

A GEOGRAFIA DO CLIMA NA ANÁLISE DAS DOENÇAS RESPIRATÓRIAS EM MANAUS-AM

CLIMATE GEOGRAPHY IN THE ANALYSIS OF RESPIRATORY DISEASES IN MANAUS-AM

GEOGRAFÍA DEL CLIMA EN EL ANÁLISIS DE ENFERMEDADES RESPIRATORIAS EN MANAUS-AM

Natacha Cíntia Regina Aleixo¹

Beatriz da Silva Lima²

RESUMO: O objetivo da pesquisa foi compreender a influência dos elementos climáticos, associados às condições de vulnerabilidade social, sobre as doenças respiratórias, na cidade de Manaus. Para isso, foram analisados, com técnicas estatísticas, os dados dos elementos climáticos e PM 2,5 da estação meteorológica do INMET e SISAM. Os dados das internações por doenças respiratórias e casos confirmados de Covid-19 foram disponibilizados pelo DATASUS e FVS/AM. Os resultados demonstraram que as doenças respiratórias possuem uma predominância de internações no período chuvoso, com 52,58%. A análise dos casos confirmados de Covid-19, com as variáveis climáticas e índice de isolamento social, revelou que não se tem uma relação direta com as variáveis do clima na primeira onda. Na segunda onda, obteve-se correlações fracas com significância estatística, sendo que a maior quantidade de casos de Covid-19 ocorreu em bairros com magnitude elevada de vulnerabilidade social.

Palavras-chave: Doenças Respiratórias. Covid-19. Vulnerabilidade Social.

ABSTRACT: The goal of this research was to comprehend the influence of climate elements associated with conditions of social vulnerability on respiratory diseases in the city of Manaus. For this, were analyzed with statistical technics the data of climate elements and PM 2,5 from meteorological stations from INMET and SISAM, data from hospitalization by respiratory diseases and confirmed cases of Covid-19 were gathered from DATASUS and FVS/AM. The results showed that hospitalization by respiratory diseases

¹ Doutora em Geografia, Universidade Federal do Amazonas. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7021-0730>. E-mail: natachaaleixo@yahoo.com.br
² Graduanda em Geografia. Bolsista de Iniciação Científica - FAPEAM, Universidade Federal do Amazonas. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6109-0490>. E-mail: limab017@gmail.com

Artigo recebido em setembro de 2022 e aceito para publicação em novembro de 2022.

occur predominantly on rainy periods, with 52,58% of cases registered along this period. The analysis of confirmed Covid-19 cases with climate variations and social isolation as parameters, showed that on the first wave these parameters had no correlation, but in the second wave there was a weak correlation but with high statistic significance, being that most cases of Covid-19 occurred on neighborhoods with high social vulnerability.

Keywords: Respiratory Diseases. Covid-19. Social Vulnerability.

RESUMEN: El objetivo de la investigación fue comprender la influencia de los elementos climáticos asociados a las condiciones de vulnerabilidad social sobre las enfermedades respiratorias en la ciudad de Manaus. Para ello, fueron analizados con técnicas estadísticas los datos de los elementos climáticos y PM 2,5 de la estación meteorológica del INMET y SISAM, los datos de las internaciones por enfermedades respiratorias y casos confirmados de Covid-19 fueron puestos a disposición en DATASUS y FVS/AM. Los resultados demostraron que las enfermedades respiratorias poseen un predominio de internaciones en el período lluvioso, con 52,58%. El análisis de los casos confirmados de Covid-19 con las variables climáticas e índice de aislamiento social, reveló que no hay una relación directa con las variables del clima en la primera ola, en la segunda se obtuvieron correlaciones débiles con significación estadística. La mayor cantidad de casos de Covid-19 ocurrió en barrios con alta vulnerabilidad social.

Palabras clave: Enfermedades Respiratorias. Covid-19. Vulnerabilidad Social.

INTRODUÇÃO

A geografia do clima fornece um importante arcabouço teórico para se compreender de que forma o clima se manifesta no tempo e no espaço, por isso, a grandeza escalar permeia da escala global à local.

Em contrapartida, também permite compreender como o clima tem influenciado a saúde humana em conjunto com os determinantes sociais da saúde, para isso é necessário investigar as alterações nos espaços e tempos, decorrentes da produção social do espaço no tempo histórico. (ALEIXO, 2020; SANT'ANNA NETO, 2011)

O clima não é apenas um condicionante físico, mas também social, pois ele afeta direta e indiretamente o ser humano e pode influenciar diferentes tipos de patologias (SANT'ANNA NETO, 2011). Portanto, cabe à Geografia do clima integrada ao estudo da Geografia da saúde estudar a relação sociedade, clima e saúde.

Estudos referentes à relação entre tempo, clima e saúde humana podem ser encontrados em várias obras científicas, tais como: Aleixo (2012), Murara (2012) e Sant'anna Neto (2011).

Considerando o clima como um importante elemento para entender a dinâmica climática de diferentes espaços, é necessária a realização de estudos no âmbito de todas as escalas, dentre elas, a local, pois é nela que a sociedade sente as principais influências no seu cotidiano.

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

Nesse sentido, o objetivo da pesquisa foi compreender a influência do clima e da vulnerabilização no acometimento das doenças respiratórias e infecção respiratória aguda causada pelo coronavírus SARS-Cov-2. Vale ressaltar que no período de estudo, a pandemia teve, a princípio, duas ondas e por se tratar de um vírus, as mutações são frequentes e novas variantes podem surgir a qualquer momento.

METODOLOGIA

A pesquisa está baseada no aporte teórico da Climatologia Geográfica e da Geografia do clima proposta por SANT'ANNA NETO (2001), fazendo-se necessária a compreensão do clima, não somente em uma abordagem física/natural, mas também social.

Dessa maneira, foi primeiramente realizada a revisão bibliográfica das principais obras sobre os temas clima, saúde e espaço urbano de Manaus.

Dentre os autores analisados, para a compreensão do espaço urbano da capital manauara, estão Sousa (2016), Barbosa (2017) e Souza (2016). No âmbito da interação entre clima e saúde, na literatura revisada, temos Aleixo (2012), Murara (2012), Gonçalves (2019) e Mendonça (2019).

Para a análise dos elementos do clima, foram coletados os dados de temperatura máxima, média e mínima, umidade relativa do ar e precipitação para Manaus do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), no período de 1998 – 2019, da estação convencional nº 82331. Tais dados foram organizados no software Excel e, posteriormente, foram tratados com técnicas estatísticas descritivas, bem como, soma, média e mediana.

