças do aparelho respiratório se manifestaram em sua maioria no período chuvoso, este é marcado por temperaturas amenas e altos índices pluviométricos, o que pode acabar favorecendo a disseminação de vírus em ambientes fechados e potencializar agravos ao trato respiratório.

No entanto, nas doenças circulatórias no período seco ocorreu a maior quantidade de internações com 45.148 mil. Este é conhecido por apresentar poucas chuvas e altas temperaturas, além disso, os mecanismos fisiológicos ocasionados por um evento extremo de temperatura do ar pode acabar influenciando no acometimento dessas patologias, principalmente nos grupos que possuem predisposições como idosos, pessoas com co-morbidades, mulheres grávidas e as que são mais vulneráveis.

A temperatura normal do corpo é mantida por meio de retroalimentação negativa, que regula os mecanismos de produção e perda de calor (TORTORA E DERRICKSON,

2017). Quando há perda de calor e o corpo é exposto à baixas temperaturas ocorre a vasoconstrição (estreitamento de um vaso sanguíneo), nesse processo haverá uma diminuição da força das contrações e dos batimentos cardíacos. No entanto, quando o corpo é exposto ao calor e sua temperatura corporal aumenta significativamente, ocorre a vasodilatação (dilatação dos vasos sanguíneos), onde irá desencadear no aumento das contrações e da frequência cardíaca (TORTARA E DERRICKSON, 2017).

Quando se trata dos óbitos, as doenças do aparelho circulatório não apresentaram uma sazonalidade bem definida, com 50,37% no período chuvoso e 49,63% na estação seca. Na Figura 4, é possível perceber que todos os meses do ano possuem um número alto de óbitos, sendo o mês de março aquele que apresentou maior número na série dos anos analisados, totalizando 730 óbitos.

As doenças do aparelho respiratório, diferente das do aparelho circulatório, possuem a maior parte dos seus óbitos no período chuvoso, com 53%, sendo o mês de abril aquele que possui maior número de óbitos. A estação seca possui 47% dos óbitos, dentro desse período, o mês de outubro que apresentou maior número de óbitos.

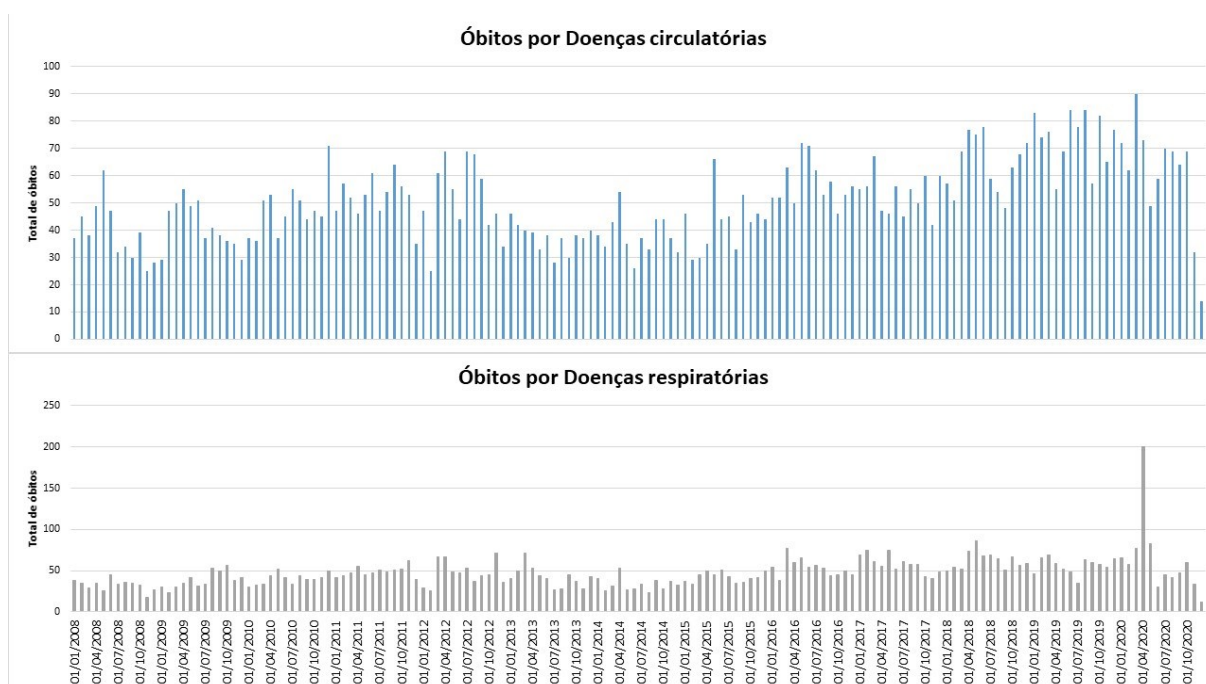


Figura 4: Mortalidade hospitalar das doenças respiratórias e circulatórias, Manaus/AM – 2008-2020. **Fonte:** SIH/DATASUS (2022).

