

UNESP
FACULDADE DE ENGENHARIA DO CAMPUS DE GUARATINGUETÁ

GUARATINGUETÁ

2012

PAULA ADRIANA SOARES

**QUEIMA DE BIOMASSA NA REGIÃO AMAZÔNICA E SEUS EFEITOS
SOBRE A SAÚDE. UMA ABORDAGEM ESPACIAL.**

Tese apresentada à Faculdade de
Engenharia do Campus de
Guaratinguetá, Universidade
Estadual Paulista, para a obtenção do
título de Doutor em Engenharia
Mecânica na área de Projetos.

Orientador: Prof. Dr Luiz Fernando da Costa Nascimento

Guaratinguetá
2012

PAULA ADRIANA SOARES

ESTA TESE FOI JULGADA ADEQUADA PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE
"DOUTOR EM ENGENHARIA MECÂNICA"

PROGRAMA: ENGENHARIA MECÂNICA
ÁREA: PROJETOS

APROVADA EM SUA FORMA FINAL PELO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO

Prof. Dr. José Antônio Perrella Balestieri
Coordenador

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. LUIZ FERNANDO COSTA NASCIMENTO
Orientador / UNESP-FEG

Prof. Dr. JOÃO ANDRADE DE CARVALHO JUNIOR
UNESP-FEG

Prof. Dr. LUIZ ROBERTO CARROCCI
UNESP-FEG

Prof. Dr. TURÍBIO GOMES SOARES NETO
INPE

Prof^a. Dr^a. ANDREA PAULA PENELUPPI DE MEDEIROS
UNITAU

Agosto de 2012

S676q	Soares, Paula Adriana Queima de biomassa na região amazônica e seus efeitos sobre a saúde: uma abordagem espacial / Paula Adriana Soares. - Guaratinguetá : [s.n.], 2012 159 f.: il. Bibliografia: f. 133-159 Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2012 Orientador: Prof. Dr. Luiz Fernando da Costa Nascimento 1. Infarto do miocárdio 2. Pneumonia 3. Queimada I. Título CDU 616.127-005.8
-------	--

DADOS CURRICULARES

PAULA ADRIANA SOARES

NASCIMENTO	01.05.1970 – Guaratinguetá / SP
FILIAÇÃO	Nelson Soares Licínia de Oliveira Leite Soares
1990/1995	Curso de Graduação Licenciatura em Física, na UNESP – FEG – Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá.
2006/2008	Curso de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, nível de Mestrado, na UNESP- FEG – Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá.
2012	Curso de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, nível de Doutorado na UNESP- FEG – Universidade Estadual Paulista - Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá.

De modo especial, à minha filha Maria Luísa e aos meus pais.

AGRADECIMENTOS

A Deus que proporcionou - me nessa existência a oportunidade de crescimento por meio do estudo, do trabalho, da família e dos amigos.

Ao Departamento de Mecânica da UNESP – FEG, pelo apoio e incentivo; especialmente ao meu orientador *Prof. Dr. Luiz Fernando da Costa Nascimento*, pela oportunidade de trabalho.

Ao professor *Dr. João Andrade de Carvalho Júnior*, pela atenção e contribuição significativa.

À desenhista gráfica da FEG/UNESP *Lúcia Helena de Paula Coelho*, pela atenção e auxílio prestados e a secretária do Departamento de Mecânica, e aos demais pela convivência significativa.

Aos funcionários da Seção de Pós-Graduação da FEG/UNESP, pela dedicação e presteza no atendimento e aos funcionários da Biblioteca da FEG/UNESP, em especial a *Rosana Maria Pereira Maciel* pela cooperação.

À professora de Língua Portuguesa *Maria de Glória F. Freitas* e ao Professor de Língua Inglesa *Rita de Cassia*, pela atenção, paciência e consultoria.

Aos componentes da banca professora *Dr. Andrea Paula Peneluppi de Medeiros*, professor *Dr. Turíbio Gomes Soares Neto* e ao professor *Dr. Luiz Roberto Carroci* pelas contribuições significativas.

À equipe do *Projeto Academia de Ciência* e em especial a *Maísa Helena Soares* pelo apoio.

À *Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de São Paulo (FAPESP)* pelo apoio.

“Se as coisas são inatingíveis... ora!
Não é motivo para não querê-las...”

Mario Quintana

SOARES, P. A; **Queima de biomassa na região amazônica e seus efeitos sobre a saúde**. Uma abordagem espacial. 2012. 159 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2012.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi identificar padrões espaciais entre o número de focos de queimadas e as taxas de internação por infarto agudo do miocárdio, outras doenças isquêmicas do coração e doenças respiratórias na faixa etária menor que 1 ano, 1 a 4 anos, 5 a 9 anos, 10 a 14 anos e acima de 50 anos, nas 22 microrregiões do estado Mato Grosso no período de 2008-2009.

Foi realizado um estudo ecológico e exploratório, os dados do número de focos de queimadas foram obtidos por meio do INPE e o número de internações obtidas no portal DATASUS. Foram criadas taxas de internação, construídos mapas temáticos e obtidos os índices de Moran global, Boxmap e estimador de Kernel para as taxas de internação e focos de queimada. Os dados foram analisados pelo programa TerraView 4.0.0.

Os resultados foram 2602 internações por infarto agudo do miocárdio e doença isquêmica do coração (variando de 11 a 1022), 39.911 internações por doença respiratória (variando de 197 a 7171) e 145.848 focos de queimadas (variando de 673 a 22.115).

A taxa média de internação por 100.000 habitantes foi de 72,80 [desvio padrão = 20,14] para infarto agudo do miocárdio e doença isquêmica do coração e 1961,88[desvio padrão = 1624,07] para a doença respiratória, o número médio de focos de queimadas foi de 6629,45[desvio padrão = 5723,06].

O índice de Moran global para a taxa bayseana de internação para infarto agudo do miocárdio e doença isquêmica coração foi de 0,02 ($p = 0,43$), e de -0,19 ($p = 0,09$) para doença respiratória, e de 0,14 ($p=0,13$) para focos de queimadas. Foi possível identificar três microrregiões com elevadas taxas de internação por infarto agudo do miocárdio e doença isquêmica, quatro microrregiões para doença respiratória e

identificar regiões com altas densidades de internação. Ficou evidente um adensamento de focos de queimadas no chamado arco de desmatamento.

Este estudo permitiu identificar microrregiões que necessitam de intervenção para diminuir as taxas de internação e focos de queimada no estado do Mato Grosso.

PALAVRAS-CHAVE: Infarto Agudo do Miocárdio. Doença Isquêmica do Coração. Pneumonia. Focos de Queimadas. Estudos Ecológicos. Sistema de Informações.

SOARES, P. A; **Biomass burning in the Amazon region and its effects on health. A spatial approach**, 2012. 159 f. Thesis (Doctorate in Mechanical Engineering) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2012.

ABSTRACT

The objective of this study was to identify spatial patterns between the number of spot fires and rates of hospitalization for acute myocardial infarction, other ischemic heart diseases and respiratory diseases in the age group less than 1 year, 1-4 years, 5-9 years, 10 to 14 years and older than 50 years, the 22 micro-regions of the state of Mato Grosso in the period 2008-2009.

We conducted an ecological and exploratory study. Data on the number of spot fires were obtained using the INPE and the number of admissions was obtained from the portal DATASUS.

Hospitalization rates were established, thematic maps were constructed and the rates of hospitalization and spot fires obtained from global Moran, and Boxmap Kernel estimator. Data were analyzed by TerraView 4.0.0.

The results were 2602 admissions for acute myocardial infarction and ischemic heart disease (ranging from 11 to 1022), 39,911 hospitalizations for respiratory disease (ranging from 197 to 7171) and areas of burning 145,848 (ranging from 673 to 22,115).

The average rate of hospitalization per 100.000 population was 72.80 [SD = 20.14] for myocardial infarction and ischemic heart disease and 1961.88 [SD = 1624.07] for respiratory disease, the average number of spot fires was 6629.45 [SD = 5723.06].

Moran's index Bayesian overall rate of hospitalization for acute myocardial infarction and ischemic heart disease was 0.02 ($p = 0.43$) and -0.19 ($p = 0.09$) for respiratory disease, and 0.14 ($p = 0.13$) for fire outbreaks.

It was possible to identify three micro-regions with high rates of hospitalization for acute myocardial infarction and ischemic heart disease, four micro-regions for respiratory disease and to identify areas with high densities of hospitalization.

It was evidently an increased density of the spot fires in the so-called arc of deforestation.

This study identified micro regions requiring intervention to decrease rates of hospitalization and spot fires in the state of Mato Grosso.

KEYWORDS: Acute Myocardial Infarction. Ischemic Heart Disease. Pneumonia. Spot Fires. Ecological Studies. Information System.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	- Atlas das Queimadas detectadas no mês de setembro de 2011 distribuídos nos continentes	27
FIGURA 2	- Atlas das Queimadas detectadas no mês de abril de 2011 distribuídos nos continentes	28
FIGURA 3	- Mapa dos focos de queimadas nos Estados Unidos no período de março a outubro de 2010.....	28
FIGURA 4	- Mapa da distribuição das florestas tropicais	29
FIGURA 5	- Mapa dos focos de queimadas no continente Africano, período de maio a outubro de 2010.....	29
FIGURA 6	- Mapa dos focos de queimadas na América do Sul, período de maio a outubro de 2010.....	30
FIGURA 7	- Área descrita como “Arco do Desmatamento” da Amazônia legal e a localização do Estado de Mato Grosso na América do Sul.....	31
FIGURA 8	- Mapa focos de queimadas no Brasil, período de maio a outubro de 2010.....	32
FIGURA 9	- Mapa focos de queimadas no Brasil- Arco do desmatamento, período de maio a outubro de 2010.....	32
FIGURA 10	- Área de floresta no noroeste do Mato-Grosso degradada pela queimada	33
FIGURA 11	- Principais mecanismos de distribuição de emissões de queimadas na atmosfera	37
FIGURA 12	- Imagem do satélite GOES-8 no canal visível do dia 29 de agosto de 1995 às 11h45min UTC	38
FIGURA 13	- Amostra da pluma de corte próxima a Marabá (Pará) visto do nordeste	38
FIGURA 14	- Simulação gráfica do transporte de fumaça emitida por queimadas....	39
FIGURA 15	- Possíveis mecanismos envolvidos nos eventos cardiovasculares agudos e crônicos	52

FIGURA 16 - Mapa do número de focos de calor na América do Sul e Brasil	55
FIGURA 17 - Arquitetura do Sistema de Informação Geográfica.....	59
FIGURA 18 - Distribuição de casos de mortalidade por causas externas em Porto Alegre em 1996	62
FIGURA 19 - Distribuição de perfis e amostras de solo em Santa Catarina	63
FIGURA 20 - Mapa da distribuição espacial dos óbitos neonatais precoces de acordo com índice de Moran local, segundo a significância-estatística (p).....	64
FIGURA 21 - Área e matriz de proximidade espacial	65
FIGURA 22 - Diagrama de espalhamento de Moran	71
FIGURA 23 - Mapa do estado Mato Grosso por microrregiões	75
FIGURA 24 - Mapa do estado do Mato Grosso.....	75
FIGURA 25 - Janela de visualização, site monitoramento de queimadas considerando parâmetros meteorológicos	78
FIGURA 26 - Janela de visualização, site de monitoramento de queimadas sem parâmetros meteorológicos.....	78
FIGURA 27 - Site Informações de saúde, DATASUS	79
FIGURA 28 - Site Informações de saúde, DATASUS	80
FIGURA 29 - Janela do programa TERRAVIEW	82
FIGURA 30 - Distribuição do número de FQ agrupados por mês ocorridos nas microrregiões MT, 2008 - 2009	84
FIGURA 31 - Distribuição espacial do número de FQ anual nas microrregiões MT, 2008-2009.....	87
FIGURA 32 - Distribuição espacial do número de FQ na estação seca nas microrregiões MT, 2008-2009	87
FIGURA 33 - Distribuição espacial do número FQ na estação chuvosa nas microrregiões MT, 2008-2009	88
FIGURA 34 - Mapa temático com validade do estimador Kernel relativo ao número de FQ anual nas microrregiões MT, 2008-2009	89
FIGURA 35 - Mapa temático com validade do estimador Kernel relativo ao número de FQ na estação seca nas microrregiões MT, 2008- 2009.....	89

