

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS
ESCOLA NORMAL SUPERIOR
LICENCIATURA EM GEOGRAFIA

**Estudo de associação entre queimadas, variáveis meteorológicas e doenças
respiratórias em Manaus, AM**

Gabriel Vinicius Barros Lima

Manaus/AM
2022

Gabriel Vinicius Barros Lima

Estudo de associação entre queimadas, variáveis meteorológicas e doenças respiratórias em Manaus, AM

Monografia apresentada ao curso de Geografia da Universidade do Estado do Amazonas, como requisito parcial à obtenção ao título de licenciado em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Valdir Soares de Andrade Filho

Manaus/AM

2022

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Sistema Integrado de Bibliotecas da Universidade do Estado do Amazonas.

L732e Lima, Gabriel Vinicius Barros
Estudo de associação entre queimadas, variáveis meteorológicas e doenças respiratórias em Manaus, AM / Gabriel Vinicius Barros Lima. Manaus : [s.n], 2022.
63 f. : ; 30 cm.

TCC - Graduação em Geografia - Licenciatura - Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2022.
Inclui bibliografia
Orientador: Valdir Soares de Andrade Filho

1. Doenças respiratórias. 2. Focos de queimadas. 3. Variáveis climáticas. 4. Internações hospitalares. I. Valdir Soares de Andrade Filho (Orient.). II. Universidade do Estado do Amazonas. III. Estudo de associação entre queimadas, variáveis meteorológicas e doenças respiratórias em Manaus, AM

Elaborado por Jeane Macelino Galves - CRB-11/463

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelas misericórdias renovadas a cada manhã. Aos meus pais por todo o apoio, suporte e compreensão durante toda a graduação. Sem vocês não teria conseguido chegar até aqui.

Ao meu orientador Prof. Dr. Valdir Soares de Andrade Filho pelo acompanhamento, orientação e auxílio durante o desenvolvimento desse trabalho.

A todos os amigos que fiz durante a faculdade, por todos os conselhos, conversas e todo o aprendizado.

RESUMO

A prática do uso fogo na região Amazônica são responsáveis por emissão de partículas de aerossóis, sob efeitos diretos podem ser associados a fatores exógenos e abióticos, e de forma indireta a saúde humana. As variáveis climáticas é um importante contribuinte para o agravamento dessas doenças, as baixas temperaturas e a chegada das massas de ar frio propiciam sintomas de doenças respiratórias como resfriados, obstrução nasal, coriza e espirros. O presente estudo tratou de avaliar a relação entre as ocorrências dos focos de queimadas, juntamente com as variáveis meteorológicas de temperatura do ar, precipitação, umidade relativa com as internações hospitalares e óbitos por doenças respiratórias em idosos acima de 60 anos de idade, no município de Manaus, Amazonas, no período de 2008 a 2020. Baseou-se em um estudo descritivo do tipo ecológico de série temporal. Foram trabalhados dados referentes aos óbitos e internações hospitalares do período de estudo, disponibilizados pelo Departamento de Estatística do SUS (DATASUS) e os dados meteorológicos de temperatura do ar, precipitação e umidade relativa foram obtidos no Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), já os dados de focos de queimadas foram obtidos no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Para verificar a relação das variáveis meteorológicas, focos de queimadas e doenças respiratórias foram calculados coeficientes de correlação linear de Pearson através do Excel e do Software Statistical Product and Service Solutions (SPSS). As correlações por internações hospitalares obtiveram os seguintes resultados: temperatura (0,080); umidade (-0,102); precipitação (-0,005); e focos de queimadas (-0,078). Já as associações com os óbitos por DRs: temperatura (-0,074); umidade (0,083); precipitação (0,133); e focos de queimadas (-0,154). O presente estudo revelou que os focos de queimadas e condições meteorológicas não têm relação entre as internações hospitalares e os óbitos por doenças respiratórias, apresentou associações ínfimas fracas e nulas. A análise do estudo foi de fundamental importância para constituir fontes de dados úteis para o desenvolvimento de parâmetros do setor de saúde na efetivação de ações mais resolutivas e integradas na vigilância em saúde ambiental.

Palavras-Chave: Doenças Respiratórias; Focos de Queimadas; Variáveis Climáticas; Internações Hospitalares.

ABSTRACT

The practice of using fire in the Amazon region is responsible for the emission of aerosol particles, under direct effects they can be associated with exogenous and abiotic factors, and indirectly to human health. Climatic variables are an important contributor to the aggravation of these diseases, low temperatures and the arrival of cold air masses provide symptoms of respiratory diseases such as colds, nasal obstruction, runny nose and sneezing. The present study aimed to evaluate the relationship between the occurrences of fire outbreaks, together with the meteorological variables of air temperature, precipitation, relative humidity and hospitalizations and deaths from respiratory diseases in elderly people over 60 years of age, in the municipality of Manaus, Amazonas, from 2008 to 2020. It was based on a descriptive study of the ecological type of time series. Data related to deaths and hospital admissions during the study period, made available by the Department of Statistics of the SUS (DATASUS) were analyzed and meteorological data on air temperature, precipitation and relative humidity were obtained from the National Institute of Meteorology (INMET), while the data on fires were obtained from the National Institute for Space Research (INPE). To verify the relationship between meteorological variables, fire outbreaks and respiratory diseases, Pearson's linear correlation coefficients were calculated using Excel and the Statistical Product and Service Solutions (SPSS) software. Correlations of hospital admissions obtained the following results: temperature (0.080); humidity (-0.102); precipitation (-0.005); and fires (-0.078). As for the associations with deaths from RDs: temperature (-0.074); humidity (0.083); precipitation (0.133); and fires (-0.154). The present study revealed that the outbreaks of fires and meteorological conditions have no relationship between hospital admissions and deaths from respiratory diseases, showing very weak and null associations. The analysis of the study was of fundamental importance to constitute useful data sources for the development of parameters in the health sector in the implementation of more resolute and integrated actions in environmental health surveillance.

Keywords: Respiratory Diseases; Fire outbreaks; Climate Variables; Hospital Admissions.

LISTAS DE FIGURA

Figura 1: Esquema da Distribuição de Tamanho do aerossol atmosférico.....	18
Figura 2: Deposição de material particulado no sistema respiratório.	19
Figura 3: Partículas encontradas em cérebros humanos, A, B, C e D: Detalhes das partículas em diversas técnicas de microscopia. E e F.	22
Figura 4: Pirâmide dos Efeitos à Saúde.....	23
Figura 5: Mapa de localização do município de Manaus e área urbana.	26
Figura 6: Estimativas da população do município de Manaus e incremento populacional, entre 2008 a 2010.	27
Figura 7: Pirâmide etária do município de Manaus, estimativa para o ano de 2020.	29
Figura 8: Distribuição percentual de internações segundo grupo de causa, no período de 2008 a 2020, no município de Manaus.	32
Figura 9: Classificação de fiabilidade do coeficiente da correlação de Pearson	35
Figura 10: Temperatura média mensal de 2008 a 2020 em Manaus, Amazonas.	40
Figura 11: Umidade relativa média mensal de 2008 a 2020 em Manaus, Amazonas	40
Figura 12: Precipitação total mensal. Período de 2008 a 2020 em Manaus, Amazonas.	41
Figura 13: Quantidade de focos de queimadas nos municípios do Amazonas, de 2008 a 2020.	42
Figura 14: Total mensal acumulado dos focos de queimadas de 2008 a 2020.	44
Figura 15: Total anual acumulado dos focos de queimadas de 2008 a 2020.	44
Figura 16: Total mensal de óbitos por doenças respiratórias na faixa etária de 60 a 100 anos de idade, em Manaus, Amazonas no período de 2008 a 2020.	45
Figura 17: Total anual de óbitos por doenças respiratórias na faixa etária de 60 a 100 anos de idade, em Manaus, Amazonas no período de 2008 a 2020.	46
Figura 18: Total mensal de internações hospitalares por doenças respiratórias na faixa etária de 60 a 100 anos de idade, em Manaus, Amazonas no período de 2008 a 2020.	47

Figura 19: Total anual de internações hospitalares por doenças respiratórias na faixa etária de 60 a 100 anos de idade, em Manaus, Amazonas no período de 2008 a 2020.	48
Figura 20: Óbitos segundo doenças respiratórias e COVID-19 em idosos no de 2020, em Manaus, Amazonas.	49
Figura 21: Distribuição dos óbitos por COVID-19, por sexo e faixa etária, Manaus, 2020, comparativo entre o período de 01 a 14/maio e 01 a 14/novembro..	49
Figura 22: Diagrama de dispersão das correlações de Pearson de internações hospitalares com as variáveis meteorológicas e focos de queimadas.	53
Figura 23: Diagrama de dispersão das correlações de Pearson de óbitos por DRs com as variáveis meteorológicas e focos de queimadas.	54

LISTAS DE TABELA

Tabela 1: Principais poluentes de origem da queima da biomassa.	16
Tabela 2: Padrões de qualidade do ar para os principais poluentes atmosféricos, recomendados pela Organização Mundial de Saúde e pela Resolução CONAMA N 003 de 28 de junho de 1990.	21
Tabela 3: Comparação do Índice de Desenvolvimento Humano. Brasil, Amazonas e Manaus. 1991, 2000 e 2010.	28
Tabela 4: População residente por faixa etária e sexo, do município de Manaus, estimada para o ano de 2020.	28
Tabela 5: Quantidade de estabelecimentos de saúde cadastrados no CNES, em dezembro 2020, no município de Manaus.	30
Tabela 6: Quantidade de leitos de internação cadastrados no CNES, em dezembro de 2020, no município de Manaus.	31
Tabela 7: Número de leitos (cobertos pelo SUS) por 1000 habitantes, considerando especialidade de Pneumologia e Pneumologia Sanitária, com base na população de 60 e + estimada. Município de Manaus, Amazonas. Período de 2008, 2012, 2016 e 2020.	31
Tabela 8: Distribuição percentual de internações segundo grupo de causas e faixa etária, segundo local de residência, no período de 2008 a 2020, no município de Manaus.	31
Tabela 9: Médias mensais e anuais de temperatura, umidade relativa, precipitação total mensal e anual para o período de 2002 a 2009 em Manaus, Amazonas.	38
Tabela 10: Quantidade e variação percentual de focos de queimadas detectados nos municípios Manaus, Amazonas de 2008 a 2020.	43
Tabela 11: Quantidades mensais e anuais de óbitos por doenças respiratórias em idosos de 60 a 100 anos de idade em Manaus, Amazonas no período de 2008 a 2020.	45
Tabela 12: Quantidades mensais e anuais de internações hospitalares por doenças respiratórias na faixa etária de 60 ou mais de idade, em Manaus, Amazonas no período de 2008 a 2020.	47

Tabela 13: Coeficientes de correlação de Pearson dos óbitos e internações por doenças respiratórias entre as variáveis utilizadas, no município de Manaus, Amazonas no período de 2008 a 2020.	52
---	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1	Contexto Histórico dos incêndios e desflorestamento na Amazônia.....	14
2.2	Queimadas e emissão de poluentes.....	15
2.2.1	Partículas de aerossóis.....	17
2.3	Riscos à saúde pública.....	19
2.4	Monitoramento orbital das queimadas.....	23
3	METODOLOGIA	26
3.1	Caracterização da área de estudo.....	26
3.1.1	Município de Manaus: aspectos Socioeconômicos.....	26
3.1.2	Serviços de saúde do município de Manaus.....	29
3.2	Delineamento do Estudo.....	32
3.3	Fonte dos dados.....	33
3.3.1	Focos de queimadas e variáveis meteorológicas.....	33
3.3.2	Internações e mortalidade respiratória.....	33
3.4	Análise.....	34
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
4.1	Distribuição temporal das condições meteorológicas e ocorrências de focos de calor em Manaus.....	36
4.1.1	Condições meteorológicas.....	36
4.1.2	Focos de queimadas.....	41
4.1.3	Mortalidade e Internações hospitalares.....	44
4.2	Análise das Correlações.....	50
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	55
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56

1 INTRODUÇÃO

As queimadas acontecem constantemente no Brasil para diferentes fins, como agropecuária, renovação de material seco acumulado e no preparo do corte manual em plantações de cana-de-açúcar. É um dos assuntos mais discutidos quando se trata dos recursos florestais no Brasil, o fogo é a solução mais rápida, eficaz e econômica para obtenção de renda na agricultura segundo De Avila et al., (2019). O fogo é um componente natural de muitos ecossistemas, mas na Amazônia é o causador de distúrbios pelo seu uso na terra que afeta a composição atmosférica e o ciclo do carbono (NEPSTAD et al., 1999, MORISETTE et al., 2005).

Essa prática do uso fogo na região Amazônica são responsáveis por emissão de partículas de aerossóis, sob efeitos diretos podem ser associados a fatores exógenos e abióticos, e de forma indireta estão relacionados a modificações macro e microclimáticas que por consequência altera o equilíbrio ambiental e principalmente a saúde humana. As variáveis climáticas é um importante contribuinte para o agravo dessas doenças, as baixas temperaturas e a chegada das massas de ar frio propiciam sintomas de doenças respiratórias como resfriados, obstrução nasal, coriza e espirros. Esses sintomas podem evoluir conforme as pessoas se abrigam em locais fechados devido as constantes chuvas típicas das regiões amazônicas, levando a infecção do vírus entre as pessoas, levando crianças, adultos e idosos a procurarem atendimento hospitalar (CERCAL, 2013). A poluição oriunda das queimadas e as condições meteorológicas confrontam com o crescimento da mortalidade e morbimortalidade por doenças respiratórias.

Sobre essas ocorrências de doenças respiratórias, a resolução Conama nº. 3 de 1990 estabelece padrões da qualidade do ar, declara que a saúde humana está propensa a apresentar os sintomas como tosse seca, ardor nos olhos, nariz e garganta, além do cansaço. Para casos de adoecimentos respiratórios existem os “níveis de atenção”, classificados para atender diferentes graus enfermidades, estabelecidos em primário, secundário e terciário. Eles foram adotados para organizar os tratamentos oferecidos pelo SUS com parâmetros definidos pela Organização Mundial da Saúde (OMS).

Logo, cada um destes níveis apresenta um padrão e demandas específicas. O nível primário é voltado para exames e consultas rotineiras, tendo em vista a redução

do risco de doenças de cunho mais “simples”, também apresenta um caráter preventivo evitando casos mais graves de internações. Em condições que necessite atendimentos especializados corresponde ao nível secundário, trata de pacientes de complexidade média, como é o caso dos que envolvem doenças crônicas ou agudas. Por fim, o nível terciário de atenção, atende ocorrências de alta complexidade que não puderam ser atendidos na atenção secundária por serem mais singulares ou complexos.

Para Abreu (1999) e Gonçalves (2010) os elementos do clima e queimadas não são os únicos responsáveis em agravar as ocorrências de doenças respiratórias, mas também fatores ligados a saúde e doenças pré-existentes corroboram com a intensificação das doenças respiratórias principalmente em idosos e crianças. Em decorrência da complexidade das doenças e que comprometem a qualidade de vida do indivíduo, são necessários estudos que analise na faixa etária de idade mais fragilizadas e suscetíveis a doenças respiratórias.

O objetivo geral do estudo é avaliar a relação entre as ocorrências dos focos de queimadas, juntamente com as variáveis meteorológicas de temperatura do ar, precipitação, umidade relativa com as internações hospitalares e óbitos por doenças respiratórias em idosos acima de 60 anos de idade, no município de Manaus, Amazonas, no período de 2008 a 2020. Tem como objetivos específicos: descrever a ocorrência de focos de calor, no período e área de estudo; apresentar a distribuição temporal de variáveis meteorológicas (precipitação, temperatura do ar e umidade relativa) no período e área de estudo; e mostrar a associação de focos de queimadas e variáveis meteorológicas com internações hospitalares e mortalidade por doenças respiratórias da faixa etária e área do estudo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Contexto Histórico dos incêndios e desflorestamento na Amazônia

Os países que mais queimam biomassa no mundo estão concentrados nos trópicos e subtropicais, como a América do Sul, África e parte sudeste da Ásia. A região amazônica, é reconhecida como a maior área de floresta tropical existente, possui cerca de um quarto de todas as florestas tropicais no mundo, mas figura entre as regiões que mais possuem taxas de desmatamento (CARMO et al., 2010).

Nesse contexto, se tratando de questões ambientais os desmatamentos e as queimadas são os principais fatores que mais se discutem no Brasil atualmente. Ainda que, sejam práticas diferentes são associadas por consequência do uso para limpeza ou preparo do solo antes do plantio, necessitando muitas vezes da queima do material vegetal. De acordo com Fearnside (2005), a floresta Amazônica em 1970 já apresentava indícios de possíveis agravantes na exploração da Amazônia com a criação da Transamazônica. A degradação da floresta acontece por vários motivos, como agropastoril, políticos-financeiros, construção de estradas, fluxo migratórios, especulações imobiliárias e corte seletivo.

O processo contínuo de queimadas traz a perda da biodiversidade resultando em malefícios à população, fauna, flora, unidades de conservação, áreas de reflorestamento, aglomerados urbanos adjacentes e margens de estradas causando prejuízos ao sistema ecológico e econômico, tornando-se um grave problema ambiental para o país. A ascensão do das áreas pecuárias gerava emprego e ao mesmo tempo a utilização do fogo foi se tornando mais comum. Os incentivos fiscais foram um forte condutor de desmatamento nas décadas de 70 e 80, o ritmo variável de desflorestamento desde 1991 vêm aumentando (MAHAR, 1979; FEARNSIDE, 2005; VEENENDAAL et al., 2015).