GRADIENTE TÉRMICO MENSAL E DOENÇAS CARDIO-RESPIRATÓRIAS

Na série analisada (2016-2020), nota-se uma média anual de 32,54°C de temperatura máxima. A presença de uma sazonalidade deste elemento é notável entre os meses de junho a novembro e de dezembro a maio, com temperaturas variando entre 34°C a 30°C e de 28°C a 30°C, respectivamente (Figura 5). O ano de 2016 apresentou a maior média anual, com 33°C.

Com relação à média mensal de temperatura mínima (Figura 6), há também um período sazonal que irá caracterizar os meses de dezembro a maio (e uma parte dos meses de junho e julho) e de junho e novembro, com temperaturas mínimas alternando de 22°C a 26°C e de 25°C a 27°C, de modo respectivo

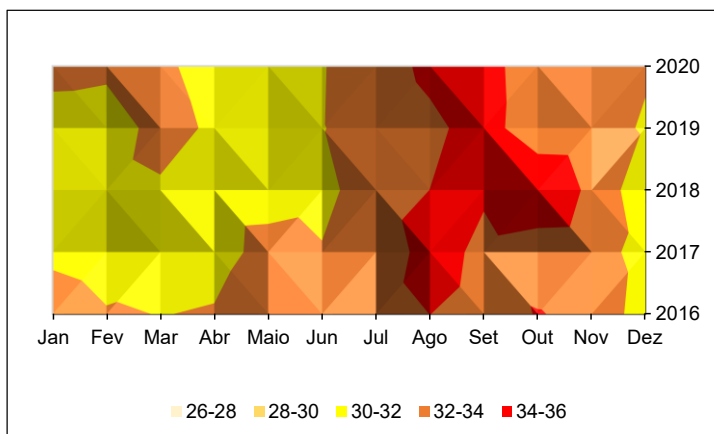


Figura 5: Média mensal de temperatura máxima de 2016 a 2020, Manaus/AM. **Fonte:** INMET (2022).

A média anual terá um gradiente térmico de 25,22°C, obtendo o ano de 2016 a maior média desse período, com 25,59°C. A diferença de mais de 1°C nas médias anuais de temperatura máxima e mínima em 2016, se deram devido a ocorrência do fenômeno El Niño de intensidade forte (ENOS fase quente).

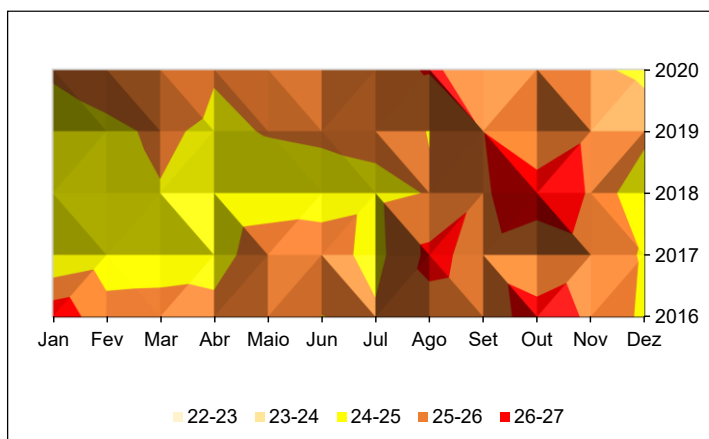


Figura 6: Média mensal de temperatura mínima de 2016 a 2020, Manaus/AM. **Fonte:** INMET (2022).

No período analisado, foram registradas 23.478 internações de pacientes por doença respiratória. De modo geral, percebe-se que as doenças respiratórias são sensíveis ao período chuvoso (Figura 7), pois, 54,98% das internações diárias ocorreram em meses dos quais são marcados por fortes índices pluviométricos na região. Quanto à distribuição mensal, março, abril, maio e junho vão concentrar maiores registros de internações diárias nos últimos 5 anos (Figura 7).

No que se refere à distribuição no período seco, observa-se que por apresentar características climáticas que podem influenciar no acometimento de doenças respiratórias, ocorreram 45,02% das internações (Figura 7).

