



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE ANANINDEUA
FACULDADE DE TECNOLOGIA EM GEOPROCESSAMENTO

YURI ALEFH SARAIVA DIAS

**OS EFEITOS DAS QUEIMA DE BIOMASSA SOBRE A SAÚDE
HUMANA NO MUNICÍPIO DE MARABÁ - PA**

ANANINDEUA-PA
2018

YURI ALEFH SARAIVA DIAS

**OS EFEITOS DAS QUEIMA DE BIOMASSA SOBRE A SAÚDE
HUMANA NO MUNICÍPIO DE MARABÁ - PA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito para a obtenção do título de
Tecnólogo em Geoprocessamento pela
Universidade Federal do Pará (UFPA) –
Campus Ananindeua.

Orientador: Prof. Dr. Estêvão José da Silva
Barbosa

ANANINDEUA-PA
2018

A todos aqueles que me incentivavam a lutar e nunca desistir dos meus sonhos, acreditando que tudo é possível para os que se dedicam, disciplinam e se esforçam ao máximo para conquistar seu lugar ao sol.

**OS EFEITOS DAS QUEIMA DE BIOMASSA SOBRE A SAÚDE HUMANA NO
MUNICÍPIO DE MARABÁ – PA**

YURI ALEFH SARAIVA DIAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito para a
obtenção do título de Tecnólogo em Geoprocessamento pela Universidade
Federal do Pará (UFPA) – Campus Ananindeua, orientado pelo Prof. Dr.
Estêvão José da Silva Barbosa.

Data da Aprovação: 27/07/2018

Conceito: Excelente

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Estêvão José da Silva Barbosa
UFPA – CANAN – FTG
Orientador

Prof. Dr. Lúcio Correia Miranda
UFPA – CANAN – FTG
Avaliador Interno

Prof.^a Esp. Noeli Furtado Rodrigues Ataíde
Discente PPGR – NUMA – UFPA
Avaliadora externa

AGRADECIMENTOS

A algumas pessoas da minha família, que continuamente me estimulavam a finalizar meu trabalho sempre dando votos de confiança;

Ao meu orientador Professor Estêvão José da Silva Barbosa, por gentilmente aceitar em contribuir com o desenvolvimento desta pesquisa, pela disponibilidade e paciência.

Aos amigos mais próximos que sempre me motivavam a continuar mesmo acreditando que não conseguiria.

A minha equipe de trabalho que desde o primeiro momento em sala de aula, desde o primeiro trabalho contribuíram para chegar ao fim. A equipe que nomeamos de equipe CAM (Yuri Dias, Ney Soares, Gabriel Santos e Gierre Júnior).

A minha amiga Erlen Assis por ter me indicado a estagiar na SUDAM, reconhecendo que seria capaz de contribuir da melhor forma possível para a instituição.

Ao projeto de Gestão de riscos e desastres na Amazônia, termo de cooperação da SUDAM e da UFPA, junto a Supervisora do Projeto Adriana Alves pela oportunidade de participar do projeto no qual contribui muito para o desenvolvimento da pesquisa.

À Universidade Federal de Pará – Campus Ananindeua, pela oportunidade de crescimento intelectual e profissional.

A todos que cooperaram, mesmo que indiretamente, para a realização deste trabalho, muito obrigado!

RESUMO

O estudo teve como objetivo investigar a associação dos focos de calor e queima de biomassa com as internações hospitalares na população na faixa etária de 0 a 89 anos de idade por doenças respiratórias (DRs), no período de (2007 a 2017). Os dados climáticos foram adquiridos no site do INMET no banco de dados que disponibiliza esses dados históricos. Os de focos de calor foram adquiridos no site do INPE e os dados de internação hospitalar foram obtidos pelo banco de dados do Sistema Único de Saúde (SUS – DATASUS). Métodos estatísticos foram utilizados, como a correlação de Pearson para correlacionar os dados dos fatores meteorológicos com os dados de internações hospitalares, os valores significativos foram considerados $+ 0.5$ valores de correlação positiva ou $- 0.5$ de correlação negativa. Foi observado que a região de Marabá apresenta baixas umidade e precipitação nos meses de agosto, setembro e outubro, maior de temperatura e de focos de calor. As maiores taxas de internações foram observadas durante a estação chuvosa, entre março e junho. Observou-se associação positiva significativa das variáveis climáticas e dos focos de calor com as internações hospitalares por (DRs). No de 2007 em três casos temperatura e focos de calor, No ano de 2008, com temperatura e focos de calor, No ano de 2009, temperatura e umidade, No ano de 2010, temperatura e focos de calor, No ano de 2011, temperatura e focos de calor, No ano de 2012, precipitação e umidade, No ano de 2013, precipitação, umidade, temperatura e com focos de calor, No ano de 2014, temperatura e focos de calor, No ano de 2015, temperatura focos de calor e umidade, No ano de 2016, temperatura e focos de calor, No ano de 2017, precipitação, temperatura e umidade. Além de se utilizar o índice de Moran I, para a criação de mapa cluster e gráfico de dispersão, com o intuito de fazer uma autocorrelação espacial dos focos de calor com a população residente no ano de 2010.

Palavras-chave: Doenças respiratórias, queimadas, correlação, variáveis climáticas

ABSTRACT

The objective of this study was to investigate the association of heat and biomass fires with hospital admissions in the population from 0 to 89 years of age from respiratory diseases (DRs) in the period from 2007 to 2017. The weather data was acquired on the INMET website in the database that provides this historical data. The hot spots were acquired on the INPE website and the hospital admission data were obtained by the SUS - DATASUS database. Statistical methods were used, such as Pearson's correlation to correlate the data of the meteorological factors with the data of hospital admissions, the significant values were considered $+ 0.5$ values of positive correlation or $- 0.5$ of negative correlation. It was observed that the Marabá region presents low humidity and precipitation in the months of August, September and October, higher temperature and hot spots. The highest hospitalization rates were observed during the rainy season, between March and June. Significant positive association of climatic variables and heat sources with hospital admissions by (DRs) was observed. In 2007 in three cases temperature and heat sources, In the year 2008, with temperature and hot spots, In the year 2009, temperature and humidity, In the year 2010, temperature and heat outbreaks, In the year 2011, temperature and heat sources, In the year 2012, precipitation and humidity, In the year 2013, precipitation, humidity, temperature and with foci of heat, In the year 2014, temperature and heat outbreaks, In the year 2015, and humidity, In the year 2016, temperature and hot spots, In the year 2017, precipitation, temperature and humidity. In addition to using the Moran I index, for the creation of cluster map and dispersion chart, with the purpose of making a spatial correlation of the heat sources with the resident population in 2010.

Key words: Respiratory diseases, burnings, correlation, climatic variables.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Mapas

MAPA 1 – Mapa de localização geográfica do município de Marabá.....	33
MAPA 2 – Mapa de clima do município de Marabá.....	35
MAPA 3 – Distribuição sazonal dos focos de calor no ano de 2007.....	52
MAPA 4 – Distribuição sazonal dos focos de calor no ano de 2008.....	53
MAPA 5 – Distribuição sazonal dos focos de calor no ano de 2009.....	54
MAPA 6 – Distribuição sazonal dos focos de calor no ano de 2010.....	55
MAPA 7 – Distribuição sazonal dos focos de calor no ano de 2011.....	56
MAPA 8 – Distribuição sazonal dos focos de calor no ano de 2012.....	57
MAPA 9 – Distribuição sazonal dos focos de calor no ano de 2013.....	58
MAPA 10 – Distribuição sazonal dos focos de calor no ano de 2014.....	59
MAPA 11 – Distribuição sazonal dos focos de calor no ano de 2015.....	60
MAPA 12 – Distribuição sazonal dos focos de calor no ano de 2016.....	61
MAPA 13 – Distribuição sazonal dos focos de calor no ano de 2017.....	62
MAPA 14 – Distribuição espacial dos focos de calor na área urbana do município de Marabá.....	63
MAPA 15 – Distribuição espacial dos focos de calor na área rural do município de Marabá.....	64
MAPA 16 – Mapa síntese do município de Marabá – PA.....	71
MAPA 17 – Índice de Moran Local (LISA) do município de Marabá no ano de 2010.....	85
MAPA 18 – Significância da autocorrelação espacial local.....	85

Figuras

FIGURA 1 - Principais componentes e interações entre fatores climáticos e meteorológicos e doenças respiratórias crônicas.....	19
FIGURA 2 – Pirâmide representando a proporcionalidade populacional para cada situação possível em casos de exposição ao produto da queima de biomassa.....	24
FIGURA 3 - Os canais principais para o ar e sangue no sistema respiratório. O diagrama ilustra esquematicamente as trocas de O ₂ e CO ₂ entre o ar nos alvéolos e o sangue.....	31

Tabelas

TABELA 1 – Principais poluentes provenientes da queima de biomassa.....	28
TABELA 2 – Padrões de qualidade do ar para os principais poluentes atmosféricos, recomendados pela Organização Mundial de Saúde e pela Resolução CONAMA N 003 de 28 de junho de 1990.....	29
TABELA 3 – População estimada, área e densidade demográfica do município de Marabá entre os anos de 2000 a 2017.....	36
TABELA 4 – População segundo situação da unidade domiciliar 2000/2007/2010.....	37
TABELA 5 – População por sexo 2000/2007/2010.....	37
TABELA 6 – População por faixa etária 2000/2010	38
TABELA 7 – Dados cartográficos com anos e fonte de dados dos respectivos sites.....	42
TABELA 8 – Variação percentual de focos de calor no município de Marabá.....	50
TABELA 9 – Noticiários de jornais online sobre os efeitos das fumaças provindas das queimadas no município de Marabá.....	65

Gráficos

GRÁFICO 1 – Temperatura média dos meses do ano de 2007 – 2017.....	47
GRÁFICO 2 – Umidade relativa do ar média dos meses do ano de 2007 – 2017.....	48
GRÁFICO 3 – Total de precipitação dos meses do ano de 2007 – 2017.....	49
GRÁFICO 4 – Total de focos de calor por mês e ano no município de Marabá.....	50
GRÁFICO 5 – Total de internações por faixa etária de 2007 a 2017.....	67
GRÁFICO 6 – Total de internações por sexo de 2007 a 2017.....	69
GRÁFICO 7 – Correlação dos fatores climáticos e focos de calor no ano de 2007.....	73

GRÁFICO 8 – Correlação dos fatores climáticos e focos de calor no ano de 2008.....	74
GRÁFICO 9 – Correlação dos fatores climáticos e focos de calor no ano de 2009.....	75
GRÁFICO 10 – Correlação dos fatores climáticos e focos de calor no ano de 2010.....	76
GRÁFICO 11 – Correlação dos fatores climáticos e focos de calor no ano de 2011.....	77
GRÁFICO 12 – Correlação dos fatores climáticos e focos de calor no ano de 2012.....	78
GRÁFICO 13 – Correlação dos fatores climáticos e focos de calor no ano de 2013.....	79
GRÁFICO 14 – Correlação dos fatores climáticos e focos de calor no ano de 2014.....	80
GRÁFICO 15 – Correlação dos fatores climáticos e focos de calor no ano de 2015.....	81
GRÁFICO 16 – Correlação dos fatores climáticos e focos de calor no ano de 2016.....	82
GRÁFICO 17 – Correlação dos fatores climáticos e focos de calor no ano de 2017.....	83
GRÁFICO 18 – Dispersão do Índice de Moran Local (LISA).....	86

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. OBJETIVOS.....	16
2.1. OBJETIVOS GERAIS.....	16
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3. REFERENCIAL TEÓRICO	17
3.1. O PROCESSO DE OCUPAÇÃO DO PARÁ E DA AMAZÔNIA	17
3.2. CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS QUE INFLUENCIAM A SAÚDE HUMANA	18
3.3. AS QUEIMADAS E SUAS CONSEQUÊNCIAS AMBIENTAIS.....	21
3.4. AS CONSEQUÊNCIAS DAS QUEIMADAS NA SAÚDE DA POPULAÇÃO	22
3.5. O MONITORAMENTO DAS QUEIMADAS POR MEIO DO SENSORIAMENTO REMOTO	24
3.6. MATERIAIS GERADOS A PARTIR DA QUEIMA DE BIOMASSA	26
3.7. PROCESSO RESPIRATÓRIO E DOENÇAS ASSOCIADAS À PROPAGAÇÃO DE QUEIMADAS	30
4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	32
4.1. HISTÓRIA DE OCUPAÇÃO.....	34
4.2. CLIMA	35
4.3. POPULAÇÃO DEMOGRÁFICA.....	36
4.4. ECONOMIA DO MUNICÍPIO	38
5. METODOLOGIA.....	40
5.1. MORBIDADE RESPIRATÓRIA	40
5.2. VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS.....	41
5.3. FOCOS DE CALOR	41
5.4. MATERIAL CARTOGRÁFICO	42
5.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	42
5.6. UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE GEODA.....	43
5.7. SOFTWARES UTILIZADOS	45
6. RESULTADOS	47
6.1. FATORES METEOROLÓGICOS	47
6.2. DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DAS QUEIMADAS EM MARABÁ	49
6.3. EFEITO DAS QUEIMADAS EM MARABÁ	65
6.4. AGRAVOS RELACIONADOS COM PROBLEMAS RESPIRATÓRIOS	66
6.5. RELAÇÃO ENTRE QUEIMADAS E AGRAVOS A SAÚDE	69
6.6. CORRELAÇÃO ENTRE INTERNAÇÕES HOSPITALARES, FOCOS DE CALOR E FATORES CLIMÁTICOS	72
7. ÍNDICE DE MORAN I (LISA).....	84
7.1. ANÁLISE DE CLUSTER	84
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	87
REFERÊNCIAS	88

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas vem sendo registrado um significativo aumento nas concentrações de substâncias perigosas no ambiente atmosférico, o que é motivo de preocupação global (CASTRO; ARAÚJO; SILVA, 2013, p.108).

Segundo Mahar (1979), afirma que:

Os problemas relacionados à mortalidade no cenário amazônico também são escassos, dados precários e até mesmo inexistentes, sendo que a uma enorme quantidade de pessoas vivendo em uma área tão extensa, talvez seja um dos motivos para a extrema dificuldade em se obter esses dados, ligados à saúde e a problemas ambientais diversos. A cada ano, o fogo na Amazônia brasileira atinge uma área dez vezes o tamanho da Costa Rica (MAHAR, 1979, p.182).

Os desmatamentos e as queimadas são duas das maiores questões ambientais enfrentadas pelo Brasil atualmente. Embora distintas, são práticas tradicionalmente associadas ao processo produtivo agropecuário da região. Normalmente, em sequência à derrubada da vegetação, quase sempre há queima do material vegetal (GONÇALVES; CASTRO; HACON, 2012, p.1524).

Segundo o Agência Brasil (2016), atualmente aproximadamente 24% da cobertura florestal original da Amazônia Legal Brasileira já foi convertida para algum outro tipo de uso ou cobertura. Em quase todo o território brasileiro é possível observar que as queimadas são recorrentes não apenas restritas a região amazônica, muitos dos recursos são utilizados para pastagens, agricultura e para fins das industriais e madeireiros.

No mundo, as grandes queimadas em Bornéu (1983 e 1997), Tailândia (1997), Indonésia (1997), Roraima (1997-1998), Mato Grosso (1998) e Pará (1998) despertaram a atenção para o problema, mas as medidas tomadas para prevenir e/ ou controlar os incêndios ainda são insuficientes (COCHRANE, 2000 p.27). O incêndio florestal na Amazônia tem um histórico de destruição e perdas significativas. Um dos grandes exemplos de perda florestal ocorreu durante o fenômeno do *El Niño*, em 1997 e 1998. O incêndio de Roraima queimou uma área entre 11.394 e 13.928 Km² de floresta primária intacta. (BARBOSA; FEARNside, 1999).

As informações sobre o perfil da mortalidade em relação às queimadas na região amazônica e sua relação com os problemas ambientais e socioambientais são pouco abordadas. Sendo que a Amazônia é um dos biomas mais

importantes do planeta, inúmeros recursos destacam-se em seu território, por isso há uma intensa e crescente exploração por apresentar uma imensa e desconhecida biodiversidade e extensão muitas das vezes é inviável acesso a algumas localidades. Assim a dificuldade de fiscalização e de precauções que poderiam ser tomadas fica bem mais complicada gerando uma série de impactos e agressões que ao longo dos anos vem provocando desequilíbrios ambientais, afetando a fauna, a flora e até mesmo o ser humano ocasionando desequilíbrio do planeta.

Segundo COUTINHO (2005), a queima de biomassa vegetal é uma prática frequente dos agropecuaristas nas zonas tropicais, principalmente para controlar ervas daninhas, remover biomassa morta e limpar terrenos para plantios. Juntamente como desmatamento e as práticas agrícolas contribuem para o intercâmbio de vários gases entre a atmosfera e a biosfera.

Do ponto de vista legal, o Código Florestal Brasileiro, instituído pela Lei 4.771 de 15 de setembro de 1965, classifica como bens de interesse público as florestas e as demais formas de vegetação, devido à sua utilidade e às terras que revestem. Esta Lei limita o exercício dos direitos de propriedade sobre a utilização e exploração de florestas, sendo as ações ou omissões contrárias às disposições deste Código consideradas como uso nocivo da propriedade. (SOUZA, 2008 apud, GONÇALVES; CASTRO; HACON, 2012).

Como consequências socioeconômicas, autores apontam questões como, piora na qualidade do ar pelo aumento do material particulado em suspensão, que causa doenças do trato respiratório, aumentando o valor de despesas hospitalares (RIBEIRO; ASSUNÇÃO, 2002; DIAZ, 2002 apud PINTO, 2016, p.17).

A exposição à poluição ambiental é considerada quando o fator de risco se encontra imediatamente próximo às vias de ingresso do organismo do indivíduo, ou seja, da respiração, alimentação, pele, placenta etc. (BRASIL, 2001).

No caso da exposição a um poluente interessa suas características: toxicológicas (capacidade de transformação, persistência ambiental e vias de penetração no organismo); características individuais dos expostos a esse poluente; e aspectos socioambientais do local da exposição (magnitude, duração e frequência, etc.) (BRASIL, 2000).

Segundo Mascarenhas (2008), em relação às queimadas em áreas remotas ou rurais, os poluentes gasosos e o material particulado fino apresentam efeitos diretos para o sistema respiratório, em especial para os grupos mais sensíveis que são crianças, idosos e portadores de doenças cardiorrespiratórias prévias, incluindo os asmáticos, compõem a população mais suscetível aos efeitos da poluição atmosférica.

Portanto infere-se que os crescentes episódios estimularam a realização de diversos estudos epidemiológicos e experimentais, que identificaram os principais poluentes e suas repercussões sobre a saúde.

Segundo a Constituição da Organização Mundial da Saúde OMS/WHO (1946), A saúde é um estado de completo bem-estar físico, mental e social, e não consiste apenas na ausência de doença ou de enfermidade.

Segundo a resolução CONAMA nº3, de 28 de junho de 1990, entende-se como poluente atmosférico qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos, e que tornem ou possam tornar o ar: impróprio nocivo ou ofensivo à saúde, inconveniente ao bem-estar público, danoso aos materiais, à fauna e flora, prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade. (BRASIL, 1990)

Nesse contexto de demandas institucionais e normativas, o CONAMA, por meio da Resolução nº 05 de 15 de junho de 1989, criou o Programa Nacional de Controle de Qualidade do Ar - PRONAR, com o intuito de “permitir o desenvolvimento econômico e social do país de forma ambientalmente segura, pela limitação dos níveis de emissão de poluentes por fontes de poluição atmosférica, com vistas à melhora da qualidade do ar, ao atendimento dos padrões estabelecidos e o não comprometimento da qualidade do ar nas áreas consideradas não degradadas”.

Para alcançar os objetivos do PRONAR definiu-se como estratégia básica o estabelecimento de limites nacionais para as emissões, por tipologia de fontes e poluentes prioritários, reservando o uso dos padrões de qualidade do ar como ação complementar de controle. Foram previstas, ainda, medidas de classificação das áreas conforme o nível desejado de qualidade do ar, de monitoramento, licenciamento ambiental, inventário nacional de fontes e

poluentes do ar, interface com outras medidas de gestão e capacitação dos órgãos ambientais.

Desta forma, torna-se imprescindível à implementação de ações do poder público que visem gerir de forma integrada o potencial ambiental da região, quer seja através de medidas coercitivas, quer seja pela implementação dos instrumentos da política ambiental a nível estadual e do municipal. Este estudo foi desenvolvido para avaliar os efeitos das queimadas sobre a saúde geradas através da atividade de mineração, agricultura, sobre as internações hospitalares de doenças respiratórias na população do município de Marabá.

Observando as consequências geradas na área de estudo, nota-se uma extrema necessidade da efetivação de uma análise integrada, como aplicação das ferramentas de Sensoriamento Remoto e técnicas de geoprocessamento, possibilitando fazer um estudo dos fatores que influenciam na degradação ambiental. Assim, espera-se identificar as áreas de queimada e a espacialização dos agravos à saúde, com o intuito de auxiliar as políticas públicas, tornando-as mais eficientes na aplicação de ações preventivas ou de diminuição dos problemas, despertando a conscientização de uma exploração sustentável, a conscientização da população ao uso de fogo de forma correta, a fim de promover a sustentabilidade no uso da terra e seus recursos naturais.

O aumento das queimadas no município de Marabá gera consequências negativas para a população, tanto na economia, como na ecologia, no entanto a hipótese é de que haja aumento das internações hospitalares por doenças respiratórias com o aumento dos focos de calor detectados em determinados períodos do ano, além da propagação das fumaças por meio da direção e velocidade dos ventos para a área urbana do município onde os casos foram notificados e onde se encontram os hospitais públicos onde as pessoas foram internadas.

A problemática é abordada entorno das queimadas e das consequências geradas, o que atinge diretamente a economia, ecologia e saúde da população do município de Marabá. As emissões atmosféricas produzidas pela queima causam efeitos deletérios à saúde como já citados anteriormente. As causas das queimadas provêm da agricultura, mineração com o aumento dessas variáveis a Poluição do ar condiciona a vir ocorrer os problemas respiratórios a Má qualidade de vida população fazendo com que aumente o número de internações

hospitalares provindas das fumaças. Os possíveis problemas só vêm se intensificar com o contato direto e constante com as fumaças, principalmente de indivíduos que já possuem algum tipo de problema respiratório, agravando ou adquirindo novos problemas. A economia local é diretamente afetada, pois com a procura maior nas unidades hospitalares há gastos com medicamentos e equipamentos necessários para o atendimento dos mesmos, então é abordada por meio desta monografia, as causas e as consequências que o uso indevido da terra, sendo por meio da extração de madeira ilegal, ou por meio da mineração, causam não somente na ecologia local, mas também na qualidade de vida da população e do meio ambiente.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivos Gerais

Analisar os efeitos das queimadas, investigando a associação da exposição da população do Município de Marabá, Estado do Pará, com auxílio de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento. No período de 2007 a 2017 (10 anos).

2.2. Objetivos Específicos

- Avaliar espacial e temporalmente o quantitativo de queimadas no Município de Marabá – PA;
- Descrever a distribuição temporal (2007 a 2017) das queimadas, de variáveis meteorológicas (precipitação, temperatura e umidade relativa) e focos de calor sobre a região da área de estudo.
- Verificar a associação entre variáveis meteorológicas com queimadas e as taxas de internações hospitalares por doenças respiratórias da faixa etária no município de Marabá-PA;

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. O processo de ocupação do Pará e da Amazônia

Ao longo do seu processo de formação não apenas social, a Amazônia foi objeto de diversas experiências que envolveram as mais variadas teorias de desenvolvimento brasileiro (LOCATELLI, 2009, p.19).

Nas décadas de 60 e 70 do século passado a Amazônia recebeu várias denominações, dentre as quais se podem destacar: “Amazônia: Frente de expansão”, “Amazônia: área de fronteira”, “Amazônia das estradas” e “Amazônia das pistas” (LOCATELLI, 2009, p.22).

Na primeira metade dos anos 70, o PIN começou a ser executado com base na concepção de desenvolvimento por meio da construção de estradas pioneiras que serviriam de roteiro para a Amazônia e foram planejadas para estabelecimentos de áreas de atividade econômica na forma dos chamados “corredores de desenvolvimento” (LOCATELLI, 2009, p.23).

Foi nesse contexto que houve a permissa vista a necessidade de integração gerou um conjunto de políticas governamentais para torná-la efetiva. Para tal finalidade, o governo federal elaborou grandes projetos de rodovias que propiciavam o estímulo à imigração e à formação de atividades econômicas, como a Belém-Brasília (GOODLAND; IRWIN, 1975), a Cuiabá-Santarém, a Cuiabá-Porto Velho-Manaus, a Perimetral Norte e a Transamazônica, todos inseridos no Programa de Integração Nacional – PIN, que ocorreu na primeira metade da década de 1970 (KOHLHEPP, 1992).

O PIN tornou possível acessar a região Norte por vias terrestres, facilitando o escoamento da produção local por rodovias. Essa nova possibilidade de acesso funcionou como vetor para o avanço da ocupação, que, somada a incentivos fiscais do governo, atraíram o maior contingente migratório já ocorrido na Amazônia (BECKER, 1998 apud PINTO, 2016, p.).

Como a maior parte dessa ocupação se concentrou na região que margeia os limites da Amazônia legal nos estados do Pará, Tocantins, Mato Grosso, Maranhão e Rondônia, esta área sofreu um grande desmatamento de floresta Amazônica e por este motivo recebeu o nome de Arco do Desmatamento (AGÊNCIA BRASIL, 2016).

Diante das dinâmicas territoriais em curso na Amazônia é imprescindível, não somente a mensuração da perda da cobertura vegetal, mas, sobretudo, a compreensão das atividades que desencadeiam este processo na região. Estas dinâmicas territoriais – expansão das atividades de mineração e de transformação mineral; da pecuária; e do cultivo de soja – reproduzem todas elas, uma lógica de desenvolvimento exógeno, cujo objetivo é integrar a produção de commodities agrícolas e minerais com os principais mercados consumidores internacionais. Contudo, este modo de desenvolvimento, apesar de contribuir para o crescimento econômico do país, trouxe grandes impactos socioeconômicos e ambientais para as amazônicas (BECKER, 2001 apud VILELLA, 2016).

Estas dinâmicas territoriais se manifestam com maior intensidade no Pará. O estado detém a segunda maior produção mineral nacional, atrás de Minas Gerais, além de possuir o quinto maior rebanho bovino do país (IBGE, 2014; IBRAM, 2015).

3.2. Condições meteorológicas que influenciam a saúde humana

O clima é um dos mais importantes e influentes componentes do meio ambiente, pois condiciona diversos processos naturais, influenciando no desenvolvimento de diversos organismos, inclusive o homem. Relativo às atividades humanas, estudar o clima, em uma escala menor, regional é fundamental (AYOADE, 2003, p.332).

No entanto apesar do clima acarretar uma série de benefícios, pode vir a ser um problema com mudanças climáticas.

Segundo Nobre e Marengo (2017) afirma que:

As mudanças ambientais e climáticas globais, que vêm se intensificando nas últimas décadas, podem produzir impactos sobre a saúde humana por diferentes vias e intensidades. Algumas dessas mudanças, como a que resulta no aumento da frequência e intensidade de eventos extremos, impactam de forma direta a saúde e o bem-estar da população.

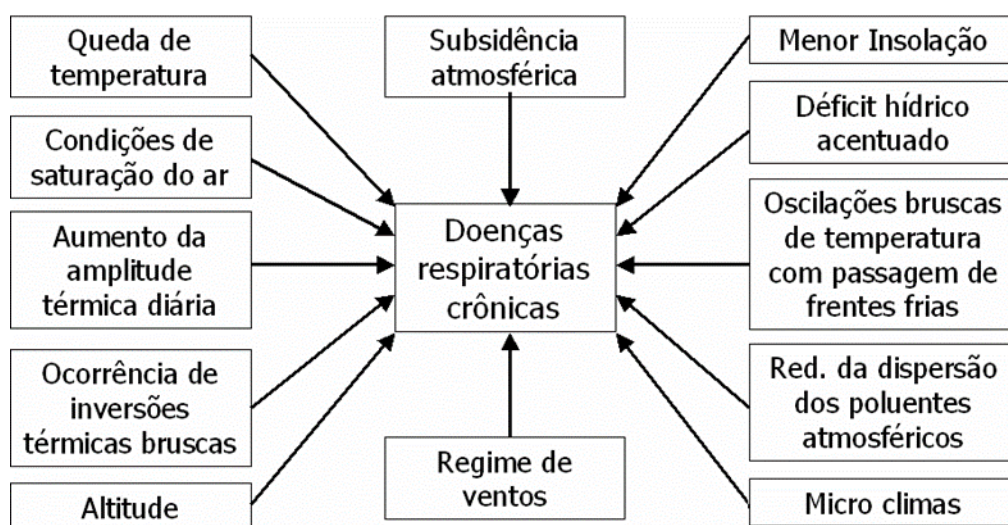
Segundo o autor Holland (1979) sobre as condições metrológicas:

...uma questão importante é a chamada "inversão térmica". Nos meses de inverno do Hemisfério Norte, sob condições de calmaria (ausência de ventos) e céu claro, ocorre perda de calor por radiação durante a noite, o que faz com que o ar em contato com o solo se resfrie e se torne mais denso do que a camada de ar imediatamente acima. Com o aumento da camada fria, os gases e fumaças poluídos ficam então "presos" na interface de

uma camada quente e outra fria. A situação normal (queda da temperatura do ar com o aumento de altitude) é assim revertida, o ar frio ficando abaixo de uma "tampa" de ar quente e poluído, o que gera o fenômeno da inversão térmica, que surge acompanhada de camadas de denso nevoeiro a baixa altitude (HOLLAND et al. 1979).

A figura 1 mostra os principais componentes e as interações entre os fatores climáticos e meteorológicos que podem contribuir para o aumento de doenças crônicas, mas também nas ocorrências de novas doenças.

FIGURA 1 – Principais componentes e interações entre fatores climáticos e meteorológicos e doenças respiratórias crônicas.



Fonte: Miranda et al. (1995, adaptado).

Segundo COLWELL e PATZ (1998), a variabilidade climática, por exemplo, *El Niño* Oscilação Sul (ENOS) e mudanças do clima em longo prazo desempenham um papel relevante, na modificação de ocorrências e transmissão de doenças infecciosas, através de múltiplos efeitos, diretos e indiretos em micro-organismos patogênicos, vetores, reservatórios e hospedeiros.

Observa-se através de pesquisas feitas sobre o fenômeno *El Niño* que tem aumentado os interesses sobre os efeitos potenciais das extremas variações climáticas na saúde e na transmissão de doenças (CHECKLEY et al, 2000, p.442).

Para realizarem-se investigações epidemiológicas, mediante dados obtidos in situ, sobre a influência do clima na causa de enfermidades, necessita-se de um volume de informações que permita discernir, quais dos efeitos

percebidos se devam a fatores climáticos e quais, a fatores não climáticos (MCMICHAEL, 2000).

Por exemplo, as diferenças de temperatura e da umidade do ar podem influenciar na composição da mistura dos poluentes e, conseqüentemente, nos efeitos sobre a saúde humana (GOUVEIA; FLETCHER, 2000, p.750).