Em resumo o Governo lançou uma série de projetos de cunho desenvolvimentista e de integração nacional. Como: estabelecimento de hidroelétricas; o incentivo à exploração mineral; abertura de rodovias federais e estradas; incentivo à instalação de indústrias estrangeiras e criação de áreas comércio pelas vantagens fiscais subsidiadas pelo Governo (BECKER, 2001; 2005).

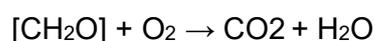
Além disso, a constante degradação da Amazônia ocasionou uma extensa área comprometida pela atividade predatória na região, corresponde aos maiores índices

de desmatamento da Amazônia legal, área denominada de “arco de desmatamento” que se estende ao longo das extremidades leste e sul da região amazônica, onde grande parte da população rural está concentrada. Conhecer os responsáveis pelo desmatamento é importante para qualquer programa que busca sua redução. Em 1998, estudos apontam que no arco do desmatamento cerca de 25% das áreas desmatadas não em propriedades iguais ou menores a 100 hectares (NEPSTAD et al., 1999).

Em síntese, o processo de desmatamento na região é motivado por um conjunto de forças latentes como a fragilidade de políticas públicas e institucionais, socioeconômicas que está intrinsicamente prática do estado (MMA, 2009). Em consequência disso, os desmatamentos e as queimadas não são um “problema ambiental” atual no país. O exercício generalizado da dimensão dos danos ambientais que estas práticas acarretam no país tem subido somente nas últimas décadas e merecem ser sondado.

2.2 Queimadas e emissão de poluentes

A queima da biomassa é um processo de combustão incompleta que necessita de elementos básicos como fonte no seu acontecimento, comburente e temperatura de ignição, quando combinados estes elementos produzem uma reação em cadeia originando o fogo. Esse processo de combustão a equação química demonstra os principais produtos originados, a água e o dióxido de carbono (CO₂) mais conhecido como gás carbônico:



O elemento químico [CH₂O] é a composição média da biomassa, outras substâncias também são produzidas durante a queima de biomassa, gás carbônico (CO₂), como gases traços, metano (CH₄), monóxido de carbono (CO), nitroso de oxigênio (N₂O). Em outros casos a parte da biomassa que não queima na queima inicial será oxidada pelo processo térmico e pela oxidação do nitrogênio presente no vegetal, matéria particulada (fuligem). Em consequência disso, ocorre o processo pirolítico em que as moléculas estruturais das vegetações sofrem uma ruptura provocada pela alta temperatura (LASHOF, 1991; ANDREAE, 1991; IPCC, 2014).

A evolução das queimadas é descrita em quatro estágios: ignição, chamas, brasas e extinção. Diversos fatores podem influenciar na sua evolução, como por exemplo a água pode determinar qual fase de brasas ou chamas será expressiva, e definindo a concentração de CO e CO₂ emitidos. O clima e o tempo, clima local pode determinar na quantidade da queima de biomassa e o tempo local com os elementos de precipitação, umidade, temperatura e vento determinam o quadro necessário para a ocorrência do fogo, no que refere à razão entre a combustão da fase de chamas para a fase de brasas (FREITAS, 2005). A tabela 1 apresenta descrição dos principais poluentes proveniente da queima de biomassa.

Tabela 1: Principais poluentes de origem da queima da biomassa.

Emissões	Exemplos	Fonte
Partículas	Partículas inaláveis (PM ₁₀)	Condensação após combustão de gases; combustão incompleta de material inorgânico; fragmentos de vegetação e cinzas
	Partículas finas (PM _{2.5})	Condensação por combustão de gases; combustão incompleta de material orgânico
Aldeídos	Acroleína	Combustão incompleta de material orgânico
	Formaldeído	Combustão incompleta de material orgânico
Gases principais	Monóxido de carbono (CO)	Combustão incompleta de material orgânico
	Ozônio (O ₃)	Produto secundário de óxidos de nitrogênio e hidrocarbonetos
	Dióxido de nitrogênio (NO ₂)	Oxidação em altas temperaturas do nitrogênio do ar
Hidrocarbonetos	Metano, Benzeno	Combustão incompleta de material orgânico
Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAHs)	Benzoalfapireno (BaP)	Condensação após combustão de gases; combustão incompleta de material orgânico

Fonte: ARBEX et al., 2004.

Segundo Arbex et al., (2004), a maior fonte de gases tóxicos se encontra nos trópicos com cerca de 80% da combustão da biomassa no mundo. Também é o maior

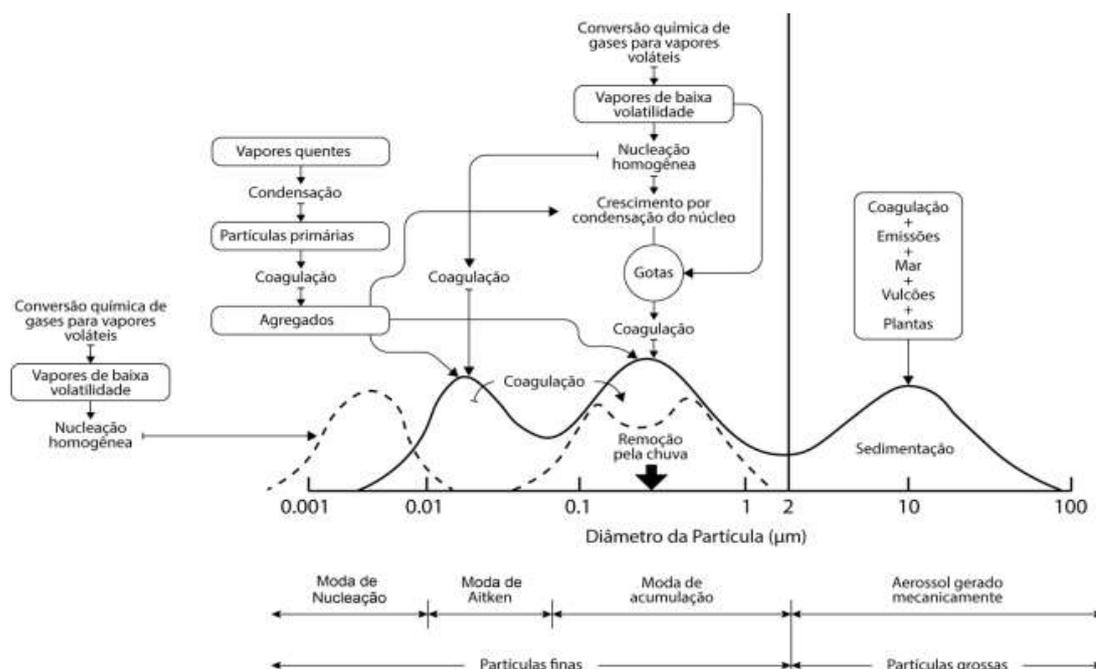
causador de efeito estufa, compromete a atmosfera nos aspectos químicos e físicos produzindo espécies químicas que alteram o Ph da água da chuva influenciando o balanço térmico de modo negativo devido a interferência na radiação solar refletida para o espaço. O transporte/dispersão destes poluentes se dá na troposfera, depende da velocidade e fluxos do ar deslocar-se para outras regiões que não é o local de origem através dos corredores de circulação de massas de ar. Esse transporte de gases tóxicos gera problemas antes local em global, isso se deve por afetar outras regiões alterando os elementos químicos naturais, interferindo nos processos de microfísica e no processo de formação de nuvens.

2.2.1 Partículas de aerossóis

Os efeitos do material particulado de origem de queima da biomassa na atmosfera, tem sido recorrente nos últimos anos. As partículas de aerossóis influenciam o clima global e regional pelas alterações no balanço radiativo da atmosfera e influencia no ciclo hidrológico (ANDREAE et al., 2004, 2005). Conforme destaca Gomes & Jesus (2016), a queima da biomassa em diferentes ambientes, tanto abertos ou fechados lança partículas de diferentes diâmetros a quilômetros de distância e dependendo do material no processo de queima pode gerar em diferentes partículas e gases inaláveis, quando no sistema respiratório pode desencadear diversas patologias.

São observadas as partículas de aerossóis na natureza que podem variar desde nanômetros até em microns, como por exemplo aglomerados moleculares e partículas de poeiras. A referência utilizada nas suas dimensões do diâmetro é representada por “ μm ” que consiste numa unidade da grandeza física de comprimento, dito isso, as partículas de aerossóis são classificadas segundo Whitby et al., (1976) (figura 1) em duas modas de tamanho das partículas atmosféricas: moda fina que compreendem o diâmetro de 1 a $2\mu\text{m}$. Também aquelas com diâmetro aerodinâmico entre 0,01 e $0,08\mu\text{m}$, chamadas de moda de núcleos de Aitken. Já a moda grossa, que compreende as partículas com diâmetro maior que $2,5\mu\text{m}$. As partículas inaláveis são as que podem ser depositadas no trato respiratório humano e possui diâmetros menores que 10 micrometros (FINLAYSON-PITTS & PITTS, 2000).

Figura 1: Esquema da Distribuição de Tamanho do aerossol atmosférico.



Fonte: FINLAYSON-PITTS & PITTS, 2000.

As partículas de aerossóis atmosféricos resultam de processos antrópicos e naturais por fenômenos de origem biológicas e físicas, também de reações químicas. São classificados os aerossóis em primários e secundários (FINLAYSON-PITTS & PITTS, 2000). Os aerossóis primários são partículas emitidas diretamente para a atmosfera, enquanto os secundários formados na atmosfera através do processo de conversão gás-partícula, processos físicos (condensação, nucleação e evaporação) e químicos (oxidação e fotoquímica) (SEINFELD e PANDIS, 2006; ARANA, 2009).

Nesse sentido, as diferentes origens de combustão tanto antrópicas quanto naturais geram fumaças, cinzas voláteis, fuligens e entre outros. Uma vez que os processos de combustões acontecem, podem se enquadrar em diversos acontecimentos que dão sua origem como por exemplo: incêndios, queimadas, fornos, veículos automotivos, termoelétricas e indústrias. Em relação a queima de biomassa, apresentam emissões bastante variadas em termos de gases e de material particulado e também diferentes estágios (YAMASOE et al., 2000).

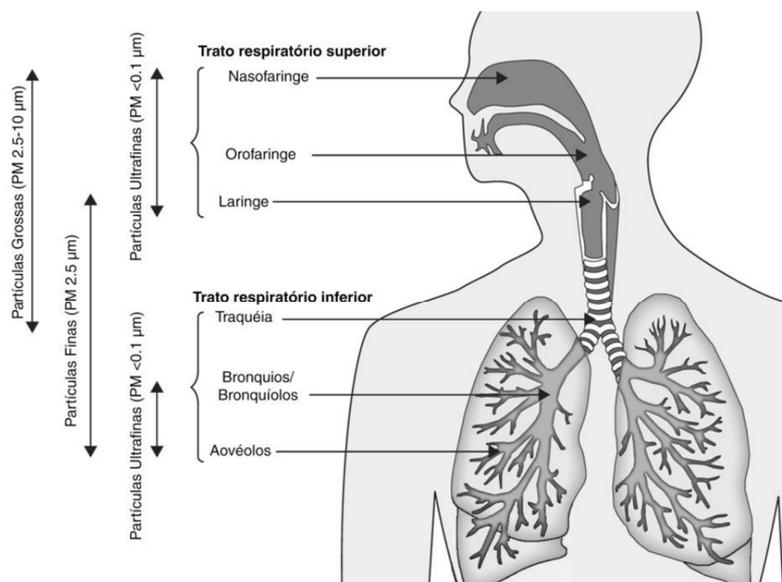
Os aerossóis na atmosfera apresentam uma série de comportamentos pelos processos físico-químicos, que influenciam nas suas dimensões de tamanho e composição desde transporte por advecção, convecção ou difusão, mistura com outras partículas por coagulação, condensação de vapores orgânicos e evaporação

(KANAKIDOU et al., 2005). A duração dos aerossóis na atmosfera é relativamente curta, variando de horas e dias dependendo das condições ambientais e da composição da partícula. Seu de remoção na atmosfera se dá pela deposição (seca ou úmida), esse evento pode levar a atmosfera ser limpa e também a ciclagem dos nutrientes no solo (ARTAXO et al., 2006 e 2009).

2.3 Riscos à saúde pública

As partículas a depender de sua origem podem variar sua composição e dimensão como já visto no capítulo anterior, quando depositas no sistema respiratório também passam por uma série de alterações física, biológica e química, adaptando-se para com a estrutura biológica e eventualmente interagindo com a corrente sanguínea. As partículas de moda grossa depositam-se pelo impacto da turbulência do ar no nariz, na boca, na faringe e na traqueia. Já as partículas finas, em sua maioria depositam-se por sedimentação na traqueia, conseqüentemente nos brônquios e nos bronquíolos. Em outros casos, as partículas de núcleos de Aitken (ultrafinas), em geral depositam-se por difusão nos pequenos bronquíolos e alvéolos conforme ilustra a figura 2 (WHO, 1979).

Figura 2: Deposição de material particulado no sistema respiratório.



Fonte: GUARNIERI & BALMES, 2014.

O aparelho respiratório humano tem a funcionalidade de trocas gasosas e termorregulação. Ao adentrar as fossas nasais, o ar do meio externo perpassa pela laringe e traqueia, até chegar aos pulmões. O ar inspirado sofre com transformações e depositado nas vias aéreas superiores, eliminando as partículas sólidas maiores. Em seguida, alcança a traquéia já após mudanças na composição, dividir-se pelos brônquios principais, direito e esquerdo até invadir os pulmões (ARBEX et al., 2004; CANÇADO et al., 2006).

À medida que vão se depositando no trato respiratório, as partículas são removidas pelos mecanismos de defesa, a tosse e o espirro. No entanto, maior concentração ou em outros casos maior exposição a essa partícula, conseqüentemente podem desenvolver doenças diversas como faringite, sinusite aguda, pneumonia, entre outras de caráter agudo; doenças progressivas obstrutivas crônicas (DPOC), bronquite, asma, enfisema e entre outros classificados como crônicos (CANÇADO et al., 2006). As doenças por exposição aos aerossóis são denominadas de agudas, aquelas que ocorrem repetidamente em níveis críticos no curto período de tempo e dependendo da sua intensidade pode variar de horas e até dias. E também doenças denominadas de crônicas, ocorrem repetidamente em um período longo de meses e até anos (ARBEX et al., 2004).

Um dos principais poluentes atualmente com maiores efeitos na saúde são as partículas de moda fina ($PM_{2,5}$), é classificada como uma das causas de mortalidade pela sua inalação mundialmente. Estudos apontam que a cada acréscimo de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (10 microgramas/metros cúbicos) na composição atmosférica deste poluente resulta em um aumento de 6% de mortalidade geral e 11% para mortalidade por problemas cardiovasculares (LIM et al., 2012; HOEK et al., 2013).

A Organização Mundial de Saúde (World Health Organization – WHO), recomenda limites no ambiente de no $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ na média anual, e de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para a média diária. No entanto, a recomendação da WHO não é atendida por diversos países, como por exemplo os EUA que por padrão para $PM_{2,5}$ anual o máximo é $12,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$, e o diário é no máximo $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$, não há regulamentação das partículas totais desde 1971 (US EPA, 2014). No Brasil a regulamentação se difere das recomendações da OMS, de acordo com a resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) de nº 3 da data de 28/06/1990 representado na tabela 2, apresenta os padrões primários e secundário da qualidade do ar que regulamenta as médias anuais e o período de um dia.

Tabela 2: Padrões de qualidade do ar para os principais poluentes atmosféricos, recomendados pela Organização Mundial de Saúde e pela Resolução CONAMA N 003 de 28 de junho de 1990.

Organização Mundial de Saúde (OMS) - 2005			
Material Particulado	PM ₁₀	50 µg/m ³ (média para 24h)	20 µg/m ³ (média anual)
	PM _{2.5}	25 µg/m ³ (média para 24h)	10 µg/m ³ (média anual)
Ozônio	O ₃	100 µg/m ³ (média para 8h)	
Dióxido de nitrogênio	NO ₂	200 µg/m ³ (média para 1h)	40 µg/m ³ (média anual)
Dióxido de enxofre	SO ₂	50 µg/m ³ (média para 10 minutos)	20 µg/m ³ (média para 24h)
Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) - 1990			
Material Particulado	PM ₁₀	240 µg/m ³ (média para 24h)	80 µg/m ³ (média anual)
	PM _{2.5}	150 µg/m ³ (média para 24h)	50 µg/m ³ (média anual)
Ozônio	O ₃	160 µg/m ³ (média para 1h)	
Dióxido de nitrogênio	NO ₂	320 µg/m ³ (média para 1h)	100 µg/m ³ (média anual)
Dióxido de enxofre	SO ₂	365 µg/m ³ (média para 24h)	80 µg/m ³ (média anual)

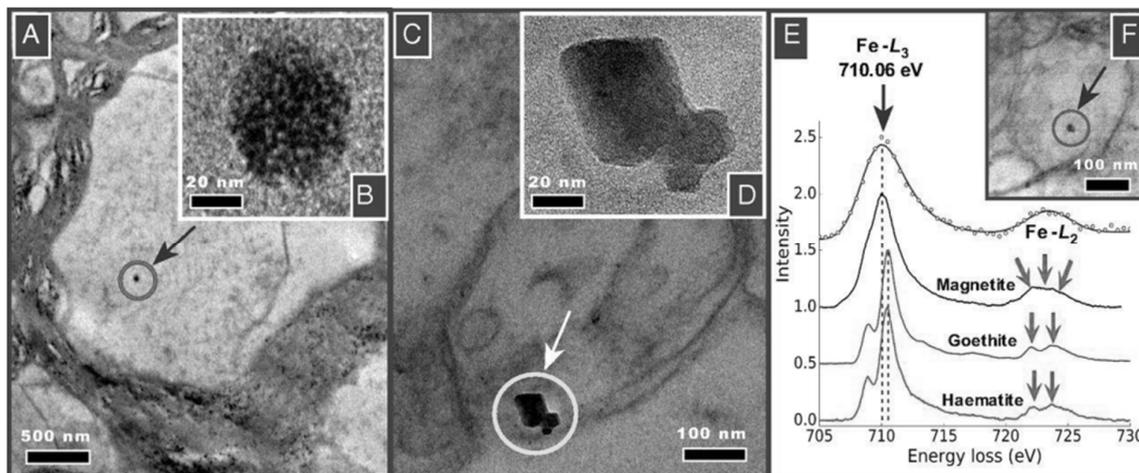
Fonte: WHO, 2005; CONOMA, 1990.