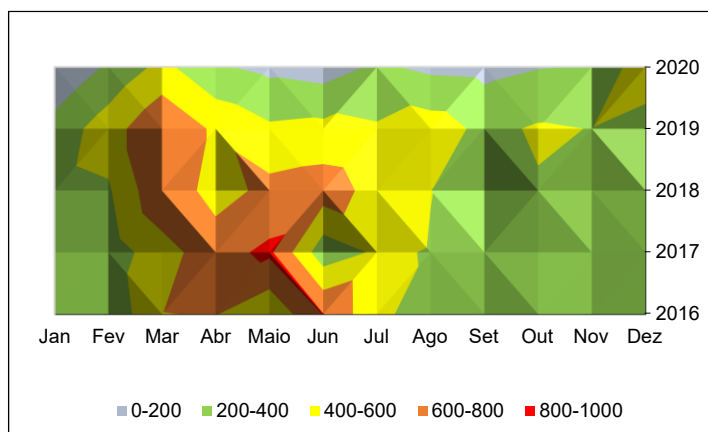


Figura 7: Total de internações mensais de Doenças Respiratórias, Manaus/AM – 2016 a 2020. **Fonte:** SIH/DATASUS (2022).

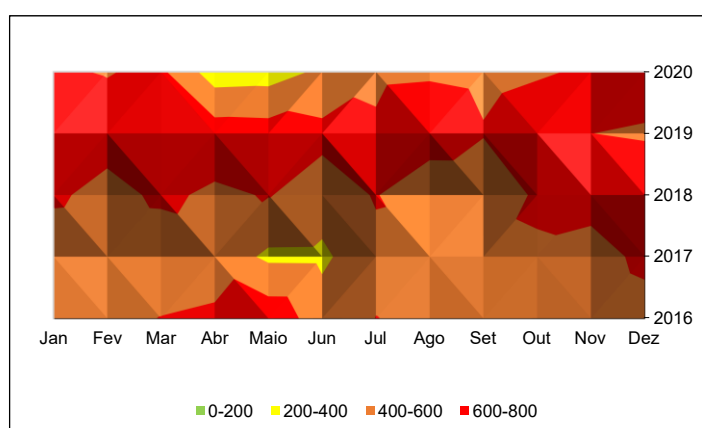


Figura 8: Total de internações mensais de Doenças Circulatórias, Manaus/AM – 2016 a 2020. **Fonte:** SIH/DATASUS (2016-2020).

Tratando-se das doenças circulatórias, totalizou-se 34.459 hospitalizações diárias. Em relação às doenças respiratórias (que possuem uma clara diferença na distribuição sazonal de internações), as circulatórias se caracterizam por apresentar uma pequena diferença de internações entre os períodos seco e chuvoso, sendo 49,14% e 50,86%, respectivamente.

Observa-se uma certa uniformidade de internações durante os meses, ou seja, há pouca variação sazonal. Quanto aos meses com maiores internações diárias, dezembro vai possuir 3.186 internações nos últimos 5 anos, logo em seguida teremos o mês de março, com 3.059 hospitalizações (Figura 8).

EXTREMOS DE TEMPERATURA DO AR EM MANAUS

Para identificar os eventos extremos de temperatura máxima e mínima, optou-se por utilizar a técnica dos percentis, com isso, foram empregados os percentis 85, 90 e 95.

Convém destacar que foram obtidas médias de temperatura mínima e máxima para cada percentil, os dias que apresentaram temperaturas acima delas são consideradas gradientes extremos, pois estão acima do valor da média.

No que diz respeito a temperatura máxima, o percentil 85 teve uma variação de 34,2°C a 35°C, o percentil 90 variou de 34,6°C a 35,6°C, por último, o 95 foi de 35,3°C a 36,1°C, sendo este último o maior da série, tendo ocorrido em 2018. Os valores referentes à temperatura mínima no percentil 85 foram de 26,2°C a 27°C, no 90 foi de 25,5°C a 27,2°C e no percentil 95 variou de 26,8°C a 27,8°C.

O número de ocorrências de eventos extremos não apresentou uma uniformidade, nos últimos 5 anos, e tem se caracterizado por possuir uma variação entre os anos (Figura 9). O ano de 2017 foi o que apresentou maior total de ocorrências de eventos extremos relacionados a temperatura mínima, com 64 dias acima da média mínima. No que se refere aos episódios a temperatura máxima, cabe enfatizar que 2018 foi o ano que teve o maior número de eventos com total de 60 (Figura 9).