Para os dados de doenças respiratórias, utilizaram-se as internações por anos/mês de atendimento, no período de 2008 a 2019, referente à população geral, à faixa etária infantil, de 0 a 4 anos, e aos idosos acima de 60 anos. Os dados foram coletados no banco de dados on-line do Sistema Único de Saúde (DATASUS). Os grupos etários foram selecionados por serem indivíduos mais vulneráveis às doenças do aparelho respiratório e aos efeitos da poluição atmosférica.

Estudos da literatura com Bueno *et al.* (2010), Carmo *et al.* (2010) e outros mostram a correlação entre doenças respiratórias (internações e óbitos), elementos do clima, material particulado (PM 2.5) e focos de queimadas. Dessa forma, coletou-se dados de PM 2.5 na plataforma do SISAM, para verificar a correlação entre essa variável e as internações.

Os dados foram submetidos à correlação pelo programa estatístico IBM SPSS STATISTICS v.22 para efetuar o cálculo da correlação de Spearman, que mede a associação existente entre duas variáveis. A técnica é bastante usada para análise de dados de clima e saúde.

Também foram coletados os dados diários de casos confirmados de Síndrome Respiratória Aguda Grave (SRAG) por Covid-19, disponíveis na plataforma on-line

da Fundação de Vigilância em Saúde do Amazonas (FVS/AM) e Monitoramento da Prefeitura de Manaus, do período de março até outubro de 2020, representativos da primeira e segunda fase da pandemia.

De acordo com estudos realizados por Naveca *et al.* (2021), no início de dezembro de 2020, já circulava na capital Amazonense a nova variante do vírus, a P.1, para tanto, os eventos da segunda onda foram analisados de novembro de 2020 a maio de 2021.

Entre as doenças que causam a SRAG, estão as infecções dos pulmões (pneumonias), que podem ser causadas por vários microrganismos, como bactérias, vírus e até fungos, bem como o novo coronavírus (SARS CoV-2) causador da doença Covid-19.

Também foram coletados dados diários do índice de isolamento social de Manaus disponíveis na Plataforma Atlas/ODS.

Todos os dados foram tratados estatisticamente com técnicas como, média, amplitude, valor máximo, mínimo e análise de correlação linear de Spearman, sem defasagem e com defasagem (*lags*) de 3,5,7,10 e 14 dias, e testada a significância estatística da associação.

Os dados para elaboração do mapa de casos confirmados de Covid-19 por bairro foram coletados na plataforma on-line de monitoramento da FVS/AM e Prefeitura de Manaus. Eles são públicos e podem ser acessados por qualquer pessoa. Seguem, ainda, os pressupostos éticos da resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde, dispensando aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (BRASIL, 2012) e liberando a sua utilização em pesquisas. A partir dos dados, utilizou-se o software QGIS para elaboração do mapeamento dos casos na cidade.

Também foram utilizados os dados secundários do Censo (2010) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), por setor censitário, para verificar e construir um mapa indicador que refletisse as condições de vulnerabilização da população em relação à Covid-19. Esses dados foram mapeados com o software QGIS 3.4.

A construção do indicador síntese de vulnerabilidade social, consistiu na seleção de variáveis relacionadas à população residente em domicílios particulares permanentes, com abastecimento de água da rede geral, com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via rede geral de esgoto ou pluvial, pessoas com rendimento mensal de até 1/2 salário ou sem renda, pessoas alfabetizadas, pessoas residentes de 0 a 4 anos, pessoas residentes acima de 60 anos e população indígena.

As variáveis selecionadas foram fundamentadas no modelo dos Determinantes sociais da Saúde (DSS), elaborado por Dahlgren e Whitehead (1991), que define que a distribuição das doenças e saúde, em uma determinada população, não é aleatória, mas está associada à posição social determinante das condições de vida de cada cidadão.

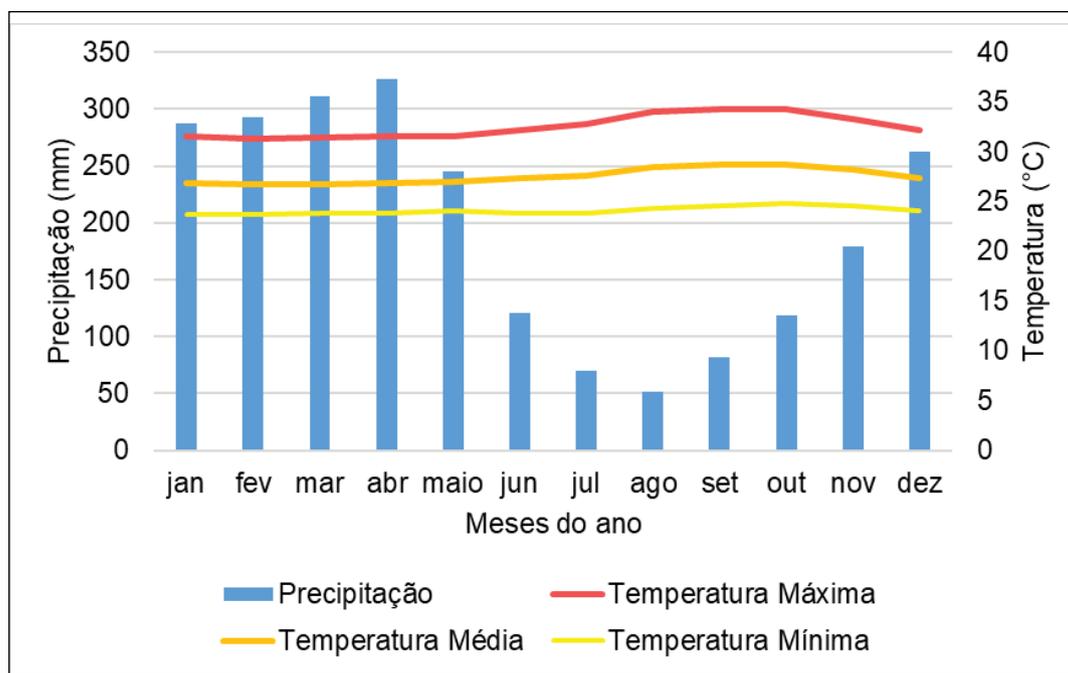
Foi aplicado o método das medianas para tratamento estatístico das variáveis, conforme Aleixo (2012), e categorização em quatro classes 1: baixa; 2: média; 3: alta e 4: muito alta. Vale ressaltar que foram adicionados peso dois sobre os dados de esgotamento sanitário, renda, água, população residente e idosos, considerando os fatores de risco relevantes para prevenção à Covid-19.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A região onde se localiza o município de Manaus possui um tipo climático Equatorial Úmido, marcado por elevadas temperaturas e altos índices pluviométricos e de umidade, pois, como se sabe, ele tem influência da evapotranspiração da floresta Amazônica e de sistemas atmosféricos precipitantes de diferentes escalas.

