

**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**  
**Antônio Carlos Pereira dos Santos Junior**

**O PAPEL DAS QUEIMADAS SOBRE AS DOENÇAS  
CARDIOVASCULARES NO ESTADO DE MATO GROSSO  
UTILIZANDO ANÁLISE ESPACIAL**

**Taubaté - SP**  
**2017**

**Antônio Carlos Pereira dos Santos Junior**

**O PAPEL DAS QUEIMADAS SOBRE AS DOENÇAS  
CARDIOVASCULARES NO ESTADO DE MATO GROSSO  
UTILIZANDO ANÁLISE ESPACIAL**

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

**Taubaté – SP  
2017**

**Ficha catalográfica elaborada pelo  
SIBi – Sistema Integrado de Bibliotecas / UNITAU**

S237p Santos Junior, Antônio Carlos Pereira dos  
O papel das queimadas sobre as doenças cardiovasculares no estado de Mato Grosso utilizando análise espacial / Antônio Carlos Pereira dos Santos Junior. - 2017.  
96f. : il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade de Taubaté, Departamento de Ciências Agrárias, 2017.  
Orientação: Prof. Dr. Luiz Fernando Costa Nascimento / Departamento de Ciências Agrárias.

1. Análise espacial. 2. Doenças cardiovasculares. 3. Estudo ecológico. 4. Poluição atmosférica. I. Título. II. Ciências Ambientais.

**ANTÔNIO CARLOS PEREIRA DOS SANTOS JUNIOR**

**O PAPEL DAS QUEIMADAS SOBRE AS DOENÇAS CARDIOVASCULARES NO  
ESTADO DE MATO GROSSO UTILIZANDO ANÁLISE ESPACIAL**

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

Data: 18/12/2017

Resultado: APROVADO

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Luiz Fernando Costa Nascimento

Universidade de Taubaté

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

Prof. Dr. Marcelo dos Santos Targa

Universidade de Taubaté

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

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Cristina Gobbo César

Instituto Federal de Educação

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

Ciência e Tecnologia de São  
Paulo

Dedico este trabalho a meu pai, Antônio Carlos Pereira dos Santos (*in memoriam*). A minha mãe Vicentina de Paula e a minha noiva Renata Moreira, por toda a motivação.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Grupo Athenas e à Faculdade do Pantanal, pelo convite para compor o quadro de docentes e pela chance de realizar o sonho de me tornar mestre.

Aos colegas da Diretoria de Educação a Distância da Universidade do Estado de Mato Grosso – DEAD/UNEMAT e, em especial, a Profa. Nilce Maria, pela liberação para cursar os módulos da Pós-graduação em Taubaté-SP e em Ji-Paraná-RO.

Aos colegas de turma do Mestrado, Cícero Lucas, Ana Paula, Robson, Elisandra, Juliana, Tikao, Julio, Lidiane e Claudia, por terem dividido comigo este desafio, pela ajuda mútua e pelo estímulo constante a todos do grupo.

A minha mãe Vicentina de Paula e a minha noiva Renata Moreira, pelo apoio para que eu concluísse a minha formação. E a meu saudoso pai, Sr. Antônio, que, mesmo não estando entre nós, deixou-me seus ensinamentos e legados que foram fundamentais para me tornar a pessoa e profissional que sou hoje.

Não poderia deixar de agradecer aos professores e funcionários do curso de Pós-graduação em Ciências Ambientais da UNITAU e, também, ao notável Prof. Dr. Luiz Fernando C. Nascimento, meu orientador, por compartilhar seus conhecimentos, pela paciência após tantos e-mails e encontros e pelos ensinamentos que me levaram a desvendar os segredos do SIG TerraView, juntamente com a Joridalma Graziela, também orientanda, ao compartilharmos esse desafio.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a concretização deste trabalho e da minha formação.

# **O PAPEL DAS QUEIMADAS SOBRE AS DOENÇAS CARDIOVASCULARES NO ESTADO DE MATO GROSSO UTILIZANDO ANÁLISE ESPACIAL**

**AUTOR: ANTÔNIO CARLOS PEREIRA DOS SANTOS JUNIOR  
ORIENTADOR: LUIZ FERNANDO COSTA NASCIMENTO**

## **RESUMO**

Desde o início da civilização, no período pré-histórico, o homem vem conquistando o aprendizado, progredindo, repassando o seu conhecimento adquirido e, com o passar dos tempos, modificando a natureza, mas, muitas vezes, modificando-a de forma inconsequente. Um exemplo disso é a poluição ambiental, que tem prejudicado, gradativamente, a saúde humana. Comprovadamente, os fatores ambientais têm influenciado na saúde humana, com grande relevância, dependendo da doença, ou de forma moderada, mas que em conjunto com outros fatores de risco é prejudicial. O presente estudo tem como objetivo identificar padrões espaciais de focos de queimadas e de taxas de internação por doenças cardiovasculares em Mato Grosso entre os anos de 2012 a 2015, por meio do Sistema de Informações Geográficas – SIG, além de demonstrar que o SIG, baseado em programa computacional livre, é uma boa alternativa para análise espacial de variáveis do tipo medidas ambientais. Desta forma, buscando alcançar o objetivo proposto, adotou-se metodologia de caráter exploratório e ecológico, além da elaboração de mapas temáticos e de Kernel, desenvolvidos por meio do programa aplicativo denominado TerraView, versão 4.2, que visualiza e possui recursos de consulta à análise de dados geográficos. Os dados foram obtidos por meio do Instituto Nacional de Pesquisas Especiais - INPE e do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde – DATASUS. Como resultado, evidenciou-se que existe autocorrelação estatística significativa entre os municípios que possuem maiores índices de queimadas, porém para as taxas de notificações de internações observa-se pouca ou nenhuma correlação entre os municípios, entre os anos de 2012 a 2015, no Estado de Mato Grosso. Por fim, outro fato importante é que os índices de queimadas são maiores nas partes norte do Estado, região do arco do desmatamento, enquanto a parte sul e sudoeste são as mais afetadas, considerando as maiores taxas de internações, por doenças cardiovasculares. Isto ocorre, possivelmente, pelo deslocamento de correntes de vento que passam pela região.

**Palavras-chave:** análise espacial; estudo ecológico; poluição atmosférica; doenças cardiovasculares.

# THE ROLE OF BURNS ABOUT CARDIOVASCULAR DISEASES IN THE STATE OF MATO GROSSO USING SPACE ANALYSIS

AUTHOR: ANTÔNIO CARLOS PEREIRA DOS SANTOS JUNIOR

ADVISOR: LUIZ FERNANDO COSTA NASCIMENTO

## ABSTRACT

From the beginning of civilization, in the prehistoric period, man has conquered learning, progressing, passing on his acquired knowledge and, over time, modifying nature, but often modifying it in an inconsequential way. An example of this is environmental pollution, which has gradually hampered human health. Evidently, environmental factors have influenced human health, with great relevance, depending on the disease, or in a moderate way, but that together with other risk factors is harmful. The present study aims to identify spatial patterns of burn outbreaks and rates of hospitalization for cardiovascular diseases in Mato Grosso between the years of 2012 to 2015, through the Geographic Information System - GIS, in addition to demonstrating that GIS, based in a free software program, is a good alternative for the spatial analysis of variables such as environmental measures. In this way, in order to reach the proposed objective, an exploratory and ecological methodology was adopted, as well as the elaboration of thematic and Kernel maps, developed through the application program called TerraView, version 4.2, which visualizes and has the resources of query to the analysis of geographic data. The data were obtained through the National Institute of Special Research - INPE and the Department of Informatics of the Unified Health System - DATASUS. As a result, it was evidenced that there is significant statistical autocorrelation among municipalities that have higher rates of burns, but for the rates of notifications of hospitalizations, there is little or no correlation between the municipalities between the years of 2012 and 2015 in the State of Mato Grosso. Finally, another important fact is that the burning rates are higher in the northern parts of the state, the region of the deforestation arc, while the south and southwest are the most affected, considering the higher hospitalization rates due to cardiovascular diseases. This is possibly due to the displacement of wind currents passing through the region.

**Keywords:** Spatial analysis; Ecological study; Air pollution; Cardiovascular diseases

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Divisão do Estado de Mato Grosso, segundo microrregiões e seus municípios.....	35
Figura 2. Site do banco de dados de queimadas do CPTEC – INPE.....	39
Figura 3. Portal de Tecnologia da Informação a Serviço do SUS – DATASUS.....	40
Figura 4. Tabnet do portal de Tecnologia da Informação a Serviço do SUS – DATASUS.....	40
Figura 5. Gerando as taxas por meio da inserção da formula no Programa TerraView.....	43
Figura 6. Tela do TerraView com o mapa Kernel da distribuição de queimadas no Estado de Mato Grosso no ano de 2013.....	45
Figura 7. Mapa temático da distribuição de queimadas no Estado de Mato Grosso nos anos de 2012 e 2013.....	47
Figura 8. Mapa temático da distribuição de queimadas no Estado de Mato Grosso nos anos de 2014 e 2015.....	49
Figura 9. Amazônia Legal.....	50
Figura 10. Arco do desmatamento.....	52
Figura 11. Mapas temáticos de notificações por doenças cardiovasculares no Estado de Mato Grosso de 2012 e 2013.....	53
Figura 12. Mapas temáticos de notificações por doenças cardiovasculares no Estado de Mato Grosso nos anos de 2014 e 2015.....	55
Figura 13. Mapas temáticos das taxas de notificações por doenças cardiovasculares no Estado de Mato Grosso de 2012 e 2013.....	57
Figura 14. Mapas temáticos de notificações por taxas de doenças cardiovasculares de 2014 e 2015 no Estado de Mato Grosso - Brasil.....	59
Figura 15. Mapas de Kernel das notificações de queimadas de 2012 e 2013 no Estado de Mato Grosso - Brasil.....	66
Figura 16. Mapas de Kernel das notificações de queimadas de 2014 e 2015 no Estado de Mato Grosso – Brasil.....	68
Figura 17. Mapas de Kernel das notificações por taxas de doenças cardiovasculares nos anos de 2012 e 2013 no Estado de Mato Grosso - Brasil.....	70
Figura 18. Mapas de Kernel das notificações por taxas de doenças cardiovasculares de 2014 e 2015 no Estado de Mato Grosso – Brasil.....	72

Figura 19. Mapa de Kernel das queimadas e taxas de notificações de internações por doenças cardiovasculares no Estado de Mato Grosso no ano de 2012.....	73
Figura 20. Mapa de Kernel das queimadas e taxas de notificações de internações por doenças cardiovasculares no Estado de Mato Grosso no ano de 2013.....	74
Figura 21. Mapa de Kernel das queimadas e taxas de notificações de internações por doenças cardiovasculares no Estado de Mato Grosso no ano de 2014.....	75
Figura 22. Mapa de Kernel das queimadas e taxas de notificações de internações por doenças cardiovasculares no Estado de Mato Grosso no ano de 2015.....	76
Figura 23. Mapa de distribuição de hospitais regionais e municipais do Estado de Mato Grosso.....	77
Figura 24. Fuligem de origem de queimadas.....	78
Figura 25. Transporte de gases/partículas na atmosfera.....	79
Figura 26. Pirocumulus produzido por queimada em área de floresta no Estado de Rondônia.....	79
Figura 27. Massas de ar que atuam no Centro-Oeste.....	80
Figura 28. Comparativos de queimadas e taxas de internação.....	82

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Alguns poluentes atmosféricos e suas consequências à saúde humana .....	19
Tabela 2. Resultados do teste de autocorrelação espacial.....	62

## LISTA DE SIGLAS

<b>AVC</b>	ACIDENTE VASCULAR CEREBRAL.
<b>CID</b>	Classificação Internacional de Doenças
<b>CO</b>	Monóxido de Carbono
<b>CPTEC</b>	Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
<b>Conab</b>	Companhia Nacional de Abastecimento
<b>CVA</b>	Acidente Cerebral Vascular
<b>DCV</b>	Doença Cardiovascular
<b>DPI</b>	Divisão de Processamento de Imagens
<b>DPOC</b>	Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica
<b>DVT</b>	Trombose Venosa Profunda
<b>EDK</b>	estimativa de densidade Kernel
<b>EMC</b>	Estações Meteorológicas Convencionais
<b>EPA</b>	Environmental Protection Agency
<b>ETP</b>	Evapotranspiração Potencial
<b>EUA</b>	Estados Unidos da América
<b>IBGE</b>	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
<b>IM</b>	Índice de Moran Global
<b>IMEA</b>	Instituto Matogrossense de Economia Agropecuária
<b>INDEA</b>	Instituto de Defesa Agropecuária do Estado de Mato Grosso
<b>INMET</b>	Instituto Nacional de Meteorologia
<b>INPE</b>	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
<b>MT</b>	Mato Grosso
<b>NO2</b>	Dióxido de Nitrogênio
<b>Pb</b>	Chumbo
<b>PM</b>	Particulate Matter
<b>SGBD</b>	Sistema Gerenciador de Banco de Dados
<b>SIG</b>	Sistemas de Informação Geográfica
<b>SO2</b>	Dióxido de Enxofre
<b>SUS</b>	Sistema Único de Saúde
<b>O3</b>	Ozônio
<b>ONU</b>	Organização das Nações Unidas

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
2. OBJETIVOS .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
2.1 Objetivo Geral .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
2.2 Objetivos Específicos .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
3. REVISÃO DE LITERATURA .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
3.1 Poluição Ambiental E Atmosférica .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
3.1.1 Poluição por tráfico veicular e queima de biomassa .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
3.2 Doenças Cardiovasculares.....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
3.3 A relação da poluição atmosférica e as doenças cardiovasculares .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
3.4 Alterações ambientais, políticas públicas e marcos legais .....	25
3.5 Sistemas de informação geográfica – sig – baseados em <i>software</i> livre .....	29
3.6 Análise espacial de variáveis ambientais e de saúde pública	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
3.6.1 Mapas Temáticos, Estatística de Moran e Mapa de Kernel	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
4. MATERIAL E MÉTODOS .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
4.1 Área de estudo e características fisiográficas .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
4.2 Fontes de pesquisa .....	37
4.3 Período e populações do estudo .....	37
5. MÉTODO.....	38
5.1 Incidência de notificações de queimadas .....	38
5.2 Incidência de notificações de internações .....	39
5.3 representação em mapas temáticos das queimadas e internações .....	41
5.4 representação em mapas temáticos das taxas de internações .....	42
5.5 Análise da estrutura espacial – estatística de moran .....	43
5.6 Estimador de densidade de kernel (mapa de Kernel) .....	44
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	46
6.1 Incidência de notificações de queimadas em mapas temáticos .....	46
6.2 Incidência de notificações de internações em mapas temáticos .....	52

6.3 Incidência de notificações das taxas de internações em mapas temáticos.....	56
6.4 Análise da estrutura espacial – Estatística de Moran.....	61
6.5 Estimador de densidade de kernel (mapa de Kernel) .....	64
6.5.1 Estimador de Densidade de Kernel (Mapa de Kernel – Queimadas) .....	65
6.5.2 Estimador de Densidade de Kernel (Mapa de Kernel – Internações).....	69
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	84
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	87

## 1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas o mundo tem percebido as alterações ambientais que, sentidas de forma mais acentuada em países em desenvolvimento, são ocasionadas pelo crescimento populacional, pelos avanços tecnológicos, devido à necessidade de matérias-primas e mão de obra. Estes são apenas alguns dos fatores que contribuíram para que áreas rurais perdessem habitantes. Nas áreas rurais que ainda restam, gradativamente, tem aumentado o uso de produtos tóxicos, além de queimadas, desmatamento, com o objetivo de conseguir maior produtividades agrícolas, buscando atender ao crescimento do consumo interno e externo e, por consequência, do aumento da população, o que também tem comprometido o meio ambiente e causando implicações à saúde dos seres vivos em geral.

Por outro lado é possível encontrar áreas urbanas que, incentivadas pela industrialização e reestruturação produtiva, acabaram tendo um crescimento considerável de pessoas em espaços nem sempre adequados, provocando uma ocupação desordenada, que consiste na construção de moradias sem infraestrutura adequada, em locais que deveriam ser preservados como áreas de proteção permanente ou em locais de encostas, beira de rios (em sua maioria, poluídos), que se encontram suscetíveis à erosão, assoreamento, deslizamento, enchentes, inundações etc.

Tudo isso que tem ocorrido em áreas rurais e urbanas, tem provocado sérias consequências gerando diversos problemas sociais/ambientais, afetando o equilíbrio dos ciclos biogeoquímicos e dificultando a criação de sistemas de saneamento básico eficiente, o que influencia na dispersão de doenças, que são maléficis à saúde da população em geral.

Um dos grandes fatores de risco à saúde humana e, conseqüentemente, de alto índice de internação hospitalar, é causado pela exposição aos poluentes ambientais, mais especificamente, a exposição aos poluentes atmosféricos, tendo como origem as queimadas de florestas, em sua maioria ocorridas por ação antrópica, por ser adotada por produtores rurais como forma de limpeza para o cultivo de plantações ou formação de pastos.

Diante deste cenário em que as queimadas são uma realidade vivenciada pelo Estado de Mato Grosso, uma das 27 unidades federativas do Brasil, localizado na região Centro-Oeste, que se optou pelo aprofundamento do conhecimento voltado à

queima de biomassa (queima de floresta) e às taxas de internações por doenças cardiovasculares no período de 2012 a 2015, numa perspectiva de identificar padrões espaciais, utilizando o Sistema de Informações Geográficas - SIG.

No conjunto, esta dissertação compreende três etapas, realizadas a partir de uma pesquisa exploratória e ecológica.

Inicialmente foi realizada a análise espacial da incidência de queimadas e taxas de internações por doenças cardiovasculares e a elaboração dos respectivos mapas temáticos. Na sequência foi efetuada a análise da estrutura espacial – Estatística de Moran Global – para estabelecer a existência de correlação espacial entre as variáveis pesquisadas. E, por último, foram feitos os mapas de Kernel ou Estimativa de Densidade de Kernel, para comparar, por meio de mapas de calor, a representatividade visual da localização geográfica de maior incidência de acordo com as variáveis analisadas.

As discussões realizadas neste trabalho almejam contribuir e sensibilizar os governantes, bem como auxiliar no direcionamento de políticas públicas que possam oportunizar a exploração dos recursos de forma sustentável e, concomitantemente, minimizar os efeitos da exposição da poluição proveniente das queimadas, corroborando com a preservação do meio ambiente e da saúde pública.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Identificar padrões espaciais de focos de queimadas e de taxas de internação por doenças cardiovasculares em Mato Grosso, entre os anos de 2012 a 2015, por meio do Sistema de Informações Geográficas – SIG.

### **2.2 Objetivos específicos**

Analisar a distribuição espacial das queimadas e das taxas de internações por doenças cardiovasculares no estado de Mato Grosso.

- Verificar se existe autocorrelação espacial entre os municípios, analisando as queimadas e as taxas de internações por doenças cardiovasculares.
- Demonstrar que o Sistema de Informação Geográfica – SIG, baseado em programa computacional livre TerraView 4.2, é uma boa alternativa para análise espacial de variáveis do tipo medidas ambientais.

## **3 REVISÃO DA LITERATURA**

### **3.1 Poluição ambiental e atmosférica**

A situação do mundo na atualidade, em que a globalização é um fato, faz surgir reflexões sobre as transformações da vida socioeconômicas e das matérias-primas, que sempre estiveram em paralelo com a tecnologia. Sendo a mecanização, a mudança tecnológica mais evidente e, posteriormente, a considerada de maior importância é a utilização da microeletrônica que ocasionou, por exemplo, a automação e a robótica. Aliado a essas tecnologias, acrescentam-se as obras nas cidades, as atividades industriais, descarte de resíduos e a queima de combustíveis fósseis, cujo processo tem acarretado consequências desastrosas sob o ponto de vista do meio ambiente.

Também geram preocupação outros fatores como o aumento da população, que resulta na necessidade de produzir mais alimentos, exigindo assim um aumento de áreas cultiváveis, causando o desmatamento, queimadas, ocupação de áreas de proteção e preservação etc., tanto para plantações como formação de pastagens para criação de gado. Como não bastasse aumentar as áreas cultiváveis, é importante que a produção seja de qualidade e seja feito com a aplicação de fertilizantes orgânicos ou minerais, exigindo, assim, maior proteção da lavoura contra pragas de origem animal ou vegetal. Mas, o processo de fabricação, uso e até descarte das embalagens de fertilizantes e pesticidas também resultam em crescente exponencial preocupação para a preservação do meio ambiente (BRAGA et al., 2001; CARMO et al., 2010).

Ou seja, tanto nas áreas urbanas quanto nas áreas rurais temos ações que provocam a poluição ambiental, contaminando águas, solos, ar, ou por meio de descarte inadequado de resíduos orgânicos, resíduos industriais, gases poluentes, dentre outros. Esta poluição ambiental pode ocorrer por fatores naturais ou antrópicos. Todos esses problemas de poluição ambiental têm sido prejudiciais ao equilíbrio dos ecossistemas, dos processos biogeoquímicos, extinguindo espécies de animais e vegetais. E, para o homem, vêm causando problemas para a sua sobrevivência básica, dificultando a cada dia viver de forma saudável e com qualidade de vida (Idem).

Dentre as poluições ambientais podemos destacar, especificamente, a poluição atmosférica que, de acordo com Carmo et al. (2010, p.10), “tem sido um problema de saúde pública preocupante, tendo fortes indícios do aumento de internações hospitalares e mortalidade”.

Para explicar essa questão, é exemplificado situações de poluição excessiva em cidades europeias e nos Estados Unidos que chegaram a causar, de forma alarmante, o crescimento do quantitativo de mortes. O primeiro acontecimento, nesse sentido, ocorreu no Vale de Meuse, na Bélgica, em 1930, uma região de muita concentração de indústrias, cuja combinação meteorológica desfavorável impossibilitou a dispersão dos poluentes que continuaram estacionados na região e culminou, logo em seguida, no aumento de casos de doenças respiratórias e uma elevação no número de sessenta mortes até dois dias após o fato ocorrido (BRAGA et al., 2001).

Outra situação semelhante ocorreu em 1948, em Donora, Estado de Pensilvânia, nos Estados Unidos, onde os poluentes da combustão das indústrias locais ficaram estacionados sobre a cidade, devido à inversão térmica, que impedia a dispersão desses poluentes. Nesse período, ocorreram 18 mortes a mais do que as duas previstas, normalmente. Outro fato similar de inversão térmica aconteceu no inverno de 1952, em Londres, onde poluentes de origem industrial e de aquecedores domésticos a carvão permaneceram estacionados pela cidade por três dias, provocando um crescimento de quatro mil mortes em relação à média de mortes em períodos equivalente (Idem).

Estudos realizados por Arbex et al. (2012) afirmam que a exposição crônica de poluentes tanto particulados como gasosos advindos de distintas fontes tem aumentado o número de novos casos de asma, de Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica – DPOC e câncer de pulmão, tanto em áreas urbanas quanto em rurais. Braga et al. (2001) ressaltam que as variações de concentrações de poluentes atmosféricos acarretam em afecções agudas e crônicas no trato respiratório e acometem maior ocorrência de patologias como asma e bronquite. Braga et al. (Idem) enfatizam, ainda, que a mortalidade por doenças cardiovasculares também tem sido relacionada à poluição atmosférica urbana, sendo, novamente, o material particulado inalável, o poluente, frequentemente, associado.

Os principais poluentes atmosféricos, segundo a Agência de Proteção Ambiental dos EUA - *Environmental Protection Agency* (EPA), são: partículas totais,

dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>), ozônio (O<sub>3</sub>) e chumbo (Pb). Na tabela abaixo destacamos quatro deles e suas consequências à saúde humana, conforme Silva Fontes (2001); Braga et al. (2001).

**Tabela 1** - Alguns poluentes atmosféricos e suas consequências à saúde humana

<b>ALGUNS POLUENTES ATMOSFÉRICOS</b>	<b>CONSEQUÊNCIAS À SAÚDE HUMANA</b>
<b>DIÓXIDO DE ENXOFRE - (SO<sub>2</sub>)</b>	Irritação dos olhos e mucosas do trato superior, aumento da produção de muco, redução da capacidade pulmonar, agravamento de doenças respiratórias.
<b>MONÓXIDO DE CARBONO – CO</b>	Pode diminuir a capacidade do sangue de transportar O <sub>2</sub> e diminuição da liberação de O <sub>2</sub> nos tecidos.
<b>OZÔNIO – O<sub>3</sub></b>	Irritação dos olhos, redução da capacidade pulmonar, agravamento de doenças respiratórias.
<b>DIÓXIDO DE NITROGÊNIO - NO<sub>2</sub></b>	Irritação da mucosa do nariz para os pulmões diminui a resistência às infecções respiratórias.