FIGURA 36 - Mapa temático com validade do estimador Kernel relativo ao número de FQ na estação chuvosa nas microrregiões MT, 2008-2009	90
FIGURA 37 - Boxmap do número de FQ anual nas microrregiões MT, 2008-2009....	91
FIGURA 38 - Boxmap do número de FQ estação seca nas microrregiões MT, 2008-2009.....	92
FIGURA 39 - Boxmap do número de FQ estação chuvosa nas microrregiões MT, 2008-2009	92
FIGURA 40 - Distribuição do número de internações por IAM /DIC por mês nas microrregiões MT, 2008 -2009	93
FIGURA 41 - Distribuição espacial da taxa de internação anual (a) e bayseana (b) por IAM/DIC nas microrregiões MT, 2008-2009	97
FIGURA 42 - Distribuição espacial da taxa de internação na estação seca (a) e bayseana (b) por IAM / DIC nas microrregiões MT, 2008-2009	98
FIGURA 43 - Distribuição espacial da taxa de internação na estação chuvosa (a) e bayseana (b) por IAM / DIC nas microrregiões MT, 2008-2009	98
FIGURA 44 - Lisamap da taxa bayseana de internação anual por IAM/ DIC nas microrregiões MT, 2008-2009	99
FIGURA 45 - Lisamap da taxa bayseana de internação na estação seca por IAM / DIC, nas microrregiões MT, 2008-2009	99
FIGURA 46 - Lisamap da taxa bayseana de internação na estação chuvosa por IAM/ DIC, nas microrregiões MT, 2008-2009	99
FIGURA 47 - Boxmap da taxa bayseana de internação anual por IAM / DIC, nas microrregiões MT, 2008-2009	100
FIGURA 48 - Boxmap da taxa bayseana de internação na estação seca por IAM / DIC, nas microrregiões MT, 2008-2009	100
FIGURA 49 - Boxmap da taxa bayseana de internação na estação chuvosa por IAM e/DIC, nas microrregiões MT, 2008-2009	101
FIGURA 50 - Mapa temático com validade do estimador de Kernel da taxa bayseana anual de internação por IAM/DIC nas microrregiões MT, 2008-2009	101

FIGURA 51 - Mapa temático com validade do estimador de Kernel da taxa bayseana na estação seca de internação por IAM/DIC nas microrregiões MT, 2008-2009	102
FIGURA 52 - Mapa temático com validade do estimador de Kernel da taxa bayseana na estação chuvosa de internação por IAM/DIC nas microrregiões MT, 2008-2009	102
FIGURA 53 - Distribuições do número de FQ e de internações por IAM/DIC por mês nas microrregiões MT, 2008-2009.....	104
FIGURA 54 - Distribuição espacial anual do número de FQ (a) e da taxa bayseana de internação por IAM /DIC (b) nas microrregiões MT, 2008-2009.....	108
FIGURA 55 - Distribuição espacial na estação seca do número de FQ (a) e da taxa bayseana de internação por IAM /DIC (b) nas microrregiões MT, 2008-2009.....	108
FIGURA 56 - Distribuição espacial na estação chuvosa do número de FQ (a) e da taxa bayseana de internação por IAM /DIC (b) nas microrregiões MT, 2008-2009.....	108
FIGURA 57 - Mapa temático com validade do estimador de Kernel anual do número de FQ (a) e da taxa bayseana de internação por IAM/DIC (b) nas microrregiões MT, 2008-2009	110
FIGURA 58 - Mapa temático com validade do estimador de Kernel na estação seca do número de FQ (a) e da taxa bayseana de internação por IAM/DIC (b) nas microrregiões MT, 2008-2009	110
FIGURA 59 - Mapa temático com validade do estimador de Kernel na estação chuvosa do número de FQ (a) e da taxa bayseana de internação por IAM/DIC (a) nas microrregiões MT, 2008-2009.....	111
FIGURA 60 - Distribuição do número de internações por DR por mês nas microrregiões MT, 2008-2009	112
FIGURA 61 - Distribuição espacial da taxa anual (a) e bayseana (b) de internação por DR nas microrregiões MT, 2008-2009	116
FIGURA 62 - Distribuição espacial da taxa na estação seca (a) e bayseana (b) de internação por DR nas microrregiões MT, 2008-2009	116

FIGURA 63 - Distribuição espacial da taxa na estação chuvosa (a) e bayseana (b) de internação por DR nas microrregiões MT, 2008-2009.....	117
FIGURA 64 - Lisamap da taxa bayseana anual de internação por DR, nas microrregiões MT, 2008-2009	117
FIGURA 65 - Lisamap da taxa bayseana na estação seca de internação por DR, nas microrregiões MT, 2008-2009	118
FIGURA 66 - Lisamap da taxa bayseana na estação chuvosa de internação por DR, nas microrregiões MT, 2008-2009	118
FIGURA 67 - Boxmap da taxa bayseana anual de internação por DR nas microrregiões MT, 2008-2009	119
FIGURA 68 - Boxmap da taxa bayseana na estação seca de internação por DR nas microrregiões MT, 2008-2009	119
FIGURA 69 - Boxmap da taxa bayseana na estação chuvosa de internação por DR nas microrregiões MT, 2008-2009	120
FIGURA 70 - Mapa temático com validade do estimador de Kernel da taxa anual bayseana de internação por DR nas microrregiões MT, 2008-2009.....	121
FIGURA 71 - Mapa temático com validade do estimador de Kernel da taxa bayseana na estação seca de internação por DR nas microrregiões MT, 2008-2009.....	121
FIGURA 72 - Mapa temático com validade do estimador de Kernel da taxa bayseana na estação chuvosa de internação por DR nas microrregiões MT, 2008-2009.....	122
FIGURA 73 - Distribuições do número de FQ e internação por DR por mês nas microrregiões MT, 2008-2009	124
FIGURA 74 - Distribuição espacial anual do número de FQ (a) e da taxa bayseana internação por DR (b) nas microrregiões MT, 2008-2009.....	126
FIGURA 75 - Distribuição espacial na estação seca do número de FQ (a) e da taxa bayseana internação por DR (b) nas microrregiões MT, 2008-2009	126
FIGURA 76 - Distribuição espacial na estação chuvosa do número de FQ (a) e da taxa bayseana internação por DR (b) nas microrregiões MT, 2008-2009.....	127

FIGURA 77 - Mapa temático com validade do estimador de Kernel anual do número de FQ (a) e da taxa bayseana de internação por IAM/DIC (b) nas microrregiões MT, 2008-2009	128
FIGURA 78 - Mapa temático com validade do estimador de Kernel na estação seca do número de FQ (a) e da taxa bayseana de internação por DR (b) nas microrregiões MT, 2008-2009	128
FIGURA 79 - Mapa temático com validade do estimador de Kernel na estação chuvosa do número de FQ (a) e da taxa bayseana de internação por DR (b) nas microrregiões MT, 2008-2009	129

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	- Principais produtos emitidos nos diferentes estágios de combustão de biomassa	40
TABELA 2	- Principais produtos provenientes da combustão de biomassa	41
TABELA 3	- Padrões nacionais de qualidade do ar-Resolução do Consumo de 28/06/1990.....	45
TABELA 4	- Poluição do ar e efeitos respiratórios: evidências atuais.....	49
TABELA 5	- Poluição do ar e efeitos cardiovasculares: evidências atuais	50
TABELA 6	- População residente por microrregião – MT.....	74
TABELA 7	- Número de focos de queimadas por mês nas microrregiões MT, 2008-2009.....	85
TABELA 8	- Estatísticas do número de focos de queimadas nas microrregiões MT, 2008-2009.....	85
TABELA 9	- Índice de Moran (I_M) e significância (p) do número de focos de queimadas nas microrregiões MT, 2008-2009.....	86
TABELA 10	- Dados relativos à morbidade por doenças do aparelho circulatório, infarto agudo do miocárdio e outras doenças isquêmicas do coração por microrregiões MT, 2008-2009	94
TABELA 11	- Valores referentes ao número de internações e taxas (com e sem estimativas Bayseana) por infarto agudo do miocárdio e doenças isquêmicas do coração por microrregião MT, 2008-2009	95
TABELA 12	- Valores referentes ao I_M e p aplicado as taxas (com e sem estimativas Bayseana) por infarto agudo do miocárdio e doenças isquêmicas do coração por microrregião MT, 2008-2009	95
TABELA 13	- Dados relativos ao número de focos de queimadas e taxas de internação Bayseana por IAM/DIC e DR distribuídos por mês nas microrregiões MT, 2008-2009	104
TABELA 14	- Dados relativos ao número de focos de queimadas e taxas de internação bayseana por IAM/DIC (anual, estação seca e chuvosa) nas microrregiões do Mato Grosso, 2008-2009	105

TABELA 15	- Dados relativos à internação por doenças do aparelho respiratório, por microrregião do estado Mato Grosso, 2008-2009	113
TABELA 16	- Valores referentes ao número e taxas de internações (com e sem estimativas Bayseana) por DR nas microrregiões MT, 2008-2009	114
TABELA 17	- Valores referentes ao I_M e p aplicada as taxas de internação (com e sem estimativas Bayseana) por DR nas microrregiões MT, 2008-2009.....	114
TABELA 18	- Dados relativos ao número de FQ e taxas de internação bayseana por DR (anual, estação seca e chuvosa) nas microrregiões do Mato Grosso, 2008-2009	123
TABELA 19	- Dados relativos ao número de FQ e taxas de internação bayseana por DR distribuídos por mês nas microrregiões MT, 2008-2009	124

LISTAS DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AEDE	-	Análise Exploratória de Dados Espaciais
APHEA	-	Air Pollution and Health European Approach
ATSR	-	Along Track Scanning Radiometer
AVRR	-	Advanced Very High Resolution Radiometer
CAD	-	Computer Aided Design
COV	-	Compostos orgânicos voláteis
CVF	-	Capacidade Vital Forçada
d	-	Distância
DEM	-	Diagrama de Espalhamento de Moran
DIC	-	Doenças isquêmicas do Coração
DPI	-	Divisão de Processamento de Imagens
DR	-	Doenças respiratórias
DPOC	-	Doenças Pulmonar Obstrutiva Crônica
EUA	-	Estados Unidos da América
ESA	-	European Space Agency
EK	-	Estimador Kernel
FC	-	Frequência Cardíaca
FQ	-	Focos de Queimadas
IBAMA	-	Instituto Brasileiro de Meio Ambiente
IBGE	-	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	-	Índice de Desenvolvimento Humano
I_M	-	Índice de Moran
IAM	-	Infarto Agudo do Miocárdio
INPE	-	Instituto de Pesquisas Espaciais
LPAE	-	Laboratório de Poluição Experimental
LISA	-	Indicador Moran Local
M	-	Média
MAA	-	Média aritmética anual

M1h	-	Maior média diária 1 h
M8h	-	Média diária 8 h
MP	-	Material Particulado
MT	-	Mato-Grosso
MODIS	-	Moderate Resolutino Imaging Radiometer
NMA	-	Núcleo Monitoramento Ambiental
OMS	-	Organização Mundial de Saúde
p	-	Probabilidade
PAS	-	Pressão Arterial sistêmica
PIB	-	Produto Interno Bruto
PUF	-	Partículas ultrafinas
ppm	-	Partes por milhão
SNA	-	Sistema Nervoso Autônomo
SGBD		Sistema de Gereenciamentp de Banco de Dados
SIG	-	Sistema de Informações Geográfica
SNS	-	Sistema Nervoso Simpático
SNPS	-	Sistema Nervoso Parassimpático
SP	-	São Paulo
SUS	-	Sistema Único de Saúde
VAS	-	Visible Infraed Spin Can Radiometer Atmosfheric Sounder
VEF1	-	Volume Expiratório Forçado 1
VFC	-	Variabilidade da Frequência Cardíaca