Sobre os efeitos destes poluentes, existem diferenças na forma de resposta imunológica em diferentes indivíduos. Estudos mais recentes relatam um envelhecimento cerebral acelerado e decadência cognitiva, apontaram que menores desempenhos cognitivos foram encontrados em pessoas mais velhas vivenciam próximos a altos níveis de exposição a PM_{2.5} (GATTO et al., 2014; AILSHIRE; CLARKE, 2014). Também, um importante estudo recente aponta a associação entre poluição atmosférica por PM_{2.5} e a diminuição de massa encefálica em mulheres adultas, tendo relação direta com a poluição e o desenvolvimento cerebral (CHEN et al., 2015).

Além disso, foram encontradas recentemente partículas nanométricas de magnetita, normalmente presente no material particulado de áreas urbanas. Analisados em cérebros por microscopia e espectroscopia (figura 3), este resultado é

significativo pois níveis elevados de magnetita estão relacionados a incidência de doenças neurodegenerativas como a doença de Alzheimer (MAHER et al., 2016).

Figura 3: Partículas encontradas em cérebros humanos, A, B, C e D: Detalhes das partículas em diversas técnicas de microscopia. E e F.



Fonte: MAHER et al., 2016.

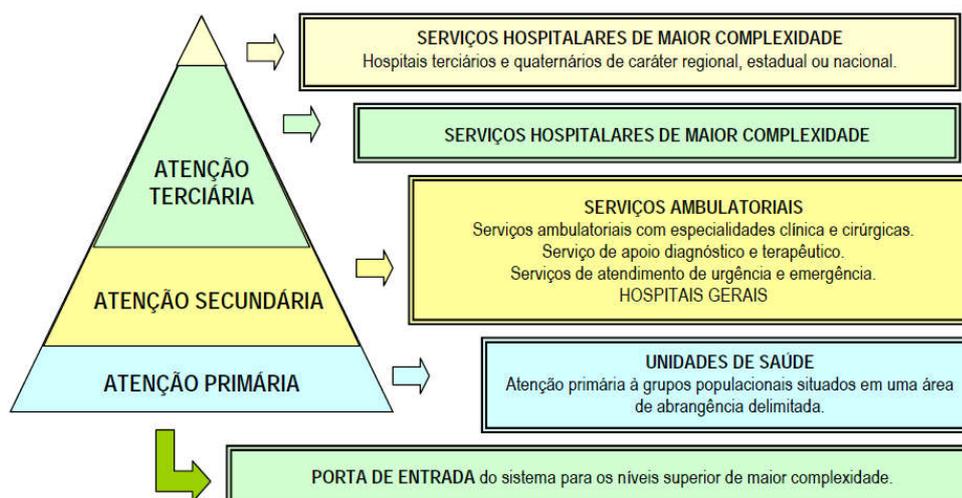
Em outros casos, as crianças se encontram em maior risco quando exposta a poluição do ar como recém-nascidos e lactentes apresentam maior morbidade e mortalidade relacionados a vários patógenos em comparação a população adulta, isso é resultado da imaturidade imunofisiológica, que consiste na falta de mecanismo de defesas inatos e adaptativos (LOPEZ & JUNIOR, 2010). A falta do desenvolvimento imunológico nas crianças leva as micropartículas oxidantes das queimadas a uma reação inflamatória no sistema respiratório das crianças acentuando agravantes como asma, fibrose cística, desencadeando rinites alérgicas e pneumonites (BERNSTEIN, 2009).

A exposição humana aos poluentes tóxicos ilustrado pela figura 4, indica os níveis ambulatoriais da gravidade dos efeitos na saúde. Os efeitos subclínicos ou ausência de sintomas podem ocorrer na maioria das pessoas expostas, e depender da gravidade podem ser tratadas em consultórios médicos, também são mais comuns do que os desfechos mais graves e depender dos casos pode ocorrer a mortalidade. Os poluentes emitidos pela de biomassa tem seu grau de letalidade a saúde humana pelo tempo de exposição e sua toxicidade. Segundo a OMS e a OPAS, os maiores agravantes afetam o maior número de pessoas por poluentes são: doenças pulmonares (maioria dos casos 50% são de pneumonia em crianças); doenças

cardiovasculares e acidentes vasculares cerebrais; redução do desenvolvimento cognitivo em crianças, demência em idosos, disposição ao câncer e a diabetes (WHO, 2018a, 2018b; OPAS, 2018a, 2018b).

Associadas ao câncer de pulmão e bexiga, o material particulado e ar tóxico se destacaram por fazer parte do rol de carcinogênicas (POPE, 2002; IARC, 2013; HAMRA et al., 2014). Segundo Veras et al., (2010) antes mesmo do nascimento a má qualidade do ar pode acometer a saúde pela vida toda, não só isso, mas também o risco de se adquirir doenças é decisivo pela suscetibilidade e vulnerabilidade da saúde do indivíduo. Os fatores que afetam a vulnerabilidade individual incluem desde de idade, gênero, níveis socioeconômicos, status nutricional, uso de medicação, acesso aos serviços de saúde, localização e combustíveis usados para cozinhar e ocupação (GOUVEIA e FLETCHER, 2000; WHO, 2006).

Figura 4: Níveis de atenção à saúde.



Fonte: WHO, 2016.

2.4 Monitoramento orbital das queimadas

O gerenciamento de queimadas é importante no controle e proteção dos recursos florestais, voltado para prevenção, controle e evitar riscos ao meio ambiente e a saúde humana. Diferente dos riscos geológicos e hidro-meteorológicos, as queimadas podem ser previstas e dessa maneira ser controladas e possivelmente ser controladas, evitando toda e qualquer concentração de desastre que venha agredir o meio ambiente e causar grande risco eminente (GOLDAMMER, 1999). Com o avanço

tecnológico, as ferramentas de monitoramento de queimadas tiveram aprimoramentos significativos, tornou-se possível utilizar imagens de satélites obtidas através de sensores remotos que permitem localizar e detectar em tempo real os focos de queimadas.

Segundo Guimarães (2000), a técnica de sensoriamento remoto é definida como um conjunto de técnicas na qual permite extrair dados dos elementos da natureza terrestre ou do condicionamento do seu ambiente, através de sensores que captam o fluxo de radiação eletromagnética revelando os elementos que objetiva no espaço para análise. A obtenção de dados por essa técnica é relativamente recente já que foi datado no século passado, na década de 70 a utilização dos primeiros softwares de sensoriamento orbital permitiu o uso operacional e sistêmica de dados, tornou-se muito utilizado para fins científicos ao gerenciamento e monitoramento de recursos naturais, que propiciou uma rápida evolução dos sensores (SOUZA, 2008).

De acordo com Anderson (2005), há duas linhas de pesquisa na detecção dos focos de queimadas na técnica de fiscalização ou monitoramento dessas queimadas: Uma direcionada a detecção da queimada ativa propriamente dita, desde a observação da sazonalidade, frequência e variações anuais e mensais; outro é o uso para espacialização das queimadas para análise da quantificação das áreas devastadas por este evento.

O sensoriamento remoto disposto ao monitoramento de queimadas no Brasil, é desenvolvido trabalhos de monitoramento desde a década de 1980 pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, sendo disponibilizado na internet um banco de dados com informações sobre focos de calor (<http://www.dpi.inpe.br/proarco/bdqueimadas/>). Em 1990, as informações de focos de calor dos dados de queimadas do INPE foram integradas ao monitoramento da Amazônia, facilitando operações de combate aos incêndios florestais pelo Programa de Monitoramento e Combate a Incêndios Florestais da Amazônia – PROARCO (BATISTA, 2004).

A detecção dos focos de calor consiste em cinco etapas, recepção da imagem, definição das queimadas na imagem, obtenção da localização geográfica pelas coordenadas conforme a análise da imagem e envio do produto final (SETZER e PEREIRA, 1991 apud PINTO, 2001). Através do aperfeiçoamento na detecção dos focos de calor, pôde extrair imagens de sensores a bordo dos satélites polares da série EOS (TERRA e AQUA), NOAA e os satélites geoestacionários MSG e da série

GOES. Estes são satélites com objetivos meteorológicos com mesma finalidade, mas com diferentes características espaciais, espectrais e radiométricas.

O sensor *Advanced Very High Resolution Radiometer - AVRHRR*, é o principal instrumento dos satélites polares NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). Este sensor registra temperaturas de 47°C ou acima, com resolução espacial de 1,1Km que abrange áreas entre 7° N, 40° S, 75° L e 34,5° O. utiliza-se de cinco bandas que possuem resolução espectral de 0,58 µm até 12,50 µm e a banda do infravermelho médio de 3,7 µm (SELHORST, 2003; EMBRAPA/CNPM, 2008).

Segundo Coutinho (2005), uma série de satélites lançados que passam no mesmo local uma vez a cada doze horas (uma de dia e outra à noite), normalmente as queimadas acontecem pela tarde e causa a diferença entre as temperaturas das superfícies com fogo, com a brusca mudança de temperatura faz com que possa ser detectada e identificada como um foco de calor. Os satélites desta série possuem órbita quase-circular/polar em sincronia com o sol, a uma altitude nominal de 833 km.

O sensor *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer - MODIS* constitui um dos sensores dos satélites TERRA e AQUA. A órbita do satélite TERRA é calculada para que passe de um polo a outro, ou seja, do norte ao sul através do Equador de manhã, diferente do AQUA que é cronometrado de sul ao norte de tarde. A superfície da terra é margeada por ambos os satélites a cada dois dias, trabalhando com dados em 36 faixas espectrais e resolução espacial é de 1 x 1 km (EMBRAPA, 2006; SOARES & BATISTA, 2007).

O sensor *Geostationary Operational Environmental Satellite - GOES* são de órbita geoestacionária, usado operacionalmente no acompanhamento e detecção de incêndios em áreas de grande escala. Seus sensores trabalham em vários canais espectrais, e desse modo ocorre na região do infravermelho a detecção dos incêndios (3,8 a 4,0 µm; 10,2 a 11,2 µm; 11,5 a 12,5 µm) com a resolução espacial do canal termal no nadir de 4 x 4 km (FRANÇA, 2004; LIU, 2007).

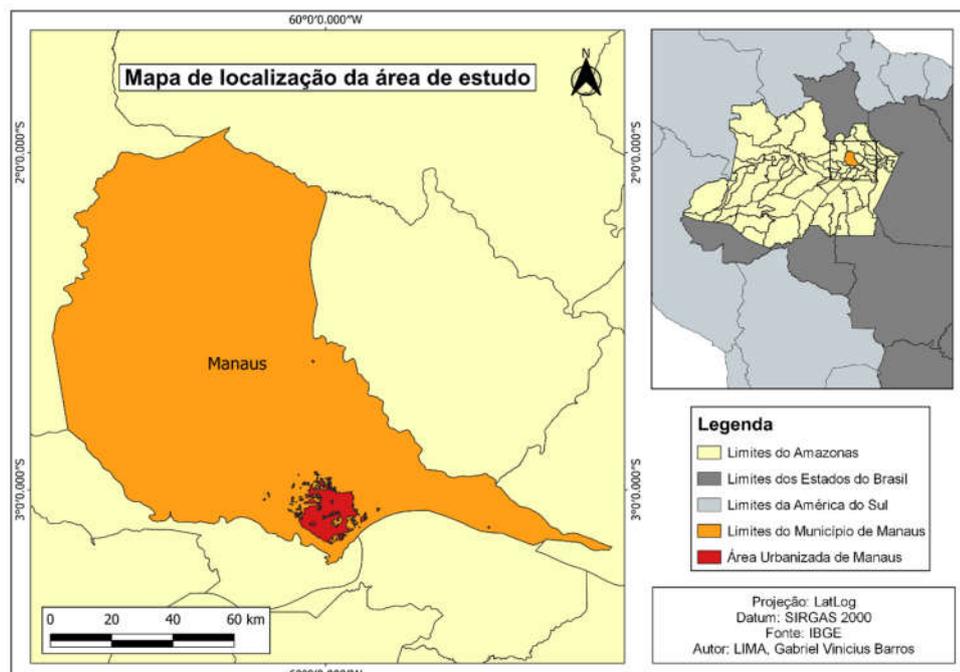
3 METODOLOGIA

3.1 Caracterização da área de estudo

3.1.1 Município de Manaus: aspectos Socioeconômicos

A área de estudo é o município de Manaus a capital do estado do Amazonas figura 5, está situada na microrregião denominada Médio Amazonas, na margem esquerda do Rio Negro que vai de encontro ao Rio Solimões. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, Manaus possui 11.401,092 km² de extensão com uma área urbana de 377 km² localizado nas coordenadas 03°06'07" S (Latitude) e 60°01'30 O (Longitude), possuindo 56 bairros distribuídos pela cidade. O município de Manaus limita-se ao Sul com os municípios de Careiro da Várzea e Iranduba; ao Norte com município de Presidente Figueiredo; a leste, com Município de Rio Preto da Eva e Itacoatiara; e a Oeste com Novo Airão. A população da cidade é distribuída em sete zonas geográficas (Norte, Sul, Leste, Oeste, Centro-sul, Centro-oeste e Rural).

Figura 5: Mapa de localização do município de Manaus e área urbana.

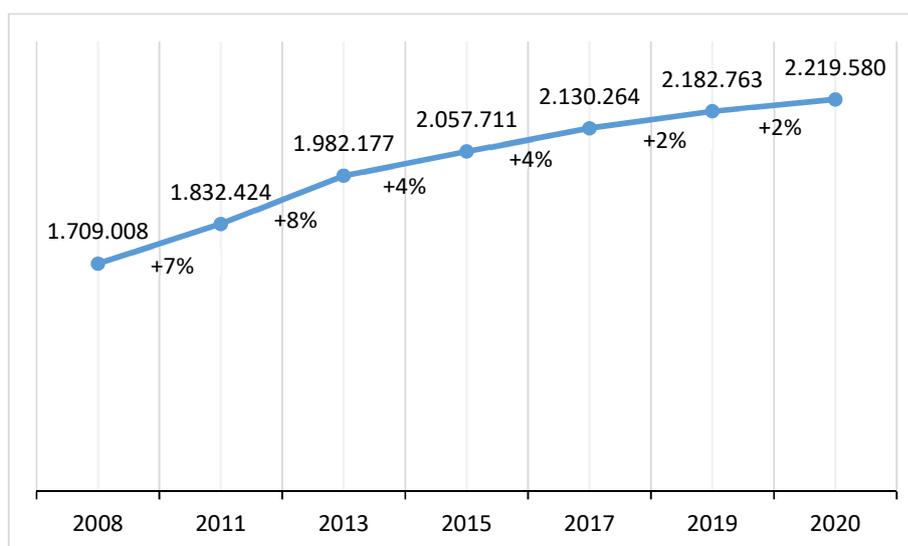


Fonte: LIMA, 2022.

No Amazonas segundo o IBGE estima-se para o ano de 2020 que a população totaliza cerca de 4.240.210 de pessoas, enquanto Manaus é estimada no ano de 2020 em 2.219.580 de pessoas na capital do Amazonas com uma densidade populacional de 194,7 hab/km² correspondendo 52,3% da população estadual do Amazonas, 11,88% da Região Norte e 1,03% do Brasil.

A figura 6, apresenta as estimativas da população residente em Manaus, Amazonas de 2008 a 2020. A quantidade de pessoal residentes exibiram uma ordem crescente, 2011 e 2013 são os anos que mais houve crescimento e isso é consequência do processo intenso de urbanização e expansão demográfica, caracterizado pelas pressões ambientais oriundo da ocupação do crescimento populacional que em conjunto com o uso do solo inadequado acabou por alterar o espaço físico, como perdas da cobertura vegetal, poluição dos igarapés e degradação da qualidade de vida (NOGUEIRA et al., 2007).

Figura 6: Estimativas da população do município de Manaus e incremento populacional, entre 2008 a 2010.



Fonte de dados: IBGE, 2022.

O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M) é formulado com base em três indicadores básicos, educação, longevidade e renda, são convertidos em unidades de medidas médias das conquistas de desenvolvimento humano, é utilizado para identificar situações extremas associadas à desigualdade dos indivíduos, visto isso, a tabela 3 apresenta o IDH-M oficial do Brasil, Amazonas e Manaus. O ano de 2010 é de 0,737 situado na faixa de Desenvolvimento Humano Alto

(IDHM entre 0,700 e 0,799), valor que supera a média estadual (0,674) e a média nacional (0,727).

