

**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS  
MESTRADO PROFISSIONAL EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

**ANÁLISE ESPACIAL DE INTERNAÇÕES  
HOSPITALARES POR DOENÇAS RESPIRATÓRIAS  
ASSOCIADAS AO PERÍODO DE QUEIMADAS NO ESTADO  
DO MARANHÃO**

**NARA GEOVANE DA COSTA NASCIMENTO**

**TAUBATÉ-SP  
2022**

**NARA GEOVANE DA COSTA NASCIMENTO**

**ANÁLISE ESPACIAL DE INTERNAÇÕES  
HOSPITALARES POR DOENÇAS RESPIRATÓRIAS  
ASSOCIADAS AO PERÍODO DE QUEIMADAS NO ESTADO  
DO MARANHÃO**

Dissertação apresentada para obtenção do  
Título de Mestre pelo Curso de Ciências  
Ambientais da Universidade de Taubaté.  
Área de concentração: Ciências Ambientais  
Orientador Prof. Dr. Luiz Fernando Costa  
Nascimento.

**TAUBATÉ-SP  
2022**

**Grupo Especial de Tratamento da Informação - GETI  
Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBi  
Universidade de Taubaté - UNITAU**

N244a Nascimento, Nara Geovane da Costa  
Análise espacial de internações hospitalares por doenças respiratórias associadas ao período de queimadas no estado do Maranhão / Nara Geovane da Costa Nascimento. -- 2022.  
74 f.: il.

Monografia (mestrado) - Universidade de Taubaté,  
Departamento de Ciências Agrárias, 2022.  
Orientação: Prof. Dr. Luiz Fernando Costa Nascimento.  
Departamento de Ciências Agrárias.

1. Análise espacial. 2. Doenças respiratórias. 3. Poluição do ar. 4. Queimadas. I. Universidade de Taubaté. Departamento de Ciências Agrárias. Mestrado em Ciências Ambientais. II. Título.

CDD – 363.732

**NARA GEOVANE DA COSTA NASCIMENTO**

**ANÁLISE ESPACIAL DE INTERNAÇÕES HOSPITALARES POR DOENÇAS  
RESPIRATÓRIAS ASSOCIADAS AO PERÍODO DE QUEIMADAS NO ESTADO  
DO MARANHÃO**

Dissertação apresentada para obtenção do  
Título de Mestre pelo Curso de Ciências  
Ambientais da Universidade de Taubaté.  
Área de concentração: Ciências Ambientais  
Orientador Prof. Dr. Luiz Fernando Costa  
Nascimento.

**DATA:**

**RESULTADO:**

**BANCA EXAMINADORA**

Prof. Dr. Luiz Fernando Costa Nascimento (orientador)

Assinatura: \_\_\_\_\_

Universidade de Taubaté

Prof. Dr. Ana Aparecida Silva Almeida

Assinatura: \_\_\_\_\_

Universidade de Taubaté

Prof. Dr. Ana Cristina Gobbo Cesar

Assinatura: \_\_\_\_\_

Instituto Federal de Educação,

Ciência e Tecnologia de São Paulo, Campus Bragança Paulista

Prof. Dr. Marcelo dos Santos Targa

Assinatura: \_\_\_\_\_

Universidade de Taubaté

Dedico este trabalho de modo especial para a minha família. Obrigada por estarem sempre ao meu lado.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela dádiva da vida e por me permitir realizar tantos sonhos nesta existência. Obrigado por me permitir errar, aprender e crescer, por Sua eterna compreensão e tolerância, por Seu infinito amor, pela Sua voz “invisível” que não me permitiu desistir e principalmente por ter me dado uma família tão especial.

Ao meu esposo Gilson Paulo Nascimento e filho Lucas da Costa Nascimento por toda a motivação e por acreditarem sempre em mim.

Aos meus pais Gilmar e Alzira e irmãos Gilsemara, Gelson e Gilsonnei, o amor que vocês têm por mim é o que me estimula a lutar e vencer todos os dias.

As minhas colegas de trabalho do Hospital Regional Materno Infantil de Imperatriz- MA, pelo incentivo e apoio incondicional que sempre tiveram comigo.

Aos meus colegas do curso de mestrado, que durante esses anos compartilharam os desafios e as alegrias.

A Prof<sup>a</sup> Dra Iolanda Graepp Fontoura, colega e amiga, pelas importantes informações, apoio, companheirismo e parceria.

Aos professores e funcionários do curso de Pós-graduação em Ciências Ambientais da UNITAU.

Ao notável Prof. Dr. Luiz Fernando Costa Nascimento, meu orientador, por compartilhar seus conhecimentos, por todo ensinamento e confiança, pela paciência após tantos e-mails e encontros.

## RESUMO

Os efeitos da poluição atmosférica e os danos causados para a saúde das pessoas, vem tornando-se um problema de saúde pública. O fogo na Amazônia brasileira é responsável pela emissão de grandes quantidades de gases de efeito estufa por vários processos distintos, incluindo a queimada de floresta nas áreas que estão sendo desmatadas para agricultura e pecuária. É notável a identificação no arco do desmatamento, dos focos de queimadas, visto como alvo de pesquisas e aplicado como indicador no aumento estatístico da morbimortalidade por DR. Este estudo teve por objetivo identificar padrões espaciais de internações hospitalares por DR associadas ao período de queimadas, no decurso de 01/01/2016 a 31/12/2018, nos municípios do Estado do Maranhão. Trata-se de um estudo ecológico, tipo exploratório, para análise estatística da distribuição espaço temporal, foi utilizado a ferramenta software TerraView, versão 4.0.0, por intermédio da obtenção dos índices de autocorrelação espacial de Moran Global, Local que identificaram aglomerados de municípios com altas e baixas taxas, por meio do Moran Map e Lisa Map. Foram elaborados mapas para estimarem a Densidade de Kernel, sendo utilizados bancos de dados de domínio público online, dos portais DATASUS, INPE e IBGE, como também, analisadas as variáveis de internações por DR, percentual de óbitos, taxa de internação, taxa de óbitos, educação (2000), focos de queimadas, renda per capita (2000), gastos em saúde, IVS, IDH e GINI disponibilizados pelo portal IPEA. Como resultado foi possível identificar padrões espaciais da distribuição da DR, com maiores índices nos meses de maio e junho, período de transição entre a estação chuvosa e seca no Maranhão e os focos de queimadas que tiveram seu pico mais elevado nos meses de agosto a outubro. Entende-se que muitos casos de DR foram subnotificados ou não notificados, para os meses de julho a dezembro. Através de mapas temáticos, pode-se identificar áreas de alta prioridade de intervenção e densidade de taxas segundo os municípios do Maranhão. Quanto aos casos de DR, distribuídas por faixa etária, observou-se mais elevada de 1 a 4 anos de idade. Para análise espacial, por meio do Índice de Moran Global uni e bivariado, referente ao comparativo das taxas de óbito, internação e focos de queimadas, para as variáveis: educação (2000), focos de queimadas, IVS, IDH e índice de GINI, identificou-se para análise da variável de educação (2000) significância estatística para as taxas de óbito, internação e focos de queimadas, para a variável de focos de queimadas identificou-se autocorrelação espacial, para as taxas de óbito e internação, constatou-se uma autocorrelação espacial entre taxa de internação e focos de queimadas com  $I_M = 0,17$  (p-valor  $< 0,01$ ), o IVS não apresentou nenhuma significância estatística, o IDH apresentou significância estatística para as taxas de óbitos e internação e o índice de GINI apresentou significância estatística para taxa de internação e de focos de queimadas. Conclui-se que é possível propor medidas de intervenção para determinadas regiões geográficas a fim de reduzir as taxas de DR no período das queimadas e promover ações de educação ambiental aliadas a educação para saúde.

**Palavras- chave:** Análise espacial. Doenças respiratórias. Poluição do ar. Queimadas.

## ABSTRACT

The effects of air pollution and the damage caused to people's health are becoming a public health problem. Fires in the Brazilian Amazon are responsible for the emission of large amounts of greenhouse gases through several different processes, including the burning of forest in areas that are being deforested for agriculture and livestock. The identification of fires in the arc of deforestation is remarkable, seen as a research target and applied as an indicator in the statistical increase in morbidity and mortality from RD. This study aimed to identify spatial patterns of hospital admissions for RD associated with the burning period, from 01/01/2016 to 12/31/2018, in the municipalities of the State of Maranhão. This is an ecological exploratory study, for statistical analysis of the spatial and temporal distribution, using the TerraView software tool, version 4.0.0, by obtaining the spatial autocorrelation indices of Moran Global, Local, which identified clusters of municipalities. with high and low rates, through Moran Map and Lisa Map. Maps were prepared to estimate Kernel Density, using online public domain databases from DATASUS, INPE and IBGE portals, as well as analyzing the variables of hospitalizations due to RD, percentage of deaths, hospitalization rate, death rate, education (2000), fire outbreaks, per capita income (2000), health expenses, IVS, IDH and GINI made available by the IPEA portal. As a result, it was possible to identify spatial patterns of RD distribution, with higher rates in the months of May and June, the transition period between the rainy and dry season in Maranhão and the fire outbreaks that had their highest peak in the months of August to October. It is understood that many cases of DR were under-reported or not reported for the months of July to December. Through thematic maps, it is possible to identify areas of high priority for intervention and density of rates according to the municipalities of Maranhão. As for RD cases, distributed by age group, it was observed higher from 1 to 4 years of age. For spatial analysis, through the uni and bivariate Moran Global Index, referring to the comparison of death rates, hospitalization and fire outbreaks, for the variables: education (2000), fire outbreaks, IVS, HDI and GINI index, for analysis of the education variable (2000) statistical significance was identified for the rates of death, hospitalization and fire outbreaks, for the variable of fire outbreaks, spatial autocorrelation was identified, for the death and hospitalization rates, it was found a spatial autocorrelation between hospitalization rate and fire outbreaks with  $MI = 0.17$  ( $p$ -value  $<0.01$ ), the IVS did not show any statistical significance, the HDI showed statistical significance for the rates of deaths and hospitalization and the index of GINI showed statistical significance for the rate of hospitalization and fire outbreaks. It is concluded that it is possible to propose intervention measures for certain geographic regions in order to reduce the RD rates during the burning period and to promote environmental education actions combined with health education.

**Keywords:** Spatial analysis. Respiratory diseases. Air pollution. Burns.



## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1:</b> Mapa da Amazônia Legal .....	19
<b>FIGURA 2:</b> Mapa do Arco do Desmatamento.....	19
<b>FIGURA 3:</b> Série histórica do período de 1988 a 2018 de Taxa de desmatamento anual da Amazônia Legal (km <sup>2</sup> ).....	21
<b>FIGURA 4:</b> Interface do aplicativo software TerraView.....	36
<b>FIGURA 5:</b> Média estatística de focos de queimadas no território brasileiro, no período de 01/01/2016 a 31/12/2018- Brasil.....	44
<b>FIGURA 6:</b> Média estatística de focos de queimadas, no Estado do Maranhão, no período de 01/01/2016 a 31/12/2018.....	44
<b>FIGURA 7:</b> Dados estatísticos de doenças respiratórias, no Estado do Maranhão, no período de 01/01/2016 a 31/12/2018.....	45
<b>FIGURA 8:</b> Dados estatísticos de doenças respiratórias por sexo, no Estado do Maranhão, no período de 01/01/2016 a 31/12/2018.....	46
<b>FIGURA 9:</b> Dados estatísticos de doenças respiratórias por faixa etária, no Estado do Maranhão, no período de 01/01/2016 a 31/12/2018.....	47
<b>FIGURA 10:</b> Mapa temático do Estado do Maranhão de Taxa de Doenças Respiratórias por 100 mil/habitantes, no período de 01/01/2016 a 31/12/2018. MoranMap, 2020.....	48
<b>FIGURA 11:</b> Mapa do Estado do Maranhão, por municípios, para Taxa de Óbitos- LISA Map, 2020.....	50
<b>FIGURA 12:</b> Mapa temático, do Estado do Maranhão, por municípios, para distribuição de focos de queimadas nos anos de 2016, 2017 e 2018- MoranMap, 2020.....	51
<b>FIGURA 13:</b> Mapa temático, do Estado do Maranhão, por municípios, para o Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) - MoranMap, 2020.....	52
<b>FIGURA 14:</b> Mapa temático, do Estado do Maranhão, por municípios, para o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)- MoranMap, 2020.....	53
<b>FIGURA 15:</b> Mapa temático da variável índice de GINI, Maranhão, 2010- MoranMap, 2020.....	54

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 1:</b> Total de focos ativos, Maranhão- Brasil .....	17
<b>TABELA 2:</b> Distribuição do desmatamento para os anos de 2016, 2017 e 2018 nos estados que compõem a Amazônia Legal.....	20
<b>TABELA 3:</b> Dados estatísticos das variáveis, Maranhão- Brasil- 2016 a 2018.....	40
<b>TABELA 4:</b> Dados estatísticos das variáveis Índice Moran univariado e bivariado- Maranhão- Brasil, 2016 a 2018.....	43

## LISTA DE SIGLAS

CEPA: *Canadian Environmental Protection Act*

CID: Classificação Internacional de Doenças

CONAMA: Conselho Nacional do Meio Ambiente

CPTEC: Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos

DATASUS: Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde

DPOC: Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica

DR: Doenças Respiratórias

EMBRAPA: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

ENSP: Endemias da Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca

FAPESP: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo

GINI: Instrumento matemático

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDH: Índice de Desenvolvimento Humano

I<sub>M</sub>: Índice de Moran Global

IMESC: Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos

INCT-MC: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para Mudanças Climáticas

INPE: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

IPEA: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

IVAI: Infecções de vias aéreas inferiores

IVAS: Infecções de vias aéreas superiores

IVS: Índice de Vulnerabilidade Social

LISA: Indicadores Locais de Associação Espacial Local

MS: Ministério da Saúde

NO<sub>x</sub>: Óxidos de nitrogênio

O<sub>3</sub>: Ozônio

OMS: Organização Mundial de Saúde

PFFPMCG: Programa FAPESP de Pesquisa sobre Mudanças Climáticas Globais

PM: *Particulate matter* (material particulado)

PRODES: Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite

Rede CLIMA: Rede Brasileira de Pesquisa sobre Mudanças Climáticas Globais

RJ: Rio de Janeiro

SIG: Sistema de Informação Geográfica

SIH-SUS: Sistema de Informações Hospitalares do Sistema Único de Saúde

SIM: Sistema de Informações sobre Mortalidade

TCLE: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

VAI: vias aéreas inferiores

VAS: vias aéreas superiores

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	13
2 OBJETIVOS .....	15
2.1 OBJETIVO GERAL.....	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	15
3 REVISÃO DA LITERATURA .....	16
3.1 QUEIMADAS E O DESMATAMENTO NA AMAZÔNIA LEGAL .....	16
3.2 POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA .....	21
3.3 DOENÇAS RESPIRATÓRIAS.....	22
3.4 PROCESSO SAÚDE E DOENÇA .....	24
3.5 POLÍTICAS PÚBLICAS E O PLANEJAMENTO AMBIENTAL .....	24
3.6 SAÚDE PÚBLICA: IMPACTO AMBIENTAL E OS EVENTOS DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS .....	26
4 MATERIAL E MÉTODOS .....	30
4.1 ÁREA DE ESTUDO .....	30
4.2 CARACTERÍSTICAS FISIográfICAS DO ESTADO DO MARANHÃO .....	31
4.3 FONTES DE PESQUISA.....	32
4.4 POPULAÇÕES ANALISADAS .....	33
4.5 PERÍODO DA PESQUISA.....	33
4.6 MÉTODOS .....	33
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
6 CONCLUSÃO.....	55
REFERÊNCIAS.....	58
ANEXO A: Divisão do Estado do Maranhão de acordo com as regiões geográficas imediatas e intermediárias.....	68
ANEXO B: Divisão do Estado do Maranhão, segundo as regiões geográficas intermediárias (1- São Luís (norte), 2- Santa Inês – Bacabal (centro-oeste), 3- Caxias (leste), 4- Presidente Dutra (centro-leste), 5- Imperatriz (centro-sul) .....	69
ANEXO C: Divisão geográfica do Estado do Maranhão e seus municípios .....	70
ANEXO D: Lista de Municípios do Estado do Maranhão .....	71
ANEXO E: Mapa dos biomas do Maranhão: Amazônia, Cerrado e Caatinga.....	74

## 1 INTRODUÇÃO

A poluição atmosférica é um preocupante problema de saúde pública em grandes centros urbanos, tendo como desfechos o aumento das internações hospitalares e o incremento na mortalidade (CARMO et. al., 2010).

De acordo com Arbex et al. (2004), os materiais particulados são provenientes da combustão dos veículos automotores, fumaça de indústrias e queima de biomassa, causando grandes prejuízos, a saúde da população mundial.

Segundo a Organização Mundial de Saúde, a exposição às partículas em suspensão tem sido associada a uma série de resultados adversos para a saúde, incluindo alterações transitórias às vias respiratórias, o comprometimento da função pulmonar, o aumento do risco de morte por doenças cardiovasculares e respiratórias. No mundo, o material particulado é estimado em causar cerca de 8% das mortes por câncer de pulmão, 5% por doença cardiopulmonar e cerca de 3% por infecções respiratórias (OMS, 2009).

Conforme Castro et al. (2016), no território brasileiro, a origem das queimadas no ambiente rural está relacionada com o meio de produção, que tem no manejo do fogo a solução mais rápida e econômica para geração de renda na agricultura. Contudo, na contabilização dos custos de produção não são considerados os gastos referentes ao bem-estar da população, devido ao uso do fogo. A produção agrícola fica economicamente mais barata, porém a qualidade do ar e os gastos com a saúde pública aumentam.

No território brasileiro, em 2017, os dados estatísticos de internações por doenças respiratórias, segundo o Sistema de Informações Hospitalares do Sistema Único de Saúde- Ministério da Saúde (SIH-SUS), foram de 1.182.448 pessoas, e os custos referente a essas internações chegaram ao valor aproximado de R\$ 1.090.000,000,00 (Um bilhão e noventa milhões de reais), sendo que o índice estatístico de mortalidade, segundo o Sistema de Informações sobre Mortalidade- SIM, foi de 155.620 indivíduos. Neste mesmo período, no estado do Maranhão, registrou-se em torno de 48.000 internações hospitalares, a um custo de aproximadamente R\$ 28.700.000,00 (Vinte e oito milhões e setecentos mil reais), e a taxa de óbitos ficou em torno de 3.200 pessoas (DATASUS, 2019).

No Maranhão ainda é bastante comum a utilização da queimada no preparo

da terra para as plantações em pequenas áreas (roças), as quais contribuem para o aumento do percentual de material particulado lançado na atmosfera. Esta prática é muito comum em alguns municípios do Maranhão que possuem a agricultura de pequenas lavouras como base de sua economia (CASTRO et al, 2016).

Segundo o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE (2018), ocorreram 201.924 focos de queimadas no Estado do Maranhão. Os maiores índices ocorreram na região Centro-Sul do Estado, com maior destaque nos municípios de Mirador, Balsas, Barra do Corda, Fernando Falcão, Alto Paranaíba e Grajaú.

Estudos sobre a poluição atmosférica e os efeitos na saúde da população têm demonstrado que, mesmo quando os poluentes se encontram abaixo dos níveis determinados pela legislação, estes são capazes de provocar efeitos na saúde das pessoas (MARTINS et al., 2002; MORAES et al., 2010; AMÂNCIO; NASCIMENTO, 2012; GAVINIER; NASCIMENTO, 2014), demonstrando a associação entre a exposição à poluição do ar e a morbidade humana. Esses estudos também mostram a associação entre a exposição à poluição do ar e a mortalidade humana (NASCIMENTO et al., 2012).

Diante destes dados, justifica-se a realização deste estudo, pela observação da alta incidência de focos de queimadas que contribuem para o aumento de casos de morbimortalidade por doenças do sistema respiratório, conseqüentemente elevando o índice de hospitalizações e a busca de atendimento emergencial nos hospitais, bem como alteando os gastos públicos no Estado do Maranhão, além do fato de existirem poucas pesquisas nacionais, sobre esse tema, com enfoque em geoprocessamento.

A relevância da análise desse estudo teve como objetivo de identificar padrões espaciais, de internações hospitalares por doenças respiratórias associadas ao período de queimadas, no decurso de 01/01/2016 a 31/12/2018, nos municípios Estado do Maranhão.

As atuais tecnologias, como a ferramenta de geoprocessamento têm sido muito úteis, auxiliando pesquisadores e cientistas a monitorar os fatores ambientais e ecológicos. Dessa forma, poderá auxiliar na melhoria de estratégias de controle e prevenção da doença, contribuindo para a compreensão dos elementos implicados.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Identificar padrões espaciais, de internações hospitalares por doenças respiratórias associadas ao período de queimadas, no decurso de 01/01/2016 a 31/12/2018, nos municípios do Estado do Maranhão.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Detectar a distribuição espaço-temporal dos aglomerados e a prevalência das Doenças Respiratórias relativas ao índice de internações hospitalares no período de queimadas;
- Averiguar a prevalência das Doenças Respiratórias em crianças com idade de até 10 anos e de indivíduos com faixa etária acima de 60 anos de idade;
- Analisar os indicadores socioeconômicos para Índice de Vulnerabilidade Social (IVS), Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e Índice de GINI;
- Verificar as variáveis para internações por doenças respiratórias, percentual de óbitos, taxa de internação, taxa de óbitos, educação (2000) para maiores de 15 anos de idade, focos de queimadas, renda per capita (2000) e gastos em saúde.