LISTAS DE SÍMBOLOS

C/ano	Carbono por ano
cm	Centímetros
EJ	Exa Joule
g	Gasoso
g/m ³	Massa específica
Hab/Km ²	Habitante por quilômetro quadrados
HC	Hidrocarbonetos
K	Kelvin
Km	Quilômetros
Km ²	Quilômetros quadrados
m/h	Velocidade
mm	Milímetros
Mtep	Mega tonelada equivalente de petróleo
PAN	Peroxiacil Nitratos
ppm	Parte por milhão
t	Toneladas
Tg	Tera grama
tha ⁻¹	Tonelada por hectares
µg / m ³	Massa Específica

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	24
2	QUEIMADAS E INCÊNDIOS FLORESTAIS E IMPACTOS AMBIENTAIS	27
3	COMBUSTÃO DE BIOMASSA	34
4	EMISSIONES ATMOSFÉRICAS POR QUEIMA DE BIOMASSA E OS EFEITOS NA SAÚDE	40
4.1	PADRÃO DE QUALIDADE DO AR	41
4.2	ASSOCIAÇÃO ENTRE EMISSIONES ATMOSFÉRICAS POR QUEIMA DE BIOMASSA FLORESTAL E DOENÇA RESPIRATÓRIA E ISQUÊMICA DO CORAÇÃO	47
5	MONITORAMENTO DOS FOCOS DE CALOR.....	53
5.1	GEOPROCESSAMENTO	55
5.2	SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG)	57
5.3	SENSORIAMENTO REMOTO.....	59
6	ESTUDOS ECOLÓGICOS E ANÁLISE ESPACIAL	61
6.1	ESTUDOS ECOLÓGICOS	61
6.2	ANÁLISE ESPACIAL	62
6.2.1	Tipos de análise espacial.....	62
6.3	INDICADORES GLOBAIS DE AUTOCORRELAÇÃO.....	66
6.3.1	Índice de Moran Global e Local	66
6.4	DIAGRAMA DE ESPALHAMENTO DE MORAN (DEM)	70
6.5	ANÁLISE BAYSEANA.....	71
6.6	ESTIMADOR KERNEL (EK).....	72
7	METODOLOGIA.....	73
7.1	TIPO DE ESTUDO	73
7.2	CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO DE ESTUDO.....	73
7.3	ESTRATÉGIAS UTILIZADAS PARA A REALIZAÇÃO DO ESTUDO..	76
7.3.1	Estatísticas do número de Focos de Queimadas (FQ).....	77

7.3.2	Estatísticas do número de Internações por DR e /IAMDIC.....	79
7.3.3	Análise Estatística e Mapas Temáticos.....	80
8	RESULTADOS E DISCUSSÃO	83
8.1	DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DO NÚMERO DE FOCOS DE QUEIMADAS	83
8.2	DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS TAXAS DE INTERNAÇÕES POR INFARTO AGUDO DO MIOCÁRDIO E DOENÇAS ISQUÊMICAS DO CORAÇÃO	93
8.2.1	Relação entre as distribuições espaciais: número de FQ e taxas bayseanas de internação por IAM/DIC	103
8.3	DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS TAXAS DE INTERNAÇÕES POR DOENÇAS RESPIRATÓRIAS.....	111
8.3.1	Relação entre as distribuições espaciais: número de FQ e taxas bayseanas de internação por DR.....	122
9	CONCLUSÃO	131
	REFERÊNCIAS	133

1. INTRODUÇÃO

Os estudos dos efeitos das queimadas para a saúde humana são cada vez mais comuns, tanto no Brasil quanto no exterior, principalmente os temas que tratam das emissões atmosféricas produzidas por queima de biomassa e mencionam os efeitos à saúde.

Os prejuízos ultrapassam a questão ambiental, pois as queimadas têm um impacto relevante no processo de mudanças climáticas em escala planetária, ocorrendo também numa escala espacial na América do Sul, sendo freqüentes em outras regiões do planeta, principalmente como nos continentes africano e asiático que apresentam um ciclo anual de queima (FREITAS et al., 2005).

As emissões atmosféricas produzidas por queima de biomassa causam efeitos deletérios sobre a saúde humana, contribuindo para o desenvolvimento de doenças do aparelho respiratório tais como: pneumonias, influenza, crises asmáticas, e nos casos mais graves ocasionando internações estas situações (ARBEX et al., 2004).

Estudos epidemiológicos evidenciaram um aumento consistente de doenças respiratórias e cardiovasculares, e da mortalidade geral e específica associadas à exposição a poluentes presentes na atmosfera, principalmente nos grupos mais susceptíveis, que incluem as crianças menores de cinco anos e indivíduos maiores de 65 anos de idade (SPEKTOR et al., 1991).

Os impactos na saúde humana das partículas emitidas por queimadas na Amazônia brasileira mostraram associação com a ocorrência de doenças respiratórias, em especial nos grupos etários mais vulneráveis da Amazônia brasileira (IGNOTTI et al., 2010).

Para Carmo et al. (2010), existe uma associação entre material particulado de queimadas e doenças respiratórias na região sul da Amazônia brasileira e obteve resultados que associam os níveis de material particulado das queimadas na Amazônia com os efeitos adversos à saúde respiratória de crianças. Para Nascimento e Medeiros (2012) as taxas internações por pneumonias e o número de focos de queimadas

possibilitaram identificar municípios que necessitam de intervenção para diminuir as taxas de internação e focos de queimada no estado do Mato Grosso.

A exposição humana aos poluentes causados pelas queimadas não ocorrem apenas localmente. Há uma distribuição espacial de fumaças sobre áreas extensas, que atingi populações em regiões afastadas. Freitas et al.(2005) citam que o transporte a longa distância de gases traços e partículas aerossóis seguem um padrão de circulação atmosférica.

A própria Organização Mundial de Saúde (OMS) reconhece que a intensidade e a gravidade das queimadas dependem de uma série de fatores, como:

- Características dos poluentes;
- Características da população exposta;
- Exposição individual;
- Suscetibilidade do indivíduo exposto.

No mundo, as grandes queimadas em Bornéo (1983 e 1997), Tailândia (1997), Indonésia (1997), Roraima (1997-1998), Mato Grosso (1998) e Pará (1998) despertaram a atenção para o problema, mas as medidas de prevenção ou controle os incêndios ainda são insuficientes (COCHRANE, 2003).

Estudos realizados em Brunei Darussalam (Bornéo) indicaram alguns dos efeitos que as queimadas de florestas desencadearam na região (RADOJEVIC; HASSAN, 1999):

- Drástica redução da visibilidade;
- Fechamento de aeroportos e escolas;
- Aumento de acidentes de tráfego;
- Destruição da biota pelo fogo;
- Aumento na incidência de doenças;
- Diminuição da produtividade;
- Restrição das atividades de lazer e de trabalho;
- Efeitos psicológicos;
- Custos econômicos.

As queimadas causam efeitos que afetam o equilíbrio dos ciclos biogeoquímicos. A fumaça que os incêndios lançam na atmosfera influencia o regime de chuvas, pois ocorre deslocamento das nuvens. Estudos epidemiológicos realizados com moradores do chamado “arco do desflorestamento”, - onde estão concentrados os desmates na Amazônia -, evidenciaram que as altas taxas de infecção respiratória aguda em crianças estavam associadas ao aumento do material particulado na atmosfera (BOTELHO et al., 2003).

No ecossistema amazônico está concentrado mais de 85% das queimadas que ocorrem no Brasil durante o período de estiagem das chuvas na região, sendo que o estado do Mato Grosso tem registrado anualmente o maior número de focos de queimadas e possui a maior área desmatada da Amazônia legal desde o início dos anos 90 (IGNOTTI et al., 2007).

A realização deste projeto é justificada, pois as queimadas causam um enorme impacto sobre a saúde das populações, aumentando a morbidade, principalmente nos grupos mais suscetíveis, que incluem menores de cinco anos e indivíduos de mais de 65 anos.

O presente trabalho objetivou identificar padrões espaciais entre a queima de biomassa na região amazônica e os seus efeitos sobre a saúde, utilizando técnicas de geoprocessamento no estado do Mato-Grosso (MT), no período compreendido entre 2008 a 2009.

2. QUEIMADAS E INCÊNDIOS FLORESTAIS E OS IMPACTOS AMBIENTAIS.

De acordo com a ESA – ASTR World Fires Atlas estima-se que mais de 50 milhões de hectares de florestas são queimados anualmente. Atualmente os incêndios são monitorados em tempo quase real, a sua distribuição em escala global é registrada por diversos satélites, Figuras 1 e 2. Estatísticas sobre os incêndios florestais em várias regiões do mundo evidenciaram uma tendência de aumento das ocorrências e das áreas afetadas, favorecidas pelas mudanças climáticas, ocorrências cíclicas de eventos climáticos de larga escala (como, por exemplo, El Niño e La Niña) e diversas atividades humanas que utilizam o fogo, especialmente para o manejo e uso da terra (RAMOS, 2004).

De acordo com Andreae (1991), a maior parte das queimadas ocorre no inverno, durante o período seco nos países em desenvolvimento situados nos trópicos, sendo esses responsáveis por 87% das emissões globais produzidas por queimadas, estimadas em 3940 Tg [C] /ano.

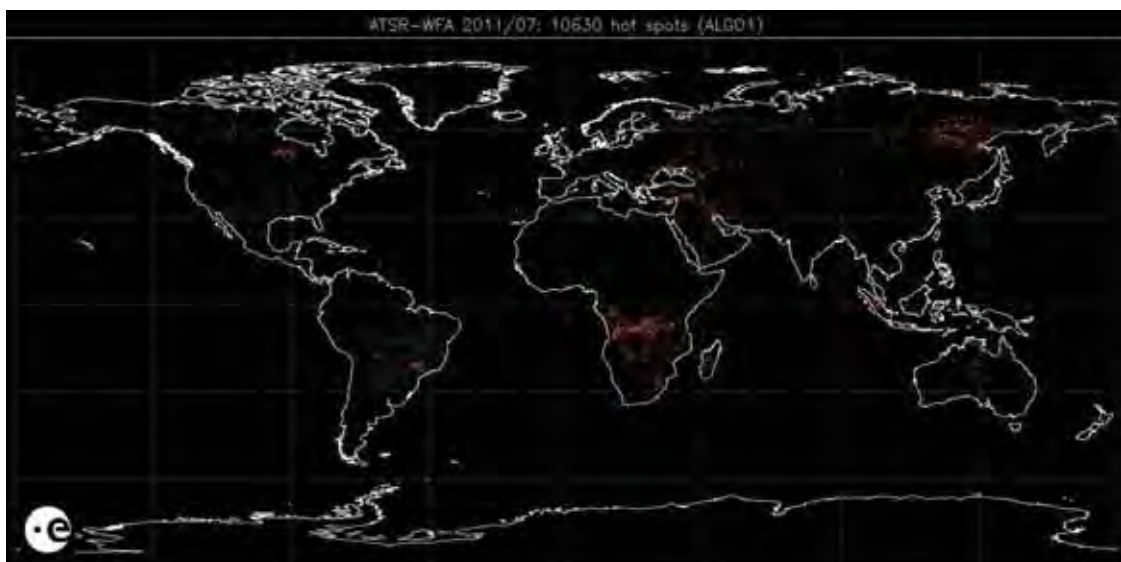


Figura 1 - Atlas das Queimadas detectadas no mês de setembro de 2011 distribuídos nos continentes. (ESA - ATSR World Fire Atlas, 2011)

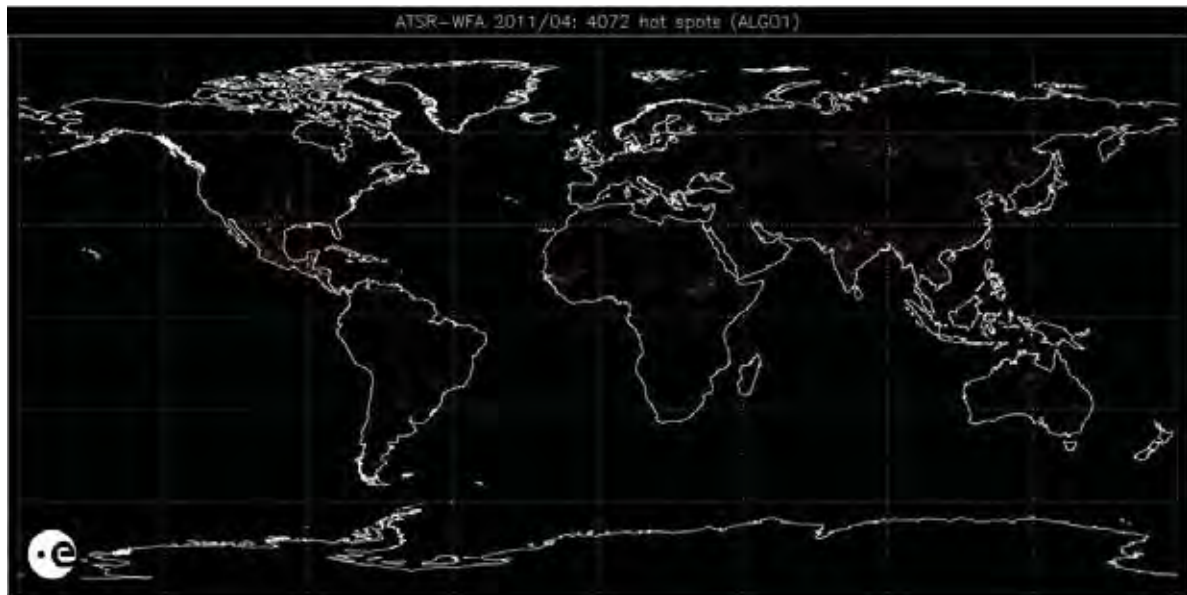


Figura 2 - Atlas das Queimadas detectadas no mês de abril de 2011 distribuídos nos continentes. (ESA - ATSR World Fire Atlas, 2011)

De acordo com ATSR nos Estados Unidos anualmente são queimados mais de dois milhões de hectares, sob forma controlada, com objetivo de prevenir incêndios (redução de combustível) e melhorar o habitat da fauna (SOARES, 2001).