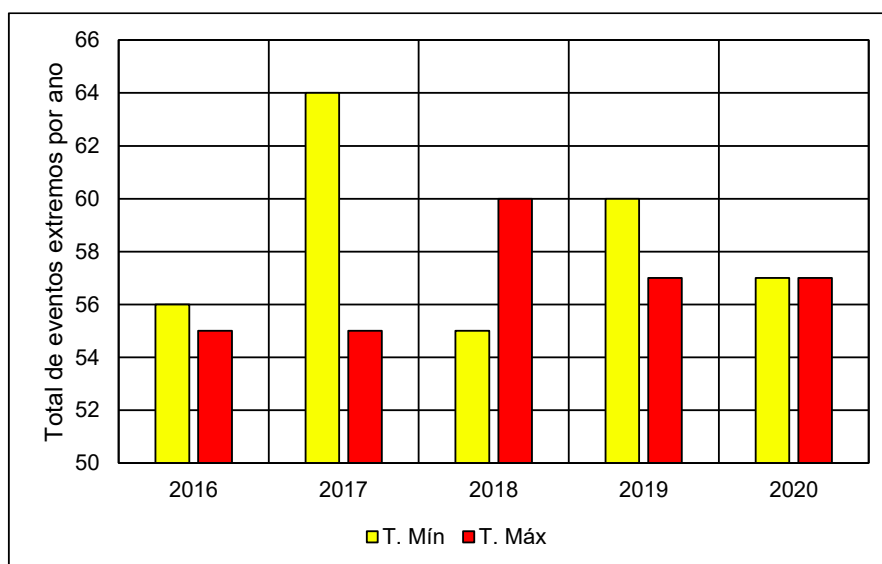


Figura 9: Distribuição anual dos eventos extremos de temperatura máxima do período de 2016 à 2020, em Manaus/AM. **Fonte:** INMET (2022).

No tocante ao número de eventos distribuídos de forma mensal de acordo com os percentis, como é observado na Figura 10, o percentil 90 é o que apresenta maiores dias com ocorrências de temperaturas máximas extremas, com 111, seguido do percentil 85 e 95, distribuídos em sua maioria durante a estação seca, mais precisamente entre os meses de agosto, setembro, outubro e novembro.

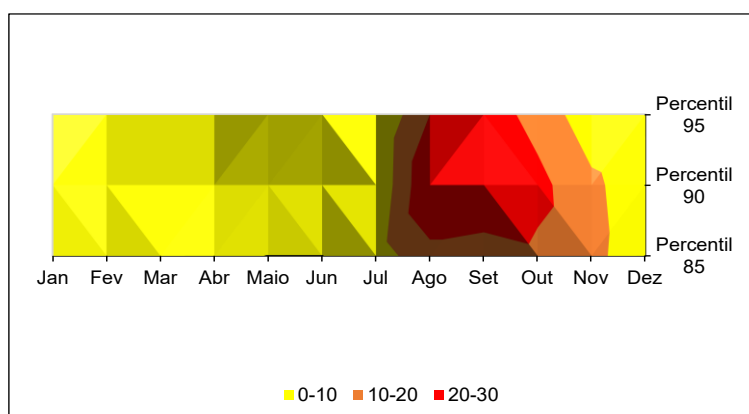


Figura 10: Distribuição mensal dos eventos extremos de temperatura máxima do período de 2016 à 2020, em Manaus/AM. **Fonte:** INMET (2022).

Para os eventos de temperatura mínima, apesar de ter uma distribuição dos registros entre os meses dos anos (Figura 11), percebe-se a mesma sazonalidade de eventos em relação a temperatura máxima (Figura 10). Os meses de agosto, setembro, outubro e novembro apresentaram o maior número de dias com eventos extremos de temperatura mínima.

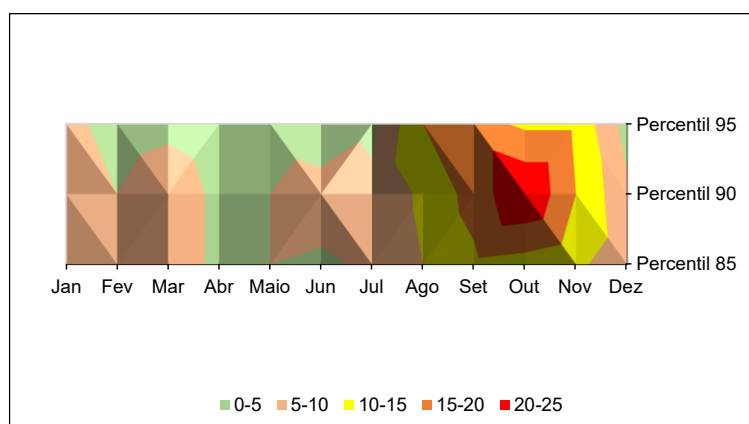


Figura 11: Distribuição mensal dos eventos extremos de temperatura mínima do período de 2016 à 2020, em Manaus/AM. **Fonte:** INMET (2022).

CORRELAÇÕES CLIMATOPALÓGICAS DIÁRIAS

A Figura 12 mostra o resultado da correlação de Spearman a nível diário entre doenças respiratórias e circulatórias como variável resposta e as temperaturas máxima e mínima, como variáveis explicativas, no período de 2016 a 2020.

Na análise diária dos gradientes térmicos com as morbidades circulatórias e respiratórias verificou-se correlações com significância estatística. Os valores das correlações entre os gradientes térmicos e as internações por doenças respiratórias e circulatórias foram de fracas a moderados.

Desse modo, observou-se no ano de 2016 a correlação positiva entre temperatura máxima e internações por doenças respiratórias nos meses de fevereiro, abril e

outubro, além de uma associação direta e significativa entre temperatura mínima e hospitalizações por doenças respiratórias no mês de fevereiro.