O climograma (Gráfico 1) representa a sazonalidade climática marcada pelo período seco e chuvoso. De dezembro a maio, caracterizada por ser um período com maiores índices de chuva, temos a presença de sistemas atmosféricos precipitantes atuando em Manaus, como a Zona de convergência intertropical, Alta da Bolívia e Zona de convergência do Atlântico Sul (ALEIXO, 2020), caracterizando o denominado inverno amazônico (período chuvoso).

Gráfico 1. Climograma das médias mensais de 1998-2019, Manaus-AM.



Fonte: INMET (1998-2019). Org: Lima (2020).

Os meses de junho a novembro são marcados com maiores médias de temperaturas e baixa precipitação, caracterizando o denominado verão amazônico (período seco), com a presença de sistemas atmosféricos de mesoescala e local (Sistemas Convectivos).

Diante dessas considerações é importante saber a relação de doenças respiratória com essas condicionantes climáticas e como elas podem afetar a população de Manaus.

As doenças do aparelho respiratório representam a terceira causa de internações no capital, com um total de 120.676 mil registros nos últimos 12 anos, perdendo apenas para gravidez, parto e puerpério, e doenças do aparelho digestivo. Com relação à mortalidade, há um panorama diferente de internações, as doenças infecciosas e parasitárias, e doenças

do aparelho circulatório são as primeiras em causas de óbitos, seguidas das doenças respiratórias, com 6.592 mil óbitos no período analisado.

Manaus apresentou, em média, 838,02 internações mensais. Dentre os meses que estão abaixo da média, temos janeiro, fevereiro, agosto, setembro, outubro, novembro e dezembro; e os que estão acima desse valor são março, abril, maio, junho e julho. Torna-se evidente que há uma predominância de internações que estão abaixo da média nos meses secos, e aqueles que estão acima encontram-se em maior quantidade no período chuvoso.

Em 2014, a World Health Organization (WHO) publicou um boletim que informava que 7 milhões de pessoas, em 2012, havia falecido prematuramente, em decorrência da poluição do ar, ou seja, ela representa grande risco a saúde ambiental no mundo. Segundo Brito, Araújo e Silva (2018, p. 65)

material particulado é conhecido como uma mistura complexa de partículas sólidas e líquidas em suspensão no ar, emitidas por processos naturais ou antropogênicos, ou mesmo aquelas formadas na atmosfera, formando assim, os aerossóis atmosféricos.

Dessa forma, é importante observar os padrões de qualidade do ar definidos pela Organização Mundial da Saúde (2005) e pela resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) N° 491, de 19 de novembro, de 2018.

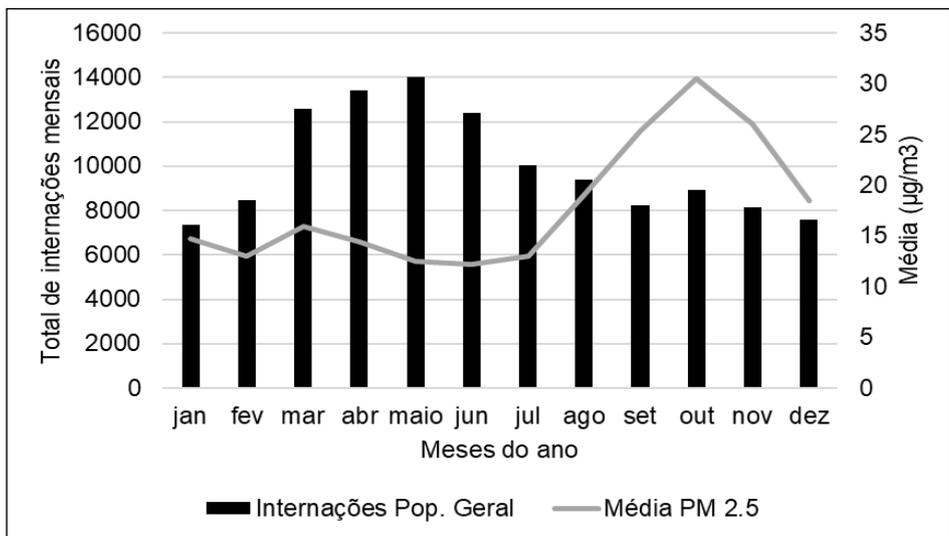
A CONAMA e a WHO definem um limite de material particulado ao qual a população pode ser exposta em um curto prazo (horas) e longo prazo (anual). Sendo assim, a CONAMA recomenda que a média de 24h para PM10 e PM2.5 seja de 120 µg/m³ e 60 µg/m³, respectivamente. Para os dados anuais, é estabelecida uma média de 40 µg/m³ para PM10 e 20µg/m³ para PM2.5 (CONAMA, 2018) A WHO estabelece padrões diferentes da resolução brasileira, para as médias de exposição em 24h, ela vai definir um padrão de 50 µg/m³ para PM10 e 25 µg/m³ para PM2.5. Já para as médias anuais, ela estabelece 20 µg/m³ para PM10 e para PM2.5, 10 µg/m³ (WHO, 2014).

Os padrões de qualidade do ar definidos pela WHO são os mais adequados para os estudos da saúde, pois os níveis de concentração de poluentes estabelecidos pela CONAMA são elevados, principalmente as médias diárias. Uma vez inalados, podem causar efeitos adversos à saúde, principalmente nos grupos que possuem maior vulnerabilidade fisiológica.

Partindo desses pressupostos, identificou-se que, no período de 2008 a 2019, a concentração de PM2.5 é bem distribuída sazonalmente (Gráfico 2).

Os casos de doenças respiratórias registrados em Manaus de 2008 a 2019, foram 120.676 internações e 6.592 óbitos por doenças respiratórias. No período chuvoso possui um total de 63.448 hospitalizações, isso corresponde a 52,58% das internações ocorridas no período, sendo o mês de maio aquele com maior acometimento por essa patologia. Tratando-se do período seco, verificou-se um total de 57.228 mil com 47,42% das internações, sendo o mês de junho, o que apresentou maior número de hospitalizações por doença respiratória (Gráfico 2).