No ano 2010 no hemisfério norte (março a outubro), período entre verão e a primavera, verificou-se a concentração de 31.564 focos na região sul dos Estados Unidos, como se observa na Figura 3.

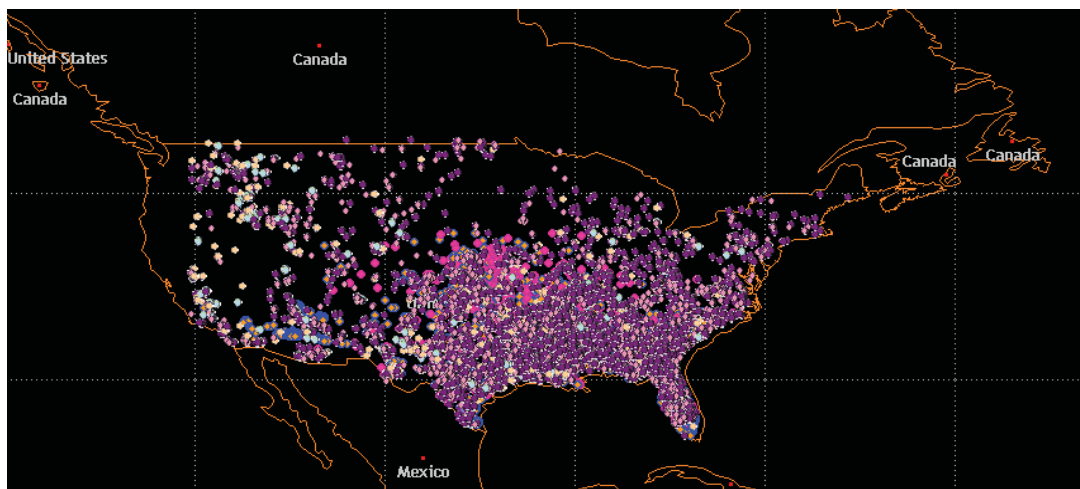


Figura 3 - Mapa dos focos de queimadas nos Estados Unidos no período de março a outubro de 2010(INPE, 2011).

As florestas tropicais abrigam uma das maiores biodiversidades do mundo situadas entre o trópico de Capricórnio e trópico de Câncer na Figura 4, distribuídas em regiões da África (bacia do rio Congo e Libéria), América Central, América do Sul (Floresta Amazônica e Mata Atlântica), Ásia (Vietnã, Laos, Camboja e Tailândia) e regiões da Oceania (Nova Guiné, Bornéio e costa norte da Austrália), sendo essas regiões do planeta que mais queimam biomassa. Estudos indicam concentração de queimadas nos países em desenvolvimento localizados nos trópicos e subtropicais da África, e sudeste da Ásia e América do Sul, (CHAND et al., 2006; ICHOKU et al., 2008).

Para LOBERT et al. (1999), a queima de biomassa no continente africano, na Figura 5, contribui com cerca de 35% de toda emissão dos gases poluentes e substanciais aumentos absolutos e percentuais desta emissão são projetados para o futuro, baseados nas previsões de aumento demográfico (CRUTZEN E ANDREAE, 1990).



Figura 4 - Mapa da distribuição das florestas tropicais (MONGABAY, 2011).



Figura 5 - Mapa dos focos de queimadas no continente africano, período de maio a outubro de 2010 (INPE, 2011)

No continente americano (América do Sul, América do Norte, América Central) em 2010 (maio a outubro) foram detectados pelos satélites do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 1.452.899 focos de queimadas; sendo que destes aproximadamente 65% do total, ou seja, em torno de 940.749 foram registrados no Brasil, Figura 6.



Figura 6 - Mapa dos focos de queimadas na América do Sul, período de maio a outubro de 2010 (INPE, 2011).

O Brasil, devido a sua grande extensão territorial, os desmatamentos (queimadas e decomposição da vegetação derrubada) respondem pela maior contribuição do país à emissão de gases responsáveis pelo efeito estufa, com cerca de 200 milhões de toneladas de carbono por ano em comparação com uma emissão total de pouco menos de 300 milhões. (CONFALONIERI et al., 2002).

A região amazônica por ser a maior área de floresta tropical do mundo, contendo aproximadamente um quarto de todas as florestas tropicais existentes no planeta, figura entre as regiões que possuem as maiores taxas de desmatamento (GUYON et al., 2005).

Na Amazônia ocorrem três tipos de queimadas (NEPSTAD; MOREIRA; ALENCAR, 1999):

- "queimadas para desmatamento", que são intencionais e estão associadas à derrubada e à queima da floresta.
- "incêndios florestais rasteiros", provenientes de queimadas que escapam ao controle e invadem florestas primárias ou previamente exploradas para madeira.
- "queimadas e os incêndios em áreas já desmatadas", resultantes do fogo intencional ou acidental em pastagens, lavouras e capoeiras.

Em 2010, na estação seca (maio a outubro) foram detectados 644.171 focos de queimadas, totalizando aproximadamente 75% das queimadas concentradas na região Amazônica e Brasil Central e no Arco do desmatamento, Figura 7.

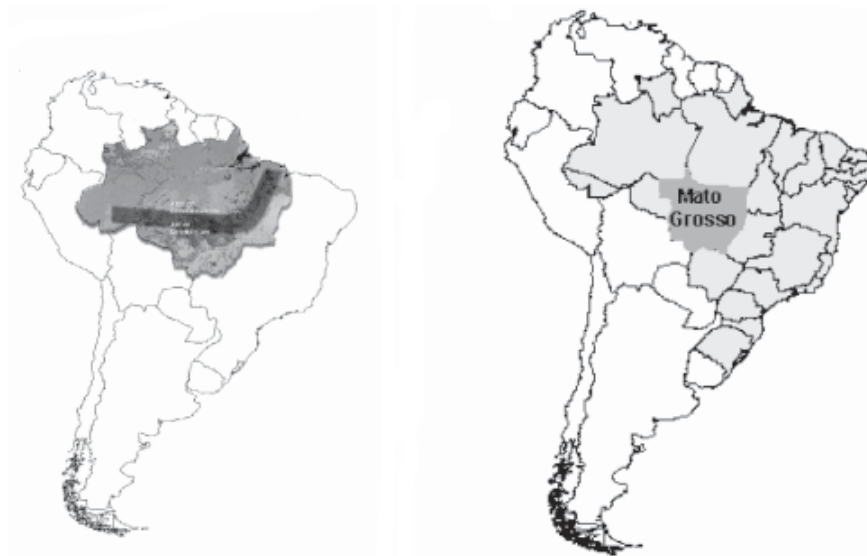


Figura 7 - Área descrita como “Arco do Desmatamento” da Amazônia legal e a localização do Estado de Mato Grosso na América do Sul (IGNOTTI et al., 2007).

As queimadas ocorrem em todas as regiões do país. Não apenas nas fronteiras agrícolas que sofrem seus efeitos, embora sejam mais frequentes no Norte, Nordeste e Centro-Oeste e o no Arco do Desmatamento, nas Figuras 8 e 9 possibilita visualizar os focos de queimadas distribuídos por todo o Brasil.



Figura 8 - Mapa focos de queimadas no Brasil, período de maio a outubro de 2010. (INPE, 2011).

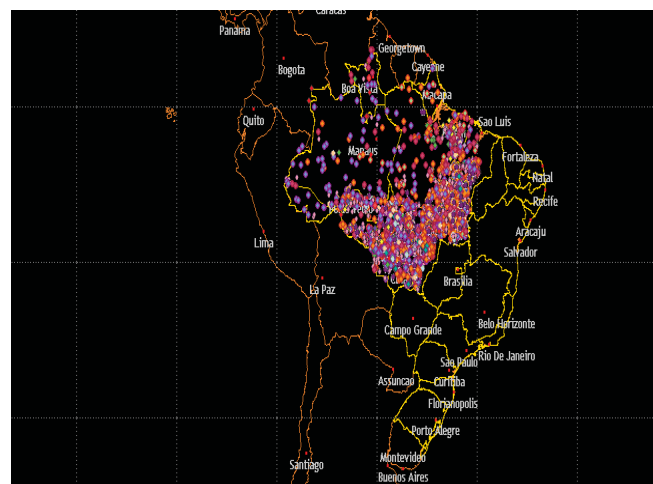


Figura 9 - Mapa focos de queimadas no Brasil - Arco do desmatamento, período de maio a outubro de 2010 (INPE, 2011).

Segundo dados do INPE, durante o período de junho a novembro, grande parte do país é acometida por queimadas, que se estendem praticamente por todas as regiões, com maior ou menor intensidade. Os estados com maior número de queimadas em 2010 (maio a outubro) foram: Mato Grosso, Tocantins, Pará e Bahia. Mato-Grosso é o estado que apresentou maior número de queimadas (243.620), sendo que no mês de agosto de 2010 foram 30 mil focos, na Figura 10 é apresentada uma área de floresta no noroeste do Mato Grosso degradada pela queimada.



Figura 10 - Área de floresta no noroeste do Mato Grosso degradada pela queimada (CIÊNCIA HOJE, 2009).

Uma outra importante fonte de queima de biomassa é a queima de resíduos agrícolas, tais como a palha da cana de açúcar é (CRUTZEN; ANDREAE, 1990, LARA, 2000).

O Brasil é o maior produtor de cana de açúcar do mundo; atualmente 4,5 milhões de hectares do território nacional são utilizados para o plantio de cana, representando 1% das terras agricultáveis, ou o espaço equivalente a duas vezes o Estado do Piauí (LOPES, 2006), a produção nacional é de 290 milhões de toneladas/ano (EMBRAPA, 2004), destinados à produção de álcool, subprodutos e à produção de açúcar e subprodutos.

No Estado de São Paulo, utilizam-se 2.531.000 hectares para o plantio da cana-de-açúcar, produzindo um montante de 230 milhões de toneladas/ano (60% produção nacional), neste cenário, 60% das áreas de plantio utiliza o processo de queima da palha antes da colheita, à prática de queimar a palha coincide com período de baixas precipitações (abril a setembro) e piores condições de dispersão, agravando seus efeitos na qualidade do ar (ASSUNÇÃO; PESQUEIRO, 1999). O período que antecede a colheita da cana tem sido marcado pela emissão de grandes quantidades de material particulado decorrente da queima da palha. Esse material particulado ultrapassa a barreira nasal e deposita-se nos brônquios causando processos infecciosos. (BERMANN, 2008)

3. COMBUSTÃO DE BIOMASSA.

A biomassa, sempre foi utilizada pelo homem como combustível para geração de energia desde o começo das civilizações.