### 3 REVISÃO DA LITERATURA

#### 3.1 QUEIMADAS E O DESMATAMENTO NA AMAZÔNIA LEGAL

A sociedade se organiza através de práticas que favorecem a manutenção da sua sobrevivência, entre essas, está a exploração de recursos naturais, porém muitas dessas matérias não são renováveis e, para mantê-las existentes, faz-se necessário o consumo consciente e adoção de práticas sustentáveis, além da elaboração de planos, leis e programas que garantem o meio ambiente equilibrado (MARANHÃO, 2018).

Segundo Andrade Filho et. al. (2017), a queima de biomassa, tem grande relevância na contribuição mundial para a emissão de poluentes na atmosfera, abrangendo os gases de efeito estufa e material particulado, resultando em muitas vezes, a exposição dos seres humanos a elevados níveis de poluição do ar.

Segundo o Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos – IMESC (2020), com a função de “limpeza do terreno” para plantações e criação de áreas de pastos, pequenos agricultores e pecuaristas realizam queimadas sem a devida liberação ambiental, mesmo com trabalhos de melhorias técnicas e decretos proibindo as queimadas. Essa prática pode provocar queimadas sem controle, que podem atingir diversos hectares de vegetação, produzindo vários impactos ambientais.

Segundo INPE (2020), no Brasil, no decorrer do ano de 2016, o número de focos de queimadas, detectados pelo satélite de referência, foram de 184.218, no ano de 2017 foram 207.511 e em 2018 totalizaram 132.872 , com uma média anual para os três anos de 174.855 focos ativos, sendo os meses de Agosto, Setembro e Outubro os de maiores incidência de focos de queimadas.

De acordo com a tabela 1, pode-se observar o total de focos ativos, detectados pelo satélite de referência para cada mês, no período de 01/01/2016 a 31/12/2018, no Estado do Maranhão.

**Tabela 1:** Total de focos ativos, Maranhão- Brasil.  
**Fonte:** Programa Queimadas- INPE, 2020.

Ano/Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
2016	395	268	70	103	186	693	2182	3849	3109	5617	3826	1491	21789
2017	178	44	32	90	157	644	1973	3001	9243	4538	2706	2970	25576
2018	281	15	93	50	203	738	1457	2833	3177	1832	2309	904	13892
Máximo	395	268	93	103	203	738	2182	3849	9243	5617	3826	2970	
Média	284	109	65	81	182	691	1870	3227	5176	3995	2947	1788	
Mínimo	178	15	32	50	157	644	1457	2833	3109	1832	2309	904	

Em comparação por meio de dados estatísticos, no Estado do Maranhão em 2016, foi dectado 11,82% do valor total dos focos ativos analisados no mesmo período no Brasil, no ano de 2017 foram 12,32% e no ano de 2018 foram 10,45%. Observou-se que nos três anos em estudo, os meses de Agosto, Setembro e Outubro, foram constatados com os maiores índices de focos de queimadas, sendo que o ano de 2017, evidenciou-se um elevado índice de focos ativos, tanto no território brasileiro como no Estado do Maranhão. Assim, foi possível verificar que a densidade de focos de queimadas por kilometro quadrado no Estado do Maranhão foi muito elevada, em relação ao total de focos ativos no país, mantendo-se acima de 10% da sua área territorial.

A OMS (1999), citada por Arbex et al. (2004), afirma que a queima deliberada ou acidental de vegetação, apesar do grande avanço tecnológico experimentado pela humanidade, ou até justamente por causa dele, torna-se por vezes incontrolada, atingindo grandes extensões de florestas, savanas ou outras vegetações menos densas. O fogo é um problema crescente no que resta das florestas tropicais do planeta e a poluição devida à fumaça gerada tem um importante impacto sobre a saúde das populações expostas. Esse impacto inclui aumento de mortalidade, de admissões hospitalares, de visitas à emergência e de utilização de medicamentos, devidas a doenças respiratórias e cardiovasculares, além de diminuição da função pulmonar.

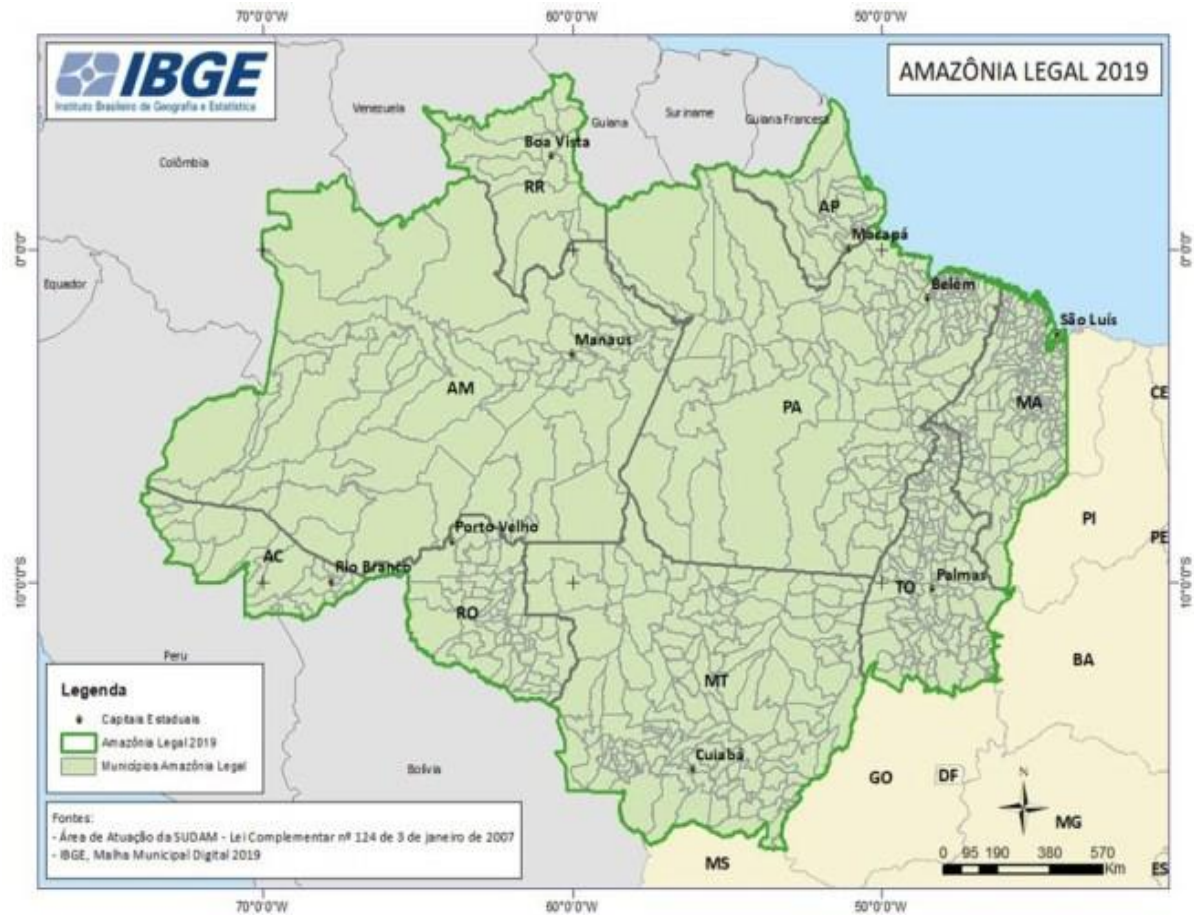
O fogo na Amazônia brasileira é responsável pela emissão de grandes quantidades de gases de efeito estufa por vários processos distintos, incluindo a queimada de floresta nas áreas que estão sendo desmatadas para agricultura e pecuária, incêndios florestais e queimada de capoeiras, pastagens, e diferentes tipos de savanas (FEARNSIDE, 2002).

Segundo Nascimento e Medeiros (2012), é notável a identificação no arco do desmatamento, dos focos de queimadas. Nessa região, as queimadas são realizadas para a ocupação do solo, tanto para a expansão das fronteiras agrícolas como para a pecuária de corte. O desmatamento é a retirada da vegetação natural pelo corte e/ou queimada. O desmatamento de florestas contribui significativamente com o aumento da poluição do ar. O arco do desmatamento é a região que possui os maiores índices de desmatamento, é a região onde a fronteira agrícola segue em direção à floresta (HASHIMOTO, 2019).

No Brasil, a Amazônia Legal concentra mais de 85% das queimadas que ocorrem, principalmente, no "Arco do Desmatamento", que possui 3.000 km de extensão e mais de 300 km de largura, e se estende desde o Acre até o Maranhão (SILVA et al., 2010).

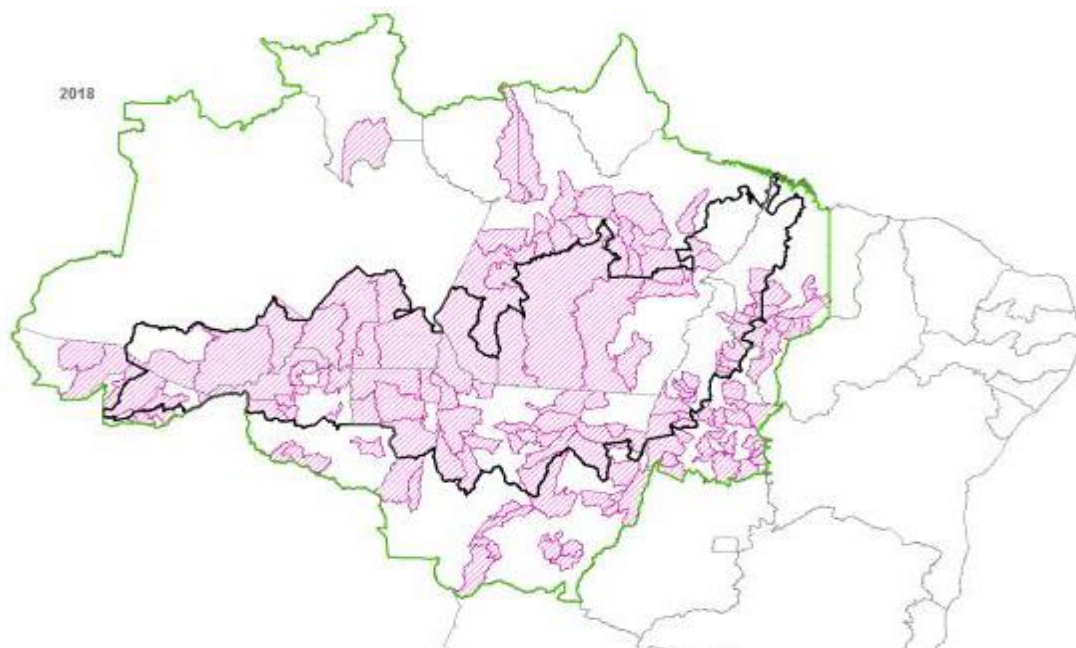
Nove estados compõem a Amazônia Legal - Acre (22 municípios), Amapá (16), Amazonas (62), Mato Grosso (141), Pará (144), Rondônia (52), Roraima (15), Tocantins (139) e parte do Maranhão (181, dos quais 21 foram parcialmente integrados) – com um total de 772 municípios. O Maranhão, apesar de ser o estado com o maior número de municípios, tem apenas 79,3% do seu território (ou 261.350,785 km<sup>2</sup>) integrado à área de abrangência da Amazônia Legal (IBGE, 2019).

Os mapas da Amazonia Legal e Arco do Desmatamento estão representados nas figuras 1 e 2 e a distribuição de desmatamento, esta disposta na tabela 2.



**Figura 1:** Mapa da Amazônia Legal.

**Fonte:** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2019).



**Figura 2:** Mapa do Arco do Desmatamento.

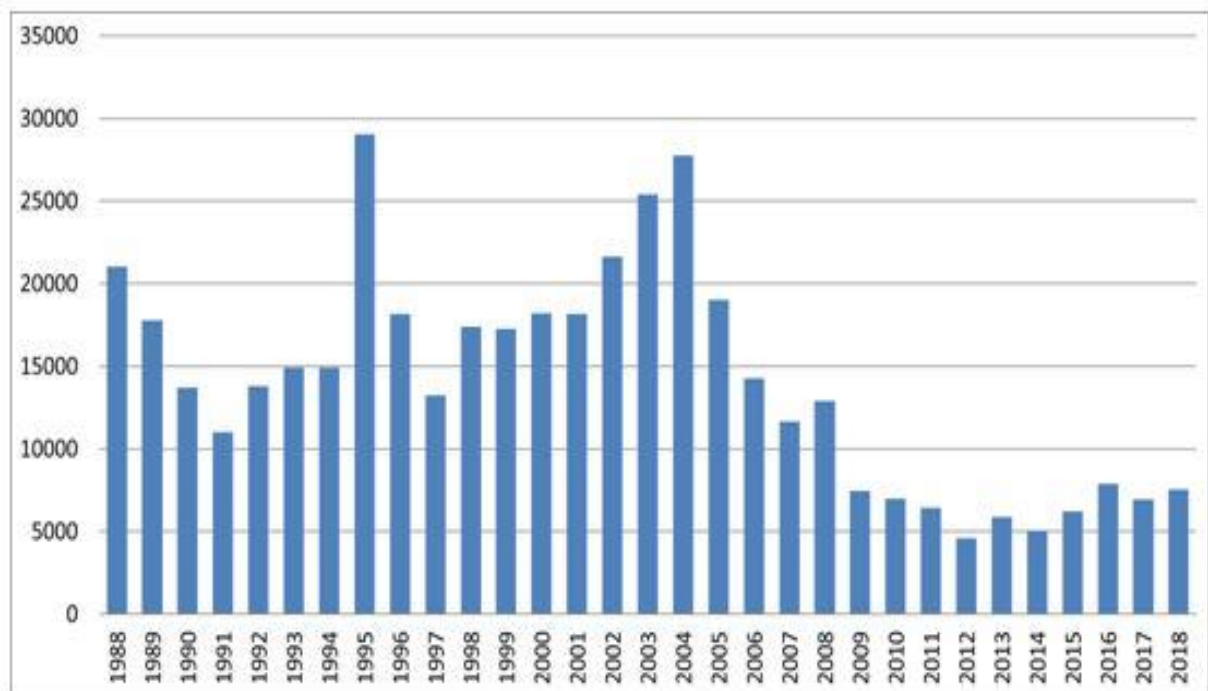
**Fonte:** Programa de Cálculo do Desflorestamento da Amazônia- PRODES- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais- INPE (2018).

**Tabela 2:** Distribuição do desmatamento para os anos de 2016, 2017 e 2018 nos estados que compõem a Amazônia Legal.

**Fonte:** Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite-PRODES, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais- INPE, 2019.

<b>PRODES (km<sup>2</sup>)</b>			
<b>ESTADOS/ANOS</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>
ACRE	372	257	444
AMAZONAS	1129	1001	1045
AMAPÁ	17	24	24
MARANHÃO	258	265	253
MATO GROSSO	1489	1561	1490
PARÁ	2992	2433	2744
RONDÔNIA	1376	1243	1316
RORAIMA	202	132	195
TOCANTINS	58	31	25
<b>AMZ. LEGAL</b>	<b>7893</b>	<b>6947</b>	<b>7536</b>

Desde o início da década de 70, altas taxas de desmatamento vêm sendo observadas na Amazônia. Em 1995, a taxa de desmatamento atingiu seu maior nível e, após esse ano, a taxa vem apresentando diferentes oscilações decorrentes de diversas causas, tais como incêndios, comércio de madeiras, expansão de atividade agropecuária, aumento da densidade populacional e incentivos fiscais. Ainda como extensão da consequência, a degradação contribui para a perda de biodiversidade, redução da ciclagem de água e para o aquecimento global, principalmente através das queimadas, ao emitir gases que contribuem para acelerar o processo do efeito estufa (ARRAES; MARIANO; SIMONASSI, 2012). Conforme demonstrado na figura 3.



**Figura 3:** Série histórica do período de 1988 a 2018 de Taxa de desmatamento anual da Amazônia Legal (km<sup>2</sup>).

**Fonte:** Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite-PRODES, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais –INPE (2019).

### 3.2 POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA

Segundo Bakonyi et al.(2004) citado por Silva, Sá e Borges (2017), alegam que a poluição atmosférica tem afetado a saúde da população, mesmo quando seus níveis se encontram aquém do que determina a legislação vigente segundo a Resolução Conselho Nacional do Meio Ambiente- CONAMA (nº 436:2011). As faixas etárias mais atingidas são as crianças e os idosos, grupos bastante suscetíveis aos efeitos deletérios da poluição elevando as estatísticas que mostram uma associação positiva entre a mortalidade e também entre a morbidade devido a problemas respiratórios em crianças.

Os poluentes gasosos e o material particulado inalável gerados a partir da queima de combustíveis fósseis apresentam efeitos diretos sobre o sistema respiratório, em especial, de crianças e idosos (BRAGA, 2007).

Os efeitos da poluição atmosférica à saúde humana têm sido amplamente estudados em todo o mundo. Os estudos epidemiológicos evidenciam um aumento consistente de doenças respiratórias e cardiovasculares e da mortalidade geral e específica associadas à exposição a poluentes presentes na atmosfera, principalmente nos grupos mais suscetíveis, que incluem as crianças menores de cinco anos e indivíduos maiores de sessenta e cinco anos de idade (SPEKTOR et al., 1991; OPAS, 2005).

O número diário de internações hospitalares tem sido utilizado como um indicador de morbidade associado aos efeitos da poluição do ar (BURNETT et al., 1994; GOUVEIA et. al., 2006).

Estima-se que a exposição a *particulate matter* (PM), uma mistura de partículas líquidas e sólidas em suspensão no ar, classificadas de acordo com o seu diâmetro, causa 800.000 mortes em todo o mundo, das quais 35.000 ocorrem somente na América Latina. Crianças, idosos e portadores de doenças cardiorrespiratórias prévias, incluindo os asmáticos, compõem a população mais suscetível aos efeitos da poluição atmosférica (MASCARENHAS et al., 2008).

### 3.3 DOENÇAS RESPIRATÓRIAS

Conforme Rocha e Fagg (2016), os grupos mais suscetíveis aos poluentes das queimadas são os de crianças, idosos e indivíduos portadores de doenças do sistema respiratório e cardiovascular. Em relação às crianças, as doenças mais comuns que aumentam a taxa de morbimortalidade, das infecções respiratórias agudas, são a asma e bronquite. Esse cenário, pode ainda intensificar-se, devido a alimentação inadequada, principalmente em grupo de pessoas de baixo nível socioeconômico. Assim, confirma-se a estreita relação entre o meio ambiente e a saúde, e a influência do primeiro, na saúde do ser humano, pode ser positiva quando promove condições que propiciam as melhorias da vida humana, e negativa quando geram condições para o aparecimento e disseminação de doenças dos mais diversos tipos, influenciando o padrão e o perfil dos níveis de morbimortalidade, nos mais variados estratos das populações.

Em relação ao sistema respiratório, as partículas  $PM_{2,5}$ , podem levar ao estresse oxidativo, inflamações diversas das vias aéreas e redução da capacidade de defesa dos pulmões. Essa redução se dá em função das inflamações que levam a uma destruição dos mecanismos de defesa, causando lesões graves dos cílios e espessamento do muco. Essas inflamações produzem efeitos a curto, médio e longo prazo. No curto prazo, episódios de aumento na concentração de  $PM_{2,5}$ , levam a exacerbação de crises asmáticas, tosse, espirros e aumento das internações hospitalares devido a rinite, bronquite, sinusite, asma e pneumonia. Ainda, causa aumento da mortalidade devido a doenças respiratórias, efeito comum à exposição crônica ao  $PM_{2,5}$  (CETESB, 2008).

As infecções de vias aéreas superiores (IVAS), que acometem a população, são caracterizadas por serem transitórias e benignas, geralmente são atendimentos ambulatoriais, não necessitando de internação hospitalar. Porém, as infecções de vias aéreas inferiores (IVAI), demandam grande índice de hospitalizações, devido as suas complicações. As partículas se depositam nos brônquios terminais e nos alvéolos, agravando problemas respiratórios e podendo até causar mortes prematuras. Conseqüentemente, os municípios situados nas imediações de áreas de queimadas têm suas economias envolvidas com gastos cada vez maiores para solucionar problemas de saúde pública que atingem principalmente as populações mais humildes (CASTRO et al., 2016).