Entre 2000 e 2010 em Manaus, o indicador que mais cresceu em termos absolutos foi a educação (com crescimento de 0,215), em seguida acompanhado por longevidade e por renda. Em comparação entre 1991 e 2000 o indicador que mais cresceu em termos absolutos, novamente foi a educação (com crescimento de 0,136), seguida por longevidade e renda.

A tabela 4 e a figura 7 apresentam a população do município de Manaus estimada segundo o IBGE para o ano de 2020, estratificada por faixa etária e sexo, a população de residente da terceira idade (a partir de 60 anos) corresponde cerca de 8% da população total, sendo a faixa etária que representa menos residentes na capital do Amazonas.

Tabela 3: Comparação do Índice de Desenvolvimento Humano. Brasil, Amazonas e Manaus. 1991, 2000 e 2010.

ANO	Brasil			Amazonas			Manaus		
	1991	2000	2010	1991	2000	2010	1991	2000	2010
IDHM	0,493	0,612	0,727	0,430	0,515	0,674	0,521	0,601	0,737
IDHM – Renda	0,647	0,692	0,739	0,605	0,608	0,677	0,676	0,674	0,738
IDHM – Longevidade	0,662	0,727	0,816	0,645	0,692	0,805	0,681	0,727	0,826
IDHM – Educação	0,279	0,456	0,637	0,204	0,324	0,561	0,307	0,443	0,658

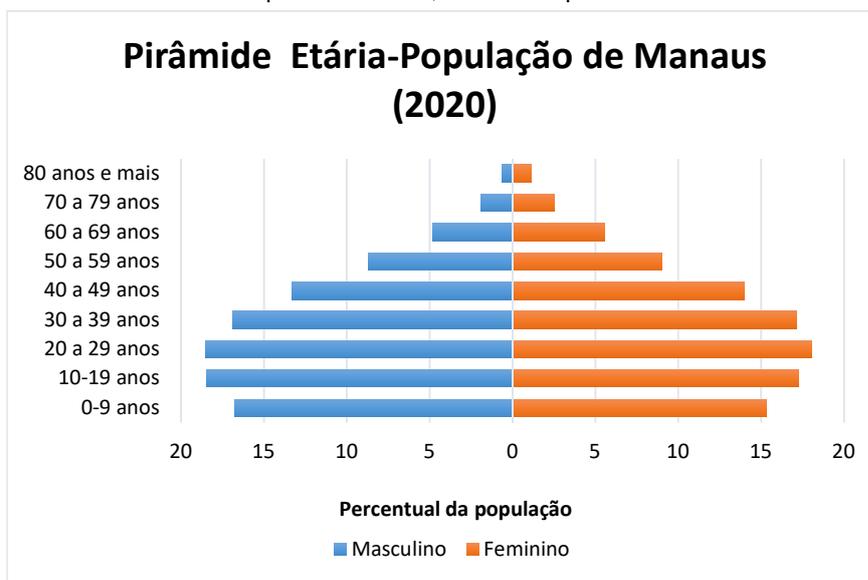
Fonte de dados: Adaptado de Plano Municipal de Saúde de Manaus, 2022.

Tabela 4: População residente por faixa etária e sexo, do município de Manaus, estimada para o ano de 2020.

Faixa Etária	Homens	%	Mulheres	%	Total	%
80 anos e mais	7.089	0,32%	13.170	0,59%	20.259	0,91%
70 a 79 anos	20.946	0,94%	28.778	1,30%	49.724	2,24%
60 a 69 anos	52.036	2,34%	63.222	2,85%	115.258	5,19%
50 a 59 anos	94.178	4,24%	102.921	4,64%	197.099	8,88%
5 a 9 anos	92.211	4,15%	90.000	4,05%	182.211	8,21%
40 a 49 anos	143.887	6,48%	159.774	7,20%	303.661	13,68%
30 a 39 anos	182.006	8,20%	195.112	8,79%	377.118	16,99%
20 a 29 anos	199.781	9,00%	205.941	9,28%	405.722	18,28%
15 a 19 anos	100.471	4,53%	98.716	4,45%	199.187	8,97%
10 a 14 anos	98.525	4,44%	97.750	4,40%	196.275	8,84%
0 a 4 anos	88.455	3,99%	84.611	3,81%	173.066	7,80%
Total	1.079.585	48,64%	1.139.995	51,36%	2.219.580	100,00%

Fonte de dados: IBGE, 2022.

Figura 7: Pirâmide etária do município de Manaus, estimativa para o ano de 2020.



Fonte de dados: IBGE, 2022.

3.1.2 Serviços de saúde do município de Manaus

Os estabelecimentos de saúde existentes em Manaus possuem um total de 1.400, sendo 359 (11%) públicos e 1.041 (74%) de rede privada, em sua maioria é de âmbito ambulatorial segundo dados fornecidos pelo Cadastro Nacional de Estabelecimento de Saúde – CNES no último mês de 2020 na tabela 5. A tabela 6 destaca os leitos de caráter estaduais cadastrados no CNES, observa-se a existência de leitos clínicos de pneumologia e pneumologia sanitária para casos de tuberculose, as UTI's do tipo I e II se diferem pelo nível de gravidade de risco, Tipo III: atendem a pacientes que necessitam de nível de atenção muito alto e Tipo II: atendem a pacientes que necessitam de nível de atenção alto. A tabela 7 apresentam leitos coberto pelo SUS por 1000 habitantes com base na população residente em Manaus de 60 a 100 anos de idade.

A morbidade hospitalar no município de Manaus, considerando o ano de 2008 a 2020 da população residente e adotou-se critérios como os principais grupos de causas a partir de 100 mil registros totais, excluindo o capítulo XV (Gravidez, Parto e Puerpério) por representar normalmente o maior grupo de causas em internações hospitalares (tabela 8 e figura 8). Destacam-se os casos principalmente dos capítulos: XI. Doenças do aparelho digestivo (21,21%); X. Doenças do aparelho respiratório

(20,26%); I. Algumas doenças infecciosas e parasitárias (18,08%). Em relação a faixa etária dos acometidos por doenças respiratórias em sua maioria acontece em crianças com menos de 1 ano (59,1%) de vida (considerando a partir de 29 dias de nascido); em seguida por 1 a 9 anos (41,5%); 80 e mais anos (26,0%).

Tabela 5: Quantidade de estabelecimentos de saúde cadastrados no CNES, em dezembro 2020, no município de Manaus.

Tipo de Estabelecimento	Federal	Estadual	Municipal	Privada	Total
Consultório	1	0	0	674	675
Clínica Especializada/Ambulatório Especializado	0	18	7	142	167
Centro de Saúde/Unidade Básica de Saúde	1	9	151	0	161
Unidade Móvel de Nível Pré-Hospitalar	0	0	48	39	87
Unidade de Serviço de Apoio de Diagnose e Terapia	2	0	5	67	74
Policlínica	1	10	5	33	49
Cooperativa	0	0	0	38	38
Hospital Geral	2	9	0	8	19
Hospital Especializado	0	14	1	4	19
Posto de Saúde	0	0	18	0	18
Pronto Atendimento	0	10	0	3	13
Unidade Móvel Fluvial	9	0	2	0	11
Hospital Dia	0	0	0	10	10
Secretaria de Saúde	0	1	6	3	10
Serviço de Atenção Domiciliar Isolado(Home Care)	0	0	0	7	7
Unidade Móvel Terrestre	0	0	4	3	7
Central de Regulação Médica das Urgências	0	0	1	5	6
Unidade de Vigilância em Saúde	0	2	4	0	6
Centro de Atenção Psicossocial-CAPS	0	1	4	0	5
Farmácia	0	2	0	2	4
Central de Notif. Captação e Distr. Órgãos Estadual	0	2	0	1	3
Unidade de Atenção à Saúde Indígena	3	0	0	0	3
Central de Regulação	0	1	1	0	2
Laboratório de Saúde Pública	0	1	1	0	2
Polo Prev. de Doenças e Agravos e Promoção da Saúde	0	0	0	2	2
Centro De Atenção Hemoterápica E/Ou Hematológica	0	1	0	0	1
Telesaúde	0	1	0	0	1
Total	19	82	258	1.041	1400

Fonte dos dados: CNES, 2022.

Tabela 6: Quantidade de leitos de internação cadastrados no CNES, em dezembro de 2020, no município de Manaus.

Especialidade	2008	2012	2016	2020
Pneumologia	22	23	2	2
Pneumologia Sanitária	21	19	2	6
UTI Adulto - Tipo I	0	11	11	11
UTI Adulto - Tipo II	101	101	148	181
Total	144	154	163	200

Fonte dos dados: CNES, 2022.

Tabela 7: Número de leitos (cobertos pelo SUS) por 1000 habitantes, considerando especialidade de Pneumologia e Pneumologia Sanitária, com base na população de 60 e + estimada. Município de Manaus, Amazonas. Período de 2008, 2012, 2016 e 2020.

Tipo de leito de internação	2008*	2012*	2016*	2020*
Pneumologia Clínica	0,22	0,19	0,01	0,01
Pneumologia Sanitária	0,21	0,16	0,01	0,03

*considerando o último mês do ano

Fonte de dados: DATASUS, IBGE, 2022.

Tabela 8: Distribuição percentual de internações segundo grupo de causas e faixa etária, segundo local de residência, no período de 2008 a 2020, no município de Manaus.

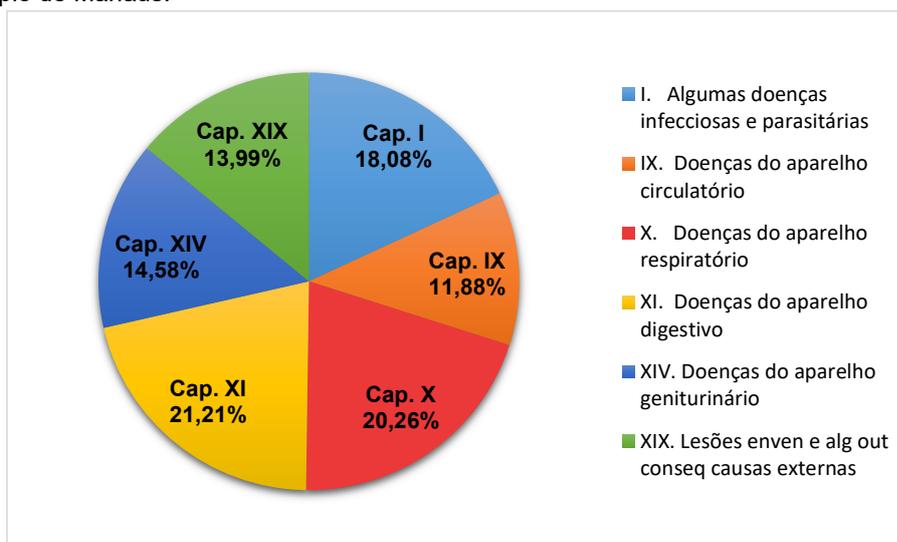
CID-10*	<1a*	1-9a	10-14a	15-19a	20-29a	30-39a	40-49a	50-59a	60-69a	70-79a	80 e +	Total
XI	6,4	13,6	24,4	23,1	26,4	30,1	29,6	28	22	15,9	9,9	21,2
X	59,1	41,5	16,8	10,3	7,6	6,7	7,2	8,5	12	17,7	26	20,3
I	27,3	27,1	21,6	15,1	14,7	15,2	14,3	13,5	13,5	14,3	16,2	18,1
XIV	5,1	9,1	14,6	21,2	21,5	20,2	18,6	14,4	13,3	12,4	11,3	14,6
XIX	1,3	7,8	20,5	26,7	25,7	21,2	16,7	12,6	9,4	7,8	8,6	14
IX	0,8	1	2,2	3,6	4,1	6,6	13,5	23	29,7	31,9	28	11,9
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

*Excluiu-se o capítulo XV (Gravidez, Parto e Puerpério); ** Considerou-se crianças acima de 29 dias de vida.

Nota: I: Doenças infecciosas e parasitárias; IX: Doenças do aparelho circulatório; X: Doenças do aparelho respiratório; XI: Doenças do aparelho digestivo; XIV: Doenças do aparelho geniturinário; XIX: Lesões, envenenamento e algumas outras consequências de causas externas.

Fonte de dados: CNES, 2022.

Figura 8: Distribuição percentual de internações segundo grupo de causa, no período de 2008 a2020, no município de Manaus.



Fonte dos dados: CNES, 2022.

3.2 Delineamento do Estudo

Para investigar a relação das queimadas com as doenças respiratórias em idosos no município de Manaus do estado do Amazonas foi proposto um estudo descritivo do tipo ecológico de série temporal.

Os estudos ecológicos se caracterizam-se pela utilização de dados agregados e pela análise de um grupo de indivíduos definidos por uma região geográfica, variando desde bairros, cidades, estado e regiões. Esses estudos possuem vantagem ao ser comparado aos estudos analíticos por serem relativamente mais fáceis ou práticos de realizar, além de serem utilizados para levantar hipóteses ou avaliar impactos populacionais de uma determinada variável, como por exemplo, a poluição do ar sob a saúde humana (CANÇADO, 2003; FREIRE & PATTUSSI, 2018).

A série temporal é uma sequência de dados obtidos em períodos regulares de tempo, dado um intervalo de anos específico. Essas informações podem ser obtidas através de observações periódicas ou também processos de contagem de um evento em estudo. É uma abordagem que permite estudar o número de ocorrências de um evento (atendimentos hospitalares e óbitos) durante um período de tempo e suas variações, e estimar ou identificar os fatores que influenciaram o comportamento durante um tempo específico em uma relação de causa e efeito (LATORRE & CARDOSO, 2001).

3.3 Fonte dos dados

3.3.1 Focos de queimadas e variáveis meteorológicas

Dados de medidas meteorológicas diárias de Manaus foram baixados do Instituto Nacional de Meteorológicos - INMET, do período de 01 de janeiro de 2008 a 31 de dezembro de 2020. As variáveis obtidas foi temperatura (média mensal), umidade relativa (média mensal) e precipitação (total mensal).

Os dados dos focos de queimadas foram obtidos do site do INPE (<https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/bdqueimadas/>) no intervalo de 2008 a 2020 da cidade de Manaus/AM. O satélite de referência utilizado foi o AQUA que detecta focos de calor a 710 km acima da superfície. Ainda sobre o satélite, o sensor MODIS do satélite de referência AQUA tem resolução espacial de imagem ou “pixel nominal” de 1 km por 1 km ou mais, indicando várias queimadas numa determinada área, também detectam as áreas de calor cuja a temperatura ultrapassa 47°C, fator esse que é importante para o sistema de monitoramento de queimadas na obtenção dos dados.

Sobre os dados de focos de queimadas, foram distribuídos em planilhas no Microsoft Excel e em seguida classificados, filtrados e somados anualmente e mensalmente. A partir dos resultados então obtidos têm-se o total acumulado mensal e anual que destaca os picos de focos de queimadas em Manaus.

3.3.2 Internações e mortalidade respiratória

O estudo foi conduzido com séries histórica de dados de morbidade e mortalidade por doenças respiratórias (DRs), levando em conta a população que reside em Manaus de 60 até 100 anos de idade, estes dados delimitaram-se a 01 de janeiro de 2008 até 31 de dezembro de 2020. Os dados de morbidade obtidos são oriundos do Sistema de Informações Hospitalares do SUS - SIH/SUS, gerido pelo ministério da saúde, através da secretaria de assistência à saúde, em conjunto com as secretarias estaduais de saúde e as secretarias municipais de saúde, sendo processado pelo DATASUS - Departamento de Informática do SUS da secretaria executiva do ministério da saúde. As unidades hospitalares do SUS públicas ou particulares conveniadas encaminham as informações das internações registradas na

Autorização de Internações Hospitalar – AIH. Estas informações são alocadas no DATASUS, formando um acervo de dados.

Enquanto os dados de Mortalidade são oriundos do Sistema de Informações sobre Mortalidade - SIM, coordenado pelo departamento de análise de situação de saúde, da secretaria de vigilância em saúde, juntamente com as secretarias estaduais e municipais de saúde. As declarações de óbitos dos cartórios são coletadas pelas secretarias de saúde e alocadas no SIM, que são identificadas as causas dos óbitos a partir de declarações médicas. Para o estudo se utilizou a Classificação Internacional de Doenças - CID-10 (capítulo X, J00-J99).

No site do DATASUS, estão disponíveis os dados de saúde ao público e é de fácil acesso apresentando todos os serviços prestados pelo SUS. A mensuração do estado de saúde da população vai desde de dados de mortalidade e de sobrevivência (Estatísticas Vitais – Mortalidade e Nascidos Vivos), dados de morbidade, incapacidade, acesso a serviços, qualidade da atenção, entre outros serviços. Serviços estes que são Indicadores de Saúde, traduzem em informação relevante através da quantificação da mesma. Para executar a tabulação de dados e leitura utilizou-se o software TabWin32 versão 4.1.5 (<https://datasus.saude.gov.br/transferencia-de-arquivos/>).

3.4 Análise

A metodologia do estudo definida fundamenta-se em aplicar métodos estáticos para avaliar os efeitos das queimadas sobre os óbitos e internações hospitalares em Manaus. Para isso, utilizou-se como *variável dependente* os dados de ocorrências por doenças respiratórias (Morbidade hospitalar e Mortalidade) estudo mensal e anual considerando a idade de 60 a 100 anos do período e área de. Para as *variáveis independentes* utilizou-se de dados meteorológicos (de temperatura média do ar, umidade relativa média e precipitação total) e número de focos de queimadas foram agregados em médias mensais e anuais.