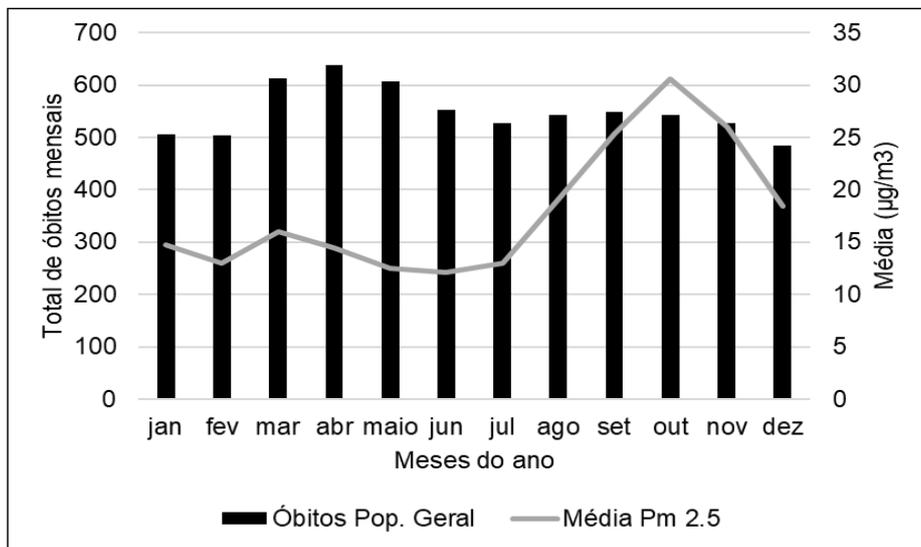
Gráfico 2. Total de internações mensais e média de PM2.5 de 2008 a 2019, Manaus-AM.



Fonte: INMET; SISAM (2008-2019). Org.: Lima (2021).

Os dados dos óbitos referentes ao período da pesquisa somam 6.592, sendo que o mês de abril irá apresentar um maior total mensal de mortes em relação aos outros meses do ano. O período chuvoso irá se caracteriza por apresentar 3.350 óbitos, isto é, 51% em relação ao total de óbitos por doenças respiratórias. Para o período seco registraram-se 3.242 mortes, sendo que setembro foi o mês com mais mortalidade, com 49% dos óbitos (Gráfico 3).

Gráfico 3. Total de óbitos mensais e média de PM 2.5 de 2008 a 2019, Manaus-AM.



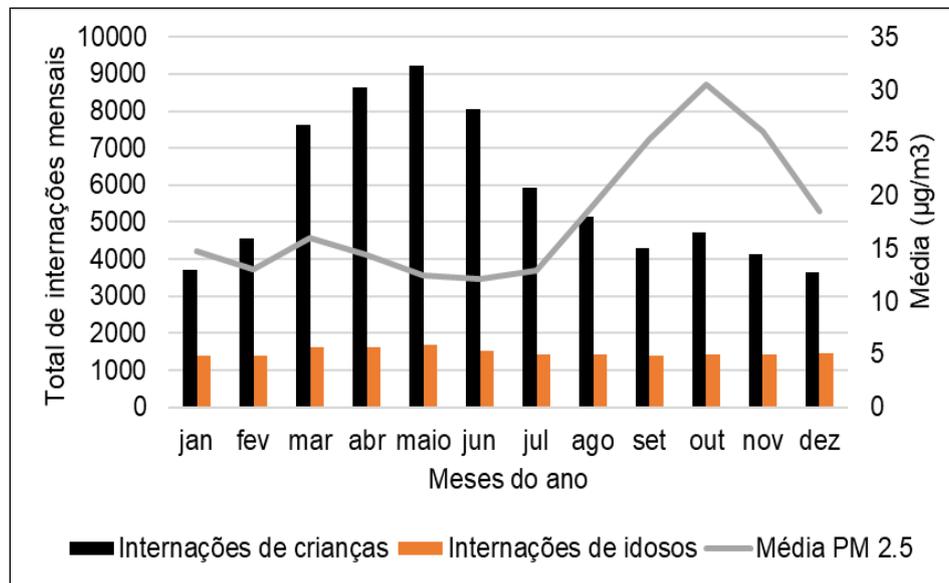
Fonte: INMET; SISAM (2008-2019). Org.: Lima (2021).

De acordo com Gonçalves, Castro e Hacon (2012, p. 1527):

A vulnerabilidade biológica de crianças e idosos em relação à poluição atmosférica decorre de peculiaridades fisiológicas. Na criança, fatores como maior velocidade de crescimento, maior área de perda de calor por unidade de peso, elevadas taxas de metabolismo em repouso e consumo de oxigênio, possibilitam que os agentes químicos presentes na atmosfera acessem suas vias respiratórias de forma mais rápida em comparação aos adultos. Nos idosos, fatores relacionados à baixa imunidade e à redução da função ciliar contribuem para aumentar a vulnerabilidade para o adoecimento respiratório relacionados aos poluentes do ar.

Na série de análise da pesquisa, pôde-se identificar mais internações de crianças de 0-4 anos do que de idosos acima de 60 anos (Gráfico 4). Para as crianças dessa faixa etária registraram-se 69.687 internações, o elevado número de crianças internadas em relação à população geral corresponde a 57,75%. Esse grupo etário foi o mais acometido pelas doenças respiratórias. Sendo que, 56,41% das internações equivalem ao período seco e 58,95% são referentes ao período chuvoso, com junho (seco) e os meses de abril e maio com os maiores índices de internações.

Gráfico 4. Total de internações mensais de crianças de 0-4 anos e idosos acima de 60 anos e média de PM 2.5 de 2008 a 2019, Manaus-AM.