Fonte: adaptado de Silva Fontes (2001); Braga et al. (2001).

De acordo com o exposto, a queima de combustíveis fósseis ou de biomassa, além de contribuir para a emissão de diversos poluentes, tem causado outra preocupação que é o material particulado (PM), do inglês *Particulate Matter*, um resíduo da queima, extremamente, tóxico (AIRES, s.d.).

Ainda, segundo a EPA, o PM, é uma pequena mistura bem menor que um fio de cabelo que possui, em sua composição, os mais diversos materiais como compostos químicos, orgânicos, ácidos como o sulfato e nitrato, metais e poeira (AIRES, s.d.).

Para a EPA, o material particulado (PM) pode ser dividido em duas categorias: o PM<sub>2,5</sub>, na qual suas partículas chegam até 2,5 micrômetros, podendo ser facilmente encontradas em nevoeiros e na fumaça; e o PM<sub>10</sub>, com partículas que podem chegar de 2,5 a 10 micrômetros, podem estar presentes em regiões próximas às indústrias (AIRES, s.d.).

Diante disso, são claras as causas e consequências que a poluição ambiental e, mais especificamente, a poluição atmosférica tem acarretado para a saúde

humana, independente, de ser em grandes ou pequenos centros urbanos, ou regiões rurais (BRAGA et al., 2001; CARMO et al., 2010). A poluição atmosférica pode ocorrer por meio da queima de combustíveis fósseis ou pela queima de biomassa, assunto que será abordado na sequência.

### **3.1 Poluição por tráfego veicular e queima de biomassa**

A poluição atmosférica é provocada pela dispersão de materiais particulados que podem ser fontes fixas ou estacionárias provocadas por indústrias ou qualquer estabelecimento, em que ocorra a queima de combustíveis fósseis; e as fontes móveis ou difusas são provocadas por automóveis, queimadas e incêndios. Segundo Nascimento e Medeiros (2012), a dispersão por fontes móveis ou difusas ocorrem em maior intensidade nas áreas metropolitanas, especialmente, na região Sudeste do país por conta da grande frota de veículos.

O PM de origem da queima de combustíveis fósseis é composto predominantemente de compostos orgânicos e 20% de elementos inorgânicos, nos quais altas concentrações de metais foram encontradas em áreas metropolitanas, quando comparadas às regiões de queima de biomassa (OLIVEIRA, 2011).

Para Liu (2009), a exposição diária à poluição de partículas, provavelmente, relacionada ao tráfego veicular, pode resultar em efeitos adversos sobre a função cardiovascular e mediadores de sangue que modulam o sistema vascular nos idosos.

Já a queima de biomassa é a incineração de matéria de origem vegetal, geralmente, madeira, bagaço de cana-de-açúcar, ou proveniente de incêndios florestais, o que acontece em maior extensão no Brasil, mais especificamente, com mais intensidade na Amazônia (LONGO et al., 2010).

Uma das implicações da poluição atmosférica, seja da queima de combustíveis fósseis, ou da queima de biomassa, são as doenças cardiovasculares, que têm sido acentuadas, e serão abordadas no próximo item.

### 3.2. Doenças cardiovasculares

O coração humano é o músculo mais forte do corpo humano, responsável por bombear o sangue por meio dos vasos sanguíneos ou das artérias, transportando oxigênio e nutrientes e recolhendo restos da produção de todas as partes do corpo, a cada batida, a partir de 21 a 28 dias após a concepção e, assim, atua até que continue a vida. Este processo é denominado sistema circulatório ou sistema cardiovascular (MANDAL, 2013).

A Doença Cardiovascular (DCV) é a terminologia empregada para se referir aos distúrbios que podem vir a afetar o coração (cardio) e/ou o sistema de vasos sanguíneos (vascular) do corpo.

De acordo com Mandal (2013), algumas das principais doenças cardiovasculares são:

- **Doença cardíaca coronária:** redução dos vasos sanguíneos que fornecem o músculo de coração;
- **Doença cardíaca congênita:** malformação ou formações anormais das estruturas do coração no nascimento;
- **Curso ou acidente cerebral-vascular (CVA):** quando o fluxo sanguíneo da parte do cérebro é impedido;
- **Insuficiência cardíaca congestiva:** causado quando os músculos do coração se tornam progressivamente incapazes de bombear o sangue nos vasos sanguíneos;
- **Doença arterial periférica ou doenças vasculares periféricas:** afetam as artérias que fornecem os braços e os pés, similares à doença cardíaca coronária;
- **Trombose venosa profunda (DVT) e embolismo pulmonar:** os coágulos de sangue se formam nas veias do pé que causam dor severa e inabilidade. Estes coágulos podem desalojar e mover-se para o coração e os pulmões que conduzem às complicações;
- **Doença cardíaca reumática:** é causada por danificar o músculo de coração e as válvulas de coração da febre reumático. É causada devido à infecção com bactérias *streptococcal*;
- **Outras doenças cardiovasculares:** incluem tumores do coração, de tumores do vaso sanguíneo ou do *ballooning* (aneurisma), vasos sanguíneos do cérebro, da

cardiomiopatia, das doenças da válvula de coração, das desordens do forro do coração ou da pericardite, do aneurisma aórtico etc.

Dentre os fatores de riscos para as doenças cardiovasculares, temos:

- **Condições médicas:** níveis altos de colesterol ruim no sangue, pressão sanguínea alta e diabetes *mellitus*;
- **Fatores de estilo de vida:** consumo de bebidas alcoólicas, fumo, obesidade (excesso de peso), dieta inadequada com consumo alto de gordura saturada e colesterol e sedentarismo;
- **Fatores hereditários:** as doenças cardiovasculares podem ser de origem genética.

Além dos fatores de riscos como as condições médicas, estilo de vida e fatores hereditários, diversos pesquisadores têm demonstrado, nas pesquisas que realizam, a relação da poluição atmosférica com o surgimento e/ou complicação de casos de doenças cardiovasculares pelo mundo.

### **3.3 A relação da poluição atmosférica e as doenças cardiovasculares**

O organismo humano tem se adaptado a fatores cotidianos como estresse, saúde mental, alimentação e também à influência dos poluentes, que têm exigido uma mudança biológica no corpo humano. Mais especificamente, a poluição atmosférica tem contribuído para o surgimento de diversas doenças como as respiratórias, diabetes, trombose e cardiovasculares (OLIVEIRA, 2014).

Para Oliveira (Idem), o sistema imunológico é um grande sistema dinâmico no qual o seu objetivo principal é permitir a sobrevivência dentro de um ambiente, num momento específico, em que a adaptação desse sistema dinâmico a uma composição de mudanças de ar é tão vital para sua sobrevivência que tem provocado o surgimento de estratégias para a sua adaptação, e isto é evidente no surgimento de novas doenças.

De acordo com Nascimento et al. (2016), a exposição a poluentes do ar tem influenciado nas internações por doenças respiratórias em moradores de Volta Redonda - RJ. A exposição a poluentes atmosféricos está associada também a hospitalizações por pneumonia em crianças, conforme Nascimento et al. (2006, 2014);

e Ignotti (2010) complementa, afirmando que poluentes atmosféricos, especificamente o PM<sub>2.5</sub>, emitido pela queima de biomassa na Amazônia, tem provocado o aumento da hospitalização de crianças e idosos por doenças respiratórias.

A exposição crônica de poluentes, tanto particulados como gasosos (poluição atmosférica) não contribuem somente para o surgimento e agravamento das doenças respiratórias, pois de acordo com estudo ecológico proposto por Nascimento e Moreira (2009), a poluição ambiental, mais especificamente o dióxido de enxofre e ozônio, foi responsável por uma parte dos bebês nascidos com baixo peso no ano de 2001, na cidade de São José dos Campos, estado de São Paulo.

Vários estudos têm demonstrado os efeitos deletérios da exposição à poluição do ar na saúde humana. Segundo o primeiro estudo no Brasil, sobre a associação entre o meio ambiente, poluentes e admissões hospitalares para AVC isquêmico, AVC hemorrágico e acidente vascular cerebral, desenvolvido por Nascimento et al. (2012), em São José dos Campos-São Paulo, foi possível detectar que a exposição ao material particulado, teve associação com a internação por acidente vascular encefálico. O aumento de 10µg/m<sup>3</sup> desse poluente aumenta o risco de internação em 12%, desta forma o PM (Material Particulado) está associado a eventos isquêmicos e hospitalizações de AVC hemorrágicas. Nessa pesquisa foi possível identificar a associação significativa entre a exposição ao material particulado que aumentou em até 13% a internação por hipertensão arterial.

Além de doenças do trato respiratório, baixo peso de recém-nascidos, acidente vascular encefálico e hipertensão arterial, tem sido comprovada nos últimos anos por diversos pesquisadores, que a poluição atmosférica contribui também para o aumento de novos casos de doenças cardiovasculares.

Na pesquisa realizada por Nascimento (2011) entre janeiro de 2004 e dezembro de 2006 com idosos acima de 60 anos residentes na cidade de São José dos Campos - São Paulo, foi estimada a contribuição dos poluentes ambientais comparada com as internações hospitalares para doenças cardiovasculares, e a exposição a partículas associadas à hospitalização para doença cardiovascular teve um aumento de 10% em 3 dias após a exposição.

Especificamente sobre as Doenças Cardiovasculares – DCV, a poluição atmosférica tem favorecido o surgimento e/ou agravamento de doenças como inflamação sistêmica, trombóticos, fatores de ativação e desequilíbrio entre as DCV de alto risco (OLIVEIRA, 2011).

A exposição ao PM<sub>2,5</sub>, durante o período de algumas horas e semanas, pode desencadear mortalidade relacionada a DCV e eventos como isquemia miocárdica, insuficiência cardíaca, arritmias, acidentes vasculares cerebrais, e ser capaz de desenvolver ou progredir a aterosclerose (BROOK, 2014).

A poluição atmosférica tem contribuído também na aterogênese precoce e na progressão do ateroma, e a exposição à poluição do ar em partículas pode aumentar a pressão arterial, causar vasoconstrição arterial, contribuir para variabilidade da frequência cardíaca e, por consequência, do efeito cascata, podendo os pacientes terem arritmias ventriculares, oclusão da artéria coronária e do miocárdio agudo, causando o infarto (LANGRISH, 2012).

Brook (2014) sugere em seus estudos que os indivíduos, suscetíveis a maior risco, podem ser idosos, pacientes com doenças coronarianas pré-doença arterial e, talvez, aqueles com diabetes. Dados recentes sugerem que mulheres e indivíduos obesos também podem estar em maior risco.

A maioria dos estudos apoia a ideia de que a exposição do PM<sub>2,5</sub>, a longo prazo, aumenta o risco de mortalidade cardiovascular, a uma extensão ainda maior do que as exposições de curto prazo. A exposição prolongada a concentrações elevadas de PM<sub>2,5</sub>, em níveis encontrados no ambiente atual, isto é, qualquer aumento de 10g/m<sup>3</sup> reduz a esperança de vida dentro de uma população, provavelmente, por vários meses a alguns anos (BROOK, 2014).

Os poluentes do ar com diâmetro  $\leq 10\mu\text{m}$  (PM<sub>10</sub>), monóxido de carbono (CO), ozônio (O<sub>3</sub>) e outros poluentes apresentam características diferenciadas nas doenças cardiovasculares que, se comparadas com doenças respiratórias, atingem, em sua maioria, adultos e idosos, e são menos relevantes os casos em relação às doenças do trato respiratório cujo efeito é mais intenso (BRAGA et al., 2007).

Estudos recentes apoiam a conclusão de que o risco absoluto de mortalidade por exposição ao PM é maior para doenças cardiovasculares do que as pulmonares (BROOK, 2014).

A relação entre a poluição do ar e as doenças cardiovasculares e as bases fisiopatológicas não são explicadas, mas sugerem duas possíveis causas do distúrbio à condição cardiovascular pela influência dos poluentes:

O primeiro envolve mudanças na modulação do sistema nervoso autônomo, efeito demonstrável pela observação da diminuição da variabilidade da frequência cardíaca em relação aos níveis de poluição. Algumas patologias do sistema cardiovascular, como infarto agudo do miocárdio e morte súbita, estão associadas a alterações no sistema nervoso autônomo. O outro possível mecanismo está relacionado ao aumento de fibrinogênio e fatores de inflamação circulantes, fato que leva ao aumento da viscosidade sanguínea e propicia a coagulação. Tais fatores associados a eventos isquêmicos e exacerbação de doenças cardiovasculares pré-existentes (HOLGUIN et al., 2003; METZGER et al., 2004) apud (GOUVEIA et al., 2006).

Desse modo, a exposição a poluentes atmosféricos é prejudicial à saúde humana, principalmente, por ser a causa da elevação de notificações de doenças respiratórias e cardiovasculares que, dentre alguns dos exemplos de poluição atmosférica que mais têm acometido o Brasil, é provocada pelas queimadas que acabam dispersando materiais particulados.

### **3.4 Alterações ambientais, políticas públicas e marcos legais**

O clima da terra sempre esteve sujeito a mudanças, seja por razões naturais, como explosões solares, por conta de emissões dos vulcões, ou pelo processo de modificação no eixo de rotação do planeta Terra. Todavia, nos últimos anos a ação do homem tem contribuído para que ocorram mais processos de alterações climáticas e ambientais. Alterações estas, influenciadas por ações antrópicas como o aquecimento global, emissões de gases do efeito estufa, queimadas, desmatamento, contaminação de rios, destruição de ecossistemas, alterações da composição e propriedades físicas e químicas da atmosfera, balanço radiativo da atmosfera, modificações nos ciclos biogeoquímicos naturais e na dinâmica de nutrientes (FREITAS et al., 2005; BARCELLOS et al., 2009).

Conseqüentemente, essas ações têm refletido em situações desastrosas sob aspectos climáticos e sociais como a ocorrência da perda da biodiversidade, que tem prejudicado a saúde, provocando doenças ou piorando casos já existentes, além de ondas de calor. Conforme registrado em 2003, o furacão Katrina destruiu uma grande parte da cidade de Nova Orleans, nos Estados Unidos; o furacão Catarina afetou a

região sul do Brasil, em 2004; e a seca do oeste da Amazônia, em 2005 (BARCELLOS et al., 2009).

Como forma de minimizar essas alterações, diversas instituições no mundo e, também, no Brasil, têm direcionado políticas públicas ambientais que visem à preservação, à prevenção e conscientização de qualquer ocorrência que possa afetar, direta ou indiretamente, o meio ambiente, e que possa também acometer os diversos seres que o habitam.

É importante destacar as discussões relacionadas ao assunto, das quais podemos citar a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, também conhecida como Eco-92, realizada no Rio de Janeiro, em junho de 1992, na qual se reuniram mais de 100 chefes de Estado para debater o desenvolvimento sustentável. No entanto, o início das discussões da Eco-92 ocorreu em 1972, por iniciativa da ONU, durante a conferência realizada em Estocolmo, na Suécia.

Além de sensibilizar a sociedade e políticos, a conferência teve como resultado a elaboração de importantes documentos oficiais como a Carta da Terra, as convenções sobre diversidade biológica de combate à desertificação e mudança no clima, declaração de princípios sobre florestas, declaração do Rio sobre o meio ambiente e desenvolvimento, e a mais conhecida chamada de Agenda 21, que assegurava o comprometimento de todos os países, governos, empresas, organizações não governamentais e a sociedade, em geral, que poderiam colaborar para a solução dos problemas socioambientais.

Já no ano de 1997, surgiu o chamado Protocolo de Quioto que designou metas para a redução da emissão de poluentes que poderiam acentuar o efeito estufa. Passados dez anos após a ECO-92, a ONU realizou a Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável em Joanesburgo - África do Sul, conhecida como Rio+10, na qual obtiveram-se poucos resultados efetivos alcançados. Em 2012, foi realizada a Rio+20, a Conferência das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável, com a meta de debater a renovação do comprometimento político com o desenvolvimento sustentável.

No Brasil, o histórico de políticas públicas ambientais passa, principalmente, pela política de educação ambiental que se iniciou ainda no século XIX, mais precisamente, em 1808, com a criação do Jardim Botânico, no Rio de Janeiro, e

seguiu com mais alguns marcos legais em destaque, conforme dados do Ministério do Meio Ambiente.

- Em 1850, a Lei nº. 601, de Dom Pedro II, proibiu a exploração florestal nas terras descobertas, mas a lei foi ignorada, continuando o desmatamento para implantação da monocultura de café;

- Em 1934, o primeiro Código Florestal Brasileiro foi instituído pelo Decreto nº. 23.793, de 23 de janeiro;

- Em 1981, a Lei nº. 6.938, de 31 de agosto, dispõe sobre Política Nacional do Meio Ambiente, no governo do então presidente João Figueiredo;

- No ano de 1987, o Ministério da Educação aprova o Parecer nº. 226/87 do conselheiro Arnaldo Niskier, em relação à necessidade de inclusão da Educação Ambiental nos currículos escolares de 1º e 2º Graus;

- Em 1988, a Constituição brasileira, no Capítulo VI - Do Meio Ambiente, em seu Art. 225, inciso VI, destaca a necessidade de “promover a Educação Ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente”. Para o cumprimento dos preceitos constitucionais, as leis federais, decretos, constituições estaduais e leis municipais determinam a obrigatoriedade da Educação Ambiental;

- No ano de 1989, a criação do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente – IBAMA, o MEC, em 1991, determina que todos os currículos nos diversos níveis de ensino deverão contemplar conteúdos de Educação Ambiental (Portaria nº. 678 (14/05/91));

- E, em 2012, é revogado o primeiro Código Florestal - Lei nº. 4.771/65, que estabeleceu o Código Florestal vigente até a publicação da Lei Federal nº. 12.651, de maio de 2012.

Mesmo com tantas leis e participantes ativos de várias conferências da ONU, o Brasil tem tido dificuldades em equilibrar as políticas públicas de desenvolvimento urbano e agrícola com as questões ambientais. De forma a minimizar tais dificuldades, atualmente, como uma das possibilidades é o uso das geotecnologias, que tem contribuído para o monitoramento, na tentativa de controlar o crescimento urbano/agrícola e o aumento da poluição, desmatamento e queimadas, por exemplo. Dentre as diversas geotecnologias disponíveis, temos os Sistemas de Informação Geográfica - SIG.

### 3.5 Sistemas de informação geográfica – SIG – Baseados em *Software* livre

Sistemas de Informação Geográfica – SIGs – são uma associação de componentes físicos (*hardware*), lógicos (*software*), dados espaciais que, por meio de técnicas e procedimentos computacionais, possibilitam a manipulação de dados com suas posições geográficas, permitindo, assim, que o último componente do SIG, as pessoas possam interpretar os dados, transformando-os em informação de forma a facilitar a realização do gerenciamento e análise com relação ao espaço geográfico.

De acordo com Longley (2013), o SIG é uma categoria de Sistemas de Informação Geográfica, que controla não apenas eventos, atividades, como também coisas que acontecem ou existem. Os SIGs ajudam no gerenciamento, tornando simples e ágil a tarefa de organizar, armazenar, acessar, recuperar, manusear e sintetizar, possibilitando, assim, a aplicação do conhecimento na resolução de problemas.

Já para Câmara et al. (2004), o SIG realiza o tratamento computacional de dados geográficos e armazena a geometria e os atributos dos dados que estão georreferenciados, ou localizados na superfície terrestre, e representados em uma projeção cartográfica.

Existem, basicamente, três tipos de Sistemas de Informação Geográfica, o *desktop*, o *web* e o móvel. O SIG da categoria *desktop* possui abrangência destinada somente ao usuário da estação de operação, atualização, implementação dos dados, banco de dados e segurança, que dependem, exclusivamente, da estação de trabalho, e a velocidade é restrita, de acordo com a capacidade da máquina operada. Para Longley (2013), o SIG *desktop* representa o que a maioria das pessoas conhecem como um SIG de ponta nos dias de hoje.

Quanto à licença de uso, os SIGs se enquadram na categoria de *software* proprietário, aquele que precisa pagar por uma autorização de uso, ou pertence aos tipos de *software* denominados livres. *Softwares* livres são programas de computador que podem ser executados, copiados, modificados e redistribuídos de forma gratuita, desde que assim possam permanecer. Além disso, os usuários podem ter acesso livre ao código-fonte do *software* e realizar qualquer alteração que julgar necessário.

A utilização do *software* livre é importante, e desde que entrou em consonância com a estratégia do Governo Federal, em 2003, reduz custos, pode criar novos postos de trabalho, expande a concorrência e estimula o crescimento do conhecimento do

país na área de desenvolvimento de *softwares*, possibilitando a democratização de acesso às novas tecnologias, que podem ser aplicadas nos mais diversos setores da sociedade.

Um dos SIGs baseados em tecnologia livre (*software* livre), que tem sido utilizado, é o TerraView 4.2, que consiste em um programa desenvolvido pela Divisão de Processamento de Imagens (DPI) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), em parcerias com outras instituições. Esse *software* é utilizado para visualização, manipulação de dados vetoriais e matriciais que são adotados na aplicação de técnicas de análise espacial de áreas. Seu banco de dados é o modelo TerraLib, criado sob gerência de um SGBD – Sistema Gerenciador de Banco de Dados, como o MySQL ou PostgreSQL.

A técnica utilizada no Sistema de Informação Geográfica – SIG TerraView 4.2 é a análise espacial, a qual será abordada na sequência.

### **3.6 Análise espacial de variáveis ambientais e de saúde pública**

A análise espacial é o processo pelo qual os dados brutos são transformados em informação útil, na busca pela descoberta científica, ou por uma tomada de decisão mais eficiente. Ou seja, a ideia é incorporar o espaço à análise que se deseja realizar. A análise espacial é muito mais eficiente, pois cobre não apenas conteúdo dos mapas, mas qualquer tipo de dado geográfico, e pode revelar coisas que, de outra forma, seriam invisíveis, ou seja, ela pode transformar em explícito o que está implícito (CÂMARA et al., 2004; LONGLEY et al., 2013).

Para efetivar uma análise espacial é primordial que se tenha tecnologia para automatizar esse processo, e a tecnologia empregada é o Sistema de Informação Geográfica – SIG. Segundo Longley (2013), a análise espacial é o ponto crucial dos SIGs, pois é uma maneira de agregar valor aos dados geográficos e transformar dados em informações úteis.

A análise espacial tem sido cada vez mais utilizada devido à diversidade de variados sistemas de informação geográfica – SIG de baixo ou nenhum custo no caso dos *softwares* livres e interfaces amigáveis<sup>1</sup> (CÂMARA et al., 2004).

---

<sup>1</sup> O termo é aplicado quando a interface (a parte gráfica) de um *software* (programa) produz uma experiência prazerosa ao usuário, de fácil aprendizado e manuseio.

Segundo Câmara et al. (2004), a taxonomia mais utilizada para caracterizar os problemas de análise espacial leva em consideração três tipos de dados: Eventos ou Padrões Pontuais, Superfícies Contínuas e Áreas com Contagens e Taxas Agregadas. Este último trata, especificamente, de dados associados a levantamentos populacionais, como censos e estatísticas de saúde e que, originalmente, se referem a indivíduos localizados em pontos específicos do espaço. O tipo Áreas com Contagens e Taxas Agregadas tem sido muito utilizado, por ser o mais adequado, tendo em vista que a utilização e o entendimento da distribuição espacial de dados têm contribuído muito, na atualidade, para ajudar a desvendar diversas questões de variadas áreas do conhecimento, como a saúde e o meio ambiente (Idem).

### **3.6.1 Mapas Temáticos, estatística de Moran e mapa de Kernel**

Para realizar análise espacial é necessária a utilização de geotecnologias, mais especificamente um programa computacional de Sistemas de Informação Geográfica – SIG, com o qual é possível criar mapas temáticos, estatística de Moran e mapas de Kernel.