O termo biomassa cobre uma extensa categoria de materiais incluindo a madeira, desperdícios vegetais, tais como a palha, casca de arroz, bagaço da cana-de-açúcar, resíduos de origem animal, tais como esgotos domésticos e estrume seco, resíduos industriais e resíduos sólidos urbanos.

A biomassa composta de material celulósico que pode ser lenhoso e não lenhoso. A biomassa não lenhosa inclui resíduos agrícolas (bagaço da cana-de-açúcar, palha de milho, cascas de arroz, cascas e caroços de frutos, semente e estrume).

A biomassa lenhosa (lenha, pontas e ramos de árvores, cascas de árvores e serragens). Em base seca, a biomassa é constituída de 88% a 99,9% de componentes orgânicos, às vezes atribuídos como carbono fixado e volátil, a parte orgânica é composta por: 20 a 28% de lignina, 42 a 45% de celulose e 27 a 30% de hemicelulose (SALAZAR; CONNOR, 1983).

A biomassa florestal é também definida como a quantidade total de matéria orgânica viva sobre o solo como tonelada seca por unidade de área, neste contexto, limita-se a matéria vegetativa e não incluem outros tipos de matéria viva (BROWN, 1997).

Estima-se que a cobertura florestal mundial seja da ordem de 3,9 bilhões de hectares, dos quais 886 milhões se encontram no continente latino-americano, devendo-se destacar que o Brasil detém aproximadamente 61%, ou seja, 540,46 milhões de hectares (COUTO et al., 2004). A biomassa total média sem exploração madeireira para florestas originais na Amazônia brasileira está calculada em 463 toneladas por hectares (t/ha) incluindo os componentes mortos e debaixo do solo (FEARNSIDE, 2002).

A queima de combustíveis fósseis e de biomassa para diferentes atividades antrópicas é hoje a principal fonte responsável pela emissão de grandes quantidades de gases e material particulado para atmosfera, atualmente, as emissões provenientes da

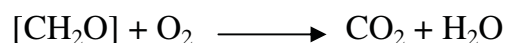
queima de carvão, petróleo e gás natural para produção de energia dominam as emissões globais, sendo a queima de biomassa a segunda fonte mais importante (CRUTZEN; ANDREAE, 1990).

Uma queimada é um processo de queima de biomassa, que pode ocorrer por razões naturais ou por iniciativa humana.

Sendo a combustão um processo de oxidação rápida auto sustentada, que resulta na liberação de luz e calor, de intensidades variáveis. Para que ocorra a combustão são necessários:

- Material oxidável (combustível);
- Material oxidante (comburente);
- Fonte de ignição (energia);
- Reação em cadeia.

A combustão da matéria orgânica (árvores mortas, troncos caídos, folhas ou ramos secos) é um processo químico pelo qual um material reage rapidamente com o oxigênio do ar produzindo luz e calor intenso e, no caso da biomassa, se faz em três estágios: ignição (*ignition*), combustão com chama (*flaming*), e combustão com ausência de chama (*smoldering*) (ARBEX et.al,2004). Processo de combustão pode ser representado pela reação:



$[\text{CH}_2\text{O}]$ representa a composição média da biomassa (FREITAS et al.,2005).

O processo químico que define a produção de gases e aerossóis para a atmosfera é, na maioria das vezes, incompleto.

Este evento induz a produção de outras espécies de gases, entre os quais, pode-se citar monóxido de carbono (CO), o metano (CH₄) (LEVINE et al., 1994).

As fontes de ignição mais comuns são: chamas, superfícies aquecidas, fagulhas, centelhas e arcos elétricos, os raios são uma fonte natural de ignição.

A ignição da biomassa depende de:

- Quantidade (tipo e arranjo do material combustível);
- Umidade do material combustível;
- Condições climáticas;
- Topografia;
- Tipo de floresta.

A matéria orgânica seca é a mais perigosa do que a matéria viva ou úmida, do ponto de vista de ignição e propagação do fogo.

Após a ignição, o mecanismo de propagação do fogo envolve o pré-aquecimento do combustível, evaporação e liberação de componentes voláteis do combustível.

O estágio de chamas inicia-se com um processo pirolítico, durante o qual as elevadas temperaturas provocam uma ruptura das moléculas constituintes da biomassa de alto peso molecular, que sucessivamente são decompostos em compostos de peso molecular mais baixo, tais como o carvão e o alcatrão, os quais constituem fonte primária de energia para as chamas, e finalmente em compostos de natureza gasosa.

O estágio de incandescência que é a combustão sem chama, neste estágio a biomassa de tamanho maior permanece fumegando por até vários dias, sendo a incandescência um modo de combustão caracterizado pela degradação térmica e carbonização de material virgem, sem chama, com desenvolvimento de fumaça e visível brilho, para WARD et al.(1992) é o responsável pela emissão da maior parte do material particulado .

O aquecimento de massas de ar através da convecção é o que tem mais importância no controle dos incêndios. A impulsão eleva os gases quentes, provocando o arrastamento de ar exterior para a base do fogo, ou seja, de oxidante que alimenta a combustão, este mecanismo permite transpor barreiras naturais ou artificiais e, em condições adversas, pode originar novos focos de incêndios a vários quilômetros do incêndio original. Os grandes incêndios florestais podem originar ventos de grande intensidade, devido à interação entre e a vorticidade no interior da pluma do fogo, que provoca um aumento da intensidade das correntes convectivas, na Figura 11 (CHOMIAK, 1990).

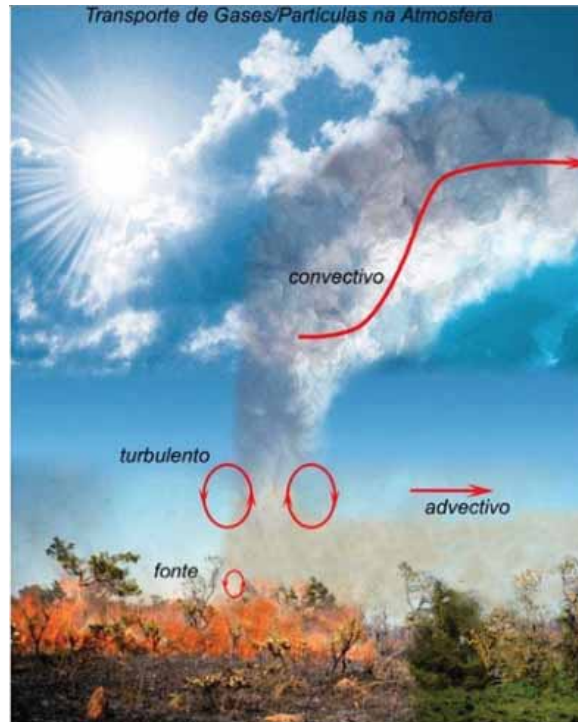


Figura 11 - Principais mecanismos de distribuição de emissões de queimadas na atmosfera (FREITAS et al.,2005).

Uma vez na troposfera, o transporte destes poluentes se dá de forma mais eficiente devido às velocidades maiores do fluxo de ar, transportando-os para regiões distantes dos locais de emissão, transformando o problema de escala local para continental ou mesmo, global.

A Figura 12 mostra a fumaça sobre a América do Sul. A linha de contorno verde identifica a cobertura de fumaça. O transporte à longa distância de gases traço e partículas de aerossol segue o padrão de circulação atmosférica, fazendo com que as emissões da floresta amazônica saiam do continente Sul Americano por duas vias principais: o Oceano Pacífico tropical e o Oceano Atlântico Sul. FREITAS et al., (2005) ressalta que ocorre uma distribuição espacial de fumaça sobre uma extensa área, ao redor de 4-5 milhões de km², em muito superior à área onde estão concentradas as queimadas.

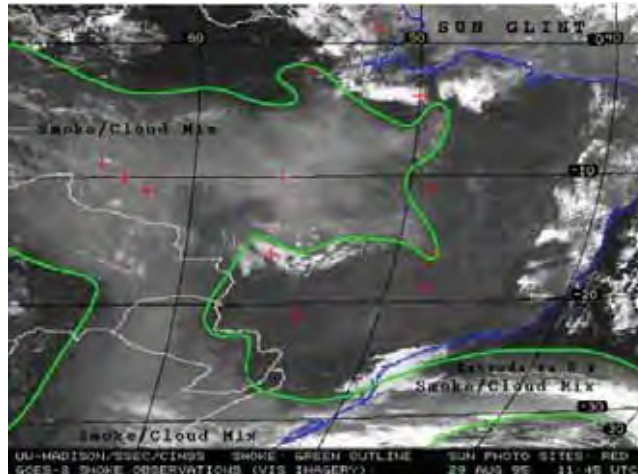


Figura 12 - Imagem do satélite GOES-8 no canal visível, do dia 29 de agosto de 1995 às 11h45min UTC (FREITAS et al., 2005).

Os movimentos convectivos auxiliam este transporte, fazendo com que em determinadas condições as emissões atinjam inclusive a região do Caribe (ANDREAE et al., 2001; OKIN et al., 2004).

O alcance das queimadas às longas distâncias, pois a poluição provocada pelas queimadas na América do Sul atinge regiões distantes dos locais de ocorrência das mesmas e soma-se à poluição antropogênica associada à ocupação urbana e atividades industriais, vista nas Figuras 13 e 14.

A Figura 14 apresenta os principais corredores de exportação continental de fumaça, um mais ao norte e para oceano Pacífico, outro para sudeste em direção ao oceano Atlântico e uma exportação direta para o sul em direção à Argentina.



Figura 13 - Amostra da pluma de corte e queima próxima a Marabá (Pará), visto do nordeste (LYRA, 2003).

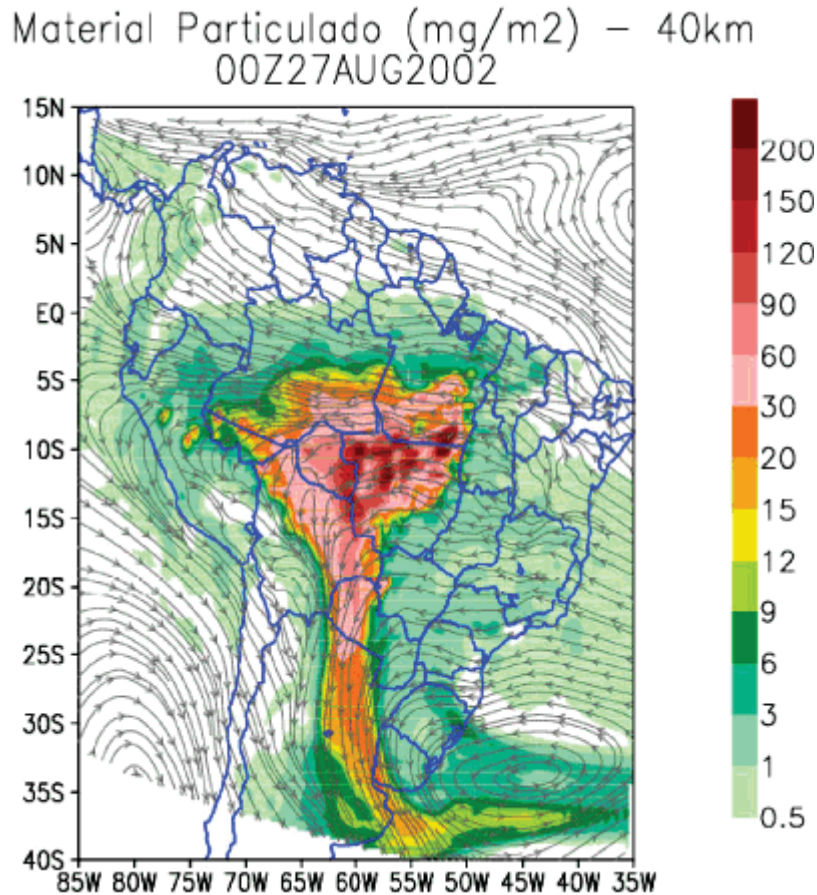


Figura 14 - Simulação gráfica do transporte de fumaça emitida por queimadas (FREITAS et al., 2005)

Freqüentes em todas as regiões do mundo, as queimadas consomem grandes quantidades de biomassa e liberam enormes quantidades de gases traços e aerossóis para a atmosfera, influenciando nos ciclos biogeoquímicos, no balanço de energia da superfície e alterando o clima das regiões. (PEREIRA et al., 2009).