Fonte: INMET; SISAM (2008-2019). Org.: Lima (2021)

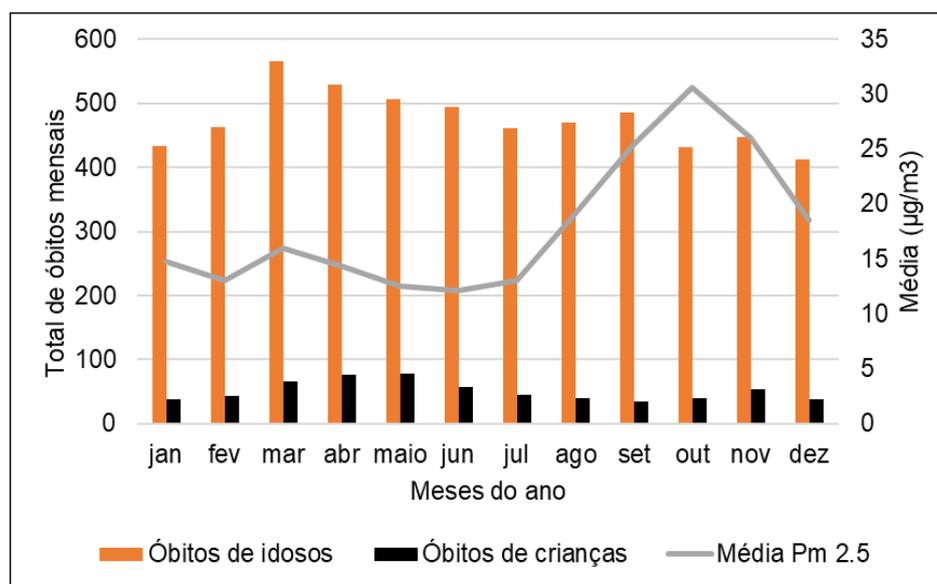
Alguns fatores podem estar envolvidos, dentre eles a fragilidade fisiológica que crianças dessa idade possuem para combater as infecções respiratórias, uma vez que até 2 anos o aparelho respiratório não está completamente formado, por isso, são mais suscetíveis as essas patologias (ALEIXO, 2012).

Em relação aos idosos, verificaram-se menores quantidades de internações em ambos os períodos. Com um total de 17.734 internações, os idosos irão apresentar 15,04% de internações no período seco e 14,39% no período chuvoso, com índices mais altos em junho (seco) e maio (chuvoso). (Gráfico 4).

Partindo para a análise óbitos, registraram-se maior número para a população idosa (Gráfico 5). Ela apresenta um total de 5.696 óbitos, com 86,41% do total, e as crianças somaram-se 602 mortes, representando 9,22% em relação ao total geral dos óbitos causados por doenças respiratórias.

Referente aos óbitos do período seco, 86,03% são de idosos e apenas 8,30% são de crianças. No período chuvoso, ocorreu 86,48% dos óbitos concentrados em idosos e 10,09% em crianças.

Gráfico 5. Total de óbitos mensais de crianças de 0-4 anos e idosos acima de 60 anos e média de PM 2.5 de 2008 a 2019, Manaus-AM.



Fonte: INMET; SISAM (2008-2019). Org.: Lima (2021).

A matriz de correlação dos elementos climáticos e PM2.5 (Tabela 1) revela que ocorreu associação negativa fraca e significativa de internações da população geral e crianças com material particulado fino. Evidenciou-se também uma correlação positiva fraca e significativa entre as internações dos idosos com a temperatura mínima, além de apresentar uma associação fraca negativa e significativa com umidade relativa.

É importante reforçar que o PM2.5 não explicou de forma satisfatória as internações, porque essas estão mais associadas sazonalmente ao período chuvoso, em que as pessoas permanecem mais tempo em ambientes fechados, o que permite facilmente a circulação de vírus. O período seco é conhecido por possuir outras características climáticas e por ter um aumento substancial na concentração de PM 2.5 em relação ao período chuvoso.

Tabela 1. Matriz da correlação de Spearman entre os elementos climáticos, material particulado fino e interações por doenças respiratórias, em escala mensal, de 2008 a 2019 no município de Manaus, Amazonas.

MENSAIS	Pop. Geral	Idosos	Crianças	Precipitação	T. Máxima	T. Média	T. Mínima	Umidade	PM 2.5
Pop. Geral	1	,430**	,970**	-,211	,229	,227	,224	-,140	-,333**
Idosos		1	,160	,024	,026	,112	,304**	-,178*	,007
Crianças			1	-,045	-,088	-,054	-,021	,033	-,347**
Precipitação				1	-,760**	-,743**	-,486**	,775**	-,235**
T. Máxima					1	,924**	,692**	-,863**	,543**
T. Média						1	,872**	-,929**	,537**
T. Mínima							1	-,781**	,467**
Umidade								1	-,425**
PM 2.5									1

Nota: (*) A correlação é significativa no nível de significância de $p \leq 0,05$

(**) A correlação é significativa no nível de significância de $p \leq 0,01$

Fonte: SIH/SUS; INMET; SISAM (2008-2019). Org.: Lima (2021).

A análise dos óbitos (Tabela 2) não se mostrou estatisticamente significativa com PM2.5. No entanto, partindo para a análise dos óbitos dos idosos e população geral, entre os elementos climáticos, teremos uma associação fraca positiva e significativa com temperatura média (população geral) mínima. Observa-se também uma correlação inversa fraca e significativa entre umidade e óbitos da população geral e idosos. Vale ressaltar que devido a evapotranspiração da floresta amazônica, os níveis de umidade na cidade de Manaus apresentam uma média de 85% no período chuvoso e 74% no período seco, ou seja, não há uma variação ampla desse elemento na região.

Tabela 2. Matriz de correlação de Spearman entre os elementos climáticos, material particulado fino e óbitos por doenças respiratórias, em escala mensal, de 2008 a 2019 no município de Manaus, Amazonas.

MENSAIS	Pop. Geral	Idosos	Crianças	Precipitação	T. Máxima	T. Média	T. Mínima	Umidade	PM 2.5
Pop. Geral	1	,647**	,371**	-,034	,114	,200*	,287**	-,243**	,060
Idosos		1	,100	-,010	,051	,154	,281**	-,234**	-,001
Crianças			1	,148	-,091	-,089	-,001	,053	-,070
Precipitação				1	-,760**	-,743**	-,486**	,775**	-,239**
T. Máxima					1	,924**	,692**	-,863**	,544**
T. Média						1	,872**	-,929**	,538**
T. Mínima							1	-,781**	,467**
Umidade								1	-,427**
PM 2.5									1

Nota: (*) A correlação é significativa no nível de significância de $p \leq 0,05$

(**) A correlação é significativa no nível de significância de $p \leq 0,01$

Fonte: SIH/SUS; INMET; SISAM (2008-2019). Org.: Lima (2021).

No quadro das doenças respiratórias, foi analisada também a Síndrome Respiratória Aguda Grave (SRAG) por Covid-19 em Manaus. Sendo que, o primeiro caso da Covid-19 foi confirmado no dia 13/03/2020, e no dia 28/03/2020, a transmissão comunitária da doença foi confirmada.