Para González et al. (2001) afirma que:

Estudaram as possíveis influências das variações da pressão atmosférica e a mortalidade em Madrid na Espanha levando em conta os possíveis efeitos de outras variáveis atmosféricas. Uma associação significativa foi encontrada entre a tendência anticiclônica e a mortalidade por causa da circulação no médio longo termo e uma associação entre as mortalidades por causas respiratórias e o anticiclone com o termo longo encontrado no estudo (GONZÁLEZ et al., 2001).

Segundo Sousa (2003), ainda afirmam que em todos os estudos epidemiológicos, é difícil estimar o papel desempenhado pelo clima, assim como, as alterações no estado geral da saúde.

O inverno e o confinamento em dormitório encontram-se entre os fatores predisponentes dos agravos respiratórios, enquanto que o tabagismo dos pais e os combustíveis domésticos, a lenha e o querosene, são fatores importantes no desencadeamento desses agravos (BENGUIGUI, 1999, p.3).

As pesquisas também indicam que os efeitos na saúde humana também são verificados quando em concentrações de poluentes estão abaixo dos limites legais toleráveis (ANDRÉ et al, 2000).

O conhecimento dos poluentes e das fontes de emissão não é suficiente para explicar o complexo processo da contaminação atmosférica. As características estruturais e as dinâmicas da atmosfera e as características morfológicas do relevo são também importantes elementos da dispersão dos poluentes no espaço e de sua evolução (ARÁNGUEZ et al, 2001, p.3).

Segundo Duchade (1992) alguns fatores básicos afetam a concentração de partículas no ar: a taxa de emissão do poluente, as condições meteorológicas e a topografia local. As condições meteorológicas são particularmente importantes, na medida em que os ventos turbulentos ajudam a dispersar os poluentes.

A quantidade de calor gerada nas queimadas faz com que a densidade dos gases se torne menor do que a do ar, causando a elevação dos gases

resultantes e de partículas, que atingem alturas consideráveis durante o processo de dispersão da fumaça na atmosfera (RIBEIRO; ASSUNÇÃO, 2002, p.125).

Uma vasta literatura vem comprovando, em diversas partes do mundo, a influência da poluição do ar na mortalidade, através de numerosos estudos (DUCHIADE, 1992, p.315).

3.3. As Queimadas e suas consequências ambientais

O fogo pode ser natural, provindo de raios sobre árvores e campos com grande soma de material combustível (folhas secas e árvores semidecíduas) ou, como ocorre na maioria dos casos, provindo do homem (COUTINHO, 1976, p.173).

O fogo exerce uma série de efeitos sobre o solo, no conteúdo da umidade, matéria orgânica e características químicas (EMBRAPA, 2002, p.14).

Ainda sobre o fogo, Cardoso e Crispim (2001) explica que o fogo é amplamente utilizado na agricultura brasileira e que na história da pecuária nacional, é prática comum, na região dos Cerrados e da Amazônia Legal, a utilização de queimadas das áreas com pastagens, e que é utilizada para a renovação ou recuperação da pastagem.

No entanto, diferentemente do cerrado, no bioma Amazônico, as árvores não são adaptadas a resistir ao fogo, diferentemente de alguns exemplares do bioma cerrado, desta forma a mortalidade de árvores que ocorre a partir de uma primeira queimada fornece o combustível e a aridez necessários para agravar e provocar queimadas subsequentes (COCHRANE, 2003 apud PINTO, 2015, p.25).

Na Amazônia, como na maior parte do país, o método tradicional de limpeza da terra ainda consiste em derrubar a floresta, esperar que a massa vegetal seque e em seguida pôr fogo, para que os resíduos grosseiros sejam eliminados e as cinzas produzidas enriqueçam temporariamente o solo (COCHRANE, 2000, p.37).

Queimadas em florestas são responsáveis por enormes prejuízos ao meio ambiente, à saúde humana e às propriedades rurais, além de colocar vidas humanas em risco. O monitoramento das condições da vegetação e clima, através de dados obtidos por satélite e sua integração com bases de dados estruturadas em Sistemas de Informações Geográficas (SIG)

apresenta a possibilidade de prever os eventos de queimadas e minimizar seus impactos negativos (SUNAR e ÖZKAN, 2001 apud COUTINHO, 2005, p.289).

Com a queima, a frequência tem reduzido e o número de espécies vegetais, quando comparados à área sem queima. A cobertura do solo em áreas queimadas reduz-se expressivamente e tem levado cerca de quatro a seis meses para igualar-se à área sem queima. (CARDOSO; CRISPIM, 2001, p.2)

Além disso, as áreas não urbanas utilizadas para agricultura, pecuária e extração de madeira representem o maior percentual do País, com concentração populacional muito menor que a das áreas urbanas, seus processos de degradação ambiental, relacionados às atividades econômicas ali desenvolvidas (que envolvem queimadas, desflorestamento ou consumo de produtos químicos na agricultura), representam amplas mudanças ambientais que afetam a saúde humana (ROCHA, 2015, p. 112).

Notamos também que pesquisas realizadas por Radojevic & Hassan (1999) em Brunei Darussalam, nas ilhas Bornéu, indicam alguns dos efeitos que as queimadas de florestas desencadeiam na região: drástica redução da visibilidade, fechamento de aeroportos e escolas, aumento de acidentes de tráfego, destruição da biota pelo fogo, aumento na incidência de doenças, diminuição da produtividade, restrição das atividades de lazer e de trabalho, efeitos psicológicos e custos econômicos etc.

3.4. As consequências das queimadas na saúde da população

Desde o início do século passado, estudos na literatura médica têm documentado uma significativa associação entre poluição atmosférica decorrente da emissão de combustíveis fósseis e aumento de morbimortalidade em humanos nos países desenvolvidos (ARBEX; CANÇADO; PEREIRA; BRAGA; SALDIVA, 2004, p.159).

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 (ARBEX; CANÇADO; PEREIRA; BRAGA; SALDIVA, 2004, p.159).

A poluição do ar originária da queima de biomassa tem como principal característica uma sazonalidade bem definida, com alta produção de fumaça

restrita a períodos curtos, que variam entre três e seis meses (SILVA; MATTOS; IGNOTTI e HACON, 2012, p.346).

Dentre os sintomas responsáveis por identificar comprometimento das vias aéreas superiores podem ser citados a rinorreia, congestão nasal, tosse e rouquidão. Já a tosse seguida por catarro, chiado e dispneia são sintomas mais relacionados ao comprometimento das vias aéreas inferiores (ARBEX et al., 2012).

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 (CANÇADO; ARBEX; BRAGA, 2004, P.17).

As doenças estão associadas a uma gama de fatores que segundo Pevetta e Botelho (1997) afirmam que:

A prevalência está associada a uma gama de fatores, tais como: variável ambiental (aspectos geográficos, condições de temperatura e umidade do ar, características sociais e culturais), variáveis ligadas ao próprio indivíduo (sexo, idade, hábito tabaco, história ocupacional e patológica pregressa), entre outras (PEVETTA; BOTELHO, 1997).

Outra uma afirmação pode-se confirmar através de revisões de literaturas que nos ratifica que os impactos na saúde, bem como a avaliação de dados de regiões afetadas por poluição do ar, indicam que o material particulado é o poluente mais elevado em fumaça de biomassa e de acordo com uma pesquisa publicada na revista Ciência & saúde coletiva da Associação Brasileira de Pós-Graduação em saúde coletiva (ABRASCO):

Existe uma associação positiva entre focos de queimadas, em Rondônia, e as taxas de mortalidade por doenças do aparelho respiratório – inclusive a doença pulmonar obstrutiva crônica – na localidade, o que explicaria entre 50 a 80% da mortalidade por essas enfermidades em idosos de mais de 65 anos na região. “Os resultados demonstram a gravidade do problema das queimadas e o impacto sobre a saúde respiratória da população, principalmente sobre a mortalidade de idosos”, alertam os pesquisadores no artigo (GONGORA; FAVERO, 2009, p.4).

- De acordo com a organização mundial de saúde, em sua publicação denominada “Diretrizes de saúde para eventos de fogo

em vegetação”, esclarece que a queima gera problemas basicamente em duas áreas ambientais (SCHWELA, 1999).

- Poluição atmosférica: Impacto direto da fumaça na saúde humana e economia, influência de gases emissões de partículas na composição da atmosfera.
- Biodiversidade: Consequências deletérias no desempenho dos ecossistemas e na estabilidade da paisagem.

FIGURA 2 – Pirâmide representando a proporcionalidade populacional para cada situação possível em casos de exposição ao produto da queima de biomassa.



Fonte: (Adaptado de SCHWELA, 1999).

A pirâmide acima (Figura 2) ilustra esse conceito para vários os pontos de extremidade de saúde mais importantes associados à poluição do ar. O tamanho de cada nível em a pirâmide representa a proporção da população afetada. Desfechos severos como a mortalidade só será sentida em um grupo relativamente pequeno de pessoas, enquanto que desfechos, como função pulmonar reduzida, geralmente serão evidentes em um segmento maior da população. A fumaça de biomassa contém um grande número de produtos químicos, muitos dos quais foram associados com impactos adversos à saúde. Estes incluem tanto partículas como compostos gasosos.

3.5. O Monitoramento das queimadas por meio do Sensoriamento Remoto

O Sensoriamento Remoto pode ser entendido como um conjunto de atividades que permite a obtenção de informações dos objetos que compõem a

superfície terrestre sem a necessidade de contato direto com eles. (INPE, 2008, p.3).

Ainda sobre o sensoriamento remoto, Carvalho (1990), destaca, que:

O sensoriamento remoto abrange um conjunto de técnicas para coleta, processamento e análise de dados da superfície terrestre, a partir de informações provenientes da interação da radiação eletromagnética com os alvos terrestres, contribuindo significativamente em etapas como: identificação, descrição ou caracterização de padrões espaciais, avaliação da disponibilidade, qualidade e quantidade dos recursos localizados e o acompanhamento das alterações e condições desses recursos, provocadas pelo seu uso e manejo, ou por acidentes naturais ou culturais (Carvalho et al., 1990).

A evolução dos sistemas de aquisição de dados de Sensoriamento Remoto, surgiram novas abordagens metodológicas em processamento digital de imagens, otimizando assim a extração de informações (PACHECO; FREIRE, 2015, p.3).

Sobre os sistemas de aquisição de imagens pelo Sensoriamento remoto, Novo (1992), afirma que:

Estas informações podem ser extraídas através de métodos de análise de dados de sensoriamento remoto, os quais se subdividem em dois grandes conjuntos: análise digital e análise visual de imagens. O método de análise digital de imagens engloba uma série de técnicas de manipulação numérica de dados, como o processamento de imagens digitais, por exemplo. Este inclui o pré-processamento, as técnicas de realce e as técnicas de classificação. Na classificação digital de imagens, procura-se o reconhecimento automático dos objetos presentes na cena a partir da análise quantitativa dos níveis de cinza (NOVO, 1992).

A análise visual, no entanto, depende da experiência do intérprete, utilizando chaves de identificação como matiz, textura, tamanho, localização, forma e contexto espacial, entre outros, para realizar classificações de imagens (CHUVIECO, 1996).

No caso da identificação de áreas queimadas utilizando dados adquiridos na região do visível e do infravermelho próximo e médio, o resultado da classificação digital pode apresentar baixa exatidão. Isto decorre da dificuldade de se discriminar, inequivocamente, as áreas queimadas de outros elementos presentes na superfície terrestre, os quais apresentam características espectrais semelhantes, porém são de natureza bastante distinta, como corpos d'água,

sombras de nuvens ou de relevos. Nesses casos, requerem-se o auxílio da interpretação visual (CHUVIECO, 1996).

Há cerca de 15 anos, a Embrapa Monitoramento por Satélite monitora a ocorrência de queimadas na região amazônica com base em dados fornecidos pelo satélite NOAA-AVHRR, captados e disponibilizados pelo INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (MIRANDA, 2005, p.2).

Através de imagens termais (faixa de 3,55 - 3,95 mm) diárias dos satélites meteorológicos da série NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*), tem sido possível, desde 1987, a detecção de queimadas (focos de calor) em tempo quase real para o período de 01 de maio a 30 de novembro, época de estiagem no Brasil Central e Sul da Amazônia. Desde agosto de 1995, a obtenção dessas imagens tem sido feita pelos satélites NOAA 12 e 14 (SETZER *et. al.* 1992). Com o aumento das queimadas o governo criou em 10 de abril de 1989, o Governo Federal sancionou o Decreto nº 97.635, criando o Sistema Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais (Prevfogo). Ele foi revogado pelo Decreto 2.661, de 8 de julho de 1998, que regulamenta o artigo 27 do Código Florestal (Lei 4.771/65). A dimensão e a complexidade dos problemas causados pelos incêndios florestais fizeram com que o Prevfogo fosse elevado ao nível de Centro Especializado – por meio da Portaria nº 85, de 19 de julho de 2001 (IBAMA, 2001).

Desde 2001, o Prevfogo, busca estabelecer o controle sobre incêndios florestais por estratégias diversas. A atuação junto aos governos estaduais, por meio de sua ação interagências e os comitês estaduais de incêndios florestais, permite que se agreguem esforços na prevenção e nos eventos de combate.

O monitoramento da dinâmica espacial e temporal das queimadas, seguindo métodos e procedimentos homogêneos (SETZER et al., 1992), garante uma visão objetiva desse fenômeno e a disponibilização dos resultados para a comunidade acadêmica, órgãos governamentais e sociedade em geral.

3.6. Materiais gerados a partir da queima de biomassa

Poluentes são todas e quaisquer substâncias presentes no ar que dependendo da concentração podem se tornar nocivos à saúde humana, à fauna e a flora ou que causem danos ao bem-estar público, prejuízos materiais, danificando as atividades normais da comunidade (BRASIL, 1990).

A Resolução CONAMA 03, de 28 de junho de 1990, define como poluente atmosférico:

“Qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos, e que tornem ou possam tornar o ar: impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde; inconveniente ao bem-estar público; danoso aos materiais, à fauna e flora; prejudicial ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade”.

A poluição atmosférica é proveniente de diversas atividades. As fontes de emissão de poluição que realizam estas atividades são chamadas de fontes poluidoras e podem ser classificadas como fontes móveis (transportes, por exemplo) ou fontes fixas (produção industrial, extração mineral e produção agrícola) (DAMILANO, JORGE e MARIANI, 2006, p.12).

A emissão excessiva de poluentes tem provocado sérios danos à saúde como problemas respiratórios (bronquite crônica e asma), alergias, lesões degenerativas no sistema nervoso ou em órgãos vitais e até câncer (GRANDE; MESSIAS, 2004, p.12).

No entanto outros afirmam que: As emissões de queimadas possuem vários efeitos importantes no equilíbrio climático e biogeoquímico do planeta. Além do CO₂, as emissões de metano (CH₄) e NO_x, também contribuem para aumentar o efeito estufa na atmosfera. As emissões de metano são da ordem de 1% da quantidade de CO₂, porém o efeito radiativo da molécula de CH₄ é 25 vezes maior que a de CO₂ (HOUGHTON, 1990 apud FREITAS; LONGO; DIAS; DIAS, 2005, p.168).

O monitoramento da qualidade do ar nos centros urbanos é restrito a alguns poluentes escolhidos de acordo com sua frequência de ocorrência, efeitos adversos e recursos disponíveis (CETESB, 2015). Esses poluentes são: Material particulado (MP), Dióxido de enxofre (SO₂), Óxidos de Nitrogênio (NO_x), Monóxido de Carbono (CO), Oxidantes fotoquímicos (exemplo: Ozônio O₃) e os Hidrocarbonetos (CETESB, 2015).

Abaixo os principais poluentes atmosféricos provenientes das queimas e seus efeitos.

TABELA 1 – Principais poluentes provenientes da queima de biomassa.

Emissões	Exemplos	Fonte
Partículas	Partículas inaláveis (PM10)	Condensação após combustão de gases combustão incompleta de material inorgânico; fragmentos de vegetação e cinzas.
	Partículas finas (PM2.5)	Condensação por combustão de gases; combustão incompleta de material orgânico.
Aldeídos	Acroleína	Combustão incompleta de material orgânico.
	Formaldeído	Combustão incompleta de material orgânico.
Gases principais	Monóxido de carbono (CO)	Combustão incompleta de material orgânico
	Ozônio (O3)	Produto secundário de óxidos de nitrogênio e hidrocarbonetos.
	Dióxido de nitrogênio (NO2)	Oxidação em altas temperaturas do nitrogênio do ar.
Hidrocarbonetos	Metano, Benzeno	Combustão incompleta de material orgânico.
Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAHs)	Benzoalfapireno (BaP)	Condensação após combustão de gases; combustão incompleta de material orgânico.

Fonte: Adaptado de Arbex et al., (2004).

Conforme a Organização Mundial de Saúde (World Health Organization – WHO), a poluição atmosférica é considerada um preocupante problema de saúde pública, afetando populações de todo o mundo. Estima-se que mais de 2 milhões de mortes prematuras a cada ano possa ser atribuída aos efeitos da poluição atmosférica urbana, das poluições ao ar livre (reconhecidamente, outdoor) e em ambientes fechados (indoor). Estima-se também que mais da metade da população afetada seja em países em desenvolvimento. (WHO, 2005)

Os efeitos da poluição do ar podem variar conforme o tipo e a concentração dos poluentes, os volumes aspirados, o tempo de exposição e as condições fisiológicas de cada organismo. Entretanto, é sabido que, nas grandes cidades, as crianças e idosos sofrem maiores consequências da exposição à poluição, influenciando na saúde e na qualidade de vida dessa faixa populacional (CAVALCANTI, 2010, p.38).

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

Organização Mundial de Saúde (OMS) - 2005			
Material particulado	PM10	50 µg/m ³ (média para 24h)	20 µg/m ³ (média anual)
	PM2.5	25 µg/m ³ (média para 24h)	10 µg/m ³ (média anual)
Ozônio	O ³	100 µg/m ³ (média para 8h)	
Dióxido de nitrogênio	NO ²	200 µg/m ³ (média para 1h)	40 µg/m ³ (média anual)
Dióxido de enxofre	SO ₂	500 µg/m ³ (média para 10 minutos).	20 µg/m ³ (média para 24h)
Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) - 1990			
Material particulado	PM10	240 µg/m ³ (média para 24h)	80 µg/m ³ (média anual)
	PM2.5	150 µg/m ³ (média para 24h)	50 µg/m ³ (média anual)
Ozônio	O ₃	160 µg/m ³ (média para 1h)	
Dióxido de nitrogênio	NO ₂	320 µg/m ³ (média para 1h)	100 µg/m ³ (média anual)
Dióxido de enxofre	SO ₂	365 µg/m ³ (média para 24h)	80 µg/m ³ (média anual)

Fonte: Adaptado de WHO, (2005) e BRASIL (1990).

3.7. Processo respiratório e doenças associadas à propagação de queimadas

O sistema respiratório é responsável pelo mecanismo de troca gasosa (hematose) com o ar atmosférico para garantir que a concentração de oxigênio seja mantida no sangue. Além das trocas gasosas, o sistema respiratório também auxilia na regulação da temperatura corporal e na manutenção do pH do sangue (VERONEZ, 2012, p.1).

A respiração é o conjunto de eventos envolvidos no transporte de oxigênio (O_2) desde o ambiente até a célula e de dióxido de carbono (CO_2) em sentido contrário. A finalidade da respiração é proporcionar o aporte de quantidades adequadas de O_2 à célula e remover quantidades adequadas de CO_2 desta, a fim de manter a homeostase do meio (GONZÁLEZ, 2004; TORTORA, 2004 apud SOUTO; LIMA; BREIGEIRON, 2009, p.17).

Segundo alguns autores a respiração é composta por um processo que:

O ar percorre um caminho que se inicia nas narinas, na qual imediatamente é enviado para as cavidades nasais, dois canais ocos separados por uma estrutura cartilaginosa chamada septo nasal, onde é filtrado, umidificado e aquecido. Após passar por esta estrutura é encaminhado para a faringe, um canal que se comunica com o Sistema Digestório e que o conduz à laringe, um tubo muscular formado por cartilagens e que abriga as cordas vocais, músculo responsáveis por produzir o som da voz mediante sua vibração. Em seguida é levado para traqueia, outro tubo muscular formado por estruturas cartilagosas que se bifurcam formando os brônquios. Chegando aos brônquios é conduzido por ramificações chamadas bronquíolos atingindo 2 pequenos sacos de espessura fina, chamadas de alvéolos, onde finalmente é absorvido. Algumas destas estruturas comentadas anteriormente como brônquios, bronquíolos e alvéolos são protegidas por sacos róseos e esponjosos chamado de pulmões (LAURENCE, 2009; SANTOS et al, 2010; DEMEC, 2012 apud ULLIO, 2014, p.2)

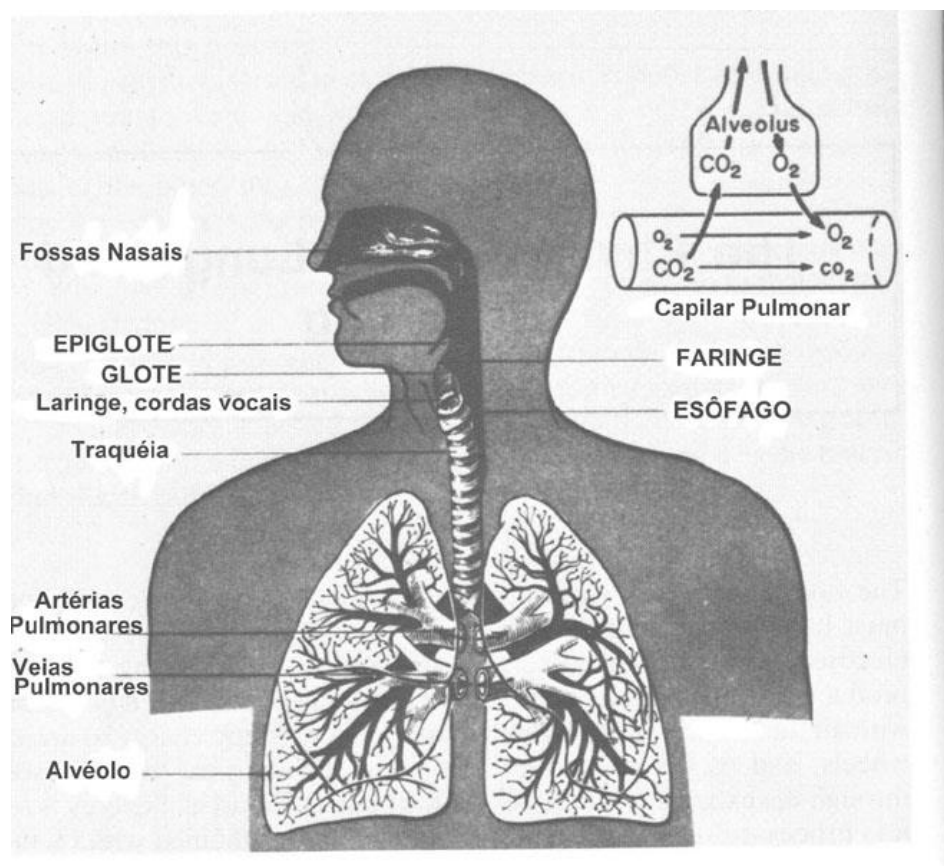
Os pulmões (o sistema pulmonar) servem como fornecedor de O_2 e expelidor do principal subproduto – CO_2 . O sangue leva o O_2 aos tecidos e remove o CO_2 dos tecidos; ele deve entrar em estreito contato com o ar nos pulmões a fim de trocar sua carga de CO_2 por uma carga fresca de O_2 .

Segundo Veronez (2012), afirmam que o sistema respiratório é dividido em vias aéreas superiores e vias aéreas inferiores. As vias aéreas superiores são formadas por órgãos que se situam externamente à caixa torácica, nariz externo, cavidade nasal, faringe e laringe. As vias aéreas

inferiores são constituídas pelos órgãos localizados na caixa torácica, traqueia, brônquios, bronquíolos, alvéolos pulmonares e pulmões. Os músculos respiratórios principais (músculo diafragma e músculos intercostais) e acessórios (músculos abdominais, músculo serrátil anterior, músculos escalenos, músculo esternocleidomastoide) são estruturas anexas ao sistema respiratório.

Abaixo a figura 3 ilustra o sistema respiratório, mostrando os canais principais para a passagem do ar, fossas nasais, epiglote, glote, faringe, laringe e cordas vocais, esôfago, traqueia, artérias pulmonares, veias pulmonares e alvéolos.

FIGURA 3 – Os canais principais para o ar e sangue no sistema respiratório. O diagrama ilustra esquematicamente as trocas de O_2 e CO_2 entre o ar nos alvéolos e o sangue.



Fonte: Guyton (1974)

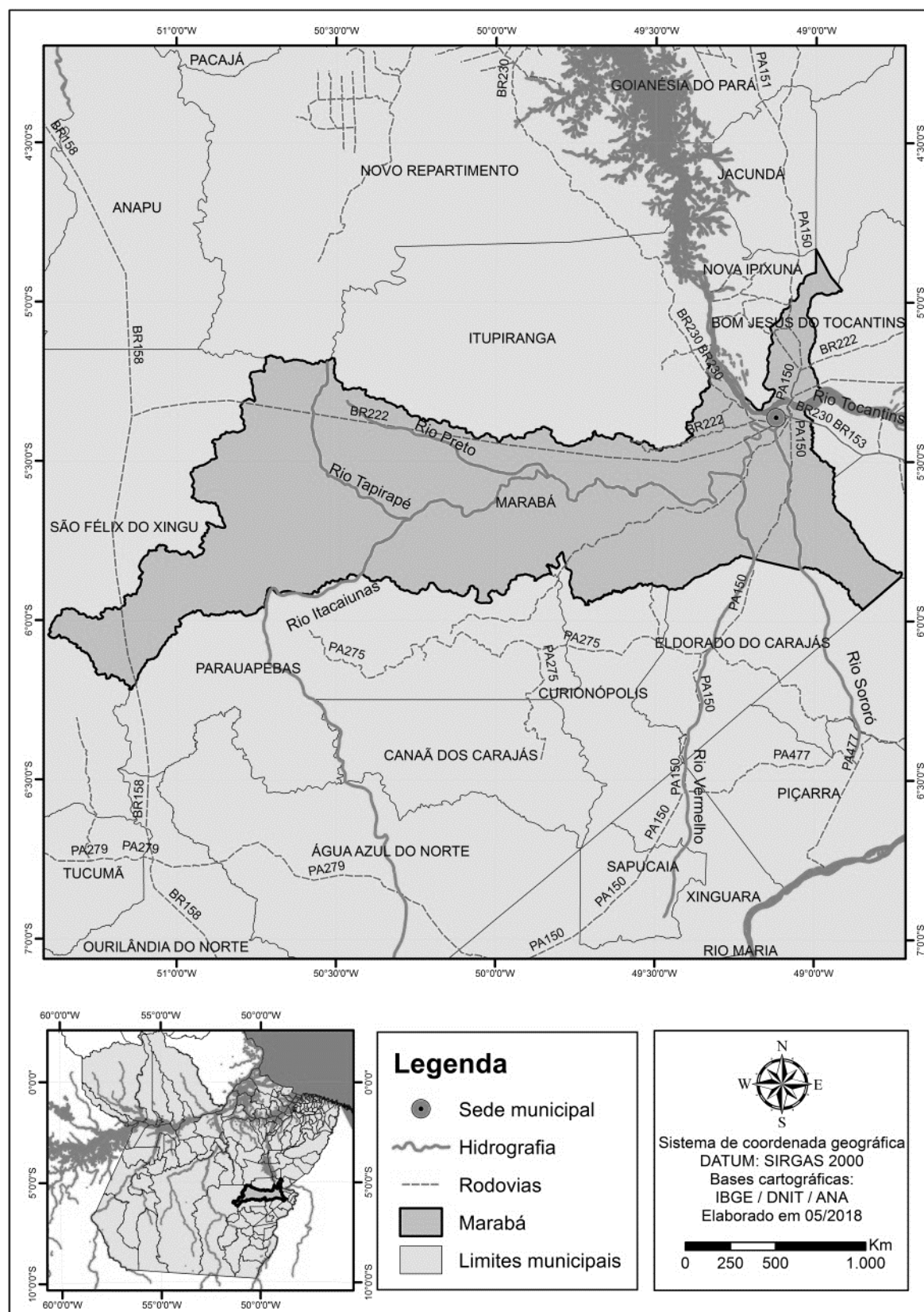
As infecções respiratórias agudas são responsáveis por um terço das mortes e metade das hospitalizações e consultas médicas entre menores de cinco anos nos países em desenvolvimento. (CÉSAR, 1997, p. 54).

4. Caracterização da área de estudo

O município de Marabá pertence à mesorregião Sudeste Paraense e à microrregião Marabá. A sede municipal apresenta as seguintes coordenadas geográficas: 05° 21' 54" Latitude Sul e 04° 07' 24" Longitude.

O município de Marabá, pertence à mesorregião do Sudeste paraense e à microrregião homônima, (Figura 1) está a sul da capital do estado sendo aproximadamente cerca de 485 quilômetros. Sua localização tem por referência, o ponto de encontro entre dois grandes rios, Tocantins e Itacaiunas, formando uma espécie de 'y' no seio da cidade, vista de cima. É formada basicamente por seis distritos urbanos interligados por rodovias. Possui uma área de 15.128,058 km² e 271.594 habitantes, sendo, desta forma, o quarto município mais populoso do Estado do Pará (IBGE, 2016).

MAPA 1 – Mapa de localização geográfica do município de Marabá.



Fonte: Elaboração própria.