O resultado mais comum na utilização de um SIG são os mapas que mostram informações, ou o resultado de uma alguma análise espacial. Conhecidos como mapa temático, eles têm como base uma carta topográfica que possibilita representar qualquer fenômeno geográfico da superfície terrestre (BRASIL, 2006).

Os mapas temáticos podem ser qualitativos ou quantitativos. Os qualitativos mostram qualidades, ou seja, a distribuição espacial ou a localização de determinadas características da região mapeada. Nesse tipo de mapa não é possível determinar quantidades, tendo em vista que não existe nenhum valor numérico associado, e tem como exemplos os mapas de solo, agrícolas, de floresta, urbanos etc. Já os mapas quantitativos demonstram a distribuição de uma determinada variável e o quanto ela está presente em uma área (Idem).

Para se construir mapas temáticos é preciso partir de mapas gerais e, após a sua elaboração, traçar como objetivo a visualização de uma determinada variável, pois os mapas são indicados para as mais diversas áreas do conhecimento, dentre elas a Saúde Pública (BRASIL, 2006).

Um exemplo de utilização de mapas temáticos foi a pesquisa de Bühler (2010), que realizou análise espacial de indicadores integrados de saúde e ambiente para a diarreia infantil no Brasil.

Outro procedimento possível de se realizar com um SIG é o índice de Moran, que é uma medida de autocorrelação<sup>2</sup> espacial desenvolvido por Patrick Alfred Pierce Moran.

De acordo com Klostermann e Ribeiro Junior (s.d.), a ideia do índice é comparar o atributo da partição  $i$  com a média do atributo de seus vizinhos. O índice quantifica a influência de cada partição com os seus respectivos vizinhos, e caracteriza-se por não ser um modelo, mas uma medida descritiva de influência espacial. Trata-se de uma autocorrelação espacial da mesma informação distribuída geograficamente. De forma simplificada, Melo e Mathias (2010) afirmam que o Índice de Moran quantifica o grau de autocorrelação.

Um exemplo prático da sua utilização foi a pesquisa epidemiológica do tipo ambiental, de Nascimento et al. (2013), que, por meio da análise espacial, calculando o Índice de Moran Global (IM), construíram mapas temáticos para a distribuição dos recém-nascidos com baixo peso, dos postos de saúde e dos setores, de acordo com a prioridade de atendimento (Mapa de Moran). Desta forma, foi possível identificar a distribuição dos recém-nascidos com baixo peso por setores censitários e os setores com alta prioridade de intervenção.

Também é possível realizar com o SIG o que, em estatística, é chamada de estimativa de densidade Kernel (EDK), que foi introduzida por Emanuel Parzen e Murray Rosenblatt. É uma forma não-paramétrica para estimar a função de densidade de probabilidade de uma variável aleatória (ROSENBLATT, 1956; PARZEN, 1962; EL MACHKOURI, 2010).

Por meio do resultado da estimativa de densidade de Kernel é possível gerar os mapas de densidade ou Mapa de Kernel, que são a representação visual da (EDK), que é uma técnica de interpolação exploratória que cria uma superfície identificável visualmente por “áreas quentes”, ou seja, a ocorrência de uma área com determinada

---

<sup>2</sup> Segundo Câmara et al. (2004), a expressão computacional do conceito de dependência espacial é a autocorrelação espacial. Este termo foi derivado do conceito estatístico de correlação, utilizado para mensurar o relacionamento entre duas variáveis aleatórias. A preposição “auto” indica que a medida de correlação é realizada com a mesma variável aleatória, medida em locais distintos do espaço.

aglomeração de eventos que indica uma concentração em uma distribuição espacial (BRASIL, 2007).

Conforme pesquisa de Nascimento et al. (2013), que objetivou verificar a distribuição espacial dos recém-nascidos com baixo peso em Taubaté-SP, foi a utilização da estimativa de densidade de Kernel apresentada no formato mapa, que identifica com maior facilidade as áreas que necessitavam de maiores intervenções.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo, de natureza exploratória e ecológica, utiliza variáveis do tipo medidas ambientais de queimadas no Estado de Mato Grosso, que foram obtidas por meio de dados fornecidos pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE de 2012 a 2015. E, também, foram adquiridos dados de morbidade hospitalar do SUS de doenças cardiovasculares (CID 10 – Capítulo IX) por meio das notificações no Estado de Mato Grosso, que se encontram disponibilizados no portal DATASUS, de 2012 a 2015.

### 4.1 Área de estudo e características fisiográficas

O Estado hoje conhecido como Mato Grosso teve as primeiras incursões por volta de 1525, com o navegante Pedro Aleixo Garcia, através dos Rios Paraná e Paraguai. Posteriormente, com a descoberta de diamante e ouro, chegaram os portugueses, espanhóis, além de jesuítas e garimpeiros, com a missão de ocupar e incorporar as terras ao domínio de Portugal, tendo em vista que as terras estavam sob o limite da área da Espanha, devido ao acordo conhecido como Tratado de Tordesilhas (COELHO, 1976; SIQUEIRA, 2002).

Em 1748, foi criada a capitania de Mato Grosso, na qual foram oferecidos isenções e privilégios a quem quisesse se instalar nas terras. Neste período, foram feitas diversas expedições financiadas por Portugal que partiam de qualquer lugar do Brasil. Estas expedições ainda prezavam por não ultrapassar o Tratado de Tordesilhas, ao contrário das bandeiras<sup>3</sup> que, financiadas pelos paulistas, ultrapassaram a linha de Tordesilhas (Idem).

As expedições realizadas pelos paulistas tinham interesse econômico, especificamente, e exploravam ouro, pedras preciosas e mão de obra escrava indígena. Nesse período, Mato Grosso pertencia à Capitania de São Paulo, que era governada por Rodrigo César de Meneses, que, pretendendo estender a

---

<sup>3</sup> Expedições realizadas por sertanistas do Brasil Colonial que adentravam-se aos sertões brasileiros à procura de minerais preciosos, em grande quantidade na parte espanhola da América e, por consequência, provocaram a escravização de indígenas ou destruição de quilombos.

administração portuguesa até as minas cuiabanas, mudou-se para o arraial, elevou-o à categoria de vila, denominando-a de Vila Real do Bom Jesus de Cuiabá (COELHO, 1976; SIQUEIRA, 2002).

O nome Mato Grosso foi enunciado pela primeira vez pelos irmãos Fernando e Artur Paes de Barros, em 1734, que, à procura de índios Parecis, descobriram uma mina de ouro às margens do Rio Galera, no vale do Guaporé, e apelidaram o local de Minas do Mato Grosso (Idem).

Mato Grosso, considerado o segundo maior Estado do Brasil, foi dividido na década de 1970. Com a criação do Estado de Mato Grosso do Sul, Mato Grosso caiu apenas uma posição na extensão territorial, ficando atrás do Estado do Pará, o segundo, e do Amazonas, o primeiro. (Idem). À época, o então presidente Ernesto Geisel assinou a Lei complementar nº. 31, de 11 de outubro de 1977, que criava o novo Estado, no entanto, a divisão só se efetivou em 01 de janeiro de 1979. O principal argumento para justificar a divisão do Estado foi a dificuldade de desenvolver a região diante de grande extensão e diversidade.

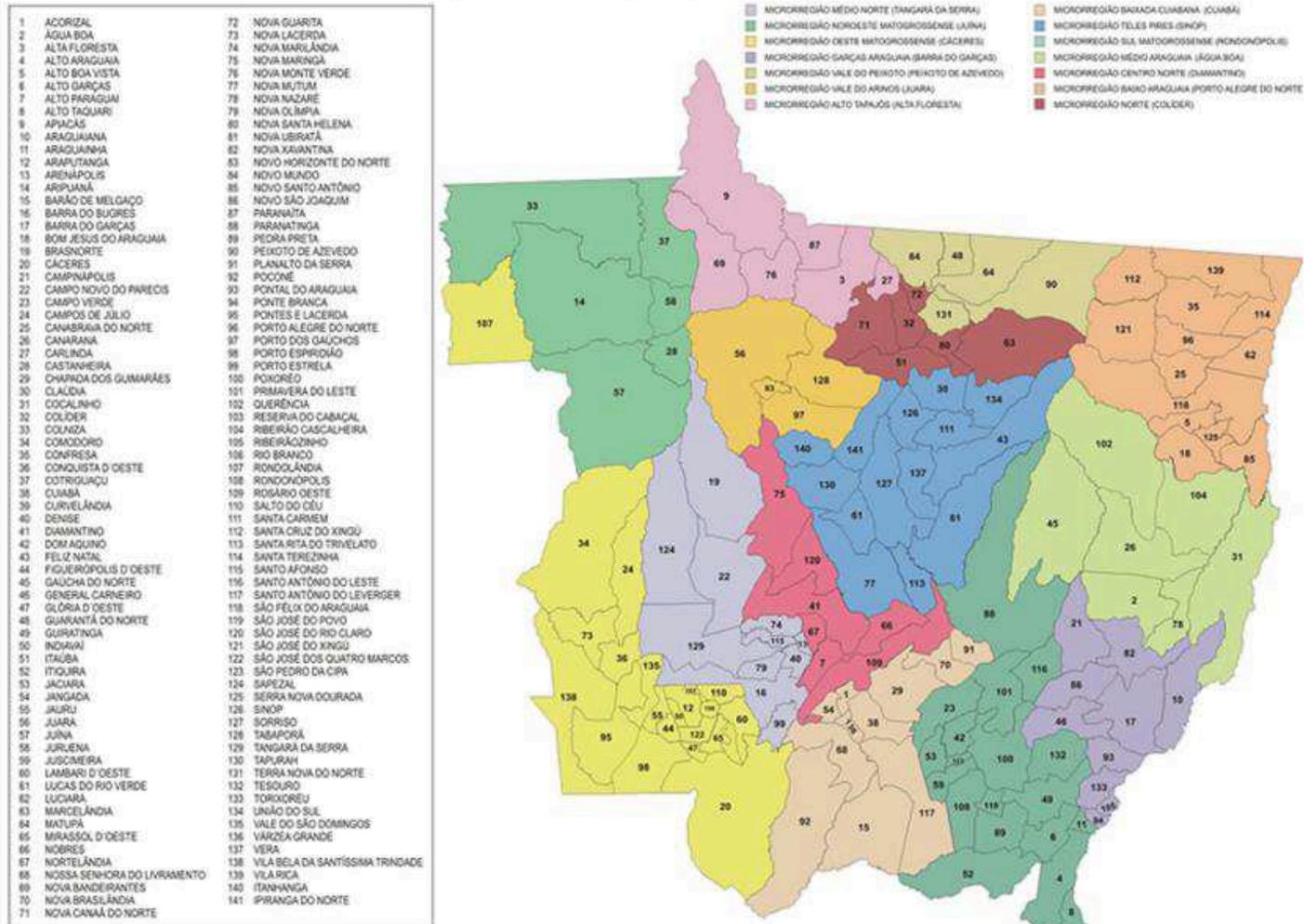
Tendo como capital a cidade de Cuiabá, Mato Grosso, segundo o IBGE (2016), possui população estimada em mais de 3 milhões de habitantes, uma área próxima a 903 milhões de km<sup>2</sup>, densidade demográfica aproximada de 3,36 (hab/km<sup>2</sup>) e 141 municípios. Trata-se de um Estado de dimensões continentais, em que boa parte de seu território é ocupada pela Amazônia Legal<sup>4</sup>. Mato Grosso localiza-se a oeste do Meridiano de *Greenwich* e ao sul da Linha do Equador. Faz parte da região Centro-Oeste do Brasil, fazendo fronteiras com os Estados de Tocantins, Rondônia, Amazonas, Pará, Goiás, Mato Grosso do Sul e a República da Bolívia (COELHO, 1976; SIQUEIRA, 2002).

Para compreender melhor a área de estudo, na sequência será apresentado um mapa com os 141 municípios que compõem o Estado de Mato Grosso, com base nas informações disponibilizadas por Fanaia (2012):

---

<sup>4</sup> Amazônia Legal é o nome atribuído pelo governo brasileiro a uma determinada área da Floresta Amazônica, pertencente ao Brasil, e que abrange nove Estados: Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima, Mato Grosso, Tocantins e parte do Maranhão.

Figura 1: Divisão do Estado de Mato Grosso, segundo microrregiões e seus municípios.

**MATO GROSSO, SUAS MICRORREGIÕES E SEUS MUNICÍPIOS**

Fonte: (FANAIA, 2012)

Sendo o único Estado brasileiro a possuir três dos principais biomas (ou preferível por alguns autores o termo 'domínio') distintos, Cerrado, Amazônia e Pantanal, a vegetação do Estado é rica em biodiversidade.

Quanto ao fator climático em Mato Grosso, Souza et al. (2013) realizaram uma pesquisa sobre a classificação climática e balanço hídrico climatológico em 13 estações meteorológicas convencionais (EMC's), da rede de estações do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizadas no Estado, nas quais foi possível avaliar que o clima predominante pela classificação climática de Köppen é a estação (Aw)<sup>5</sup>. Mato Grosso possui, nitidamente, duas estações climáticas, a chuvosa de outubro a abril e a seca de maio a setembro.

No que diz respeito às precipitações totais anuais, variam de 1200 a 2000 mm com maiores níveis nas regiões Norte e Médio Norte do Estado e nas regiões com altitudes perto de 800m (SOUZA et al., 2013).

Ainda de acordo com Souza et al. (Idem), prevalece o clima megatérmico, com concentrações da evapotranspiração potencial (ETP), no verão, inferiores a 40%, e chuvas concentradas no verão/outono, com deficiências hídricas no inverno/primavera. As regiões Norte, Sul, Sudeste e Serrana são considerados, com base nos resultados da pesquisa, mais úmidas quando comparadas com a Baixada Cuiabana e o Pantanal, região Oeste (Ibidem).

A economia de Mato Grosso baseia-se na agricultura, na pecuária, na mineração e na indústria. É um dos maiores produtores de algodão, milho e soja do Brasil, e o segundo maior produtor de grãos do país, com 9.118,6 mil hectares, segundo a Companhia Nacional de Abastecimento – Conab (IMEA, 2010). Trata-se de índices de produtividade que superam a média nacional, fortemente influenciada por uma agricultura moderna, mecanizada e de precisão, que o coloca como um dos principais exportadores de grãos do Brasil.

A pecuária também tem sido destaque na economia mato-grossense, atualmente, possui o maior rebanho bovino do país, com mais de 27 milhões de

---

<sup>5</sup> Aw: clima tropical com estação seca no período em que o Sol está mais baixo (está no hemisfério oposto) e os dias são mais curtos (daí Aw, em que w é de *winter*, *Inverno* em inglês); é uma das categorias classificadas do clima de savana de acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger.

cabeças, de acordo com o Instituto de Defesa Agropecuária do Estado de Mato Grosso – INDEA (IMEA, 2010).

## **4.2 Fontes de pesquisa**

Tendo em vista a organização das informações e os estudos realizados, os dados de focos de queimadas foram obtidos por meio do banco de dados do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, nos quais foram considerados todos os satélites de referência (Refer. AQUA\_M-T, ATSR ESA Noite, TERRA\_M-M, TERRA\_M-T, AQUA\_M-M, TERRA-M, TERRA-T, AQUA-M, AQUA-T, GOES-12, GOES, NOAA-16 Noite, NOAA-16 Manhã, NOAA-15 Noite, NOAA-15 Manhã, NOAA-18 Tarde, NOAA-18 Manhã, MSG-02, MSG-03, NOAA-19 Tarde, NOAA-19 Manhã, NPP VIRS\_700m, NPP VIRS\_375m e TRMM NASA).

Os dados de notificações de doenças cardiovasculares (CID 10 – Capítulo IX), foram obtidos por meio do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS). Foram necessários, também, dados referentes à população, os quais foram viabilizados pelos dados censitários do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, além de dados de análise de áreas do Estado de Mato Grosso para a aplicação da técnica de estudo espacial das informações.

## **4.3 Período e populações do estudo**

Foram estudadas todas as notificações de doenças cardiovasculares entre os anos de 2012 a 2015, comparadas aos dados de cada um dos anos, bem como as variáveis e a provável correlação com as queimadas nos 141 municípios do Estado de Mato Grosso.

Todas as faixas etárias e sexo são relevantes para a pesquisa e não foi feita a separação por períodos de chuva e seca.

## 5 MÉTODO

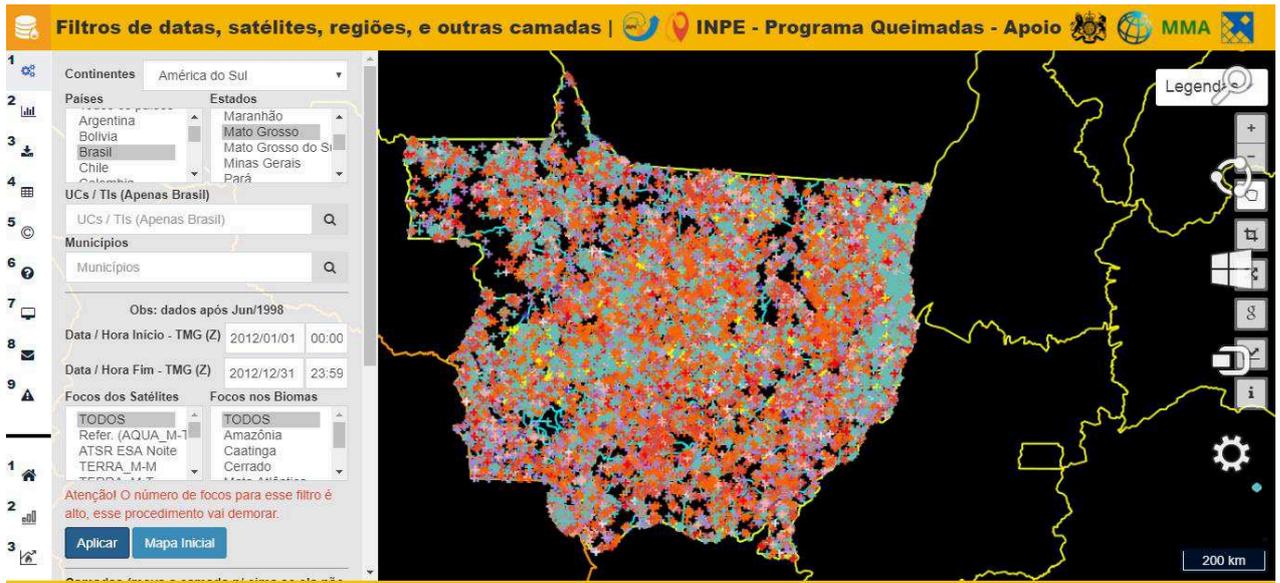
Conforme mencionado, a pesquisa trata de um estudo de natureza exploratória e ecológica, utilizando variáveis do tipo de medidas ambientais de queimadas com dados fornecidos pelo CPTEC-INPE e dados de morbidade hospitalar do SUS de doenças cardiovasculares (CID 10 – Capítulo IX), por meio das notificações. Ambos os dados estão restritos ao Estado de Mato Grosso entre os anos de 2012 e 2015.

Com base nos dados coletados, foi realizada uma análise de correlação da influência das queimadas nas internações por doenças cardiovasculares no Estado de Mato Grosso, e para tanto foi utilizada a técnica de análise espacial, com geotecnologias, mais especificamente, o programa computacional de Sistema de Informação Geográfica – SIG, o TerraView 4.2, que é um dos SIG do tipo *desktop*, e o tipo de dados utilizado foi o de Áreas com Contagens e Taxas Agregadas.

Todos os procedimentos realizados para concretização desta pesquisa serão descritos na sequência e, posteriormente, será feita a discussão, além da apresentação dos mapas para demonstrar visualmente os resultados obtidos.

### 5.1 Incidência de notificações de queimadas

Com os dados de queimadas do Estado de Mato Grosso obtidos no CPTEC-INPE, referentes ao período de 2012 a 2015, foi importado, via banco de dados, o *software* TerraView 4.2 para posterior análise.



**Figura 2** - Site do banco de dados de queimadas do CPTEC – INPE.

**Fonte:** Site do Sistema de Informações Geográficas e Banco de Dados de Focos - Geral e Áreas Protegidas

Na figura 2 é mostrado o mapa do Estado de Mato Grosso representando os casos notificados de queimadas durante todo o ano de 2012. Para a realização da pesquisa foram capturados, ainda, os anos de 2013 a 2015.

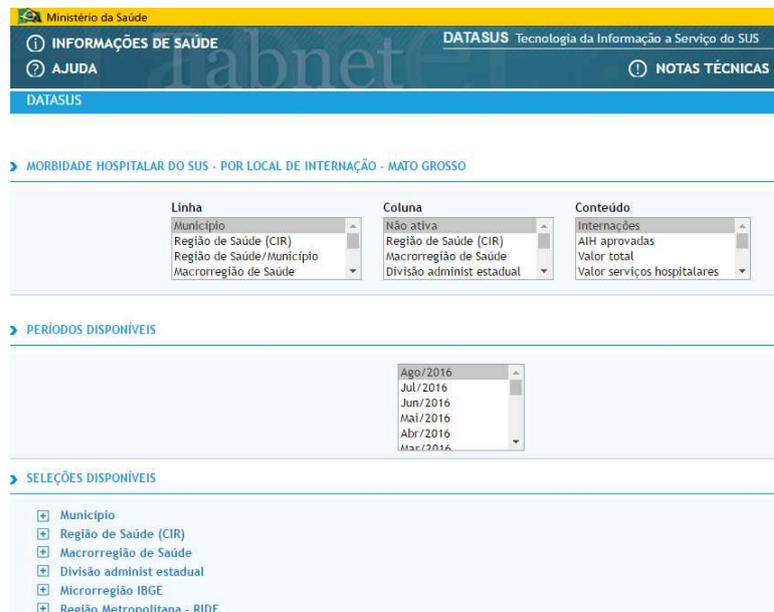
## 5.2 Incidência de Notificações de internações

Os dados de notificações de internações foram obtidos por meio do setor de Tecnologia da Informação a Serviço do SUS – DATASUS, acessando o TABNET, informações de epidemiologia e morbidade. Estes dados são referentes aos anos que compreendem o período de 2012 a 2015, especificamente, do Estado de Mato Grosso.



**Figura 3 - Portal de Tecnologia da Informação a Serviço do SUS – DATASUS**  
**Fonte:** Site do Departamento de Informática do SUS.

Na figura 3 é mostrado o portal do sistema de Tecnologia da Informação a Serviço do Sistema Único de Saúde – SUS. O DATASUS é o departamento de informática do SUS responsável por gerir toda a informação sobre saúde do país.



**Figura 4 - Tabnet do portal de Tecnologia da Informação a Serviço do SUS – DATASUS**  
**Fonte:** Site do Departamento de Informática do SUS.

Na figura 4 é mostrado o sistema de informações de Saúde (Tabnet), que disponibiliza diversos tipos de dados relacionados à saúde do país. Nesse mesmo local foram obtidos os dados referentes às notificações de doenças cardiovasculares, no Estado de Mato Grosso, entre os anos de 2012 a 2015.

Depois de extraídos os dados de queimadas e de notificações de internações por doenças cardiovasculares, os resultados das análises espaciais foram representados visualmente em mapas.

### **5.3 Representação em mapas temáticos das queimadas e internações**

A utilização de mapas temáticos é apenas uma das diversas possibilidades de se comunicar, divulgar e compartilhar conhecimentos relacionados à área da saúde que trata de um comportamento ou uma ocorrência no espaço geográfico.

Para representar informações em um mapa temático é preciso ter características específicas, de acordo com o tipo de dado a ser trabalhado.

Nesta pesquisa, foram utilizados mapas temáticos do tipo quantitativo, por ser o tipo de mapa adequado, pois, conforme Brasil (2006), é a forma que apresenta a distribuição de uma determinada variável, ou seja, mostra o quanto uma determinada variável está presente em uma área.

De acordo com Brasil (Idem), para cada variável há uma infinidade de possibilidades de mapeamento que mudam o número de classes e os intervalos de valores em cada classe. Existem diversos métodos, baseados em conceitos estatísticos, para a determinação dos intervalos das classes. E não é fácil definir quais os pontos de corte da classificação, pois a escolha pode influenciar no entendimento e no resultado do mapa gerado.