De acordo com Arbex et al. (2012), a fumaça da queima de biomassa nas atividades agrícolas, penetra no sistema respiratório, pelas vias aéreas superiores (VAS- extratorácica), como: fossas nasais, faringe e laringe e atinge as vias aéreas inferiores (VAI- intratorácica) como traquéia, brônquios, bronquíolos, alvéolos pulmonares, tecido pulmonar e corrente sanguínea, a qual provoca a diminuição da atividade mucociliar e dos macrófagos, produzindo irritação nas vias respiratórias, causando estresse oxidativo e conseqüentemente a inflamação pulmonar e sistêmica. A exposição crônica produz modificações brônquicas e DPOC (Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica), podendo ser cancerígeno.



### 3.4 PROCESSO SAÚDE E DOENÇA

O conceito de saúde adotado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) em 1948, citado por Silva, Schraiber e Mota (2019), que define saúde como "um estado de completo bem-estar físico, mental e social e não apenas a ausência de doença ou enfermidade".

A doença não pode ser compreendida apenas por meio das medições fisiopatológicas, pois quem estabelece o estado da doença é o sofrimento, a dor, o prazer, enfim, os valores e sentimentos expressos pelo corpo subjetivo que adocece (CANGUILHEM; CAPONI, 1995; BRÊTAS; GAMBA, 2006).

O processo de saúde e doença representa o conjunto de relações e variáveis que produz e condiciona o estado de saúde e doença de uma população, que se modifica nos diversos momentos históricos e do desenvolvimento científico da humanidade. Portanto, não é um conceito abstrato. Define-se no contexto histórico de determinada sociedade e num dado momento de seu desenvolvimento, devendo ser conquistada pela população em suas lutas cotidianas (GUALDA; BERGAMASCO, 2004).

A definição de qualidade de vida é a "a percepção que um indivíduo tem sobre a sua posição na vida, dentro do contexto dos sistemas de cultura e valores nos quais está inserido e em relação aos seus objetivos, expectativas, padrões e preocupações" (OMS, 1995).

### 3.5 POLÍTICAS PÚBLICAS E O PLANEJAMENTO AMBIENTAL

A política ambiental pode ser definida como um conjunto de atividades e procedimentos com os diferentes níveis de competências e organizações, supranacionais, do Estado (Administração Central, Autônoma e Local), e as empresas e organizações não governamentais, que pretendem alcançar determinados fins de proteção do meio ambiente e conservação da natureza (FERNANDEZ- VITORIA, 1997).

No século XXI, o meio ambiente tornou-se um grande desafio. De acordo com o artigo intitulado, Meio Ambiente é Desafio no Século 21 (2013), o meio ambiente é uma mercadoria geradora de lucros, agravando a problemática socioambiental, relacionados à sustentabilidade da escassez dos recursos hídricos, energia, poluição, biodiversidade, mudanças climáticas e crescimento populacional. Na atualidade, persiste uma maior preocupação com os problemas ambientais, em que o governo e sociedade buscam infinitas soluções que possam ser colocados em prática através de novos modelos de gestão ambiental, implementação de políticas públicas e projetos, a fim de que todos possam ter acesso a estas novas propostas com foco no desenvolvimento sustentável, visando a mitigação e a prevenção dos problemas ambientais.

Desse modo, as políticas públicas são intervenções do estado para preservação do meio ambiente, podendo atuar em conjunto com a sociedade civil.

Conforme Antunes (2017), a política nacional do meio ambiente compreende o “conjunto dos instrumentos legais, técnicos, científicos e econômicos destinados à promoção do desenvolvimento sustentado da sociedade e economias brasileiras”.

Para Silva e Santos (2004), a definição de planejamento ambiental, constitui em "um processo contínuo que envolve coleta, organização e análise sistematizada das informações, por meio de procedimentos e métodos, para se chegar a decisões ou escolhas acerca das melhores alternativas para o aproveitamento dos recursos disponíveis em função de suas potencialidades, e com a finalidade de atingir metas específicas no futuro, tanto em relação a recursos naturais quanto à sociedade."

O objetivo principal do planejamento ambiental é atingir o desenvolvimento sustentável, minimizando os impactos ambientais, preservando e conservando a flora e fauna. Um planejamento ambiental deve sempre buscar o equilíbrio entre o desenvolvimento econômico e limitações ligadas ao ecossistema, prevendo até mesmo possíveis desequilíbrios ecológicos, crises energéticas e alimentares de um território. Visando uma melhora da qualidade de vida humana, e dentro de uma ética ecológica, a preservação de mananciais, qualidade de recursos hídricos, equilíbrio do ecossistema e a manutenção de bancos de germoplasmas entram no conjunto de medidas em um bom planejamento (SANTOS; FERREIRA, 2011).

A Constituição Federal Brasileira de 1988 (BRASIL, 1988, p. 131), estabelece a seguinte Ordem Social, no Capítulo VI do Meio Ambiente, Artigo 225 que: “Todos

tem direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”.

O Artigo 2 da Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981 (BRASIL, 1981, p.1) dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.

**Art. 2º** - A Política Nacional do Meio Ambiente tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana, atendidos os seguintes princípios:

**I** - ação governamental na manutenção do equilíbrio ecológico, considerando o meio ambiente como um patrimônio público a ser necessariamente assegurado e protegido, tendo em vista o uso coletivo;

**II** - racionalização do uso do solo, do subsolo, da água e do ar;

**III** - planejamento e fiscalização do uso dos recursos ambientais;

**IV** - proteção dos ecossistemas, com a preservação de áreas representativas;

**V** - controle e zoneamento das atividades potencial ou efetivamente poluidoras;

**VI** - incentivos ao estudo e à pesquisa de tecnologias orientadas para o uso racional e a proteção dos recursos ambientais;

**VII** - acompanhamento do estado da qualidade ambiental;

**VIII** - recuperação de áreas degradadas; (Regulamento)

**IX** - proteção de áreas ameaçadas de degradação;

**X** - educação ambiental a todos os níveis de ensino, inclusive a educação da comunidade, objetivando capacitá-la para participação ativa na defesa do meio ambiente.

Segundo Santos e Loreto (2020), a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) apresenta características de uma política pública, por se tratar de uma lei de alcance nacional, que estabelece normas e procedimentos ambientais, estruturada por meio de princípios que fundamentam a gestão ambiental em nível nacional, com objetivos que orientam e conduzem as ações públicas na direção de um ambiente mais equilibrado.

### 3.6 SAÚDE PÚBLICA: IMPACTO AMBIENTAL E OS EVENTOS DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS

De acordo a Organização Mundial de Saúde (2005), citada por Gouveia et

al. (2019), afirma que os impactos da poluição do ar na saúde têm sido tema de estudo em diversas localidades no mundo, particularmente seus efeitos sobre o sistema cardiovascular e no aparelho respiratório, para os quais ainda não se estabeleceu limite seguro.

De acordo com Gouveia et al. (2006), apesar dos notáveis avanços obtidos nas últimas décadas em direção a um ambiente com ar mais limpo, especialmente nos países desenvolvidos, os atuais níveis de poluição experimentados pela maior parcela da população, continuam ainda a se mostrar prejudiciais à saúde. Os primeiros estudos referentes a poluição atmosférica e implicações na saúde humana, datam da metade do século passado, e ainda hoje essa relação é observada e comprovada por trabalhos de investigação científica.

O sistema respiratório é a principal porta de entrada de poluentes do ar e, conseqüentemente, seus efeitos vêm sendo relatados há décadas. Evidências epidemiológicas consistentes têm indicado que exposições a curto e longo prazos a poluentes atmosféricos como o material particulado (PM), ozônio (O<sub>3</sub>) e óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>) estão associadas a aumentos na mortalidade respiratória (HOEK et. al., 2013; ATKINSON et. al., 2014).

Também há evidências de que a exposição a poluentes atmosféricos está associada a doenças respiratórias crônicas como a DPOC (SONG et. al., 2014).

No ano de 2013, com o apoio e produção da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), no âmbito do Programa FAPESP de Pesquisa sobre Mudanças Climáticas Globais (PFPMCG), a Rede Brasileira de Pesquisa sobre Mudanças Climáticas Globais (Rede CLIMA), e o Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para Mudanças Climáticas (INCT-MC), ocorreu a 1ª Conferência Nacional de Mudanças Climáticas Globais no Estado de São Paulo de 09 a 13 de setembro, a palestra proferida pela pesquisadora do departamento de Endemias da Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca- ENSP- RJ, Sandra Hacon, evidenciou que:

O monitoramento de efeitos da exposição as queimadas, constatou que o indicador de poluição atmosférica na Amazônia Brasileira em percentual de horas anual de PM<sub>2.5</sub>, mostrou associação com a ocorrência de doenças respiratórias, especialmente nos grupos mais vulneráveis. Este indicador reflete diferenças na exposição de poluentes atmosférico e portanto, abre novas perspectivas em termos de abordagem dos efeitos das queimadas à saúde humana (HACON, 2013).

Segundo a *Canadian Environmental Protection Act- CEPA* (1999), as partículas finas são normalmente oriundas de processos de combustão em veículos automotores, de indústrias e da queima de biomassa, enquanto que às partículas inaláveis grossas são geradas por processos mecânicos, como a erosão eólica, quebra das ondas do mar e operações que envolvem moagem de sólidos. O tamanho das partículas está diretamente ligado ao seu potencial de causar problemas de saúde ao ser humano. Por exemplo, estudos epidemiológicos ao redor do mundo associam concentrações ambientes de  $PM_{2,5}$  como causa de hospitalizações respiratórias e cardiovasculares, alterações na função pulmonar e uso de medicamentos.

Conforme Fernandes et al. (2010), o fato de serem mais finas, as partículas do  $PM_{2,5}$  possuem maior capacidade de entrada no organismo por meio das vias respiratórias e chegam mais longe do que as partículas de maior diâmetro, como o  $PM_{10}$ , causando danos mais significativos à saúde.

### 3.7 ESTATÍSTICA ESPACIAL

A estatística espacial permite analisar a localização dos eventos e está sendo cada vez mais utilizada pelos pesquisadores na área da saúde pois a localização e o arranjo espacial se tornam importante para uma melhor análise e interpretação dos resultados. A epidemiologia geográfica é observada pelos padrões de distribuição geográfica das doenças relacionadas à fatores socioambientais. Estudos ecológicos apontam a relação entre incidência de doenças e potenciais fatores etiológicos, consideram a dinâmica evolutiva dos processos sociais e buscam identificar as causas da incidência das doenças em grupos populacionais. Com o mapeamento de doenças é possível avaliar a variação geográfica na sua ocorrência e identificar níveis de risco, orientar a alocação de recursos e levantar hipóteses etiológicas. Com a avaliação e monitoramento ambiental é possível estimar a distribuição espacial de fatores ambientais relevantes para a saúde e acompanhar potenciais fontes ambientais que causam problemas à saúde (BRASIL, 2007).

Segundo Gatrell e Balley (1996), os métodos de análise espacial podem ser divididos em três grupos: visualização, análise exploratória de dados e modelagem.

Visualização é o mapeamento de eventos de saúde ou de variáveis ambientais, e incluem métodos simples de representação espacial até sobreposições complexas de mapas. A análise exploratória é utilizada para sumarizar e descrever padrões de distribuição geográfica e temporal de eventos e as técnicas empregadas são histogramas, boxplots, análise de clusters. A modelagem de dados espaciais é utilizada para testar hipóteses ou estimar relações entre variáveis como, por exemplo, a incidência de doenças respiratórias e variáveis ambientais ou sociais. (MEDRONHO; WERNECK, 2002).

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de um estudo ecológico, do tipo exploratório. A metodologia aplicada estudou as possíveis agressões ambientais, com destaque para as queimadas, como fator agravante no impacto a saúde pública, associado à ocorrência das doenças respiratórias, nos municípios do Estado do Maranhão, relativos ao período de 01/01/2016 a 31/12/2018.

No que tange à taxa de internações na população para o estudo, foi evidenciado, as crianças com idade de até 10 anos e indivíduos com faixa etária acima de 60 anos de idade, por tratar-se de indivíduos que possuem especificações em suas respostas do sistema imunológico.

### 4.1 ÁREA DE ESTUDO

Conforme o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2017), o Estado do Maranhão é uma das 27 unidades federativas do Brasil, localizada na região nordeste do país. Limita-se com três estados brasileiros: Piauí a leste, Tocantins ao sul e sudoeste e Pará a oeste, além do Oceano Atlântico ao norte. Sua área territorial consiste em 329.642,182 km<sup>2</sup> e com 217 municípios, é o segundo maior estado da região Nordeste e o oitavo maior estado do Brasil. Com uma população estimada em 7.114.598 habitantes, é o décimo primeiro estado mais populoso do território brasileiro. A sua capital é São Luís e é considerada a cidade mais populosa do Estado. O Maranhão possui outros municípios com população superior a cem mil habitantes que são: Imperatriz, São José de Ribamar, Timon, Caxias, Codó, Paço do Lumiar, Açailândia e Bacabal.

De acordo com os dados da Sinopse do Censo Demográfico, a população feminina maranhense era de 3.310.823 habitantes, perfazendo um percentual de 50,4% do total e a população masculina de 3.258.860, resultando num percentual de 49,6% do total (IBGE, 2010).

Ainda, segundo o IBGE (2010), a população urbana era de 4.163.728 habitantes (63,07 % do total), e a população do meio rural era de 2.425.955

habitantes (36,93 % do total). A composição étnica do Maranhão, constitui-se pela predominância da cor parda (68,8%), seguida de brancos (24,9%), negros (5,5%), e por fim dos indígenas (0,7%).

Segundo o IBGE (2017), o Maranhão é composto por 217 municípios, que estão distribuídos em 22 regiões geográficas imediatas (microrregiões), que por sua vez, estão agrupadas em cinco regiões geográficas intermediárias (mesorregiões), conforme mostra o (Anexo A). Demonstrado no mapa temático do Estado do Maranhão, segundo as regiões geográficas intermediárias: 1- São Luís (norte), 2- Santa Inês – Bacabal (centro-oeste), 3- Caxias (leste), 4- Presidente Dutra (centro-leste), 5- Imperatriz (centro-sul), conforme pode ser visualizado no (Anexo B). Como também, foi representado o mapa temático da divisão geográfica do Estado do Maranhão e seus respectivos municípios nos (Anexos C e D).

#### 4.2 CARACTERÍSTICAS FISIOGRAFICAS DO ESTADO DO MARANHÃO

O Maranhão localiza-se entre as coordenadas 5.08°S (latitude em relação à linha do Equador) e 45.14° O (longitude em relação ao Meridiano de Greenwich), segundo Geohack-Maranhão (2020).

O Estado do Maranhão está localizado no oeste da região Nordeste e tem como limites o Oceano Atlântico ao Norte, o Piauí a Leste, Tocantins ao Sul e Sudoeste e o Pará a Oeste (PORTAL VIRTUOUS, 2020).

De acordo com Gomes (2017), o estado está localizado na sub-região nordestina meio-norte, que tem características de transição, pois está entre a Região Amazônica e a área do Sertão Nordestino. Por conta dessa característica, no território maranhense tem em seu interior uma rica diversidade animal e vegetal.

Segundo Spinelli-Araújo et al. (2016), a vegetação do Maranhão é composta por diferentes tipos de ambientes que são derivados de sua transicionalidade. No interior do estado encontramos vários tipos de vegetações, nos principais biomas do estado, a Floresta Amazônica com 35%, o Cerrado com 64% e a Caatinga com 1%, compõem um mosaico de paisagens ricas em biodiversidade (ANEXO E).

Conforme Miranda, Costa e Rocha (2012), o Estado do Maranhão possui uma importante área de proteção ambiental, que é o Parque Nacional dos Lençóis



Maranhenses, compreendem uma paisagem e inesperada composta pelos maiores campos de dunas do Brasil (cerca de 120.000 ha de dunas contínuas), que é espalhada por milhares de lagoas de água doce formadas anualmente pelas chuvas.

De acordo com Batistella et al. (2013), o Estado do Maranhão apresenta duas estações do ano, um período chuvoso e um outro de estiagem que ocorrem aproximadamente seis meses cada um. Assim, segundo Bezerra et al. (2018), o Maranhão apresenta dois períodos, seis meses relativo aos meses de janeiro a junho, de estação chuvosa e o segundo período, o fim da estação chuvosa e início da estação seca referente aos meses de julho a dezembro.

#### 4.3 FONTES DE PESQUISA

O estudo foi direcionado para sistematização de informações, adquiridos por pesquisa realizada no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

As variáveis do tipo medidas ambientais de queimadas no Estado do Maranhão, foram obtidas por meio de dados fornecidos pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Para a pesquisa, também foram inseridas as variáveis para internações por doenças respiratórias, percentual de óbitos, taxa de internação, taxa de óbitos, educação (2000) para as pessoas acima de 15 anos, focos de queimadas, renda per capita (2000), gastos em saúde, Índice de Vulnerabilidade Social- IVS, Índice de Desenvolvimento Humano- IDH e Índice de GINI, disponibilizados pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA).

Os dados foram coletados a partir de endereços eletrônicos (via internet), e bibliográficos. Foram utilizadas, fontes eletrônicas do Ministério da Saúde (MS), disponibilizadas no portal do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde –DATASUS. Sendo que a técnica de estudo espacial das informações foi a análise das áreas utilizando-se dos setores censitários do IBGE, para o estado do Maranhão.

#### 4.4 POPULAÇÕES ANALISADAS

Foram analisados todos os casos com notificação para doenças respiratórias, no decurso de 01/01/2016 a 31/12/2018, no Estado do Maranhão. Realizado uma comparação dos dados coletados de cada ano, bem como as variáveis e possíveis interações com o meio ambiente nos 217 municípios do Estado do Maranhão.

Todas as faixas etárias são relevantes para o estudo, mas foi evidenciado, as crianças com idade de até 10 anos e indivíduos com faixa etária acima de 60 anos de idade, por tratar-se de indivíduos que possuem especificações em suas respostas do sistema imunológico.

#### 4.5 PERÍODO DA PESQUISA

O período de estudo, compreendeu de 01/01/2016 a 31/12/2018, no Estado do Maranhão, totalizando três anos, buscando averiguar a prevalência das doenças respiratórias nos 217 municípios do Estado.

Ao serem analisados os três anos consecutivos, observou-se a probabilidade da existência de variações mensais, como também anuais, no índice de eventos nos municípios. Os dados estatísticos foram analisados pelo método de interferência bayesiana, que descreve as indefinições sobre o quantitativo invisível de maneira probabilística, utilizando a ferramenta software TerraView, versão 4.0.0.

#### 4.6 MÉTODOS

Para o estudo, foram utilizadas variáveis do tipo medidas ambientais de focos de queimadas no Estado do Maranhão, que foram obtidas por meio de dados fornecidos pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Também foram adquiridos dados de morbidade hospitalar do SUS de doenças respiratórias (CID 10 – Capítulo IX), por meio das notificações por local de residência no estado do Maranhão, que encontram-se disponibilizados no portal do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde- DATASUS, para a análise espacial: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/defthtm.exe?sih/cnv/nrMA.def>, ambos os dados coletados referentes ao período de 01/01/2016 a 31/12/2018. Assim, como as taxas de óbitos e mortalidade referente aos três anos em análise, relacionadas às doenças respiratórias, obtidos pelo portal DATASUS. Para isso, foram consideradas as planilhas do programa EXCEL, em que foram selecionados os informes dos municípios do Estado do Maranhão.

Os dados de população dos municípios do Estado do Maranhão foram obtidos do portal do DATASUS e os dados de internação foram transformados em taxas por 100.000 habitantes.

A malha digital dos municípios do Estado do Maranhão, foi disponibilizada pelo portal do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), obtida em ([ftp://geoftp.ibge.gov.br/organizacao\\_do\\_territorio/malhas\\_territoriais/malhas\\_municipio\\_pais/municipio\\_2010/ma/ma\\_municipios.zip](ftp://geoftp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/malhas_territoriais/malhas_municipio_pais/municipio_2010/ma/ma_municipios.zip)). Sendo que a técnica de estudo espacial das informações permitiu a análise das áreas utilizando-se dos setores censitários do IBGE.

Para a pesquisa, também foram inseridas as variáveis para internações por doenças respiratórias, percentual de óbitos, taxa de internação, taxa de óbitos, educação (2000) para as pessoas acima de 15 anos, focos de queimadas, renda per capita (2000), gastos em saúde e Índice de Vulnerabilidade Social- IVS, Índice de Desenvolvimento Humano- IDH e Índice de GINI, disponibilizados pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada- IPEA, pelo portal: [https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com\\_alphacontent&view=alphacontent&Itemid=365](https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_alphacontent&view=alphacontent&Itemid=365).

Foram obtidos dados do Índice de GINI que é um instrumento para medir o grau de concentração de renda em determinado grupo, expressa a diferença entre os rendimentos dos mais pobres e dos mais ricos.