4.1. História de Ocupação

Marabá é terra de sol forte, cultura rica e povo hospitaleiro. Sua fundação aconteceu em 5 de abril de 1913. O povoamento da bacia do Itacaiúnas tem na formação do município um papel importante, porque apesar dessa região ter sido explorada pelos portugueses ainda no século XVI, permaneceu sem ocupação definitiva durante quase 300 anos. Somente a partir de 1892 é que, de fato, o espaço foi ocupado por colonizadores. (MATTOS, 2013)

A denominação Marabá tem origem indígena e significa filho do prisioneiro ou estrangeiro, ou ainda o filho da índia com o branco. (MATTOS, 2013)

Criado em 27 de fevereiro de 1913 por reivindicação da comunidade marabaense, o município só foi instalado formalmente em 05 de abril do mesmo ano, data que passou a ser comemorada como seu aniversário e só recebeu o título de cidade em 27 de outubro de 1923, através da lei 2207. (MATTOS, 2013)

Em 1929, a cidade já se encontra iluminada por uma usina à lenha e em 17 de novembro de 1935 o primeiro avião pousa no aeroporto recém-inaugurado na cidade. Nesse período, a cidade era composta por 450 casas e 1500 habitantes fixos. (MATTOS, 2013)

Com a abertura da PA-70, em 1969, Marabá é ligada à rodovia Belém-Brasília. E em 1980 a cidade é assolada pela maior enchente da sua história. Já restaurada, em 1988 dá início aos preparativos para a instalação de indústrias siderúrgicas, para produção de ferro-gusa, negócio que veio trazer grandes benefícios e expansão para o município. (MATTOS, 2013)

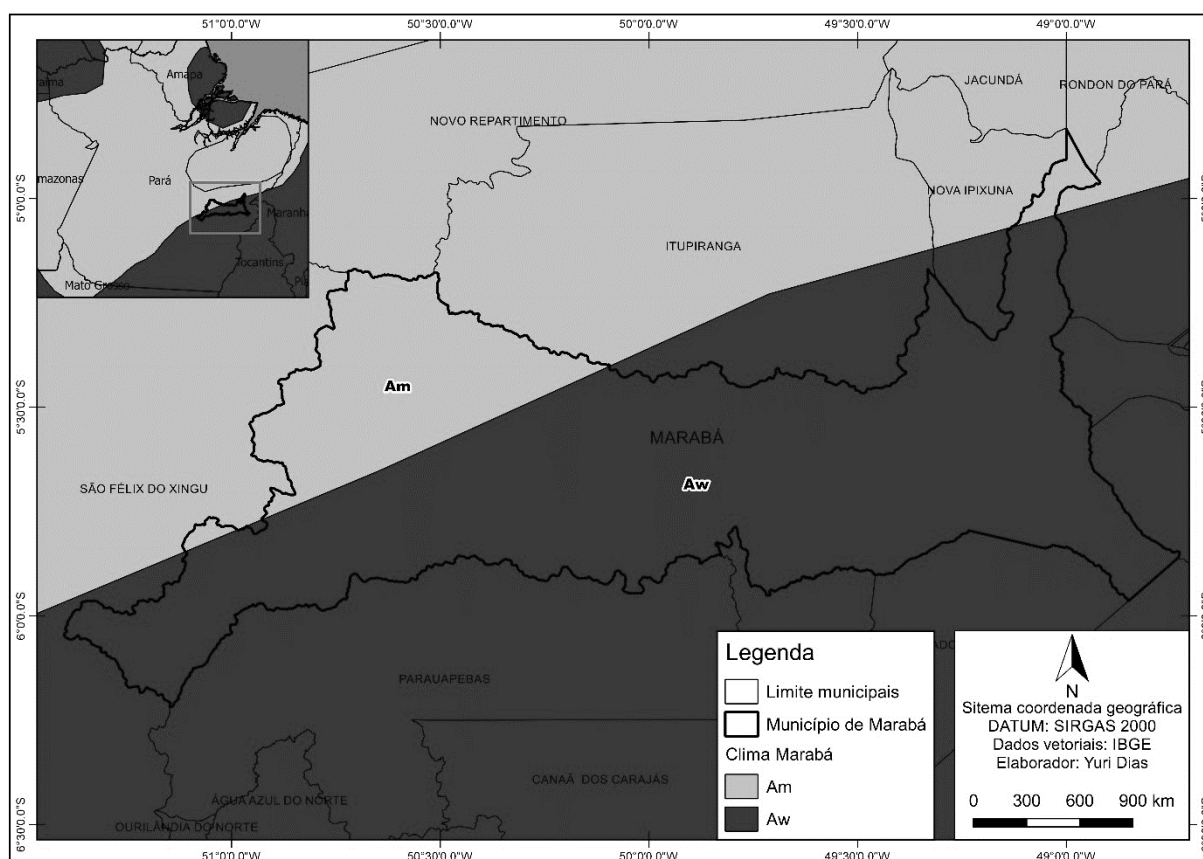
A população do município aumentou significativamente e em meados de 1998 o número de habitantes fixos alcançava 157.884. Sempre nesse processo de crescimento é que no ano seguinte, a cidade, se firmou como a sede de grandes eventos de repercussão nacional: MARALUAR, EXPOAMA, FECAM e FICAM. (MATTOS, 2013)

Atualmente a população marabaense está em torno de 199.946 habitantes, segundo dados do IBGE 2008, e o crescimento dessa estimativa é inevitável, já que a cidade está em processo de desenvolvimento acelerado e recebe muitas pessoas vindas de outras localidades. (MATTOS, 2013)

4.2. Clima

Na região de Marabá o clima é tipicamente tropical úmido, com temperatura média anual variando entre 28°C e 32,2°C, inserindo-se na categoria equatorial super úmido, tipo Am, na classificação de Köppen, no limite de transição para o Aw. Possui temperatura média anual de 26,5° C, apresentando a média máxima em torno de 32,0° C, e mínima de 27,1° C. A umidade relativa é elevada, apresentando oscilações entre a estação mais chuvosa e a mais seca, que vão de 90 a 52%, sendo a média real de 78%. O período chuvoso ocorre, notadamente, de novembro a maio e o mais seco, de junho a novembro, estando o índice pluviométrico anual em torno de 2.0m. (LIMA, CARVALHO, 1999)

MAPA 2 – Mapa de clima do município de Marabá



Fonte: Elaboração própria.

4.3. População demográfica

Entre os anos de 2000 e 2010, o município de Marabá apresentou uma taxa de urbanização de 39%, o qual passou de 39% para 61%, respectivamente. Já no período de 2001 a 2010, sua taxa média de crescimento anual foi de 34%. Conforme pode ser observado na Tabela 3, a taxa de urbanização, de 2010 a 2017, cresceu em 61% no município.

TABELA 3 – População estimada, área e densidade demográfica do município de Marabá entre os anos de 2000 a 2017.

Anos	População (Hab.)	Área (Km ²)	Densidade (Hab./Km ²)
2000	168.020	15.092,30	11,08
2001	173.301	15.092,30	11,48
2002	177.352	15.092,30	11,75
2003	181.683	15.092,30	12,04
2004	191.508	15.092,30	12,69
2005	195.807	15.092,30	12,97
2006	200.801	15.092,30	13,30
2007	196.468	15.092,30	13,02
2008	199.946	15.092,30	13,25
2009	203.049	15.092,30	13,45
2010	233.669	15.128,37	15,45
2011	238.708	15.128,37	15,78
2012	243.583	15.128,40	16,10
2013	251.885	15.128,40	16,65
2014	257.062	15.092,30	17,03
2015	262.085	15.092,30	17,37
2016	266.932	15.128,06	17,64
2017	271.594	15.128,06	17,93

Fonte: IBGE / Elaboração própria.

A população por situação domiciliar urbana apresentava 134.373 habitantes em 2000 o que representava 80% do total de todo o município, no ano de 2007 apresentava 175.020 o que representava 89%. Já em 2010 a população urbana representava 80% em relação ao total do município, de 2000 para 2007 houve um crescimento de 30% nos respectivos anos. De 2000 para 2010 houve um crescimento de 40% do total de população urbana.

Na população rural no ano 2000 apresentava 33.647 o representava 20%, e no ano de 2007 passou a apresentar 21.448 representando 13%, já em 2010 apresentava 47.399 representando 28% em relação ao total do município. Ocorreu uma redução na população rural de 2000 para 2007, o que correspondeu a -36%, de 2000 para 2010 ocorreu um crescimento de 40% em relação a população rural do período abordado.

TABELA 4 – População Segundo Situação da Unidade Domiciliar 2000/2007/2010.

Anos	Urbana	Rural
2000	134.373	33.647
2007	175.020	21.448
2010	186.270	47.399

Fonte: IBGE, 2018 / Elaboração própria.

O total de população por sexos residentes no município apresentava um total no 2000 de 84.709 homens, em 2007 96.682 e em 2010 118.196, a variação entre os anos se deu respectivamente em 14%, 22% e 39%.

TABELA 5 – População por Sexo 2000/2007/2010.

Anos	Masculino	Feminino
2000	84.709	83.311
2007	96.682	99.786
2010	118.196	115.473

Fonte: IBGE, 2018 / Elaboração própria.

TABELA 6 – População por Faixa Etária 2000/2010.

Faixa Etária	2000	2010
Menor de 01 ano	4.171	4.878
01 ano a 04 anos	17.087	19.735
05 anos a 09 anos	20.667	24.018
10 anos a 14 anos	21.245	24.882
15 anos a 29 anos	51.369	73.080
30 anos a 49 anos	37.324	59.439
50 anos a 69 anos	13.160	22.295
70 anos e mais	2.997	5.342

Fonte: IBGE, 2018 / Elaboração própria.

4.4. Economia do município

O município de Marabá vivenciou vários ciclos econômicos. Até o início da década de 80 a economia era baseada no extrativismo vegetal, porém, a crise da borracha levou o município a um novo ciclo, desta vez, o ciclo da Castanha-do-Pará, que liderou por anos a economia municipal. Com o despontamento da Serra Pelada e por situar-se na maior província mineral do mundo, Marabá também viveu o ciclo dos garimpos, que teve como destaque maior, a extração do ouro.

Hoje, Marabá é o centro econômico e administrativo de uma vasta região da “fronteira agrícola amazônica”. Além, de contar com mais de 200 indústrias, sendo a siderurgia (ferro-gusa) a mais importante. Em segundo lugar está a indústria madeireira e a fabricação de telhas e tijolos. Outras vertentes trabalhadas são os produtos extrativos da pesca, seguidos da lavoura e pecuária, este último, com destaque para a qualidade do rebanho, sendo um dos mais expressivos rebanhos bovinos do Estado, resultado advindo do uso de tecnologia de ponta na seleção e fertilização.

O setor de comércio e serviços também tem sua parcela de contribuição. Marabá conta com aproximadamente 5 mil estabelecimentos divididos entre comércio formado por micros, pequenas, médias e grandes empresas e serviços Hospitalares, Financeiros, Educacionais, de Construção Civil e de Serviços Públicos.

A economia da cidade também conta com a produção de manganês e com a Agroindústria. Em Marabá, a Agroindústria trabalha com processamento

de polpas, farinha de mandioca, beneficiamento de arroz, leite e palmito. (MATTOS, 2013)

O município de Marabá com PIB per capita de R\$ 20.687,01 em 2013 (IBGE, 2015), tem respectivamente como principais setores o de Serviços, Indústria e Agropecuária.

O município de Marabá, desde a década de 1970, com a implementação do projeto de incentivo a exploração mineral (Grande Carajás) possui uma significativa produção de minério de ferro e cobre. Porém, desde 2008, com a crise econômica mundial, sofre um processo de desindustrialização neste setor, causado pela debandada de indústrias, principalmente siderúrgicas, onde 9 de 11 encerraram suas atividades locais, fazendo com que este ramo esteja se enfraquecendo e seus empregados estejam migrando, principalmente para a zona rural do município. (MONTEIRO, 2005)

Considerado como centro econômico e administrativo da fronteira agrícola amazônica o município é produtor de commodities agrícolas da Amazônia Brasileira, produzindo cereais, leguminosas e oleaginosas, como a castanha-do-pará, milho, arroz, feijão, banana, mamão e o cajá; tendo a quarta maior PIB per capita do estado. (IBGE, 2015)

No setor primário também se destaca a pecuária bovina, assim como a suína, equina e ovina, representando 14,10% da produção deste setor, sendo apenas menos rentável que a produção de minério de ferro, 70,03%. Atualmente, estima-se que existam 1,1 milhões de cabeças de gado no município em uma relação de aproximadamente 1,76 cabeças de gado por hectare de pastagem. (IBGE, 2018)

5. Metodologia

5.1. Morbidade respiratória

Este estudo foi conduzido com séries históricas de dados de internação hospitalar por doenças respiratórias, considerando a população residente no município de Marabá, de crianças de 0 a adultos de 89 anos, para o período de 01 de janeiro de 2007 a 31 de dezembro de 2017. Estes dados são registros das Autorizações de Internação Hospitalar (AIH) de hospitais públicos sendo eles, Hospital municipal de Marabá, Hospital Santa Terezinha, Hospital do sudoeste do Pará Dr Geraldo Veloso e Hospital materno infantil de Marabá. Pois só foi possível a aquisição dessas unidades hospitalares.

Os dados de internação coletados foram secundários, obtidos via o banco de dados do Sistema Único de Saúde – SUS (DATASUS), do Ministério da Saúde, disponibilizado na internet (<http://www.datasus.gov.br/>). As internações hospitalares, bem como todo procedimento durante a internação, devem ser notificadas ao SUS por meio de preenchimento das Autorizações de Internação Hospitalar (AIH). Todas estas informações são registradas e arquivadas no banco de dados do SUS. Este banco de dados é composto pelo registro de pagamentos efetuados pelo SUS aos prestadores de serviço. A tabulação dos tipos de doenças respiratórias seguiu, portanto, a Classificação Internacional de Doenças (CID-10), publicada pela Organização Mundial de Saúde, a qual estabelece um código de classificação de doenças e de uma grande variedade de sinais, sintomas, aspectos anormais, queixas, circunstâncias sociais e causas externas para ferimentos ou doenças, empregadas em estatísticas de morbidade e mortalidade. Os dados de internação foram tabulados seguindo o processo de contagem simples mensal do número de indivíduos relacionados ao código de doenças respiratórias (capítulo X, J00-J99, CID-10).

No site do DATASUS, estão disponíveis os arquivos de dados que são publicamente acessíveis e que apresentam em números os serviços prestados pelo SUS. Para o estudo, foram utilizados os dados transferidos do arquivo MS-BBS, que envolve o movimento mensal de internação hospitalar, Atendimento Ambulatorial e Cadastro de Hospitais por Unidade de Federação; tabelas de procedimentos médicos, entre outros serviços. Para a tabulação e leitura dos dados selecionados foi utilizado o software Tabwin32 versão 3.0 (disponível em:

<http://www.datasus.gov.br/tabwin>). Delimitou-se trabalhar somente com internações hospitalares devido à ausência de dados sistematizados confiáveis em relação aos demais níveis de atendimento, como ambulatorial e emergência, na rede municipal e estadual de saúde de Marabá no Estado do Pará.

5.2. Variáveis meteorológicas

Foram utilizados dados do Instituto Nacional de Meteorológica (INMET), do período de 01 de janeiro de 2007 a 31 de dezembro de 2017, dados mensais para o município de Marabá. As variáveis obtidas foram: temperatura média mensal, umidade relativa média mensal e precipitação total mensal, direção do vento, velocidade média e velocidade máxima média.

5.3. Focos de calor

Estimativas do número de focos de calor mensais para o município de Marabá no período de 01 janeiro de 2007 a 31 de dezembro de 2017 foram obtidas no banco de dados disponível ao público no site do INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, segundo o monitoramento de focos de queimadas (no link SIG Queimadas: <http://www.dpi.inpe.br/proarco/bdqueimadas/>) e o monitoramento da floresta amazônica brasileira por satélite – PRODES (<http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/prodesmunicipal.php>). Estimativas do número de focos de calor foram obtidas através de sensores dos satélites da série AQUA M-M / M-T.

5.4. Material cartográfico

TABELA 7 – Dados cartográficos com anos e fonte dados dos respectivos sites.

Dados	Anos	Fonte
Focos de calor	2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017.	INPE, 2018
Limite municipal		IBGE, 2017
Setores censitários	2010	IBGE, 2017
Unidades de conservação	2015	IBGE, 2017
Terras indígenas	2015	FUNAI, 2017
Hidrografia	2015	ANA, 2017
Localidades	2015	
Rodovias	2014	DNIT, 2017
Trecho ferroviário	2014	IBGE, 2017
Assentamentos	2015	INCRA, 2017
Número de internações hospitalares	2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017.	DATASUS, 2018

Fonte: IBGE / ANA / INPE / FUNAI / INCRA / DATASUS / Elaboração própria.

5.5. Análise estatística

5.5.1. Correlação de Pearson

A correlação é a medida padronizada da relação entre duas variáveis aleatórias e indica a força e a direção do relacionamento linear entre elas (SANTOS; SANTOS, 2009).

A correlação nunca pode ser maior do que 1 ou menor do que menos 1.

Uma correlação próxima à zero indica que as duas variáveis não estão relacionadas.

Uma correlação positiva indica que as duas variáveis movem juntas, e a relação é forte quanto mais a correlação se aproxima 1.

Uma correlação negativa indica que as duas variáveis se movem em direções opostas, A relação fica mais forte quanto mais próxima a correlação de -1 ou + 1.

Duas variáveis que estão perfeitamente correlacionadas positivamente ($r=1$) movem-se essencialmente em perfeita proporção na mesma direção, dois conjuntos que estão perfeitamente correlacionados negativamente movem-se em perfeita proporção em direções opostas.

A relação entre as variáveis é evidenciada pela formação de um padrão no diagrama de Dispersão.

Um dos métodos mais usados para a investigação de pares de dados é a utilização de diagramas de dispersão cartesianos (ou seja, os conhecidos diagramas x-y).

Geometricamente, um diagrama de dispersão é simplesmente uma coleção de pontos num plano cujas duas coordenadas Cartesianas são os valores de cada membro do par de dados. Este é o melhor método para examinar os dados no que se refere à ocorrência de tendências (lineares ou não), agrupamentos de uma ou mais variáveis, mudanças de espalhamento de uma variável em relação à outra e verificar a ocorrência dos valores discrepantes (GUIMARÃES, 2013).

5.6. Utilização do software GeoDA

5.6.1. Índice de I Moran Local (LISA)

O Índice de Moran Local foi proposto por Luc Anselin em 1994 como uma ferramenta estatística para testar a autocorrelação local e para detectar objetos espaciais com influência no indicador Moran Global. Esta família estatística trabalha a partir da estimativa de segunda ordem do comportamento dos seus dados, em outras palavras, a partir da análise das covariâncias entre as diferentes unidades de área. Enquanto o Índice Global de Moran informa o nível de interdependência espacial entre todos os polígonos em estudo, o Índice Local de Moran avalia a covariância entre um determinado polígono e uma certa vizinhança definida em função de uma distância d .

Em análises de associação espacial, assumir uma estabilidade estrutural ou estacionariedade pode ser complicado, especialmente quando um grande número de observações é utilizado, (Anselin, 1994), é possível então a utilização do Índice Local de Moran como uma ferramenta estatística que possibilita uma

indicação sobre a extensão da significância de um “cluster” de iguais valores. Anselin define o Índice Local de Moran como o produto do resíduo no polígono de referência com a média local dos resíduos dos seus vizinhos adjacentes.

Desta maneira o Índice Local de Moran pode ser escrito como:

Onde:

w_{ij} = valor na matriz de vizinhança para a região i com a região j em função da distância d , e onde z_i e z_j são os desvios em relação à média.

$$l_i = z_i \sum_j w_{ij} z_j$$

A matriz W_{ij} é a que define os vizinhos de um certo polígono. Esta matriz pode ser gerada de diferentes maneiras, ou seja, existem várias possibilidades de determinação de quem são ou não vizinhos. Neste trabalho adotamos como critério de vizinhança a adjacência, assim, os valores correspondentes aos polígonos com borda em comum assumem valor 1 na matriz de vizinhança, por outro lado, entre os polígonos que não apresentam este tipo de relação o valor então é nulo.

Como por definição os parâmetros z_i e z_j representam desvios em relação à média, torna-se clara a semelhança entre o Índice de Moran e a fórmula da correlação entre duas variáveis:

$$Cor = E (x - \bar{x}) (y - \bar{y}) / E (x - \bar{x})^2$$

Dessa forma, o Índice de Moran Local permite duas importantes interpretações combinadas: a indicação de “pockets” de não estacionariedade espacial (indicação de “outliers”) e a possibilidade de teste da hipótese nula sobre a interdependência dos dados. A relação existente entre o Índice de Moran Local e o Global pode ser observada na fórmula que define o I global como a soma dos l_i locais.

$$\sum l_i = \sum z_i \sum w_{ij} z_j$$

e

$$I = \sum l_i / [S_o (\sum z_i / n)]$$

A interpretação mais direta do Índice Local de Moran é aquela onde valores significativamente altos e positivos apontam a presença de um “cluster” tanto de valores iguais tanto altos como baixos, já valores significativamente baixos indicam um regime espacial de desigualdade na região, uma espécie de padrão “anti-cluster”, ou melhor, zonas de transição entre um determinado regime espacial e outro.

Anselin expõe em seu trabalho a formulação matemática que define os momentos de li ($E[li]$ e $Var[li]$) para a construção de intervalos de confiança para a aceitação da hipótese nula de total aleatoriedade espacial. A partir desta formulação e assumindo-se uma normalidade na distribuição destes índices torna-se possível avaliar a significância da observação de um regime espacial diferenciado.

Segundo Vieira (2009) a metodologia LISA possibilita uma análise local do padrão espacial apresentado pelos dados, e leva em consideração a influência espacial em determinadas regiões, enquanto outras regiões não apresentam agrupamentos estatisticamente significantes. Para um maior detalhamento dos resultados, se faz necessário traçar uma análise a partir do diagrama de dispersão, que mostra a defasagem espacial da variável de interesse, isto é, a média ponderada do atributo nos municípios vizinhos pertencentes ao eixo vertical, e o valor da variável de interesse no eixo horizontal do mapa de *clusters* espaciais.

Para obter resultados mais significativos, é importante completar a análise extraíndo os resultados a partir do mapa de *cluster* espacial. Partindo desta análise são identificadas duas classes de autocorrelação espacial positiva ou *clusters* espaciais: a) Alto-Alto ou High-High; b) Baixo-Baixo ou Low-Low, bem como outras duas classes de autocorrelação espacial negativa ou *outliers* espaciais: c) Alto-Baixo – High-Low; d) Baixo-Alto – Low-High.

5.7. Softwares utilizados

Os softwares utilizados foram o ArcGIS 10.5.1 para a confecção dos mapas e dar suporte a análise de autocorrelação espacial que foi realizada através do Software livre de código fechado chamado de GeoDa, software no qual é um dos mais utilizados para fazer tais técnicas de estatística espacial de áreas desenvolvidas para tentar identificar regiões onde a distribuição dos valores onde possa apresentar um padrão específico associado à sua

localização geográfica. A informação que se busca é quanto sou parecido com o vizinho próximo e sou diferente do meu vizinho distante. Outro software utilizado foi o Q.gis 2.18 pela facilidade em algumas funções como agrupamento de tabela, criação de *shapefiles*, mudança de *datum* com mais rapidez e o Excel 2016 para a confecção das tabelas, e correlação de dados das internações hospitalares associadas aos fatores climáticos.

6. RESULTADOS

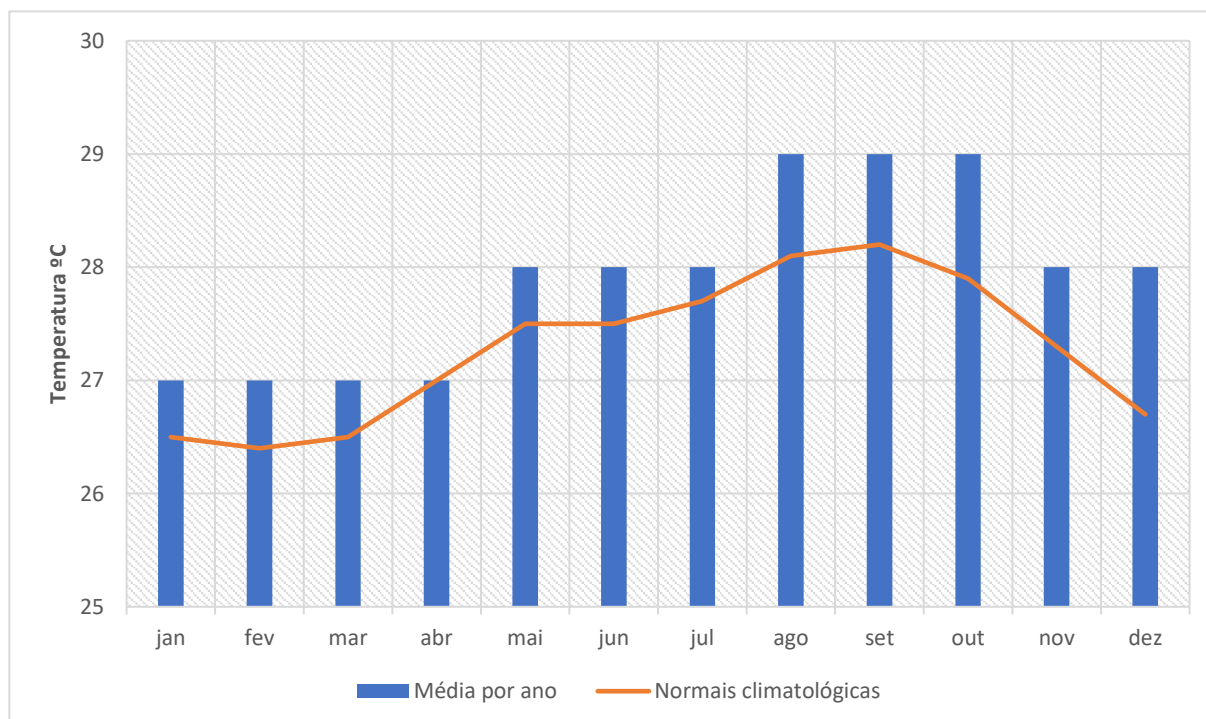
6.1. Fatores meteorológicos

Os gráficos abaixo apresentam as médias mensais de temperatura e umidade relativa e de precipitação total mensal e anual, para o período de estudo em Marabá-PA. Os gráficos mostram o comportamento médio da temperatura (a) e umidade relativa média (b) ao longo dos meses, bem como os totais pluviométricos mensais (c) do período de estudo.

6.1.1. Temperatura

No Gráfico 1, observou-se que a temperatura média ao longo dos anos manteve-se relativamente constante, variando entre 27 a 29°C. Considerando as médias mensais anuais do período de estudo, janeiro, fevereiro e março mostraram-se os meses mais frios, com 27°C; maio, junho e julho, mostraram uma variação de apenas 1°C em relação aos meses anteriores. Os meses agosto e setembro e outubro foram os mais quentes, com 29°C, os meses de novembro e dezembro apresentaram a mesma variação dos meses de maio, junho e julho que foi de 28°C. Os valores apresentados foram equiparados com as normais climatológicas e não obtiveram diferença significativa.

GRÁFICO 1 – Temperatura média dos meses do ano de 2007 – 2017.

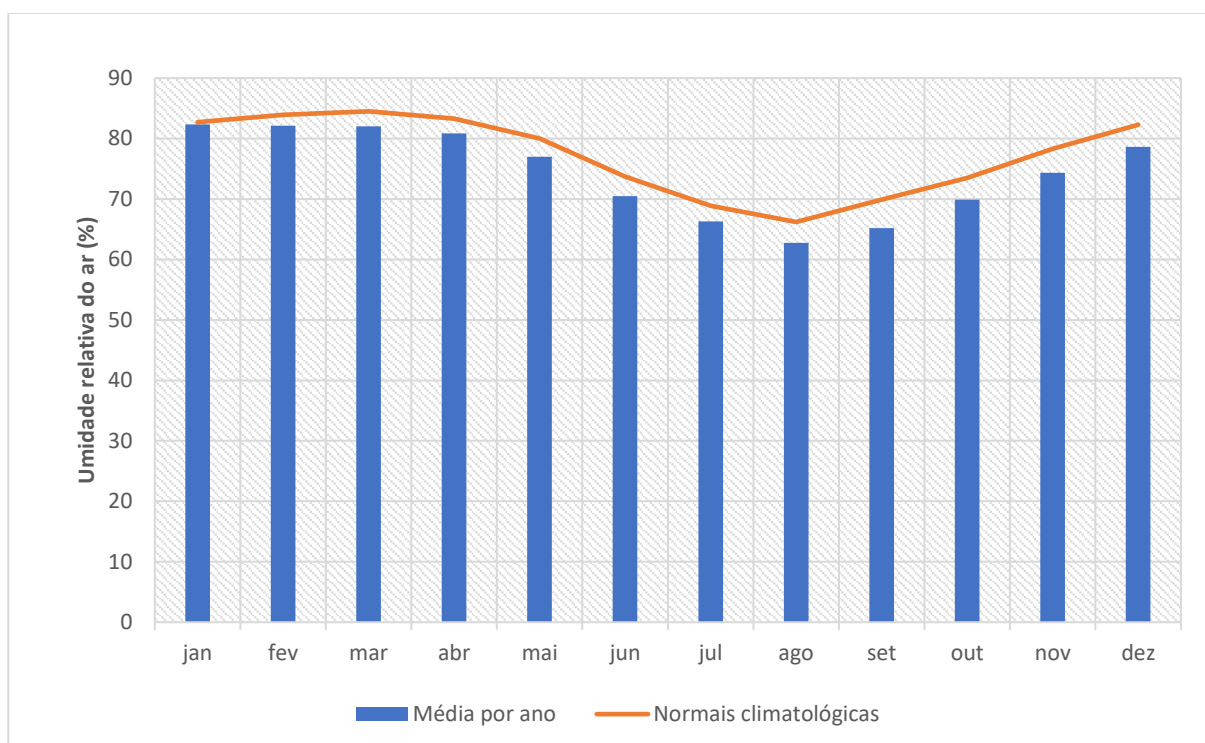


Fonte: INMET, 2018 / Elaboração própria.

6.1.2. Umidade

O Gráfico 2 demonstra a média da umidade relativa do ar ao longo dos anos apresentou uma pequena variação. Variando de 63 a 82%. Nos meses de janeiro, fevereiro, março e abril mostraram-se os meses com maior média de umidade relativa ao longo dos anos de estudo, com 83% em média; os meses de junho, agosto e setembro foram os com a menor porcentagem de umidade relativa do ar, variando entre 63 a 70%. Com destaque para o mês de agosto que apresentou a menor média que equivaleu a 63%.

Gráfico 2 - Umidade relativa do ar média dos meses do ano de 2007 – 2017.



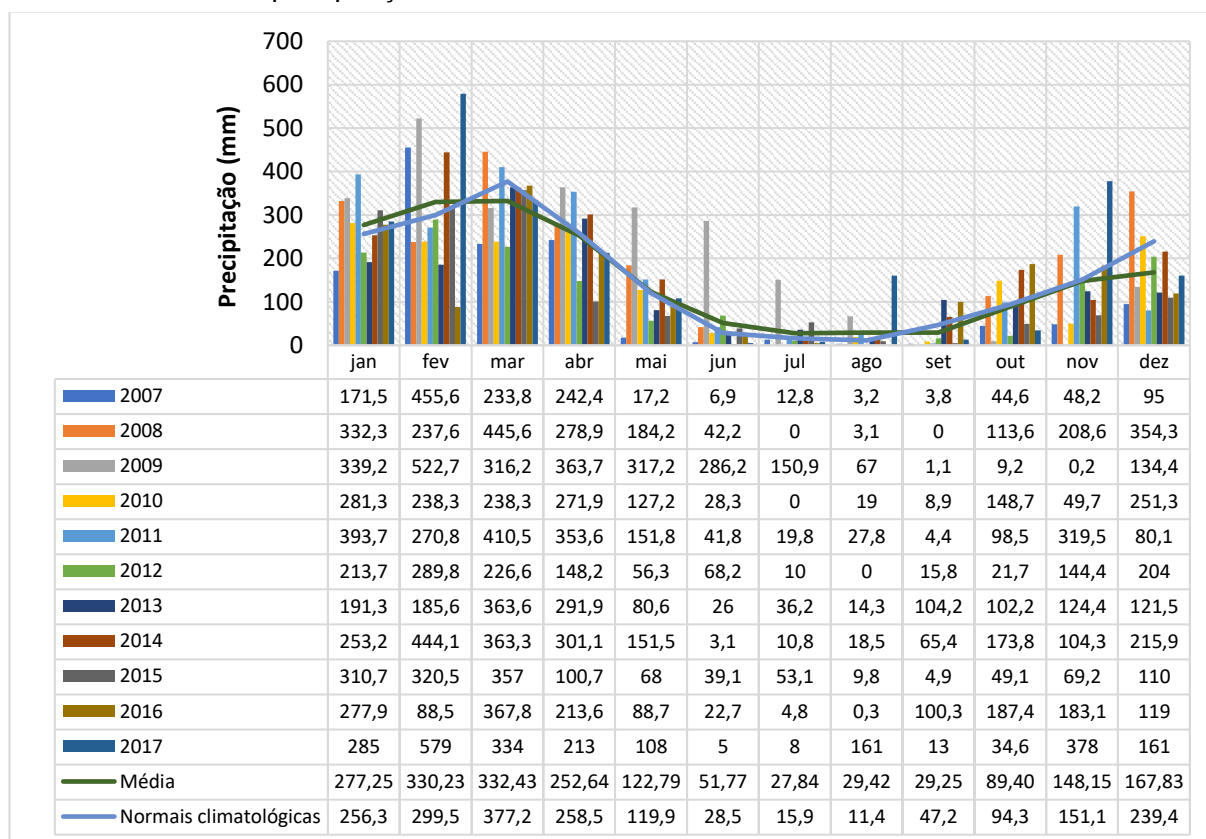
Fonte: INMET, 2018 / Elaboração própria.