Sob o aspecto metodológico da elaboração dos mapas temáticos, conforme mencionado, foram realizados mapas temáticos do tipo quantitativo, e o método de classificação é o de estratificação, pois é uma maneira que possibilita classificar áreas a partir de um atributo que se pretende examinar.

Nesta pesquisa foi utilizado o método de classificação estratificação quantil, por ser o mais adequado, e que, de acordo com Brasil (2006), é qualquer separatriz que divide o intervalo de frequência de uma população, ou de uma amostra, em partes iguais.

Como foi utilizado o *software* TerraView, que já possui nativamente a estratificação por quantil, foi preciso apenas fornecer o número de classes (fatias) que irá dividir (Idem).

#### 5.4 Representação em mapas temáticos das taxas de internações

Ao realizar o estudo das internações com base nos mapas gerados, fica evidente que os maiores índices serão nas cidades com maior população. Para contornar esta situação foi realizado o cálculo de taxas, que considera as notificações de internações e a proporção da população para cada município.

A taxa é determinada pelo coeficiente, que nada mais é do que a quantidade de casos registrados em um período de tempo definido, dividido pela população do mesmo período (BRASIL - MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2007).

$$\text{Taxa} = \left( \frac{\text{número de casos}}{\text{população sob risco}} \right) \times \text{Base}$$

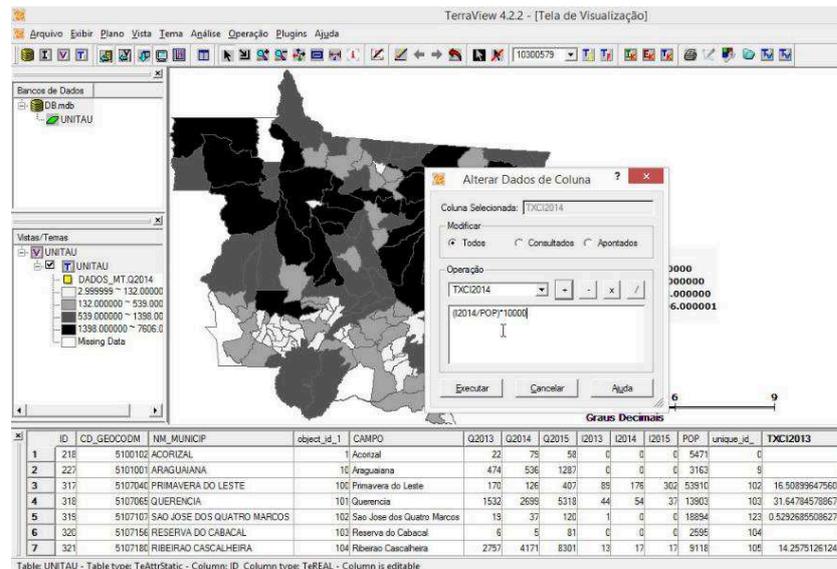
No qual o:

**Número de casos:** números de internações

**População sob risco:** número de habitantes

**Base:** 10.000, usado com a finalidade de se evitar muitas casas decimais e facilitar a expressão dos resultados.

No presente estudo utilizou-se a constante de 10.000 (dez mil), e conforme é mostrado na figura 5, como são geradas as taxas no *software* TerraView 4.2.



**Figura 5** - Gerando as taxas por meio da inserção da fórmula no programa TerraView.  
**Fonte:** O autor.

Os dados da população (número de habitantes) foram obtidos através de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE de 2010. Com base nos resultados das taxas de proporcionalidade obtidos, foram gerados os mapas temáticos para cada ano.

## 5.5 Análise da estrutura espacial – Estatística de Moran

Nesta etapa são utilizados métodos de análise de dados espaciais, cuja localização relaciona-se a áreas demarcadas por polígonos, ou seja, quando se trabalha com eventos agregados por regiões ou setores censitários, e não se dispõe da localização exata dos eventos, mas de um valor por área (DRUCK et al., 2004).

Especificamente, foi utilizada a técnica de análise exploratória aplicada a dados espaciais que são fundamentais na elaboração das fases de modelagem estatística espacial.

Com o objetivo de estimar a magnitude da autorrelação espacial entre as áreas, foi utilizado o índice de Moran Global, por ser outra fase da análise exploratória que pretende identificar a estrutura de correlação espacial, que melhor descreve os dados (Idem).

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

O índice de Moran Global I é a expressão da autocorrelação, considerando apenas o primeiro vizinho (LORENA et al., 2011).

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

Em que o:

$N$ = número de observação

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

$W$ = soma dos ponderadores da matriz

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

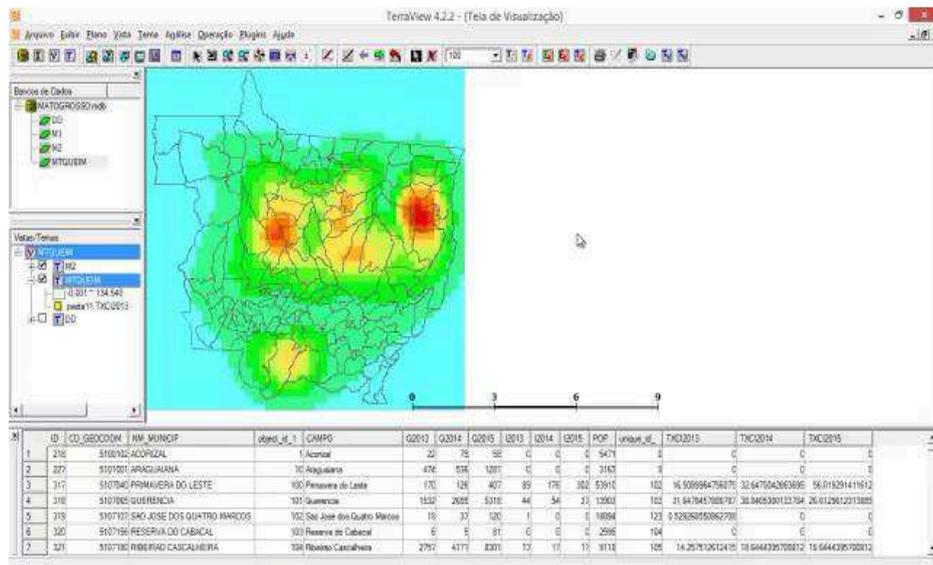
$\bar{z}$ = média

Desta forma, o índice de Moran Global realiza o procedimento de teste, em que a hipótese nula é de independência espacial, cujo valor seria zero. Já os valores positivos (entre 0 e +1) indicam, para correlação direta e negativos (entre 0 e -1), correlação inversa (DRUCK et al. 2004)

Como forma de representar melhor visualmente os dados da pesquisa, foram criados os mapas de Kernel, assunto que será abordado a seguir.

## 5.6 Estimador de densidade de Kernel (mapa de Kernel)

Para criar os mapas de Kernel, foi realizado o procedimento pelo *software* de sistema de informação geográfica Terra View 4.2, conforme figura 06.



**Figura 6** - Tela do TerraView com o mapa Kernel da distribuição de queimadas no Estado de Mato Grosso no ano de 2013.  
**Fonte:** O autor.

Para se construir um mapa de densidade demográfica em um SIG como o TerraView, deve-se dispor de um conjunto de dados de população como atributos de uma unidade espacial, cuja melhor fonte de dados de população é o setor censitário (BRASIL, 2007). Para isso, foram inseridos dados censitários da população para a confecção dos mapas temáticos e dos mapas de Kernel.

Desse modo, foi criada uma tabela com dados obtidos do INPE, DATASUS e IBGE, importados do *software* de Sistemas de Informação Geográfica – SIG TerraView 4.2 que, com base em uma estrutura cartográfica, foi gerado um banco de dados georreferenciados que, posteriormente, possibilitou a realização da análise do índice de Moran Global e a elaboração dos mapas temáticos e os de Kernel.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nas informações da área de estudo, fontes de pesquisa, período, população e métodos apresentados, serão demonstrados os resultados obtidos pela pesquisa realizada.

De acordo com os dados coletados junto ao Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CEPTEC do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE referente as queimadas no estado de Mato Grosso e seus 141 municípios, foram registrados 172.808 focos em 2012, 101.479 em 2013, 167.369 em 2014 e 316.380 em 2015.

Com base nas medias mais altas de focos de queimadas os 5 municípios que lideram o *ranking* são respectivamente Colniza com média 7773.75, São Felix do Araguaia com 7349.5, Feliz Natal 6621, Gaúcha do Norte 5738 e Nova Ubiratã com 5481.

Por meio dos dados obtidos com o Departamento de Informática do SUS – DATASUS, referente as internações por doenças cardiovasculares no Estado de Mato Grosso foram registradas 14.538 internações em 2012, 13.991 em 2013, 14.209 em 2014 e 13.008 em 2015.

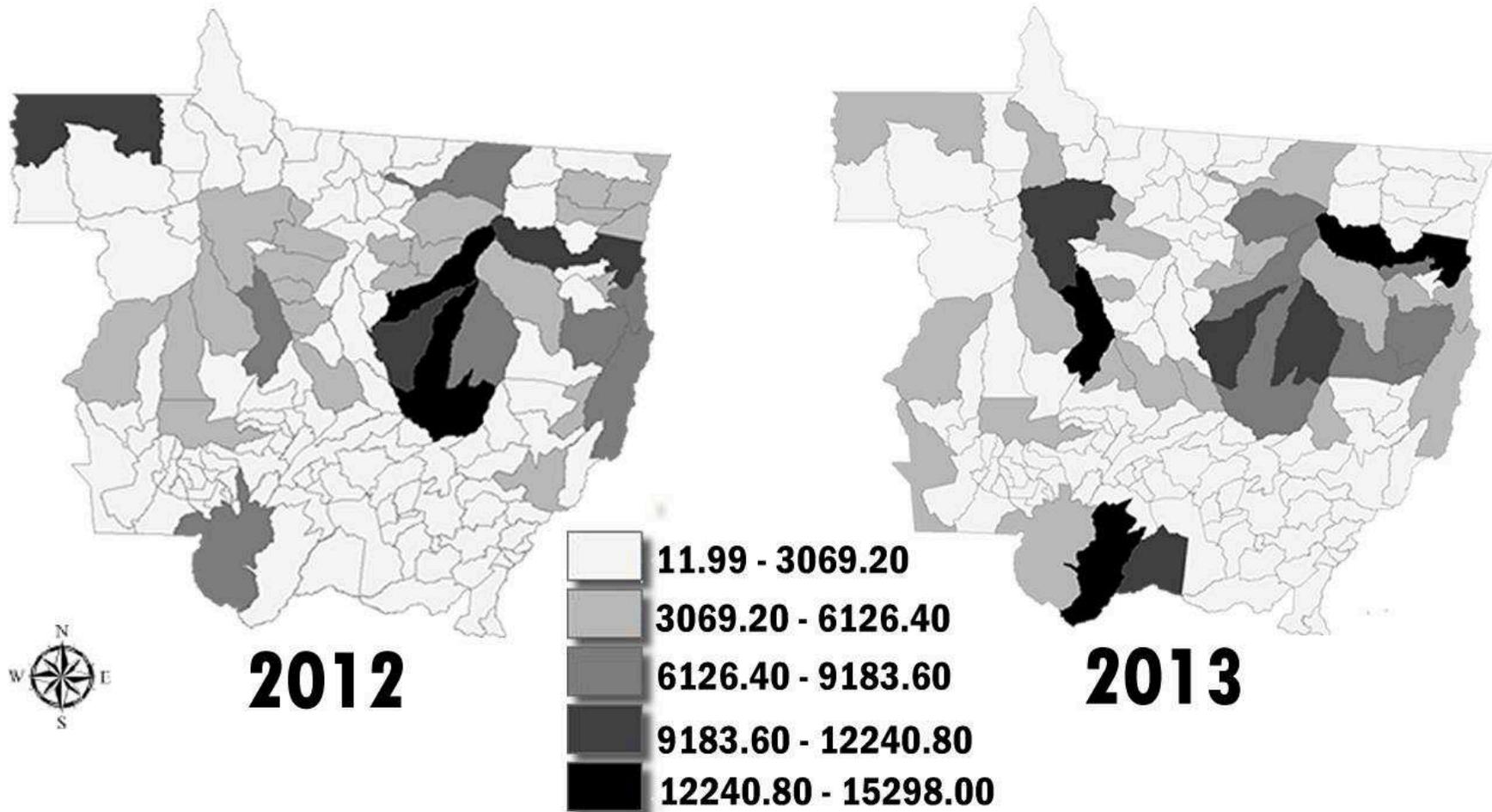
Após feita a média dos anos pesquisados obtivemos os 5 municípios com maiores médias que são 122.371 em Água Boa, 107.652 em Cáceres, 102.398 em Torixoréu, 87.467 em São Feliz do Araguaia e 83.320 em Cuiabá.

Com os dados foram também elaboradas as representações visuais por meio dos mapas temáticos da incidência de notificações de queimadas e internações por doenças cardiovasculares, ambos no Estado de Mato Grosso, no período de 2012 a 2015. Posteriormente, foram apresentadas também as taxas de internação com a proporcionalidade de casos e população por município e sua representação em mapa temático.

### 6.1 Incidência de notificações de queimadas em mapas temáticos

Na figura 7 são apresentados os mapas temáticos das queimadas no Estado de Mato Grosso, de 2012 e 2013, que são representações de informações em uma concepção geográfica, que modificam o espaço-território, por meio da análise espacial de dados, e apresentam informações com maior facilidade de interpretação visual.

## Notificações de queimadas

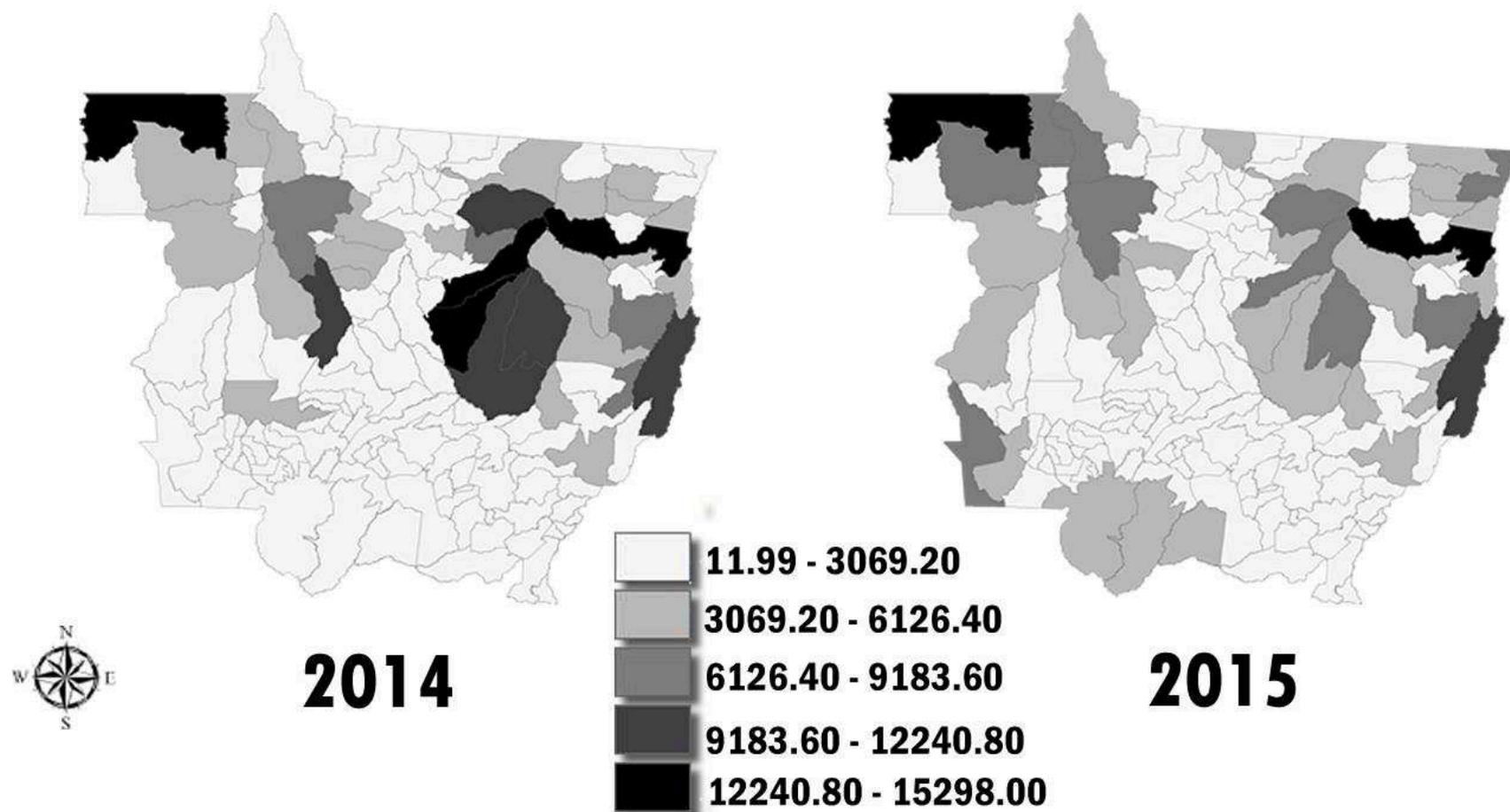


**Figura 7** - Mapa temático da distribuição de queimadas no Estado de Mato Grosso nos anos de 2012 e 2013.  
**Fonte:** O autor.

Conforme demonstrado nos mapas temáticos (Figura 7), a maior taxa de queimadas é representada na cor mais forte (preto) entre 12240.80 a 15298.00 casos, e ocorreu em 2012, nas regiões do médio-norte e nordeste; e no ano de 2013, ocorreu no norte, nordeste e sudoeste de Mato Grosso.

Na sequência, serão apresentadas na figura 8, também por meio de mapas temáticos referentes aos anos de 2014 e 2015, as notificações de queimadas no Estado de Mato Grosso.

## Notificações de queimadas



**Figura 8** - Mapa temático da distribuição de queimadas no Estado de Mato Grosso nos anos de 2014 e 2015.

Fonte: O autor

De acordo com o mapa temático da figura 8, as taxas mais elevadas de queimadas, em 2014 e 2015, ocorreram nas regiões noroeste e nordeste.

Observa-se que no do ano de 2012, a região sudoeste do Estado de Mato Grosso teve uma alta taxa de queimadas e, nos demais anos, os registros de 11.99 a 3069.20 e a 3069.20 a 9183.60, foram considerados de baixo a insignificante.

Porém, é na região norte do Estado, que compõe o bioma/domínio amazônico, que acontecem as maiores notificações de queimadas, dentre os quatro anos analisados.

Com base nas informações fornecidas pelo CPTEC–INPE, as queimadas são registradas somente quando atingirem um raio superior a 30 metros, não são detectáveis pelos satélites quando o fogo atingir somente o chão de uma floresta densa, sem afetar a copa das árvores e a queima de pequena duração. Este monitoramento é feito em todo Brasil, mas a atenção maior sempre é a região da Amazônia Legal.

Conforme Nascimento e Medeiros (2012, p.178), “a Amazônia Legal, está localizada ao norte do país e nesta região concentram-se mais de 85% das queimadas que ocorrem no Brasil no período de estiagem das chuvas (maio a outubro)”. E o Estado que tem registrado anualmente o maior número de focos de queimadas e que pertence e possui a maior área desmatada da Amazônia Legal desde o início da década de 1990 é o Estado de Mato Grosso.

Na figura 9 temos o mapa da Amazônia Legal, que compreende os nove Estados (Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima, Mato Grosso, Tocantins e parte do Maranhão) que, em comum, possuem áreas de vegetação amazônica.



**Figura 9** - Amazônia Legal

**Fonte:** <https://carlosavelinopjc.files.wordpress.com/2017/06/amazc3b4nia-legal.jpg?w=604&h=326>

No Estado de Mato Grosso, as causas das queimadas são, principalmente, origem da queima de biomassa, ou seja, matéria orgânica da Floresta Amazônica. E o que contribui para provocar incêndios de forma natural são o relevo acidentado, o solo seco, principalmente, no período de estiagem, além do clima quente e ocorrência de raios (PAIVA, 2014).

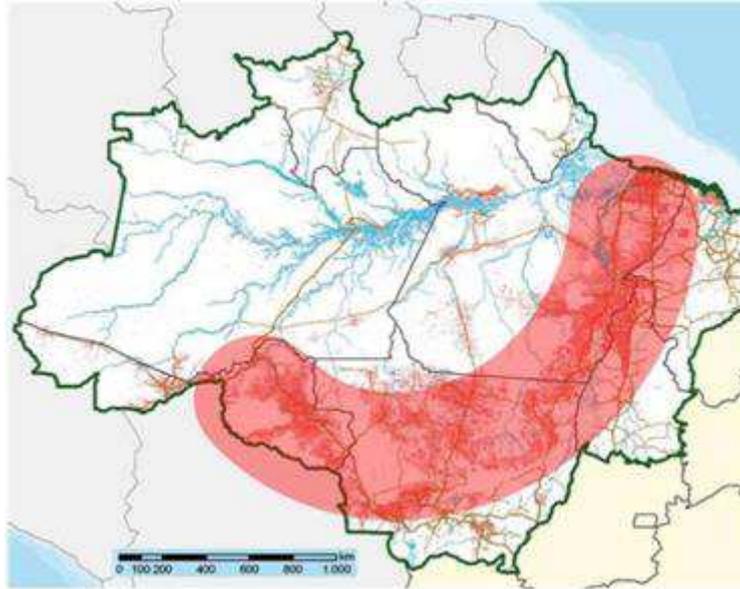
Confirmando o que Vicente de Assis et al. (2014) afirmaram, o relevo, variáveis climáticas e material combustível são fatores relevantes que estão intimamente ligados à ocorrência de incêndios naturais em floresta.

Evidenciou-se também que os incêndios florestais estão fortemente relacionados à intervenção humana. (CALDARARO, 2002). Esta ação antrópica ocorre, em sua maioria, através das queimadas que são adotadas por produtores rurais como forma de limpeza para o cultivo de plantações ou formação de pastos.

No entanto, segundo Angelo (2016), a suscetibilidade da região a incêndios varia em função da temperatura do oceano, e no ano de 2016, tanto o Pacífico quanto o Atlântico estavam muito quentes. Um Atlântico mais quente desloca o cinturão de chuvas da região equatorial (a chamada Zona de Convergência Intertropical) para o norte, secando a Amazônia e turbinando os furacões na América do Norte.

Por meio dos resultados, observa-se que as regiões norte e nordeste do Mato Grosso, que são partes de bioma ou domínio amazônico, também são fortes economicamente, principalmente, pela pecuária e agricultura do algodão, soja e milho, regiões onde são altamente significativos os elevados índices de notificações de queimadas, durante os anos de 2012 a 2015 pesquisados.

Confirmando o que Nascimento e Medeiros (2012) dizem a respeito, evidencia-se que os municípios com alta prioridade de intervenção, por conta dos altos índices de queimadas, e que compõem o chamado arco do desmatamento, são justamente os da região norte do Estado de Mato Grosso e os com baixa prioridade se concentram na região sudeste.