Numericamente, varia de 0 a 1, quanto mais próximo do 0, o resultado representa a situação de igualdade, ou seja, todos têm a mesma renda e quanto mais próximo do 1, o resultado está no extremo oposto, nesse sentido, quanto

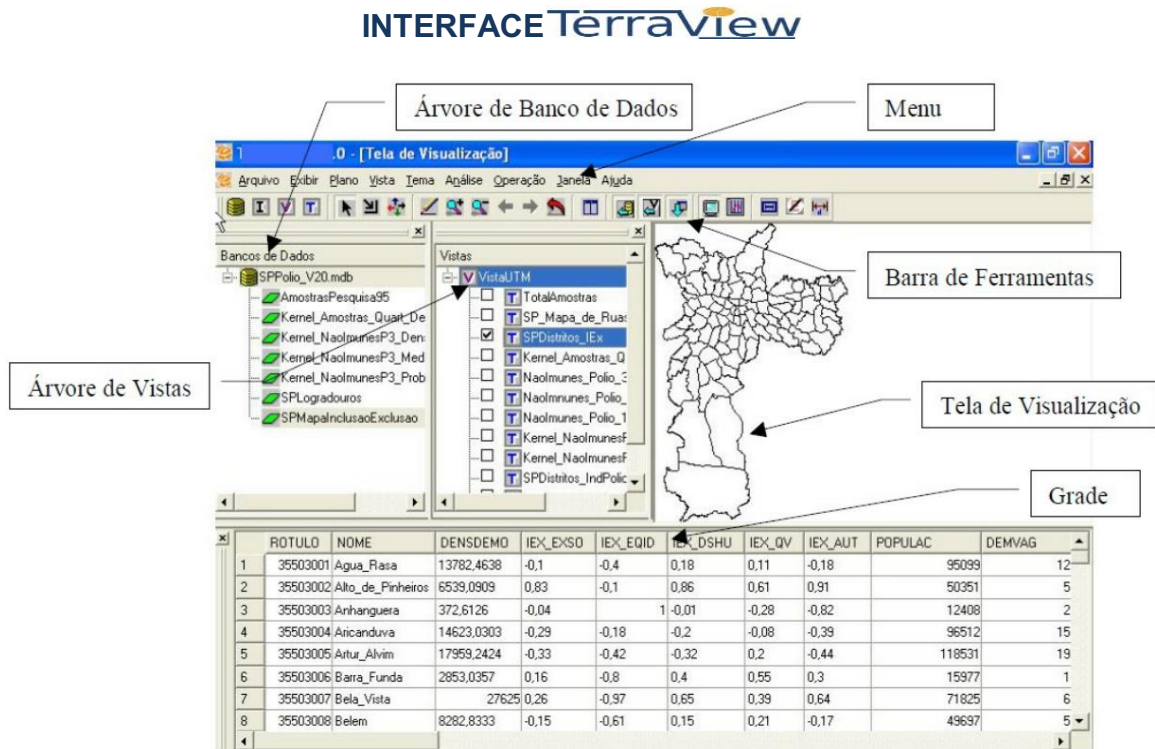
menor é o valor numérico do coeficiente de GINI, menos desigual é um país ou localidade.

Também, foi analisado IVS, que é um indicador que permite o detalhamento das condições de vida de todos os níveis socioeconômicos do país, identificando aqueles que se encontram em vulnerabilidade e risco social, este índice varia de 0 a 1, sendo que quanto mais próximo de 1, maior a vulnerabilidade do município.

Foi também obtido para o estudo, o IDH que varia de 0 a 1 quanto mais próximo de 0, o resultado significa uma qualidade de vida ruim para o país, demonstrando que há deficiências nos setores da educação, saúde e economia, e quanto mais próximo de 1, significa que o resultado apresenta boa qualidade de vida, demonstrando que há eficiência nas políticas públicas voltadas à saúde, educação e ao desenvolvimento econômico.

Foram criadas tabelas com dados obtidos do INPE, DATASUS, IBGE e IPEA, sendo para análise estatística da distribuição espaço-temporal, foi utilizado a ferramenta software TerraView, versão 4.0.0, de acesso público e disponível para a análise obtido pelo portal: <http://www.dpi.inpe.br/terralib>.

O software TerraView, foi criado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)- Sistema de Informação Geográfica (SIG), também conhecido como GIS, é um aplicativo que disponibiliza apoio cartográfico, construído sobre a biblioteca de geoprocessamento TerraLib, tendo como objetivos de apresentar à comunidade um fácil visualizador de dados geográficos e exemplificar a utilização da biblioteca TerraLib, com recursos de consulta a análise avançada destes dados, bem como, manipulação de dados vetoriais (pontos, linhas e polígonos) e matriciais (grades e imagens). O TerraView provê uma interface gráfica para funções e algoritmos disponíveis na TerraLib (INPE, 2012), demonstrada na figura 4.



**Figura 4:** Interface do aplicativo software TerraView.

**Fonte:** Site Oficial: [www.dpi.inpe.br/terraview/index.php](http://www.dpi.inpe.br/terraview/index.php) (INPE, 2012).

Para realizar a análise estatística espacial, optou-se pelo Índice de Moran Global para estimar a correlação espacial entre áreas de queimadas e as áreas de notificações de doenças respiratórias, de modo a reconhecer a circunstância de dependência espacial.

O índice de Moran Global ( $I_M$ ) é a expressão da autocorrelação, considerando apenas o primeiro vizinho.

$$I^{(k)} = n \frac{\sum_{t=1}^n \sum_{f=1}^n w_{tf}^{(k)} (z_t - \bar{z})(z_f - \bar{z})}{(z_t - \bar{z})^2} \quad (1)$$

Em que o:

$N$ = número de observação

$W_{ij}$ = elemento na matriz de vizinhança para o par  $i$  e  $j$

$W$ = soma dos ponderadores da matriz

$z_i$  e  $z_j$ = desvios em relação à média ( $z_i - \bar{z}$ ), ( $z_j - \bar{z}$ )

$\bar{z}$ = média

Desta forma, foi empregada a estimativa dos índices de Moran Global e índice de Moran Local – LISA, que estimam a correlação espacial e autocorrelação local, auxiliando na identificação de sub-regiões com ocorrência de atrelamento espacial. Foi utilizado um critério de vizinhança de primeira ordem para concretização dos cálculos, em que se definiram como vizinhos, os municípios que fazem fronteira.

O índice de Moran Global é definido entre -1 e 1, valor próximo a 0 sugere ausência de correlação e próximo a 1 indica dependência espacial positiva com maior semelhança entre os municípios adjacentes (agrupamento) e a dependência espacial negativa é apontada como -1, indicando dissimilaridade (dispersão). O índice de valor baixo e significância superior a 0,05, mostra que não se pode rejeitar a hipótese de que não existe autocorrelação espacial, porém se o índice for alto e o valor de p menor que 0,05, deve-se aceitar a hipótese de que há autocorrelação espacial. Para avaliar a significância do teste, foi utilizado o critério de 99 permutações e o próprio programa fornece o valor, bem como o nível de significância (p-valor).

Foi avaliado o padrão local de autocorrelação espacial (LISA) a fim de se obter um maior detalhamento dos resultados. Este indicador LISA, faz a decomposição do indicador global de autocorrelação na contribuição local de cada observação em quatro categorias, cada uma individualmente correspondendo a um quadrante no diagrama de dispersão de Moran.

Os dados para a construção dos mapas de Moran Map foram gerados, indicando que houve nível de significância na interface (> 95% de confiança), e sugeriram os locais com prioridade de intervenção, tendo como critério: “0” não significante=NS (ausência de dados); “1” Q1 – alto-alto, alta prioridade (valores positivos, médias positivas); “2” Q2 – baixo-baixo, baixa prioridade (valores negativos, médias negativas); “3” Q3 – alto-baixo (valores altos da variável e baixo dos vizinhos) e “4” Q4 – baixo-alto (valores baixos da variável e alto dos vizinhos), sendo considerados de média prioridade (associação espacial negativa). Existindo a possibilidade de ocorrer minimização de oscilações aleatórias, uma vez que foram analisados três anos consecutivos, conforme cada variável.

Foram obtidos os valores LISA map, para a variável de taxa de óbitos, como também foram obtidos os valores do índice de Moran Bivariado, para as variáveis de educação (2000), focos de queimadas, IVS, IDH, GINI (2010), que tem como objetivo central descobrir se os valores de uma variável observada em uma região,

apresentam uma relação com os valores de outra variável, observada nas regiões vizinhas.

Foi utilizado o método de classificação de estratificação quantil, para as queimadas, assim foram analisados valores absolutos para os focos, para as internações e as taxas.

Desta forma, foram construídos mapas coropléticos com estas variáveis, para melhor visualização do atributo, pois estes são apenas uma das diversas possibilidades de se comunicar, divulgar e compartilhar conhecimentos relacionados à área da saúde que trata de um comportamento ou uma ocorrência no espaço geográfico. A significância adotada para esse estudo foi alfa igual a 5%.

Este estudo não foi submetido ao Comitê de Ética na Plataforma Brasil, pois dispensa o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE, por referir-se a informações de domínio público, sem a identificação dos indivíduos expostos online, no banco de dados do portal do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde – DATASUS, Instituto de pesquisas Espaciais – INPE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE e Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada -IPEA.

No que concerne aos critérios de inclusão, foram incluídos os casos notificados, por local de residência, de Doenças Respiratórias, dispostos no portal do DATASUS e foram excluídos os casos que não se enquadrem nos fatores de inclusão.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se na tabela 3, para os 217 municípios do Estado do Maranhão, para análise dos seguintes dados estatísticos, relacionados a doenças respiratórias: internações hospitalares, óbitos, taxa de internação, taxa de óbito, educação (2000), focos de queimadas, renda per capita (2000), IVS, IDH e o índice de GINI (2010).

O valor total de internações hospitalares por doenças respiratórias nas 217 cidades, no período de 01/01/2016 a 31/12/2018, foram de 134.508 indivíduos, obteve-se municípios com de média de 619.85 (dp:759,750), com mínimo de 20 pessoas e no máximo de 7.453.

Em relação ao número total de óbitos, verificou-se cidades com média de 23,43 (dp:74,590), com municípios que não apresentaram registros e outros com máximo de 996, fechando um somatório de 5.085 óbitos.

Para a taxa de internação hospitalar por doenças respiratórias, observou-se uma média 93,60 (dp: 113,160), com valor mínimo 7,89 e máximo 1.104,60 e para a taxa de óbitos referente a essas internações hospitalares, foi constatado uma média de 21,41 (dp: 27,110), com municípios sem registros de óbitos e outros municípios com o valor máximo 347,39.

Constatou-se também, que os dados estatísticos referente ao nível educacional (2000), para as pessoas acima de 15 anos, apresentaram uma média de 64,61 para alfabetização (dp:8,340) com valores mínimo de 44,42 e máximo de 92,69.

Para os três anos consecutivos, os focos de queimadas, relacionados aos 217 municípios, foram registrados um valor médio de 3.768 (dp: 6.046), com valor mínimo de 36 e máximo de 40.981, totalizando 817.744 focos ativos de queimadas.

A renda per capita por individuo (2000), verificou-se uma média de rendas de R\$ 69,80 (dp: R\$ 27,990), com mínimo de R\$ 28,38 e máximo de R\$ 252,13.

Para Índice de Vulnerabilidade Social (IVS), obteve-se um valor médio de 0,578, (dp:0,097), com valor mínimo de 0,251 e o máximo de 0,785.

Quanto ao Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) o valor médio foi de 0,576, (dp: 0,046), com mínimo 0,442 e para o máximo 0,769.

Para análise do índice de GINI (2010), obteve-se uma média de 0,564 (dp: 0,480), com valor mínimo de 0,448 e máximo de 0,790.



Os valores médios com os seus respectivos desvios padrões, valores mínimos e máximos e soma das variáveis desse estudo, estão representados na tabela 3.

**Tabela 3:** Dados estatísticos das variáveis, Maranhão- Brasil- 2016 a 2018.  
**Fonte:** Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada- IPEA, 2020.

Dados	Nº munic.	v. mínimo	v. máximo	soma	v. média	desvio padrão
Intern. DR	217	20	7.453	134.508	619,85	759,750
Óbitos	217	0	996	5.085	23,43	74,590
Taxa Internação	217	7,89	1.104,60		93,60	113,160
Taxa Óbito	217	0,00	347,39		21,41	27,110
Educação (2000)	217	44,42	92,69		64,61	8,340
Focos Queimadas	217	36	40.981	817.744	3.768	6.046
Renda per capita (2000)	217	28,38	252,13		69,80	27,990
IVS	217	0,251	0,785		0,578	0,097
IDH	217	0,442	0,769		0,576	0,046
GINI (2010)	217	0,448	0,790		0,564	0,480

Na tabela 4, para análise espacial do Índice de Moran Univariado, observou-se quanto aos indicadores de gastos com a saúde, que não existia uma autocorrelação espacial, considerada não significativa, pois  $I_M = 0,02$  ( $p$  valor=0,12), sendo que os dados foram espalhados aleatoriamente formando assim, um mosaico.

O percentual de óbitos por total de pacientes por internação hospitalar por doenças respiratórias, indicou um  $I_M = 0,16$  ( $p$  valor  $<0,01$ ), ou seja, com significância para autocorrelação entre os dados.

Em relação à taxa de óbitos, obteve-se uma autocorrelação negativa, não significativa, isto é, de acordo com o  $I_M = 0,02$  ( $p$  valor  $=0,27$ ), constatou-se municípios com taxas de óbitos elevados e estes, estão circundados por municípios com taxas de óbitos baixas.

No que diz respeito à avaliação dos dados de educação (2000), nos 217 municípios, para análise espacial para o Índice de Moran Global, o  $I_M = 0,51$  ( $p$  valor  $<0,01$ ), mostrou-se uma autocorrelação significativa. Em relação ao Índice de Moran Bivariado, correlacionada entre as variáveis de educação (2000) e taxa de óbitos, com  $I_M = -0,11$  ( $p$  valor  $<0,01$ ), educação (2000) e taxa de internação com  $I_M = -0,07$  ( $p$  valor  $<0,01$ ), educação (2000) e taxa de focos de queimadas, com  $I_M = -0,10$  ( $p$  valor  $<0,01$ ), mostrou-se também uma autocorrelação positiva e significativa entre as variáveis.

Para análise espacial, o Índice de Moran Global avaliou a significância altamente correlacionada dos dados de focos de queimadas no Estado do Maranhão, com  $I_M = 0,47$  ( $p$  valor  $<0,01$ ). Quanto ao Índice de Moran Bivariado, a correlação encontrada entre as variáveis de focos de queimadas e taxa de óbitos apresentaram-se com  $I_M = 0,09$  ( $p$  valor  $<0,01$ ), os focos de queimadas e taxa de internação com  $I_M = 0,17$  ( $p$  valor  $<0,01$ ) dessa forma, demonstrou-se uma autocorrelação positiva entre as variáveis.

Em relação à renda per capita (2000), por indivíduo, a análise espacial mostrou-se positiva com  $I_M = 0,16$  ( $p$  valor  $<0,01$ ), um valor significativo para os 217 municípios.

Para o IVS, a análise espacial do índice de Moran Global, apontou um  $I_M = 0,36$  ( $p$  valor  $<0,01$ ), uma representação significativa, pois existem municípios com IVS alto, circundados por municípios com IVS baixo e estes por sua vez, também circundados por municípios com IVS baixos. No que se refere ao Índice de Moran Bivariado, relacionado as variáveis de IVS e taxa de óbitos, o  $I_M = 0,04$  ( $p$  valor  $=0,13$ ), IVS e taxa de internação com  $I_M = -0,13$  ( $p$  valor  $=0,17$ ) e IVS com taxa de focos de queimadas com  $I_M = -0,04$  ( $p$  valor  $=0,09$ ), demonstrou-se não haver autocorrelação entre essas variáveis.

Quanto ao IDH, ao avaliar a significância do Índice de Moran Global,  $I_M = 0,28$  ( $p$  valor $<0,01$ ), evidenciou-se autocorrelação espacial entre os municípios. No que concerne ao Índice de Moran Bivariado, associadas as variáveis de IDH e taxa de óbitos, o  $I_M = - 0,13$  ( $p$  valor $<0,01$ ), e IDH com taxa de internação com  $I_M = - 0,10$  ( $p$  valor $<0,01$ ) apresentou-se uma autocorrelação positiva e significativa entre as variáveis citadas, porém IDH e focos de queimadas com  $I_M = - 0,14$  ( $p$  valor $<0,14$ ) não observou-se autocorrelação entre as variáveis.

Para o índice de GINI (2010), a significância do Índice de Moran Global de  $I_M = 0,22$  ( $p$  valor $=0,01$ ), evidenciou-se dessa maneira que teve uma autocorrelação espacial positiva, isto é, existem municípios com taxas elevadas circundados por municípios com taxas também elevadas, representando situação de igualdade de renda entre os municípios e unidades com baixa concentração de renda rodeadas por municípios na mesma situação. Quanto ao Índice de Moran Bivariado relacionado ao índice de GINI (2010) e taxa de óbitos com  $I_M = 0,04$  ( $p$  valor $=0,12$ ), não apresentou-se autocorrelação entre as variáveis, quanto ao índice de GINI (2010) e taxa de internação com  $I_M = 0,07$  ( $p$  valor $=0,02$ ) e índice de GINI (2010) com focos de queimadas com  $I_M = 0,22$  ( $p$  valor $<0,01$ ) demonstrou-se autocorrelação entre as variáveis mencionadas.

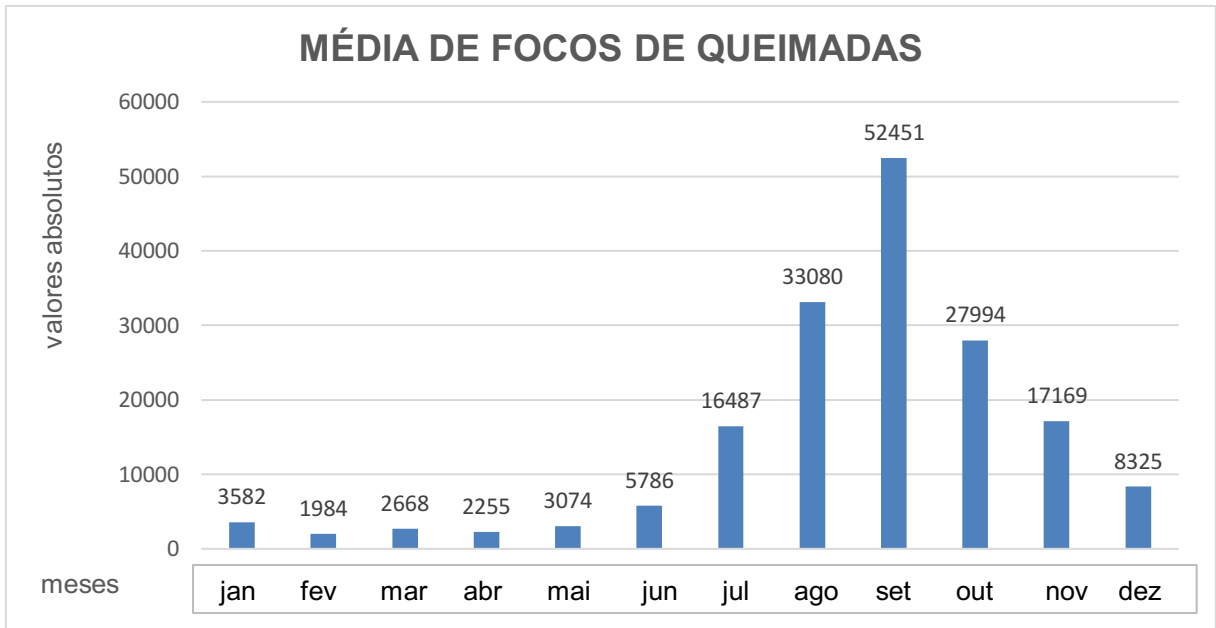
As variáveis e os dados dos índices de Moran univariado e bivariado com seus respectivos  $p$  valores, estão dispostos na tabela 4.