6.1.3. Precipitação

No Gráfico 3 observou-se a distribuição do total de precipitação ao longo dos anos de 2007 a 2017. Janeiro, fevereiro e março foram os meses com maior índice de precipitação, com 277,25, 330,23 e 332,43 mm em média, respectivamente; os meses de julho, agosto e setembro foram os que apresentaram o menor índice de precipitação, com 27,84, 29,42 e 29,25 mm em média. Em relação ao total de precipitação, destaca-se o maior total

pluviométrico registrado em um mês foi em fevereiro de 2017, com 579 mm; o menor em agosto de 2016, com 0,3 mm registrados.

Gráfico 3 - Total de precipitação dos meses do ano de 2007 – 2017.



Fonte: INMET, 2018 / Elaboração própria.

6.2. Distribuição espacial e temporal das queimadas em Marabá

6.2.1. Quantitativo e variação interanual dos focos de queimadas

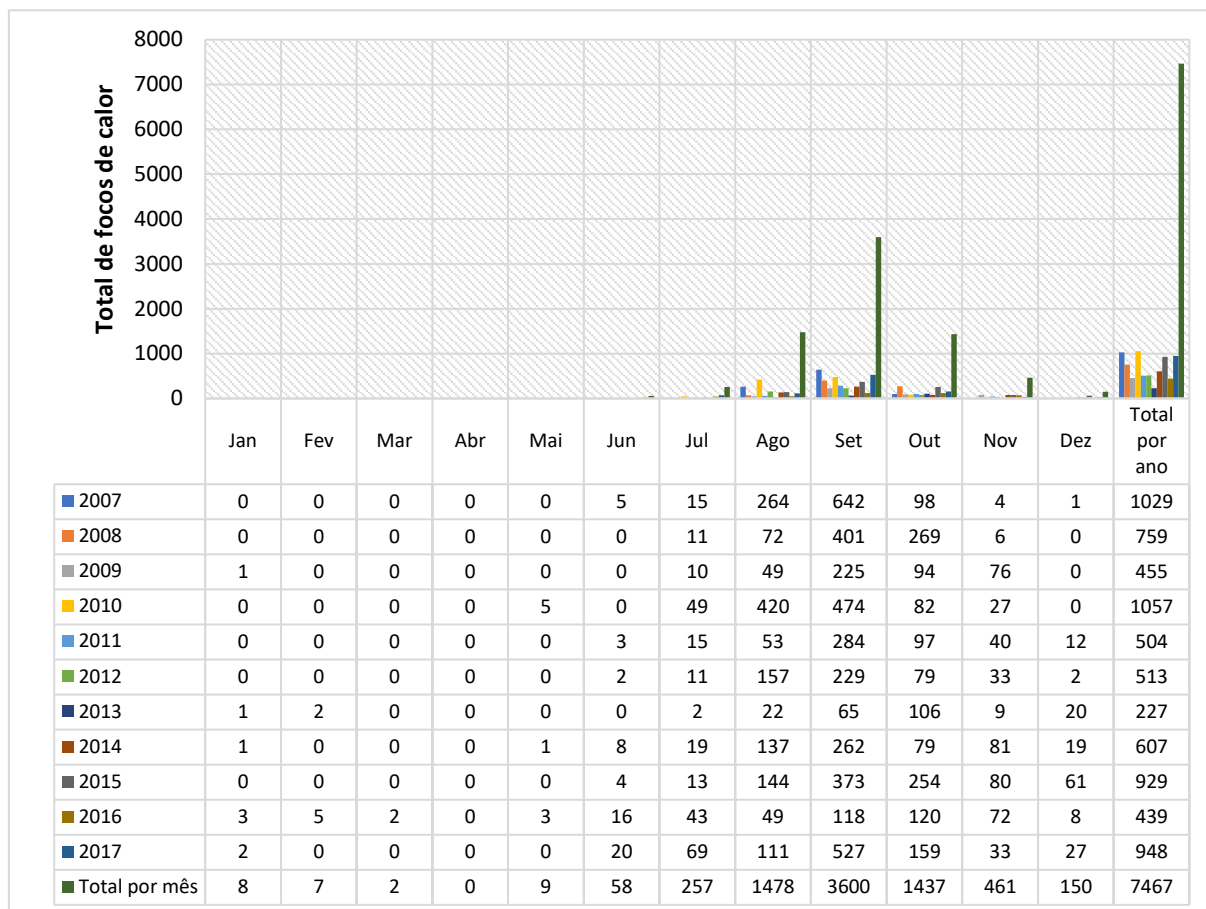
No período de 2007 a 2017, foram detectados, no município de Marabá, 7.467 focos de calor, detectados pelo satélite da série AQUA M-M e M-T disponibilizados no website do INPE.

No gráfico 4 mostra o total de focos de calor detectados no município de Marabá, ao longo dos anos de 2007 a 2017. Observou-se que o período seco, compreendido entre os meses de agosto a outubro e o mês de transição novembro, correspondeu aos meses de maior ocorrência de focos de calor, correspondendo a 93% de todos os focos detectados no município setembro foi o mês com maior número total de focos de calor, com 3.600 focos, representando 48% do total.

A menor variação percentual anual ocorreu entre os anos de 2011 a 2012, com um aumento de apenas 1,79%, de 504 para 513 focos, no entanto a maior

variação percentual anual ocorreu entre os anos de 2009 a 2010, com o aumento de 167,40%, de 455 para 1057 focos (Tabela 8).

Gráfico 4 - Total de focos de calor por mês e ano no município de Marabá.



Fonte: INPE, 2018 / Elaboração própria.

TABELA 8 – Variação percentual de focos de calor no município de Marabá.

Anos	Totais por ano	Variação
2007 / 2008	1029 / 759	-26,24%
2008 / 2009	759 / 455	-40,05%
2009 / 2010	455 / 1057	167,40%
2010 / 2011	1057 / 504	-52,32%
2011 / 2012	504 / 513	1,79%
2012 / 2013	513 / 227	-55,75%
2013 / 2014	227 / 607	132,31%
2014 / 2015	607 / 929	53,05%
2015 / 2016	929 / 439	-52,74%
2016 / 2017	439 / 948	115,95%

Fonte: INPE / Elaboração própria.

6.2.2. Distribuição sazonal

As figuras abaixo representam a distribuição sazonal dos focos de calor detectados no município de Marabá no período de 2007 a 2010 por meio do satélite AQUA M-M/M-T, de janeiro a dezembro de todos os anos.

Segundo Barbosa (2010), verificou que os mais altos índices de focos de calor estavam associados a períodos de estiagem regional, e que os municípios mais atingidos por focos de calor apresentam as maiores áreas desmatadas e, por isso, devem possuir maior atenção no período seco, em especial quando do aparecimento de fortes eventos *El Niño*.

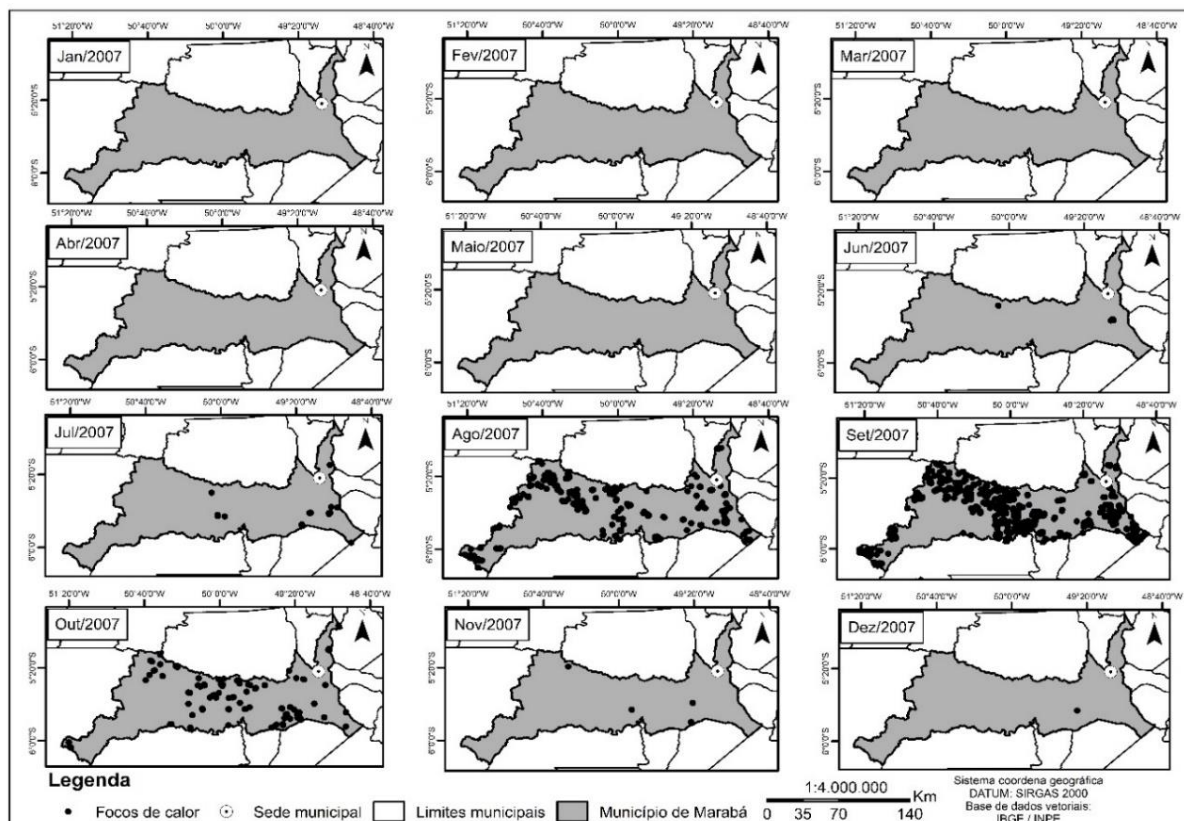
Nos mapas 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 e 13 observam-se dados anuais da distribuição mensal dos focos de calor, revelando um padrão de distribuição, onde verifica-se um aumento no número de focos entre os meses de julho a novembro, principalmente nos meses de agosto e setembro. Isso demonstra a existência de uma relação entre o número de focos detectados e fatores climáticos, tais como, a não ocorrência de precipitação, alta temperatura e a baixa umidade relativa do ar, visto que nos meses ao qual se observam as maiores taxas de focos são os mesmos que apresentam os menores índices pluviométricos.

Para Pinheiro (2014) as mudanças meteorológicas influenciam no aumento de focos de calor e modificação do espaço, e aumento de atividades agrícolas, visto que a intensificação de queimadas está relacionada com às ações antrópicas que ocorriam durante os períodos de escassez das chuvas.

No ano de 2007 (MAPA 3) observando a distribuição dos focos de calor nos 5 primeiros meses do ano não há incidência de focos no município de Marabá. No entanto nota-se que os focos de calor iniciam no mês de junho, nesse mês constatou-se apenas alguns focos dispersos ao longo do município, no mês seguinte, julho, há aumento e os focos começam a ficar mais concentrados em determinadas áreas, no mês de agosto há acréscimo de focos comparado ao mês anterior, em setembro notamos o ápice de focos durante o ano, pois é evidente a multiplicação dos focos apresentados em comparação ao mês de agosto, haja vista que é o período em que a temperatura se eleva e as chuvas diminuem. No mês de outubro os focos ainda são evidentes, mas já se nota redução, chegando no mês de novembro os focos reduzem

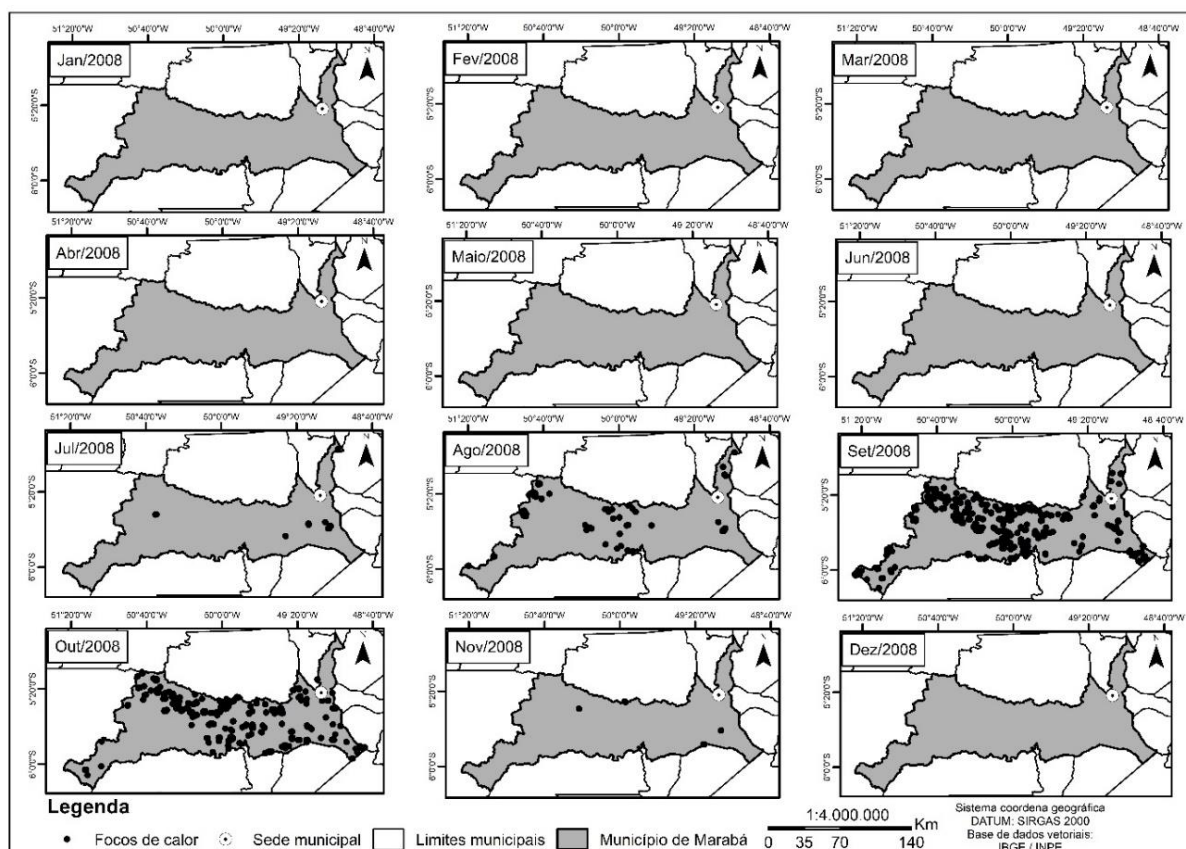
bruscamente, e em dezembro quase não são detectados, pois é o período em que as chuvas começam a ficar intensas novamente.

MAPA 3 – Distribuição sazonal dos focos de calor no ano de 2007.



Fonte: INPE / Elaboração própria.

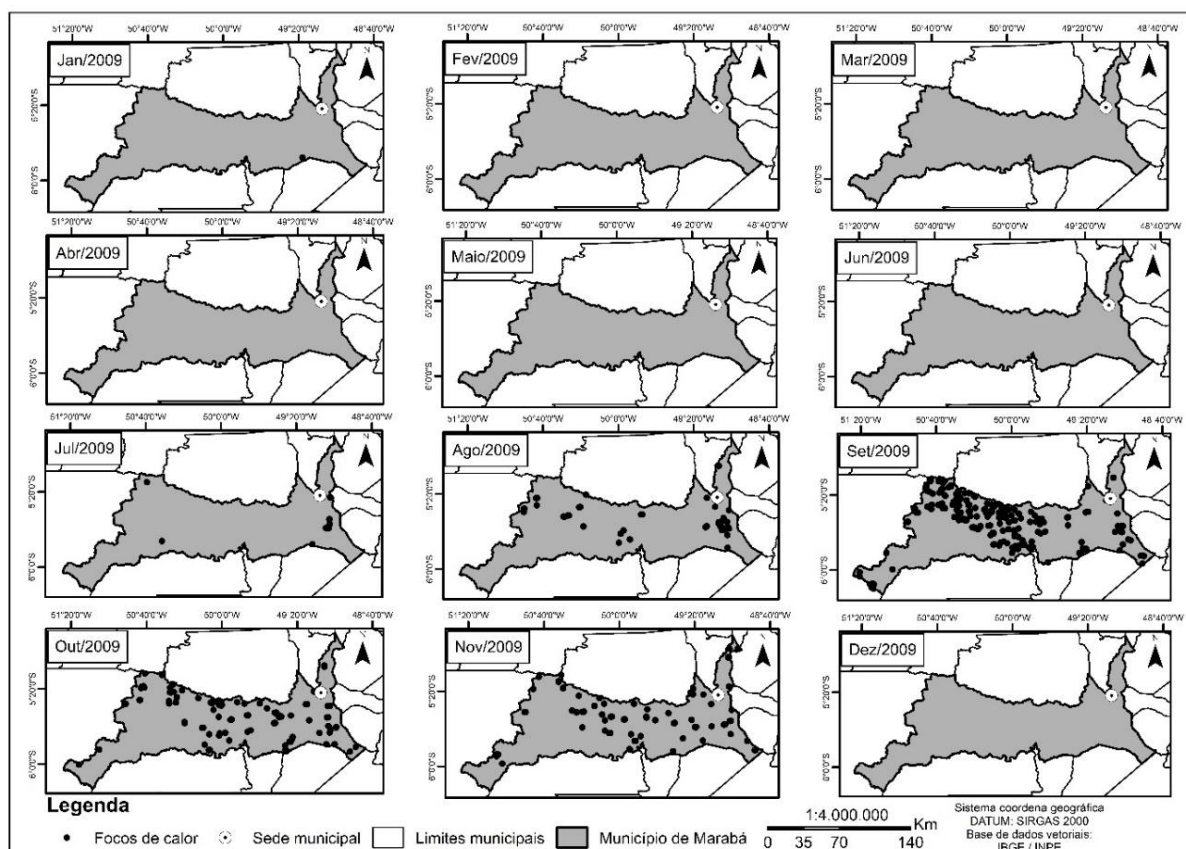
No ano de 2008 (MAPA 4) observando a distribuição dos focos de calor nos 6 primeiros meses do ano não há incidência de focos no município de Marabá. No entanto nota-se que os focos de calor iniciam no mês de julho, nesse mês constatou-se apenas alguns focos dispersos ao longo do município, no mês seguinte, agosto, há aumento e os focos começam a ficar mais concentrados em determinadas áreas, no mês de setembro há uma multiplicação de focos comparado ao mês anterior. No mês de outubro os focos ainda são evidentes, haja vista que é o período em que a temperatura se eleva e as chuvas diminuem. Entretanto, nota-se que os focos começam a cessar. No mês de novembro os focos reduzem bruscamente, e em dezembro não há registro, pois é quando o período de chuvas se inicia.

MAPA 4 – Distribuição sazonal dos focos de calor no ano de 2008.

Fonte: INPE / Elaboração própria.

No ano de 2009 (MAPA 5) observando a distribuição dos focos de calor nos 6 primeiros meses do ano não há incidência de focos no município de Marabá. No entanto nota-se que os focos de calor iniciam no mês de julho, nesse mês constatou-se apenas alguns focos dispersos ao longo do município, no mês seguinte, agosto, há aumento e os focos começam a ficar mais concentrados em determinadas áreas, em setembro notamos o ápice de focos durante o ano, pois é evidente a multiplicação dos focos apresentados em comparação ao mês de agosto, haja vista que é o período em que a temperatura se eleva e as chuvas diminuem. No mês outubro os focos ainda são evidentes, mas já se nota redução, chegando no mês de novembro os focos reduzem bruscamente, e em dezembro não há detecção, pois é o período em que as chuvas começam a ficar intensas novamente.

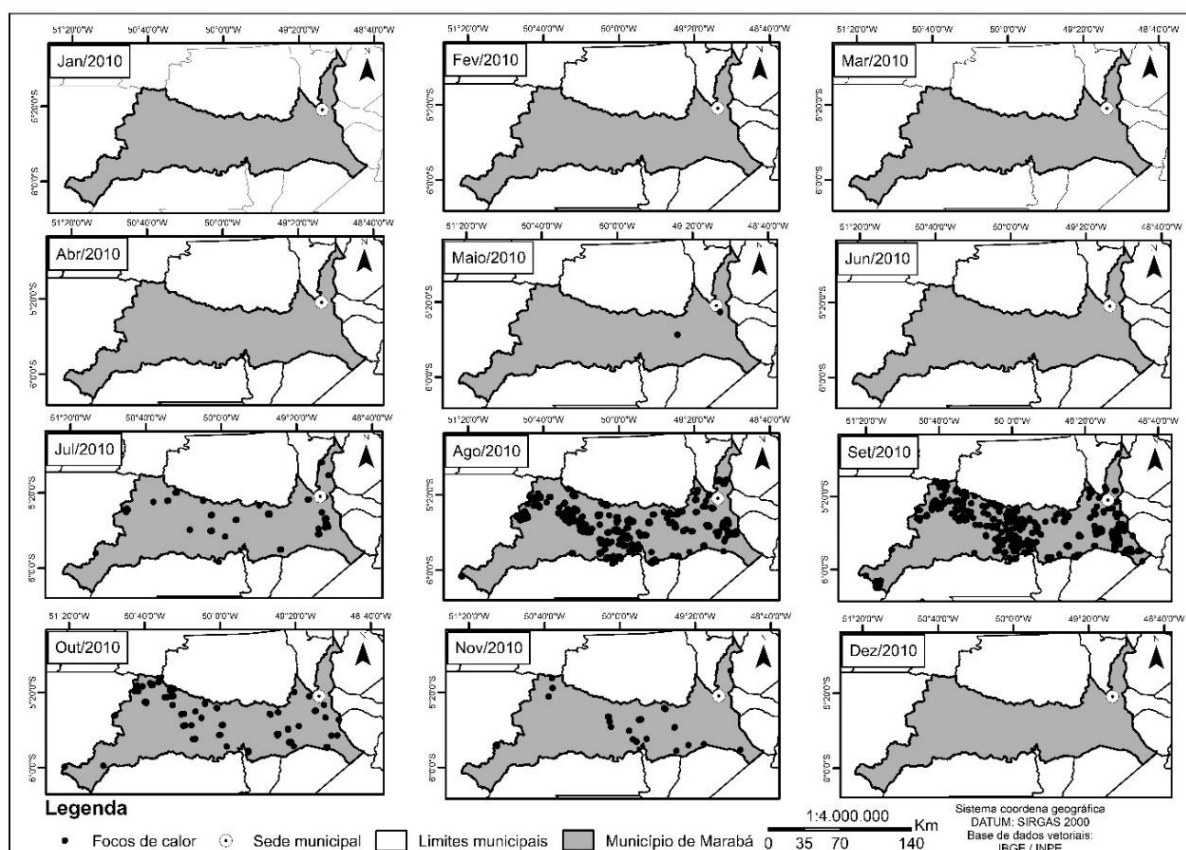
MAPA 5 – Distribuição sazonal dos focos de calor no ano de 2009.



Fonte: INPE / Elaboração própria.

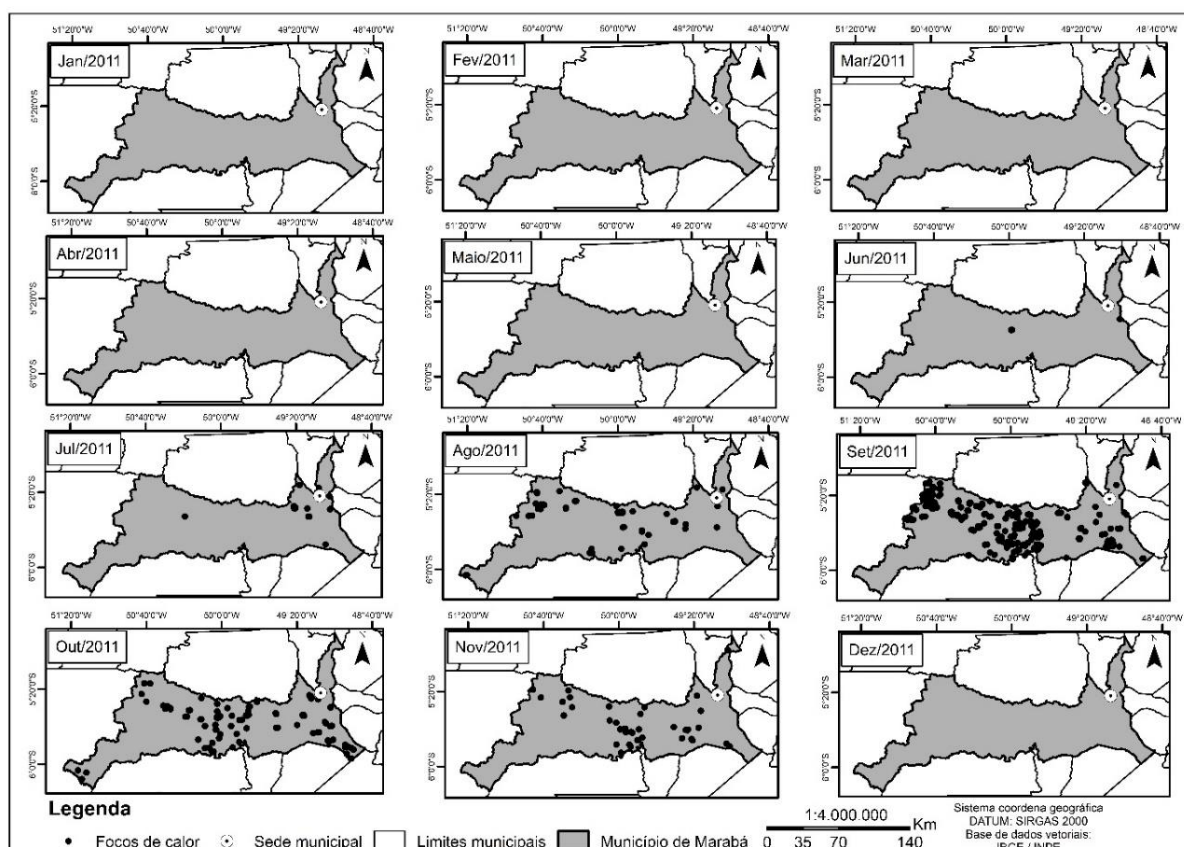
No ano de 2010 (MAPA 6) observando a distribuição dos focos de calor nos 4 primeiros meses do ano, não houve incidência de focos no município de Marabá. No entanto nota-se que os focos de calor iniciam no mês de maio, nesse mês constatou-se poucos focos dispersos ao longo do município, em junho, não houve incidência de focos novamente, no mês seguinte, julho os focos surgem novamente, em agosto os focos se multiplicam havendo grande aumento comparado ao mês anterior, em setembro é evidente o ápice dos focos detectados durante o ano, haja vista que é o período em que a temperatura se elevada e as chuvas diminuem. No mês outubro os focos ainda se fazem presentes, mas já se nota redução, chegando no mês de novembro os focos reduzem bruscamente, e em dezembro quase não são detectados, pois é o período em que as chuvas começam a ficar intensas novamente.

MAPA 6 – Distribuição sazonal dos focos de calor no ano de 2010.



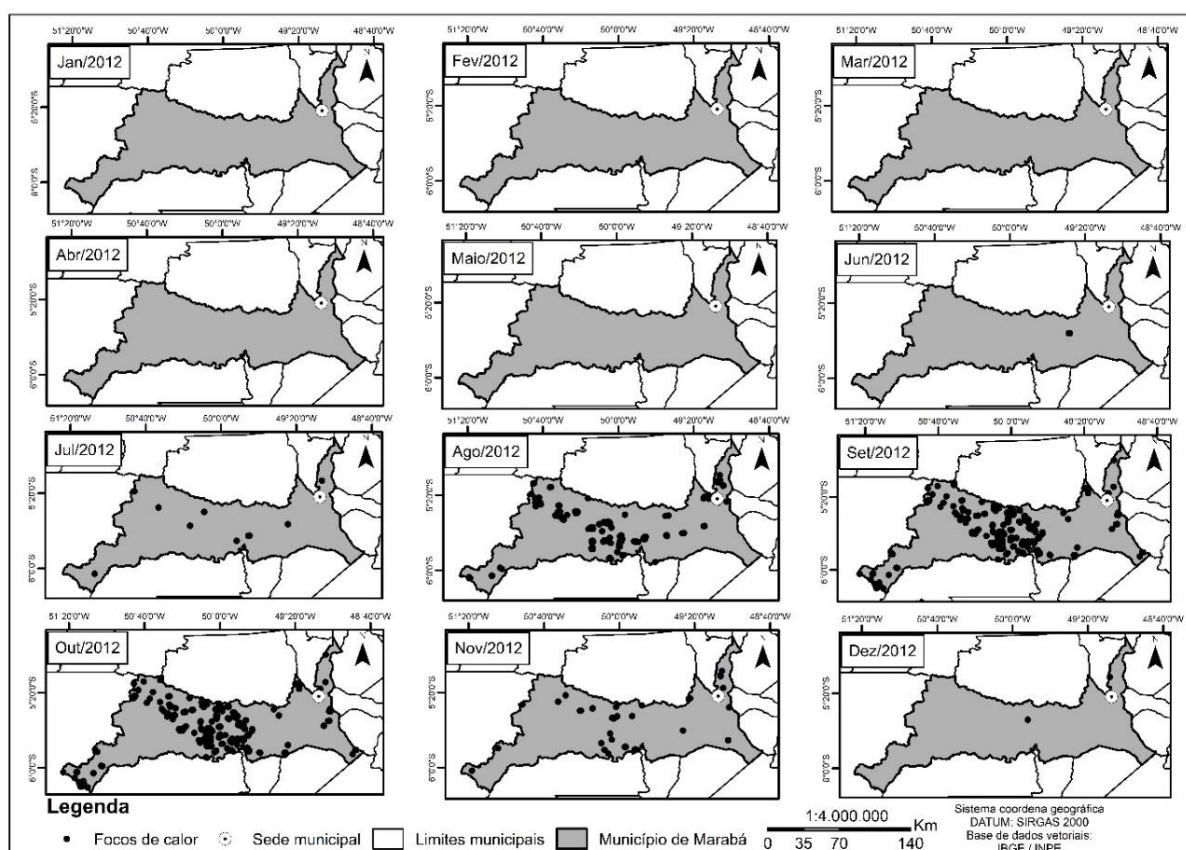
Fonte: INPE / Elaboração própria.