**Figura 10** - Arco do desmatamento

**Fonte:** <http://www.periodicos.ufpa.br/index.php/amazonica/article/viewFile/156/229/648>

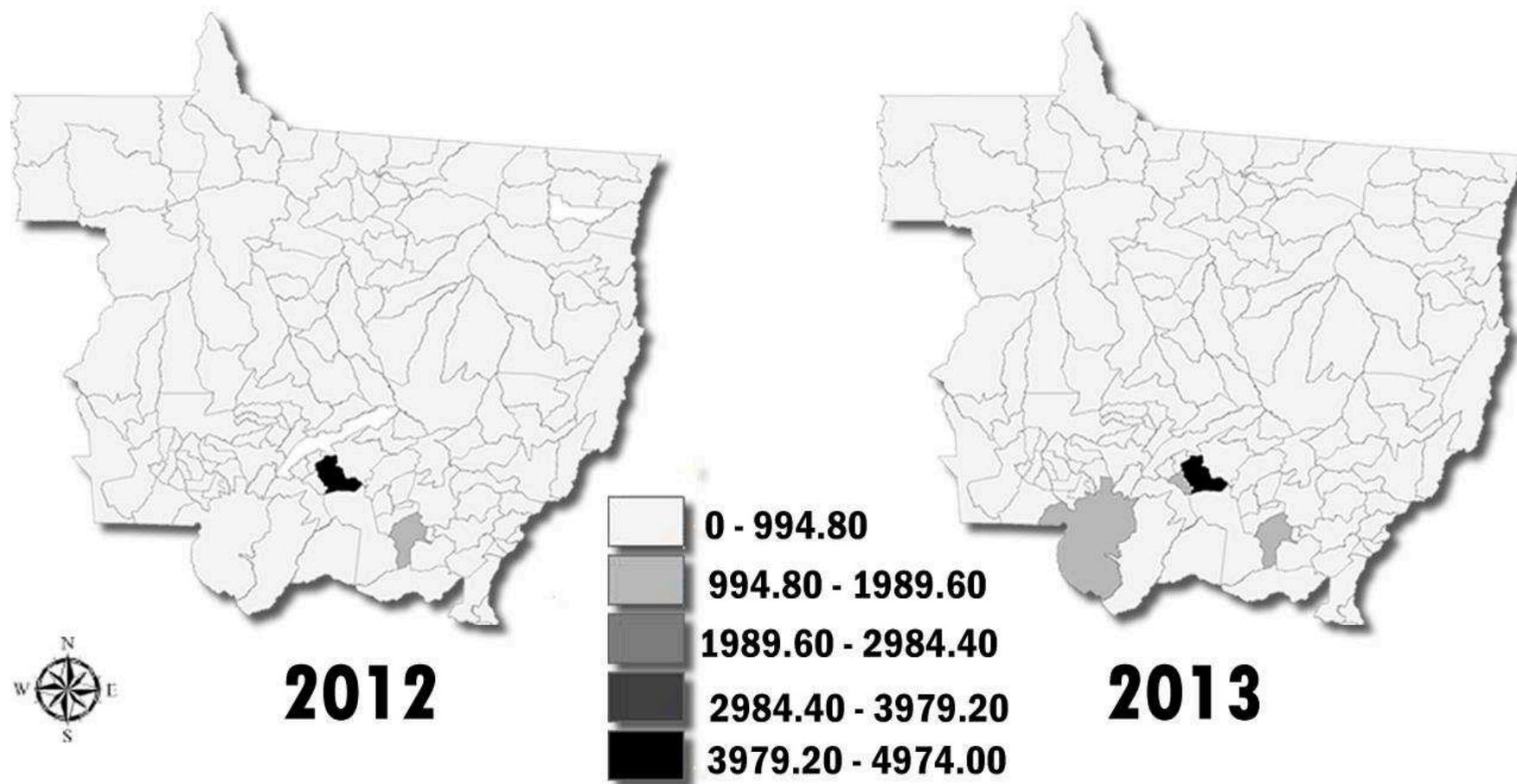
A mesma região do arco do desmatamento, nos estudos de Da Silva et al. (2013), reflete nos mesmos resultados quanto à queima de biomassa, vindo a atingir a Amazônia mato-grossense, ou seja, as regiões norte e nordeste do Estado provocam os efeitos das queimadas para o ecossistema amazônico e, ainda, contribuem para as emissões de poluentes nos municípios que compõem a área do arco.

Será mostrada, na sequência, como ocorre a distribuição espacial das notificações de internações por doenças cardiovasculares no Estado de Mato Grosso.

## 6.2 Incidência de notificações de internações em mapas temáticos

Na figura 11 é demonstrado visualmente, por meio dos mapas temáticos, que nos anos de 2012 e 2013 os maiores números de notificações por doenças cardiovasculares foram de 3979.20 a 4974.00 e encontram-se na parte próxima ao sul do Estado.

## Notificações de internações

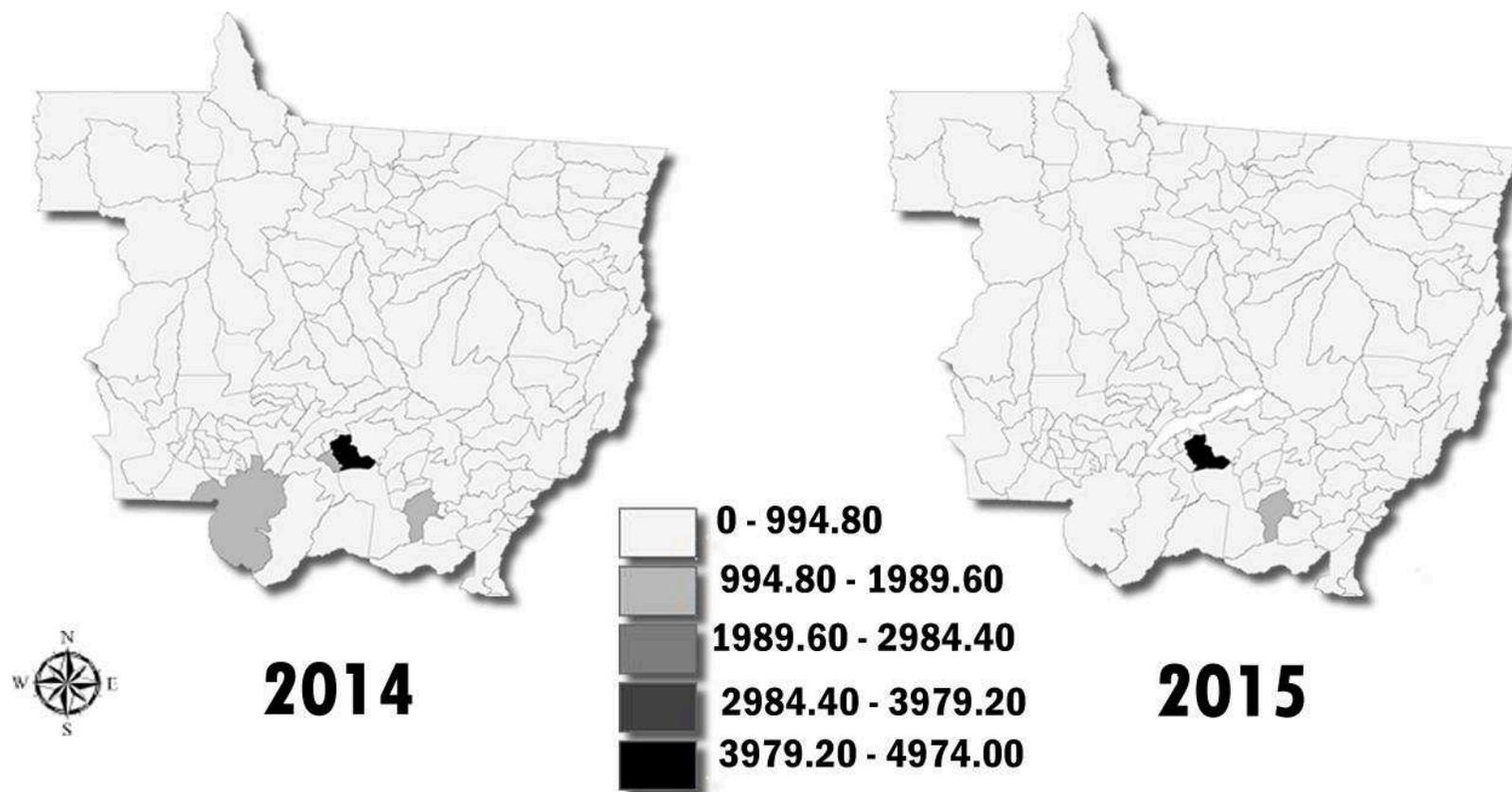


**Figura 11** - Mapas temáticos de notificações por doenças cardiovasculares no Estado de Mato Grosso de 2012 e 2013.  
**Fonte:** O autor

Ao analisar a figura 12, que representa as notificações por doenças cardiovasculares no Estado de Mato Grosso, entre os anos de 2014 e 2015, observa-se, praticamente, a não ocorrência de diferenças em relação aos mapas temáticos anteriores aos de 2012 e 2013, conforme a figura 11.

Essa ocorrência se dá, justamente, por estarem situadas, nessa região, a capital de Mato Grosso (Cuiabá) e a segunda maior cidade do Estado, Várzea Grande, que se separa da capital apenas por uma ponte sobre o Rio Cuiabá. Ou seja, o resultado é considerado normal, uma vez que as duas cidades mais populosas do Estado se encontram nessa região.

## Notificações de internações



**Figura 12** - Mapas temáticos de notificações por doenças cardiovasculares no Estado de Mato Grosso nos anos de 2014 e 2015.  
**Fonte:** O autor

No entanto, o resultado desta pesquisa não reflete a realidade, levando em consideração a proporcionalidade de casos de notificações de doenças cardiovasculares e o número de habitantes por cidade. Neste caso, serão realizados o cálculo e a representação das taxas, assunto que será abordado a seguir.

### **6.3 Incidências de notificações das taxas de internações em mapas temáticos**

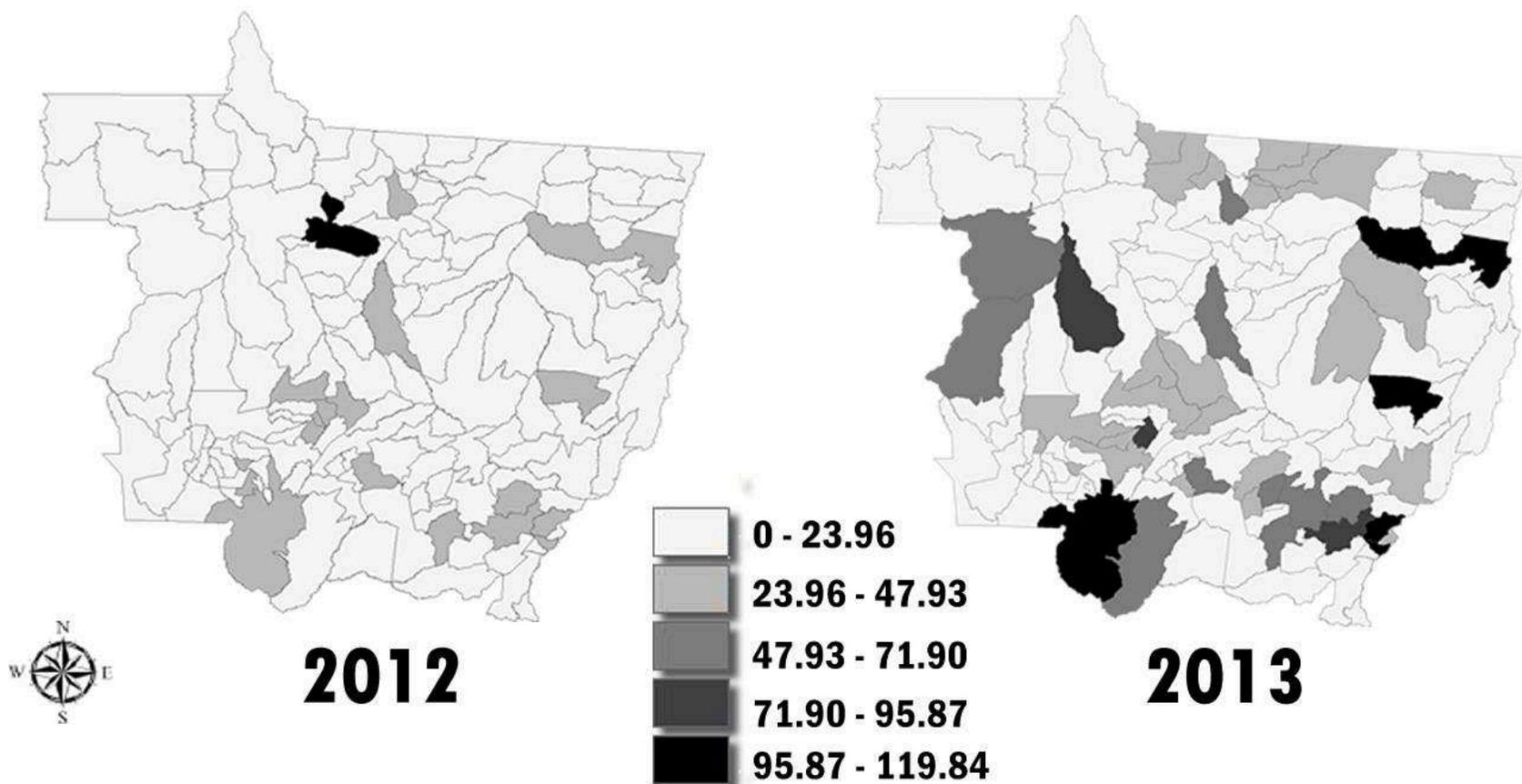
Para considerar a distribuição espacial da ocorrência e a distribuição da população, foi obtida uma estimativa de taxa de incidência. É evidente que, em um episódio que apresente epidemia, a intensidade do ocorrido, conseqüentemente, varia com a proporção da população.

Com o objetivo de conhecer a taxa de incidência notificações, de acordo com a total do número de habitantes de cada um dos 141 municípios de Mato Grosso, foi realizado o cálculo de coeficiente com relação à população censitária.

De acordo com Brasil (2007), normalmente durante o cálculo de um coeficiente, observamos que os valores do numerador são bem menores que os dos denominadores (população sob risco), que dão origem a números decimais de difícil leitura (ex.: 0,0009 ou 0,09%). Assim, multiplica-se a fração por uma base (constante) objetivando um resultado com menos casas decimais.

Na sequência, é possível analisar melhor a distribuição das taxas de internações como o da figura 13, em que são representadas, visualmente, por meio de mapas temáticos, as taxas de notificações de internações por doenças cardiovasculares entre os anos de 2012 e 2013.

## Taxas de notificações de internações

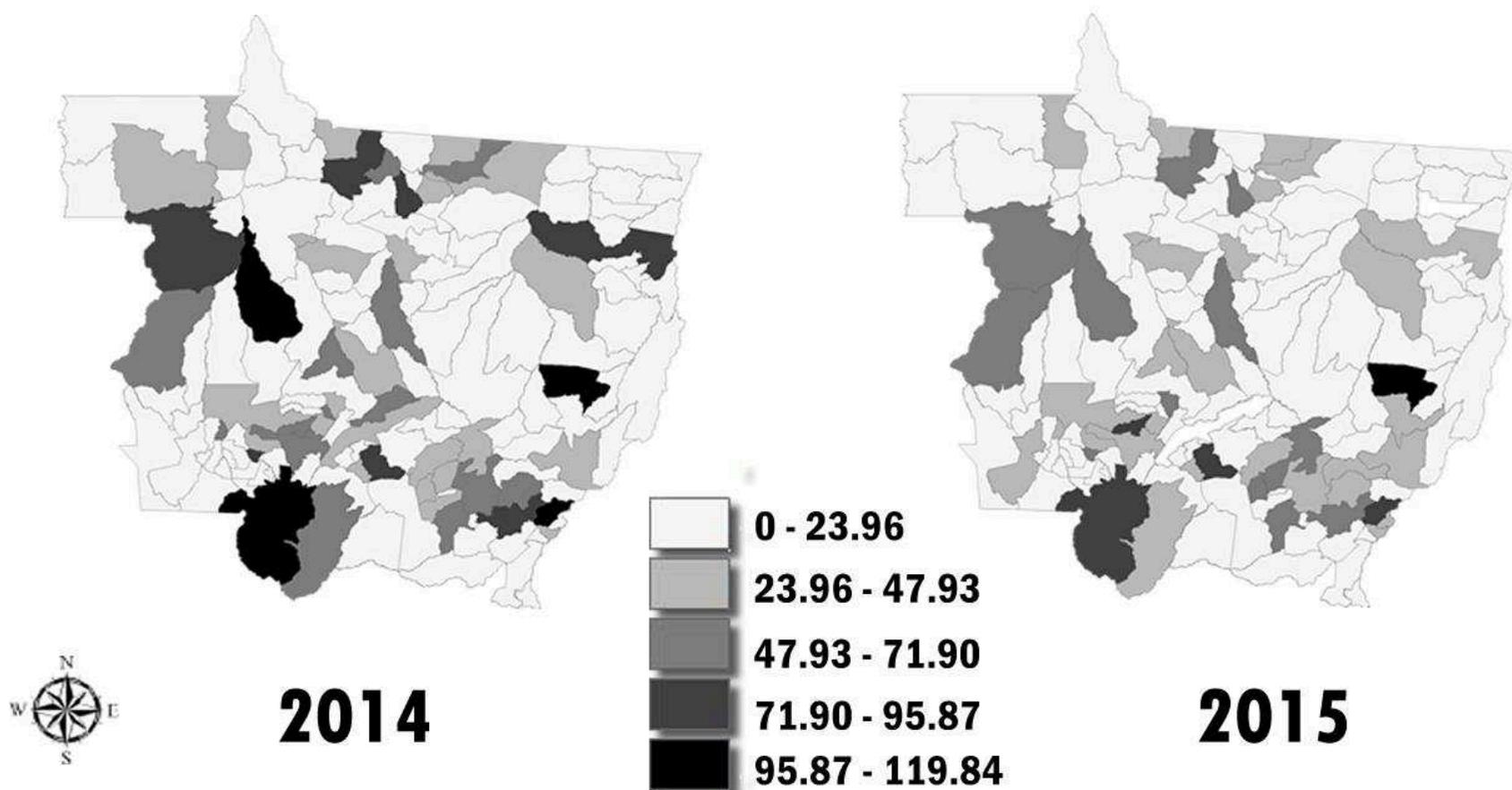


**Figura 13:** Mapas temáticos das taxas de notificações por doenças cardiovasculares no Estado de Mato Grosso de 2012 e 2013.  
**Fonte:** O autor

Com base nos resultados obtidos e representados nos mapas temáticos, os casos mais altos estão em preto, ficando entre 95.87 a 119.84, situados na região norte no ano de 2012; já em 2013 ficou mais distribuído ao nordeste, noroeste e a sudoeste com as maiores notificações.

Na sequência, serão expostos os mapas temáticos referentes aos anos de 2014 e 2015 das taxas de internações por doenças cardiovasculares.

## Taxas de notificações de internações



**Figura 14** - Mapas temáticos de notificações por taxas de doenças cardiovasculares de 2014 e 2015 no Estado de Mato Grosso – Brasi  
**Fonte:** O autor

Conforme os mapas temáticos da figura 14, em 2014 as maiores taxas foram nas regiões sudoeste, noroeste e nordeste, e em 2015, em parte somente da região leste do Estado.

Como é possível observar, as taxas de notificações de doenças cardiovasculares entre 2012 e 2015, no Estado de Mato Grosso, com exceção do ano de 2012, todos os outros anos pesquisados demonstram que são, relativamente, variadas as regiões que apresentam uma taxa alta, de 71.90 a 95.87, para muito alta, de 95.87 a 119.84 de casos notificados.

As taxas de internações por doenças cardiovasculares demonstram que, em todos os anos pesquisados (2012 a 2015), a região sul do Estado de Mato Grosso é a mais afetada, apresentando maiores índices de taxas de internações.

Desta forma é perceptível que as queimadas atingem mais as áreas ao norte do Estado de Mato Grosso e as taxas de internações são mais evidenciadas nas áreas ao sul do Estado entre os anos de 2012 a 2015.

Esse quadro se deve, segundo Da Silva (2013), ao padrão de circulação atmosférica que provoca o deslocamento das emissões da Floresta Amazônica para o noroeste e norte do continente sul-americano, ou seja, a fumaça originária da queima de biomassa na Amazônia mato-grossense, nas regiões norte e nordeste, desloca-se para os demais municípios das regiões central e sul do Mato Grosso.

Dessa forma, os resultados condizem com outras pesquisas referentes a queimadas, como a de Da Silva (2013), na qual foi utilizada a modelagem de poluente por meio de um sistema computacional (CATT-BRAMS), com o objetivo de simular e estudar o transporte atmosférico de produtos advindos da queima de biomassa. A análise mostra que as queimadas partiram da parte sul da Amazônia (norte de Mato Grosso) e influenciavam sobre a ocorrência de internações por doenças respiratórias em crianças menores de cinco anos, na capital do Estado, Cuiabá, que fica, justamente, na parte centro-sul do Estado.

Na pesquisa de Da Silva (2010), foi identificado que as maiores concentrações de poluentes das queimadas são originárias de emissões agudas, que ocorrem entre os meses de julho a outubro, coincidem com a estação seca da Amazônia, e a queima reforça evidências além de fatores socioeconômicos da ocorrência de baixo peso em recém-nascidos, em algumas regiões da Amazônia, podendo afetar de forma mais acentuada a região do arco do desmatamento.

Para Rodrigues (2016), o material particulado PM e, especificamente, o PM<sub>2.5</sub> advindos da queima de biomassa estão associados à mortalidade por doenças cardiovasculares em Cuiabá e Várzea Grande, e seus efeitos podem ainda ser fortalecidos pelo calor, a baixa umidade, durante o período de seca. As áreas precárias às condições de vida, alta exposição ao tráfego veicular, desigualdade de renda e fluxo intenso do trânsito, são fatores associados à mortalidade por doenças cardiovasculares nos dois municípios citados.

Ainda sobre as taxas de internações no ano de 2012, na região noroeste do Estado houve uma alta taxa de notificações, o que leva à reflexão de que as doenças cardiovasculares podem influenciar na saúde humana por conta das queimadas, mas também podem não ser somente relacionadas a fatores ambientais, e principalmente, de acordo com Mandal (2013), a condições médicas, fatores de estilo de vida e hereditários.

Por fim, é notável que as queimadas, ou a queima de biomassa, que ocorrem no Estado de Mato Grosso, têm causado sérios problemas no que tange à saúde pública, não só no local onde elas ocorrem, mas também nas regiões, para as quais o deslocamento atmosférico as transfere.

Apesar de ser visualmente fácil reconhecer, por meio dos mapas temáticos, quais são as regiões que estão com as taxas de queimadas e de internações mais altas no Estado de Mato Grosso, nos anos pesquisados, ainda não foi possível identificar se existe uma correlação entre as queimadas e as notificações de internações por doenças cardiovasculares. Para se chegar a esse resultado, será feita a Estatística de Moran, na sequência.

#### **6.4 Análise da estrutura espacial – Estatística de Moran**

Para saber se existe a correlação entre as duas variáveis pesquisadas é necessária a realização da análise espacial, por meio da estatística de Moran Global. De acordo com Costa et al. (2007), o Índice de Moran é uma técnica simples de representação da correlação de variáveis.

Segundo Lorena et al. (2011), o valor do Índice de Moran varia de -1 a +1, e os valores próximos de zero indicam a inexistência de autocorrelação espacial

significativa entre os valores das variáveis. E os valores positivos e negativos indicam, respectivamente, autocorrelações positivas ou negativas entre as variáveis.

Na tabela 02 é possível verificar os resultados da representação da correlação entre as variáveis analisadas.

**Tabela 2** – Resultados do teste de autocorrelação espacial

<b>INDICE DE MORAN GLOBAL</b>		
	<b>Valor Índice</b>	<b>p-valor</b>
<b>QUEIMADAS 2012</b>	0,35	<b>0,01</b>
<b>QUEIMADAS 2013</b>	0,35	<b>0,01</b>
<b>QUEIMADAS 2014</b>	0,43	<b>0,01</b>
<b>QUEIMADAS 2015</b>	0,39	<b>0,01</b>
<b>TAXA DE INTERNAÇÃO 2012</b>	0,06	<b>0,04</b>
<b>TAXA DE INTERNAÇÃO 2013</b>	0,00	<b>0,53</b>
<b>TAXA DE INTERNAÇÃO 2014</b>	-0,05	<b>0,20</b>
<b>TAXA DE INTERNAÇÃO 2015</b>	-0,04	<b>0,14</b>

**Fonte:** O autor.

Onde:

**Valor Índice:** valor do índice de Moran Global

**p-valor:** nível descritivo ou probabilidade de significância

O resultado do Moran Global (Tabela 2) indica que, para a variável queimadas dispostas em quantil, existem índices que variam de 0.35 e 0.43 com p-valor de 0.01, o que representa, diante disso, a existência da autocorrelação espacial com significância estatística entre os municípios, tendo em vista que o p-valor (probabilidade de significância) é relevante quando menor que 0,05.