A capital amazonense obteve entre os meses de abril e maio de 2020, janeiro e fevereiro de 2021 uma elevação acelerada de novos casos. Ressalta-se que, em relação à faixa etária, os idosos apresentaram formas mais graves da doença e maior letalidade (FVS, 2021).

Um estudo publicado por Van Doremalen *et al.* (2020), em abril de 2020, revelou que o SARS-CoV-2 consegue permanecer até 3 horas em suspensão no ar e 3 dias em superfícies ou objetos de plástico ou aço inoxidável. Isso demonstra o que já vem sendo discutido desde o início da pandemia, são necessárias medidas de higiene e isolamento social, pois, esse vírus pode ser transmitido através das gotículas das salivas, espirros e contato com as superfícies contaminadas.

Os sintomas de Covid-19 variam de leves a críticos, incluindo um estado intermediário grave. “Em geral, os casos apresentam-se como uma Síndrome Gripal (SG) com febre, tosse, mialgia, disfunções olfativas e gustativas e a maioria dos indivíduos não apresenta manifestações graves ou críticas” (GRASSIS *et al.* 2020, p.4).

Aplicaram-se os dados à equação de correlação de Spearman. Os resultados sem defasagem nos casos, mostraram que nos dados de março a outubro de 2020 não há uma correlação significativa com os elementos climáticos, porém, foi possível observar uma significância estatística dos casos com o índice de isolamento social (Tabela 3). Entretanto, é uma correlação negativa, de variáveis inversamente proporcionais, isso quer dizer que quanto menor o índice de isolamento social, maior o número de casos confirmados da Covid-19.

Tabela 3. Correlação de Spearman, Covid-19, variáveis climáticas e índice de isolamento social na 1ª onda.

Variáveis preditoras	Correlação
Precipitação	-0,051
Temperatura Máxima	0,021
Temperatura Média	0,026
Temperatura Mínima	-0,052
Úmidade Relativa do Ar	0,006
Índice de isolamento social	-0,286*

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

* . A correlação é significativa no nível 0,05.

Sem * não tem significância.

Fonte: INMET; FVS/AM; ATLAS/ODS (2020-2021). Org.: Lima (2021).

Os dados referentes aos casos confirmados da segunda onda (novembro a maio) apresentaram correlação fraca e significativa entre temperatura máxima, média e mínima inversamente proporcional, isto é, quanto menores as temperaturas, maior o número de casos da Covid-19 (Tabela 4).

Tabela 4. Correlação de Spearman, Covid-19 e variáveis climáticas 2ª onda.

Variáveis preditoras	Correlação
Precipitação	0,048
Temperatura Máxima	-0,135*
Temperatura Média	-0,203**
Temperatura Mínima	-0,154*
Úmidade Relativa do Ar	0,128

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

* . A correlação é significativa no nível 0,05.

Sem * não tem significância.

Fonte: INMET; FVS/AM (2020-2021). Org.: Lima (2021).

Para verificar a associação com defasagem de dias, conforme a Tabela 5, os elementos climáticos não possuem relação significativa com o aumento dos casos dessa síndrome respiratória, salvo uma única correlação fraca e negativa, mas estatisticamente significativa, na defasagem de 3 dias, relacionada à temperatura mínima.

Tabela 5. Correlação de Spearman das Variáveis Climáticas e Covid-19: 1ª onda.

Variáveis preditoras	Defasagens				
	3 dias	5 dias	7 dias	10 dias	14 dias
Precipitação	0,039	0,021	0,019	-0,036	-0,032
Temperatura Mínima	-0,144*	-0,028	-0,079	-0,007	-0,045
Temperatura Média	-0,055	0,01	0,28	0,031	-0,014
Temperatura Máxima	-0,035	0,004	0,052	0,023	0,029
Umidade Relativa do Ar	0,022	-0,02	-0,032	-0,03	0,045

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

* . A correlação é significativa no nível 0,05.

Sem * não tem significância.

Fonte: INMET; FVS/AM (2020-2021). Org.: Lima (2021).

Na defasagem realizada com os dados da segunda onda (Tabela 6), encontrou-se correlação estatística fraca e negativa, mas com significância nas defasagens de 3 e 5 dias com temperatura média e mínima. As defasagens de 7 e 10 dias apresentaram associação estatística fraca e negativa com temperatura média. Não foi encontrada nenhuma correlação com significância estatística para 14 dias de defasagem.

Tabela 6. Correlação de Spearman das Variáveis Climáticas e Covid-19: 2ª onda.

Variáveis predictoras	Defasagens				
	3 dias	5 dias	7 dias	10 dias	14 dias
Precipitação	0,042	0,04	0,025	0,014	0,012
Temperatura Máxima	-0,108	-0,106	-0,094	-0,093	-0,09
Temperatura Média	-0,179**	-0,179*	-0,163*	-0,144*	-0,132
Temperatura Mínima	-0,154*	-0,155*	-0,136	-0,123	-0,108
Umidade Relativa do Ar	-0,096	-0,095	0,078	0,056	0,041

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

* . A correlação é significativa no nível 0,05.

Sem * não tem significância.

Fonte: INMET; FVS/AM (2020-2021). Org.: Lima (2021).

Em todas as defasagens (primeira e segunda onda), as correlações foram fracas na explicação da influência dos elementos do clima com os casos e demonstraram uma associação inversamente proporcional. Infere-se que quando ocorreu o aumento dos casos da Covid-19 nos três, cinco, sete e dez dias anteriores também ocorreram temperaturas médias e mínimas mais amenas, o que pode ter provocado a maior sobrevivência do vírus em ambientes internos e externos, porém, as correlações, apesar de significativas, foram fracas.

O mapa da Figura 1 apresenta um total de 166.028 mil casos confirmados da COVID-19 distribuídos entre os bairros da capital, no período de 13 de março de 2020 e 31 de maio de 2021. Os primeiros casos da doença foram detectados nos bairros (Adrianópolis, Parque 10 de Novembro e Ponta Negra) privilegiados em infraestrutura, equipamentos e com predomínio da população classe média e alta de Manaus. Posteriormente, os casos avançaram para todos os bairros da cidade, e o total de casos confirmados, até maio de 2021, foi mais elevado nos bairros: Cidade Nova, Compensa, Alvorada, São José Operário, Jorge Teixeira, Alvorada e Novo Aleixo, em que se apresenta o predomínio de população com maior vulnerabilidade social (Figura 1).