Para verificar a relação das variáveis meteorológicas, focos de queimadas e doenças respiratórias foram calculados coeficientes de correlação linear de Pearson (r), expresso pela fórmula a seguir:

$$r = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{(\sum (x_i - \bar{x})^2)(\sum (y_i - \bar{y})^2)}}$$

Mais precisamente, o coeficiente de correlação é uma medida de força, que calcula o nível de eficiência. Explicado isso, a premissa do presente trabalho iniciou com dados de correlação simples a partir da correlação bivariada de Pearson no programa Excel, em seguida foi aprofundado as análises dos dados no programa SPSS (Statistical Product and Service Solutions).

É uma técnica estatística para medir duas variáveis, para descobrir se estão associadas ou não de maneira linear conforme a figura 9 apresenta, os valores variam de -1 a 1 e quanto mais próximo dos extremos, maior é força da correlação o valor ser negativo ou positivo indica a direção desta relação em outros casos os valores próximos de zero ou zero indica uma correlação fraca. Se positiva, o aumento em uma variável implica no aumento na outra variável, já os valores negativos indicam que o aumento de uma variável implica no decréscimo de outra.

Figura 9: Classificação de fiabilidade do coeficiente da correlação de Pearson

Valor de r (+ ou -)	Interpretação
0,00,	Nula
0,01 a 0,20	Ínfima fraca
0,21 a 0,40	Fraca
0,41 a 0,60	Moderada
0,61 a 0,80	Forte
0,81 a 0,99	Ínfima Forte
1	Perfeita

Fonte: LOPES, 2016.

Além disso, procurou-se representar em regressão linear simples para analisar a relação entre as variáveis de óbitos e internações hospitalares por DRs. Na regressão linear simples, buscou-se também através de um modelo matemático a descobrir dependência de uma variável em relação à variável independente (R^2).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Distribuição temporal das condições meteorológicas e ocorrências de focos de calor em Manaus

Nesse capítulo será descrito a distribuição temporal da temperatura, precipitação, umidade e focos de queimadas em Manaus, Amazonas. Também tratará de apresentar as ocorrências de óbitos por doenças respiratórias e internações hospitalares em Manaus do período de estudo delimitado.

4.1.1 Condições meteorológicas

A tabela 9 apresenta as médias anuais e mensais de temperatura, umidade relativa e precipitação total mensal e anual de 2008 até 2020 em Manaus. A figura 10 exibe a temperatura média mensal, umidade relativa mensal média, figura 11, e também a precipitação anual e mensal do período delimitado para o estudo, como visto na figura 12.

É possível identificar que a temperatura média mensal se mantém quase que constante, ente 26,8 a 29,5°C (desvio padrão mensal de 0,4 a 1,0°C). O mês de fevereiro se destacou como o mês mais frio com 26,8°C (Tempera mínima média), em contrapartida, o mês mais quente com 29,4°C (Temperatura máxima média) em setembro. Vale ressaltar a menor temperatura registrada mensal foi no mês de março com 25,4 em 2008 e em 2015 registrou-se a maior temperatura com 31,6°C. A temperatura média anual varia de 26,5 a 28,4°C (desvio padrão anual de 0,7 a 1,7°C) também com poucas variações.

A média da umidade relativa durante o período delimitado para o estudo apresentou resultados com pouca variação entre 74,5 e 88,5% (desvio padrão entre 3,5 e 8,1%). O mês de fevereiro apresentou a maior média de umidade relativa ao longo dos anos em estudo com 86%, setembro, o mês com menos umidade foi em agosto com 69%. Destaca-se os meses com a menor umidade relativa, com 63% de umidade relativa outubro (2015) e agosto (2017 e 2020).

A pluviometria exibe um caráter sazonal visto que o período mais chuvoso (inverno amazônico) apresenta totais pluviométrico bastante elevados em relação ao período com menos chuva (verão amazônico), o mês que apresentou a maior média

pluviométrica foi março com 323 mm, e o mês com menor média foi agosto com 32,2 mm, considerado seco. O maior total pluviométrico foi registrado em março com 553 mm em 2008, e o mais seco registrado foi em setembro com 0,6 mm em 2014.

Tabela 9: Médias mensais e anuais de temperatura, umidade relativa, precipitação total mensal e anual para o período de 2002 a 2009 em Manaus, Amazonas.

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Média
Jan	Temp.	25,9	25,8	27,3	26,4	26,3	27,3	27,5	26,8	29,6	26,9	26,8	27	27,9	26,9
	Umid.	89	91	84	85	85	84	80	83	72	82	83	86	78	84
	Prec.	397,4	310,8	295,8	226,8	365,2	314,6	253,3	303,7	129,6	402,1	215,3	277,4	441,9	303,7
Fev	Temp.	25,9	25,9	27,3	26,2	26	26,5	26,5	27,5	28,2	26,8	27,2	27	28	26,8
	Umid.	90	88	87	85	86	86	86	80	80	83	80	89	79	86
	Prec.	298,8	457,9	352,5	493,3	288,7	342,1	245,4	214	235,3	257,4	331,4	373,9	232,1	298,8
Mar	Temp.	25,4	26,3	28,4	26,6	26,6	26,8	26,9	26,8	27,9	27	27,6	28	28,2	26,9
	Umid.	91	87	81	84	84	87	85	85	82	83	81	84	79	84
	Prec.	553	232,5	206,4	323,3	277,4	427,4	527,7	373,7	281,9	270	242,9	377,5	446,3	323,3
Abr	Temp.	26,4	26,7	27,1	26,6	27,1	27,3	27,4	27,5	27,8	27,2	26,9	27,5	27,3	27,2
	Umid.	88	87	87	84	82	83	83	82	82	84	84	83	84	84
	Prec.	345,4	222,1	303,4	515,9	195,6	420,6	260,3	165,5	303,9	338,4	280,8	273,6	348,1	303,4
Mai	Temp.	26,1	26,5	27,7	27,2	27,6	27,2	27,3	27,3	28,2	28,4	27,1	27,4	27,5	27,3
	Umid.	89	87	84	83	79	83	84	83	80	78	84	83	83	83
	Prec.	264,1	114	165,1	222,4	167,8	238,4	411,3	280,8	108,4	135,8	179,4	313,4	287	222,4
Jun	Temp.	26,4	26,6	27,5	28,2	28,1	28,5	28	28,1	28,1	28,4	27,7	28,1	28	28,1
	Umid.	86	87	83	76	75	75	78	77	75	76	75	76	77	76
	Prec.	202,7	165,8	119,1	121,3	85,4	32,3	211,7	83,9	92,1	126,5	188,6	57,1	181,7	121,3
Jul	Temp.	27,3	27,8	27,2	28,8	27,7	27,4	27,8	28,4	28,7	28,3	28,3	28,4	29	28,3
	Umid.	82	80	82	68	76	77	76	74	69	69	71	71	68	74
	Prec.	80,2	25,1	100,6	20,2	83	167,1	66,1	47,3	103,2	75,7	54,1	123,3	51,7	75,7
Agos	Temp.	27,9	29,3	28,4	29,6	28,8	28,2	28,8	30,2	29,4	30,1	29	29	29,6	29
	Umid.	81	73	76	65	70	73	70	69	66	63	68	67	63	69
	Prec.	58,4	5,4	54,8	64,3	26,6	53	32,2	10,7	49,8	20,1	19,5	47,4	29,4	32,2

Continua...

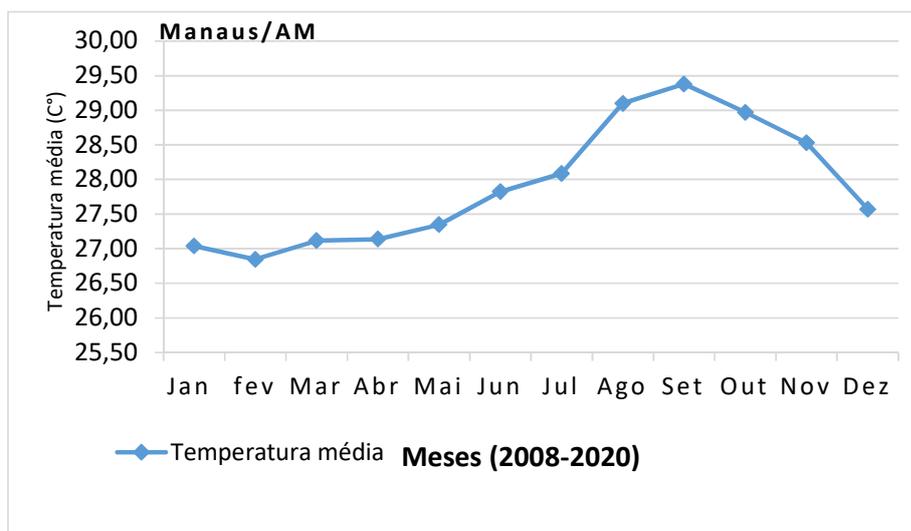
Tabela 3.1 Cont.

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Média
Set	Temp.	27,7	29,9	29,5	29,1	29	28,8	30,2	31,6	28,5	28,9	29,7	29,5	29,5	29,5
	Umid.	82	69	72	70	72	73	63	64	74	74	67	68	67	70
	Prec.	56	4,2	26,6	41,5	90,3	121	0,6	15,8	112	166,4	80,8	187,6	123,2	80,8
Out	Temp.	27,5	29,7	28,9	28,5	29,2	29,2	28	30,8	29,5	28,6	30,5	27,9	28,3	28,9
	Umid.	89	71	75	75	73	71	77	63	70	74	65	76	76	74
	Prec.	162,2	26	116,9	283,7	181,3	193	190,9	31,3	152,2	148,1	56,7	238,2	120,9	152,2
Nov	Temp.	27,1	30,2	28	28	29,1	27,3	28,4	29,8	29,2	28,6	28,8	28,3	28,1	28,4
	Umid.	90	70	79	78	75	83	77	68	72	77	76	78	79	77
	Prec.	280,8	132,3	140,6	272,8	284,5	312,2	196	91,3	193,7	195,7	148,4	164,9	469,6	195,7
Dez	Temp.	26,6	27,7	27	28	27,1	28,5	28,1	29,4	27,1	27,2	26,6	27,5	27,6	27,5
	Umid.	87	82	84	79	82	77	80	72	84	84	84	82	81	82
	Prec.	458,1	262,4	290,1	194,5	266,2	101,3	173,8	154,2	518,8	512,8	349,7	217,2	391,7	266,2
Média	Temp.	26,5	27,2	27,6	28	27,65	27,4	27,9	28,3	28,4	28,4	27,7	28,0	28,1	
	Umid.	88,5	84,5	82,5	78,5	77,5	80	79	75,5	74,5	77,5	78	80	78,5	
Total	Prec.	3.157	1.959	2.172	2.780	2.312	2.723	2.569	1.772	2.281	2.649	2.148	2.652	3.124	
Desvio padrão	Temp.	0,8	1,7	0,8	1,1	1,1	0,9	1,0	1,6	0,8	1,0	1,2	0,8	0,7	
	Umid.	3,5	8,1	4,8	7,0	5,5	5,6	6,6	7,8	5,9	6,6	7,2	7,1	6,6	
	Prec.	159,7	140,8	107,1	160,9	105,5	136,8	149,2	122,4	130,1	142,1	110,7	110,2	159,3	

Fonte dos dados: INMET, 2022.

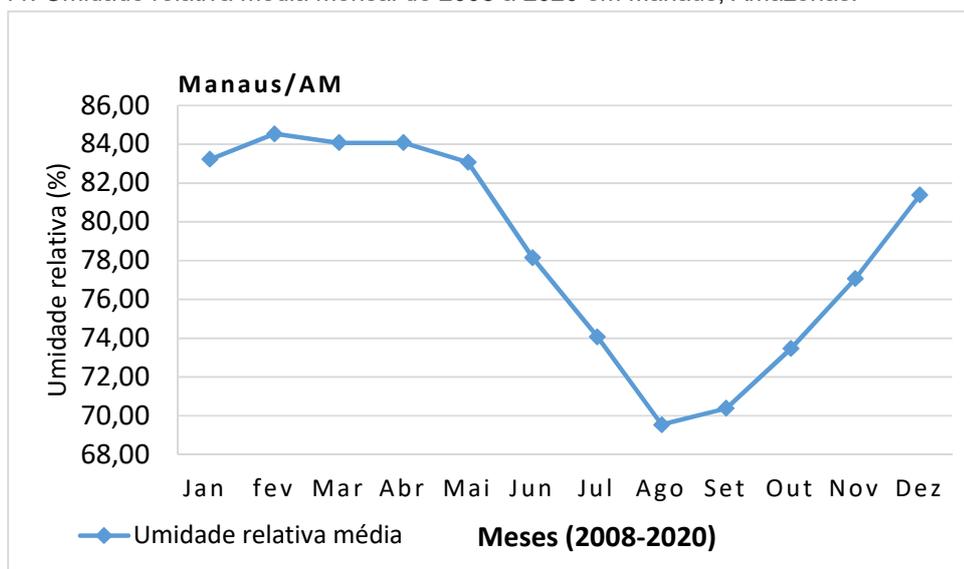
Nota: Temp.: Temperatura média mensal (°C); Umid.: Umidade relativa média mensal (%); Prec.: Total mensal de chuvas (mm)

Figura 10: Temperatura média mensal de 2008 a 2020 em Manaus, Amazonas.



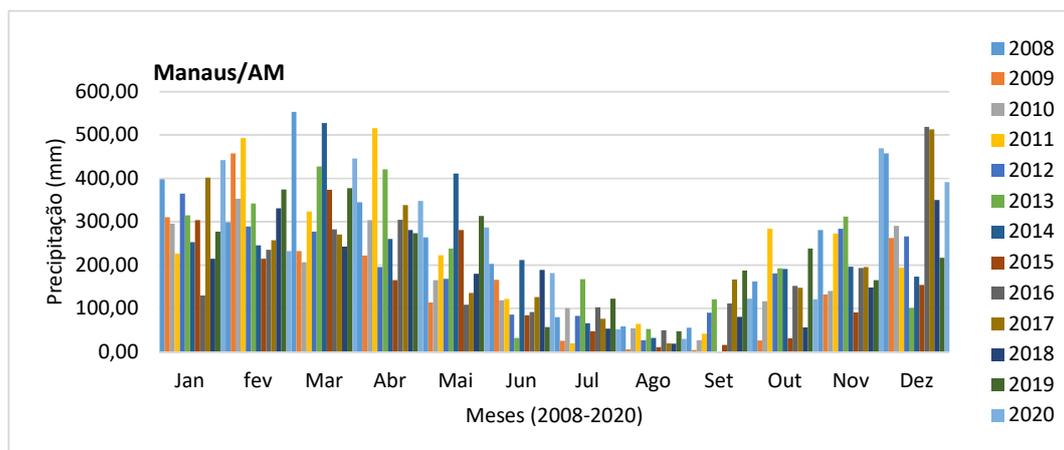
Fonte dos dados: INMET, 2022.

Figura 11: Umidade relativa média mensal de 2008 a 2020 em Manaus, Amazonas.



Fonte dos dados: INMET, 2022.

Figura 12: Precipitação total mensal. Período de 2008 a 2020 em Manaus, Amazonas.

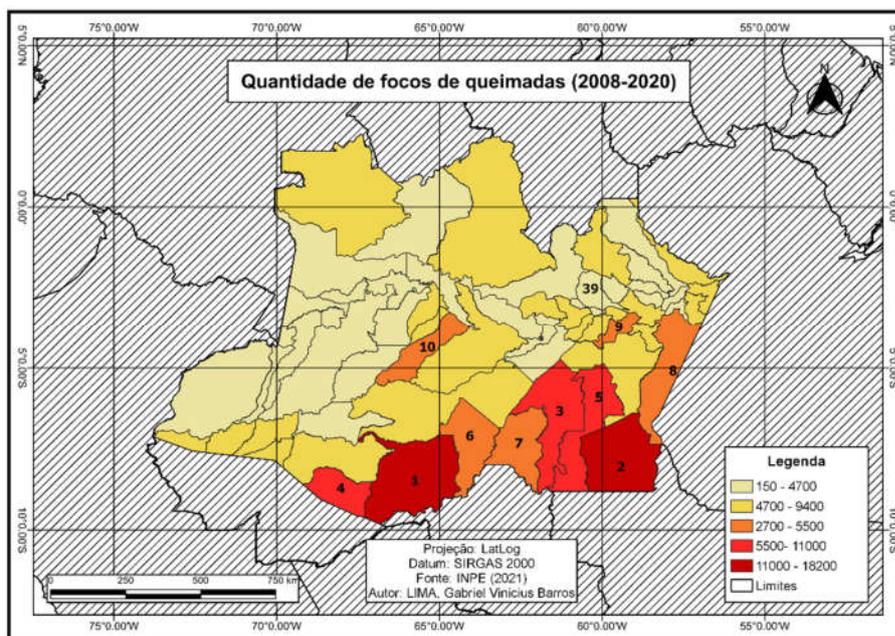


Fonte dos dados: INMET, 2022.

4.1.2 Focos de queimadas

No período de 2008 a 2020, foi detectado no município de Manaus 621 focos de queimadas correspondendo cerca de 0,5% do total estadual, sendo o 39º município do estado do Amazonas que apresenta mais focos, dados que foram obtidos pelo satélite AQUA disponibilizado pelo site do INPE. A figura 13 apresenta os 62 municípios do Amazonas com total de 134.873 focos de queimadas registrados. Os municípios com maior incidência de focos de queimadas no período de 1º de janeiro de 2008 a 31 de dezembro 2020, são eles: Lábrea (13,5%), Apuí (11,7%) e Manicoré (8,2%). Esses municípios situam-se na porção sul-sudeste do Amazonas, caracterizado como uma região de crescente desmatamento e focos de queimadas.