Em 2011 (MAPA 7) observando a distribuição dos focos de calor nos 5 primeiros meses do ano (janeiro, fevereiro, março, abril e maio) não houve incidência de focos no município de Marabá. No entanto nota-se que os focos de calor iniciam no mês de junho, nesse mês constatou-se apenas poucos focos dispersos ao longo do município, no mês seguinte, julho, há aumento e os focos começam a ficar mais concentrados em determinadas áreas neste ano em proximidades da sede municipal, no mês de agosto há acréscimo de focos comparado ao mês anterior, em setembro notamos o ápice de focos durante o ano, pois é evidente a multiplicação dos focos apresentados em comparação ao mês de agosto, haja vista que é o período em que a temperatura se eleva e as chuvas diminuem. No mês outubro os focos ainda são evidentes, mas já se nota redução, chegando no mês de novembro os focos reduzem bruscamente, e em dezembro quase não são detectados, pois é o período em que as chuvas começam a ficar intensas novamente.

MAPA 7 – Distribuição sazonal dos focos de calor no ano de 2011.

Fonte: INPE / Elaboração própria.

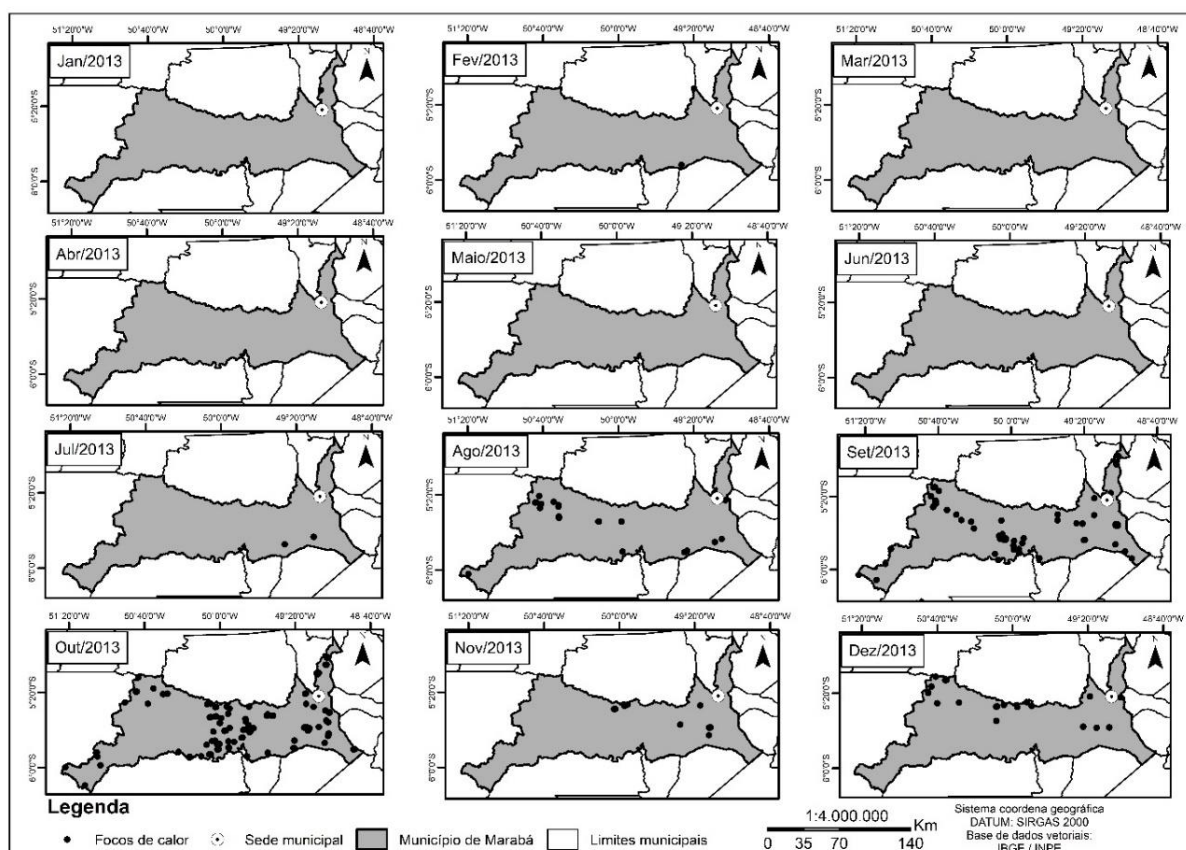
Em 2012 (MAPA 8) observando a distribuição dos focos de calor nos 5 primeiros meses do ano não há incidência de focos no município de Marabá. No entanto nota-se que os focos de calor iniciam no mês de junho, nesse mês constatou-se apenas poucos focos ao longo do município, no mês seguinte, julho, há aumento e os focos ficam dispersados em determinadas áreas, no mês de agosto há acréscimo de focos comparado ao mês anterior, em setembro notamos o ápice de focos durante o ano, pois é evidente a multiplicação dos focos apresentados em comparação ao mês de agosto, haja vista que é o período em que a temperatura se eleva e as chuvas diminuem. No mês outubro os focos ainda são evidentes, mas já se nota redução, chegando no mês de novembro os focos reduzem bruscamente, e em dezembro quase não são detectados, pois é o período em que as chuvas começam a ficar intensas novamente.

MAPA 8 – Distribuição sazonal dos focos de calor no ano de 2012.

Fonte: INPE / Elaboração própria.

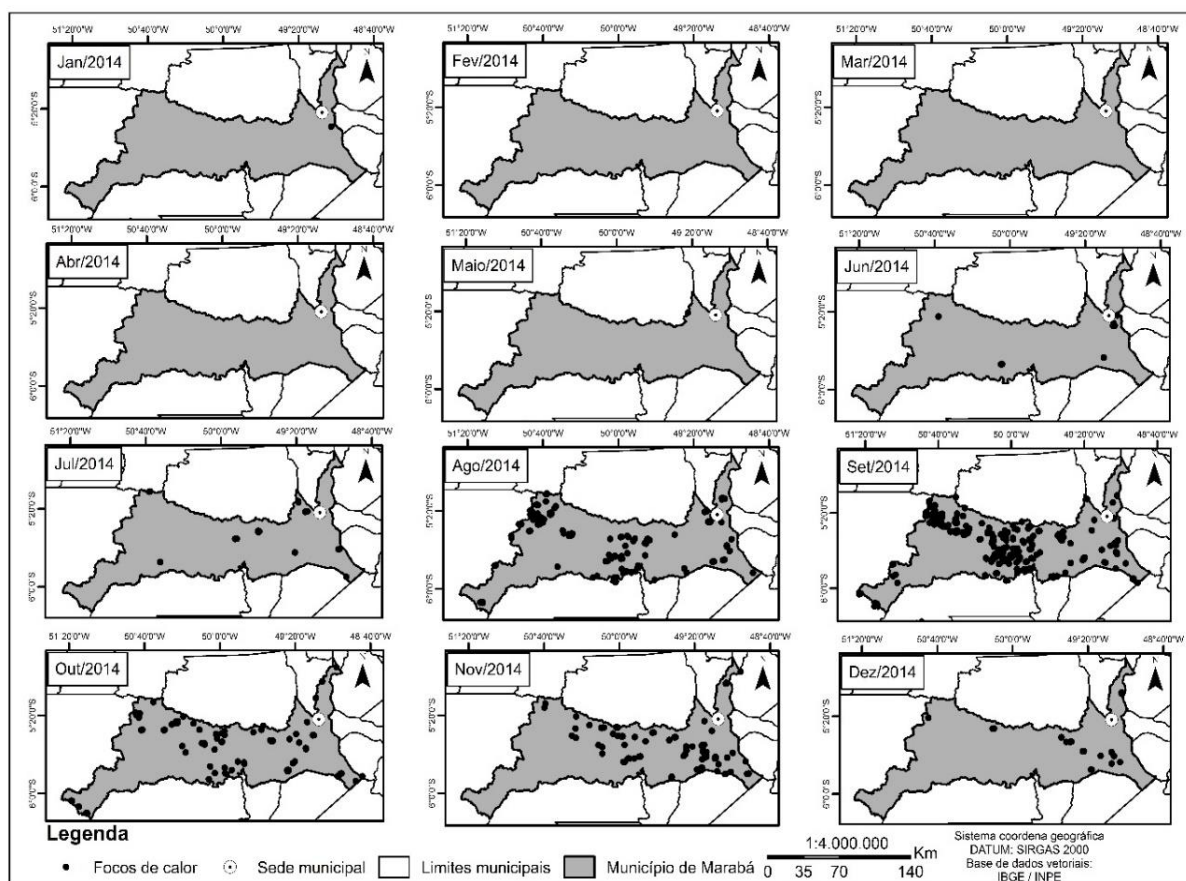
Em 2013 (MAPA 9) observando a distribuição dos focos de calor os nos meses (março, abril e maio) não houve incidência de focos no município de Marabá. No entanto nota-se que os focos de calor iniciam no primeiro mês do ano, janeiro, nesse mês constatou-se apenas poucos focos ao longo do município, no mês seguinte, fevereiro, também nota-se pequena incidência, os focos cessam e só surgem novamente no mês de junho com pouca evidencia, em julho há acréscimo de focos comparado ao mês anterior, em agosto houve crescimento e concentração em algumas áreas, em setembro houve aumento em relação ao mês anterior, mas é no mês de outubro que notamos o ápice de focos durante o ano, pois é evidente a multiplicação dos focos apresentados em comparação ao mês de setembro, no mês de novembro os focos reduzem bruscamente e em dezembro sofrem uma variação de aumento comparado a novembro. Neste ano são observados que os focos de calor sofreram redução, havendo incidências de forma muito dispersa e não muito evidentes, porém a maior incidência ocorreu em um período diferentes dos anos anteriores.

MAPA 9 – Distribuição sazonal dos focos de calor no ano de 2013.



Fonte: INPE / Elaboração própria.

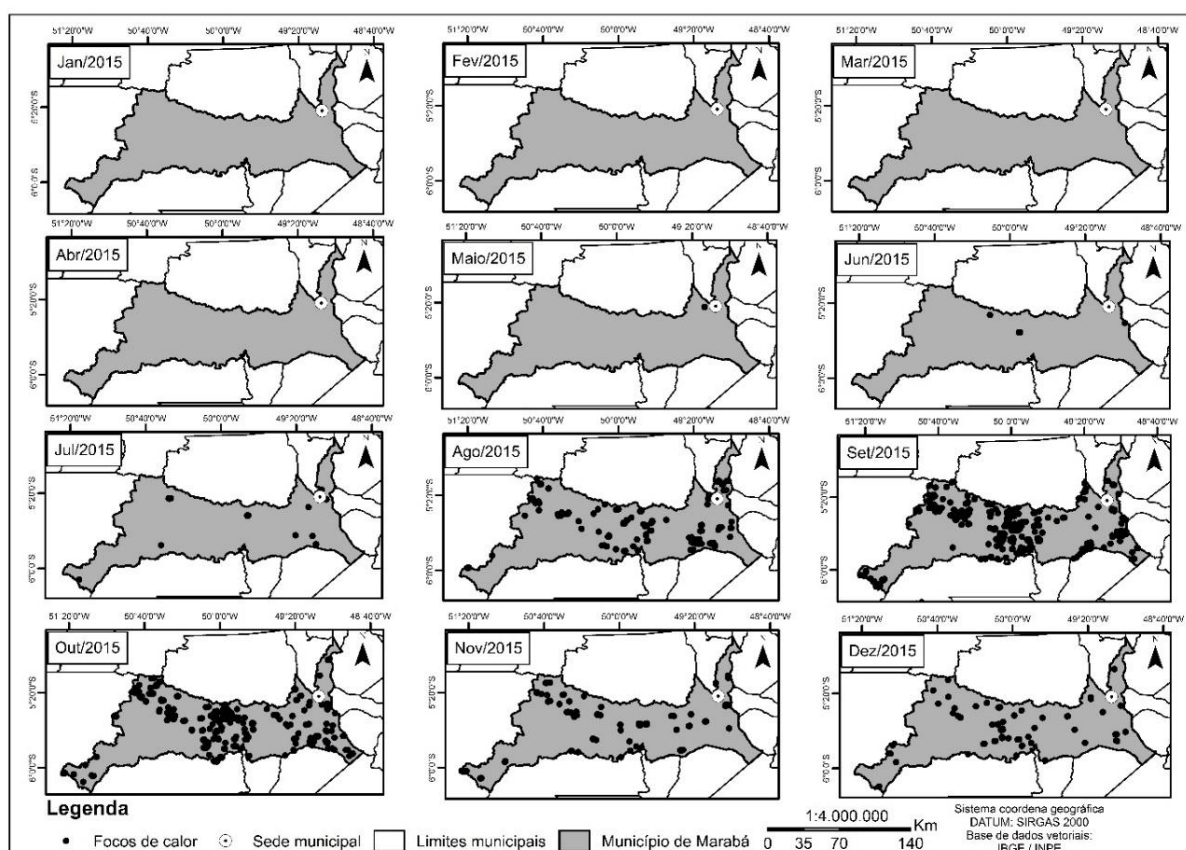
Em 2014 (MAPA 10) observando a distribuição dos focos de calor nos meses de (fevereiro, março, abril e maio) não houve incidência de focos no município de Marabá. No entanto nota-se que os focos de calor iniciam no primeiro mês do ano, janeiro, nesse mês constatou-se apenas poucos focos ao longo do município, os focos cessam só vindo ser detectados novamente no mês de junho, nesse mês constatou-se apenas alguns focos dispersos ao longo da área, no mês seguinte, julho, houve aumento em relação ao mês anterior, no mês de agosto os focos começam a ficar mais concentrados em determinadas áreas, no mês de setembro notamos o ápice de focos durante o ano, pois é evidente a multiplicação dos focos apresentados em comparação ao mês de agosto, haja vista que é o período em que a temperatura se elevada e as chuvas diminuem. No mês outubro os focos ainda são evidentes, mas já se nota redução, chegando no mês de novembro os focos reduzem bruscamente e assim seguem até o mês de dezembro.

MAPA 10 – Distribuição sazonal dos focos de calor no ano de 2014.

Fonte: INPE / Elaboração própria.

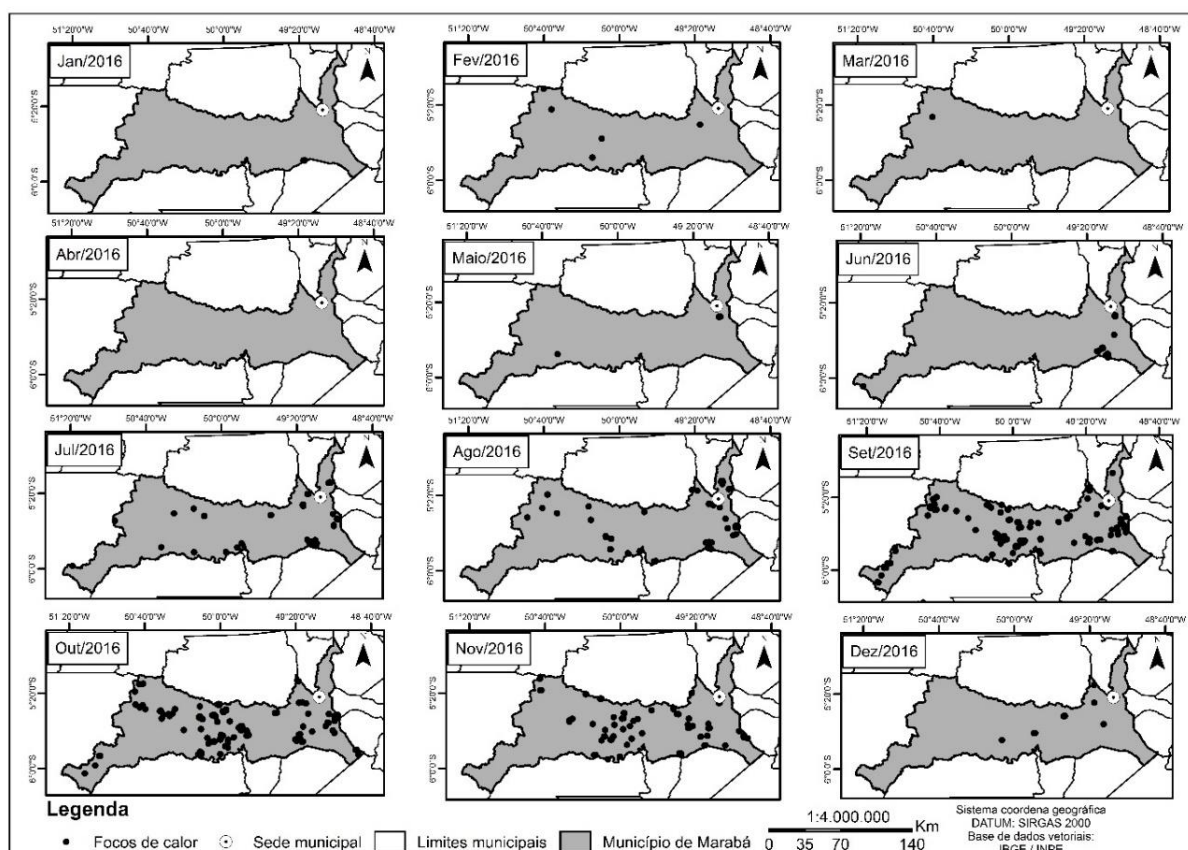
Em 2015 (MAPA 11) observando a distribuição dos focos de calor nos 4 primeiros meses do ano, não há incidência de focos no município de Marabá. No entanto nota-se que os focos de calor iniciam no mês de maio, nesse mês constatou-se apenas poucos focos, no mês seguinte, junho, há aumento de focos em relação ao mês de maio, no mês de julho o aumento continua notando-se focos dispersos ao longo do município, no mês de agosto há acréscimo de focos comparado ao mês anterior, em setembro notamos o ápice de focos durante o ano, pois é evidente a multiplicação dos focos apresentados em comparação ao mês de agosto, haja vista que é o período em que a temperatura se elevada e as chuvas diminuem. No mês outubro os focos ainda são evidentes, mas já se nota redução, chegando no mês de novembro os focos reduzem e permanecem da mesma forma até dezembro.

MAPA 11 – Distribuição sazonal dos focos de calor no ano de 2015.



Fonte: INPE / Elaboração própria.

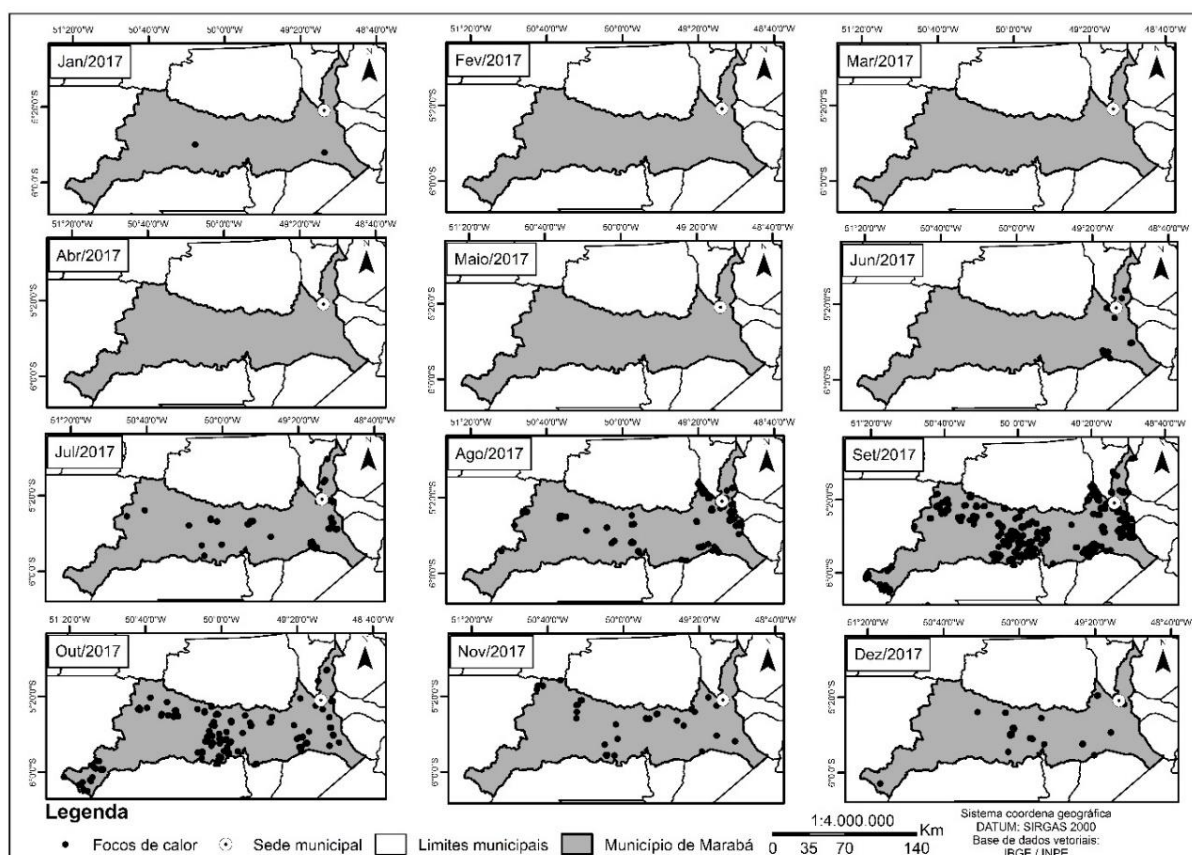
Em 2016 (MAPA 12) observando a distribuição dos focos de calor durante os meses do ano, o único mês que não houve incidência de focos no município de Marabá, foi o mês de abril. No entanto, nota-se que os focos de calor iniciam no mês de janeiro, nesse mês constatou-se apenas um foco, no mês de fevereiro houve aumento, e em março redução, os focos só voltam a ser detectados no mês de maio, no mês de junho, houve aumento em relação ao mês de maio, no mês de julho os focos começam a ficar mais concentrados em determinadas áreas, no mês de agosto houve acréscimo de focos comparado ao mês anterior, em setembro notamos o ápice de focos durante o ano, pois é evidente a multiplicação dos focos apresentados em comparação ao mês de agosto, haja vista que é o período em que a temperatura se eleva e as chuvas diminuem. No mês outubro os focos ainda são evidentes e só em novembro começam a reduzir, no mês em dezembro redução bem mais do que em novembro.

MAPA 12 – Distribuição sazonal dos focos de calor no ano de 2016.

Fonte: INPE / Elaboração própria.

Em 2017 (MAPA 13) observando a distribuição dos focos de calor nos meses de (fevereiro, março, abril e maio) não houve incidência de focos no município de Marabá. No entanto nota-se que os focos de calor iniciam no primeiro mês do ano, janeiro, nesse mês constatou-se apenas poucos focos ao longo do município, os focos cessam só vindo ser detectados novamente no mês de junho, nesse mês constatou-se apenas alguns focos dispersos ao longo da área, no mês seguinte, julho, houve aumento em relação ao mês anterior, no mês de agosto os focos começam a ficar mais concentrados em determinadas áreas, no mês de setembro notamos o ápice de focos durante o ano, pois é evidente a multiplicação dos focos apresentados em comparação ao mês de agosto, haja vista que é o período em que a temperatura se elevada e as chuvas diminuem. No mês outubro os focos ainda são evidentes, mas já se nota redução, chegando no mês de novembro os focos reduzem bruscamente e assim seguem até o mês de dezembro.

MAPA 13 – Distribuição sazonal dos focos de calor no ano de 2017.



Fonte: INPE / Elaboração própria.

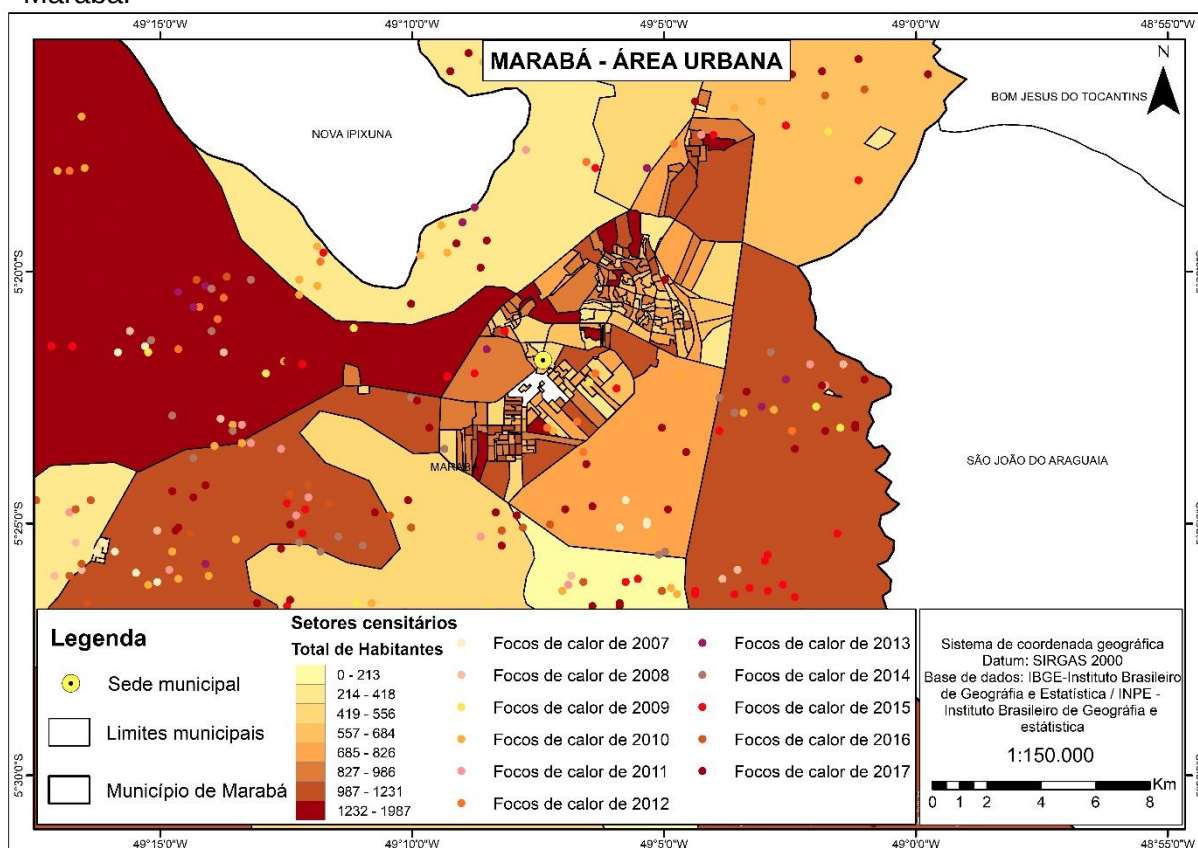
As maiores incidências dos focos demonstram um padrão no 2 semestre do ano, nos meses de junho, julho, agosto, setembro, outubro e algumas vezes em novembro e dezembro. Segundo a literatura pesquisa é realmente nesse período que a incidência de queimadas é mais elevada no período compreendido entre os meses de agosto e novembro, com um máximo em setembro (JUSTINO, SOUZA, SETZER, 2002; SISMANOGLU et al., 2002). O aumento de queimadas ou focos de calor na estação seca foi devido à baixa umidade relativa do ar causada pela ausência de chuvas ou baixo índice pluviométrico o que provoca aumento no déficit de pressão de vapor da atmosfera e no poder evaporativo dos vegetais, tornando-os mais secos (TORRES, 2006). Essa biomassa seca é de fácil combustão por apresentar alto índice de inflamabilidade, sobretudo quando associada com elevada temperatura e baixa umidade relativa do ar (NOBRE et al., 2007). As condições climáticas e incêndios mantêm uma estreita relação, desde a probabilidade de ocorrências de incêndios decorrente das condições atmosféricas em um dado período.

6.2.3. Ocorrência na zona urbana e entorno

As queimadas urbanas ocorrem principalmente para a queima de lixo doméstico, folhas e para a limpeza inadequada de lotes baldios. Elas causam poluição, danos as redes de energia e telefone, doenças respiratórias como asma e rinite, além de aumentar o calor. As fumaças causadas pelas queimadas, além de desagradável podem conter substâncias tóxicas. Consequente a isto. E o fogo é outro agravante preocupante, pois acaba espantando para dentro das residências animais como: cobras, escorpiões, aranhas e ratos que vivem nos quintais e lotes baldios.

O mapa 14 nos mostra a distribuição espacial dos focos de calor na área urbana e o entorno do município de Marabá nos anos de 2007 a 2017, podemos notar que os focos foram detectados na área urbana do município, no entanto a prevalência maior é notada entorno dela, inclusive em locais onde a população é maior variando de 1232 a 1987 pessoas.

MAPA 14 – Distribuição espacial dos focos de calor na área urbana do município de Marabá.



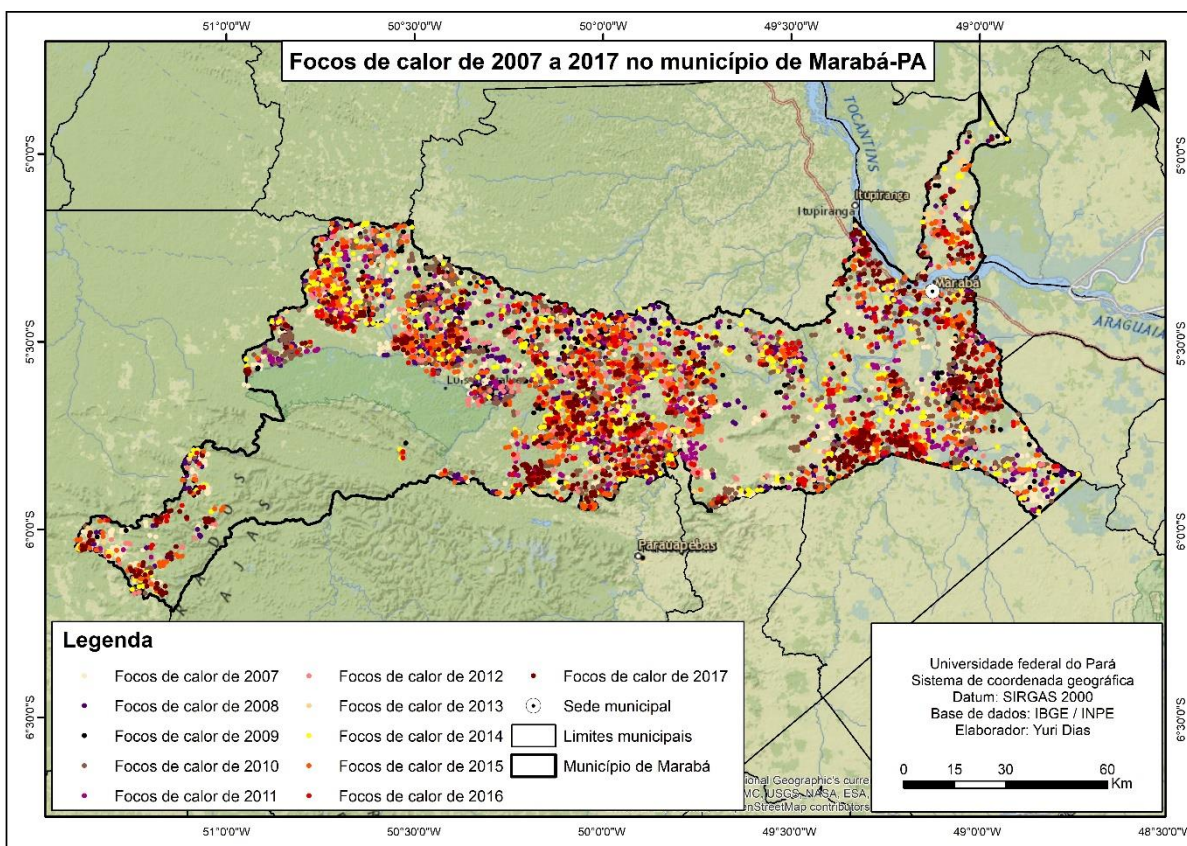
Fonte: INPE / IBGE / Elaboração própria.