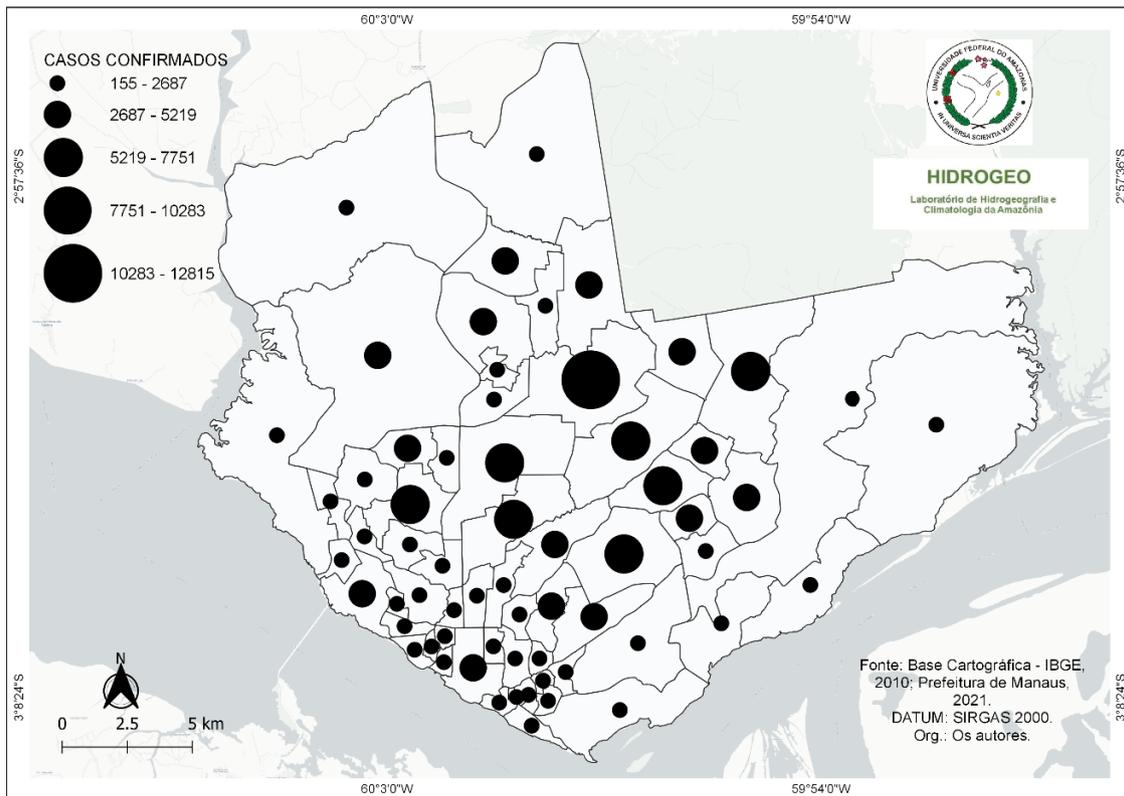
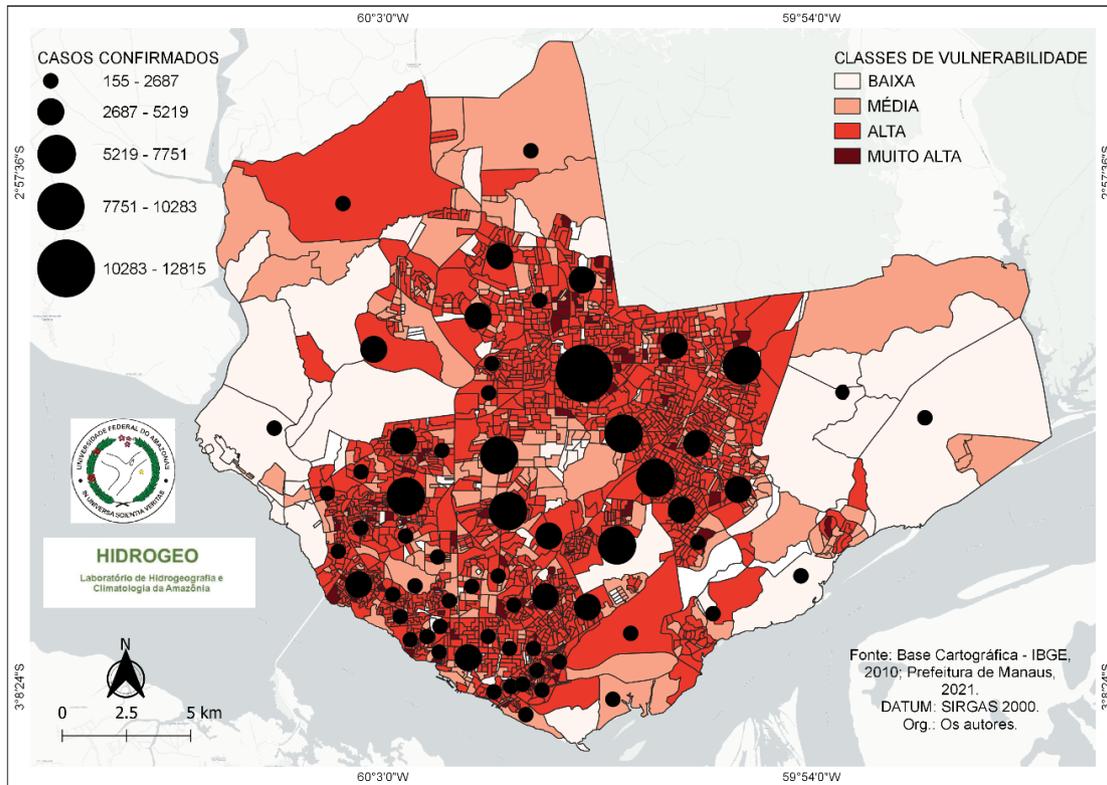


Figura 1. Casos confirmados da Covid-19 por bairro em Manaus-AM de março de 2020 a maio de 2021.

Comparando esses indicadores demográficos, econômicos e sociais, pode-se evidenciar que as diferentes condições de vulnerabilidade social se associam aos casos da Covid-19, pois, conforme o mapa da Figura 2, nota-se que os setores censitários dos bairros que possuem vulnerabilidade classificada como alta e muito alta são aqueles que possuem o total mais elevado no número de casos confirmados, que vai de 13.500 mil a 38.000 mil no período analisado. Sendo que o total de casos, no período, foi mais elevado no bairro da Cidade Nova, um bairro com elevada população, densidade demográfica e vulnerabilidade social.



Fonte: IBGE (2010); FVS/AM; Prefeitura de Manaus (2020-2021). Org.: As autoras (2021).