Figura 13: Quantidade de focos de queimadas nos municípios do Amazonas, de 2008 a 2020.



Fonte: LIMA, Gabriel Vinicius Barros, 2022.

Nota:

	n	%
1° Lábrea	18.242	13,5%
2° Apuí	15.718	11,7%
3° Manicoré	11.023	8,2%
4° Boca do Acre	10.604	7,9%
5° Novo Aripuanã	9.000	6,7%
6° Canutama	5.513	4,1%
7° Humaitá	5.164	3,8%
8° Maués	4.581	3,4%
9° Autazes	3.762	2,8%
10° Tefé	3.448	2,6%
39° Manaus	621	0,5%
Outros	47.818	35,5%
Total	134.873	100%

A tabela 10 exibe a quantidade e a variação percentual dos focos de queimadas detectados no município de Manaus, Amazonas. A quantidade mínima de focos de queimadas foi encontrada dentre todos anos da área de estudo foi 2008 com 2 focos. Já a quantidade máxima de focos de queimadas observada foi em setembro de 2009 com 34 focos. Sobre a variação percentual, destaca-se o aumento da variação percentual de 531% em 2008/2009 e a variação percentual com a maior queda dos focos de queimadas de -59,41% em 2009/2010.

A figura 14 e 15 exibe o total mensal e anual acumulado dos focos de queimadas de 2008 a 2020 em Manaus, Amazonas, ao todo foram registrados 621 focos de queimada no total. O total mensal acumulado apresenta variações durante o período de estudo, isso acontece devido as estações da região Amazônica. O verão

amazônico considerado com menos chuva que vai de junho a novembro, é onde os focos de queimadas acontecem com maior incidência. Enquanto no inverno amazônico, que vai de meados de dezembro até meados de maio, os focos de queimadas acontecem com menos incidência, é possível observar na figura 12 a distribuição mensal da pluviosidade.

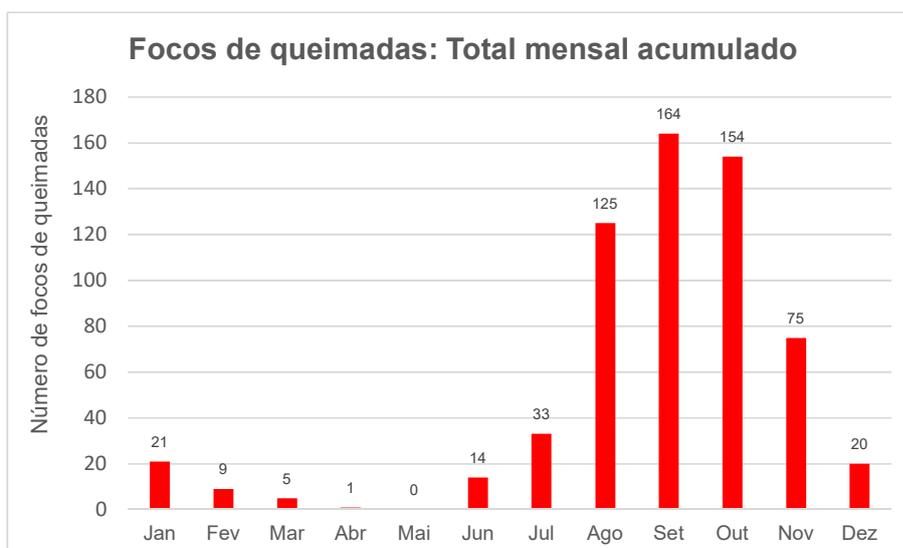
Nesse sentido, é possível observar no gráfico do total mensal acumulado meses com mais ocorrências de focos de queimadas, setembro (164), outubro (154) e agosto (125). Além desses, observou-se também os meses com menos ou nenhuma ocorrência de focos de queimadas, como Janeiro maio (0), abril (1), março (5). Também se observou o total anual acumulado, com o maior total dentre os anos de estudo em 2009 (101) e o menor total de focos de queimadas em 2008 (16).

Tabela 10: Quantidade e variação percentual de focos de queimadas detectados nos municípios Manaus, Amazonas de 2008 a 2020.

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Total
Jan	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	1	0	8	21
Fev	0	0	2	0	0	0	0	5	1	0	1	0	0	9
Mar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	0	5
Abr	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Mai	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jun	0	1	1	0	1	3	0	1	0	3	3	0	1	14
Jul	2	3	3	2	1	5	0	0	5	4	1	5	2	33
Ago	6	16	8	6	5	7	5	6	12	26	7	8	13	125
Set	3	34	16	10	5	8	12	20	6	3	20	11	16	164
Out	5	24	7	6	17	18	5	6	22	18	19	1	6	154
Nov	0	23	4	5	6	0	2	7	4	3	18	2	1	75
Dez	0	0	0	1	1	6	0	4	0	1	0	3	4	20
Total	16	101	41	30	36	47	24	50	62	59	72	32	51	
Variação (%)		2008/2009	2009/2010	2010/2011	2011/2012	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017	2017/2018	2018/2019	2019/2020	
		531	-59,41	-26,83	20	30,56	-48,94	108,33	24	-4,84	22,03	-55,56	59,38	

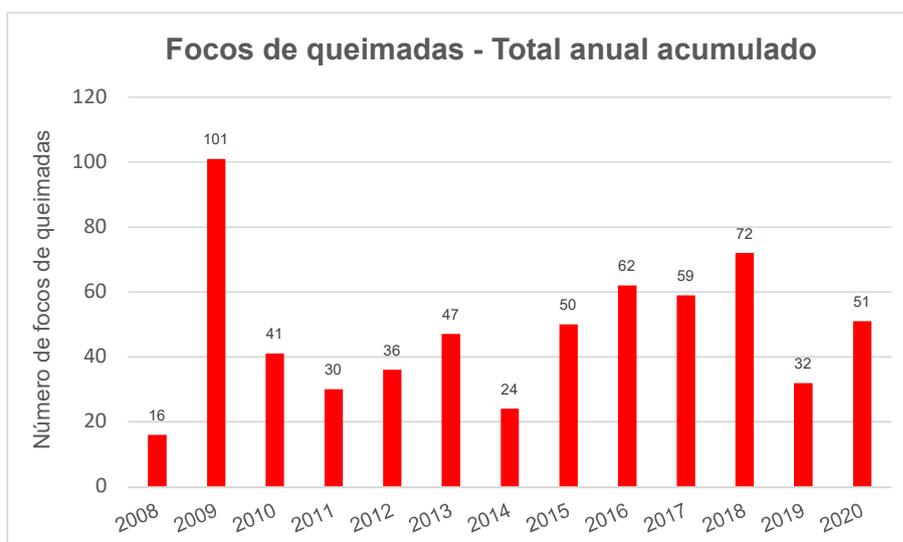
Fonte: INPE, 2022.

Figura 14: Total mensal acumulado dos focos de queimadas de 2008 a 2020.



Fonte: INPE, 2022.

Figura 15: Total anual acumulado dos focos de queimadas de 2008 a 2020.



Fonte: INPE, 2022.

4.1.3 Mortalidade e Internações hospitalares

A tabela 11, mostra as quantidades mensais e anuais de óbitos por doenças respiratórias em idosos de 60 a 100 anos de idade em Manaus, Amazonas, de 2008 a 2020. Ocorreram 8.397 óbitos por DRs, ao total, no período e área de estudo. O mês de abril de 2020 se destaca com a quantidade máxima de registro de óbitos por doenças respiratórias com 253 óbitos. A quantidade mínima de registro de óbitos por doenças respiratórias é encontrada no mês de março de 2010, com 27 óbitos.

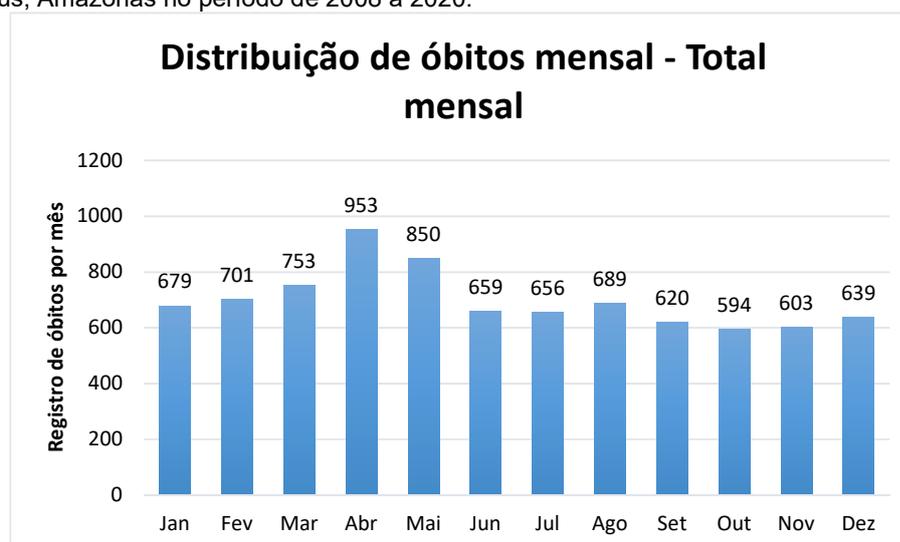
Sobre os resultados dos totais mensais de óbitos por DRs (figura 16), percebe-se que a partir do mês de janeiro se destaca uma ascendência até o mês de abril (953) e maio (850), na qual são os meses de maior ocorrência de óbitos. Já nos meses seguintes a maio, mostraram-se com poucas variações. A quantidade mínima de óbitos é encontrada no mês de outubro (594). Em relação aos resultados totais anuais de óbitos por DRs (figura 17), o maior total anual dentre os anos de estudo é o de ano de 2020 (927), enquanto o ano de menor ocorrência de óbitos é 2010 (515).

Tabela 11: Quantidades mensais e anuais de óbitos por doenças respiratórias em idosos de 60 a 100 anos de idade em Manaus, Amazonas no período de 2008 a 2020.

Mês	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Total
Jan	46	32	46	65	45	45	59	58	50	55	55	60	63	679
Fev	47	52	32	42	44	40	52	57	52	87	61	76	59	701
Mar	30	41	27	53	63	71	55	74	68	81	50	81	59	753
Abr	44	47	38	58	64	58	57	59	64	72	69	70	253	953
Mai	62	52	48	43	53	43	69	64	79	63	67	61	146	850
Jun	47	41	41	47	42	38	51	64	74	59	65	45	45	659
Jul	50	29	46	57	41	48	55	64	71	46	59	52	38	656
Ago	41	58	44	47	41	46	56	66	56	51	54	74	55	689
Set	38	45	52	46	49	29	63	48	46	51	50	47	56	620
Out	54	38	41	34	43	46	52	60	40	46	47	45	48	594
Nov	43	44	46	53	34	43	51	45	50	45	46	60	43	603
Dez	37	41	54	50	43	34	49	59	50	45	57	58	62	639
Total	539	520	515	595	562	541	670	718	700	701	680	729	927	

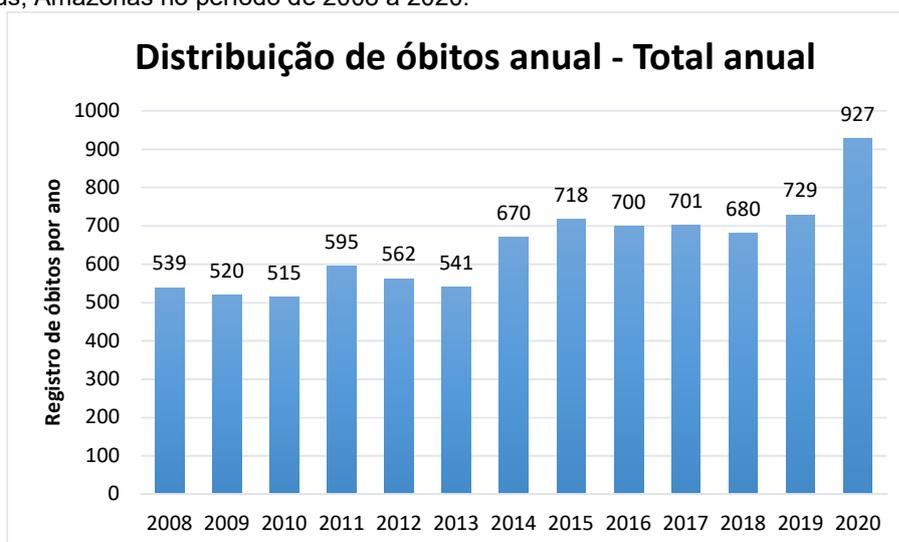
Fonte: DATASUS, 2022.

Figura 16: Total mensal de óbitos por doenças respiratórias na faixa etária de 60 a 100 anos de idade, em Manaus, Amazonas no período de 2008 a 2020.



Fonte: DATASUS, 2022.

Figura 17: Total anual de óbitos por doenças respiratórias na faixa etária de 60 a 100 anos de idade, em Manaus, Amazonas no período de 2008 a 2020.



Fonte: DATASUS, 2022.

A tabela 12 exibe a quantidade de internações hospitalares por DRs, tanto em meses quanto em anos durante 2008 a 2020, na faixa etária de 60 ou mais anos de idade em Manaus, Amazonas. A ocorrência de internações hospitalares de todo período de estudo apresentou um total de 20.168 internações. O mês de maio (229) de 2018 e abril (229) de 2020 nos revela a quantidade máxima de internações hospitalares encontradas entre os anos estudados. As internações hospitalares do mês de dezembro (14) de 2020 apontaram a quantidade mínima de ocorrências dos anos estudados.

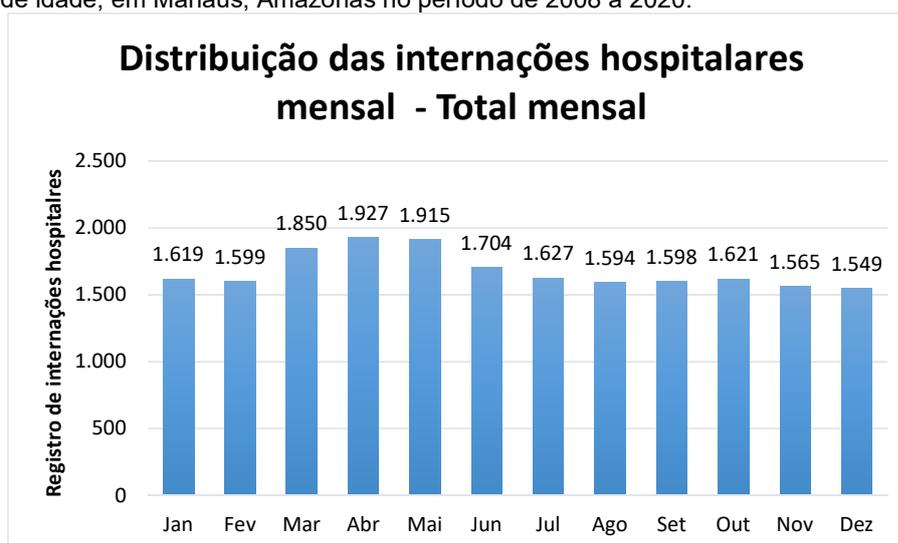
Os totais mensais (figura 18) se mantiveram bem regulares com poucas variações, o mês que apresenta quantidade máxima de ocorrência de internações hospitalares do total mensal é abril (1.927). É possível notar também, que o mês com a quantidade mínima do total mensal de internações hospitalares é dezembro (1.549). A diferença entre o máximo e mínimo do total mensal de ocorrência de internações por Drs foi de 378 internações, variação essa que destaca a pouca variação na quantidade de internações entre os meses. No que concerne sobre os totais anuais (figura 19), observa-se que o ano de 2018 (2.078) exibe a quantidade máxima de ocorrências de internações hospitalares dentre os anos delimitado da pesquisa. O ano de 2008 (1.165), ano inicial da pesquisa, aponta a quantidade mínima de ocorrências de internações hospitalares.

Tabela 12: Quantidades mensais e anuais de internações hospitalares por doenças respiratórias na faixa etária de 60 ou mais de idade, em Manaus, Amazonas no período de 2008 a 2020.