6.2.4. Ocorrência na zona rural

Os focos na zona rural do município de Marabá afetam o meio ambiente de diversas maneiras, muitos são os danos causados pelo fogo muitos profissionais afirmam que o primeiro a sentir é o solo que perde os nutrientes, logo em seguida são os animais que perdem a vida e a alimentação, também como efeito nocivo são as fumaças que se espalham em consequência dos ventos as chamas se espalham sobre a vegetação atingindo áreas em que o agricultor familiar pretendia queimar.

O mapa 15 nos mostra a distribuição espacial dos focos de calor na área rural do município de Marabá nos de 2007 a 2017, podemos notar que os focos foram detectados ao longo do município mais precisamente na parte central do município e a leste e entorno da área urbana, na parte noroeste do município também há forte incidência, a menor prevalência dos focos está presente na parte sudoeste do município, isso se deve a presença de unidades de conservação ambiental na região com as fortes fiscalizações nestas áreas os focos ocorrem com menor ou nenhuma incidência.

MAPA 15 – Distribuição espacial dos focos de calor na área rural do município de Marabá.



Fonte: INPE / IBGE / Elaboração própria.

6.3.Efeito das queimadas em Marabá

Noticiários de jornais online sobre focos de queimadas, causas e consequências na saúde da população e questão as fumaças presentes em determinadas épocas do ano, prevalecendo-se no período de junho a dez, pois são os períodos com temperaturas mais elevadas e menor nível precipitação, baixa umidade do ar, além da forte incidência da intensidade e direção dos ventos que carrega as partículas presentes nas fumaças e que conseguem ao alcançar quilômetros de distancias, inclusive de outros Estados onde a ocorreu de queimadas é mais significativa do que no município abordado.

TABELA 9 – Noticiários de Jornais online sobre os efeitos das fumaças provindas das queimadas no município de Marabá.

Título, edição e data	Título da matéria	Efeitos mencionados
G1, O liberal, 2014, 09 jul. 2014	Imprudência dos moradores contribui para o início dos focos, forte calor e baixa umidade também estariam favorecendo ocorrências	- Crescimento dos focos na área urbana - Forte calor - Queima de vegetação em bairros da cidade - Forte fumaça causa acidente na transamazônica
Climatempo (Noticiais), 2015, 05 out. 2015	Fumaça Marabá-PA	-Aeroporto fica inviabilizado pela presença de fumaça
Folha do Bico, 2017, 09 dez. 2017	População deve ficar alerta para clima seco em Marabá-PA	-Número de pacientes com problemas respiratórios aumenta em 40% -Forte calor -Baixa umidade do ar -Presença de fumaças nas matas do município -Crianças são as mais afetadas
Rádio Clube Marabá, 2017, 18 set. 2017	Cortina de fumaça paira nas manhãs de Marabá	-Fumaça densa presente na cidade -A fumaça chegou a ser identificada em municípios vizinhos -Estiagem, grandes quantidades de queimadas podem ter provocado as fumaças.

G1, liberal2017, 18 set. 2017	Densa fumaça encobre a cidade de Marabá, no sudoeste do paraense	- 90 Dias se chuva -Aumento dos focos de queimadas
Climatempo (Noticiais), 2015, 02 de dez. 2015	Fumaça densa em Marabá (PA)	-Fumaça densa prejudica a visibilidade horizontal e vertical do aeroporto
DOL Diário online, 2015, 03 de dez. 2015	Fumaça não tem prazo para sumir, diz especialista	- <i>El niño</i> está trazendo fumaças para o Estado - Fumaças acarretam na piora pessoas e principalmente a criança que tem problemas respiratórios - O número de crianças em unidades de saúde aumento neste período
Correio de Carajás, 2017, 12 jul. 2017	Marabá vira capital da fumaça com 48 focos de incêndio	- Incêndio de vegetação a cada um dia e meio -Nuvem de fumaça no Bairro Morada Nova
G1, Rede Liberal, 2016, 29 jun.2016	Pará registra 89 focos de queimadas durante a semana do mês de junho	- População sobre com a fumaça da queima de vegetação - Pessoas passam mal pela inalação de fumaça

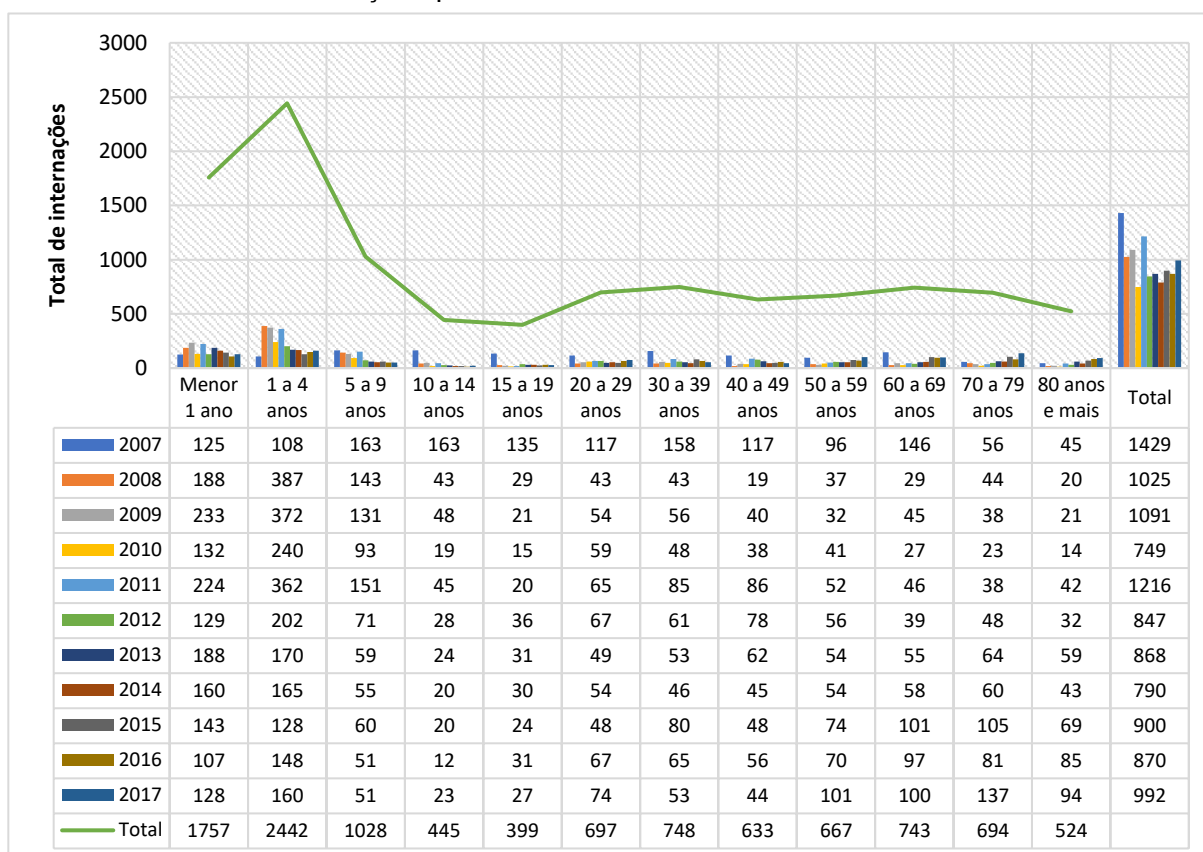
Fonte: Elaboração própria.

6.4.Agravos Relacionados com problemas respiratórios

6.4.1. Internações hospitalares

6.4.1.1. Média dos casos de internações de 2007 a 2017

De 2007 a 2017 foram registrados, no município de Marabá, um total de 10.150 internações hospitalares por doenças respiratórias nas instituições públicas de saúde (Hospital municipal de Marabá, Hospital Santa Terezinha, Hospital do sudoeste do Pará Dr. Geraldo Veloso e Hospital materno infantil de Marabá em crianças de 0 anos a adultos de 89 anos de idade. O gráfico 5 mostra a proporção destas internações, segundo faixa etária, para o período do estudo. Observou-se que as internações foram predominantes em crianças de 1 a 4 anos de idade, com máximo de 387 crianças em 2008 e o mínimo de 108 em 2007. Verificou-se também que a faixa etária menos frequente de internação por DRs foi registrada entre 15 à 19 anos de idade, com máximo de 135 em 2007 e mínimo de 15 em 2010. O máximo apresentando por ano em todas as faixas etárias foi de 1429 em 2007 e o mínimo foi 749 em 2010.

Gráfico 5 - Total de internações por faixa etária de 2007 a 2017.

Fonte: DATASUS / Elaboração própria.

Como é notado anteriormente à faixa etária, a prevalência de internações por DRs em crianças é bem evidente sendo este o motivo de ser amplamente discutido na literatura.

A poluição atmosférica tem afetado a saúde da população, mesmo quando seus níveis se encontram aquém do que determina a legislação vigente. As faixas etárias mais atingidas são as crianças (BRAGA, 1999).

Estudos realizados na cidade de Cubatão, entre a segunda metade da década de 1990 até 2004, apesar de haver uma redução nos níveis de poluição atmosférica desde o início o seu monitoramento, os poluentes analisados apresentaram efeitos relevantes sobre a saúde dos moradores da cidade, principalmente em crianças e idosos (JASINSKI; PEREIRA; BRAGA, 2011).

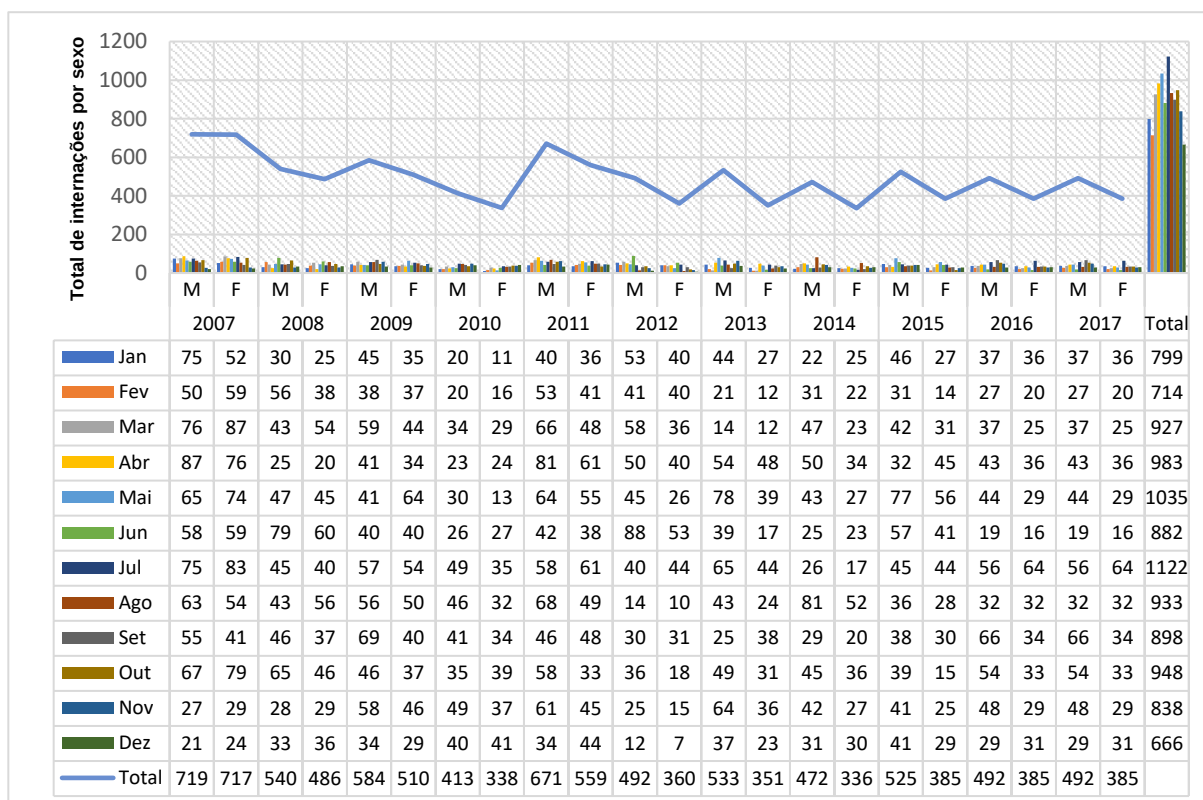
Outros estudos realizados, porém, em municípios do arco do desmatamento, na Amazônia brasileira, identificaram maiores impactos na morbidade respiratória em crianças, associados a poluentes emitidos em queimadas.

Gonçalves (2010) demonstrou, também, que 48% dos atendimentos ambulatoriais por DRs de 2005 a 2008, em um hospital infantil de Porto Velho, ocorreu na faixa etária de 1 a 4 anos e as taxas mais altas foram observadas entre menores de 1 ano de idade.

No Brasil, dentro dos indicadores básicos de morbidade e fator de risco, as doenças respiratórias representam 47,26% das internações de crianças de 1 a 4 anos, ocupando o primeiro lugar. Quanto à mortalidade por grupos de causas, em crianças de 1 a 4 anos ocupam o segundo lugar com 23,15% de óbitos e, em menores de 1 ano de idade ocupam o quarto lugar, com 9,04% de óbitos (FORNAZARI; MELLO, ANDRADE, 2003).

No município de Marabá observou-se que as internações foram predominantes para o sexo masculino, com máximo de 88 homens em junho de 2012 e o mínimo de 12 em dezembro de 2012. Verificou-se também que para o sexo feminino o máximo foi de 87 mulheres em abril de 2007 e o mínimo de 7 em dezembro de 2012. O maior total por ano foi de 719 homens no ano de 2007 o menor foi de 413 no de 2010. Para o sexo feminino o máximo apresentado foi de 717 mulheres e o mínimo de 336 em 2014.

Na divisão por sexo nota-se que é mais incidente no sexo masculino quanto à morbidade por DRs é relatada na literatura, como nos estudos de Macedo et al. (2007), os quais avaliaram fatores de risco para internação por DRs agudas e mostram que indivíduos do sexo masculino apresentam risco 1,5 vezes maior de internação por DRs quando comparados aos do sexo feminino. Mencionaram, também, a hipótese de que fatores relacionados ao menor calibre das vias aéreas entre meninos sejam os prováveis responsáveis por este fenômeno.

Gráfico 6 - Total de internações por sexo de 2007 a 2017.

Fonte: DATASUS / Elaboração própria.

6.5. Relação entre queimadas e agravos a saúde

6.5.1. Zonas de risco a queimadas

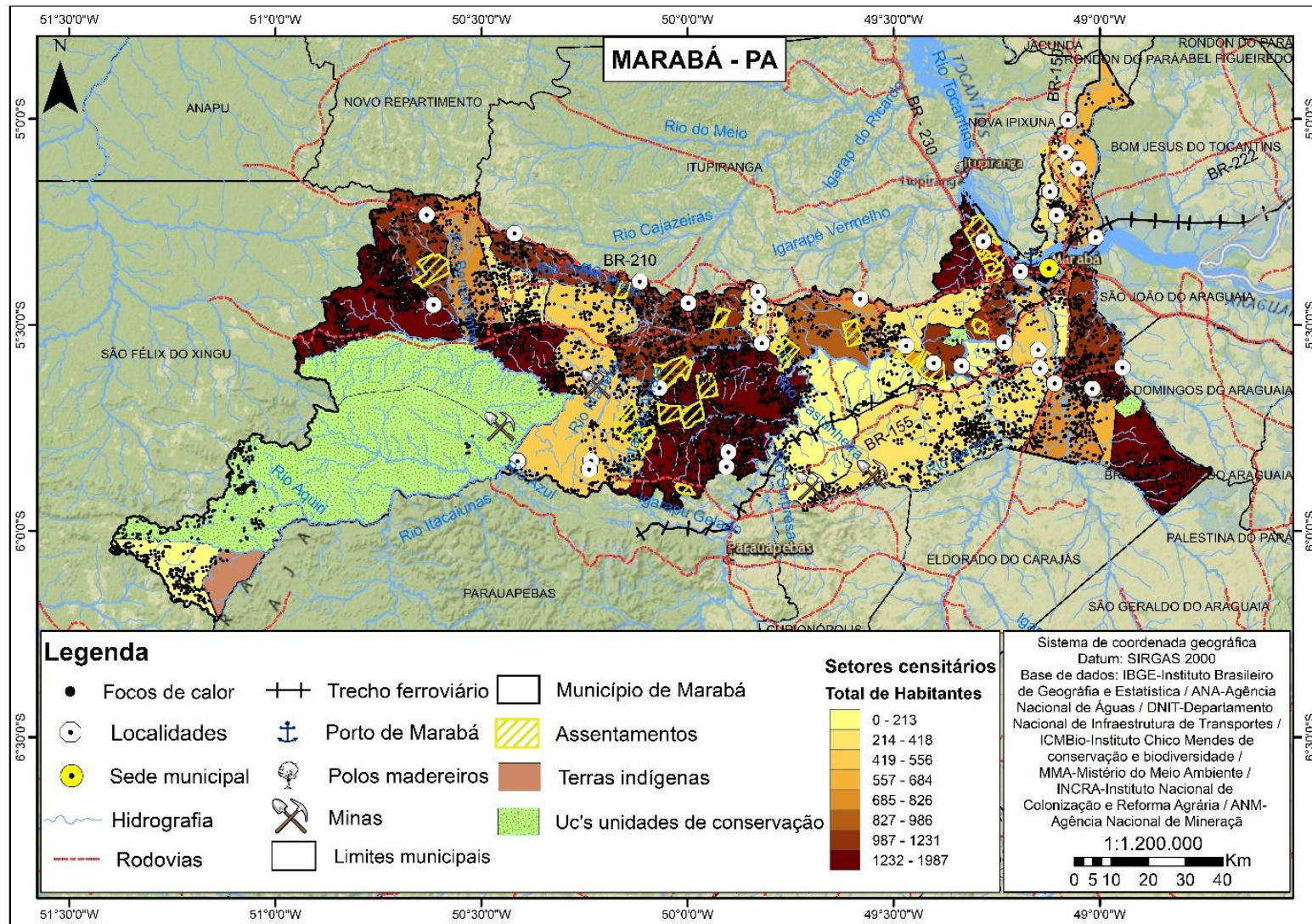
Um mapa síntese deve se analisar tudo delineando as áreas de ocorrências dos fenômenos cartografados relacionando a distribuição dos dados no mapa de síntese para entender o problema geográfico em questão compreendendo a simbologia dos mapas, como ela é usada para representar os fenômenos retratados e a relação entre eles.

Segundo Archela e Théry (2008) mapa síntese é o mais complexo e exige profundo conhecimento técnico dos assuntos a serem mapeados. Representam o mapeamento da integração de fenômenos, feições, fatos ou acontecimentos que se interligam na distribuição espacial. Esses mapas permitem que se estabeleçam estudos conclusivos sobre a integração e interligação dos fenômenos. Os mapas de síntese são construídos para mostrar ao leitor as relações existentes entre vários dados, tal como sua eventual aptidão para determinar conjuntamente outros fenômenos ou outras combinações. Os mapas síntese devem ser objetivos e legíveis e comportar apenas dados essenciais.

Este mapa foi elaborado com vistas a consolidar e mesclar todos os possíveis dados, informações do município de Marabá mostrando de forma geral a organização e a localização de determinadas áreas para identificá-las e assim fazer a análises dos dados de focos de calor, assentamentos, população, áreas de mineração, rodovias, hidrografia, ferrovia, localidades, terras indígenas e unidades de conservação.

Podemos notar que os focos de calor estão concentrados em maior parte nos assentamentos e em locais onde a população se apresenta em maior número, fazendo com que as de internações hospitalares possam vir a ter aumento em função disso, se nota também que os focos não são evidentes nas unidades de conservação e nas terras indígenas. Então conclui-se que os focos surgem de ações humanas com o intuito de produções voltadas para a agricultura, pois na maior parte é praticada a queima da vegetação para assim fazer o uso dessas áreas.

MAPA 16 – Mapa síntese do município de Marabá – PA.

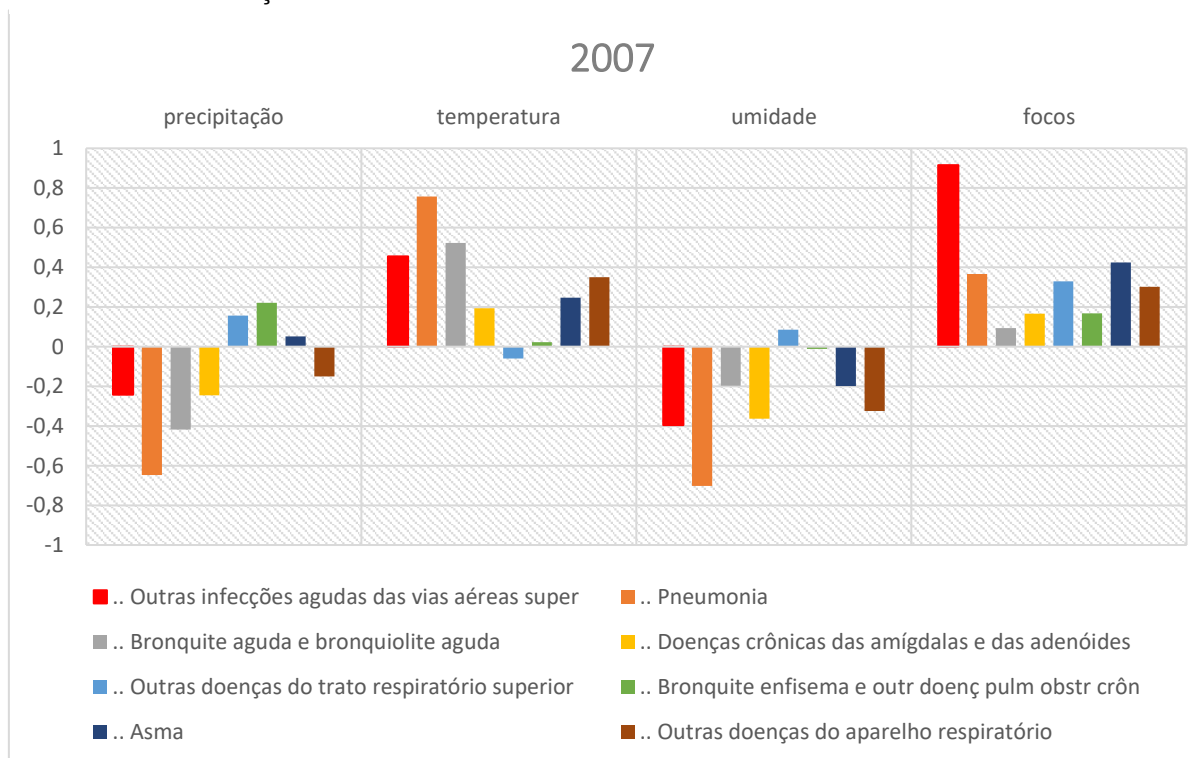


Fonte: IBGE / ANA / DNIT / ICMBio / MMA / INCRA / ANM - Elaboração própria.

6.6. Correlação entre internações hospitalares, focos de calor e fatores climáticos

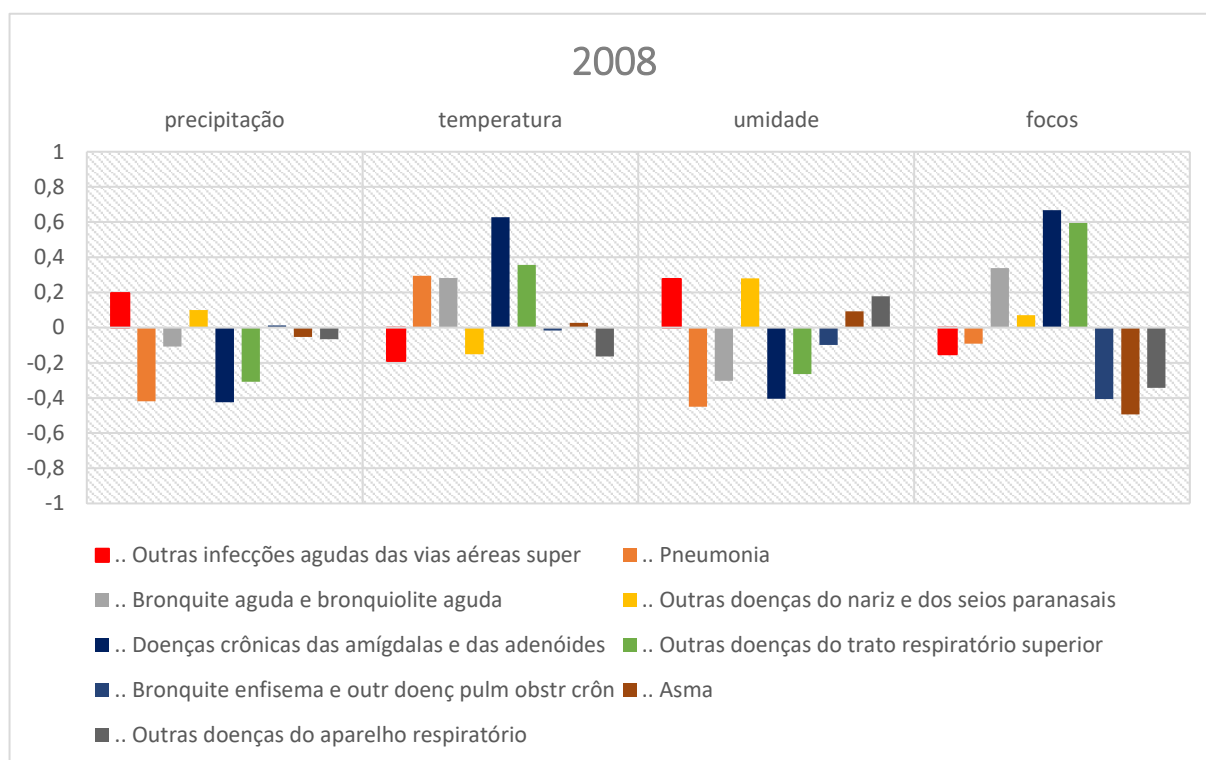
Foi realizada correlação dos dados entre focos de calor e fatores climatológicos, tais como, precipitação, umidade relativa do ar e temperatura. Os dados de internação do número de indivíduos relacionados ao código de doenças respiratórias (capítulo X, J00-J99, CID-10). Os valores delimitados na correlação vão de 0,5 e abaixo de - 0,5 que seriam correlações moderadas, a muito forte positiva ou negativa.

No ano de 2007, a correlação de dados em três casos é moderada e forte positiva para pneumonia com temperatura, bronquite aguda e bronquiolite aguda também com temperatura e para outras infecções agudas das vias aéreas superiores com focos de calor, isto é, as sequências evoluem no mesmo sentido, ou seja, para cima, apresentando valores de + 0,5 ou superior a este valor, quanto mais os valores se aproximam de 1 mais forte será a correlação. Todavia, também houve dois casos em ocorreu correlação forte negativa para pneumonia com precipitação e pneumonia com umidade, diferentemente da correlação positiva, as sequencias evoluem em sentido oposto uma cresce e a outra diminui. As demais doenças não mostraram evidências relevantes por isso podem ser classificadas como correlação fraca ou desprezível como pode observar no (Gráfico 7).

Gráfico 7 - Correlação dos fatores climáticos e focos de calor no ano de 2007.

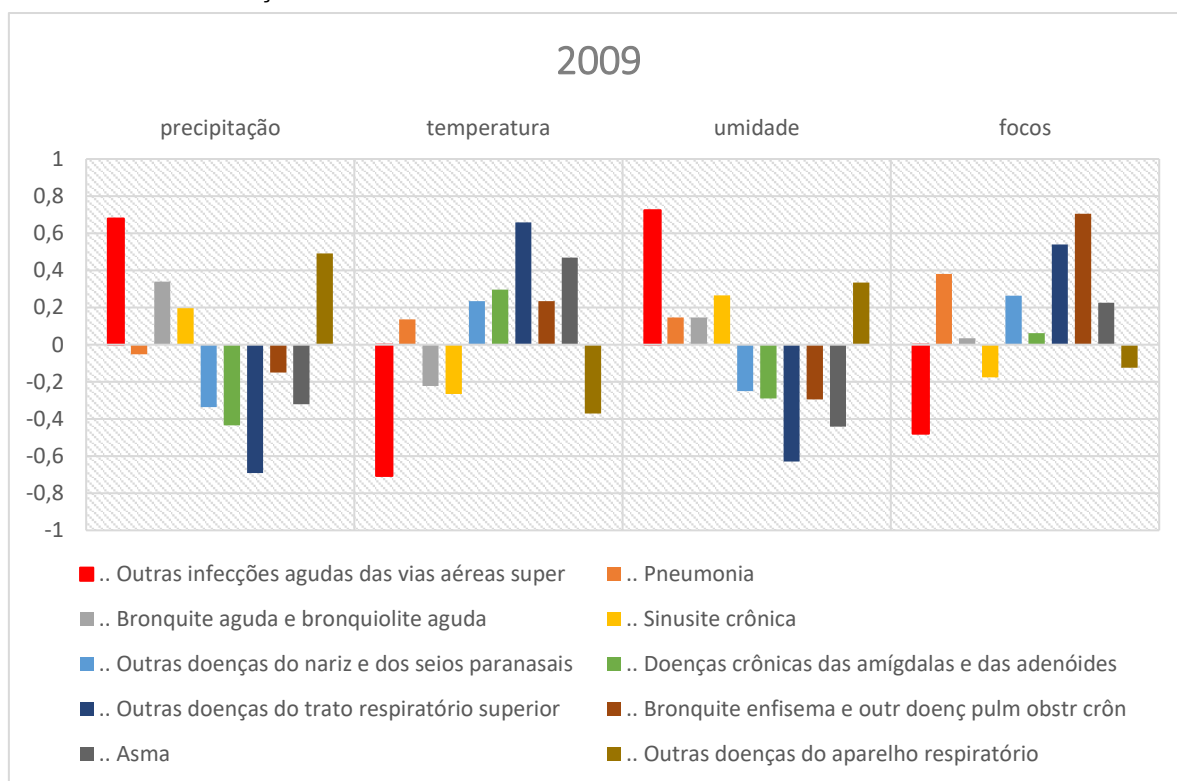
Fonte: DATASUS / Elaboração própria.