Quanto ao resultado do Moran Global (Tabela 2), para as taxas de internações, também dispostas em quantil, possuem índices bastante variados, sendo de 0,06 a -0,04 e com p-valor também diverso entre 0,04 a 0,53, demonstrando que houve autocorrelação espacial significativa somente no ano de 2012, pois o p-valor foi de 0,04, ou seja, menor que 0,05. Já os demais anos 2013, 2014 e 2015 não houve autocorrelação espacial significativa entre os municípios.

Desta forma, conforme os dados obtidos do Moran Global, existe sim uma correlação espacial entre os municípios para os casos de queimadas analisados entre 2012 e 2015, isto é, reflete que os municípios com maiores índices de queimadas tendem a estar cercados por vizinhos na mesma situação, e a região norte do Estado de Mato Grosso é a que mais tem evidenciado casos superiores de queima de biomassa, conforme demonstra o mapa temático apresentado nas figuras 7 e 8.

As notificações de casos de internações por doenças cardiovasculares (CID 10 – Capítulo IX), após serem analisadas espacialmente pelo Moran Global, obtiveram índices de probabilidade de significância (p-valor) superiores a 0,05, com exceção do ano de 2012 que foi 0,04, para os demais anos pesquisados representa que não se encontrou autocorrelação espacial significativa entre os municípios, ou seja, as cidades que possuem maiores notificações de internações não têm a predisposição por estarem próximas umas das outras. Isto nos leva a compreender que as cidades, que têm mais queimadas, são mais próximas e, para as taxas de internações, os municípios já são mais dispersos.

Em um estudo ecológico desenvolvido por Da Silva (2010), foi investigada a autocorrelação espacial global da prevalência de internações por doenças respiratórias e do percentual de Horas Críticas Anuais de Concentração de Partículas de PM2.5, nos municípios do Estado de Mato Grosso. Nesse estudo, foram encontrados fortes indícios de que o material particulado, originado da queima de biomassa da Amazônia Legal, está relacionado com a maior ocorrência de doenças respiratórias nos municípios do Estado.

Ainda na pesquisa de Da Silva (2010), a estatística de Moran mostrou três agrupamentos bem diferentes, com elevada autocorrelação espacial, em que os municípios do bioma/domínio amazônico, em sua maioria, tiveram um maior percentual de horas críticas de material particulado, e os demais, situados nas regiões de cerrado ou pantanal, tiveram percentuais inferiores. Ou seja, confirma o que foi analisado sobre a região norte de Mato Grosso, que compõe a parte de Floresta Amazônia, como a região onde ocorrem os maiores índices de notificações de queimadas e, as demais regiões, situadas mais ao sul, são as regiões em que menos ocorrem as queimadas, mas não deixam de ser afetadas pelas consequências que elas causam.

Outro fato, observado por Da Silva (2010), é que as queimadas na região norte do Mato Grosso estão ligadas à maior ocorrência de baixo peso ao nascer e, também,

estão associadas ao aumento das internações por doenças do aparelho respiratório em crianças menores de cinco anos, em Cuiabá.

Desta forma, corroboram-se novamente os resultados desta pesquisa, nos quais foi observado que a fumaça emitida pela queima de biomassa, nas áreas ao norte do Estado, se desloca por correntes de ar para a parte sul do Mato Grosso, afetando a saúde das populações das regiões onde ocorre a queima e, também, das regiões que acabam recebendo os poluentes emitidos.

Rodrigues (2016), em sua pesquisa, investiga a mortalidade por doenças cardiovasculares associadas ao PM e suas interações, com parâmetros meteorológicos e socioeconômicos na região centro-oeste, ela demonstra e quantifica que existe relação entre a mortalidade por doenças cardiovasculares e a poluição atmosférica, e afirma que altas temperaturas, baixa umidade, além do período de seca, podem agir com o material particulado, e reforçar os efeitos da mortalidade por doenças cardiovasculares associadas à poluição do ar.

Desse modo, os efeitos das queimadas afetam não somente a região onde estão ocorrendo, mas também as regiões que recebem os resultados da queima (fumaça, materiais particulados e demais poluentes). Esses efeitos ainda são mais preocupantes nos períodos de seca da Amazônia, período em que ocorrem mais queimadas, seja por fatores naturais como raios e/ou por fatores antrópicos.

Esses fatores antrópicos, segundo Freitas et al. (2005), estão relacionados efetivamente à expansão agropecuária nas regiões localizadas na Floresta Amazônica, principalmente, o Estado de Mato Grosso.

Como forma de melhor representar visualmente os resultados obtidos da pesquisa e confirmar que se existe ou não a correlação entre as mesmas regiões de queimadas e de notificações de doenças cardiovasculares, foram criados os mapas do estimador de densidade de Kernel (Mapa de Kernel), que serão apresentados na sequência.

## **6.5 Estimador de densidade de Kernel (mapa de Kernel)**

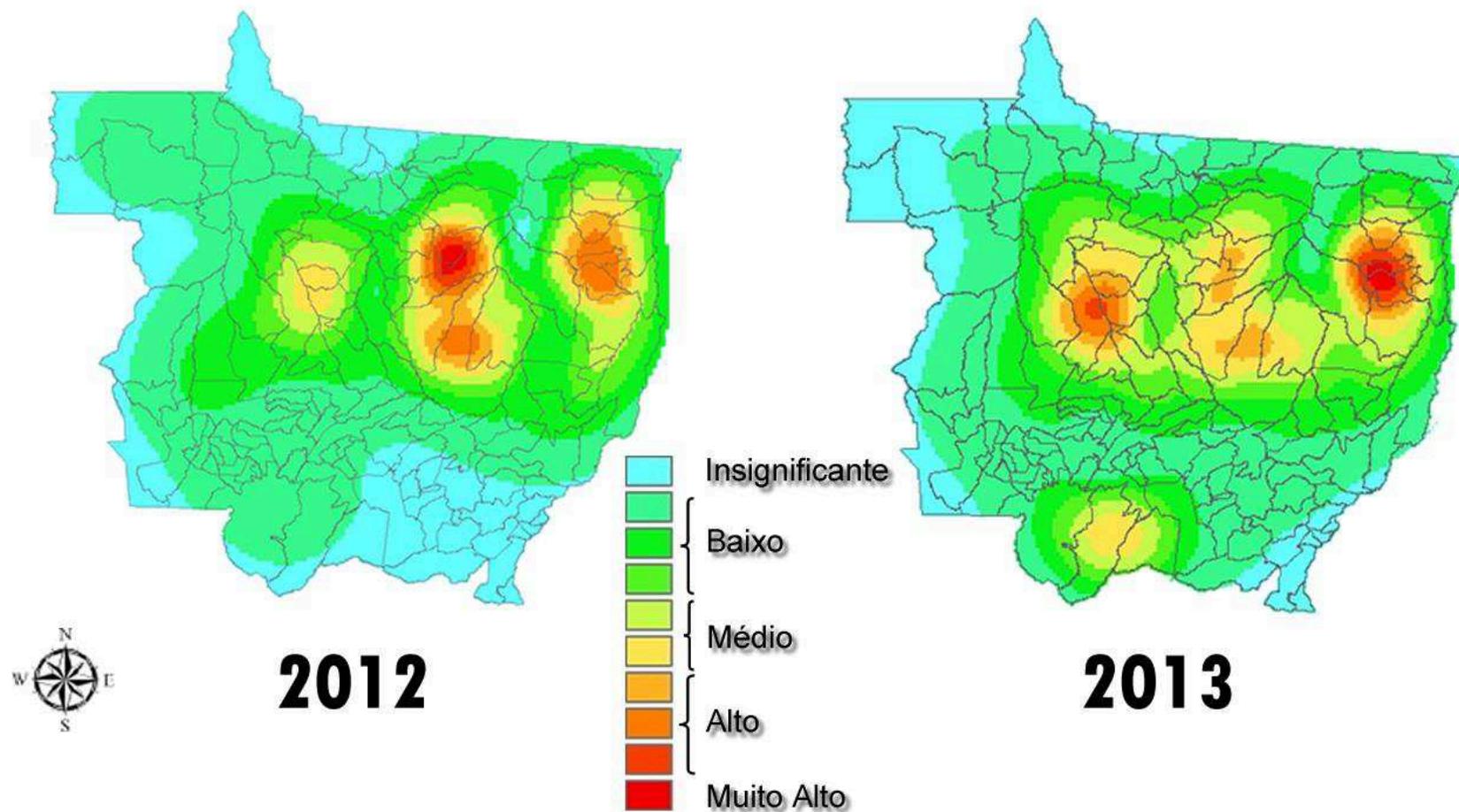
Nesta etapa da pesquisa é contemplada, pela estimativa de densidade de Kernel, a geração dos mapas de Kernel (mapa colorido), com base nas notificações de queimadas e taxas de internações.

Na análise espacial, um dos produtos cartográficos (mapas) mais fáceis de visualizar, por meio de “áreas quentes”, é a conhecida estimativa de densidade de Kernel ou, simplesmente, o mapa de Kernel, que é gerado por um programa computacional de Sistema de Informação Geográfica – SIG. Nesta pesquisa, foi utilizado o SIG TerraView 4.2 e, conforme os dados das variáveis de queimadas e notificações por doenças cardiovasculares, ambas no Estado de Mato Grosso, foram elaborados os mapas de Kernel para cada ano pesquisado, de 2012 a 2015. Na sequência, são apresentados os mapas gerados pelo SIG.

#### **6.5.1 Estimador de densidade de Kernel (mapa de Kernel – queimadas)**

Na figura 15 é mostrado os mapas de Kernel das notificações de queimadas nos anos de 2012 e 2013, no Estado de Mato Grosso. Conforme legenda do mapa, as regiões com cores mais fortes como o vermelho, alaranjado e amarelo representam os maiores índices de queimadas.

## Kernel das notificações de queimadas

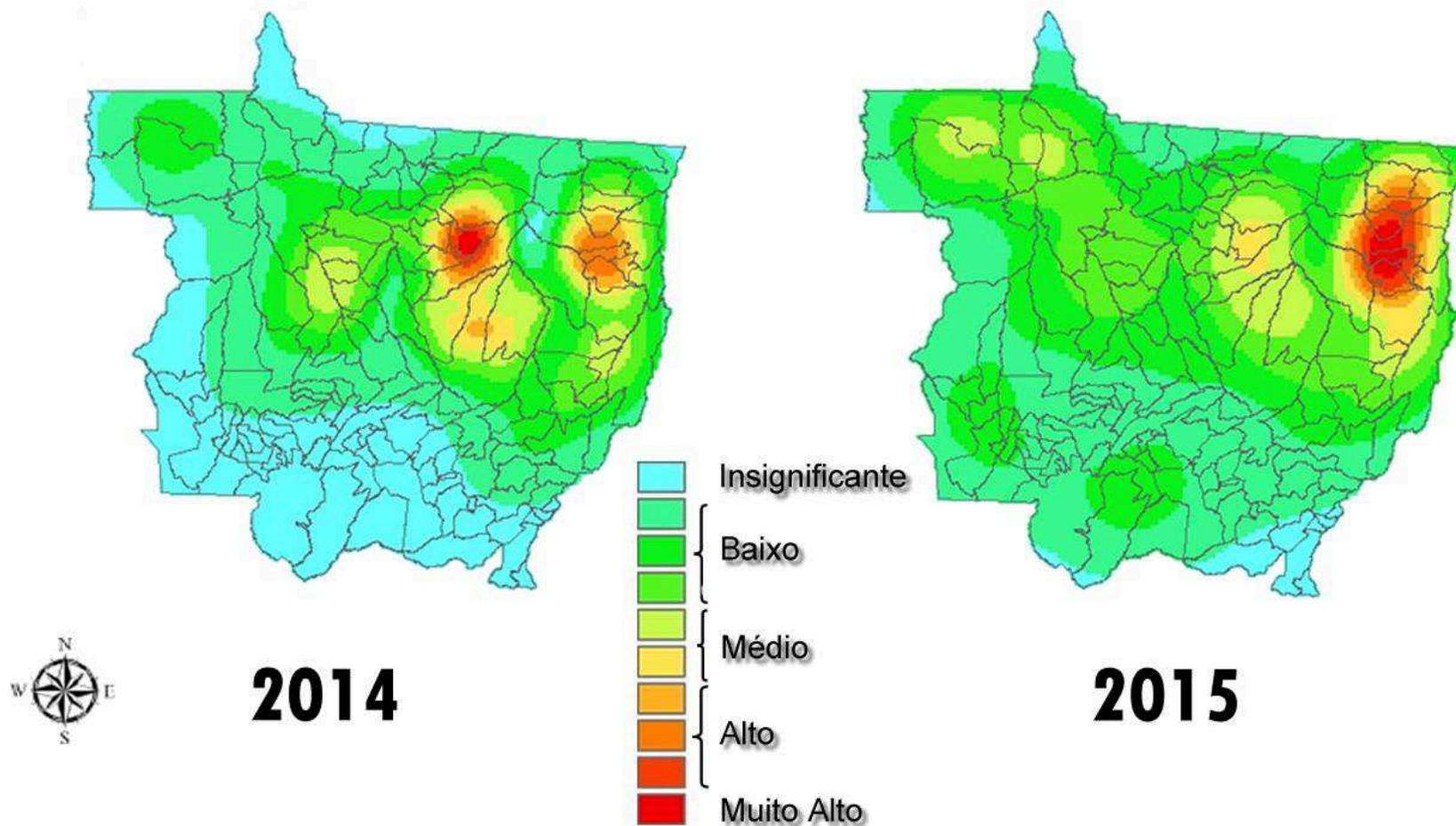


**Figura 15** - Mapas de Kernel das notificações de queimadas de 2012 e 2013 no Estado de Mato Grosso - Brasil.  
**Fonte:** O autor.

No ano de 2012, as regiões norte e nordeste do Estado foram as mais afetadas. E no ano de 2013, essas regiões seguiram o mesmo padrão.

Na figura 16 temos os mapas de Kernel referentes às notificações de queimadas no Estado de Mato Grosso nos anos de 2014 e 2015.

## Kernel das notificações de queimadas



**Figura 16** - Mapas de Kernel das notificações de queimadas de 2014 e 2015 no Estado de Mato Grosso – Brasil.  
**Fonte:** O autor.

Conforme os resultados, no mapa de 2014, as áreas de cores mais intensas (vermelho, alaranjado e amarelo) foram as regiões norte e nordeste, ou seja, as que tiveram as maiores notificações de queimadas.

Já no ano de 2015, de acordo com o mapa Kernel gerado, a região que mais teve notificações por queimadas foi a nordeste.

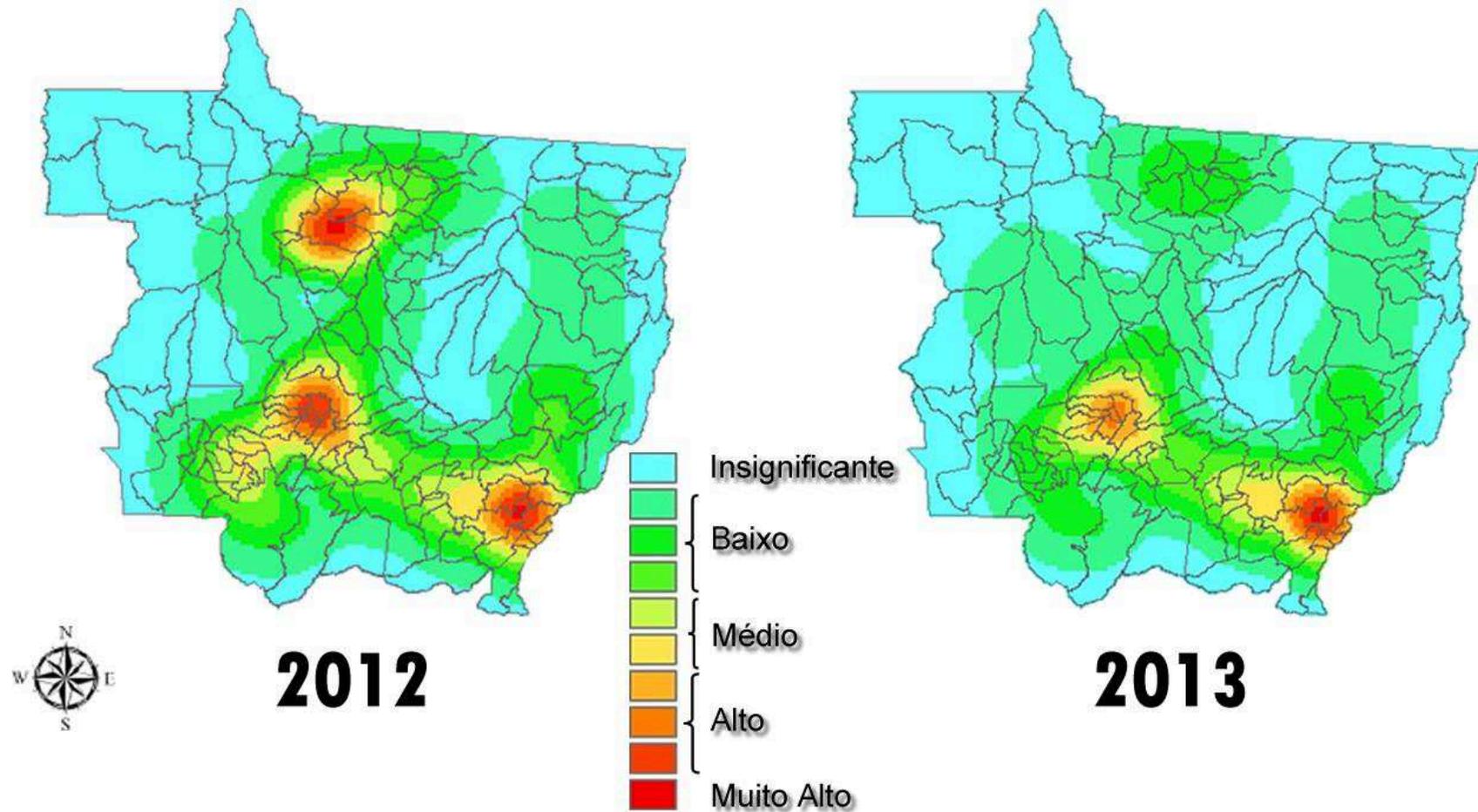
É importante observar que para os quatro anos pesquisados, em todos os resultados (mapas de Kernel), as regiões norte e nordeste do Estado de Mato Grosso são as mais afetadas por queimadas se comparadas às outras regiões do Estado.

### **6.5.2 Estimador de densidade de Kernel (mapa de Kernel – Internações)**

Na sequência, são expostos os mapas de Kernel gerados pelo SIG, conforme as taxas de internações geradas.

Na figura 17, temos o mapa de Kernel das notificações de internações por doenças cardiovasculares no Estado de Mato Grosso nos anos de 2012 e 2013.

## Kernel das taxas de notificações de internações

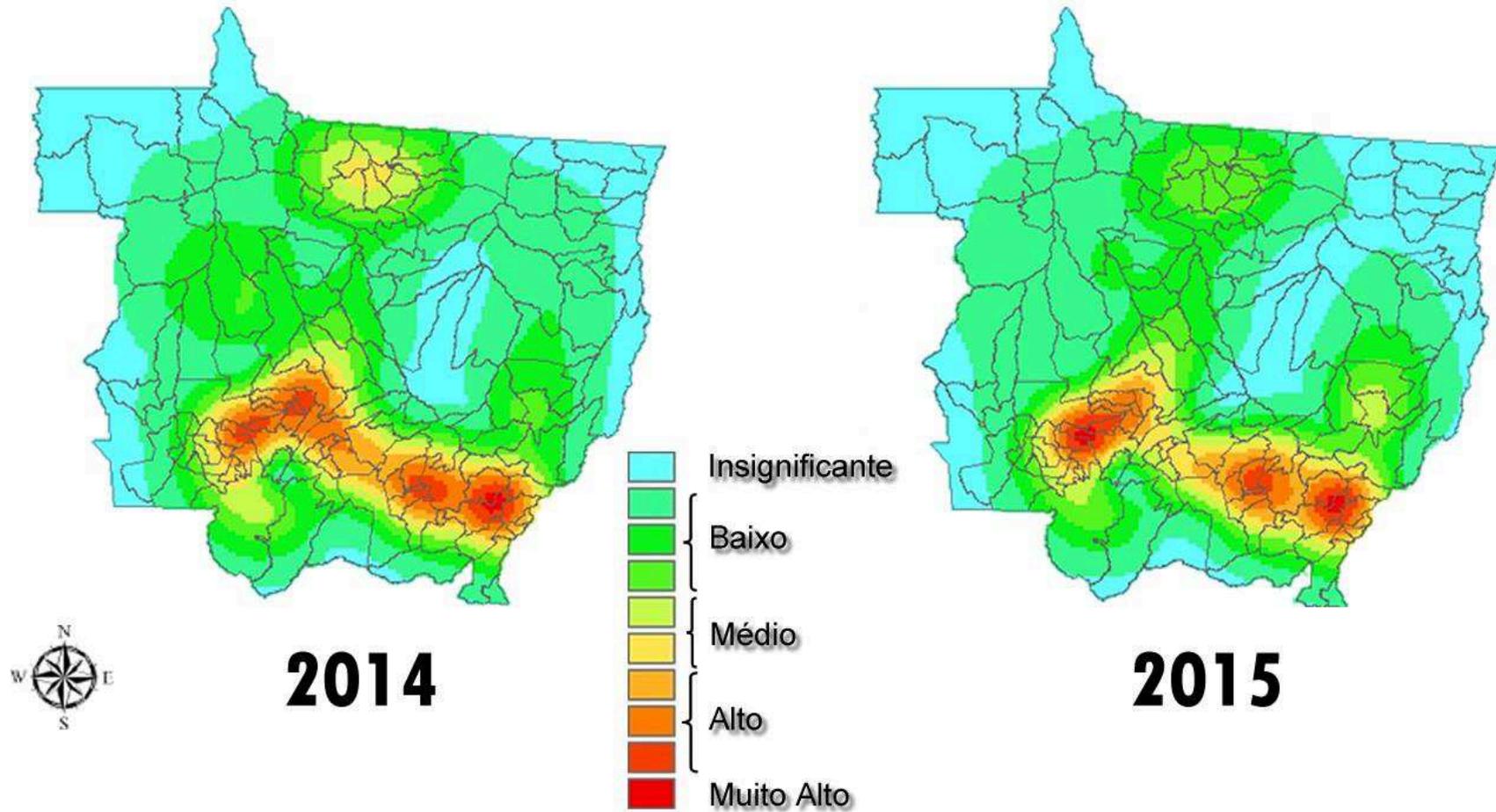


**Figura 17** - Mapas de Kernel das notificações por taxas de doenças cardiovasculares nos anos de 2012 e 2013 no Estado de Mato Grosso - Brasil.  
**Fonte:** O autor.

Conforme observado no ano de 2012, os índices mais altos foram variados e ocorreram nas regiões norte, sul e sudeste. Já no ano de 2013, visualmente, repetese nas regiões do sul do Estado.

Na figura 18 são mostradas, no mapa de Kernel, as taxas de interações referentes aos anos de 2014 e 2015.