No que se refere aos casos por doenças circulatórias, verificou-se significância estatística com a temperatura máxima em 2016, nos meses de junho e agosto, que fazem parte do período mais seco do ano. Em ambos os casos, notou-se associações diretas entre as temperaturas e as morbidades respiratórias e circulatórias, isso quer dizer que, à medida que se acentuam as temperaturas máximas e mínimas, aumenta-se também o número de internações por essas doenças.

Ressaltam-se que alguns grupos etários que são mais sensíveis aos extremos térmicos, dentre eles, estão as crianças e idosos, essa faixa etária da população geralmente é a que mais sofre com os efeitos dessas anomalias climáticas associados a outros fatores fisiológicos e até mesmo sociais.

T. Máxima (2016)	JAN	FEV	MAR	ABR	MAIO	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Doenças Respiratórias	0,00812	,414*	0,08847	,467*	-0,303	0,24129	-0,0526	0,16322	-0,247	,414*	0,06691	-0,0124
Doenças Circulatórias	0,04983	-0,0023	0,18389	0,0948	-0,1193	,562**	-0,0314	,453*	0,01501	0,125	-0,1269	0,06341
T. Mínima (2016)	JAN	FEV	MAR	ABR	MAIO	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Doenças Respiratórias	0,1107	,393*	0,14955	-0,3399	-0,0998	-0,1791	0,25517	-0,1081	-0,0934	-0,0646	-0,1619	-0,1043
Doenças Circulatórias	-0,0419	0,35397	0,26667	-0,1384	0,05185	0,01911	-0,2543	0,21202	0,14668	0,0463	-0,2073	-0,2322
T. Máxima (2017)	JAN	FEV	MAR	ABR	MAIO	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Doenças Respiratórias	-0,0076	0,10804	-,455*	-0,1755	-,649**	0,17048	-,474*	-0,0962	0,21628	-0,0162	-0,103	-,411*
Doenças Circulatórias	-0,1278	-0,1427	-0,0904	0,20799	-,484**	-0,0205	0,14565	-0,3652	-0,0416	0,31665	,378*	0,10882
T. Mínima (2017)	JAN	FEV	MAR	ABR	MAIO	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Doenças Respiratórias	-0,1546	0,02992	-0,3464	-0,3221	-,448*	0,04003	-0,241	0,12061	-0,2461	0,00702	0,05342	-,478*
Doenças Circulatórias	-0,281	0,05507	-0,06	-0,1103	-,446*	0,33311	0,28007	-,409*	-0,116	0,09752	-0,0104	-0,3061
T. Máxima (2018)	JAN	FEV	MAR	ABR	MAIO	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Doenças Respiratórias	-0,0936	0,0729	-0,2792	-0,0748	0,12488	-0,1294	-0,3572	0,2215	0,31635	0,31232	-,409*	-0,3061
Doenças Circulatórias	-0,0912	0,28662	,419*	-0,0419	-0,1159	-0,142	-0,185	-0,0117	0,36763	0,12888	-0,1426	-0,1405
T. Mínima (2018)	JAN	FEV	MAR	ABR	MAIO	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Doenças Respiratórias	-0,1282	0,16084	0,01129	-0,1995	0,05809	-0,2147	-0,0845	0,05649	0,32767	0,26736	0,35901	0,0301
Doenças Circulatórias	-0,1335	,504**	0,21147	0,30189	0,13345	-0,2601	-0,3495	-0,2785	,387*	0,19667	-0,2366	0,06228
T. Máxima (2019)	JAN	FEV	MAR	ABR	MAIO	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Doenças Respiratórias	-0,2107	-0,1094	-0,0806	0,32314	-0,0593	-0,3177	-0,2184	0,0511	0,34673	-0,0879	0,08991	0,34337
Doenças Circulatórias	-0,3028	0,02929	-0,1294	-0,1942	0,27968	-0,0088	0,12966	,627**	0,17196	0,13873	-0,0851	-0,0497
T. Mínima (2019)	JAN	FEV	MAR	ABR	MAIO	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Doenças Respiratórias	-0,3052	-0,1584	-0,0278	0,3631	0,10594	-0,1577	-0,0988	0,16056	0,19447	-0,1738	0,00343	,393*
Doenças Circulatórias	-0,1756	0,00909	-0,2812	-0,0271	-0,0267	-0,1697	-0,0369	0,32654	0,12375	0,10473	0,04669	-0,3313
T. Máxima (2020)	JAN	FEV	MAR	ABR	MAIO	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Doenças Respiratórias	0,13114	0,16322	0,0504	0,07729	-0,0973	0,11245	-0,3299	0,08036	0,07019	-0,0713	0,33758	0,0163
Doenças Circulatórias	0,08136	-0,0167	-0,1814	0,34852	0,09973	0,33471	-0,086	0,03459	-0,0078	-0,0322	-0,113	0,05208
T. Mínima (2020)	JAN	FEV	MAR	ABR	MAIO	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Doenças Respiratórias	0,1897	0,22131	0,05439	0,30083	-0,2483	-0,1909	-0,1628	0,10098	,377*	-0,0381	-0,1085	0,02262
Doenças Circulatórias	0,06116	0,15115	-0,046	0,12648	-0,0086	0,08099	0,23123	-0,0692	-0,0902	-0,1523	,456*	-0,0177

** A correlação é significativa no nível 0,01.

* A correlação é significativa no nível 0,05.