No ano de 2008, a correlação de dados em três casos é moderada e forte positiva para doenças crônicas das amígdalas e adenoides com temperatura e focos de calor e outras doenças do trato respiratório superior também para focos de calor, isto é, as sequências evoluem no mesmo sentido, ou seja, para cima, apresentando valores superiores a + 0,5, quanto mais os valores se aproximam de 1 mais forte será a correlação. Todavia, também não ocorreu casos de correlação forte positiva e negativa, como não mostraram evidências relevantes por isso podem ser classificadas como correlação fraca ou desprezível como pode observar no (Gráfico 8).

Gráfico 8 - Correlação dos fatores climáticos e focos de calor no ano de 2008.

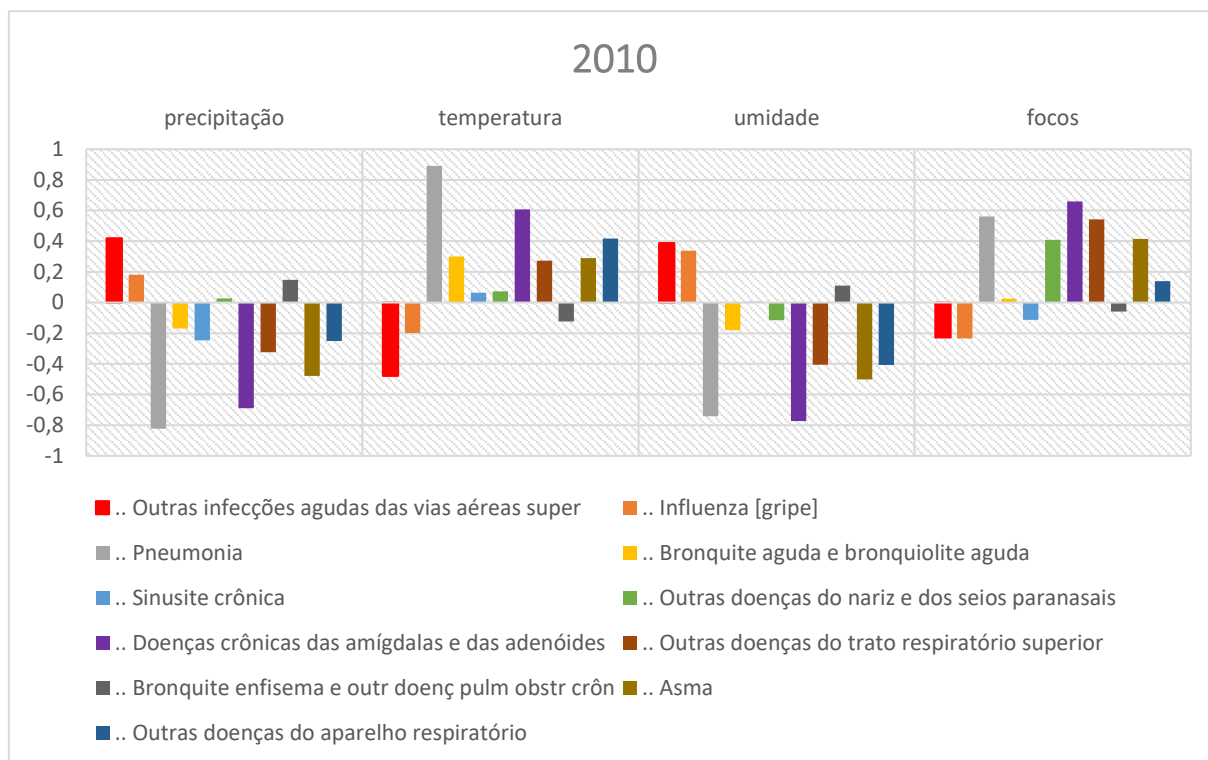
Fonte: DATASUS, 2018 / Elaboração própria.

No ano de 2009, a correlação de dados em três casos é moderada e forte positiva para outras infecções agudas das vias aéreas superiores com temperatura e umidade, outras doenças do trato respiratório superior com temperatura e focos de calor e para bronquite enfisema e outras doenças pulmonares de obstrução crônica com focos de calor, isto é, as sequências evoluem no mesmo sentido, ou seja, para cima, apresentando valores superiores a + 0,5, quanto mais os valores se aproximam de 1 mais forte será a correlação. Todavia, também houve três casos em que ocorreu correlação forte negativa para outras doenças do trato respiratório superior com precipitação e com umidade e outras infecções agudas das vias aéreas superiores para temperatura, diferentemente da correlação positiva, as sequências evoluem em sentido oposto, apresentando valores superiores a - 0,5, quanto mais os valores se aproximam de -1 mais forte é a correlação negativa. As demais doenças não mostraram evidências relevantes por isso podem ser classificadas como correlação fraca ou desprezível como pode observar no (Gráfico 9).

Gráfico 9 - Correlação dos fatores climáticos e focos de calor no ano de 2009.

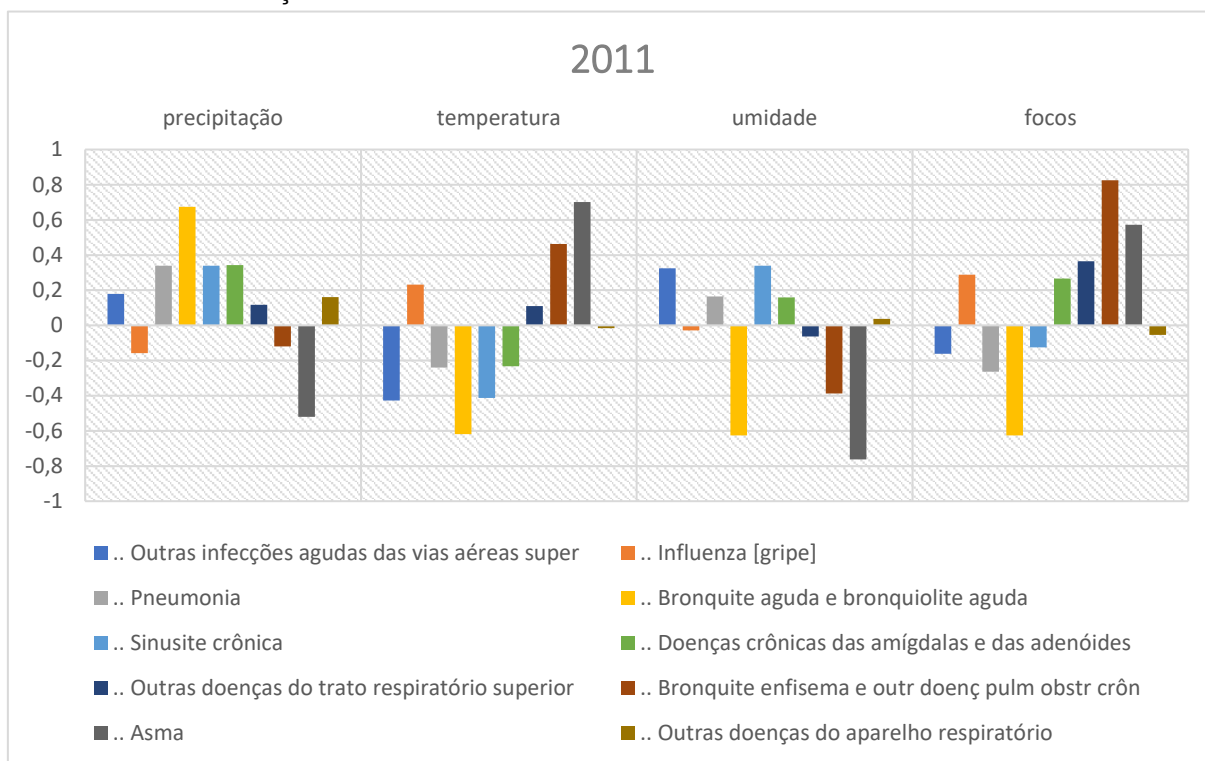
Fonte: DATASUS, 2018 / Elaboração própria.

No ano de 2010, a correlação de dados em cinco casos é moderada e forte positiva para pneumonia com temperatura e focos de calor, doenças crônicas das amígdalas e das adenóides com temperatura e focos de calor e para bronquite enfisema e outras doenças pulmonares de obstrução crônica com focos de calor, isto é, as sequências evoluem no mesmo sentido, ou seja, para cima, apresentando valores superiores a + 0,5, quanto mais os valores se aproximam de 1 mais forte será a correlação. Todavia, também houve cinco casos em que ocorreu correlação forte negativa para outras doenças do trato respiratório superior com precipitação e com umidade e outras infecções agudas das vias aéreas superiores para temperatura, diferentemente da correlação positiva, as sequências evoluem em sentido oposto, apresentando valores superiores a - 0,5, quanto mais os valores se aproximam de -1 mais forte é a correlação negativa. As demais doenças não mostraram evidências relevantes por isso podem ser classificadas como correlação fraca ou desprezível como pode observar no (Gráfico 10).

Gráfico 10 - Correlação dos fatores climáticos e focos de calor no ano de 2010.

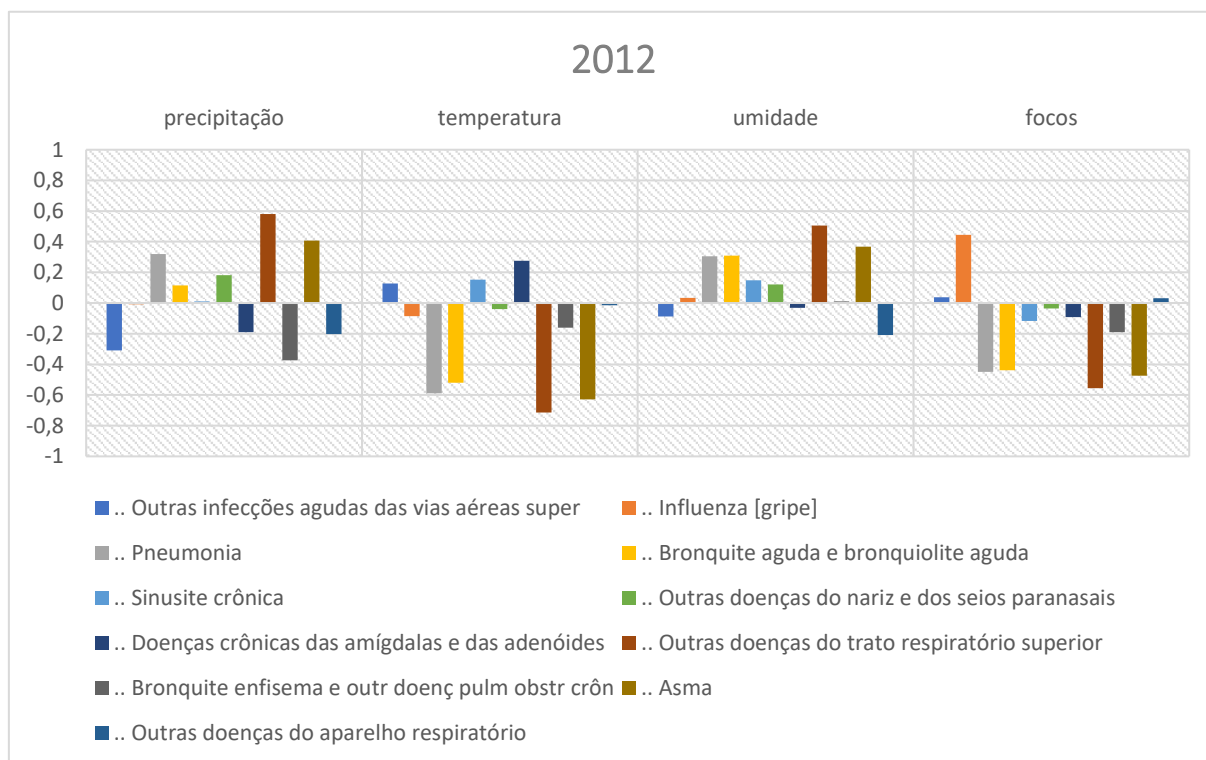
Fonte: DATASUS, 2018 / Elaboração própria.

No ano de 2011, a correlação de dados em cinco casos é moderada e forte positiva para pneumonia com temperatura e focos de calor, doenças crônicas das amígdalas e das adenóides com temperatura e focos de calor e para bronquite enfisema e outras doenças pulmonares de obstrução crônica com focos de calor, isto é, as sequências evoluem no mesmo sentido, ou seja, para cima, apresentando valores superiores a + 0,5, quanto mais os valores se aproximam de 1 mais forte será a correlação. Todavia, também houve cinco casos em que ocorreu correlação forte negativa para outras doenças do trato respiratório superior com precipitação e com umidade e outras infecções agudas das vias aéreas superiores para temperatura, diferentemente da correlação positiva, as sequências evoluem em sentido oposto, apresentando valores superiores a – 0,5, quanto mais os valores se aproximam de -1 mais forte é a correlação negativa. As demais doenças não mostraram evidências relevantes por isso podem ser classificadas como correlação fraca ou desprezível como pode observar no (Gráfico 11).

Gráfico 1 - Correlação dos fatores climáticos e focos de calor no ano de 2011.

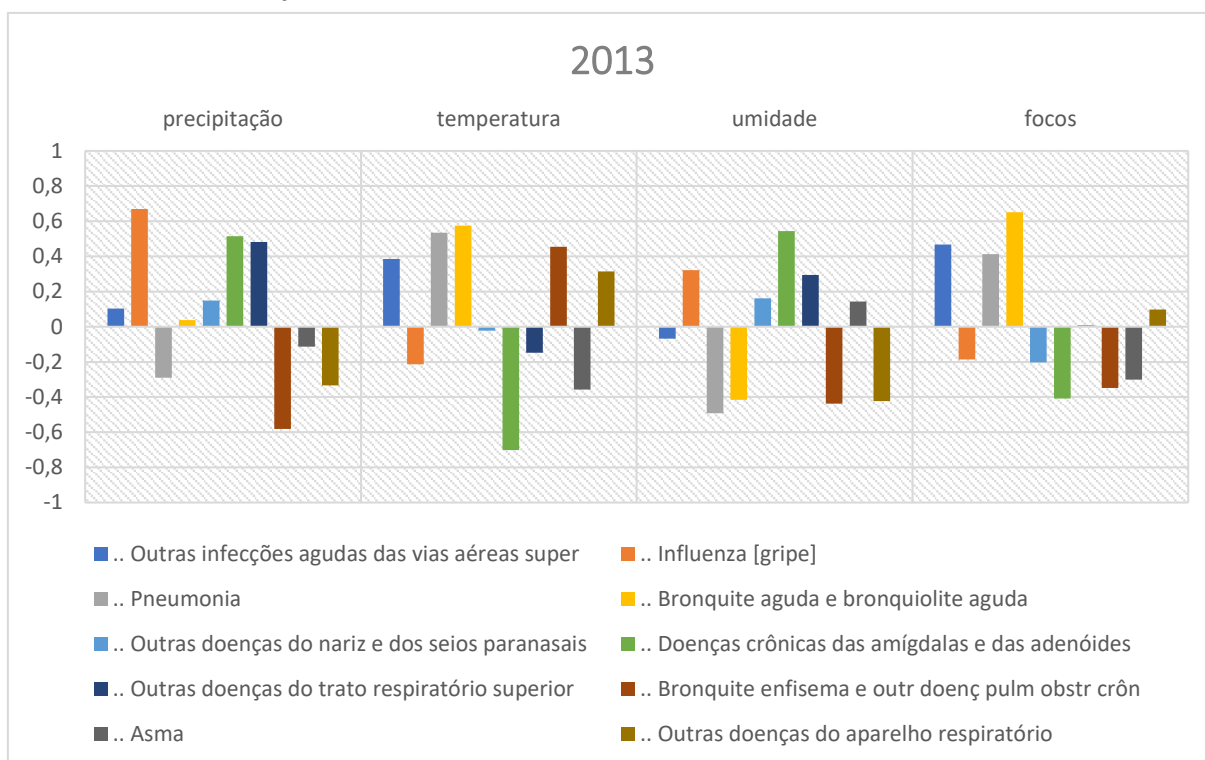
Fonte: DATASUS, 2018 / Elaboração própria.

No ano de 2012, a correlação de dados em dois casos é moderada e forte positiva para outras doenças do trato respiratório superior com precipitação e umidade, isto é, as sequências evoluem no mesmo sentido, ou seja, para cima, apresentando valores superiores a + 0,5, quanto mais os valores se aproximam de 1 mais forte será a correlação. Todavia, também houve cinco casos em que ocorreu correlação forte negativa para pneumonia com temperatura, bronquite aguda e bronquiolite com temperatura, outras doenças do trato respiratório superior com temperatura e focos e asma com temperatura, diferentemente da correlação positiva, as sequencias evoluem em sentido oposto, apresentando valores superiores a – 0,5, quanto mais os valores se aproximam de -1 mais forte é a correlação negativa. As demais doenças não mostraram evidências relevantes por isso podem ser classificadas como correlação fraca ou desprezível como pode observar no (Gráfico 12).

Gráfico 2 - Correlação dos fatores climáticos e focos de calor no ano de 2012.

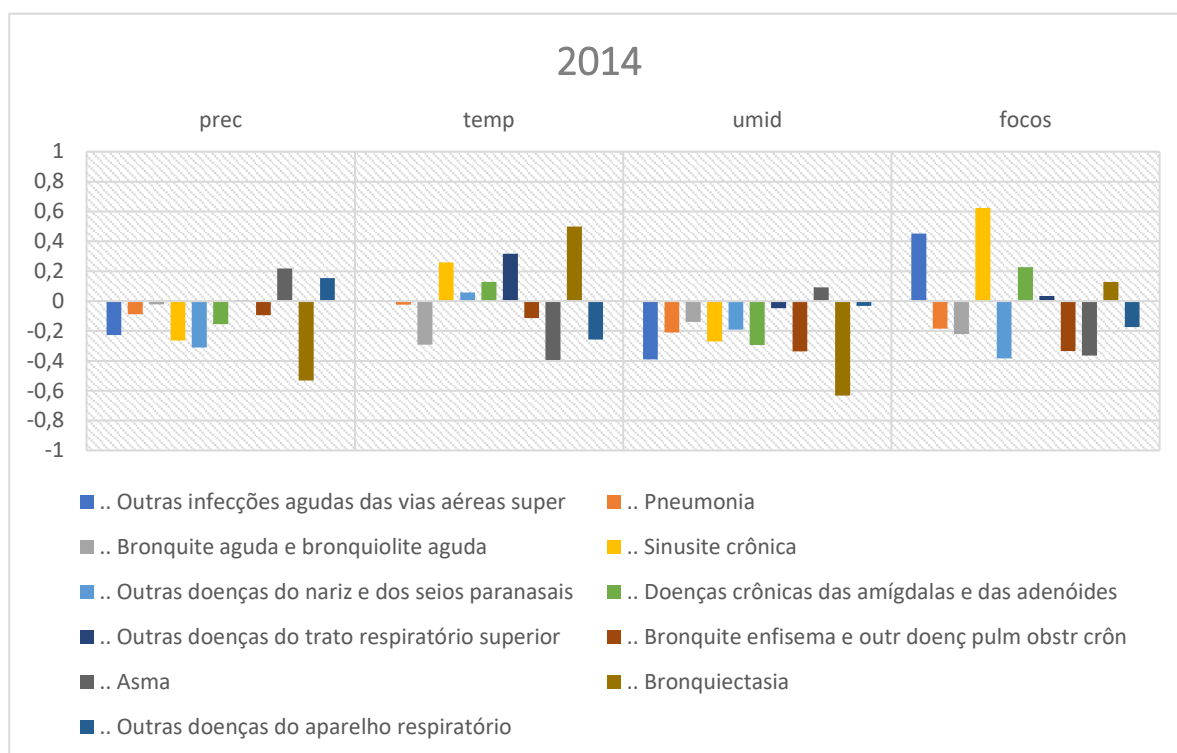
Fonte: DATASUS, 2018 / Elaboração própria.

No ano de 2013, a correlação de dados em seis casos é moderada e forte positiva para Influenza (gripe) com precipitação, doenças crônicas das amígdalas e adenóides com precipitação e umidade, pneumonia com temperatura, bronquite aguda e bronquiolite aguda com temperatura e com focos de calor, isto é, as sequências evoluem no mesmo sentido, ou seja, para cima, apresentando valores superiores a + 0,5, quanto mais os valores se aproximam de 1 mais forte será a correlação. Todavia, também houve dois casos em que ocorreu correlação forte negativa para bronquite enfisema e outras doenças pulmonares crônicas com precipitação e doenças crônicas das amígdalas e adenóides com temperatura, diferentemente da correlação positiva, as sequências evoluem em sentido oposto, apresentando valores superiores a - 0,5, quanto mais os valores se aproximam de -1 mais forte é a correlação negativa. As demais doenças não mostraram evidências relevantes por isso podem ser classificadas como correlação fraca ou desprezível como pode observar no (Gráfico 13).

Gráfico 3 - Correlação dos fatores climáticos e focos de calor no ano de 2013.

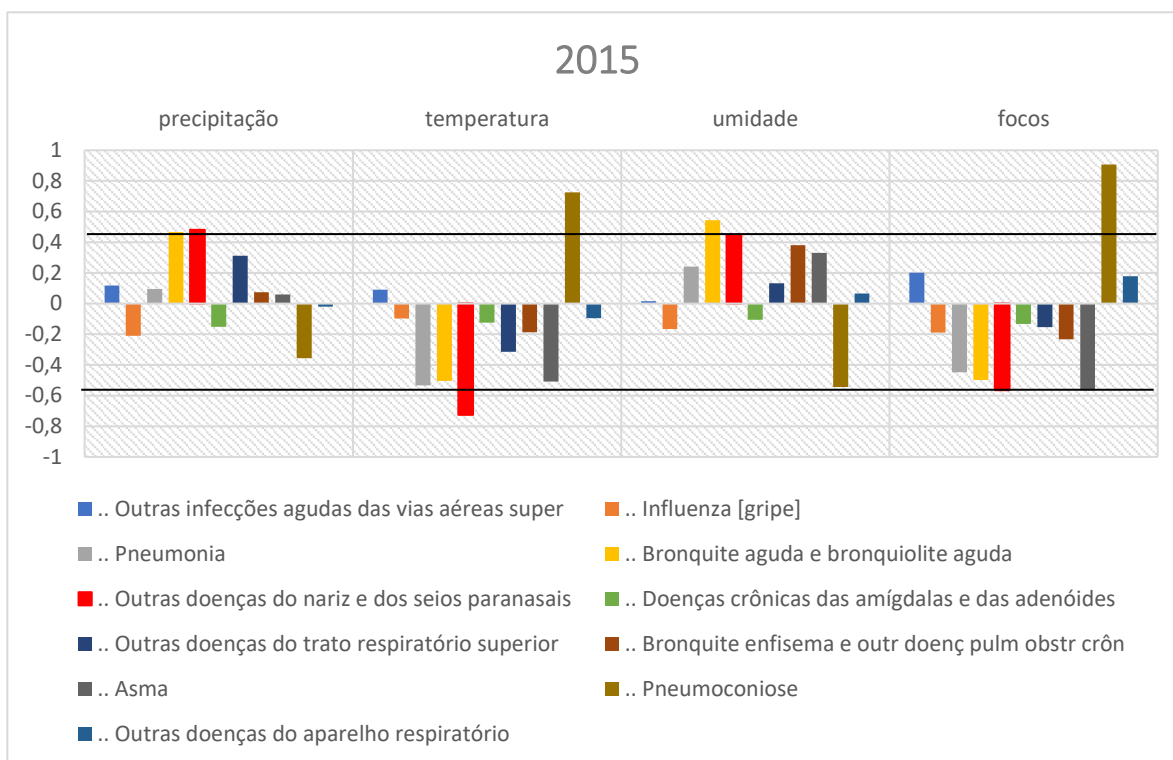
Fonte: DATASUS, 2018 / Elaboração própria.

No ano de 2014, a correlação de dados em dois casos é moderada e forte positiva para bronquiectasia com temperatura e sinusite crônica com focos de calor, isto é, as sequências evoluem no mesmo sentido, ou seja, para cima, apresentando valores superiores a + 0,5, quanto mais os valores se aproximam de 1 mais forte será a correlação. Todavia, também houve três casos em que ocorreu correlação forte negativa para bronquiectasia com precipitação e com umidade, diferentemente da correlação positiva, as sequencias evoluem em sentido oposto, apresentando valores superiores a – 0,5, quanto mais os valores se aproximam de -1 mais forte é a correlação negativa. As demais doenças não mostraram evidências relevantes por isso podem ser classificadas como correlação fraca ou desprezível como pode observar no (Gráfico 14).

Gráfico 14 - Correlação dos fatores climáticos e focos de calor no ano de 2014.

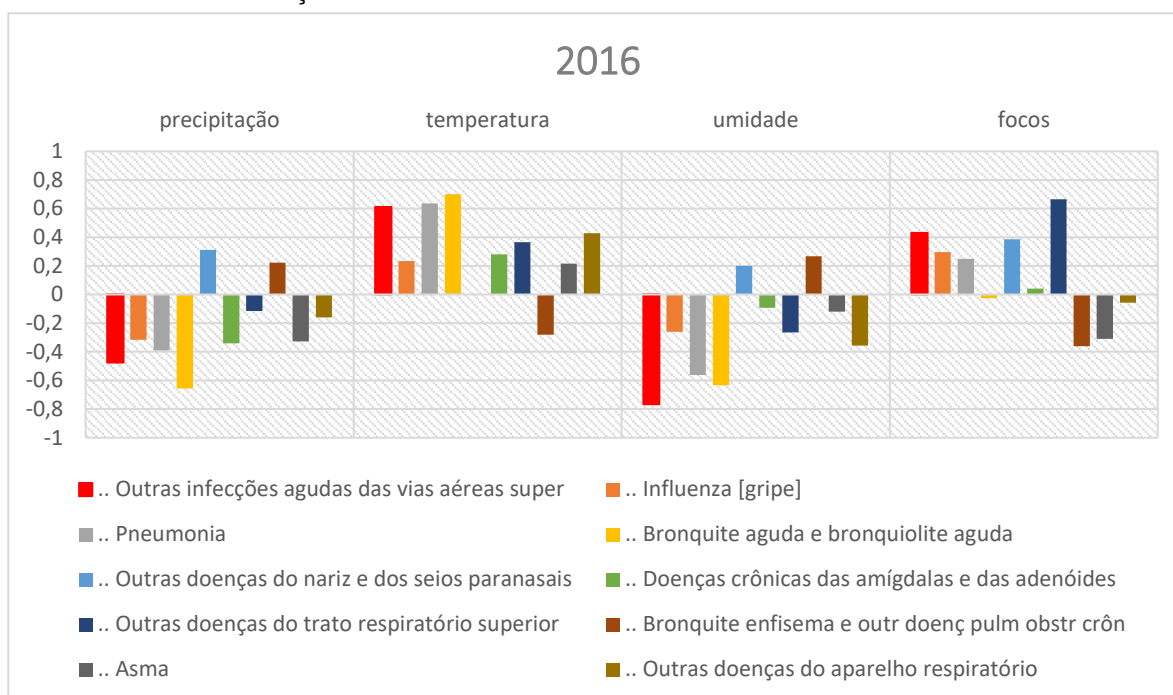
Fonte: DATASUS, 2018 / Elaboração própria.

No ano de 2015, a correlação de dados em três casos é moderada e forte positiva para pneumoconiose com temperatura e com focos de calor e para bronquite aguda e bronquiolite aguda com umidade, isto é, as sequências evoluem no mesmo sentido, ou seja, para cima, apresentando valores superiores a + 0,5, quanto mais os valores se aproximam de 1 mais forte será a correlação. Todavia, também houve três casos em que ocorreu correlação forte negativa para pneumonia com temperatura, bronquite aguda e bronquiolite aguda com temperatura, outras doenças do nariz e dos seios paranasais com temperatura e com focos de calor, asma com temperatura e focos de calor e para pneumoconiose com umidade, diferentemente da correlação positiva, as sequências evoluem em sentido oposto, apresentando valores superiores a - 0,5, quanto mais os valores se aproximam de -1 mais forte é a correlação negativa. As demais doenças não mostraram evidências relevantes por isso podem ser classificadas como correlação fraca ou desprezível como pode observar no (Gráfico 15).

Gráfico 15 - Correlação dos fatores climáticos e focos de calor no ano de 2015.

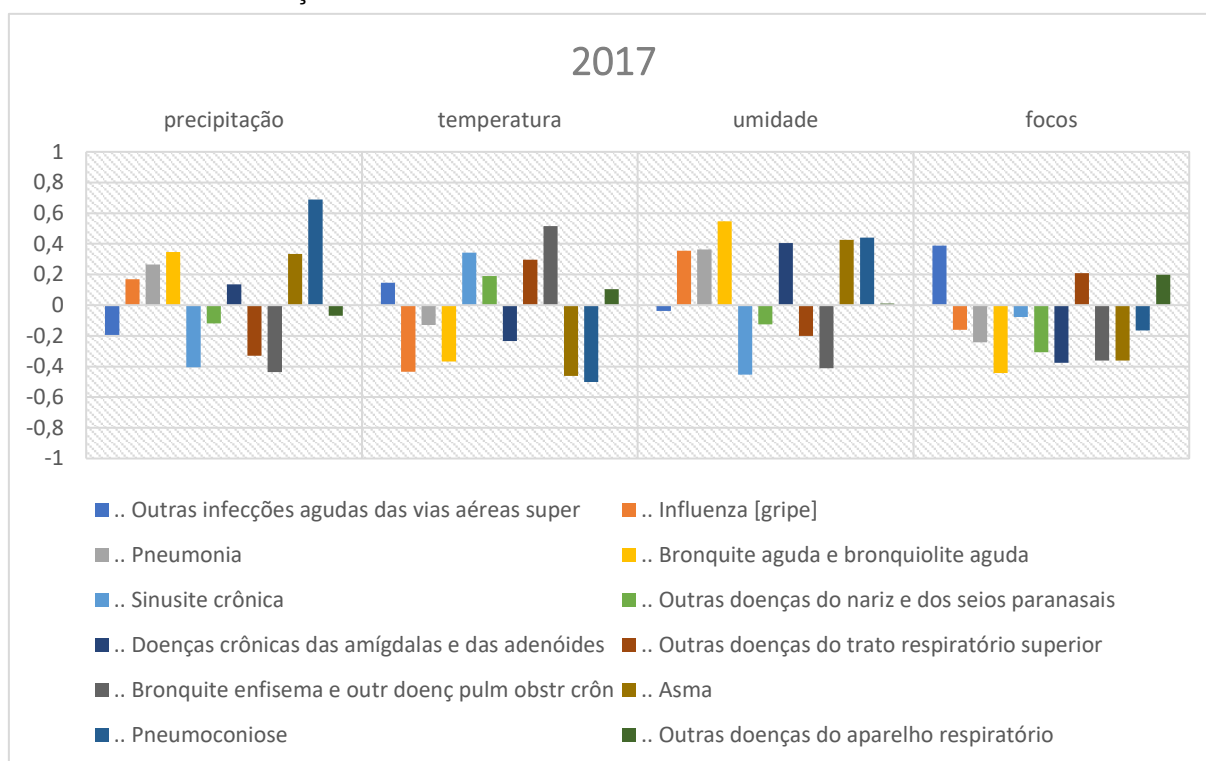
Fonte: DATASUS, 2018 / Elaboração própria.