Alterações importantes na concentração de partículas de aerossóis e de vários gases traço ocorrem como decorrência das emissões de queimadas, estas alterações ocorrem desde a escala local até milhares de quilômetros longe das regiões de emissões. O conjunto destas fortes alterações em processos atmosférico críticos para a saúde do ecossistema indica que mudanças de uso de solo vão além somente da troca de floresta por áreas de pastagem e cultivo, mas apontam para mudanças ambientais mais profundas com efeitos no ecossistema amazônico e possivelmente no clima de outras regiões do Brasil (ARTAXO et al., 2005).

4. EMISSÕES ATMOSFÉRICAS POR QUEIMA DE BIOMASSA E OS EFEITOS NA SAÚDE.

Os principais produtos emitidos durante os diferentes estágios da combustão da biomassa são apresentados na Tabela 1

As quantidades de dióxido de carbono (CO_2) e CO liberadas para atmosfera pelo processo de queimada podem ser estimadas assumindo, que na prática, esses gases respondem por 95%-99% do carbono liberado (WARD; HARDY, 1991), sendo o CO_2 o principal gás de efeito estufa e que compõe as emissões de gases liberados durante as queimadas (LEVINE et al., 1996; LASHOF, 1996)

De acordo com LOBERT e WARNATZ (1993) a fase de brasas apresenta maior número de diferentes compostos emitidos e a fase de chamas apresenta maiores quantidades de material: CO_2 , (variabilidade entre 50% a 99%), a emissão de carbono na forma de CO (média 7%, podendo variar entre 2% a 15%, os hidrocarbonetos como CH_4 representando cerca de 0,5%. O material particulado é emitido em ambas as fases, sendo sua composição elementar e distribuição de tamanho dependentes do estágio em que foi emitido.

Tabela 1 - Principais produtos emitidos nos diferentes estágios da combustão de biomassa, (LOBERT; WARNATZ, 1993).

ESTÁGIOS		
Flaming(Chama)	Intermediário	Smoldering(brasa)
CO_2	Etino (C_2H_2)	CO
NO	Cianogênio	CH_4
SO_2	(NCCN)	HC, HPA
N_2O		NH_3
N_2		HCN
Partículas		CH_3CN
(alta % de C		Aminas, heterocíclicos,
elementar)		Aminoácidos
		Cloreto de metila (CH_3Cl)
		Compostos sulfurados
		(H_2S , COS, DMS, DMDS)
		Partículas com baixa % de
		carbono elementar

A Tabela 2 apresenta uma descrição sucinta dos principais poluentes gerados no processo de queima da biomassa.

Tabela 2 - Principais produtos provenientes da combustão de biomassa, (ARBEX, 2004).

COMPOSTOS	EXEMPLOS	FONTES	NOTAS
Partículas	PM ₁₀	Condensação após combustão de gases; Combustão incompleta de material inorgânico; fragmentos .	Partículas finas e grossas não são transportadas e contêm principalmente cinzas e material do solo.
	Partículas Respiráveis	Condensação após combustão de gases; Combustão incompleta de material orgânico;	No caso da fumaça proveniente da queima de biomassa comportam-se como partículas finas.
	PM _{2,5}	Condensação por combustão de gases; Combustão incompleta de material orgânico.	Transportadas a longas distancias. Produção primária e secundária;
Aldeídos	Acroleína	Combustão incompleta / material orgânico;	
	Formaldeídos	Combustão incompleta de material orgânico;	
Ácidos Inorgânicos	CO	Combustão incompleta de material orgânico;	Transportado através de longas distâncias;
	O ₃ - Ozônio	Produto secundário dos óxidos de Nitrogênio e hidrocarbonetos;	Presente somente adiante do fogo, transportado através de longas distâncias;
	NO ₂	Oxidação em altas temperaturas do Nitrogênio do ar	Espécies reativas; a concentração diminui com a distância do fogo;
HC ¹	Benzeno	Combustão incompleta de material orgânico;	Transporte local, também reage com outras formas de aerossol orgânico;
HC PAH _x ²	Benzopireno (BaP)	Condensação após combustão de gases; Combustão incompleta de material orgânico	Compostos específicos que variam de acordo com a composição de biomassa.

¹ HC – hidrocarboneto

² PAH_x – hidrocarboneto paramétrico policíclico.

A queima da biomassa introduz diversos compostos na atmosfera, incluindo compostos carcinogênicos e mutagênicos, as queimadas emitem uma espécie de fuligem composta por até 95 tipos distintos de partículas finas e ultrafinas, que não são visíveis a olho nu, e expõem milhões de pessoas a esse tipo de poluição atmosférica. O material particulado decorrente da combustão de biomassa, seja em ambientes internos, seja em ambientes abertos, é o poluente que apresenta maior toxicidade, sendo constituído por partículas finas e ultrafinas (ARBEX et al., 2004).

Na região canavieira de Araraquara (SP), em estudos realizados pelo Laboratório de Poluição Experimental (LPAE), concluíram que:

- Há uma associação causal entre a poluição atmosférica decorrente da queima de plantações de cana-de-açúcar e o número de inalações diárias na cidade de Araraquara;
- O efeito é agudo, ocorrendo após curto período de exposição (tempo de defasagem de dois dias);
- Esta associação causal é dose-dependente, ou seja, um aumento de $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ no peso do sedimento associa-se a um risco relativo de inalação de 9%.

Os efeitos dos poluentes dependem das suas características físico-químicas, da concentração no ar que respiramos, da quantidade inalada, que tem relação com esforço físico, do tempo que os indivíduos permanecem expostos e, no caso do material particulado, das dimensões, com a maioria dos estudos sugerindo que as partículas finas e ultrafinas são mais nocivas (KNOL et al. 2009; NEL et al., 2006).

Para Carmo et al.(2010) existe associação entre material particulado de queimadas e doenças respiratórias, dado verificado na região sul da Amazônia brasileira, pois evidenciou que a exposição ao material particulado fino oriundo da fumaça das queimadas está associada ao aumento da demanda por atendimento ambulatorial por doenças respiratórias em crianças residentes no município de Alta Floresta (MT), região do arco do desmatamento na Amazônia brasileira .

A queima de biomassa em ambientes abertos também produz poluição atmosférica e causa impacto sobre a saúde humana. Por conseguinte, pode-se supor que a exposição à fumaça da queima de biomassa, provavelmente, intensifica os

efeitos que diferem da exposição à poluição do ar urbano. (MASCARENHAS et al., 2005) e de áreas mais afastadas.

Os poluentes lançados na atmosfera sofrem o efeito de processos complexos, que determinam a concentração do poluente no tempo e no espaço. Assim, a mesma emissão, sob as mesmas condições de lançamento no ar, pode produzir concentrações diferentes no mesmo lugar, dependendo das condições meteorológicas presentes (velocidade e direção dos ventos, umidade do ar, regime de chuvas, etc).

4.1 PADRÕES DE QUALIDADE DO AR

A Constituição Brasileira/1988 estabelece o direito da população de viver em um ambiente ecologicamente equilibrado. Caracteriza como crime toda ação lesiva ao meio ambiente e determina a exigência de que todas as unidades da federação tenham reserva biológicas ou parque nacional e todas as indústrias potencialmente poluidoras apresentem estudos sobre os danos que podem causar ao meio ambiente.

Os principais poluentes monitorados pelas agências ambientais, na maioria dos países, inclusive o Brasil, e preconizados pela OMS são:

- Poluentes primários: emitidos diretamente para a atmosfera por indústrias, termelétricas e veículos automotivos: SO_2 , NO_x , MP, CO e, em alguns países, também são monitorados compostos orgânicos voláteis (COV) e metais;
- Poluentes secundários: resultantes de reações químicas ocorridas entre poluentes primários sob ação de radiação solar: os principais são o O_3 e MP secundário, como os sulfatos e nitratos.

Todos esses poluentes são gerados por processo de queima, exceto o ozônio, formado a partir da reação química induzida pela oxidação fotoquímica dos COV, induzida pelos radicais hidroxilas (OH) e pelo NO_2 na presença de raios ultravioletas provenientes da luz solar (ZHANG et al., 2004), o que explica sua maior elevação nos dias ensolarados nos ambientes com maiores concentrações de seus precursores..

São poluentes padronizados no Brasil:

- SO_2 ;
- Partículas totais em suspensão (PTS);
- Partículas inaláveis (MP_{10});
- Fumaça (FMC);
- CO;
- O_3 ;
- NO_2 .

Os padrões de qualidade do ar são baseados em estudos científicos dos efeitos produzidos por poluentes específicos e são estabelecidos em níveis que possam propiciar uma margem de segurança adequada. O padrão de qualidade do ar define legalmente as concentrações máximas de um componente gasoso presente na atmosfera de modo a garantir a proteção da saúde e do bem estar das pessoas. Na Tabela 3 temos os padrões nacionais estabelecidos pelo Instituto Brasileiro de Meio Ambiente (IBAMA) e aprovados pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), por meio da Resolução CONAMA 03/90.

Os padrões são divididos em poluentes primários e secundários, sendo que os padrões primários de qualidade do ar as concentrações de poluentes que, ultrapassadas, poderão afetar a saúde da população. Podem ser entendidos como níveis máximos toleráveis de concentração de poluentes atmosféricos. Nos padrões secundários de qualidade do ar as concentrações de poluentes atmosféricos abaixo das quais se prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem estar da população, assim como o mínimo dano à fauna e à flora, aos materiais e ao meio ambiente em geral.

Tabela 3 - Padrões de qualidade do ar, fontes de geração e valores limites (CETESB, 2011).

Poluentes <i>µg / m³</i>	PRINCIPAIS FONTES GERADORAS	LIMITE DE TOLERÂNCIA	
		Brasil	OMS
POLUENTES PRIMÁRIOS			
PM	Veículos, automotores, indústrias e queima de biomassa.	PM ₁₀ (M24h):150	PM ₁₀ (M24h):
		PM ₁₀ (MAA): 50	50/PM ₁₀ (MAA): 20
			PM _{2,5} (M24h):25/PM _{2,5} (MAA): 10
SO ₂	Indústrias, usinas, termoeletricas, veículos automotores, queima de carvão e óleos	SO ₂ (M24h): 365	SO ₂ (M24h): 20
		SO ₂ (MAA): 80	SO ₂ (M10min): 500
NO ₂	Termoeletricas, indústrias – combustão e elevadas temperaturas veículos automotores	NO ₂ (MAA): 100	NO ₂ (MAA): 40
CO (ppm)	Combustão incompleta: óleo, gás natural, gasolina, carvão mineral e queima de biomassa	CO (M1h): 35ppm	CO (M1h): 26ppm
		CO (M8h): 8ppm	CO (M8h): 8ppm
COV	Emissão veicular-vapores de HC, aldeídos e cetonas.	Não estabelecidos	Não estabelecidos
POLUENTES SECUNDÁRIOS			
O ₃	Formado a partir da reação entre a luz solar e NO _x e COV	O ₃ (M1h): 160	O ₃ (M8h): 100
PM	Formado a partir de reações fotoquímicas envolvendo como NO ₂	PM ₁₀ (M24h): 150	PM ₁₀ (M24h):50/PM ₁₀ (MAA): 20
		PM ₁₀ (MAA): 50	PM _{2,5} (M24h): 25/PM _{2,5} (MAA): 10

Lombardi et al.(2010) em estudos epidemiológicos e experimentais têm avaliado os efeitos isoladamente de cada poluente, mas não tem sido possível estimar com maior precisão o efeito combinado dos mesmos, de maneira a reproduzir a real situação vivida pelo homem. Acredita-se que os efeitos encontrados estejam subestimados, a exigir precaução e esforço cada vez maiores na redução das emissões ambientais.

Uma série de estudos é desenvolvida com ênfase nos problemas causados pelos efeitos da poluição, sendo:

- Incluindo aumento das consultas de emergência por patologias respiratórias (SAMET et al., 1981; SUNYER et al., 1993; DELFINO et al., 1997; LIN et al., 1999; TOLBERT et al., 2000);
- Exacerbação de asma (BATES; BAKER; SIZTO, 1990; OSTRO et al., 1991; POPE; DOCKERY, 1992; ROEMER; HOEK; BRUNEKREEF et al., 1993; AUBIER, 2000; NICOLAI, 2002);
- Decréscimo na função pulmonar (DOCKERY et al., 1982; CHESNUT et al., 1991; POPE et al., 1991; HOCK; BRUNEKREEF, 1993; KOENING et al., 1993; POPE; KANNER, 1993), entre outros.