**Tabela 4:** Dados estatísticos das variáveis e Índice Moran univariado e bivariado- Maranhão- Brasil- 2016 a 2018.

**Fonte:** Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada- IPEA, 2020.

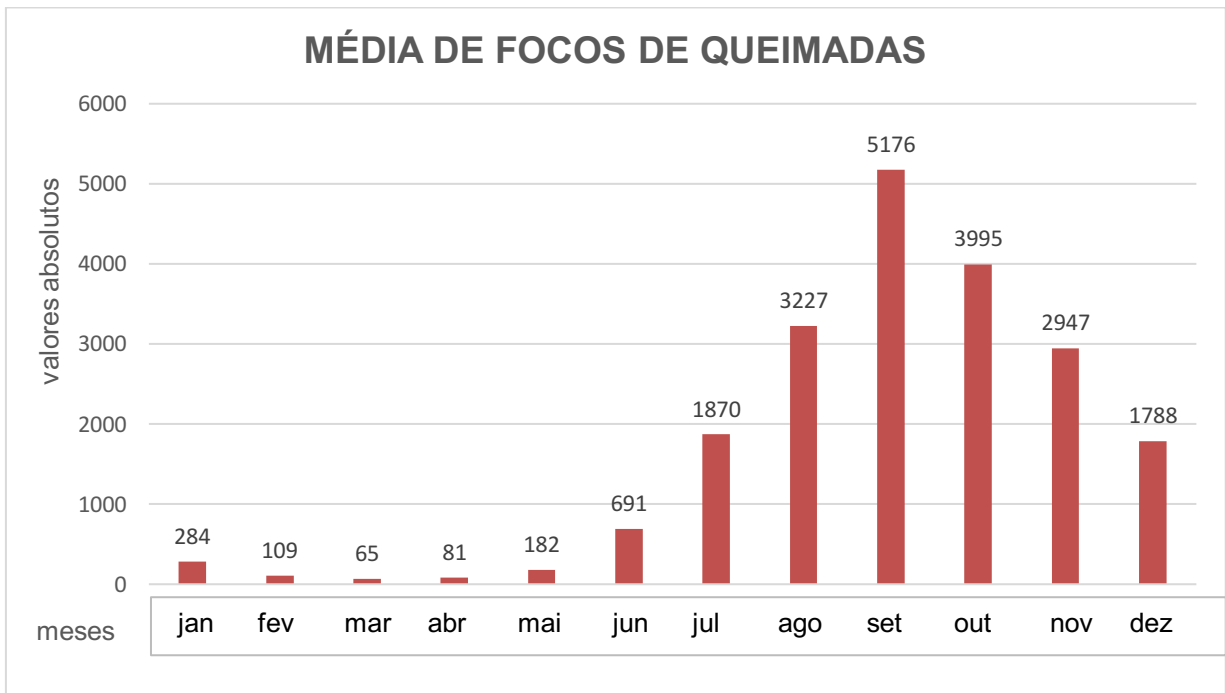
Dados	MORAN univariado	MORAN bivariado (tx. óbitos)	MORAN bivariado (tx. internação)	MORAN bivariado (tx. focos)
Gastos em Saúde	0,02 (p=0,12)			
% Óbitos	0,16 (p<0,01)			
Taxa de Óbito	0,02 (p=0,27)			
Educação (2000)	0,51 (p<0,01)	- 0,11 (p<0,01)	- 0,07 (p<0,01)	- 0,10 (p<0,01)
Focos de queimadas	0,47 (p<0,01)	0,09 (p<0,01)	0,17 (p<0,01)	
Renda per capita (2000)	0,16 (p<0,01)			
IVS	0,36 (p<0,01)	0,04 (p=0,13)	- 0,13 (p=0,17)	- 0,04 (p=0,09)
IDH	0,28 (p<0,01)	- 0,13 (p<0,01)	- 0,10 (p<0,01)	- 0,14 (p<0,14)
GINI (2010)	0,22 (p=0,01)	0,04 (p=0,12)	0,07 (p=0,02)	0,22 (p<0,01)

De acordo com INPE (2020), as figuras 5 e 6 definem as médias estatísticas da leitura relacionada aos focos de queimadas, em todo o território brasileiro e no Estado do Maranhão, as informações convergem para os meses de agosto, setembro e outubro, como o período de maior incidência de focos de queimadas, no decorrer de 01/01/2016 a 31/12/2018.



**Figura 5:** Média estatística de focos de queimadas no território brasileiro, no período de 01/01/2016 a 31/12/2018- Brasil.

**Fonte:** INPE, 2020.

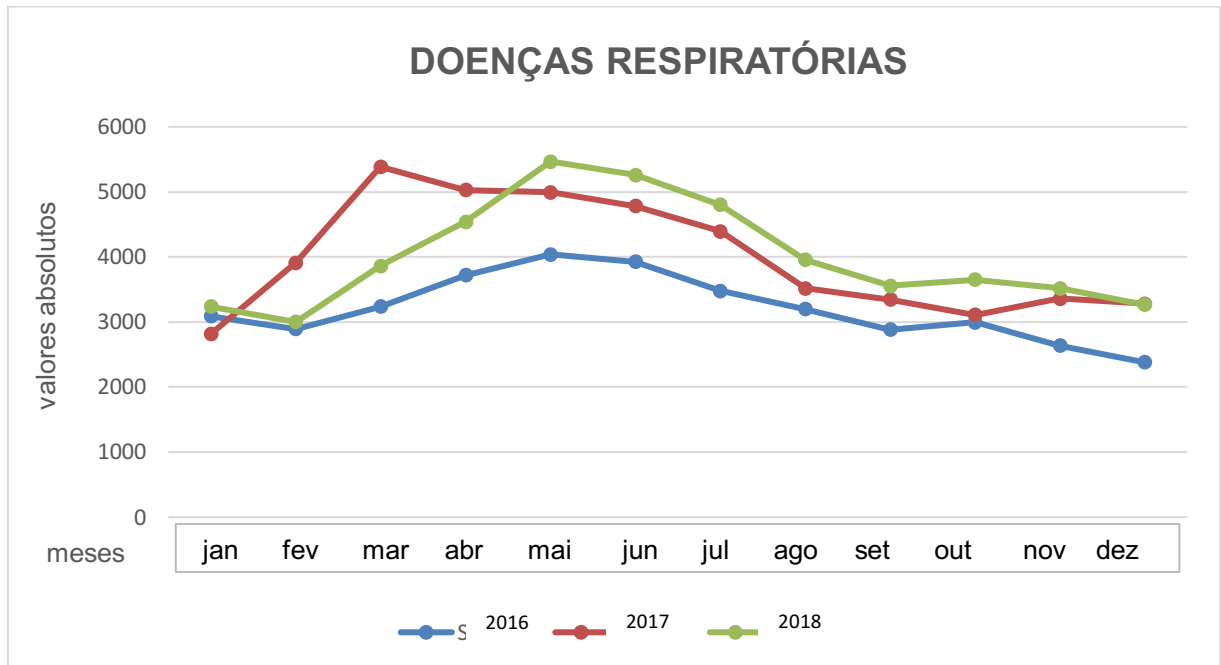


**Figura 6:** Média estatística de focos de queimadas, no Estado do Maranhão, no período de 01/01/2016 a 31/12/2018.

**Fonte:** INPE, 2020.

A figura 7, define a leitura relacionada a doenças respiratórias, no Estado do Maranhão, a partir do portal do Ministério da Saúde (DATASUS), para o período de

01/01/2016 a 31/12/2018, e permitiu observar que os maiores índices das doenças respiratórias ocorreram entre os meses de maio e junho.



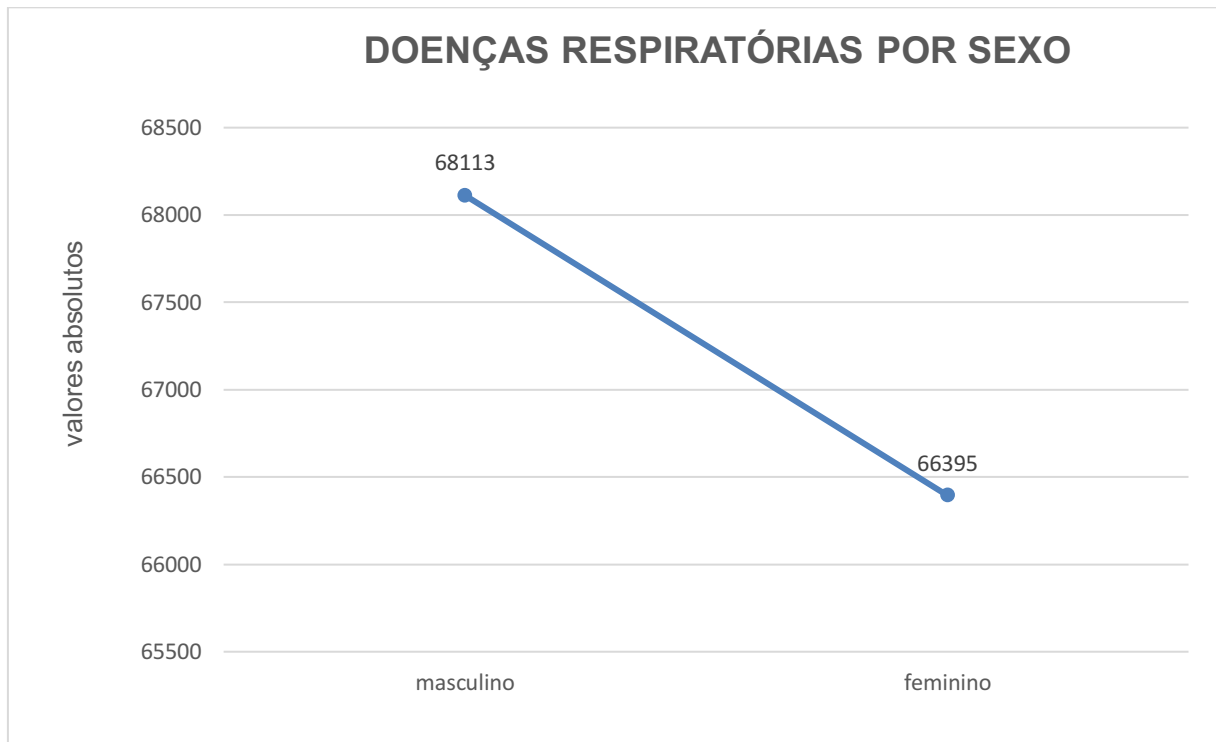
**Figura 7:** Dados estatísticos de doenças respiratórias, no Estado do Maranhão, no período de 01/01/2016 a 31/12/2018.

**Fonte:** DATASUS, 2020.

Na figura 8, observa-se a a representação gráfica das doenças respiratórias distribuídas por sexo, no período de 01/01/2016 a 31/12/2018, no Estado do Maranhão, onde percebe-se que o maior índice foi do sexo masculino em relação ao índice do sexo feminino, com pequena diferenciação entre esses valores. O sexo não é um fator intrínseco para o acometimento de doenças respiratórias, porém o número de morbidades do sexo masculino poderia ter sido mais elevado, pois é cultural que o homem procura atendimento médico após extrema necessidade.

Segundo Moreira, Fontes e Barboza (2014), incluir a participação do homem nas ações de saúde é, no mínimo, um desafio, por diferentes razões. Uma delas se refere ao fato de, em geral, o cuidar de si e a valorização do corpo no sentido da saúde, também no que se refere ao cuidar dos outros, não serem questões colocadas na socialização dos homens e corroborando, os autores Desalu, Oluwafemi e Ojo (2009), dizem que, ademais, os homens prestam menos atenção em sua saúde e buscam menos atendimento médico, talvez por que normalmente são a maior fonte de renda da família e continuam trabalhando até que sua condição

piore e eles fiquem incapacitados. Como resultado da gravidade da sua condição e incapacitação, em geral esses homens se apresentam como casos de emergência respiratória.

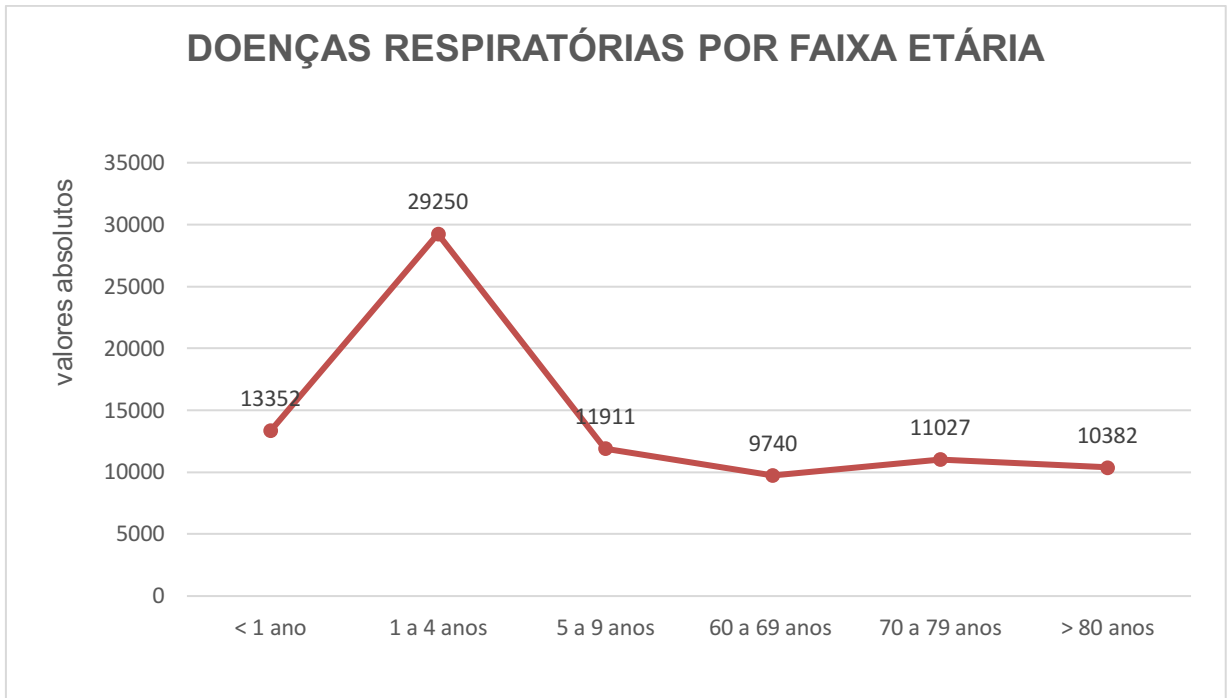


**Figura 8:** Dados estatísticos de doenças respiratórias por sexo, no Estado do Maranhão, no período de 01/01/2016 a 31/12/2018.

**Fonte:** DATASUS, 2020.

Na figura 9, é explícito que o maior índice de casos de doenças respiratórias, distribuídas por faixa etária predomina entre 0 e 4 anos, no período de 01/01/2016 a 31/12/2018 no Estado do Maranhão. Porém, sendo mais elevada na faixa etária de 1 a 4 anos de idade. Todas as faixas etárias são relevantes para o estudo, mas estes índices são pertinentes em relação as demais faixas etárias por estarem interligadas a imaturidade do sistema imunológico.

Segundo Zancul e Povinelli (1998), como as queimadas ocorrem principalmente em meses de seca e de inverno, os poluentes emitidos são componentes que colaboram na piora da qualidade do ar, pois a presença do carvãozinho, juntamente com outros fatores, tais como umidade baixa, presença de poeiras e temperaturas baixas, traz problemas para a saúde das pessoas, provocando o aparecimento de surtos de doenças do trato respiratório, principalmente em crianças e idosos.



**Figura 9:** Dados estatísticos de doenças respiratórias por faixa etária, no Estado do Maranhão, no período de 01/01/2016 a 31/12/2018.

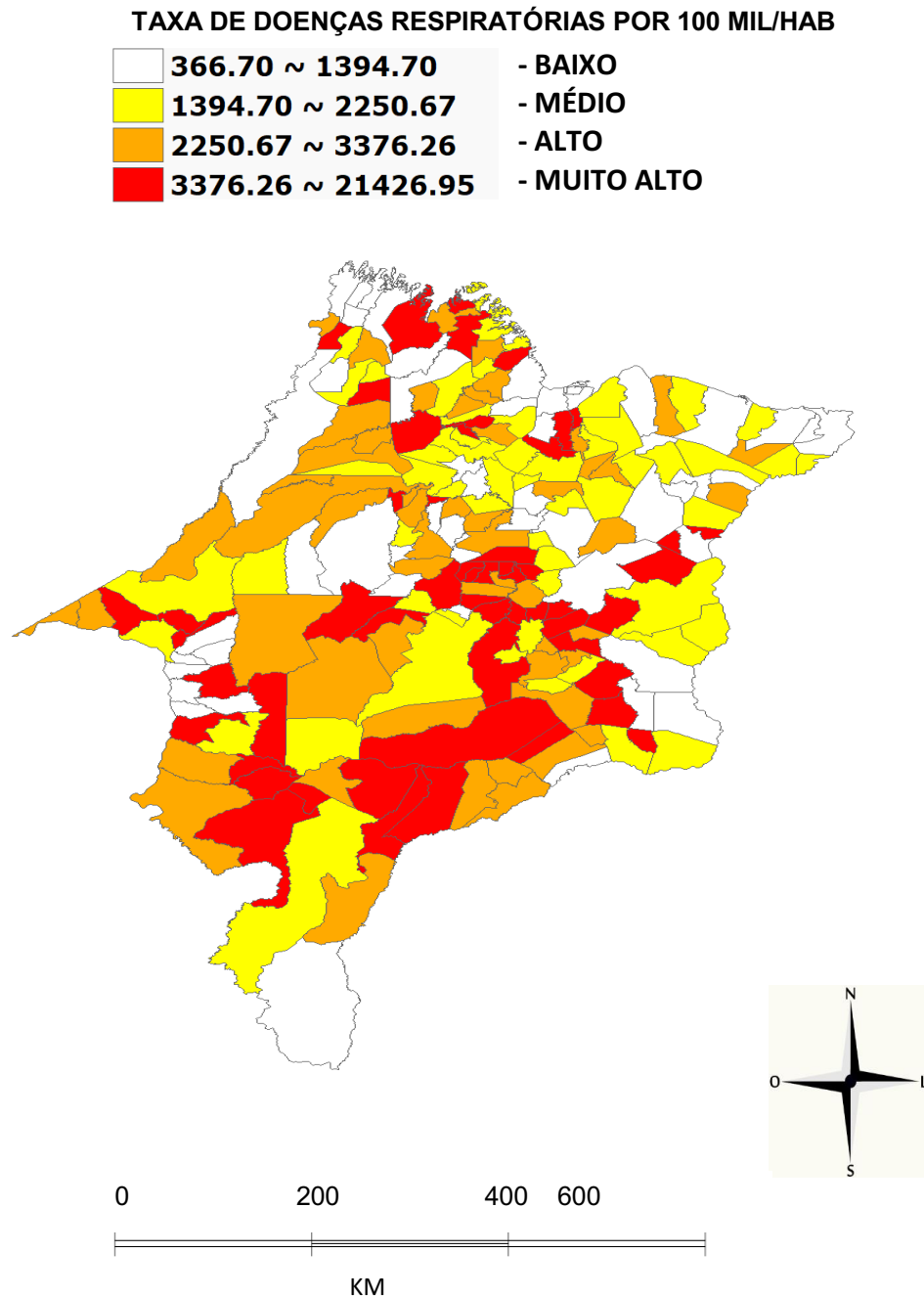
**Fonte:** DATASUS, 2020.

Na figura 10, observa-se aglomerados entre os municípios com valores elevados conforme a razão de internações hospitalares por doenças respiratórias por 100 mil/habitantes, no Estado do Maranhão, localizados nas regiões geográficas intermediárias de Presidente Dutra, (centro- leste) e de Imperatriz (centro- sul), como também evidenciou-se as taxas mais baixas por internações por doenças respiratórias por 100 mil/habitantes, nas regiões geográficas intermediárias de São Luís (norte) e em Santa Inês – Bacabal (centro-oeste), do Estado do Maranhão.

Quanto a análise de estatística espacial, o Índice de Moran Global, ao avaliar a significância foi de  $I_M = 0,079$  (p valor 0,02), constatou-se dessa forma que houve autocorrelação espacial significativa e positiva entre os municípios.

As taxas de internações hospitalares por doenças respiratórias por 100 mil/habitantes, no Estado do Maranhão, do período de 2016 a 2018, estão dispostas na figura 10:





**Figura 10:** Mapa temático do Estado do Maranhão de Taxa de Doenças Respiratórias por 100 mil/habitantes, no período de 01/01/2016 a 31/12/2018. MoranMap, 2020.

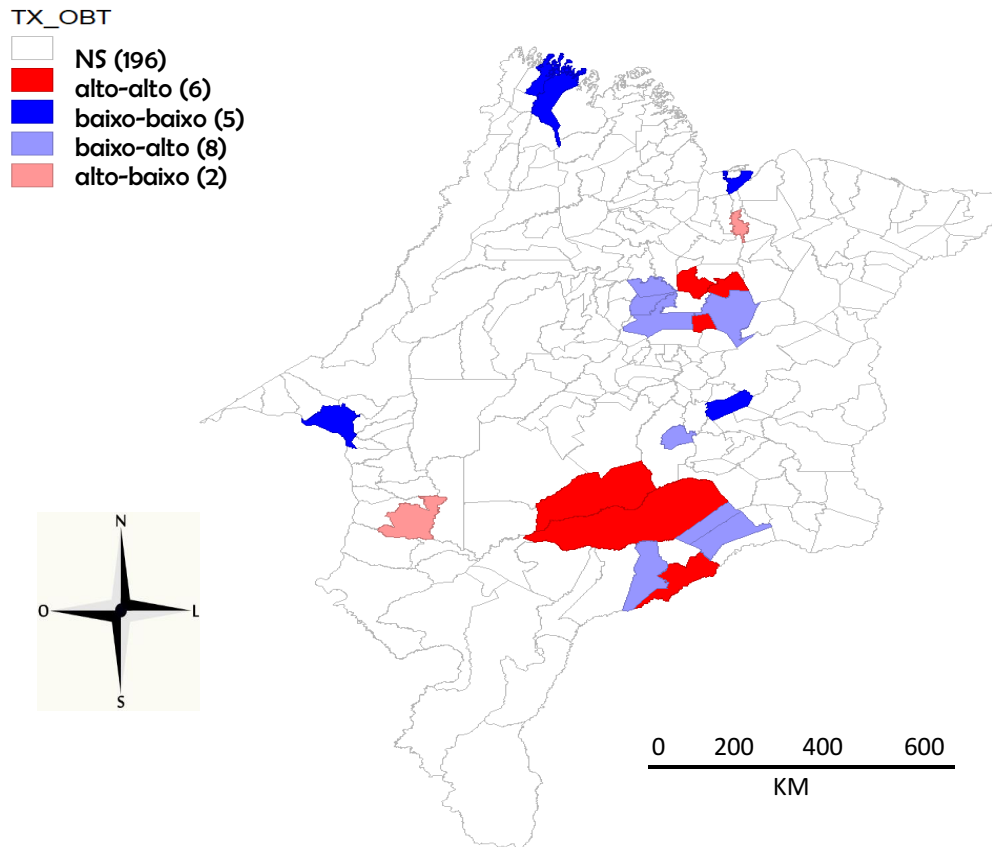
**Fonte:** Autoria própria.