Figura 12: Correlação de Spearman a nível diário entre temperatura máxima e mínima e doenças respiratórias e circulatórias, de 2016-2020, em Manaus/AM. **Fonte:** INMET e SIH/DATASUS (2022).

Ao analisar as correlações do ano de 2017, ocorreram associações estatísticas inversamente proporcionais entre doenças respiratórias e circulatórias com as temperaturas. As doenças respiratórias apresentaram correlações negativas nos meses de março, maio e julho com temperatura máxima e mínima no mês de maio. As temperaturas mínimas e máximas também mostraram correlações positivas e significativas entre as doenças respiratórias no mês de dezembro (Figura 12).

As doenças circulatórias obtiveram correlação inversa com temperatura máxima e mínima nos meses de maio e agosto, respectivamente. Novembro destacou-se por possuir uma associação diretamente e significativa entre as morbidades circulatórias e temperatura máxima (Figura 12).

É interessante ressaltar também que, o ano de 2017 foi marcado pelo esfriamento anormal das águas do pacífico, fenômeno conhecido como La Niña (ENOS fase fria) que atingiu o Brasil com intensidade moderada. Em Manaus os totais pluviométricos ultrapassaram os 2600mm (INMET, 2022), o que pode ter potencializado a maior aglomeração em ambientes fechados e facilidade de transmissões virais.

Na série diária, o ano de 2017 foi o único ano a apresentar correlações inversamente proporcionais, nos anos subsequentes as associações foram diretas e significativas.

No ano de 2018, se obteve correlações positivas das doenças circulatórias com temperatura máxima no mês de março e temperatura mínima nos meses de fevereiro e setembro. Em relação as doenças respiratórias, ocorreu somente uma associação direta com a temperatura máxima.

Em 2019, destaca-se sendo aquele que irá apresentar a associação positiva mais significativa do período, ocorrida entre doenças circulatórias e temperatura máxima no mês de agosto. Tratando-se das temperaturas mínimas, ocorreu a correlação significativa com doenças respiratórias no mês de novembro.

No ano de 2020, as únicas associações significativas encontradas foram entre temperatura mínima com doenças respiratórias e circulatórias, nos meses de setembro e novembro, respectivamente.

Portanto, na série analisada ocorreu maior associação positiva das temperaturas elevadas com hospitalizações por doenças circulatórias (9 meses) e respiratórias (8 meses), e frequentemente as correlações ocorreram de forma mais expressiva para doenças circulatórias nos meses mais secos dos anos, entre agosto, setembro e novembro, contudo, para as doenças respiratórias a maior associação significativa ocorreu nos meses mais chuvosos (Figura 12).

Ressalta-se, que apesar de estatisticamente significativas, nenhuma das correlações positivas ou negativas encontradas foram fortes.

VULNERABILIDADE SOCIAL EM MANAUS

O processo saúde-doença é uma manifestação biológica de um produto social (ALEIXO, 2012), nesta perspectiva as condições climáticas devem ser compreendidas de maneira integrada aos demais determinantes socioambientais da saúde.

Dessa forma, foram selecionadas variáveis demográficas e socioambientais (renda, alfabetização, água, esgoto, idosos, crianças e população residente) para compor o indicador síntese de vulnerabilidade social (Figura 13).

Para construir o indicador foi utilizado da técnica das medianas presente na pesquisa de Aleixo (2012). Para isso, foi calculada a mediana dos dados socioambientais, a posteriori, tendo o valor da mediana, calculou-se sua faixa inferior e superior da série de dados da ocorrência em cada setor em relação ao seu total. Com os dados obtidos, foram definidos intervalos de 1 a 4 para condições de vulnerabilidade. Sendo 1 de baixa vulnerabilidade, 2 de média vulnerabilidade, 3 de alta vulnerabilidade e 4 de muito alta vulnerabilidade.

Os setores censitários que compreendem os bairros do Distrito Industrial I, Novo Aleixo, Nova Cidade, Cidade Nova apresentaram vulnerabilidade muito alta, de acordo com as variáveis selecionadas, estes caracterizam-se por serem locais com maior densidade populacional, população residente com menor renda, abastecimento de água e acesso a rede geral de esgoto, ou seja, são locais (segundo os dados de 2010), desprovidos de infraestrutura. Concomitante, as doenças podem ser transmitidas e mais agravadas devido a essas condições nos bairros, atingindo os moradores locais, principalmente àqueles mais vulneráveis às doenças cardiorrespiratórias, isto é, os idosos e as crianças.