Os principais efeitos da poluição atmosférica são:

- Problemas oftálmicos;
- Doenças dermatológicas;
- Gastrointestinais;
- Cardiovasculares e pulmonares;
- Alguns tipos de câncer;
- Efeitos sobre o sistema nervoso.

Em Kurching, Malásia, investigaram-se os efeitos cardiorrespiratórios da exposição à fumaça dos incêndios florestais ocorridos no sudeste asiático em 1997. Entre a população hospitalizada, estudos indicaram aumento em internações respiratórias relacionadas aos incêndios, especialmente os de doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) e asma. (MOTT et al., 2005)

Os grupos mais suscetíveis aos efeitos deletérios da poluição atmosférica são crianças, idosos e indivíduos com doenças do aparelho respiratório e cardiovascular. Em relação às crianças, as doenças do aparelho respiratório, em especial as infecções respiratórias agudas, asma e bronquite, são as causas mais comuns de morbidade e mortalidade (PRIETSCHE et al., 2003) .

Atualmente além das condições nutricionais inadequadas e baixo nível socioeconômico, os altos níveis de poluição do ar são apontados como fatores de risco, tanto em países desenvolvidos com naqueles em desenvolvimento.

Entre os idosos, apesar de sua mortalidade estar mais relacionada a causas do aparelho cardiovascular, as doenças do aparelho respiratório ainda são o principal motivo de internação (MACEDO et al., 2007).

4.2 ASSOCIAÇÃO DAS EMISSÕES ATMOSFÉRICAS POR QUEIMA DE BIOMASSA FLORESTAL A DOENÇAS RESPIRATÓRIAS E INFARTO AGUDO DO MIOCÁRDIO E DOENÇAS ISQUÊMICAS DO CORAÇÃO.

Os efeitos da poluição do ar têm sido estimados por meio de estudos, que exploram a variação temporal em curto espaço de tempo (horas ou dias) e avaliam os efeitos decorrentes da exposição prolongada no tempo (anos ou décadas), em diferentes cidades ou áreas geográficas (LOMBARDI et al., 2010).

Certos grupos populacionais são mais suscetíveis como: crianças, idosos e indivíduos com morbidades, grupos com piores condições socioeconômicas, demográficas e de iniquidade ambiental são fatores de risco para que o efeito da poluição seja mais relevante, e demonstram a associação entre a poluição do ar e a morbimortalidade por doenças cardiorrespiratórias. Os efeitos observados podem ser tanto agudos, associados às variações diárias da poluição, como decorrentes de exposição crônica.

As partículas finas e ultrafinas são os poluentes que apresentam maior toxicidade e que tem sido mais estudados. As partículas atingem as porções mais profundas do sistema respiratório, transpõem a barreira epitelial, atingem o interstício pulmonar e são responsáveis pelo desencadeamento do processo inflamatório (SEATON et al., 1995).

No Brasil e no exterior têm se comprovado uma estreita ligação entre esse tipo de poluição e o aparecimento de doenças respiratórias e, conseqüentemente, um aumento no número de internações e visitas a prontos-socorros. Os dados auxiliam na compreensão dos mecanismos envolvidos nos efeitos observados, com relevância para

o estresse oxidativo e a inflamação induzida pelos poluentes. (OSTRO, 2004; WHO, 2006).

Diversos estudos têm evidenciado, de maneira consistente, os efeitos agudos, associados a exposições de curta duração, da poluição do ar, no sistema respiratório, os efeitos são apresentados na Tabela 4.

Os estudos versam sobre:

- Impactos na internação hospitalar e mortalidade;
- Sintomas respiratórios e função pulmonar;
- Poluição em indivíduos com asma;
- Poluição em indivíduos com DPOC;
- Poluição e realização de exercícios;
- Poluição por queima de biomassa
- Efeitos associados à exposição crônica ou prolongados ao ar poluído;
- Poluição e risco de desenvolvimento de DPOC;
- Poluição e risco de desenvolvimento de asma;
- Poluição e câncer de pulmão.

O impacto da poluição do ar na internação hospitalar e mortalidade é um fator de risco independente associado ao aumento do número de internações hospitalares, de atendimentos de emergência e de óbitos (WHO, 2006). Os efeitos da poluição nas internações hospitalares, englobando dez cidades e 1,8 milhões de habitantes dos EUA, revelaram um aumento nas admissões hospitalares de 2,5% por DPOC e de 1,95% por pneumonia para cada aumento de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ na concentração de PM_{10} (ZANOBETTI; SCHWARTZ; GOLD, 2000).

Na Europa, por meio da *Air Pollution and Health: a European Approach* (APHEA) desenvolveu trabalhos sobre admissões hospitalares, envolvendo 38 milhões de habitantes de oito cidades, revelaram um aumento de 1,0% nas internações por asma e por DPOC e de 0,9% para todas as doenças respiratórias em geral, na população acima de 65 anos.

No Brasil, estudos de séries temporais têm apresentado resultados semelhantes tanto associados à poluição veicular como à decorrente da queima de biomassa, na cidade de São Paulo encontraram aumento do número de internações por doenças

respiratórias em idosos em crianças (MARTINS et al., 2002; BRAGA; ZANOBETTI; SCHWARTZ, 2001). Em municípios com predomínio da poluição pela queima de cana-de-açúcar revela-se a associação da poluição com admissões hospitalar superiores aos encontrados nos estudos em cidades com predomínio da poluição veicular (CANÇADO et al., 2006; ARBEX et al., 2007).

A diferença nos efeitos encontrados entre os estudos pode decorrer das diferentes características físico-químicas dos poluentes emitidos em cada região, do nível de exposição e das desigualdades sócio-demográficas da população, como verificado e sugerido em outros estudos (BELL et al., 2008; JERRET, 2009).

Tabela 4 - Poluição do ar e efeitos respiratórios: evidências atuais, (LOMBARDI et al., 2010).

Efeitos associados a exposições agudas (horas ou dias após elevação da poluição)	Efeitos associados à exposição crônica (anos de exposição acumulada)
Aumento da mortalidade por doenças respiratórias.	Aumento da mortalidade por doenças respiratórias.
Exacerbação dos sintomas em indivíduos com DPOC e asma.	Aumento da incidência e prevalência de asma e DPOC.
Maior frequência de infecções respiratórias agudas.	Aumento da incidência e mortalidade por câncer de pulmão.
Aumento do número de internações hospitalares por pneumonia.	Aumento da incidência e de mortalidade por pneumonia e influenza.
Aumento da prevalência de sintomas e sinais de irritação nos olhos, narinas e garganta.	Alterações crônicas na função pulmonar:
Aumento da prevalência de sintomas respiratórios agudos (sibilância, tosse, expectoração).	1. Redução crônica do VEF1 e CVF.
Necessidade de aumentar a dose de uso de medicamentos.	2. Menor desenvolvimento pulmonar em crianças e jovens.
Alterações agudas na função pulmonar.	3. Aumento da prevalência de pessoas com VEF1 abaixo da normalidade.
Aumento do número de consultas médicas, de atendimento de emergência, de internação e da mortalidade por doenças respiratórias.	4. Aumento na taxa de declínio do VEF1.
Maior taxa de absenteísmo no trabalho e escolar.	

Inúmeros estudos, publicados nos últimos vinte anos têm demonstrado os efeitos da poluição do ar, especialmente do material particulado, no sistema cardiovascular. Tanto efeitos decorrentes de variações agudas dos poluentes como da exposição crônica, na Tabela 5.

Estudos epidemiológicos têm evidenciado um discreto, mas consistente, aumento da morbimortalidade associado às variações nas concentrações diárias de poluentes (BROOK, et al 2010; KÜNZLI, 2010), esses estudos também sugerem não haver um limite de exposição seguro para o homem e demonstraram que outros poluentes, como o NO₂ e o CO (SAMOLI, 2007), e não apenas os materiais particulados estão associados ao aumento da mortalidade.

Na Alemanha, estudos envolvendo 691 indivíduos que apresentaram infarto do miocárdio e sobreviveram por pelo menos 24 horas após o evento encontrou uma associação 2,9 vezes maior entre o início do evento e a exposição ao tráfego de veículo (PETERS et al., 2004).

Tabela 5 - Poluição do ar e efeitos cardiovasculares: evidências atuais, (LOMBARDI et al., 2010).

Principais efeitos associados a exposições agudas	Principais efeitos associados à exposição crônica
Aumento da morbidade, mortalidade e hospitalização por doenças cardiovasculares.	Aumento da mortalidade por doenças cardiovasculares.
Aumento de internação e óbitos por insuficiência cardíaca e doença isquêmica do coração.	Aumento de eventos e de mortalidade por doença isquêmica do coração.
Aumento da internação e óbitos por doença cerebrovascular.	Aumento da incidência e progressão de aterosclerose.
Alteração da variabilidade da frequência cardíaca.	Aumento do risco de trombose venosa profunda.
Aumento da viscosidade, da agregação plaquetária e da coagulação sanguínea.	Ativação endotelial e da coagulação.
Aumento de marcadores inflamatórios sistêmicos (PCR, fibrinogênio).	Insuficiência cardíaca, arritmia e alteração da VFC.
Disfunção endotelial e aumento da coagulação sanguínea.	
Aumento da pressão arterial.	
Aumento do risco de doença vascular periférica e aumento de internação e óbitos por arritmia cardíaca.	

O ozônio é o poluente que vem merecendo atenção crescente, por ser o que mais tem se elevado ou não tem sido reduzido, embora com menor magnitude do que observado no sistema respiratório, parece estar associado ao aumento do risco de infarto agudo do miocárdio (IAM), como sugere estudo realizado na região de Toulouse, França (GRYPARIS et al., 2004) que encontrou um risco aumentado de 5% associado a um aumento de 5 mg/m³ na concentração de O₃, em concordância com outros estudos (SREBOT et al., 2009).

Vários estudos têm mostrado de maneira consistente o efeito da poluição na pressão arterial e no sistema nervoso autônomo, com redução da alteração na variabilidade da frequência cardíaca (VFC) e na pressão arterial sistêmica (PAS) (BROOK et al., 2010).

O impacto dos efeitos da exposição crônica a poluentes é bem mais relevante do que os observados nas exposições agudas. Vários estudos têm sido realizados na tentativa de explicar os mecanismos envolvidos nos efeitos cardiovasculares associados à poluição. Os indivíduos apresentam diferentes suscetibilidades aos efeitos da poluição, que têm relação com diversos fatores.

A maioria dos estudos existentes sugere que idosos, crianças, indivíduos com infecções respiratórias baixas, com fibrose cística, DPOC, asma, doença coronariana, cardiopatias, arritmia cardíaca, diabéticos, aqueles com anemia falciforme, doenças do colágeno e com imunodeficiência, constituem subgrupos da população mais susceptíveis aos efeitos da poluição do que a população geral (WHO, 2006; ZANOBETTI; SCHWARTZ; GOLD, 2000).

Na Figura 15 é apresentada a sequência dos mecanismos envolvidos nos eventos cardiovasculares inicia-se desde o tipo de poluente inalado até o caminho seguido no organismo.