Na figura 11, constata-se que a taxa de óbitos não é significativa, teve autocorrelação negativa, ou seja, municípios com taxa de óbitos elevadas, circundadas por municípios com taxa de óbitos baixas.

Quanto a análise de estatística espacial, o Índice de Moran Global, ao avaliar a significância o  $I_M = 0,02$  ( $p$  valor=0,27), observou-se que não apresentaram autocorrelação significativa entre os municípios.

Para os 217 municípios divididos por prioridades de intervenção, de acordo com os critérios: 196 municípios com critério “0” não significante=NS (ausência de dados), 06 municípios com critério “1” Q1 – alto- alto, alta prioridade (valores positivos, médias positivas), 05 municípios com critério “2” Q2 “baixo-baixo, baixa prioridade (valores negativos, médias negativas), 08 municípios com critério “3” Q3 – baixo-alto (valores baixos da variável e alto dos vizinhos) e 02 municípios com critério “4” Q4 – alto-baixo (valores altos da variável e baixo dos vizinhos), obtive-se para taxa de óbitos um valor médio de 21,41 (dp: 27,110) com mínimo de 0 e um máximo de 347,39.

Destacou-se os municípios, que evidenciaram alta prioridade de intervenção, com critério “1” Q1 –alto- alto, alta prioridade (valores positivos, médias positivas), Fernando Falcão (nº 71) pertencente à região intermediária de Imperatriz (centro-sul), Benedito Leite (nº 30) e Mirador (nº 118) pertencente à região intermediária de Presidente Dutra (centro-leste), Alto Alegre do Maranhão (nº 07) pertencente à região geográfica intermediária de Santa Inês – Bacabal (centro-oeste) e os municípios de Matões do Norte (nº 116) e Pirapemas (nº 146) que são pertinentes à região intermediária de São Luís (norte).

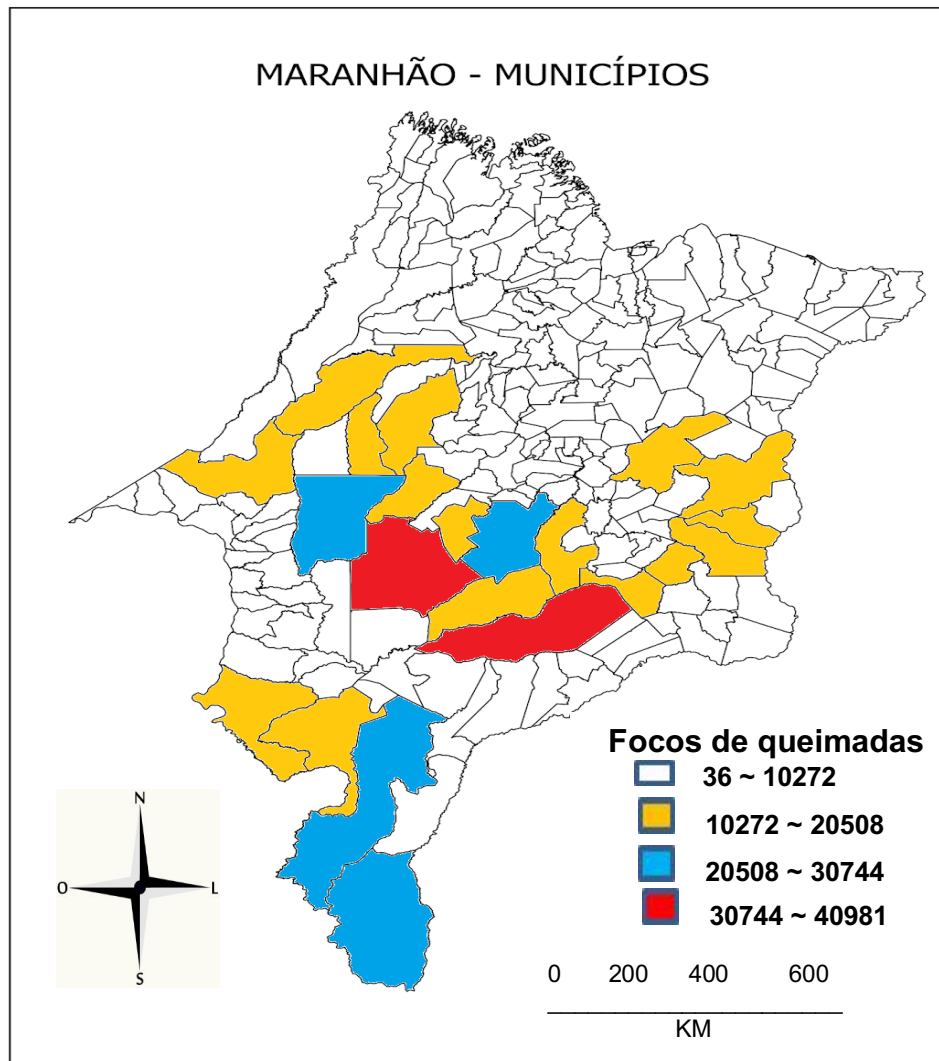


**Figura 11:** Mapa do estado do Maranhão, por municípios, para Taxa de Óbitos-LISA Map, 2020.

**Fonte:** Autoria própria.

Na figura 12, estão dispostos os dados referentes a distribuição de focos de queimadas no período de 2016 a 2018, observou-se no mapa, que a área de queimadas, aparece com dados expostos com maior ênfase na cor vermelha, variando de 30.744 a 40.981 focos de queimadas, atingindo parte dos municípios das regiões geográficas intermediárias de Presidente Dutra (centro-leste) e Imperatriz (centro-sul).

Em relação à estatística espacial, o índice de Moran Global, ao avaliar a significância foi de  $I_M = 0,47$  (p valor  $< 0,01$ ), assim evidenciou-se a autocorrelação espacial significativa entre os municípios.



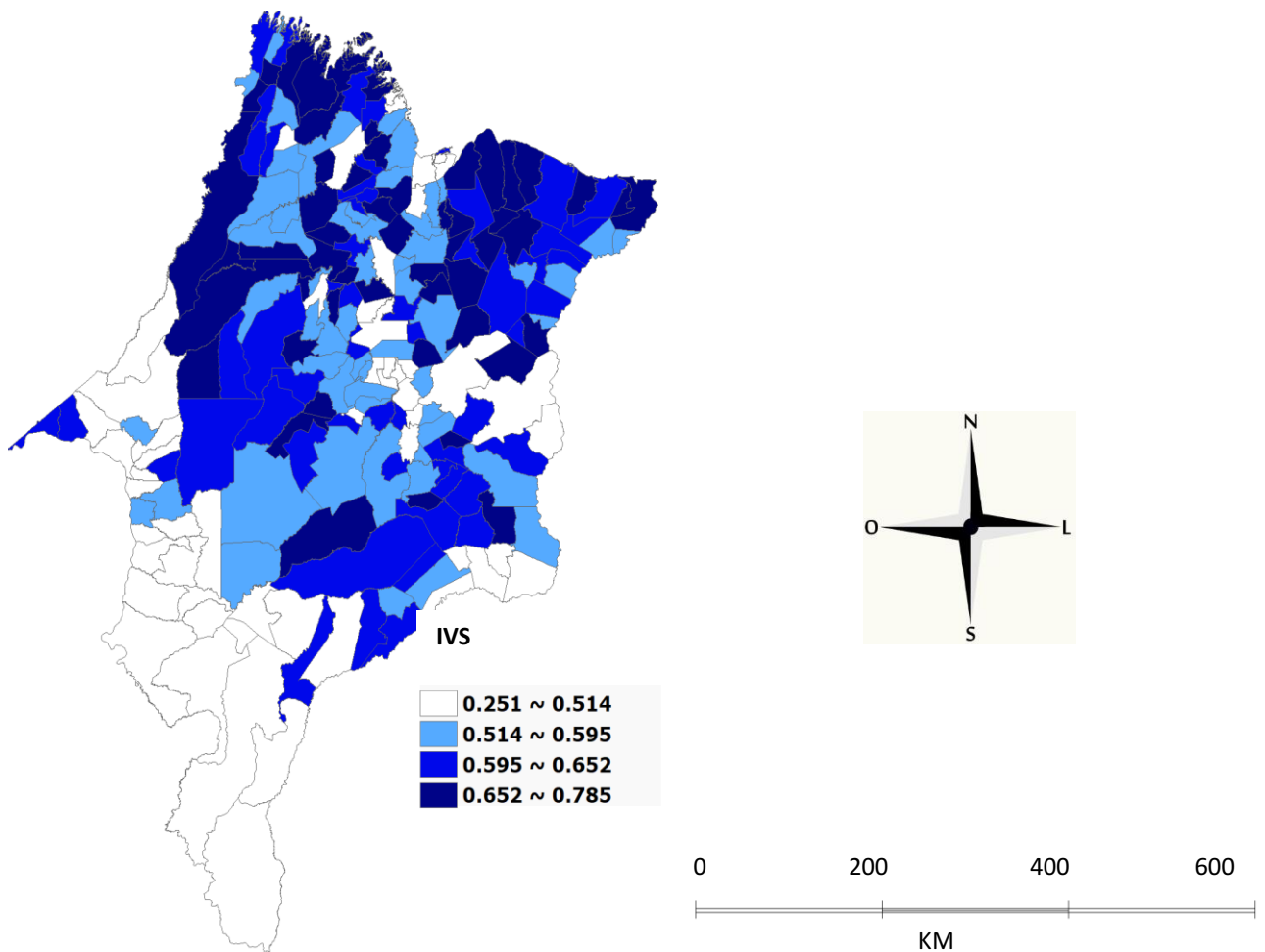
**Figura 12:** Mapa temático, do Estado do Maranhão, por municípios, para distribuição de focos de queimadas nos anos de 2016, 2017 e 2018- MoranMap, 2020.

**Fonte:** Autoria própria.

Para a figura 13, foram analisados os municípios do estado do Maranhão, quanto ao Índice de Vulnerabilidade Social (IVS), através desse indicador aritmético, constatou-se que os municípios na cor azul escuro, possuíam maior vulnerabilidade social e concentram-se nas regiões geográficas intermediárias de São Luís (norte), Santa Inês – Bacabal (centro-oeste), Caxias (leste), Presidente Dutra (centro-leste) e em três municípios da região intermediária de Imperatriz (centro-sul). Para os 217

municípios maranhenses, obteve-se para o IVS, um valor médio de 0,578 (dp: 0,097) um mínimo de 0,251 e um máximo de 0,785.

Observou-se ao analisar o  $I_M = 0,36$  ( $p$  valor  $< 0,01$ ), que teve muitos municípios com IVS alto, rodeados por municípios com IVS baixo e que possuem vizinhos com IVS baixo também.



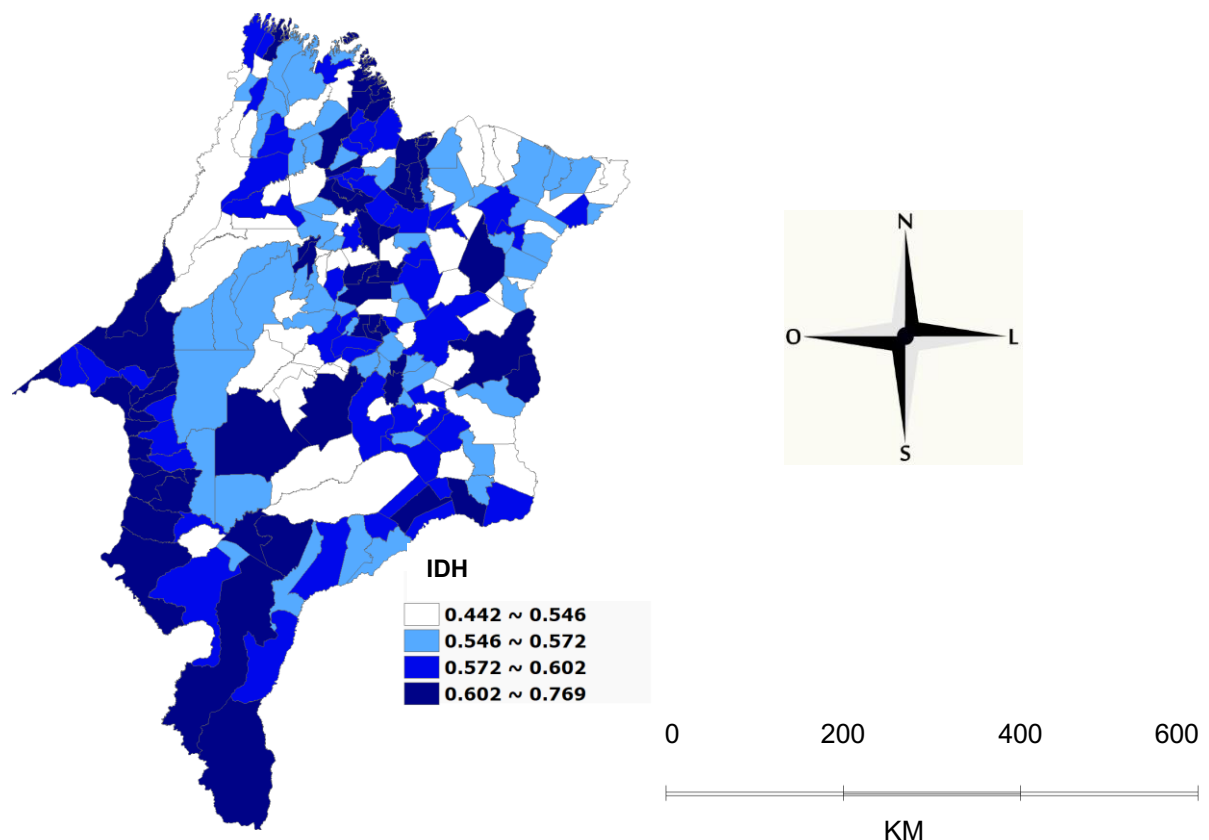
**Figura 13:** Mapa temático, do Estado do Maranhão, por municípios, para o Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) - MoranMap, 2020.

**Fonte:** Autoria própria.

No mapa temático da figura 14, foram dispostos os municípios maranhenses, quanto ao Índice de Desenvolvimento Humano- IDH, apontando os municípios dispersos no estado do Maranhão, destacados na cor azul escuro com uma variabilidade de 0,602 a 0,769, demonstrando que há eficiência nas políticas públicas voltadas à saúde, educação e ao desenvolvimento econômico, atingindo

parte dos municípios das regiões geográficas intermediárias de São Luís (norte), Santa Inês – Bacabal (centro-oeste), Caxias (leste), Presidente Dutra (centro-leste) e Imperatriz (centro-sul), ao analisarmos a significância o  $I_M=0,28$  ( $p$  valor $<0,01$ ), evidenciou-se a autocorrelação espacial significativa entre os municípios.

Para os 217 municípios maranhenses, obteve-se para o IDH, um valor médio de 0,576 (dp: 0,046). um mínimo de 0,442 e um máximo de 0,769.



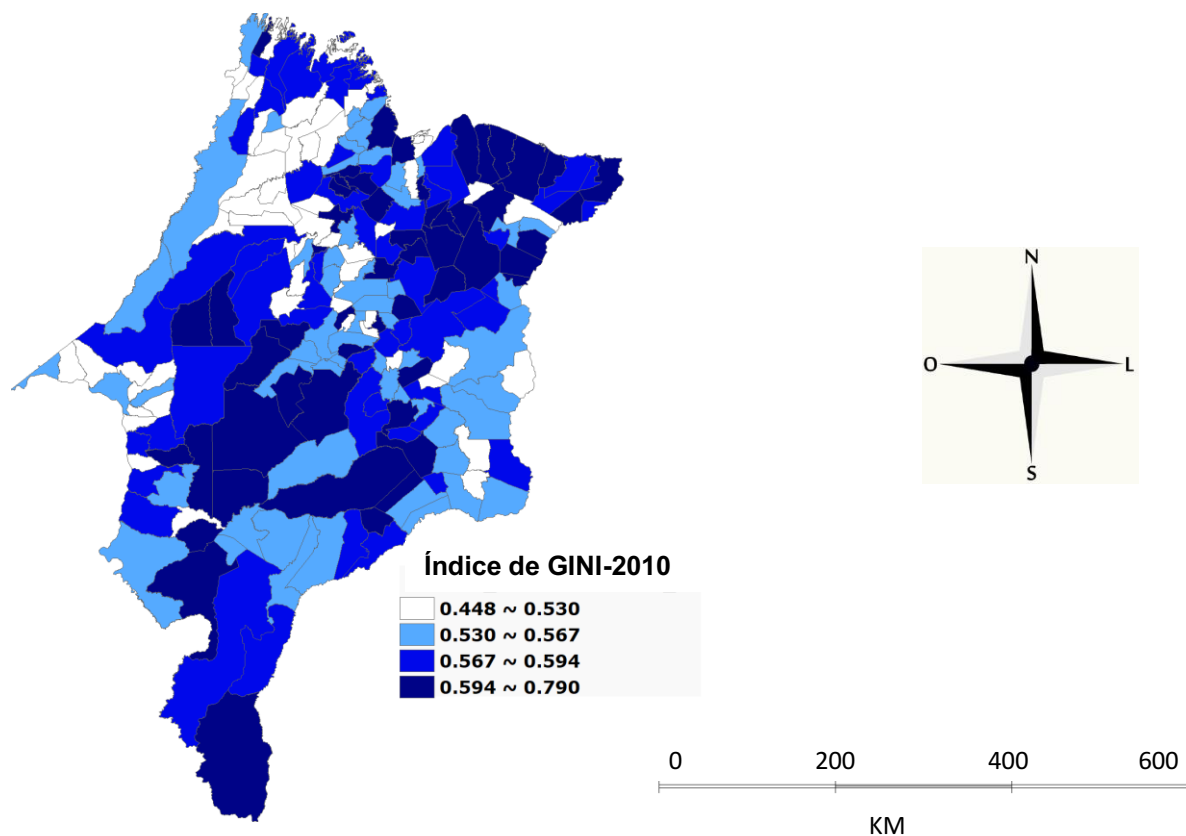
**Figura 14:** Mapa temático, do Estado do Maranhão, por municípios, para o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)- MoranMap, 2020.

**Fonte:** Autoria própria.

Na figura 15, estão dispostos os municípios do estado do Maranhão, referentes ao Coeficiente de GINI (2010), observou-se assim, uma autocorrelação espacial positiva, com municípios com taxas elevadas circundadas por municípios com taxas elevadas também, ao avaliar a significância o  $I_M= 0,22$  ( $p$ -valor  $<0,01$ ), foi evidenciado a autocorrelação espacial significativa entre os municípios.

Assim, através desse instrumento matemático, que foi utilizado para mensuração da desigualdade social relacionadas às condições de renda dos municípios, constatou-se na figura 9, dispersos pelo estado do Maranhão, os municípios na cor azul escuro, com valores do índice de GINI de 0,594 a 0,790 atingindo parte dos municípios das regiões geográficas intermediárias de São Luís (norte), Santa Inês – Bacabal (centro-oeste), Caxias (leste), Presidente Dutra (centro-leste) e Imperatriz (centro-sul).

Para os 217 municípios maranhenses, para os valores de Índice de GINI, observou-se um valor médio de 0,564 (dp: 0,480) com mínimo de 0,448 e um máximo de 0,790.



**Figura 15:** Mapa temático da variável índice de GINI, Maranhão, 2010- MoranMap, 2020.

**Fonte:** Autoria própria.

## 6 CONCLUSÃO

No decorrer do período em estudo de 01/01/2016 a 31/12/2018, ocorreram no Maranhão um valor médio de 20.415 focos de queimadas em toda sua área territorial, assim foi possível verificar que a densidade de focos de queimadas por kilometro quadrado no Estado do Maranhão foi muito elevada, em relação ao total de focos ativos no país, mantendo-se acima de 10% da sua área territorial. que ocasionaram vários impactos ambientais e socioeconômicos.