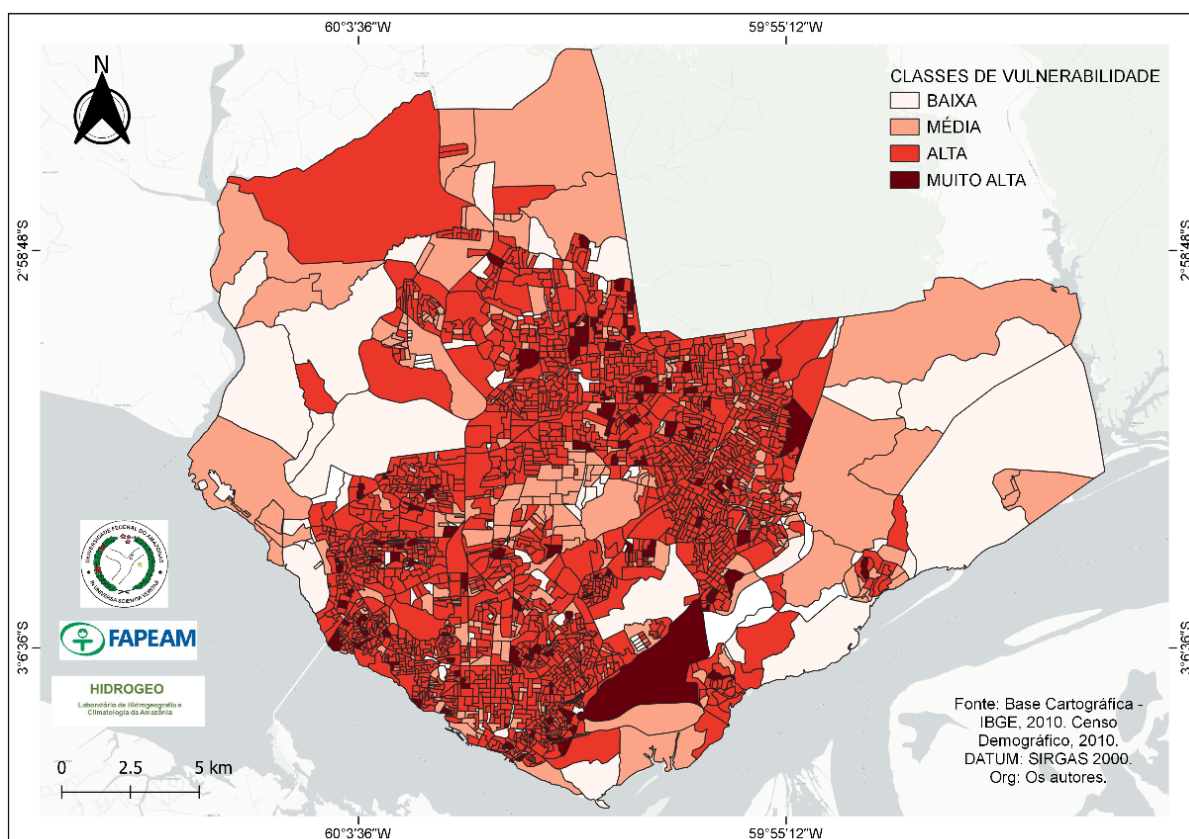


Figura 13: Indicador Síntese de Vulnerabilidade Social por Setor Censitário em Manaus/AM. **Fonte:** IBGE (2010). **Elaboração:** Os autores (2022).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Do período de 2008 a 2020 foi possível observar a clara distribuição sazonal das internações por doenças respiratórias, com maior total no período chuvoso. Contudo, o mesmo não foi observado para as doenças circulatórias, que apresentaram uma distribuição das internações com pouca diferença entre os períodos sazonais.

Os extremos de temperatura do ar não explicaram de maneira satisfatória o aumento do total diário de internações. Verificou-se que as doenças circulatórias apresentaram maior correlação com os extremos térmicos, principalmente no período seco, em que

predominantemente ocorreu o aumento das temperaturas do ar diárias. Entretanto, apesar das correlações serem estatisticamente significativas, não foram fortes o que pode vincular-se a limitação da técnica estatística linear para a análise das variáveis climáticas e de saúde.

A análise das condições da vulnerabilidade social, revelou que a maioria da população da cidade de Manaus residentes nos bairros do Jorge Teixeira, Distrito Industrial I, Cidade Nova, Centro e outros, se encontra em situação de alta vulnerabilidade com menor capacidade de enfrentamento aos riscos à saúde.