Mês	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Total
Jan	93	90	104	146	69	121	97	146	137	168	148	136	164	1.619
Fev	101	81	81	104	64	116	85	130	91	230	180	188	148	1.599
Mar	88	65	93	137	187	185	85	162	169	173	150	186	170	1.850
Abr	78	89	89	121	201	147	148	149	140	158	207	171	229	1.927
Mai	130	93	128	116	130	126	118	204	172	190	229	143	136	1.915
Jun	127	83	109	120	133	99	104	186	167	154	184	145	93	1.704
Jul	98	112	99	122	129	78	111	158	132	148	179	148	113	1.627
Ago	108	110	107	102	121	91	120	130	141	128	161	177	98	1.594
Set	97	102	103	113	112	108	137	130	116	137	155	167	121	1.598
Out	93	108	91	116	121	114	118	142	127	131	166	173	121	1.621
Nov	71	96	116	136	148	92	126	147	128	158	152	130	65	1.565
Dez	81	127	126	82	106	121	122	136	137	156	167	174	14	1.549
Total	1.165	1.156	1.246	1.415	1.521	1.398	1.371	1.820	1.657	1.931	2.078	1.938	1.472	

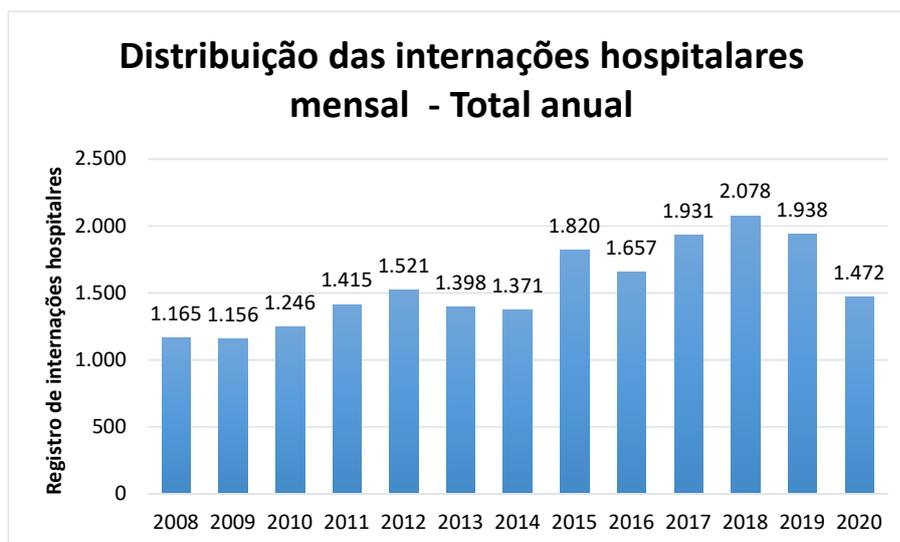
Fonte: DATASUS, 2022.

Figura 18: Total mensal de internações hospitalares por doenças respiratórias na faixa etária de 60 a 100 anos de idade, em Manaus, Amazonas no período de 2008 a 2020.



Fonte: DATASUS, 2022.

Figura 19: Total anual de internações hospitalares por doenças respiratórias na faixa etária de 60 a 100 anos de idade, em Manaus, Amazonas no período de 2008 a 2020.



Fonte: DATASUS, 2022.

O coronavírus (COVID-19) é uma doença infecciosa causada pelo vírus SARS-CoV-2 que veio acometer a população de Manaus em 2020, primeiro caso diagnosticado foi no mês de março. É importante destacar que o COVID-19 é classificado como doença viral do capítulo I e não do capítulo X de doenças respiratórias da CID-10 que o presente estudo utilizou na análise de dados. No entanto, o aumento dos óbitos por DRs pode ser explicado pelas sequelas do COVID-19.

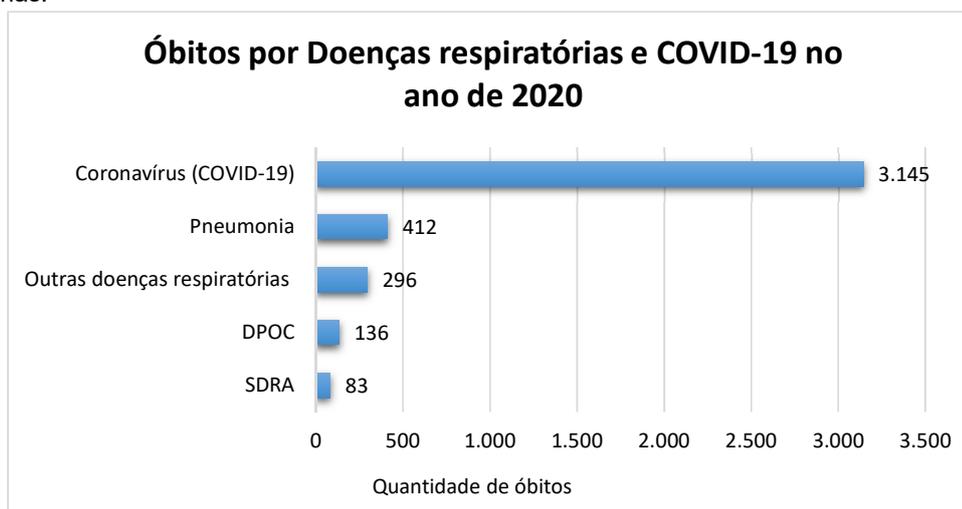
A figura 20 exibe os óbitos por doenças respiratórias e Coronavírus em idosos (60 anos ou mais) no ano de 2020, em Manaus, Amazonas. Percebe-se que os casos de óbitos por COVID-19 (3.145) (doença viral do capítulo I da CID-10) são muito superiores aos casos de óbitos por doenças respiratórias (capítulo X da CID-10). A pneumonia (412) é a maior causadora de óbitos por DRs, em sequência Doenças Pulmonares Obstrutiva Crônica – DPOC (136) e Síndrome de Angústia Respiratória do Adulto - SDRA (83). Esse comparativo é importante para compreender o aumento das doenças respiratórias pois foram impulsionadas pelo COVID-19.

Segundo Meirelles et al., (2020) os principais grupos de risco são os mais idosos (figura 21), por apresentarem em muitos casos doenças pré-existent e fragilidades a doenças. Nesse sentido, os idosos infectados pelo vírus que não vieram a óbito durante o período acometido pela doença apresentam sequelas pós COVID-19. As mais comuns que afetaram os pacientes recuperados da COVID-19 são as

doenças respiratórias que se manifestam como fadiga, cansaço e falta de ar (ou dificuldade para respirar, respiração curta) (BRASIL, 2020).

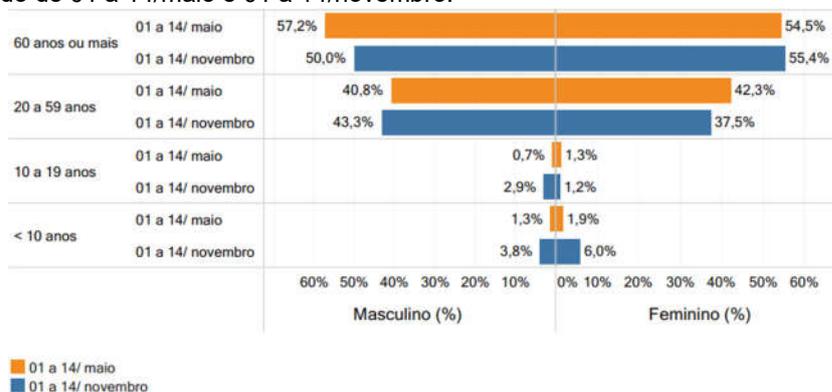
Observa-se que o ano de 2020 dos óbitos totais (figura 17) apresentou maior incidência de óbitos em relação aos outros anos, enquanto o total anual de internações (figura 19) do mesmo ano não é condizente com a ascendência dos óbitos. Essa diferença pode ser explicada em decorrência do vírus COVID-19, em determinado período (abril e maio) de 2020 o ápice da infecção pelo vírus trouxe a superlotação do sistema municipal de saúde por falta de leitos de enfermagem e leitos de Unidade de Terapia Intensiva (UTI). Conseqüentemente, as internações por outras enfermidades passaram a diminuir devido ao nível de infectividade do vírus da COVID-19 e como consequência maiores óbitos por DRs.

Figura 20: Óbitos segundo doenças respiratórias e COVID-19 em idosos no de 2020, em Manaus, Amazonas.



Fonte: DATASUS, 2022.

Figura 21: Distribuição dos óbitos por COVID-19, por sexo e faixa etária, Manaus, 2020, comparativo entre o período de 01 a 14/maio e 01 a 14/novembro.



Fonte: Adaptado de FVS/AM, 2022.

4.2 Análise das Correlações

A utilização de técnicas estatísticas na análise das relações de doenças respiratórias (óbitos e internações) entre focos de queimadas e condições meteorológicas prover informações mais concisas e fidedignas dos dados. Para compreender melhor a associação entre internações e doenças por DRs, utilizou-se do método de correlação diante do coeficiente de correlação de Pearson. O coeficiente de Pearson permite analisar se há uma relação direta entre as variáveis.

Os gráficos e tabela abaixo definem a partir dos resultados das correlações geradas pelo software SPSS entre as variáveis. Vale ressaltar que a relação direta ocorre quando a correlação indicar ser positiva, proporção representada pela equação de uma reta (regressão linear), quando negativa há uma relação inversa das variáveis. A análise utilizada contou com 156 observações utilizadas para calcular as correlações.

A tabela 13, revela a correlação entre internações hospitalares e óbitos por DRs da faixa etária de 60 anos ou mais com os focos de queimadas e variáveis meteorológicas da série temporal do estudo. Observou-se que nenhuma das condições meteorológicas e focos de queimadas apresentou associações significativas em relação a óbitos e internações. Com relações as internações hospitalares, os resultados obtidos da correlação foram: temperatura (0,080); umidade (-0,102); precipitação (-0,005); e focos de queimadas (-0,078). Já as associações com os óbitos por DRs obteve-se os seguintes resultados: temperatura (-0,074); umidade (0,083); precipitação (0,133); e focos de queimadas (-0,154).

No entanto, as associações temperatura entre umidade (-0,923); precipitação (-0,681); focos de queimadas (0,731) obtiveram associações forte e ínfima forte, ou seja, indica uma relação existente entre as variáveis. Também, percebe-se associação moderada positiva (0,502) entre internações hospitalares e óbitos por DRs, indicando que possivelmente as internações antecedem os óbitos.

É interessante analisarmos o diagrama de dispersão das correlações, pois indica a linearidade entre as variáveis. A figura 22 e figura 23 exhibe o gráfico de dispersão das correlações de internações hospitalares, os dados se encontram dispersos nos diagramas em comparação aos diagramas de da correlação de óbitos. Isso acontece devido a densidade dos dados e o valor de significância, quanto maior a significância maior também será a dispersão dos dados no diagrama. A correlação

que mais apresentou linearidade dos dados no diagrama de dispersão de óbito foram os focos de queimadas (p -valor=0,055), indicou que 2,4% da variação de óbitos está relacionada a precipitação. Enquanto no diagrama de internações hospitalares a umidade relativa tem 1,0% de explicabilidade de associação entre as variáveis.

Amorim (2014), trabalhou a relação entre variáveis meteorológicas e doenças respiratórias (asma e bronquite) em crianças na cidade Macapá (AP) no período de 2008 a 2012, obteve resultados similares sobre as doenças respiratórias. As correlações entre as variáveis e doenças respiratórias não foram significativas, a associação mais forte encontrada foi na faixa etária de 1 a 2 anos, correspondendo de 20% a 25%.

Além desse, Bueno et al., (2010) analisou a qualidade do ar e internações por doenças respiratórias em crianças no município de Divinópolis (MG) de 2000 a 2006 e obteve resultados também pouco significativo. Encontrou resultados das condições meteorológicas com pouca relação com as doenças respiratórias, a maior associação encontrada foi a precipitação (-0,40) com associação moderada negativa.

Araújo (2007), avaliou os efeitos das variáveis meteorológicas sobre a morbidade do município de Campina Grande (PB), entre os anos de 2000 a 2006, diferente dos trabalhos já citados anteriormente obteve resultados significantes. Observou que em relação aos totais de agravos respiratórios, a incidência de infecções respiratórias foram diretamente proporcionais a umidade relativa e a precipitação e inversamente proporcional a temperatura.

Alguns estudos também desenvolveram pesquisas sobre queimadas e condições meteorológicas em relação a saúde humana, em regiões da Amazônia. Mascarenhas et al., (2008), em Rio Branco (AC); Rosa et al., (2008), em Tangará da Serra (MT); Carmo et al., (2010), em Alta Floresta (MT). A maioria dos resultados destes estudos apresentou poucas associações dos focos de queimadas e condições meteorológicas sobre DRs, colabora com a hipótese de não possuírem associações.

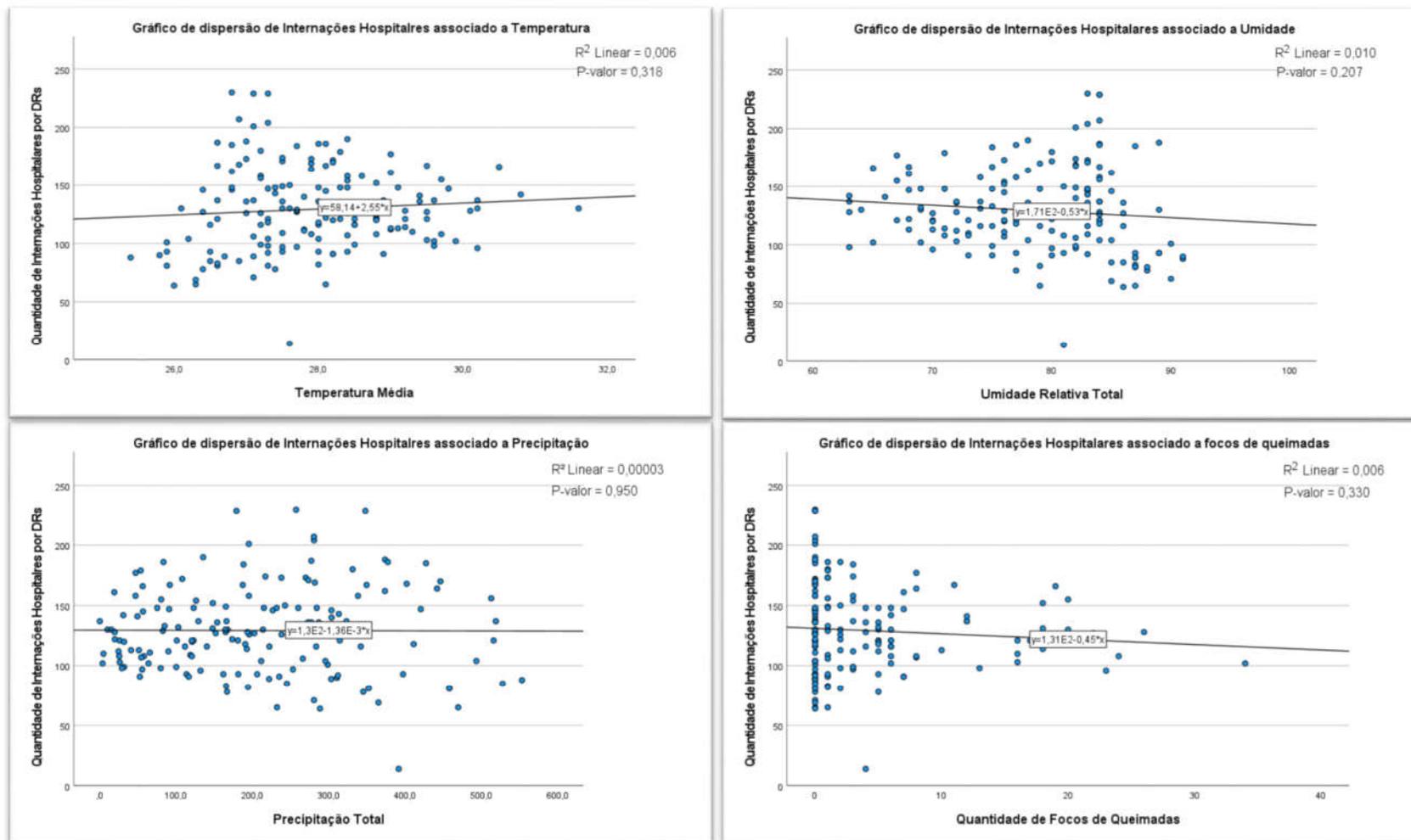
Tais resultados são de total relevância em termos de saúde pública, pois, colabora com informações que podem contribuir a prevenção de incidência de doenças respiratórias, visto que, as associações de óbitos e internações se destacaram proporcionalmente. O estudo constatou que as condições meteorológicas e focos de queimadas obtiveram correlações ínfima fracas e nulas em relação aos dados de mortalidade morbidade hospitalar por DRs, indicando que não possui relações.

Tabela 13: Coeficientes de correlação de Pearson dos óbitos e internações por doenças respiratórias entre as variáveis utilizadas, no município de Manaus, Amazonas no período de 2008 a 2020.