No ano de 2016, a correlação de dados em quatro casos é moderada e forte positiva para outras infecções agudas das vias aéreas superiores com temperatura e, pneumonia com temperatura, bronquite aguda e bronquiolite aguda com temperatura e outras doenças do trato respiratório superior com focos de calor, isto é, as sequências evoluem no mesmo sentido, ou seja, para cima, apresentando valores superiores a + 0,5, quanto mais os valores se aproximam de 1 mais forte será a correlação. Todavia, também houve quatro casos em que ocorreu correlação forte negativa para bronquite aguda e bronquiolite aguda com precipitação e com umidade, e outras infecções agudas das vias aéreas superiores com umidade, e para pneumonia com umidade, diferentemente da correlação positiva, as sequencias evoluem em sentido oposto, apresentando valores superiores a – 0,5, quanto mais os valores se aproximam de -1 mais forte é a correlação negativa. As demais doenças não mostraram evidências relevantes por isso podem ser classificadas como correlação fraca ou desprezível como pode observar no (Gráfico 16).

Gráfico 16 - Correlação dos fatores climáticos e focos de calor no ano de 2016.

Fonte: DATASUS, 2018 / Elaboração própria.

No ano de 2017, a correlação de dados em três casos é moderada e forte positiva para pneumoconiose com precipitação, bronquite enfisema e outras doenças pulmonares de obstrução crônica com temperatura e bronquite aguda e bronquiolite aguda com umidade, isto é, as sequências evoluem no mesmo sentido, ou seja, para cima, apresentando valores superiores a + 0,5, quanto mais os valores se aproximam de 1 mais forte será a correlação. Todavia, também houve três casos em que ocorreu correlação forte negativa para pneumoconiose com temperatura, diferentemente da correlação positiva, as sequências evoluem em sentido oposto, apresentando valores superiores a – 0,5, quanto mais os valores se aproximam de -1 mais forte é a correlação negativa. As demais doenças não mostraram evidências relevantes por isso podem ser classificadas como correlação fraca ou desprezível como pode observar no (Gráfico 17).

Gráfico 17 - Correlação dos fatores climáticos e focos de calor no ano de 2017.

Fonte: DATASUS, 2018 / Elaboração própria.

7. Índice de Moran I (LISA)

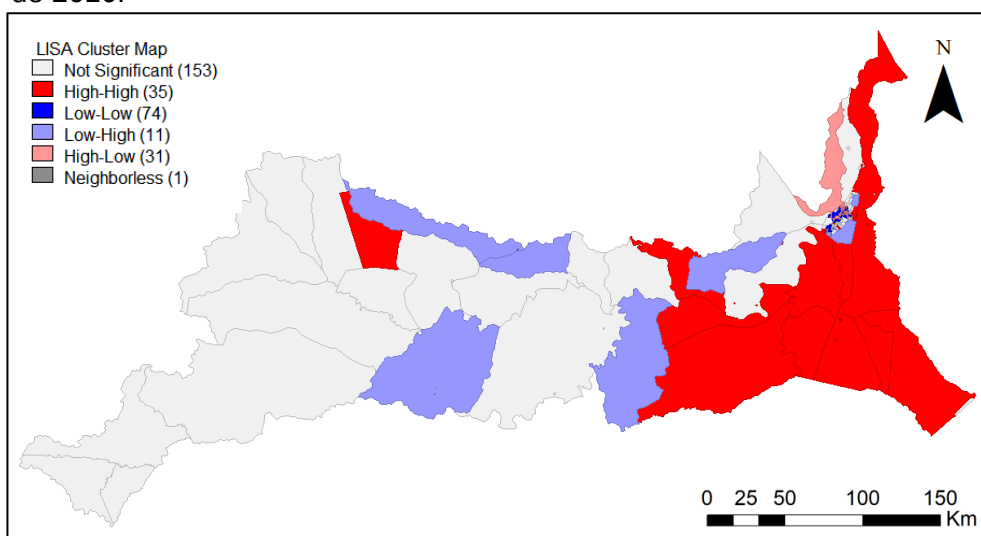
7.1. Análise de Cluster

O índice de Moran local LISA fornece clara indicação de que a taxa de focos de calor com o indicador populacional são auto correlacionados localmente no espaço no município de Marabá. Nota-se que a presença de regiões de aglomeração ou *clusters* espaciais de crescimento ou estagnação foi confirmada pelos resultados fornecidos associação espacial local.

Segundo Vieira (2009) a metodologia LISA possibilita uma análise local do padrão espacial apresentado pelos dados, e leva em consideração a influência espacial em determinadas regiões, enquanto outras regiões não apresentam agrupamentos estatisticamente significantes.

No ano de 2010, no mapa 17, Lisa Cluster Map demonstra que existe uma incidência muito alta de *clusters* espaciais do tipo *High-High*, ou seja auto correlação espacial positiva Alto-Alto, representados pela legenda de cor vermelha, evidente a oeste do município, que concentram as maiores incidências de focos de calor e maior concentração de população, além de terem vizinhos próximos que também apresentam elevadas taxas de focos de calor, podendo conferir esse resultado ao grau de influência que as proximidades entre as regiões exercem umas sobre as outras, confirmando a hipótese de que as áreas com altas taxas de focos de calor com maior população residente, influenciam nas regiões vizinhas devido à proximidade espacial e algumas áreas a auto correlação *Low-Low*, ou seja, Baixo-Baixo representados pela legenda de cor azul, evidentes na área urbana do município, em algumas áreas também se observou a auto correlação espacial negativa ou *Outliers* a auto correlação *Low-High*, ou seja, Baixo-alto, representados pela legenda de cor azul claro, *High-Low* ou Alto-Baixo, representados pela cor rosa e as áreas sem significância ou chamadas de *not significant* em cor cinza claro.

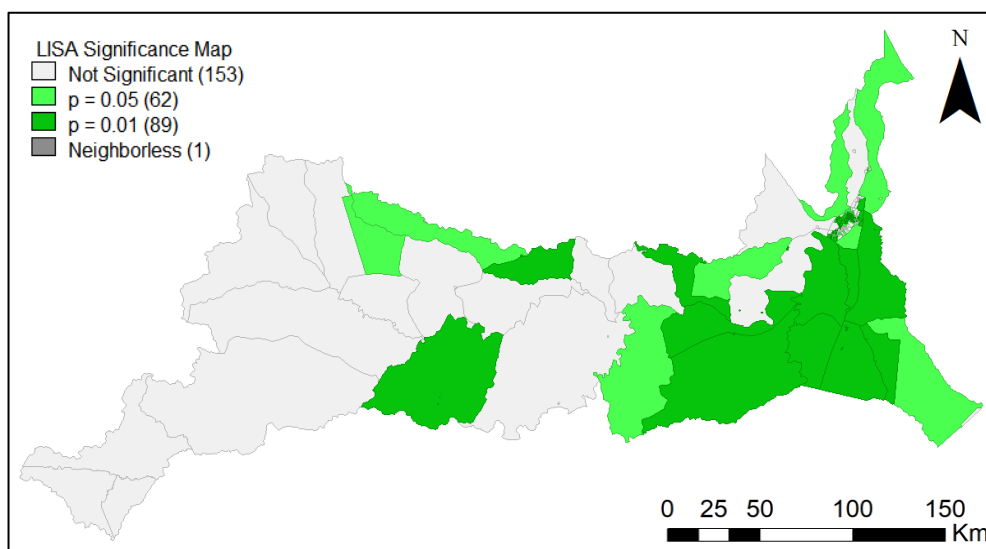
Mapa 17 - Índice de Moran Local (LISA) do município de Marabá no ano de 2010.



Fonte: IBGE / INPE / Elaboração própria.

No mapa 18 se observa o mapa de significância que nos remete a afirmar que as áreas que autocorrelacionadas em tom verde escuro foram as áreas que demonstraram maior significância na parte leste do município, enquanto os valores de em verde claro apresentam media significância em áreas ao nordeste, sudeste e noroeste do município, as áreas em cinza claro são as áreas que não mostraram significância e em tom cinza escuro as áreas sem vizinhos próximos localizados em uma área no centro urbano.

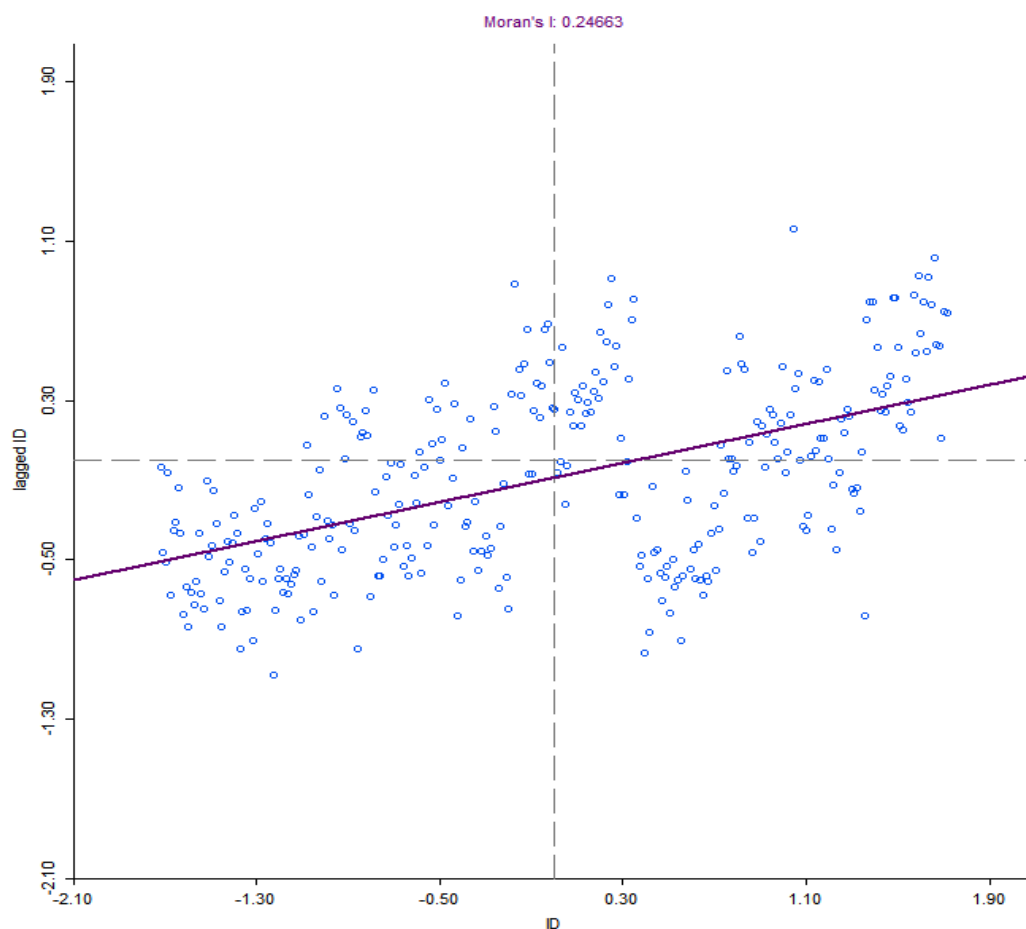
Mapa 18 - Significância da autocorrelação espacial local.



Fonte: Elaboração própria.

Para um maior detalhamento dos resultados, se faz necessário traçar uma análise a partir do diagrama de dispersão, que mostra a defasagem espacial da variável de interesse, isto é, a média ponderada do atributo nos municípios vizinhos pertencentes ao eixo vertical, e o valor da variável de interesse no eixo horizontal do mapa de *clusters* espaciais.

Gráfico 18 - Gráfico de dispersão do Índice de Moran Local (LISA).



Fonte: Elaboração própria.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi observado que as séries temporais das internações apresentaram um comportamento sazonal relativamente consistente com a série de umidade relativa, com uma associação estatisticamente significativa. Argumenta-se a hipótese de que as características ambientais inerentes ao período chuvoso, para a região de Marabá, exercem um papel importante na construção do conjunto de fatores que podem explicar as maiores taxas de internações de crianças por DRs no período mais úmido da região.

O uso de técnicas de sensoriamento remoto para estimar os níveis de $PM_{2.5}$ mostrou-se um método viável e eficaz, visto a ausência de estações de monitoramento atmosféricos da qualidade do ar na região metropolitana de Manaus. Ressalta-se que os produtos utilizados do MODIS são disponibilizados gratuitamente na internet. Entretanto, é importante destacar o uso de técnicas de sensoriamento remoto como uma ferramenta complementar às medidas de superfície, visto que são medidas indiretas (estimativas) de grandezas, o que explicita a importância de estações de monitoramento terrestre de longo prazo para estudos integrados.

O desenvolvimento da presente pesquisa revelou algumas limitações que influenciaram na delimitação do método e objeto de estudo empregados, associadas ao tempo de estudo permitido pelo cronograma da dissertação. São a partir destas limitações que sugestões de novos estudos podem ser feitas, para a continuação da pesquisa em Manaus ou a aplicação em outra região.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA BRASIL. **Desmatamento na Amazônia sobe 24% em 2015, mostram dados do Inpe**. 05/10/2016. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2016-10/desmatamento-na-amazonia-sobe-24-em-2015-mostram-dados-do-inpe>>. Acesso em: 20 abr. 2018.
- ANDRÉ, P. A. de et al. **Environmental epidemiology applied to urban atmospheric pollution: a contribution from the experimental Air Pollution Laboratory (LPAE)**. In: Caderno de Saúde Pública. Rio de Janeiro: Caderno de Saúde Pública, 2000. 16(3): 620, 621, 622, 624, 625.
- ANSELIN, L., Local Indicators of Spatial Association – LISA. In: **Geographical Analysis**, Vol. 27, No. 2 (April 1995)
- ANSELIN, L., **SpaceStat 1.8 user's guide**, Technical Report S-92, National.
- ARÁNGUEZ, E. et al. **Contaminates atmosféricos y su vigilancia**. Revista Española de Salud Pública, Madrid, p. 3, 2001.
- ARBEX, M. A., Cançado, J. E. D., Pereira, L. A. A., Braga, A. L. F., & Saldiva, P. H. D. N. (2004). **Queima de biomassa e efeitos sobre a saúde**. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, 30, 158-175.
- ARBEX, M.A.; SANTOS, U.P.; MARTINS, L.C.; et al. **Air pollution and the respiratory system**. J Bras Pneumol. 2012; v.38, n.5, p: 643-55.
- ARCHELA, R. S.; THÉRY, H. **Orientação metodológica para construção e leitura de mapas temáticos**. Orientation méthodologique pour la construction et la lecture de cartes thématiques. Confins. Revue franco-brésilienne de géographie/Revista franco-brasilera de geografia, n. 3, 2008.
- AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 9. ed. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2003.
- BARBOSA, R.I.; FEARNSIDE PM. **Incêndios na Amazônia Brasileira: estimativa de emissão de gases do efeito estufa pela queima de diferentes ecossistemas de Roraima na passagem do evento “El Niño” (1997/ 98)**. Acta amazônica 1999; 29(4):513-534.
- BARBOSA, R. I. **Distribuição espacial e temporal de focos de calor em Roraima detectados pelo Noaa-Avhr (1999-2009)**. Anais do IX Seminário de Atualização em Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas Aplicados à Engenharia Florestal (19-21/10/2010), pg. 363-370, 2010.
- BECKER, BERTA K. **Revisão das políticas de ocupação da Amazônia: é possível identificar modelos para projetar cenários?** In: Parcerias Estratégicas, MCT, nº 12, 2001; pp. 135-159.

BENGUIGUI, Y. et al. **Epidemiologia das infecções respiratórias agudas em crianças: panorama regional Cap. 1.** In: ANTUÑANO, Francisco J. L. (org.) *Infecções respiratórias em crianças* Washington: OPAS, 1999, p.3.

BRAGA A.L.F, CONCEIÇÃO G.M.S, PEREIRA L.A.A, KISHI H.S, PEREIRA J.C.R, ANDRADE M.F et al, **Air pollution and pediatric respiratory hospital admissions in São Paulo, Brazil.** J Environ Med 1999; 1:95-102.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução CONAMA Nº 003, de 28 de junho de 1990.** Brasília, 1990.

BRASIL. **Ministério da Saúde.** Fundação Nacional de Saúde. Curso básico de vigilância ambiental em saúde (CBVA). Brasília, 2001. p. 7, 25, 44, 47, 96, 97.

BRASIL. **Ministério de Minas e Energia.** Departamento Nacional de Produção Mineral. Sumário mineral 2000. Brasília, 2000. v. 20. p. 69-70.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 003, de 28 de junho de 1990. **Diário Oficial República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 28 de jun de 1990.

CANÇADO, J E D. et al. **Repercussões clínicas da exposição à poluição atmosférica.** Jornal Brasileiro de Pneumologia, Volume: 32 Suplemento 2, Publicado: 2006. p. 5-11.

CARDOSO. E. L.; CRISPIM, S. M. A. **Queimada controlada no Pantanal. Corumbá-MS:** Embrapa, n. 1, p.1-2. Ago. 2001.

CASTRO, A. H. S.; ARAÚJO, R. S.; SILVA, G. M. M. **Qualidade do ar – parâmetros de controle e efeitos na saúde humana: uma breve revisão.** Holos, v. 5, p. 107-121, 2013.

CAVALCANTI, P.M.P.S. 2010. Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Planejamento Energético, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor em Planejamento Energético. **MODELO DE GESTÃO DA QUALIDADE DO AR – ABORDAGEM PREVENTIVA E CORRETIVA.** Rio de Janeiro.

Center for geographic Information and Analysis, 1992.

CÉSAR, Juraci A. et al. **Hospitalização por pneumonia: influência de fatores socioeconômicos e gestacionais em uma corte de crianças no Sul do Brasil.** São Paulo. Rev. Saúde Pública v. 31, n. 1. p. 53-61. fev. 1997.

CETESB. **Avaliação da qualidade do ar no município de Santos: 2011 a 2014.** São Paulo, 2015.

CHECKLEY, W.; D. L.; GILMAN, R. H.; FIGUEROA, D.; CAMA, R.I.; PATZ, J. A.; BLACK, R. E. **Effects Of Ambient Temperature On Hospital Admissions For Diarrheas Diseases In Peruvian Children**". The Lancet, V. 355, P. 442 – 450, Fev. 5, 2000.

COCHRANE MA. **O grande incêndio de Roraima**. Ciência hoje 2000; 27:26-43.

COLWELL, R.; PATZ, J. A.; **Climate, Infectious Disease and Healt – An Interdisciplinary Perspective**. American Academy Of Microbiology, 1998. p.8

CONFALONIERI, U E C. **Saúde na Amazônia: um modelo conceitual para a análise de paisagens e doenças**. Estud Av. 2005;19(53):221–36.

Constituição da Organização Mundial da Saúde (OMS/WHO) – 1946 Ministério do Meio Ambiente

COUTINHO, A. C. **Dinâmica das Queimadas no Estado do Mato Grosso e Suas Relações com as Atividades Antrópicas e a Economia Local**. 2005. 308p. Tese (Doutorado Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais) – Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, 2005.

COUTINHO, L.M. **Contribuição ao conhecimento do papel ecológico das queimadas na floração de espécies do cerrado**. 1976. 173 p. Tese (Livre Docência) - Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.

DAMILANO, Daniela Cristina Rezende; JORGE, M. P. P. M.; MARIANI, Rauda Lucia. **Estudo da influência da poluição atmosférica e das condições meteorológicas na saúde em São José dos Campos**. São Paulo, 2006.

DEMEC, Sistema Respiratório disponível em:
<http://www.demec.ufmg.br/disciplinas/ema890/aula11.pdf>

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

DUCHIADE, Milena P. **Poluição do ar e doenças respiratórias: uma revisão**. Cadernos de Saúde Pública, v. 8, p. 311-330, 1992.

FREITAS, S. R.; LONGO, K. M.; DIAS, M. A. F., & DIAS, P. L. (2005). **Emissões de queimadas em ecossistemas da América do Sul**. Estudos avançados, 19, 167-185.

FORNAZARI, D.H. MELLO D. F. ANDRADE, R. D. **Doenças respiratórias e seguimento de crianças menores de cinco anos de idade**. Graduação da Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo e Bolsista de Iniciação Científica PIBIC-USP/CNPq. Preto, revisão da literatura – USP, São Paulo, 2003.

GRANDE, M.D. & MESSIAS, R.A. 2004. **Queimadas urbanas: Danos ambientais e sociais: Estudo de Caso: A cidade de São Carlos**. Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, 54 p.

GONÇALVES, K. S. **Queimadas e atendimentos ambulatoriais por doenças respiratórias em crianças no município de Porto Velho, Rondônia**. Tese de Doutorado. Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2010.

GONÇALVES; CASTRO; HACON. **As queimadas na região amazônica e o adoecimento respiratório**. 2012. 1524p. Departamento de Endemias Samuel Pessoa, Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2012.

GONZÁLEZ, S.; DÍAZ, J.; PAJARES, M.S.; ALBERDI, J.C. ; OTERO, A.; LÓPEZ, C. ; **“Relationship Between Atmospheric Pressure And Mortality In The Madrid Autonomous Region: A Time-Series Study”** . Int. J. Biometeorology (2001) 45:34–40.

GOODLAND, Robert JA, and Howard S. Irwin. **Amazon jungle: green hell to red desert? An ecological discussion of the environmental impact of the highway construction program in the Amazon basin**. Elsevier Scientific Publishing Co., 1975.

GOUVEIA, Nelson; FLETCHER, Tony. **Time series analysis of air pollution and mortality: effects by cause, age and socioeconomic status**. Journal of Epidemiology & Community Health, v. 54, n. 10, p. 750-755, 2000.

GUIMARÃES, G. **A Matemática na sala de aula - reflexões e propostas para os anos iniciais do ensino fundamental**. In: SMOLE, K. S.; MUNIZ, C. A. (Orgs.). Estatística nos anos iniciais de escolarização. Porto Alegre: Penso Editora, 2013, p.88-107.

GUYTON, A.C., **Function of the Human Body**. 4rd ed., Ó W.B. Saunders Company, Philadelphia, 1974.

HOLLAND, W.W; BENNETT, A.E.; CAMERON, I. R.; FLOREY, C. V.; LEEDER, S.P.; SCHILLING, R.S.F.; SWAN, A.V. & WALLER, R.R., 1979. **"Health effects of particulate pollution**.

HOUGHTON, R. A. **The Global Effects of Tropical Deforestation**. *Environ. Sci. Technol.* 1990.

IBRAM. Instituto Brasileiro de Mineração: **Informações sobre a economia Mineral do Estado do Pará**. 2015. Disponível em: <<http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00005484.pdf>>.

IBGE. IBGE Cidades@. **Marabá**. IBGE, 2018. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/maraba/panorama>>. Acesso: 04 abr. 2018.

JASINSKI, R.; PEREIRA, L. A. A.; BRAGA, A. L. F. **Poluição atmosférica e internações hospitalares por doenças respiratórias em crianças e adolescentes em Cubatão, São Paulo, Brasil, entre 1997 e 2004.** Cadernos de Saúde Pública, v. 27, p. 2242-2252, 2011.

JUSTINO, F. B.; SOUZA, S. S.; SETZER, A. **A relação entre focos de calor e condições meteorológicas no Brasil.** Anais do XII Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2002.

KOHLHEPP, G. **Desenvolvimento regional adaptado: o caso da Amazônia brasileira.** Estudos Avançados, São Paulo, v. 06, n. 16, 1992, p. 81-102.

LAURENCE, J. **Biologia.** São Paulo: Nova Geração, 2009.

LIMA, S. L.; CARVALHO, J. O. P. **Estrutura de uma floresta de terra firme na região de Marabá - PA: destacando a posição do mogno (Swietenia macrophylla) em relação as outras espécies da comunidade).** Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1999.

LOCATELLI, S. H. **Plano Amazônia Sustentável: uma nova concepção estatal de desenvolvimento para a Amazônia?** 107 f. Dissertação (Mestrado em Sociologia), Universidade de Brasília, Brasília. 2009.

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

MASCARENHAS M.D.M, VIEIRA L.C, LANZIERI T.M, LEAL APPR, DUARTE A.F, HATCH D.L. **Poluição atmosférica devida a queima de biomassa florestal e atendimentos de emergência por doença respiratória em Rio Branco, Brasil — setembro 2005.** J Bras Pneumol. 2008;34(1):42–6.

MATTOS, M. V. B. **História de Marabá: centenário de Marabá 1913-2013.** Marabá, PA: FCCM, 2013.

MCMICHAEL, Anthony J. **The urban environment and health in a world of increasing globalization: issues for developing countries.** Bulletin of the world Health Organization, v. 78, p. 1117-1126, 2000.

MEDEIROS, M S de. **Poluição ambiental por exposição a poeira de gesso: impactos na saúde da população.** Recife; s.n; 2003. [129]

MIRANDA, E. E.; DORADO, A. J. & ASSUNÇÃO, J. V. **Doenças respiratórias crônicas em quatro municípios paulistas,** 2. ed. Ecoforça, USP/Unicamp, 1995, 139 p.

MONTEIRO, M. A. **Meio século de mineração industrial na Amazônia e suas implicações para o desenvolvimento regional.** Dossiê Amazônia Brasileira I • Estud. av. 19 (53), abr. 2005.

NOBRE, C A; MARENGO, J A. **Mudanças climáticas em rede: um olhar interdisciplinar**. São José dos Campos, SP: INCT, 2017.

NOBRE, A.C.; SAMPAIO, G.; SALAZAR, L. (2007). **Mudanças climáticas e Amazônia**. Ciência e Cultura, v. 59, n. 3, p. 22-27.

Organización Panamericana de la Salud. **Evaluación de los efectos de la contaminación del aire en la Salud de América Latina y Caribe**. Washington, D.C: OPS; 2005. p. 1-72

PACHECO, A.P; FREIRE, N.C.F, **A contribuição do Sensoriamento Remoto para o estudo do bioma Caatinga** Cap. 4, p. 3 - SENSORIAMENTO REMOTO E MEIO AMBIENTE Recife, 2015.

PEVETTA; BOTELHO, 1997, p.180 **Prevalência de sintomas respiratórios e avaliação espirométrica em trabalhadores de marmorarias**. Trabalho realizado no Instituto de Saúde Coletiva e Hospital Universitário Júlio Müller – UFMT, como dissertação de tese para obtenção de título de Mestre 1997, Cuiabá – MT.

PINTO, J.F. **Dinâmica do uso e da cobertura da terra das áreas queimadas no município de marabá (PA)**. 2016. 17p. Projeto de Dissertação.

RADOJEVIC, M. & HASSAN, H. **Air quality in Brunei Darussalam during the 1998 haze episode**. Atmospheric Environment, v. 33, n. 22, p. 3651-3658, 1999.

Reappraising The Evidence: **Special Issue On Particulate air Pollution**. American Journal of epidemiology, 110: 252-679.

RIBEIRO, H.; ASSUNCAO, J. V., **Efeitos das queimadas na saúde humana**. Estudos Avançados, São Paulo, v. 16, n. 44, p. 125 - 148, 2002.

ROCHA, Lilian Rose Lemos. **Desmatamento/queimadas e seus efeitos danosos à saúde da população nos municípios de Alta Floresta, Guarantã do Norte, Novo Mundo e Peixoto de Azevedo, na área de influência da BR-163, no estado do Mato Grosso**. 215f. 2015. Tese (Doutorado em Ciências e Tecnologias da Saúde). Brasília, Universidade de Brasília, 2015.

ROSA A M, IGNOTTI E, HACON SS, CASTRO HA. **Prevalência de asma em escolares e adolescentes em um município na região da Amazônia brasileira**. J Brás Pneumologia, 2009; 35(1):7-13.

SANTOS, F. S. ET AL, **Ser Protagonista**. V. 2. São Paulo: Edições SM, 2010

SCHWELA, Dietrich H. et al. **Health guidelines for vegetation fire events**. Geneva, Switzerland: World Health Organization, 1999.

SETZER, A. W.; PEREIRA, M. C., PEREIRA JR., A. C. **O uso de satélite NOAA na detecção de queimadas no Brasil**. *Climanálise*, São José dos Campos, v. 7, n. 8, p. 40-53, 1992.

SILVA; MATTOS; IGNOTTI e HACON, **Queima de biomassa e efeitos sobre a saúde, 2004**, Programa de Pediatria Ambiental da Faculdade de Medicina da Universidade Santo Amaro, São Paulo, p.346, 2012.

SOUSA, Nadja Maria Nascimento. **Influência de variáveis meteorológicas sobre a incidência do dengue, meningite e pneumonia em Campina Grande e João Pessoa**. 81f. 2003. Dissertação (Mestrado em Meteorologia). Campina Grande, PB, Universidade Federal da Paraíba, 2003.

SOUSA, N.M.N; DANTAS, R.T.; LIMEIRA, Rodrigo Cezar. **Influência de variáveis meteorológicas sobre a incidência do dengue, meningite e pneumonia em João Pessoa - PB**. *REVISTA BRASILEIRA DE METEOROLOGIA*. v. 22, n. 2, p.183-192, 2007.

SOUTO, Maria Buratto; DE LIMA, Elizabete Clemente; BREIGEIRON, Márcia Koja. **Reanimação cardiorrespiratória pediátrica: uma abordagem multidisciplinar**. Artmed Editora, 2009.

SOUZA L.S.N. **Análise de Impactos das Queimadas sobre a Saúde Humana: Um estudo de caso do Município de Rio Branco, Acre** [dissertação]. Rio de Janeiro: ENSP; 2008.

TORRES, F.T.P. (2006). **Relações entre fatores climáticos e ocorrências de incêndios florestais na cidade de Juiz de Fora (MG)**. *Caminhos de Geografia*, v. 7, n. 18, p. 162-171.

ULLIO, Pamela. **Construindo e analisando o sistema respiratório**. *Ciência em Tela*, v. 7, n. 1, p. 1-8, 2014.

VERONEZ, D. A. DA L. **ABORDAGEM MORFOFUNCIONAL DO SISTEMA RESPIRATÓRIO**, p 1-2, *Biomédica*. Doutora em Ciências Médicas área de concentração Neurociências pela Universidade Estadual de Campinas. Professora do departamento de anatomia da Universidade Federal do Paraná. Paraná, 2012.

VIEIRA, R. S. **Crescimento econômico no estado de São Paulo: uma análise espacial**. São Paulo: Editora UNESP; Cultura Acadêmica, 2009.

VILELLA, R; BUENO, R. S. **A EXPANSÃO DO DESMATAMENTO NO ESTADO DO PARÁ: POPULAÇÃO, DINÂMICAS TERRITORIAIS E ESCALAS DE ANÁLISE**. Paraná, 2016. XX Encontro Nacional de Estudos Populacionais. vol. 24, No. 4, 414-422, 1990.

WHO. WHO air quality guidelines global update 2005. Report on a Working Group meeting, Bonn, Germany, 18-20 October 2005.