Figura 2. Casos confirmados da Covid-19 por bairro (março de 2020 a maio de 2021) e Síntese de vulnerabilidade social por setor censitário;

CONCLUSÃO

Durante o período sazonal seco e chuvoso em Manaus, pode-se analisar que, apesar de as crianças serem o grupo etário com maior número de internações por doenças respiratórias em ambos os períodos, não ocorreu correlação estatística significativa entre as variáveis climáticas, essa correlação só foi observada de forma inversa com PM2.5 de forma fraca.

A pesquisa evidenciou que ocorreu o aumento sazonal das internações por doenças respiratórias no período chuvoso e predominância do total de internações abaixo da média nos meses secos, sendo que os meses com predominância dos totais acima da média são pertencentes ao período chuvoso.

Com relação à Covid-19 causada pelo vírus Sars-Cov-2 na primeira onda, a população de Manaus sofreu com a falta de planejamento e ações adequadas no combate à pandemia. Como foi abordado nesta pesquisa, o isolamento social é uma medida importante a ser tomada para o combate da transmissão do vírus. A análise estatística mostrou que quanto menor o índice de isolamento social, mais numerosos foram os casos confirmados da doença na cidade, com significância estatística.

A defasagem realizada entre os elementos climáticos e casos confirmados de Covid-19 não se mostrou estatisticamente significativa na primeira onda, mas, na segunda

onda, foi encontrada significância na defasagem dos casos, porém, com correlação fraca. Contudo, a maior resistência do vírus pode se relacionar a temperaturas mais amenas ocorridas no período chuvoso, com predomínio de nebulosidade elevada, conjuntura que se deve avançar em pesquisas futuras.

A distribuição dos casos por bairro evidenciou, na Cidade Nova, um total elevado de casos confirmados e alta vulnerabilidade social. O bairro obteve o total de 12.815 casos, são 895 casos a cada 10 mil habitantes.

O mapeamento dos casos da Covid-19 revelou que as condições de vulnerabilidade socioespacial se associam à ocorrência dos casos. O desvelar da apropriação e produção desigual do espaço urbano se torna cada vez mais evidente, pois, exclui aqueles que já são menos favorecidos e beneficia aqueles que têm maior poder aquisitivo. A segregação no espaço urbano obriga esses cidadãos a ocuparem lugares que apresentam condições insuficientes de prevenção da doença, promoção do bem-estar e saúde coletiva.

REFERÊNCIAS

ALEIXO, N. C. R. **Pelas lentes da climatologia e da saúde pública: doenças hídricas e respiratórias na cidade de Ribeirão Preto/SP.** 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.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 491** de 19 de novembro de 2018. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar. Diário oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 19 nov 2018.

BRITO, P. H. F., ARAÚJO, R. S., SILVA, G. M. M. Composição química do material particulado atmosférico: uma revisão de literatura. **HOLOS**, v. 3, p. 62-74, 2018. DOI: 10.15628/holos.2018.4648.

BUENO, F.F, *et al.* Qualidade do ar e internações por doenças respiratórias em crianças no município de Divinópolis, Estado de Minas Gerais. **Acta Scientiarum.** Health Sciences, Maringá, v. 32, n. 2, p. 185-189, 2010.

CARMO, C. N. D.; *et al.* Associação entre material particulado de queimadas e doenças respiratórias na região sul da Amazônia brasileira. **Revista Panamericana de Salud Pública**, São Paulo-SP, v. 27, p. 10-16, 2010.

Dahlgren G.; Whitehead, M. **Policies and strategies to promote social equity in health.** Stockholm: Institute for Future Studies, 1991.

Fundação De Vigilância e Saúde Do Amazonas (FVS/AM). **Boletim da Situação Epidemiológica de Covid-19 e da Síndrome Respiratória Aguda Grave no Estado do Amazonas, 2021.** Disponível em: Portal FVS-RCP/AM. Acesso em: 14 de março de 2021.

GONÇALVES, N. M. S. Impactos Pluviais e desorganização do espaço urbano em Salvador. In: MENDONÇA, F; MONTEIRO, C. **Clima urbano.** 2. ed. São Paulo:

Contexto, 2019.

GONÇALVES, K.S.; CASTRO, H.A.; HACON, S.S. As queimadas na região Amazônica e o adoecimento respiratório. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 6, p. 1523-1532, 2012.

GRASSI, M. F. R. *et al.* Aspectos clínicos e terapêuticos da Covid-19. In: BARRALNETTO, M.; BARRETO, M. L.; PINTO JUNIOR, E. P.; ARAGÃO, E. (org.). **Construção desconhecimento no curso da pandemia de Covid-19: aspectos biomédicos, clínico-assistenciais, epidemiológicos e sociais**. Salvador: Edufba, 2020. DOI: <https://doi.org/10.9771/9786556300443.010>

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Base de informações do Censo Demográfico 2010: resultados do universo por setor censitário**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/redeipea/images/pdfs/base_de_informacoes_por_setor_censitario_universo_censo_2010.pdf>.

MENDONÇA, F. Aspectos da interação clima – ambiente – saúde humana: Da relação sociedade – natureza à (in) sustentabilidade ambiental. **RA'E HÁ – O espaço geográfico em análise**, v. 4, n. 4, p.85-100, 2000.

MURARA, P. G. S. **Variabilidade climática e doenças circulatórias e respiratórias em Florianópolis (SC): Uma Contribuição à Climatologia Médica**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2012.

NAVECA, F.G. *et al.* Covid-19 in Amazonas, Brazil, was driven by the persistence of endemic lineages and P.1 emergence. **Nature Medicine**, v. 27. p. 1230-1238, 2021. Disponível em: O Covid-19 no Amazonas, Brasil, foi impulsionado pela persistência de linhagens endêmicas e surgimento de P.1 | Medicina da Natureza. Acesso em: 28 de maio de 2021.

SEINFELD, J. H.; PANDIS, S. N. **Atmospheric chemistry and physics: from air pollution to climate change**. Wiley-interscience, 2016.

VAN DOREMALEN N, BUSHMAKER T, MORRIS DH, HOLBROOK MG, GAMBLE A, WILLIAMSON BN, *et al.* Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1. **The New England Journal of Medicine**. 2020. Disponível em: Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1 | NEJM. Acesso em: 20 de novembro de 2020.

WHO - World Health Organization. **7 million premature deaths annually linked to air pollution**. Geneva: WHO, 2014. Disponível em: <<https://www.who.int/mediacentre/news/releases/2014/air-pollution/en/>>. Acesso em 20 de agosto de 2019.