Variáveis	Internações	Óbitos	Temperatura	Umidade	Precipitação	Focos
Internações	1	,502**	0,080	-0,102	-0,005	-0,078
Óbitos		1	-0,074	0,083	0,133	-0,154
Temperatura			1	-,923**	-,681**	,731**
Umidade				1	,716**	-,678**
Precipitação					1	-,488**
Focos						1

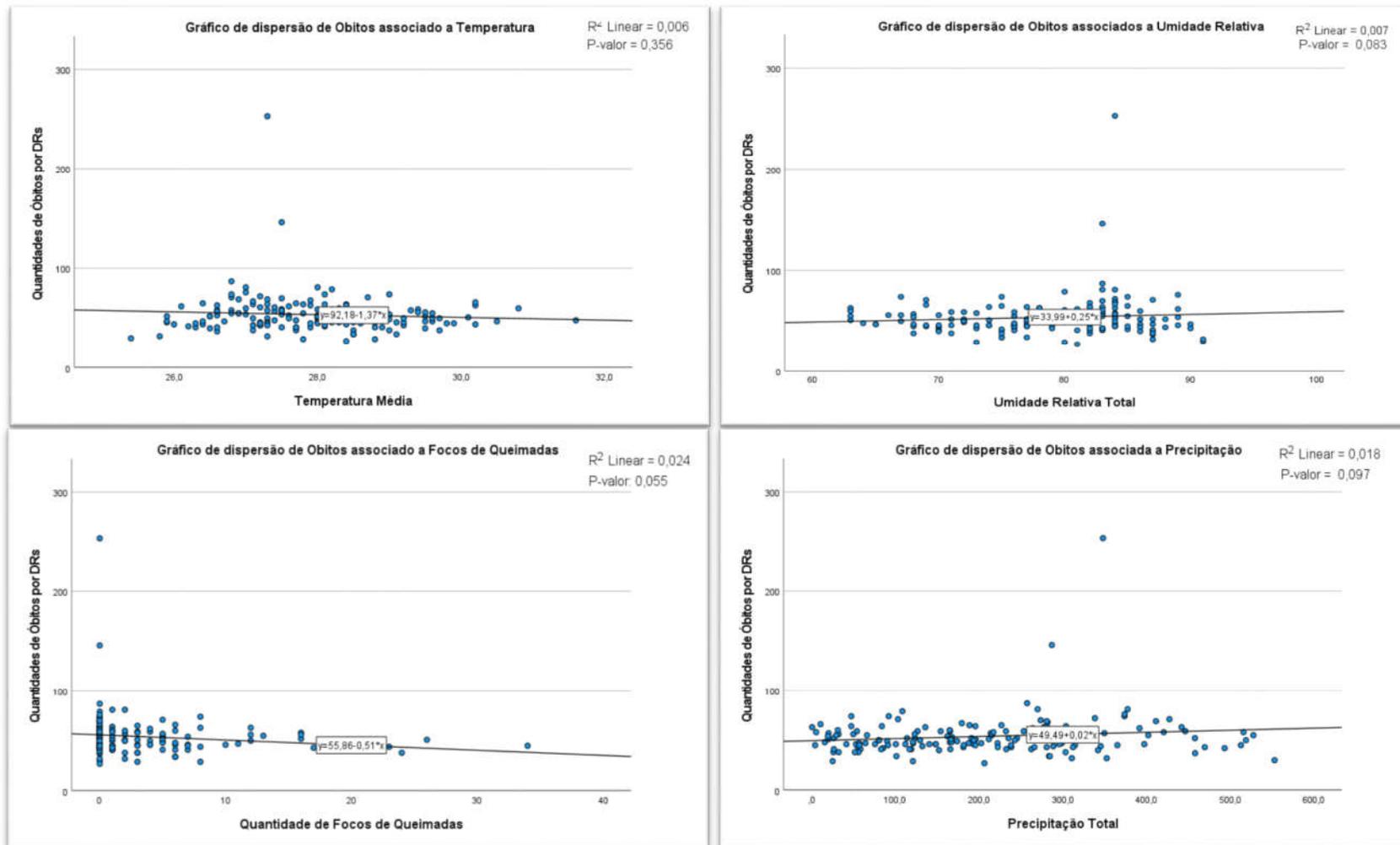
** . A correlação é significativa no nível p-valor < 0,01 (2 extremidades).

Figura 22: Diagrama de dispersão das correlações de Pearson de internações hospitalares com as variáveis meteorológicas e focos de queimadas.



Fonte: DATASUS, INPE, INMET, 2022.

Figura 23: Diagrama de dispersão das correlações de Pearson de óbitos por DRs com as variáveis meteorológicas e focos de queimadas.



Fonte: DATASUS, INPE, INMET, 2022.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como finalidade avaliar a relação entre as ocorrências dos focos de queimadas com as internações hospitalares e mortalidade por doenças respiratórias em idosos acima de 60 anos de idade, no município de Manaus, Amazonas, no período de 2008 a 2020. Diante disso, o presente estudo revelou que os focos de queimadas e condições meteorológicas não têm relação entre as internações hospitalares e os óbitos por doenças respiratórias, apresentou associações ínfimas fracas e nulas.

A análise dos registros de saúde, condições meteorológicas e dos focos de queimadas foi de fundamental importância para compreensão de suas relações, constitui em fontes de dados úteis para o desenvolvimento de parâmetros do setor de saúde na efetivação de ações mais resolutivas e integradas na vigilância em saúde ambiental, levando em conta os indicadores de mortalidade e morbidade por doenças respiratórias na qualidade da assistência em saúde à população afetada.

Embora limitações encontradas no resultado da pesquisa, não diminui a importância do presente estudo que tem relevância na saúde pública para tomada de decisões futuras, estimulando a necessidade de realização de novos estudos. Sugere a utilização de métodos mais aprimorados, que possibilite uma análise das variáveis detalhada e melhor entendimento das relações que estão ligadas a saúde do município de Manaus, Amazonas. Também, sugere que em trabalhos futuros sejam analisadas associações das morbidades e mortalidade com as variáveis climáticas e focos de queimadas em outras faixas etárias, tais como crianças, adultos e idosos levando em consideração ao sexo. Seria interessante acrescentar outros fatores com a ocorrência das morbidades e mortalidade respiratórias, tais como: material particulado de queimadas e emissão de poluentes automotivos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, M. L. D. E. FERREIRA. C. C. D. **Climatologia Médica**: um estudo das doenças respiratórias em Belo Horizonte. Belo Horizonte, 1, 1999. 10-11.

AILSHIRE, J. A.; CLARKE, P. Fine Particulate Matter Air Pollution and Cognitive Function Among U.S. Older Adults. **GERONB**, v. 70, n. 2, p. 322–328, 2014.

ANDERSON, L.O. et al. Detecção de cicatrizes de áreas queimadas baseada no modelo linear de mistura espectral e imagens índice de vegetação utilizando dados multitemporais do sensor MODIS/TERRA no estado do Mato Grosso, **Amazônia brasileira**. Acta Amaz., Oct./Dec. 2005, vol.35, no.4, p.445-456.

ANDREAE, M. O. et al. Smoking rain clouds over the Amazon. **Science**. v. 303, p. 1337- 1342, 2004.

ANDREAE, M. O., C. D. Jones, and P.M. Cox (2005), Strong present-day aerosol cooling implies a hot future, **Nature**, 435-1187-1190.

ANDREAE, M.O. **Biomass burning: It is history, use and distribution and its impact on environmental quality and global climate, in Global Biomass Burning: Atmospheric, Climatic and Biospheric Implications**, editado por J.S. Levine, p> 3-21. MIT Press Cambridge, Mass., 1991.

ARANA, A. S. A. **A composição elementar do aerossol atmosférico em Manaus e Balbina**. Dissertação (Mestrado) — Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 2009.

ARBEX, M.A et al. **Queima de biomassa e efeitos sobre a saúde**. **Jornal Brasileiro Pneumologia, Brasília**, v.30, n.2, p.158-175, 2004.

ARTAXO, P. et al. Efeitos climáticos de partículas de aerossóis biogênicos e emitidos em queimadas na Amazônia. **Revista brasileira de meteorologia**. v. 21, n. 3a, p. 168-189, 2006.

ARTAXO, P. et al. Aerosol particles in Amazonia: Their composition, role in the radiation balance, **cloud formation and nutrient cycles**. In: KELLER, M.; BUSTAMANTE, M.; GASH, J.; DIAS, P. S. Amazonia and Global Change. Washington: Geophysical Monograph Series, 2009. p. 233-250.

BATISTA, A. C. Detecção de incêndios florestais por satélites. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 34, n. 2, p. 237-241, maio/ago, 2004.

BECKER, B K. 2001. Síntese do processo de ocupação da Amazônia – Lições do passado e desafios do presente. In: Causas e dinâmica do desmatamento na Amazônia. **Ministério do Meio Ambiente**, Brasília. p. 5-28.

BECKER, B. K. 2005. Geopolítica da Amazônia. **Estudos Avançados**. 19(53): 71-86.

CANÇADO, J. E. et al. The Impact of Sugar Cane–Burning Emissions on the Respiratory System of Children and the Elderly. **Environmental Health Perspectives**, v. 114, n. 5, p. 725-729, 2006.

CANÇADO, J.E.D. A poluição atmosférica e sua relação com a saúde humana na região canavieira de Piracicaba – SP (tese de doutorado). São Paulo: Faculdade de Medicina USP. 2003.

CARMO, Cleber Nascimento do et al. Associação entre material particulado de queimadas e doenças respiratórias na região sul da Amazônia brasileira. **Revista Panamericana de Salud Pública**, v. 27, p. 10-16, 2010.

CARMO, N.C. Associação entre material particulado de queimadas e doenças respiratórias na região sul da Amazônia brasileira. **Rev. Panam. Salud. Publica**. 27(1): 10-16, 2010.

CERCAL, A. **Frio aumenta incidência de doenças respiratórias**, 29 mai 2013. Disponível em: <<http://www.diariodoscamos.com.br/saude/2013/05/frio-aumentaincidencia-de-doencas-respiratorias/959367/>>. Acesso em: 29 jan, 2022.

CHEN, J. et al. Ambient Air Pollution and Neurotoxicity on Brain Structure: Evidence from Women's Health Initiative Memory Study. **Annals of Neurology**, 2015.

COUTINHO, A.C. **Dinâmica das queimadas no Estado do Mato Grosso e suas relações com as atividades antrópicas e a economia local**. Tese (Doutorado em Ciência Ambiental) - Procam, Universidade de São Paulo, 308 p. 2005.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA / CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE MONITORAMENTO POR SATÉLITE – **EMBRAPA/CNPM**. Disponível em: <http://www.cnpm.embrapa.br/>. Acesso em: 18/02/2022.

FEARNSIDE, P. M. **Desmatamento na Amazônia brasileira: história, índices e consequências**. **Megadiversidade**. 1(1): 113-123, 2005.

FINLAYSON-PITTS, B. J.; PITTS, J. N., Jr. Chemistry of the Upper and Lower Atmosphere: Theory, Experiments, and Applications. **Academic Press**, San Diego, 2000.

FRANÇA, H. Identificação e mapeamento de cicatrizes de queimadas com imagens AVHRR/NOAA. In: FERREIRA, N. J. Aplicações ambientais brasileiras dos satélites NOAA e TIROS-N. São Paulo: **Oficina de Textos**, 2004. p. 57-77.

FREIRE, M.C.M.; PATTUSSI M.P. Tipos de estudos. IN: ESTRELA, C. Metodologia científica. **Ciência, ensino e pesquisa**. 3ª ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 2018. p.109-127.

FREITAS, S.R., et al. Emissões de queimadas em ecossistemas da América do Sul. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 19, n. 53, 2005.

GATTO, N. M.; HENDERSON, V. W.; HODIS, H. N.; et al. Components of air pollution and cognitive function in middle-aged and older adults in Los Angeles. **NeuroToxicology**, v. 40, p. 1–7, 2014.

GOLDAMMER, J.G. Early warning systems for the prediction of an appropriate. Response to wildfires and related environmental hazards. **Health Guidelines for Vegetation Fire Events**, Lima, Peru, 6-9 October 1998 (Background papers).

GOMES, Helierson; JESUS, Andrielly Gomes. Queimadas e saúde pública no Estado do Tocantins. **Revista Científica do ITPAC**, Araguaína, v. 9, n. 2, 2016.

GONÇALVES, F. L. T; COELHO, M. de S. Z. S. Variação da morbidade de doenças respiratórias em função da variação da temperatura entre os meses de abril e maio em São Paulo. **Revista ciência e natura**: ed. 32, vol 1, 2010.

GONÇALVES, Karen dos Santos et al. **Queimadas e atendimentos ambulatoriais por doenças respiratórias em crianças no município de Porto Velho, Rondônia**. 2010. Tese de Doutorado.

GOUVEIA, N; FLETCHER, T. Análise de séries temporais de poluição do ar e mortalidade: efeitos por causa, idade e nível socioeconômico. **J Epidemiol Community Health**, 2000.

GUIMARÃES, R. J. P. S. **Seleção das bandas do sensor *Modis Airbone Simulator* (MAS) na discriminação de queimadas**. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto). São José dos Campos: INPE, 2000. 84p.

HAMRA, G. B. Outdoor Particulate Matter Exposure and Lung Cancer:A Systematic Review and MetaAnalysis. **Environmental Health Perspectives**, [S.l.], v. 122, p. 906- 91, 2014.

HOEK, G.; KRISHNAN, R. M.; BEELEN, R.; et al. Long-term air pollution exposure and cardio- respiratory mortality: a review. **Environmental Health**, v. 12, p. 43, 2013.

IARC (International Agency for Research on Cancer). **Outdoor air pollution a leading environmental cause of cancer deaths**. Lyon [S.I.], v. 122, p. 906-911, 2013.

IPCC - Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental **Panel on Climate Change** [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp. 2014.

KANAKIDOU, Maria et al. Organic aerosol and global climate modelling: a review. **Atmospheric Chemistry and Physics**, v. 5, n. 4, p. 1053-1123, 2005.

LASHOF, D. A. The contribution of biomass burning to global warming: an integrated assessment. In: Global **biomass burning. Atmospheric, climatic, and biospheric implications**. 1991.

LATORRE, Maria do Rosário Dias de Oliveira; CARDOSO, Maria Regina Alves. Análise de séries temporais em epidemiologia: uma introdução sobre os aspectos metodológicos. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 4, p. 145-152, 2001.

LIM, S. S.; VOS, T.; FLAXMAN, A. D.; et al. A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990–2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. **The Lancet**, v. 380, n. 9859, p. 2224–2260, 2012.

LIU, W. T. H. Aplicações de sensoriamento remoto. Campo Grande: **UNIDERP**, 2007. 908 p.

LOPES, L. F. D. **Métodos Quantitativos**. 1ª edição. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2016.

LOPEZ, Fabio Ancona.; JUNIOR, Dioclécio Campos. Tratado de Pediatria. 2.ed. **Editora Manole**, 2010.

MAHAR, D.J., Frontier development policy in Brazil: **a study of Amazonia**. Praeger, Nova York. 1979.

MAHER, B. A.; AHMED, I. A. M.; KARLOUKOVSKI, V.; et al. Magnetite pollution nanoparticles in the human brain. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 113, n. 39, p. 10797–10801, 2016.

MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. PROGRAMA PILOTO PARA A PROTEÇÃO DAS FLORESTAS TROPICAIS DO BRASIL – PPG7. **Diagnóstico dos principais vetores, dinâmica e tendências do desmatamento no estado de Rondônia**. Gabriel de Lima Ferreira – Produto 1 – Contrato nº 2009/00325-MMA/PNUD. Porto Velho, Rondônia. Maio/ 2009.

NEPSTAD, D.C.; MOREIRA A. e ALENCAR, A.A. A Floresta em Chamas: Origens, Impactos e Prevenção de Fogo na Amazônia. **Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais do Brasil**, Brasília, Brasil. 202pp, 1999.

NOGUEIRA, Ana Cláudia Fernandes; SANSON, Fábio; PESSOA, Karen. A expansão urbana e demográfica da cidade de Manaus e seus impactos ambientais. **XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Florianópolis, Brasil, v. 21, p. 26, 2007.

OPAS (Organização Pan-Americana da Saúde). Não polua o meu futuro! **O impacto do ambiente na saúde das crianças**, 2018b.

OPAS (Organização Pan-Americana da Saúde). **Nove em cada dez pessoas em todo o mundo respiram ar poluído**, 2018a.

POPE, C. A. Lung Cancer, Cardiopulmonary Mortality, and Long-term Exposure to Fine Particulate Air Pollution. **Jama**, [S.L.], v. 287, n. 9, p. 1132-1141, 2002.

SEINFELD, J. H.; PANDIS, S. N. Atmospheric Chemistry and Physics: from Air Pollution to Climate Change. 2 ed. **Wiley**, New York. 2006.

SELHORST, D.; BROWN, I. F. Queimadas na Amazônia sul-ocidental, estado do Acre, Brasil: comparação entre produtos de satélites (GOES-8 e NOAA-12) e observações de campo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2003, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: INPE. p. 517-524, 2003.

SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. Incêndios florestais: controle, efeitos e uso do fogo. Curitiba: **Editores Independentes**. v. 1, p. 250. 2007.

SOUZA, Análise de Impactos das Queimadas sobre a Saúde Humana: Um estudo de caso do Município de Rio Branco, Acre. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública e Meio Ambiente) Rio de Janeiro: **ENSP**, 80p. 2008.

US EPA, O. **Particulate Matter (PM) Basics**. Disponível em: <<https://www.epa.gov/pm-pollution/particulate-matter-pm-basics>>. Acesso em: 17/02/2022.

Veenendaal, E. M. et al. Structural, physiognomic and above-ground biomass variation in **savanna–forest transition zones on three continents – how different are co-occurring savanna and forest formations?** **Biogeosciences**, v. 12, n. 10, p. 2927–2951, 2015.

VERAS, M. Air Pollution and Effects on Reproductive-System Functions Globally with Particular Emphasis on the Brazilian Population. **Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B**, [S.L.], v. 13, n. 1, p. 1-15, 2010.

WALLACE, J. M.; HOBBS, P. V. Atmospheric science: An introductory survey. 2 ed. **Elsevier** Inc, Canadá, 2006.

WHITBY, L. M. et al. **Ecological consequence of acidic and heavy-metal discharges from the Sudbury smelters**. **Can. Mineral.**;(Canada), v. 14, 1976.

WHO (World Health Organization). Air pollution and child health: **prescribing clean air**, 2018b.

WHO (World Health Organization). Burden of disease from the joint effects of household and ambient Air pollution for 2016. **Geneva**, 2018a.

WHO (World Health Organization). Fuel for Life: **household energy and health**, 2006b.

WHO. World Health Organisation. Sulfur oxides and suspended particulate matter. Environmental Health Criteria, 8, **Genève**, 1979.

YAMASOE, M. A., et al. Chemical composition of aerosol particles from direct emissions of biomass burning in the Amazon Basin: water-soluble species and trace elements. **Atmospheric Environment**, 34, 1641-1653, 2000.