O Estado do Maranhão apresenta duas estações do ano, um período chuvoso que compreende os meses de janeiro a junho e um outro de estiagem que ocorre de julho a dezembro. A análise dos dados não indica que as queimadas são decorrentes da estação seca que anualmente ocorrem no Maranhão, pois os focos de queimadas apresentaram-se em todos os meses dos anos em estudo, porém o período de baixíssima precipitação proporciona as condições ambientais ideais para a intensificação das queimadas ocorrentes no Estado.

Foi possível identificar padrões espaciais da distribuição das doenças respiratórias, no Estado do Maranhão, para o período de 01/01/2016 a 31/12/2018, observou-se que os maiores índices das doenças respiratórias ocorreram nos meses de maio e junho, período de transição entre a estação chuvosa e seca no Estado, e os focos de queimadas tiveram seu pico mais elevado nos meses de agosto a outubro.

Entende-se que muitos casos de patologias pulmonares foram subnotificados ou até mesmo não notificados, para os meses de julho a dezembro, pois o impacto total das queimadas na saúde se estendeu muito além desses casos, muitas pessoas têm acesso limitado a serviços de saúde, assim o impacto pode não estar representado pelos dados relativos a internações. Os dados disponíveis também excluíram os serviços privados de saúde, embora um quarto dos brasileiros possua planos de saúde privados e tendam a buscar atendimento nesses estabelecimentos. Também não incluíram o número muito maior de pessoas cujos problemas respiratórios, embora sérios, não exigiram internação hospitalar. Desse modo, impossibilitou-se estimar com precisão o número total de pessoas internadas em hospitais, cuja saúde foi prejudicada pela fumaça das queimadas.

Quanto aos problemas pulmonares distribuídos por faixa etária, observa-se



que predominou entre 0 e 4 anos, no período de 01/01/2016 a 31/12/2018 no Estado do Maranhão, porém, sendo mais elevada na faixa etária de 1 a 4 anos de idade. Todas as faixas etárias são relevantes para o estudo, mas estes índices são pertinentes em relação as demais faixas etárias por estarem interligadas a imaturidade do sistema imunológico.

Para análise dos seguintes dados estatísticos, relacionados a doenças respiratórias: internações hospitalares, óbitos, taxa de internação, taxa de óbito, educação (2000), focos de queimadas, renda per capita (2000), IVS, IDH e o índice de GINI (2010), para os 217 municípios do Estado do Maranhão, destacou-se entre as variáveis, o valor total de internações hospitalares por doenças respiratórias que foram de 134.508 indivíduos, obteve-se municípios com de média de 619.85 (dp:759,750), com mínimo de 20 pessoas e no máximo de 7.453 e para os focos de queimadas foram registrados um valor médio de 3.768 (dp: 6.046), com valor mínimo de 36 e máximo de 40.981, totalizando 817.744 focos ativos de queimadas.

Quanto a análise espacial, por meio do Índice de Moran Global univariado e bivariado, para os 217 municípios do Estado do Maranhão, referente ao comparativo de taxa de óbito, taxa de internação e taxa de focos de queimadas, para as seguintes variáveis: educação (2000), focos de queimadas, IVS, IDH e índice de GINI.

Identificou-se para análise da variável de educação (2000) significância estatística para as taxas de óbito, internação e focos de queimadas, para a variável de focos de queimadas identificou-se autocorrelação espacial, para as taxas de óbito e internação, constatou-se uma autocorrelação espacial entre taxa de internação e focos de queimadas com  $I_M = 0,17$  (p-valor  $< 0,01$ ), o IVS não apresentou nenhuma significância estatística, devido esse indicador pressupor a homogeneidade dentro da unidade geográfica analisada, não identificando as vulnerabilidades de uma determinada região interna, ou mesmo de parte da sua população. Para todo o Estado do Maranhão obteve-se o mesmo valor do IVS, e isso representa uma das limitações do procedimento adotado, o IDH apresentou significância estatística para as taxas de óbitos e internação e o índice de GINI apresentou significância estatística para taxa de internação e de focos de queimadas, uma vez que o p valor menor que 0,05 é significativo.

As atuais tecnologias, como a ferramenta de geoprocessamento são muito úteis, pois auxiliam pesquisadores e cientistas a monitorar os fatores ambientais e

ecológicos. Através desse dispositivo, tornou-se possível o mapeamento dos dados notificados de doenças respiratórias relacionados ao período de queimadas no Estado do Maranhão, como também a análise de variáveis estatísticas e seus p valores. Dessa forma, conclui-se que poderá auxiliar na melhoria de estratégias de controle e prevenção da doença, possibilitando identificar os municípios que mais necessitam de intervenções e onde menos necessitam, a fim de reduzir as taxas de doenças respiratórias no período das queimadas e promover ações de educação ambiental aliadas a educação para saúde, com o apoio dos poderes nas esferas municipal, estadual e federal.

## REFERÊNCIAS

AMÂNCIO, Camila Trolez; NASCIMENTO, Luiz Fernando Costa. Asma e poluentes ambientais: um estudo de séries temporais. **Revista da Associação Médica Brasileira**, Taubaté, v. 58, n. 3, p. 302-307, maio 2012. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1590/s0104-42302012000300009>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ramb/a/Jzr37yZ6QJnTQmt8Sbm4rQN/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em 29 maio 2020.

ANDRADE FILHO, Valdir Soares de et al. Distribuição espacial de queimadas e mortalidade em idosos em região da Amazônia Brasileira, 2001 – 2012. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 1, p.245-253, 2017. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1413-81232017221.09622015>. Acesso em 29 maio 2020.

ANTUNES, Paulo de Bessa. **Direito ambiental**. Ed 19. rev. e atual. – São Paulo: Atlas, 2017. Disponível em: <https://jus.com.br/artigos/83059/politica-publica-ambiental-e-sistema-nacional-do-meio-ambiente>. Acesso em 29 maio 2020.

ARBEX, Marcos Abdo et al. Queima de biomassa e efeitos sobre a saúde. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, São Paulo, v. 30, n. 2, p.158-175, 2004. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1806-37132004000200015>. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1806-37132004000200015](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-37132004000200015). Acesso em 17 março 2020.

ARBEX, Marcos Abdo et al. A poluição do ar e o sistema respiratório. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, S.P., v. 38, n. 5, p. 643-655, 2012. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1806-37132012000500015>. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/jbpneu/v38n5/v38n5a15.pdf>. Acesso em 20 novembro 2020.

ARRAES, Ronaldo de Albuquerque; MARIANO, Francisca Zilania; SIMONASSI, Andrei Gomes. Causas do desmatamento no Brasil e seu ordenamento no contexto mundial. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 50, n. 1, p. 119-140, mar. 2012. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-20032012000100007>. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S010320032012000100007&lng=pt&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010320032012000100007&lng=pt&tlng=pt). Acesso em 17 outubro 2020.

ATKINSON, Robert William et al. Estudos de séries temporais epidemiológicas de PM 2,5 e mortalidade diária e internações hospitalares: uma revisão sistemática e meta-análise. *Thorax*, v. 69 (7) p. 660-665, 2014.

BAKONYI, Sonia Maria Cipriano et al. Poluição atmosférica e doenças respiratórias em crianças na cidade de Curitiba- PR. **Revista Saúde Pública**, v. 38, n. 5, p. 695-700. São Paulo, 2004.

BATISTELLA, Mateus et al. **Relatório do Diagnóstico do Macrozoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Maranhão**. Campinas. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 445 p. (Produto 3). Embrapa Monitoramento por Satélite, 2013.

BEZERRA, Denilson da Silva et al. Análise dos focos de queimadas e seus impactos no Maranhão durante eventos de estiagem no período de 1988 a 2016. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 14, n. 22, p. 446-462. <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v22i0.57337>, 2018.

BRAGA, Alfésio Luís Ferreira et al. Associação entre poluição atmosférica e doenças respiratórias e cardiovasculares na cidade de Itabira, Minas Gerais, Brasil. *Caderno Saúde Pública*, vol.23 suppl.4. Rio de Janeiro , 2007. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-311X2007001600017](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2007001600017) Acesso em 25 janeiro 2020.

BRASIL, Ministério da Saúde. Departamento de Informação e Informática do Sistema Único do SUS, **DATASUS**. Informações de Saúde. Disponível em: <http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=0203&id=6926&VObj=http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/defthtm.exe?sih/cnv/ni>. Acesso em 10 julho 2019.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, [2016]. Disponível em: [https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/518231/CF88\\_Livro\\_EC91\\_2016.pdf](https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/518231/CF88_Livro_EC91_2016.pdf). Acesso em 12 janeiro 2020.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, artigo 2, Brasília, DF, 1981, p. 1-128. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm). Acesso em 10 novembro 2020.

BRÊTAS, Ana Cristina Passarella; GAMBÁ, Monica Antar (Org.). *Enfermagem e saúde do adulto*. São Paulo: Manole, 2006. Disponível em: [https://www.unasus.unifesp.br/biblioteca\\_virtual/esf/3/unidades\\_conteudos/unidade01/unidade01.pdf](https://www.unasus.unifesp.br/biblioteca_virtual/esf/3/unidades_conteudos/unidade01/unidade01.pdf). Acesso em 10 novembro 2020.

BURNETT, Richard Tomas et al. Efeitos de baixos níveis ambientais de ozônio e sulfatos na frequência de admissões respiratórias em hospitais de Ontário. **National Library Of Medicine**. Environmental Research, Ontário- Canadá, v. 65, n. 2, p. 172-194, 1994. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8187735/>. Acesso em 04 outubro 2020.

CANADIAN ENVIRONMENTAL REPORT ACT (CEPA). **Priority substances list assessment report: respirable particulate matter less than or equal to 10 microns**, 1999. Disponível em: <https://www.canada.ca/en/health-canada/services/environmental-workplace-health/reports-publications/environmental-contaminants/canadian-environmental-protection-act-1999-priority-substances-list-assessment-report-respirable-particulate-matter.html>. Acesso em 21 agosto 2020.

CANGUILHEM, Georges; CAPONI, Sandra. O normal e o patológico. 4. ed. Rio de Janeiro: Forence Universitária, 1995. Disponível em: [https://www.unasus.unifesp.br/biblioteca\\_virtual/esf/3/unidades\\_conteudos/unidade01/unidade01.pdf](https://www.unasus.unifesp.br/biblioteca_virtual/esf/3/unidades_conteudos/unidade01/unidade01.pdf). Acesso em 10 novembro 2020.

CARMO, Cleber Nascimento do et al. Associação entre material particulado de queimadas e doenças respiratórias na região sul da Amazônia Brasileira. **Rev Panam Salud Publica. R.J.** v. 27, n. 1, p. 10-16, 2010. Disponível em: <https://www.scielosp.org/pdf/rpsp/2010.v27n1/10-16/pt>. Acesso em 10 outubro 2019.

CASTRO, Fabrício Ribeiro de et al. Impactos das Queimadas sobre a Saúde da População Humana na Amazônia Maranhense. **Revista Pesquisa Saúde**, Sao Luiz, v. 3, n. 17, p.141-146, 2016.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB-SP. **Material Particulado Inalável Fino (MP<sub>2,5</sub>) e Grosso (MP<sub>2,5-10</sub>) na Atmosfera da Região Metropolitana de São Paulo (2000-2006)**. São Paulo: CETESB, 2008. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/ar/qualidade-do-ar/31-publicacoerelatorios>. Acesso em 21 agosto 2020.

CONAMA. Resolução CONAMA nº 436 de 22 de dezembro de 2011. Norma Federal- publicado no DO em 26 de dezembro 2011. Disponível em: [https://www.normasbrasil.com.br/norma/resolucao-436-2011\\_114141.html](https://www.normasbrasil.com.br/norma/resolucao-436-2011_114141.html). Acesso em 10 julho 2020.

DESALU, Olufemi Olumuyiwa; OLUWAFEMI, Joshua Afolayan; OJO, Ololade. Respiratory diseases morbidity and mortality among adults attending a tertiary hospital in Nigeria. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, [S.L.], v. 35, n. 8, p. 745-752, ago. 2009. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1806-37132009000800005>. Acesso em 15 junho 2020.

EMBRAPA. Embrapa Monitoramento por Satélite, 2013. Disponível em <https://www.embrapa.br>. Acesso em 20 de agosto 2020.

FEARNSIDE, Philip Martin. Fogo e emissão de gases de efeito estufa dos ecossistemas florestais da Amazônia brasileira. **Estudos Avançados**, S.P, v. 16, n. 44, p. 99-123, 2002. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142002000100007](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142002000100007). Acesso em 12 outubro 2020.

FERNANDES, Juliana Santana et al. Poluição atmosférica e efeitos respiratórios, cardiovasculares e reprodutivos na saúde humana. **Revista Médica de Minas Gerais**. Belo Horizonte, v. 20 n. 1, 2010. Disponível em: <http://rmmg.org/artigo/detalhes/387>. Acesso em 20 julho 2020.

FERNANDEZ-VÍTORA, Vicente Conesa. Los instrumentos de lagestion ambiental enla empresa. Madrid: **Ediciones Mundi-Prensa**, p. 541, 1997.

GAVINIER, Samara; NASCIMENTO, Luiz Fernando Costa. Poluentes atmosféricos e internações por acidente vascular encefálico. **Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, Taubaté, v.9, n.3, julho, 2014.

GOMES, Rodrigo Rodrigues Freire. **Vegetação do Maranhão**. InfoEscola-Navegando e Aprendendo, 2017. Disponível em: <https://www.infoescola.com/geografia/vegetacao-do-maranhao/>. Acesso em 08 novembro 2020.

GOUVEIA, Nelson et al. Hospitalizações por causas respiratórias e cardiovasculares associadas à contaminação atmosférica no município de São Paulo, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 12, p. 2669-2677, 2006. Disponível em: FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-311x2006001200016>. Acesso em 04 outubro 2020.

GOUVEIA, Nelson et al. Poluição do ar e impactos na saúde na Região Metropolitana de Belo Horizonte – Minas Gerais, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 10, p. 3773-3781, 2019. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1413-812320182410.29432017>. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S141381232019001003773&tlng=pt#B2](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S141381232019001003773&tlng=pt#B2). Acesso em 29 outubro 2020.

GATRELL, Anthony Charles; BAILEY, Trevor C. Interactive spatial data analysis in medical geography. **Social Science & Medicine**, [S.L.], v. 42, n. 6, p. 843-855, mar. 1996. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/0277-9536\(95\)00183-2](http://dx.doi.org/10.1016/0277-9536(95)00183-2). Disponível em: <https://pubmed-ncbi-nlm-nih-gov.translate.goog/8778997/>. Acesso em 30 julho 2021.

GUALDA, Dulce Maria Rosa; BERGAMASCO, Roselena Bazilli. Enfermagem cultura e o processo saúde-doença. São Paulo. Disponível em: [https://www.unasus.unifesp.br/biblioteca\\_virtual/pab/1/unidades\\_conteudos/unidade01/p\\_04.htm](https://www.unasus.unifesp.br/biblioteca_virtual/pab/1/unidades_conteudos/unidade01/p_04.htm), 2004. Acesso em 19 agosto 2019.

HASHIMOTO, Fernanda Lopes Okido. **Associação entre a distribuição espacial de queimadas e doenças cardiovasculares no estado do Tocantins e variáveis sociais**. 83 f. 2019. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá – SP. Acesso em 30 julho 2021.

HACON, Sandra. Saúde. Conferência Nacional da Rede Clima, INCT para Mudanças Climáticas e Programa FAPESP de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas Globais, 2013, São Paulo. 1ª Conferência Nacional de Mudanças Climáticas Globais (CONCLIMA), São Paulo, 09 a 13 de setembro de 2013.

HOEK G. et al. Exposição a longo prazo à poluição do ar e mortalidade cardiorrespiratória: uma revisão. **Environmental Health**. 12 (1): 43, 2013.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS- INPE. **Queimadas**, 2018. Disponível em: <http://www.cptec.inpe.br/queimadas/>. Acesso em 27 julho 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS- INPE. **Programa Queimadas**, 2020. Disponível em: [http://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/portal-static/estatisticas\\_paises/#asearch](http://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/portal-static/estatisticas_paises/#asearch). Acesso em: 12 abril 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS- INPE. Distribuição do desmatamento para os anos de 2016, 2017 e 2018 nos estados que compõem a Amazônia Legal, 2019. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes>. Acesso em 01 junho 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS- INPE. Mapa do arco do desmatamento, 2018. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes>. Acesso em 01 fevereiro 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA- IBGE. Sinopse do censo demográfico do estado do Maranhão, 2010. Disponível em <https://censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?uf=21&dados=26>. Acesso em 12 julho 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Portal do IBGE. Mapa da Amazônia Legal, 2019. Disponível em <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em 12 julho 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA- IBGE. Disponível em [ftp://geofp.ibge.gov.br/organizacao\\_do\\_territorio/malhas\\_territoriais/malhas\\_municipais/municipio\\_2010/ma/ma\\_municipios.zip](ftp://geofp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/malhas_territoriais/malhas_municipais/municipio_2010/ma/ma_municipios.zip). Acesso em 20 junho 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA- IBGE. Disponível em «Base de dados por municípios das Regiões Geográficas Imediatas e Intermediárias do Brasil». <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ma/.html>, 2017. Acesso em 07 setembro 2020.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA- IPEA. Disponível em: [https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com\\_alphacontent&view=alphacontent&Itemid=365](https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_alphacontent&view=alphacontent&Itemid=365). 2020. Acesso em 07 setembro 2020.

LEI DA POLÍTICA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - Lei 6938/81 Art. 2. Disponível em: <https://www.jusbrasil.com.br/topicos/11334894/artigo-2-da-lei-n-6938-de-31-de-agosto-de-1981>. Acesso em 07 outubro 2020.

LISTA DE MUNICÍPIOS DO MARANHÃO. IBGE. Disponível em «Base de dados por municípios das Regiões Geográficas Imediatas e Intermediárias do Brasil». <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ma/.html>, 2017. Acesso em 07 Setembro 2020.

MARANHÃO - GEOHACK. Disponível em: [https://geohack.toolforge.org/geohack.php?pagename=Maranh%C3%A3o&params=5.08\\_0\\_0\\_S\\_45.14\\_0\\_0\\_W\\_type:adm1st\\_scale:100000](https://geohack.toolforge.org/geohack.php?pagename=Maranh%C3%A3o&params=5.08_0_0_S_45.14_0_0_W_type:adm1st_scale:100000). Acesso em 25 novembro 2020.

MARANHÃO. Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos- IMESC. Secretaria do Estado de Programas Estratégicos- SEPE. **Relatório de queimadas maranhenses**. 14p, 2ª ed. São Luís: Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos- IMESC, 2018.

MARANHÃO EM SÓ GEOGRAFIA. Virtuuous Tecnologia da Informação, 2020. Disponível em: <http://www.sogeografia.com.br/Conteudos/Estados/Maranhao/>. Acesso em 26 novembro 2020.



MARTINS, Lourdes Conceição et al. Poluição atmosférica e atendimentos por pneumonia e gripe em São Paulo, Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v.36, n.1, p.88-94. 2002.

MASCARENHAS, Márcio Dênis Medeiros et al. Poluição atmosférica devido à queima de biomassa florestal e atendimentos de emergência por doença respiratória em Rio Branco, Brasil - Setembro, 2005. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, vol. 34(1) 42-46, 2008. Disponível em: [http://jornaldepneumologia.com.br/detalhe\\_artigo.asp?id=148](http://jornaldepneumologia.com.br/detalhe_artigo.asp?id=148). Acesso em 17 março 2020.

MEDRONHO, Roberto Andrade; WERNECK, Guilherme Loureiro. Técnicas de análise espacial em saúde. **Epidemiologia**. São Paulo: Atheneu, cap 29, p.427-46, 2002.

**MEIO AMBIENTE É DESAFIO NO SÉCULO 21**. Santo André – SP. RD- Repórter Diário, 2013. Diário. Disponível em: <https://www.reporterdiario.com.br/noticia/406863/meio-ambiente-e-desafio-no-seculo-21/>. Acesso em 07 outubro 2020.

MIRANDA, Jivanildo Pinheiro; COSTA, João Carlos Lopes; ROCHA, Carlos Frederico Duarte da. Reptiles from Lençóis Maranhenses National Park, Maranhão, northeastern Brazil. **Zookeys**, [S.L.], v. 246, p. 51-68, 29 nov. 2012. Pensoft Publishers. <http://dx.doi.org/10.3897/zookeys.246.2593>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23275751/>. Acesso em 10 junho 2020.

MORAES, Ana Claudia Lopes de et al. Sibilância em crianças e adolescentes vizinhos a uma indústria petroquímica no Rio Grande do Norte, Brasil. **Jornal de Pediatria**, v.86, n.4, p.337-44, 2010.