É evidente que as dicotomias socioambientais estão cada vez mais presentes na sociedade e são produzidas e reproduzidas espacialmente, contextos sociais desiguais, geram agravos à minorias. Portanto, a pesquisa foi importante para evidenciar os aspectos tempo-espaciais dos eventos extremos térmicos e doenças em Manaus e seus resultados tem potencial para subsidiar políticas públicas.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a 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 Amazônidas (Edital 002/2021) da FAPEAM e ao Projeto Eventos Climáticos Extremos e Riscos à saúde em cidades Amazônicas (Edital: 013/2022) Produtividade CT&I da FAPEAM.

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

Concepção: Beatriz da Silva Lima e Natacha Cíntia Regina Aleixo. **Metodologia:** Beatriz da Silva Lima e Natacha Cíntia Regina Aleixo. **Análise formal:** Natacha Cíntia Regina Aleixo. **Pesquisa:** Beatriz da Silva Lima e Natacha Cíntia Regina Aleixo. **Preparação de dados:** Beatriz da Silva Lima e Natacha Cíntia Regina Aleixo. **Escrita do artigo:** Beatriz da Silva Lima e Natacha Cíntia Regina Aleixo. **Revisão:** Natacha Cíntia Regina Aleixo. **Supervisão:** Natacha Cíntia Regina Aleixo.

REFERÊNCIAS

ALEIXO, N. C. R. **Pelas lentes da climatologia e da saúde pública:** doenças hídricas e respiratórias na cidade de Ribeirão Preto/SP. 2012. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2012.

ALEIXO, N.C.R. **Temos nosso próprio tempo: Desafios e perspectivas da construção social e cultural do clima na Amazônia.** In.: SANT'ANNA NETO, João Lima (org.). Clima, Sociedade e Território. Jundiaí: Paco Editorial, no prelo, 2020.

AYOADE, J. O. **Introdução a climatologia para os trópicos.** 4. ed. Rio de Janeiro: Bertand Brasil, 1996.

COI, N. B.; NEDEL, A. S.; NASCIMENTO, A. L. Impactos à saúde ocasionados por ondas de calor, nas cidades de Begé, Iraí e Porto Alegre – RS. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA*, 7., 2017, Jaboticabal. **Anais** [...]. Jaboticabal: UNESP, 2017. Disponível em: [s://cbbiomet.figshare.com/articles/journal_contribution/Impactos_sa_de_ocasionados_por_ondas_de_calor_nas_cidades_de_Bag_Ira_e_Porto_Alegre_-_RS/5181235/1](https://cbbiomet.figshare.com/articles/journal_contribution/Impactos_sa_de_ocasionados_por_ondas_de_calor_nas_cidades_de_Bag_Ira_e_Porto_Alegre_-_RS/5181235/1). Acesso em: 01/02/2022.

FANTE, K. P. **Eventos extremos de temperatura e seus impactos no conforto térmico humano**: estudo de caso em Presidente Prudente, Brasil, na perspectiva da geografia do clima. 2019. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2019.

MANDÚ et al. Avaliação de tendências nas ondas de calor registradas em Manaus/AM, Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, Paraná, ano 16, v. 27, p. 405-425, jul./dez. 2020.

MARANDOLA JUNIOR, E.; HOGAN, D. J. Vulnerabilidade do lugar vs. vulnerabilidade sociodemográfica: Implicações metodológicas de uma velha questão. **Revista Brasileira de Estudos de População**, vol. 26, n. 2, p. 161-181, jul/dez. 2009.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de textos, 2007.

MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e clima urbano**. Série teses e monografias, nº 25. São Paulo: Instituto de geografia/USP, 1976.

MURARA, P. G. S. **Variabilidade climática e doenças circulatórias e respiratórias em Florianópolis (SC)**: uma contribuição à climatologia médica. 2012. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2012.

MURARA, P.G.S.; ALEIXO, N.C.R. **Clima e saúde no Brasil**. Paco editorial, 1.ed. Jundiaí, 2020.

REIS, C. C. **Ondas de calor no município de Coimbra**: a importância da vulnerabilidade. 2019. Dissertação (Mestrado em dinâmicas sociais, riscos naturais e tecnológicos). Universidade de Coimbra, Coimbra, 2019.

SANT'ANNA NETO, J. L. Por uma Geografia do Clima. **Terra Livre**, São Paulo, v. 17, p.49-62, 2001.

TORTARA, G. J.; DERRICKSON, B. **Corpo Humano: fundamentos da anatomia humana**. 10. ed. São Paulo: Artmed, 2017.

WHO. **World Health Organization. Climate risk country profile: Brazil. 2021** Disponível em: https://climateknowledgeportal.worldbank.org/sites/default/files/2021-07/15915-WB_Brazil%20Country%20Profile-WEB.pdf. Acesso em: 10/01/2022.



Revista Geonorte, Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal do Amazonas. Manaus-Brasil. Obra licenciada sob Creative Commons Atribuição 3.0