## Kernel das taxas de notificações de internações



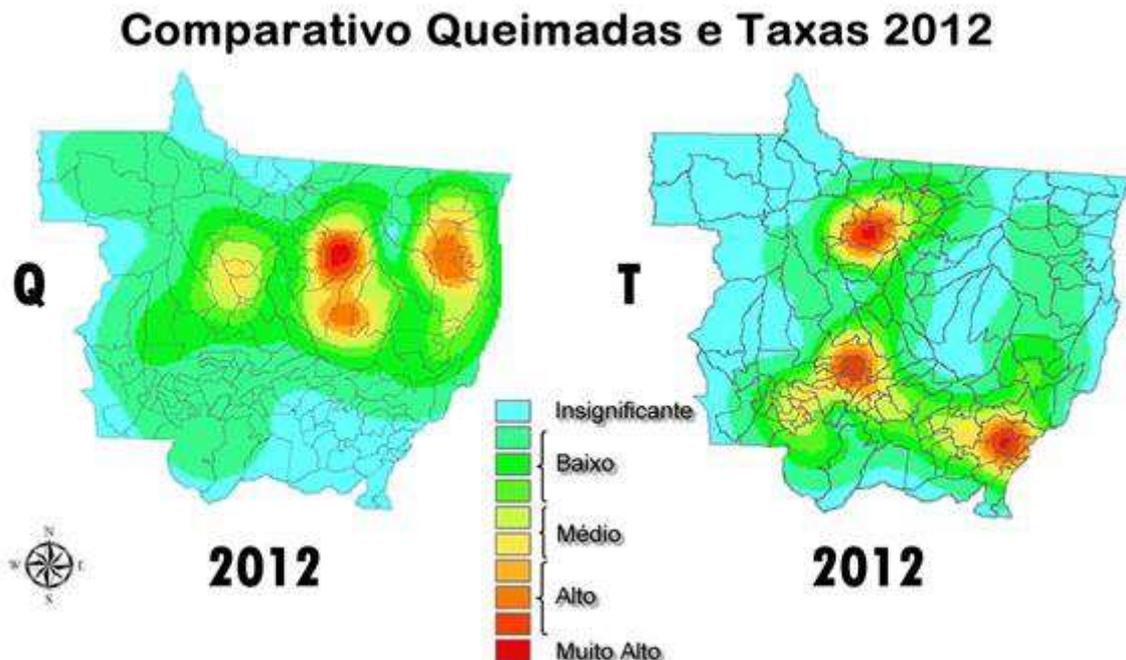
**Figura 18** - Mapas de Kernel das notificações por taxas de doenças cardiovasculares de 2014 e 2015 no Estado de Mato Grosso – Brasil.  
**Fonte:** O autor.

Nos mapas dos anos de 2014 e 2015, fica evidente que os maiores índices ficaram na parte sul do Estado de Mato Grosso.

De acordo com os mapas de Kernel das queimadas, em relação às taxas de internações, é possível perceber que os maiores índices de queimadas acontecem na parte norte do Estado de Mato Grosso e as maiores taxas de internações ocorrem na parte sul do Estado.

Desse modo, é perceptível que não existe correlação entre os mesmos municípios, nos quais ocorrem os maiores índices de queimadas, e os municípios que registram as maiores taxas de internações por doenças cardiovasculares entre os anos de 2013 a 2015. Porém para o ano de 2012 houve uma possível correlação entre os duas variáveis analisadas, tendo em vista no mapa de Kernel ter mostrando uma área ao norte com valor alto de taxas de internações.

Na sequência, são mostrados os mapas de queimadas e taxas de notificações ano a ano para a realização das comparações.



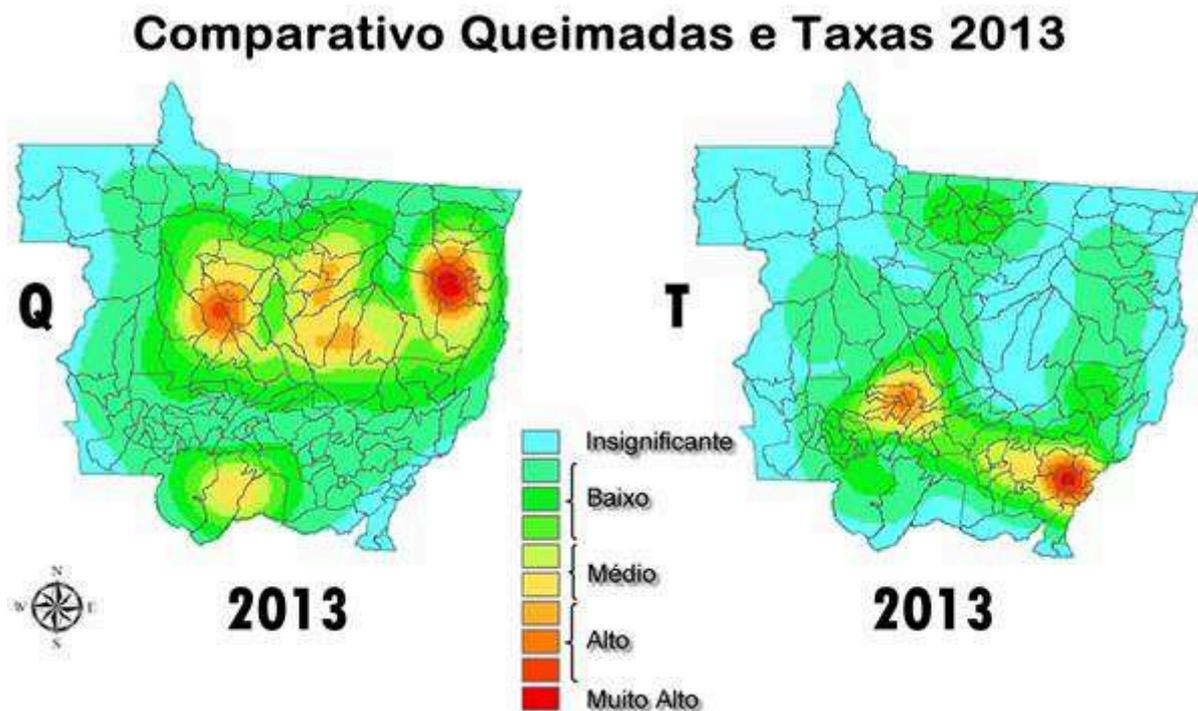
**Figura 19** - Mapa de Kernel das queimadas e taxas de notificações de internações por doenças cardiovasculares no Estado de Mato Grosso no ano de 2012.

**Fonte:** O autor.

Na figura 19 temos representado pelo “Q” de queimadas o mapa, onde é visível que os índices maiores no ano de 2012 ocorreram na região norte do Estado. Já com

as taxas de internações por doenças cardiovasculares, representadas pelo mapa “T”, é notável que uma porção da região norte e mais acentuadamente na região sul do Estado registram os maiores índices.

Agora, serão analisados os mapas de Kernel para o ano de 2013 na figura 20.

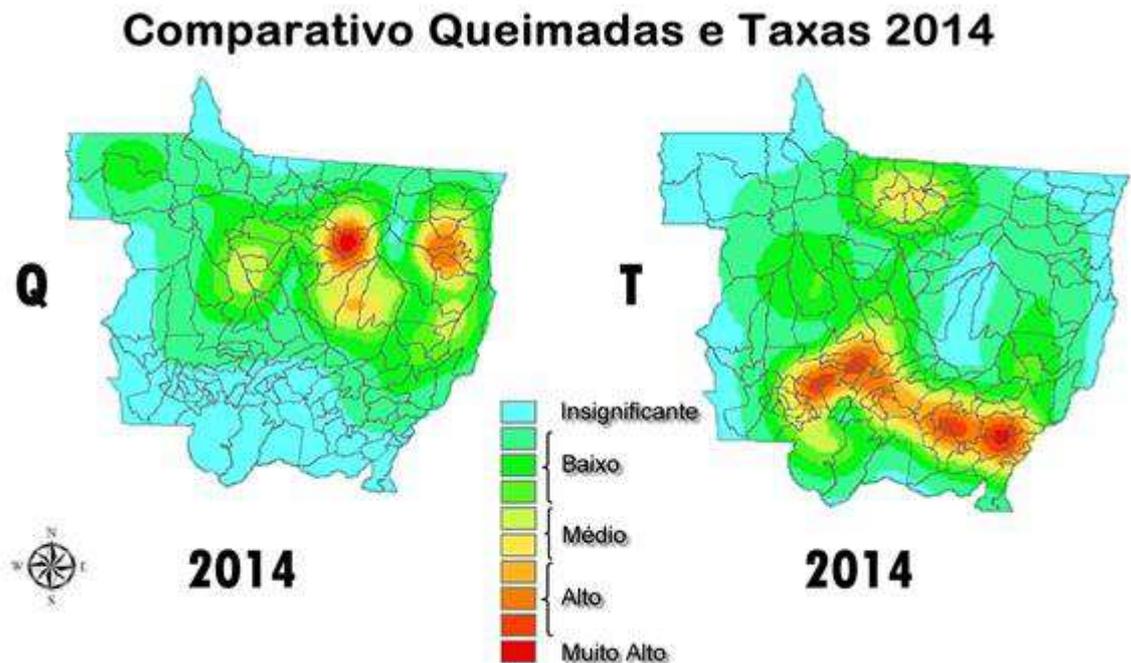


**Figura 20** - Mapa de Kernel das queimadas e taxas de notificações de internações por doenças cardiovasculares no Estado de Mato Grosso no ano de 2013.

**Fonte:** O autor.

Com os mapas de Kernel apresentados na figura 20, é possível verificar que os maiores índices de queimadas “Q” ocorrem na área ao norte do Mato Grosso, sendo de forma média registrada na parte sul. E, somente, a área ao sul do Estado registra os casos de médio a muito alto de internações, conforme demonstra o mapa “T”.

Na sequência, serão analisados, na figura 21, os mapas comparativos de queimadas e taxas de notificações referentes ao ano de 2014, em Mato Grosso.

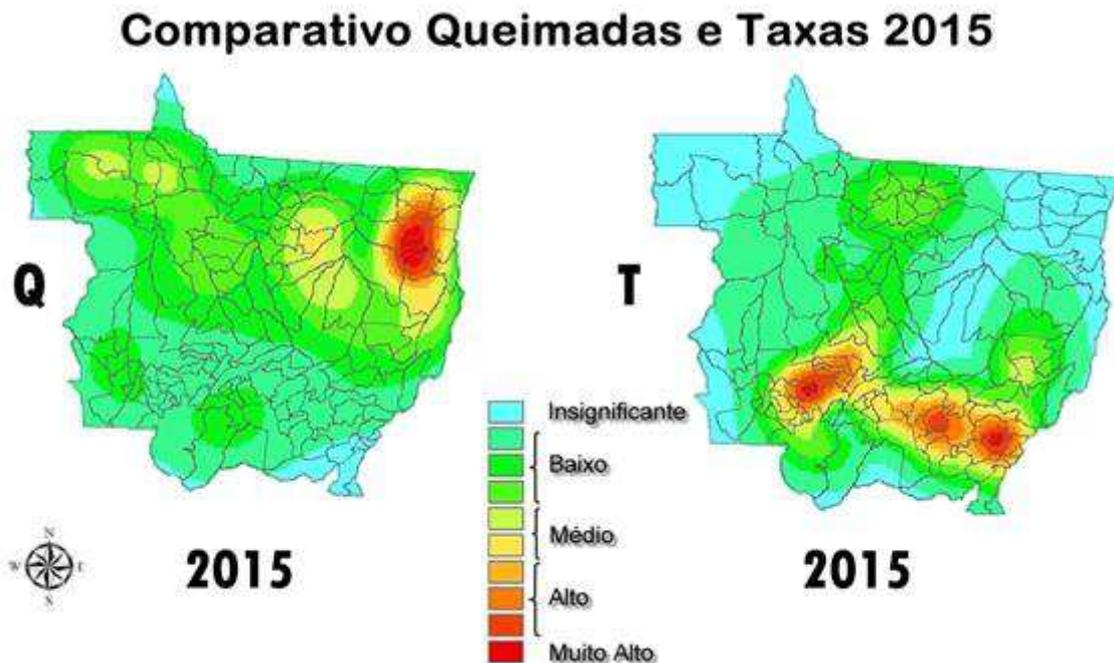


**Figura 21** - Mapa de Kernel das queimadas e taxas de notificações de internações por doenças cardiovasculares no Estado de Mato Grosso no ano de 2014.

**Fonte:** O autor.

No ano de 2014, as queimadas continuam sendo maiores na região norte do Estado, as taxas de notificações também continuam sendo mais intensas na área ao sul de Mato Grosso, e um índice próximo a médio foi registrado na região ao norte.

Na figura 22, apresentada na sequência, são mostrados os mapas de Kernel referentes aos registros de queimadas “Q” e das taxas de notificações por doenças cardiovasculares no ano de 2015, no Estado de Mato Grosso. É evidente que seguem o mesmo padrão dos demais mapas dos anos anteriores. As queimadas de forma mais intensa ocorrem na região norte do Estado, que compreende o chamado Arco do Desmatamento, e a região sul do Estado é mais afetada por ter as maiores taxas de internações.

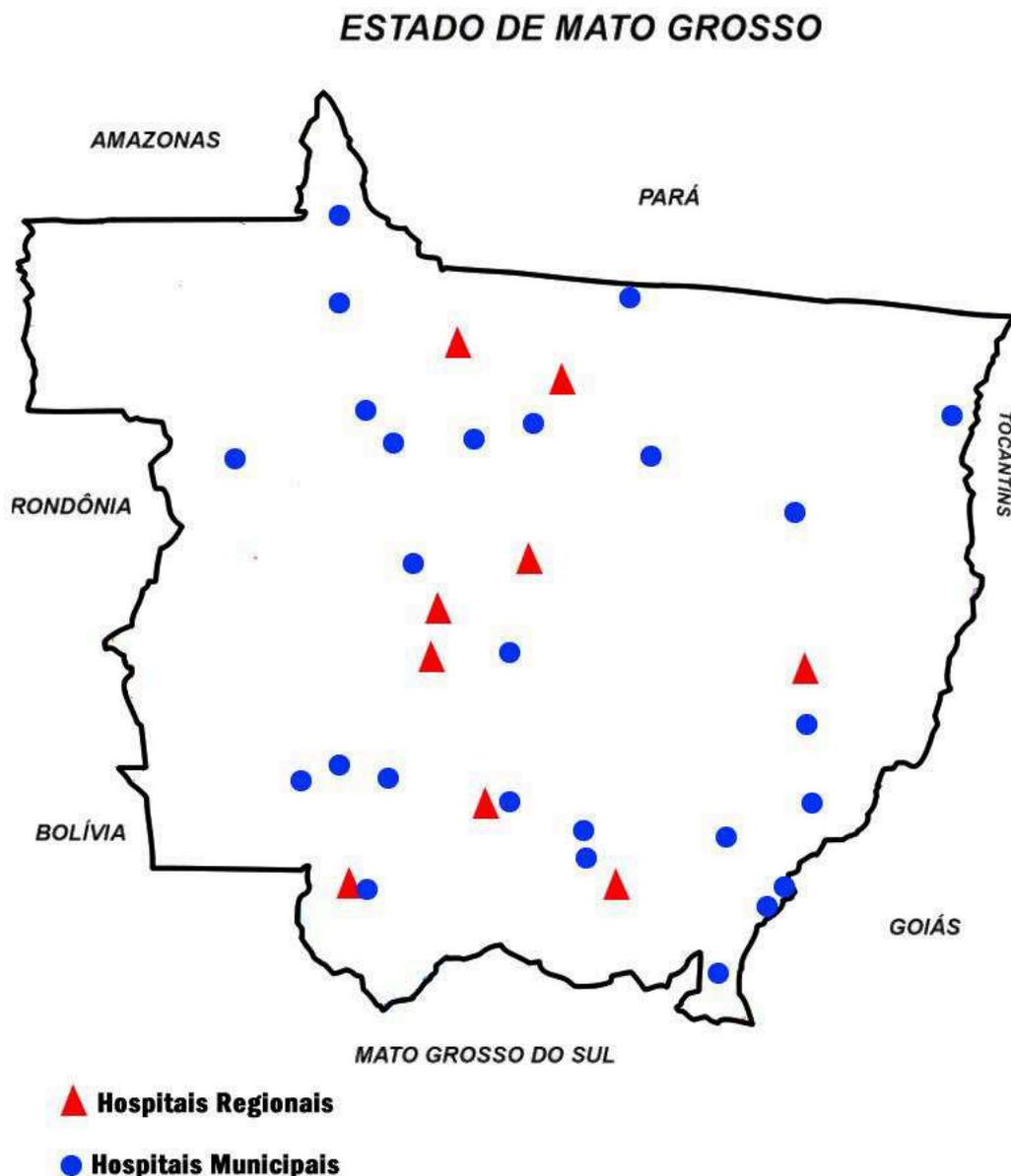


**Figura 22** - Mapa de Kernel das queimadas e taxas de notificações de internações por doenças cardiovasculares no Estado de Mato Grosso no ano de 2015.

**Fonte:** O autor.

Diante dos dados analisados referentes às queimadas e às taxas de notificações de doenças cardiovasculares, é possível inferir que não existe correlação espacial significativa entre regiões, onde ocorrem os maiores índices de queimadas e onde acontecem as maiores taxas de notificações por DCV no Estado de Mato Grosso, com exceção do ano de 2012. Já nos demais anos pesquisados 2013 a 2015 foi observado que, a maior parte da queima de biomassa ocorre na região norte do MT e as maiores taxas ocorrem na região sul do MT.

Uma das hipóteses levantadas pode ser a de que os hospitais da região sul, onde fica a capital Cuiabá, recebem pacientes provenientes das demais regiões do Estado. Porém, com base nos dados da Secretaria Estadual de Saúde de MT, foi mapeado, conforme a figura 23, a distribuição de hospitais regionais e hospitais municipais de Mato Grosso, e foi constatado que esses hospitais também estão presentes na região do médio norte do Estado. Desta forma é perceptível dizer que a incidência de maiores taxas na região sul não se deve à falta de atendimento na região norte do MT, onde têm ocorrido as maiores incidências de queimadas.



**Figura 23** - Mapa de distribuição de hospitais regionais e municipais do Estado de Mato Grosso.

**Fonte:** O autor.

Outra hipótese que, de acordo com os resultados, poderia explicar o motivo dessa ocorrência – ter as maiores notificações de queimadas na região norte do Estado e as taxas de internações por doenças cardiovasculares acontecerem mais na área ao sul –, seria por causas naturais, mais especificamente, pelo deslocamento de ar.

Estudos sobre climatologia podem explicar o motivo dessa ocorrência, em que os poluentes provenientes das queimadas podem ser deslocados a pequenas e

longas distâncias por correntes de ar, podendo prejudicar a saúde de pessoas que residem longe da origem da poluição (FREITAS, 2005; BAARS et al., 2011; DA SILVA, 2013; RODRIGUES, 2016).

A queima de biomassa pode vir a sofrer a influência de ventos turbulentos ou adjetivos, fazendo com que alguns poluentes possam ficar na região da queima (FREITAS et al., 2005). Esse fato é muito observado em casos em que ocorre a queima do bagaço da cana-de-açúcar, outra fonte que gera matérias particuladas que afetam a saúde da população.

Um exemplo de tal situação é ilustrado na figura 24, que mostra a fuligem que se espalha pela queima de material orgânico.

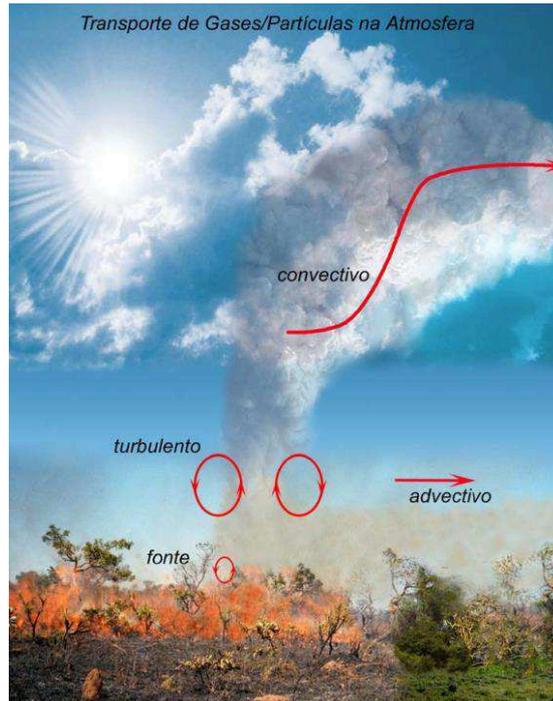


**Figura 24** - Fuligem de origem de queimadas

**Fonte:** <http://fmanha.com.br/geral/fuligem-volta-a-ser-alvo-de-reclamacoes>.

A fuligem circula localmente, influenciada pelos ventos turbulentos ou adjetivos, e causa sujeira e danos à saúde de quem estiver próximo.

Na figura 25 é ilustrado como ocorre tal efeito.



**Figura 25** - Transporte de gases/partículas na atmosfera  
**Fonte:** FREITAS et al. (2005).

Em alguns casos, dependendo do fator climático, as queimadas de alta intensidade podem sofrer influência dos ventos convectivos. E, por consequência, possibilitar a inserção da fumaça na baixa e na média troposfera (3 a 10 km de altura), desenvolvendo um tipo de nuvem denominada de pirocumulus.



**Figura 26** - Pirocumulus produzido por queimada em área de floresta no Estado de Rondônia.  
**Fonte:** FREITAS et al. (2005).

A partir do momento em que as nuvens pirocumulus, carregadas de poluentes, chegam à troposfera, o transporte para regiões mais distantes, em escala regional, continental e até global, pode ser mais eficiente e acontecer por receberem a influência do fluxo de ar de velocidades maiores provenientes das massas de ar (FREITAS et al., 2005).

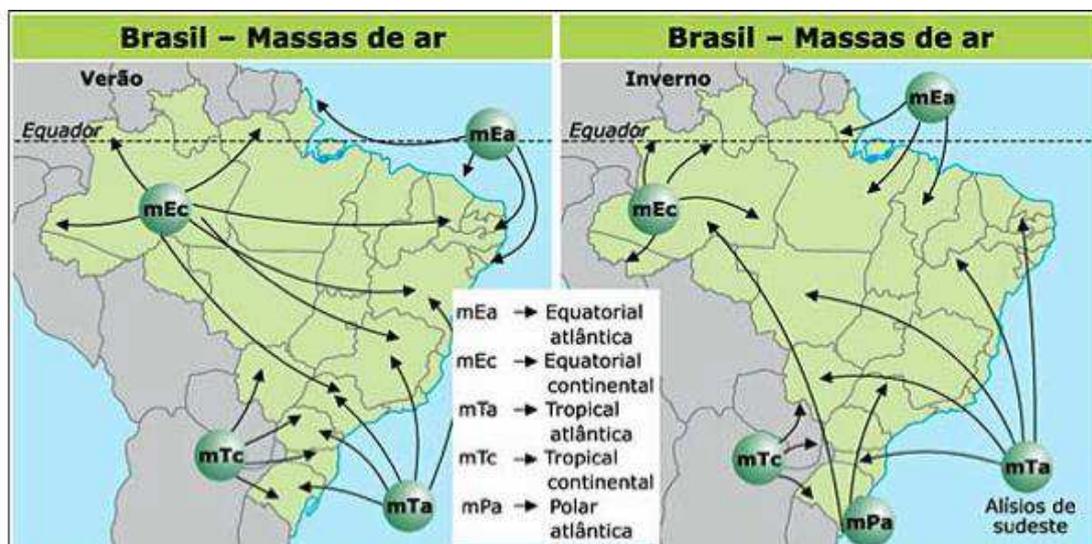
Existem cinco massas de ar que atuam no Brasil: a (mEa: Equatorial atlântica), a (mEc: Equatorial continental), a (mTa: Tropical atlântica), a (mTc: Tropical continental) e a (mPa: Polar atlântica).

As massas de ar mais relevantes para a presente pesquisa, por atuarem no Estado de Mato Grosso, de acordo com Azeredo (sd), são:

- **mEc - Equatorial continental:** de características quente e úmida, tem origem na Amazônia, mais especificamente na região central do Estado do Amazonas. Atua no inverno, principalmente, nos Estados de Amazonas, Acre e Roraima.

- **mTa - Massa Tropical atlântica:** de característica quente e úmida, tem origem no Atlântico Sul. No inverno pode atingir regiões nordeste e centro-oeste.

Na figura 27 é demonstrado como atuam as massas de ar no território brasileiro.



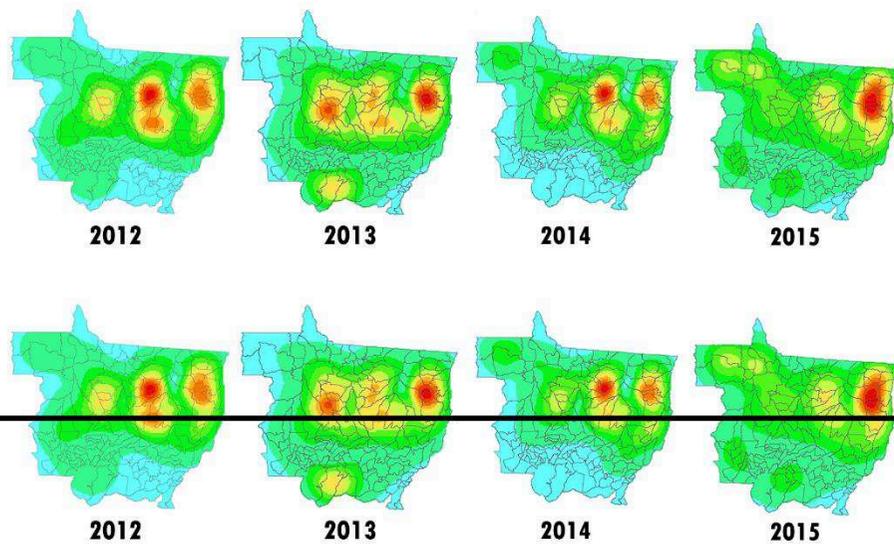
**Figura 27** - Massas de ar que atuam no centro-oeste.