MOREIRA, Renata Livia Silva. Fonseca; FONTES, Wilma Dias de; BARBOZA, Talita Maia. Dificuldades de inserção do homem na atenção básica a saúde: a fala dos enfermeiros. **Escola Anna Nery Revista de Enfermagem**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 18, p. 615-621, dez. 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ean/a/L3xtvr9GSMGK4YxMgGhMTZd/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em 10 junho 2020.

NASCIMENTO, Luiz Fernando Costa; MEDEIROS, Andréa Paula Peneluppi de. Admissions due to pneumonia and biomass burning: a spatial approach. **Jornal de Pediatria**, Rio de Janeiro, v. 88, n. 2, p. 177-183, 20 mar. 2012. *Jornal de Pediatria*. <http://dx.doi.org/10.2223/jped.2161>. Acesso em 20 março 2020.

NASCIMENTO, Luiz Fernando Costa et al. Environmental pollutants and stroke-related hospital admissions. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 28, n.

7, p. 1319-1324, 2012. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-311x2012000700010>. Acesso em 26 novembro 2020.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE - OMS. **Riscos globais para a saúde: Mortalidade e carga de doenças atribuíveis aos principais riscos selecionados**. Genebra, 2009.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE - OMS. **Diretrizes de Saúde para Eventos de Incêndio na Vegetação**, ed. Schwela DH Goldammer JG, Morawska LH, Simpson, O. Genebra, 1999.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE – OMS. Atualização global das diretrizes de qualidade do ar da OMS 2005: **Relatório sobre uma reunião do grupo de trabalho**. 18-20 de outubro, Bonn, Alemanha, 2005.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE - OMS. Avaliação da qualidade de vida da Organização Mundial da Saúde (WHOOL): **Documento de posicionamento da Organização Mundial da Saúde**. SocSci Med. 41: 1403-10. Disponível em: [https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/dicas/260\\_qualidade\\_de\\_vida.html](https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/dicas/260_qualidade_de_vida.html), 1995. Acesso em 03 janeiro 2020.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE- OPAS. **Avaliação. Evaluación de los Efectos de la Contaminación del Aire en la Salud de América Latina y el Caribe**, ISBN 9275125988, 2005. Acesso em 04 outubro 2020.

ROCHA, Lilian Rose Lemos; FAGG, Christopher William. A Correlação entre Doenças Respiratórias e o Incremento das Queimadas em Alta Floresta e Peixoto de Azevedo norte do Mato Grosso - Amazônia Legal. **Revista Brasileira de Políticas Públicas**, Brasília, v. 6, n. 1, p.245-254, 2016. Semestral. Centro de Ensino Unificado de Brasília. Disponível em: [www.rbpp.uniceub.br](http://www.rbpp.uniceub.br). <http://dx.doi.org/10.5102/rbpp.v6i1.3484>. Acesso em 19 maio 2019.

SANTOS, Juliana Vamerlati; FERREIRA, Rodrigo Cornacini. **Planejamento Ambiental**. Curitiba-PR: E-Tec/mec Projeto Gráfico, 132 p. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia - Escola Técnica Aberta do Brasil, 2011.

SANTOS, Pollyana Martins; LORETO, Maria das Dores Saraiva de. Política Nacional do Meio Ambiente Brasileira: uma análise à luz do ciclo de políticas públicas. **Perspectivas em Políticas Públicas**, [S. l.], v. 13, n. 25, p. 297–335, 2020. Disponível em: <https://revista.uemg.br/revistappp/article/view/4526>. Acesso em 26 abril de 2020.

SILVA, Ageo Mário Cândido da et al. Material particulado (PM2.5) de queima de biomassa e doenças respiratórias no sul da Amazônia brasileira. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, [S.P.], v. 13, n. 2, p.337-351, 2010. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1415790X2010000200015](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415790X2010000200015). Acesso em 15 agosto de 2019.

SILVA, Talita de Oliveira; SÁ, Fernando Pereira de; BORGES, Elisangela Cardoso de Lima. Incêndio no lixão da cidade de Inhumas/GO/Brasil e sua repercussão para a população do município. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, Curitiba-PR, v. 12, n. 6, p. 06-27, 2017.

SILVA, Marcelo José de Souza e; SCHRAIBER, Lilia Blima; MOTA, André. The concept of health in Collective Health: contributions from social and historical critique of scientific production. **Physis: Revista de Saúde Coletiva**, R.J., v. 29, n. 1, p. 01-19, 2019. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-73312019290102>. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-73312019000100600&script=sci\\_abstract&lng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-73312019000100600&script=sci_abstract&lng=pt). Acesso em 04 outubro 2020.

SILVA, João dos Santos Vila da; SANTOS, Rozely Ferreira dos. Zoneamento para planejamento ambiental: vantagens e restrições de métodos e técnicas. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília- DF, v. 21, n. 2, p. 221-263, 2004. Disponível em: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/cct/article/view/8710>. Acesso em 02 fevereiro 2020.

SONG Qingkun et al. A contribuição global da poluição do ar externo para a incidência, prevalência, mortalidade e admissão hospitalar por doença pulmonar obstrutiva crônica: uma revisão sistemática e meta-análise. **Revista Saúde Pública**. 11 (11): 11822-11832, 2014.

SPEKTOR, David Mikhailovich et al. Effects of heavy industrial pollution on respiratory function in the children of Cubatão, Brazil: a preliminary report. **National Library of Medicine. Environmental Health Perspectives**, Cubatão- SP, v. 94, n. 1, p. 51-54, 1991. <http://dx.doi.org/10.1289/ehp.94-1567962>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1954940/>. Acesso em 04 outubro 2020.

SPINELLI-ARAUJO, Luciana et al. **Conservação da Biodiversidade do Estado do Maranhão: Cenário Atual em Dados Geoespaciais**. Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente, p. 28, 2016. (Documentos 108). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/159940/1/Serie-Documentos108-Luciana.pdf>. Acesso em 20 novembro 2020.

TERRAVIEW 4.0.0. INPE, 2012. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/terralib>. Acesso em 10 julho 2019.

ZANCUL, Almir; POVINELLI, Jurandy. **O efeito da queimada de cana-de-açúcar na qualidade do ar na região de Araraquara**. 1998. Universidade de São Paulo, São Carlos, 1998.

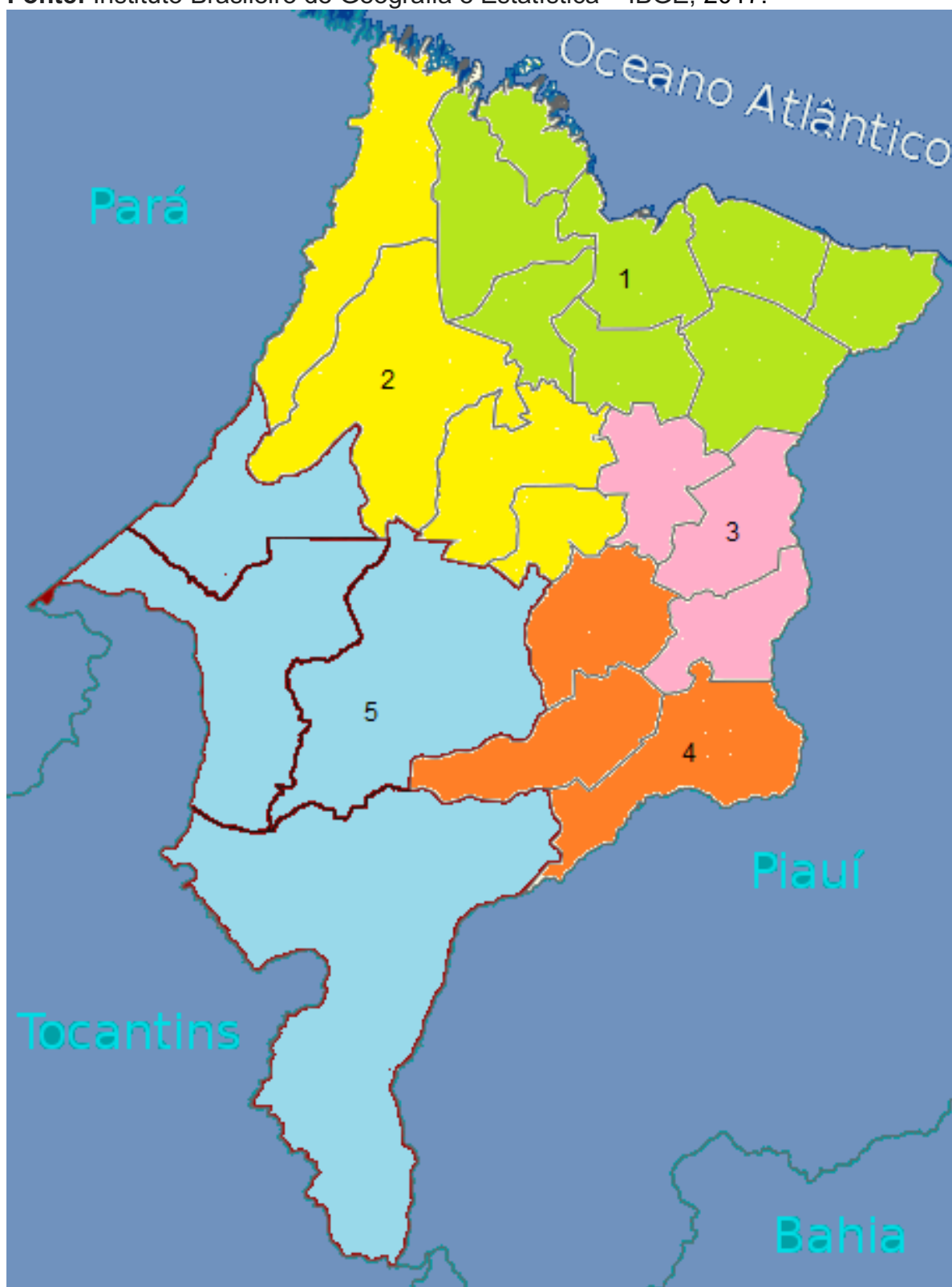
**ANEXO A:** Divisão do estado do Maranhão de acordo com as regiões geográficas imediatas e intermediárias.

**Fonte:** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2017.

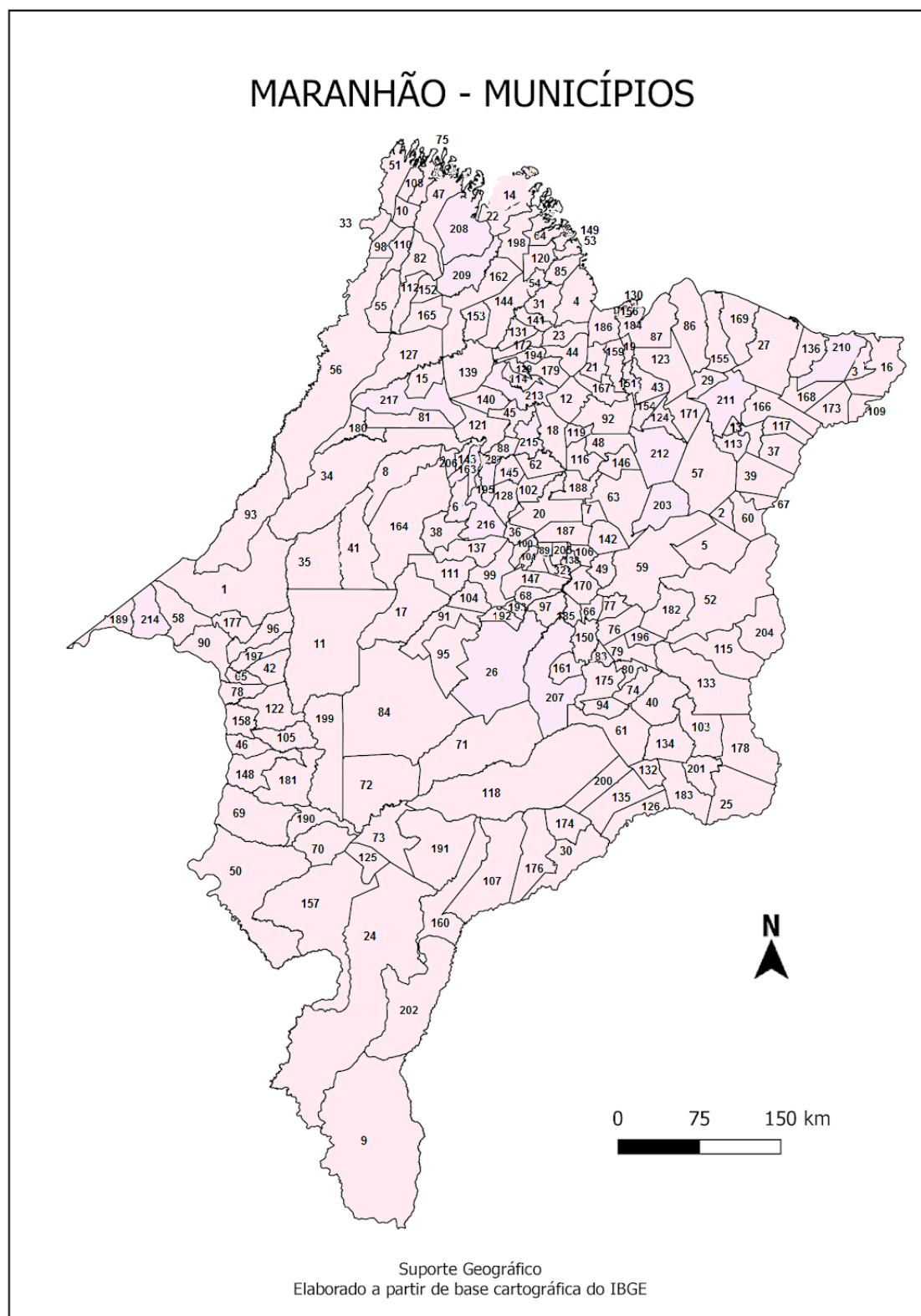
Região geográfica intermediária	Nº de Municípios	Região geográfica imediata	Nº de Municípios
São Luiz (norte)	73	São Luiz	13
		Pinheiro	11
		Chapadinha	10
		Itapecuru Mirim	09
		Viana	10
		Barreirinhas	04
		Tutóia- Araioses	07
		Cururupu	09
Santa Inês – Bacabal (centro- oeste)	59	Santa Inês	15
		Bacabal	16
		Governador Nunes	14
		Freire Pedreiras	14
Caxias (leste)	14	Caxias	06
		Timon	04
		Codó	04
Presidente Dutra (centro- leste)	28	Presidente Dutra	13
		São João dos Patos	11
		Colinas	04
Imperatriz (centro- sul)	43	Imperatriz	17
		Barra do Corda	09
		Açailândia	05
		Balsas	12

**ANEXO B:** Divisão do estado do Maranhão, segundo as regiões geográficas intermediárias (1- São Luis (norte), 2- Santa Inês – Bacabal (centro-oeste), 3- Caxias (leste), 4- Presidente Dutra (centro-leste), 5- Imperatriz (centro-sul)).

**Fonte:** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2017.



**ANEXO C:** Divisão geográfica do Estado do Maranhão e seus municípios.  
**Fonte:** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2017.



**ANEXO D:** Lista de Municípios do estado do Maranhão.

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2017.

<b>Posição</b>	<b>Município</b>	<b>Posição</b>	<b>Município</b>
01	Açailândia	47	Cândido Mendes
02	Afonso Cunha	48	Cantanhede
03	Água Doce do Maranhão	49	Capinzal do Norte
04	Alcântara	50	Carolina
05	Aldeias Altas	51	Carutapera
06	Altamira do Maranhão	52	Caxias
07	Alto Alegre do Maranhão	53	Cedral
08	Alto Alegre do Pindaré	54	Central do Maranhão
09	Alto Parnaíba	55	Centro do Guilherme
10	Amapá do Maranhão	56	Centro Novo do Maranhão
11	Amarante do Maranhão	57	Chapadinha
12	Anajatuba	58	Cidelândia
13	Anapurus	59	Codó
14	Apicum – Açu	60	Coelho Neto
15	Araguanã	61	Colinas
16	Araioses	62	Conceição do Lago Açu
17	Arame	63	Coroatá
18	Arari	64	Cururupu
19	Axixá	65	Davinópolis
20	Bacabal	66	Dom Pedro
21	Bacabeira	67	Duque Bacelar
22	Bacuri	68	Esperantinópolis
23	Bacurituba	69	Estreito
24	Balsas	70	Feira Nova do Maranhão
25	Barão do Grajaú	71	Fernando Falcão
26	Barra do Corda	72	Formosa da Serra Negra
27	Barreirinhas	73	Fortaleza dos Nogueiras
28	Bela Vista do Maranhão	74	Fortuna
29	Belágua	75	Godofredo Viana
30	Benedito Leite	76	Gonçalves Dias
31	Bequimão	77	Governador Archer
32	Bernardo do Mearim	78	Governador Edson Lobão
33	Boa Vista do Gurupi	79	Governador Eugênio Barros
34	Bom Jardim	80	Governador Luiz Rocha
35	Bom Jesus das Selvas	81	Governador Newton Bello
36	Bom Lugar	82	Governador Nunes Freire
37	Brejo	83	Graça Aranha
38	Brejo de Areia	84	Grajaú
39	Buriti	85	Guimarães
40	Buriti Bravo	86	Humberto de Campos
41	Buriticupu	87	Icatu
42	Buritirana	88	Igarapé do Meio
43	Cachoeira Grande	89	Igarapé Grande
44	Cajapió	90	Imperatriz
45	Cajari	91	Itaipava do Grajaú
46	Campestre do Maranhão	92	Itapecuru- Mirim



<b>Posição</b>	<b>Município</b>	<b>Posição</b>	<b>Município</b>
93	Itinga do Maranhão	138	Pedreiras
94	Jatobá	139	Pedro do Rosário
95	Jenipapo dos Vieiras	140	Penalva
96	João Lisboa	141	Peri Mirim
97	Joselândia	142	Peritoró
98	Junco do Maranhão	143	Pindaré- Mirim
99	Lagoa da Pedra	144	Pinheiro
100	Lagoa do Junco	145	Pio XII
101	Lagoa dos Rodrigues	146	Pirapemas
102	Lago Verde	147	Poção de Pedras
103	Lagoa do Mato	148	Porto Franco
104	Lagoa Grande do Maranhão	149	Porto Rico do Maranhão
105	Lageado Novo	150	Presidente Dutra
106	Lima Campos	151	Presidente Juscelino
107	Loreto	152	Presidente Médici
108	Luis Domingues	153	Presidente Sarney
109	Magalhães de Almeida	154	Presidente Vargas
110	Maracaçumé	155	Primeira Cruz
111	Marajá do Sena	156	Raposa
112	Maranhãozinho	157	Riachão
113	Mata Roma	158	Ribamar Fiquene
114	Matinha	159	Rosário
115	Matões	160	Sambaíba
116	Matões do Norte	161	Santa Filomena do Maranhão
117	Milagres do Maranhão	162	Santa Helena
118	Mirador	163	Santa Inês
119	Miranda do Norte	164	São José do Ribamar
120	Mininzal	165	Santa Luzia do Paruá
121	Monção	166	Santa Quitéria do Maranhão
122	Montes Altos	167	Santa Rita
123	Morros	168	Santana do Maranhão
124	Nina Rodrigues	169	Santo Amaro do Maranhão
125	Nova Colinas	170	Santo Antonio dos Lopes
126	Nova Iorque	171	São Benedito do Rio Preto
127	Nova Olinda do Maranhão	172	São Bento
128	Olho d'Água dos Cunhãs	173	São Bernardo
129	Olinda Nova do Maranhão	174	São Domingos do Azeitão
130	Paço do Lumiar	175	São Domingos do Maranhão
131	Palmeirândia	176	São Félix de Balsas
132	Paraibano	177	São Francisco do Brejão
133	Parnarama	178	São Francisco do Maranhão
134	Passagem Franca	179	São João Batista
135	Pastos Bons	180	São João do Carú
136	Paulino Neves	181	São João do Paraíso
137	Paulo Ramos	182	São João do Soter

<b>Posição</b>	<b>Município</b>
183	São João dos Patos
184	São José do Ribamar
185	São José dos Basílios
186	São Luis
187	São Luis Gonzaga do Maranhão
188	São Mateus do Maranhão
189	São Pedro da Água Branca
190	São Pedro dos Crentes
191	São Raimundo das Mangabeiras
192	São Raimundo do Doca Bezerra
193	São Roberto
194	São Vicente Ferrer
195	Satubinha
196	Senador Alexandre Costa
197	Senador La Rocque
198	Serrano do Maranhão
199	Sítio Novo
200	Sucupira do Norte
201	Sucupira do Riachão
202	Tasso Fragoso
203	Timbiras
204	Timon
205	Trizidela do Vale
206	Tufilândia
207	Tuntum
208	Turialva
209	Turilândia
210	Tutóia
211	Urbano Santos
212	Vargem Grande
213	Viana
214	Vila Nova dos Martírios
215	Vitória do Mearim
216	Vitorino Freire
217	Zé Doca

**ANEXO E: Mapa dos biomas do Maranhão: Amazônia, Cerrado e Caatinga.**  
**Fonte:** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária- Embrapa, 2013.