**Fonte:** <http://educacao.globo.com/geografia/assunto/geografia-fisica/massas-de-ar.html>

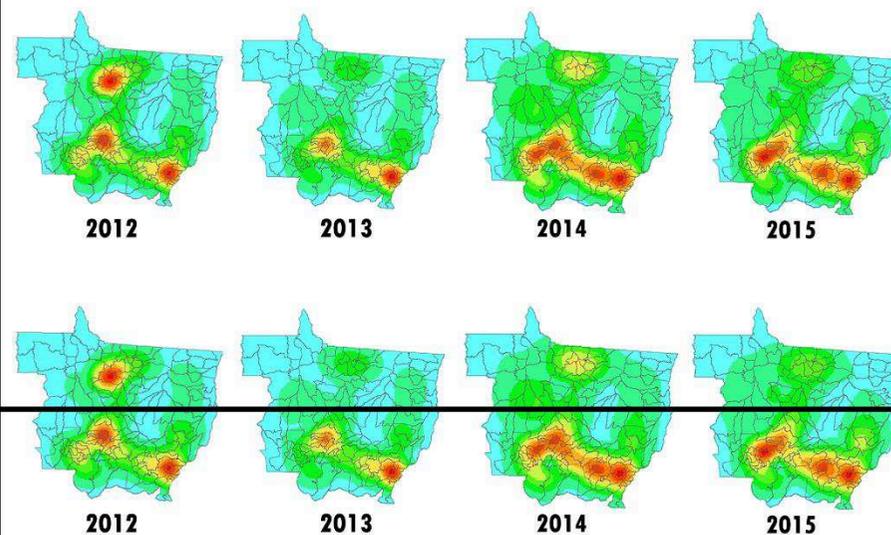
As massas de ar, ou os ventos atmosféricos, podem ser os responsáveis pelo deslocamento da poluição provocada pela queima de biomassa para outras regiões distantes do local de origem. Como é ilustrado na figura 27, se observarmos os mapas

de Kernel gerados das variáveis (queimadas e taxas de internações), é perceptível a ocorrência das queimadas, com maior intensidade na região norte do Estado, e dos maiores casos de taxas de internações, em sua maioria, na região ao sul do Estado.

## QUEIMADAS



## TAXAS DE INTERNAÇÕES



**Figura 28** - Comparativos de queimadas e taxas de internação.  
**Fonte:** O autor

Outro fato similar, envolvendo o deslocamento de poluentes da queima de biomassa como o material particulado PM<sub>2.5</sub>, de acordo com Rodrigues (2016), é que o PM<sub>2.5</sub> está relacionado a mortalidade por doenças cardiovasculares em Cuiabá e Várzea Grande, e seus efeitos podem ser potencializados pelo calor, pela baixa umidade, durante a estação seca.

Desta forma, podemos afirmar que os trabalhos de Freitas (2005), Baars et al., (2011), Da Silva (2013) e Rodrigues (2016) ratificam os resultados obtidos por esta pesquisa, que em relação aos anos de 2012 a 2015 analisados, observou-se que as queimadas atingem substancialmente a região norte do estado de Mato Grosso, pertencente ao conhecido trecho de arco do desmatamento, e para 3 dos 4 anos pesquisados não são as mesmas regiões que mais têm registrado as taxas de internações por doenças cardiovasculares. As DCVs têm acometido, principalmente, as populações ao sul do Estado que acabam recebendo os poluentes das queimadas pelas correntes de ar atmosférico.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As queimadas ou, especificamente, a queima de biomassa, têm sido um problema recorrente no Estado de Mato Grosso, além de contribuir com a perda da biodiversidade que, concomitantemente, tem fortalecido a perda da qualidade do ar, provocado pela fumaça, colaborando, assim, com o surgimento ou agravamento de doenças respiratórias e cardiovasculares.

Diante desse cenário, e de acordo com o proposto neste trabalho, pesquisas foram realizadas de forma a identificar padrões espaciais de focos de queimadas e de taxas de internação por doenças cardiovasculares, em Mato Grosso. Os dados de queimadas foram obtidos por meio do CPTEC/INPE e de internações por doenças cardiovasculares pelo DATASUS. Posteriormente, os dados foram analisados por meio do Sistema de Informação Geográfica – SIG, TerraView 4.2, para identificar uma possível relação entre as duas variáveis nos anos de 2012 a 2015.

Com os resultados obtidos, foi possível notar que se levar em consideração a proporção de queimadas, a região norte de Mato Grosso é a mais afetada, pois dos 141 municípios que compõem o Estado, o destaque fica para os municípios de Colniza, São Félix do Araguaia, Feliz Natal e Gaúcha do Norte, que estão entre as 05 maiores médias dentre todas as cidades que registraram mais focos de queimadas nos quatro anos pesquisados.

Foi constatado, por meio dos mapas temáticos gerados que, com exceção do ano de 2012, a região sudoeste do Estado de Mato Grosso teve uma alta taxa de queimadas, e nos demais anos obtiveram-se registros de insignificantes 11.99 a 3069.20 a médio 3069.20 a 9183.60. Porém, é na região norte do Estado que ocorreram as maiores notificações de queimadas dentre os quatro anos analisados.

Sobre a incidência de doenças cardiovasculares em Mato Grosso, destacam-se os municípios de Água Boa, Cáceres, Torixoréu, São Feliz do Araguaia e Cuiabá, por estarem presentes, entre 5 maiores médias dentre as 141 cidades do Estado, que mais tiveram internações por DCV, durante os quatro anos pesquisados.

Para saber sobre a distribuição espacial de DCV foi necessário realizar um cálculo de proporcionalidade, levando em consideração a quantidade de casos e a população, gerando, assim, as taxas de incidência. Por meio dos mapas temáticos das taxas de internações foi possível observar que entre 2012 e 2015, no Estado de Mato Grosso, com exceção do ano de 2012, todos os outros anos pesquisados

demonstram que são relativamente variadas as regiões que apresentam uma taxa alta 71.90 a 95.87 para muito alto 95.87 a 119.84 de casos notificados.

Mesmo com os resultados já apresentados não foi possível identificar se existe uma correlação entre as queimadas e as notificações de internações por doenças cardiovasculares. Para isso, foi feita a Estatística de Moran Global.

O resultado do Moran Global, apresentado para a variável queimadas dispostas em quantil, possui índices variando de 0.35 e 0.43 com p-valor de 0.01, o que representa, diante disso, que houve autocorrelação espacial entre os municípios com significância estatística, tendo em vista que o p-valor (probabilidade de significância) é relevante quando menor que 0,05.

Ou seja, existe sim uma correlação espacial entre os municípios para os casos de queimadas analisados entre 2012 e 2015, mostrando que os municípios com maiores índices de queimadas tendem a estar cercados por vizinhos na mesma situação, e a região norte do Estado de Mato Grosso é a que mais tem evidenciado superiores casos de queima de biomassa.

O resultado do Moran Global, para as taxas de internações também dispostas em quantil, possui índices bastante variados, sendo de 0,06 a -0,04 e com p-valor também diverso entre 0,04 a 0,53, demonstrando, então, que houve autocorrelação espacial significativa entre os municípios somente no ano de 2012 e nos demais anos pesquisados não.

Como forma de complementar o entendimento e comprovar os resultados, foram elaborados mapas de Kernel que, novamente, demonstraram que para os quatro anos pesquisados, a região norte do Mato Grosso, que contempla, principalmente, o bioma/domínio Amazônia na mesma região do chamado arco do desmatamento, é a área do Estado que mais tem sofrido com as queimadas e as maiores taxas de internações ocorrem na área ao sul do Estado.

Por meio dos mapas de Kernel, que registra em destaque (em forma de calor), é perceptível que não existe correlação entre as mesmas regiões em que ocorrem os maiores índices de queimadas e os municípios que registram as maiores taxas de internações por doenças cardiovasculares entre os anos de 2013 a 2015, já em 2012 teve correlação.

Podemos destacar entre alguns dos municípios com mais notificações de registros de queimadas estão São Feliz do Araguaia, Gaucha do Norte, Conilza e Cocalinho que compõe a região norte e nordeste do estado de Mato Grosso. Já para

as taxas de internações, alguns municípios que destacam-se são Torixoréu, Cuiabá, Cáceres e Guiratinga cidades que estão no sul de MT.

Uma das possibilidades para explicar tal situação poderia ser a de que hospitais da região sul, onde fica a capital do Estado, poderiam receber pacientes vindos das demais regiões. Mas, conforme mapa de distribuição apresentado, existem diversos hospitais regionais e municipais em Mato Grosso que estão localizados na parte do médio a norte do Estado. Ou seja, a incidência de maiores taxas no sul não se deve à falta de atendimento na região norte do Estado, onde têm ocorrido as maiores incidências de queimadas.

Outra hipótese que, de acordo com os resultados, pode explicar o motivo dessa ocorrência em ter as maiores notificações de queimadas no norte do Estado e taxas de internações por doenças cardiovasculares acontecerem com mais intensidade na região sul, é por causas naturais, mais especificamente, pelo deslocamento de ar atmosférico.

A fumaça junto ao material particulado de origem da queima de biomassa pode subir até a troposfera, sofrer a influência de massas de ar, podendo vir a atingir regiões distantes do local de origem.

Por fim, é perceptível que a sociedade, em geral, e os poderes executivo, legislativo e judiciário precisam reunir esforços para punir, conscientizar e dar maior atenção no que se refere às políticas públicas de saúde e ambiental, explorando os recursos de forma consciente para preservar o meio ambiente e a saúde da população.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIRES, Luiz. **Os perigos do material particulado**. Disponível em: <<http://www.ecycle.com.br/component/content/article/35/1379-os-perigos-do-material-particulado.html>>. Acesso em: 16 jul. 2017.
- ANGELO, Carlos. **Amazônia deve ter recorde de queimadas**. Disponível em: <http://www.observatoriodoclima.eco.br/amazonia-deve-ter-recorde-de-queimadas/>. Acesso em: 05 jan. 2017.
- ARBEX, M. A. et al. **Air pollution and the respiratory system**. *Jornal bras. pneumol.* São Paulo, v. 38, n. 5, p. 643-655, out. 2012. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1806-37132012000500015&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-37132012000500015&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em: 30 nov. 2015.
- AZEREDO, Thiago. **Massas de ar**. Disponível em: <<http://educacao.globo.com/geografia/assunto/geografia-fisica/massas-de-ar.html>>. Acesso em: 24 jan. 2017.
- BAARS, H. et al. **Further evidence for significant smoke transport from Africa to Amazonia**. *Geophysical Research Letters*, v. 38, n. 20, p. n/a–n/a, 2011.
- BARCELLOS, Christovam et al. **Mudanças climáticas e ambientais e as doenças infecciosas: cenários e incertezas para o Brasil**. *Epidemiol. Serv. Saúde*, Brasília, v. 18, n. 3, p. 285-304, set. 2009. Disponível em: <[http://scielo.iec.pa.gov.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1679-49742009000300011&lng=pt&nrm=iso](http://scielo.iec.pa.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-49742009000300011&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em: 24 fev. 2017.
- BRAGA, A. et al. **Associação entre poluição atmosférica e doenças respiratórias e cardiovasculares na cidade de Itabira, Minas Gerais- Brasil**. *Cad. Saúde Pública*, v.23, suppl.4, 2007. ISSN 1678-4464. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/csp/v23s4/09.pdf>>. Acesso em: 07 abr. 2016.
- BRAGA, A. et al. **Poluição atmosférica e saúde humana**. *Revista USP*, Brasil, n. 51, p. 58-71, nov. 2001. ISSN 2316-9036. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/revusp/article/view/35099>>. Acesso em: 30 nov. 2015.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Fundação Oswaldo Cruz. **Abordagens espaciais na saúde pública**. Simone M. Santos, Christovam Barcellos. (Orgs.). Brasília: Ministério da Saúde, 2006.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Fundação Oswaldo Cruz. **Introdução à Estatística Espacial para a Saúde Pública**. Simone M. Santos, Wayner V. Souza. (Orgs.). Brasília: Ministério da Saúde, 2007.
- BROOK, Robert D. et al. **Particulate Matter Air Pollution and Cardiovascular Disease: An Update to the Scientific Statement From the American Heart Association**. American Heart Association, Dallas, TX, Set 8, 2014.
- BÜHLER, Helena Ferraz. **Diarreia infantil no Brasil: análise espacial de indicadores integrados de saúde e ambiente**. 2013. 139 p. Dissertação (Mestrado

em Ciências Ambientais). Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Cáceres, 2013.

CALDARARO, N. **Human ecological intervention and the role of forest fires in human ecology**. The Science of the Total Environment, v. 292, p.141-165, 2002. ESRI. ArcGis Version 9.2. Environmental Systems Research Institute, Inc., Redlands, CA. 2008.

CÂMARA, G. et al. Análise espacial de áreas. In: DRUCK, S.; CARVALHO, M. S.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A.V.M. (Eds.). **Análise espacial de dados geográficos**. Brasília, EMBRAPA, 2004. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/cap5-areas.pdf>>. Acesso em: 08 set. 2015.

CARMO, CN. et al. **Associação entre material particulado de queimadas e doenças respiratórias na região sul da Amazônia brasileira**. Rev Panam Salud Publica. 2010, 27(1):10 - 6.

COELHO, F. N. **Memórias cronológicas da capitania de Mato Grosso**. UFMT, 1976.

COSTA, A .M. B.; SILVA, F. M.; GOMES, C., CUELLAR, M. Z.; ALMEIDA, S. A. S.; AMORIN, R. F.; CARVALHO, M. J. M. **Comportamento espacial do índice de desenvolvimento humano no Rio Grande do Norte com o uso do programa TerraView (desenvolvido pelo INPE)**. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, INPE, p. 5159-5166, 2007.

DA SILVA, Ageo Mário Candido. **Quantificação dos efeitos na saúde da exposição à queima de biomassa: uma contribuição ao entendimento dos efeitos da exposição ao material particulado (PM2.5) em grupos populacionais sensíveis na Amazônia Legal**. Tese (Doutorado em Ciências na área de Saúde Pública e Meio Ambiente - Fundação Oswaldo Cruz). Rio de Janeiro, s.n., 2010.

DA SILVA, A. M. ; MATTOS, I. E. ; IGNOTTI, E. ; HACON, S. D. S. **Material particulado originário de queimadas e doenças respiratórias**. Rev Saúde Pública, 2013; 47(2):345-52.

DRUCK, S.; Carvalho, M. S.; Câmara, G.; Monteiro, A.V. M. (Eds). **Análise espacial de dados geográficos**. Brasília, EMBRAPA, 2004. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/>>. Acesso em: 10 maio 2016.

EL MACHKOURI, Mohamed. **Asymptotic normality of the Parzen-Rosenblatt density estimator for strongly mixing random fields**. 2010. Disponível em: <<https://arxiv.org/pdf/1008.1342.pdf>>. Acesso em: 17 jul. 2017

FANAIA, Paulo. **Geografia de Mato Grosso**. Disponível em: <<https://pt.slideshare.net/benjoinohistoria/geografia-de-mato-grosso-reviso-geral>>. Acesso em: 17 jul. 2017.

FREITAS, Saulo R.; LONGO, Karla M.; DIAS, M. A. F. Silva; DIAS, P. L. Silva. **Emissões de queimadas em ecossistemas da América do Sul**. Estud. av. [online]. 2005, v.19, n. 53, pp.167-185.

GOUVEIA, N. et al. **Hospitalizações por causas respiratórias e cardiovasculares associadas à contaminação atmosférica no Município de São Paulo, Brasil**. Cad. Saúde Pública. 2006, v.22, n.12, pp.2669-2677. ISSN 1678-4464. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/csp/v22n12/15.pdf>> Acesso em: 07 abr. 2016.

IGNOTTI, Eliane et al. **Air pollution and hospital admissions for respiratory diseases in the subequatorial Amazon: a time series approach**. Cad. Saúde Pública [online]. 2010, v. 26, n. 4, pp. 747-761.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Portal do Monitoramento de Queimadas e Incêndios**, 2012. Disponível em: <<http://www.inpe.br/queimadas>>. Acesso em: 30/08/2016

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo 2010**. Disponível em: <[www.censo2010.ibge.gov.br/dados\\_divulgados/index.php](http://www.censo2010.ibge.gov.br/dados_divulgados/index.php)>. Acesso em: 27 ago. 2016.

KLOSTERMANN, Gabriel Sartori; RIBEIRO JUNIOR, Paulo Justiniano. **Índice de Moran para verificação de dependência espacial com aplicação ao IDH dos municípios paranaenses**. Disponível em: <<http://www.pet.est.ufpr.br/apresen/GabrielPoster.pdf>>. Acesso em: 21 jul. 2017.

LORENA, R. L.; BERGAMASCHI, R. B.; LEITE, G. R. **Análise exploratória espacial do índice de desenvolvimento humano municipal do estado do Espírito Santo**. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, 2011. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2011/files/p0847.pdf>. Acesso do em: 21 nov. 2016.

LANGRISH, J. P. **Cardiovascular effects of particulate air pollution exposure: time course and underlying mechanisms**. Journal of Internal Medicine, v. 272., ago. 2012.

LIU, Ling et al. **Effects of indoor, outdoor, and personal exposure to particulate air pollution on cardiovascular physiology na systemic mediators in seniors**. Environ Med. v. 51, n. 9, p. 1088-1098, set. 2009.

LONGLEY, Paul A. et al. **Sistemas e ciências da informação geográfica**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

LONGO, K. M. **Queima de biomassa na Amazônia: emissões, transporte de fumaça em longa distância e seus impactos regionais e remotos**. American Geophysical Union, Washington, D.C., USA, 2010. Disponível em: <[https://daac.ornl.gov/LBA/lbaconferencia/amazonia\\_global\\_change/13\\_Queima\\_Biomassa\\_Longo.pdf](https://daac.ornl.gov/LBA/lbaconferencia/amazonia_global_change/13_Queima_Biomassa_Longo.pdf)>. Acesso em: 16 jul. 2017

MANDAL, Ananya. **Que é doença cardiovascular?** 2013. Disponível em: <[http://www.news-medical.net/health/What-is-Cardiovascular-Disease-\(Portuguese\).aspx](http://www.news-medical.net/health/What-is-Cardiovascular-Disease-(Portuguese).aspx)> Acesso em: 06/04/2016

MELO, Emiliana Cristina; MATHIAS, Thais Aidar de Freitas. **Distribuição e autocorrelação espacial de indicadores da saúde da mulher e da criança, no Estado do Paraná, Brasil.** Rev. Latino-Am. 18(6): nov-dez 2010.

NASCIMENTO, L. F. C.; PEREIRA, L. A. A.; BRAGA, A. L. F.; MODOLO, M. C. C.; CARVALHO JR, J. A. **Efeitos da poluição atmosférica na saúde infantil em São José dos Campos: SP.** Ver. Saúde Pública, 2006; 40(1):77-82

NASCIMENTO, Luiz Fernando Costa; MOREIRA, Douglas A. **Are environmental pollutants risk factors for low birth weight?** Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 25(8),1791-1796, ago. 2009

NASCIMENTO L.F.; de MEDEIROS A.P. **Admissions due to pneumonia and biomass burning: a spatial approach.** J Pediatr (RJ). 2012; 88(2):177-83.

NASCIMENTO, Luiz Fernando Costa. **Air pollution and cardiovascular hospital admissions in a medium-sized city in São Paulo State, Brazil.** Brazilian Journal of Medical and Biological Research (2011) 44: 720-724

NASCIMENTO, L. F. C.; FRANCISCO, J. B.; PATTO, M. B. R.; ANTUNES, Angélica M. **Environmental pollutants and stroke-related hospital admissions.** Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 28(7):1319-1324, jul. 2012.

NASCIMENTO, L. F. C; COSTA, T. M.; ZÖLLNER, M. S. A. da C. **Distribuição espacial dos recém-nascidos com baixo peso em Taubaté, São Paulo.** Rev Paul Pediatr, 2013; 31(4):466-72.

NASCIMENTO, L. F. C.; FRANCISCO, J. B. **Particulate matter and hospital admission due to arterial hypertension in a medium-sized Brazilian city.** Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 29(8):1565-1571, ago. 2013.

NASCIMENTO, L. F. C. ; RIZOL, P. M. S. R.; PENELUPPI, A. P. **Estimating the average length of hospitalization due to pneumonia: a fuzzy approach.** Brazilian Journal of Medical and Biological Research, (2014) 47(11): 977-981.

NASCIMENTO, L. F. C. ; VIEIRA, L. C. P. F.; MANTOVANI, K. C. C.; MOREIRA, D. S. **Poluição do ar e doenças respiratórias: estudo ecológico de série temporal .** Sao Paulo Med J. 2016; 134(4):315-21

PAIVA, S. L. P.; NEVES, S. M. A. S.; MUNIZ, C. C.; NEVES, R. J. **Análise de ocorrência de queimadas em unidades geomorfológicas na bacia amazônica, contida na região sudoeste mato-grossense.** Revista Bionorte. V.10, n.1, p. 95-100, 2014. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufam.edu.br/revista-geonorte/article/view/1660>>. Acesso em: 01 fev. 2017.

PARZEN, Emanuel. **On estimation of a probability density function and mode.** Ann. Math. Statist. 33 (1962), n. 3, 1065 -1076. Disponível em: <<http://projecteuclid.org/euclid.aoms/1177704472>>. Acesso em: 21 jul. 2017.

OLIVEIRA, Beatriz Fátima Alves de. et al. **A curated review of recent literature of biomarkers used for assessing air Ppllution exposures and effects in Humans.** Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B, 17: 369–410, 2014.

OLIVEIRA, Beatriz Fátima Alves de. et al. **A systematic review of the physical and chemical characteristics of pollutants from biomass burning and combustion of fossil fuels and health effects in Brazil.** Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 27(9):1678-1698, set. 2011.

RODRIGUES, Poliany Cristiny de Oliveira. **Mortalidade por doenças cardiovasculares associadas ao PM e suas interações com parâmetros meteorológicos e socioeconômicos na Região Centro-Oeste.** Tese (Doutorado em Ciências, na Área de Saúde Coletiva - Fundação Oswaldo Cruz), 2016.

ROSENBLATT, Murray. **Remarks on some nonparametric estimates of a density function.** Ann. Math. Statist. 27 (1956), n. 3, 832 -837. Disponível em: <<http://projecteuclid.org/euclid.aoms/1177728190>>. Acesso em: 21 jul. 2017.

SILVA FONTES, C. N. C. **Relatório de qualidade do ar na região metropolitana de Curitiba no ano de 2001.** Revista Saneamento Ambiental n. 24b. Disponível em: <[http://ambientes.ambientebrasil.com.br/urbano/artigos\\_urbano/qualidade\\_do\\_ar.html](http://ambientes.ambientebrasil.com.br/urbano/artigos_urbano/qualidade_do_ar.html)> Acesso em: 30 nov. 2015.

SIQUEIRA, E. M. **História de Mato Grosso**, Mato Grosso, 2002.

SOUZA, A. P. et al. **Classificação climática e balanço hídrico climatológico no estado de Mato Grosso.** Nativa. Sinop, v. 01, n. 01, p. 34-43, out./dez., 2013.

VICENTE DE ASSIS, Fellipe Ragner. et al. **Uso de geotecnologias na locação espacial de torres para detecção de incêndios florestais no Semiárido Nordeste.** FLORESTA, Curitiba, PR, v. 44, n. 1, p. 133 - 142, jan. / mar. 2014. Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/32618>>. Acesso em: 01 fev. 2017.