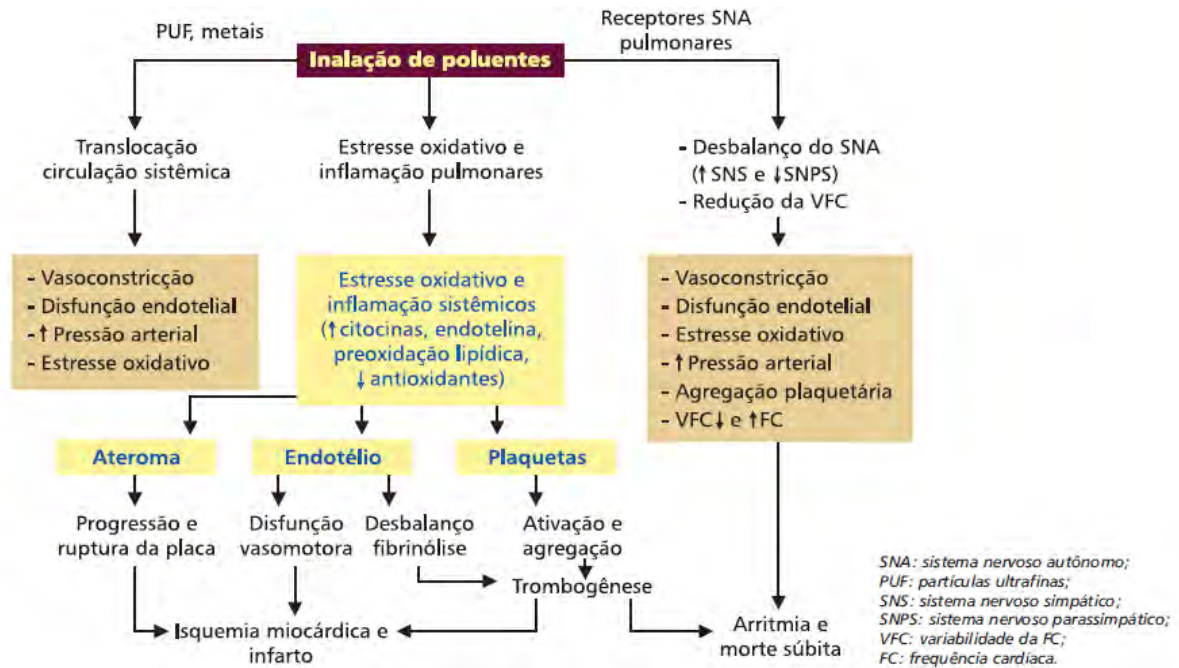


Figura 15 - Possíveis mecanismos envolvidos nos eventos cardiovasculares agudos e crônicos, (LOMBARDI et al., 2010).

5. MONITORAMENTOS DOS FOCOS DE CALOR

As imagens de satélite têm sido utilizadas para monitorar incêndios em vegetação global, regionalmente, estudos climáticos e avaliação de impactos das queimadas. Os dados provenientes de satélites são de fundamental importância para alertar a população local e as autoridades competentes, durante os períodos de queimadas (PHULPIN et al., 2002).

O Brasil é um dos únicos países do mundo a dispor de um sistema orbital de monitoramento de queimadas.

O monitoramento é fruto de uma colaboração científica envolvendo o Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), o Núcleo de Monitoramento Ambiental (NMA/EMBRAPA), Ecoforça - Pesquisa e Desenvolvimento e a Agência Estado (AE).

As informações sobre os focos de calor são captadas por satélites polares e geoestacionários, que dotados de sensores que operam na faixa termal 4 μm , que captam a energia emitida por corpos em chamas (INPE, 2008).

A expressão focos de calor é utilizada para interpretar o registro de calor captado na superfície do solo por sensores espaciais.

Os satélites de órbita polar são: NOAA (NOAA-15, NOAA-16, NOAA-17, NOAA-18 e NOAA-19) e TERRA e AQUA;

Os valores de temperatura são obtidos por meio de radiômetro, que são instalados a bordo dos satélites.

Os satélites da série NOAA possuem o sensor AVHRR (*Advanced Very High Resolution Radiometer*) e o sensor MODIS (*Moderate-Resolution Imaging Radiometer*) para os da série TERRA e AQUA, com resolução de aproximadamente 1 Km^2 .

Os satélites da série GOES são geoestacionários possuem o radiômetro VAS (*Visible Infrared Spin Can Radiometer Atmospheric Sounder*) que apresentam resolução aproximada de 16 Km^2 (INPE, 2012).

Os dados captados em forma de elementos de imagens (pixels), onde cada pixel corresponde a uma determinada área de superfície terrestre cuja dimensão depende das características de cada satélite.

Os focos de calor indicam a existência de fogo em 1 pixel (menor elemento de resolução de uma imagem).

A relação foco de calor e foco de queimada não é direta, já que um foco de calor pode corresponder a uma queimada ou a várias queimadas dentro de um mesmo pixel. (JESUS et al.,2011) .

Segundo Prins et al. (2001), na América do Sul queimadas menores que 1 ha foram detectadas pelo GOES-8. Para o AVHRR do NOAA uma frente de fogo com 30 m x 0,5 m pode ser detectada. Convencionalmente chamamos estes eventos detectados pelos satélites de pontos quentes ou focos de calor. São resultados de algoritmos aplicados nos dados destes satélites e que consideramos como queimadas neste texto.

Existem três fontes de radiação envolvidas na detecção de incêndios:

- Emissão pelo incêndio, ou seja, pelas substâncias em combustão;
- Emissão e reflexão da área em que ocorre o incêndio, incluindo-se os resíduos de combustão;
- Emissão e reflexão provenientes de outras fontes, como o solo exposto, interferindo neste processo.

Por outro lado, uma queimada muito extensa é detectada por um grupo de pixels vizinhos, resultando em vários focos de calor associados a uma única queimada. Embora não seja possível afirmar ou usar o valor total do número de focos de calor como sendo igual ao número de queimadas, mas sim de forma relativa, ou seja, este sistema do INPE detecta a existência de fogo na vegetação sem ter condições de avaliar o tamanho da área que está queimando ou o tipo de vegetação afetada. Em casos com muitos pixels de queima juntos, e com a presença de uma nuvem de fumaça grande, pode-se inferir que a queimada terá a dimensão dos pixels de queima detectados. (INPE, 2012).

Os fatores que influenciam a detecção são:

- Frentes de fogo com menos de 30 m;
- Fogo apenas no chão de uma floresta densa, sem afetar a copa das árvores;

- Nuvens cobrindo a região;
- Queimada de pequena duração, ocorrendo entre as imagens disponíveis;
- Fogo em uma encosta de montanha;
- Imprecisão na localização do foco de queima (1 km até 6 km).

Os dados obtidos pelos satélites são integrados a dois sistemas geográficos de informações: Springweb-Queimadas e o Terralib-Queimadas, e apresentados em mapas, Figura 16.

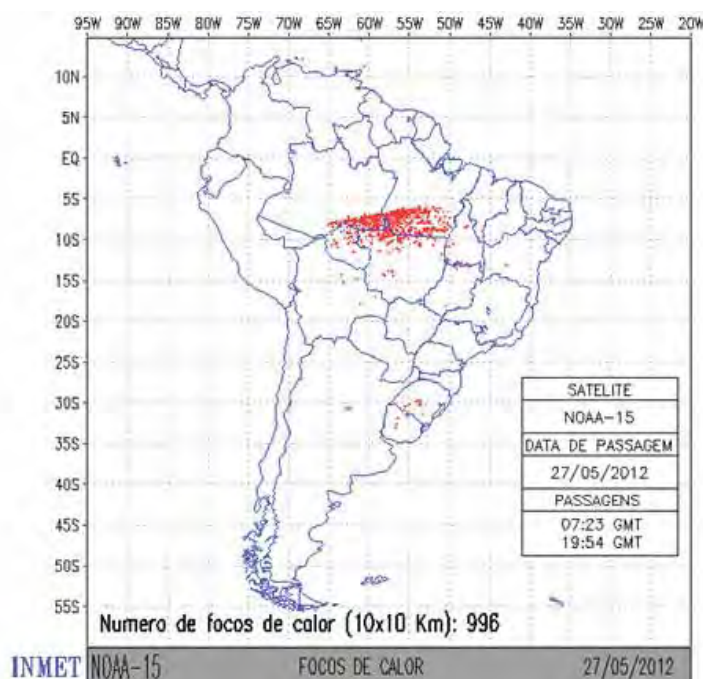


Figura 16 - Mapa do número de focos de calor na América do Sul e Brasil (INMET, 2012).

5.1 GEOPROCESSAMENTO

O geoprocessamento é o processamento informatizado de dados georreferenciados utilizados por programas de computador que permite o uso de informações cartográficas (mapas, cartas topográficas e plantas), como veículo de comunicação de dados espaciais.

A difusão do Geoprocessamento iniciou-se na década de 90, antes confinada a laboratórios com altos custos de instalação e manutenção, além de pessoal

especializado. Atualmente esta tecnologia está ao alcance de qualquer usuário de computador, sendo utilizados nos mais variados tipos de aplicações.

Um sistema de geoprocessamento armazena a geometria e os atributos dos dados, que estão georreferenciados, localizados na superfície terrestre numa projeção cartográfica.

Os dados tratados em geoprocessamento têm como principal característica a diversidade de fontes geradoras e de formatos apresentados. O sistema possibilita detectar áreas vulneráveis nas quais os problemas de saúde ocorrem com mais frequência e gravidade e que, ou seja, que merecem maior atuação por parte dos serviços de saúde (BARRETOS, 1995)

O geoprocessamento é uma ciência multidisciplinar, recebe contribuições de diversas áreas como:

- Cartografia: Contribui com técnicas de confecções de mapas;
- CAD (Computer Aided Design) e Computação gráfica: Contribuem com software, hardware, técnicas para entrada de dados, exibição, visualização, representação em 2D e 3D, manipulação e representação de objetos gráficos;
- Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD): Constituem modelos de dados, estrutura de dados, segurança e processos de manipulação de grandes volumes de dados, oferece armazenamento e recuperação dos dados espaciais e seus atributos;
- Sensoriamento Remoto: Possui técnicas de aquisição e processamento de imagens, com facilidades para obtenção de dados sobre qualquer lugar do globo terrestre, seja através de sensores orbitais (satélites) ou sensores fotográficos (aerotransportados);
- Inteligência Artificial: Tecnologia que usa o computador para emular a inteligência humana. O computador atua como um especialista nas funções de desenho, mapeamento, classificações, generalizações de características de mapas. Assim a inteligência artificial provê modelos e técnicas de sistemas de desenho e análise;
- Estatística: Provê modelos e métodos de análise dos dados, sejam gráficos ou não gráficos. As técnicas de estatística são utilizadas para verificação da

qualidade durante o geoprocessamento, para resumir um arquivo de forma de um relatório de gerência dos dados, para criar dados derivados durante análise;

- **Informática:** A ciência informática ainda contribui com técnicas de desenvolvimento de sistemas, evolução da tecnologia de hardware para suportar grandes cargas de processamentos de dados e a tecnologia de redes de computadores que permite a troca de informações entre equipamentos de forma local ou remota.

A exploração dos recursos do Geoprocessamento deve caminhar no sentido de construção de análises mais complexas, resultantes dos estudos de correlação de variáveis, e não somente do mapeamento segmentado de diferentes variáveis, buscando o caráter dinâmico inerente às questões espaciais e envolvendo critérios múltiplos de interpretações (MOURA, 1997).

5.2 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG)

SIG é uma ferramenta computacional para geoprocessamento de análise no tempo e no espaço. Possui baixo custo e interfaces amigáveis (CÂMARA et al, 2001). A partir da coleta de dados localizados na superfície terrestre (georreferenciados) são armazenados, transformados, processados, analisados e representados numa projeção cartográfica (BERTIN, 1977).

O SIG é fundamental na análise espacial, pois constitui uma ferramenta estatística exploratória que permite quantificar a variação geográfica e aprofundar o estudo da natureza dos padrões espaciais, obtendo a identificação de associações difíceis de serem extraídas por outros meios convencionais (BARRETOS, 1995).

Desenvolvidos a partir do início da década de 80, permitem realizar análises, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados. A área da saúde vem discutindo, experimentando, diversas abordagens sobre a localização espacial e os SIG's desde o final da década de 80 (CARVALHO, 2005).

A transcodificação da linguagem escrita para linguagem gráfica é realizada pela semiologia gráfica, evitando “ruído” na comunicação, buscando signos que realmente

representem as características mapeadas e informações a que possam associar coordenadas desses mapas, cartas ou plantas.

O requisito de armazenar a geometria dos objetos geográficos e de seus atributos representa uma dualidade básica para SIG. Para cada objeto geográfico, o SIG necessita armazenar seus atributos e as várias representações gráficas associadas. A organização ocorre por níveis (planos) de informações. Cada nível é um dado específico, os atributos são armazenados em tabelas.

Devido a sua ampla gama de aplicações, que inclui temas como agricultura, floresta, cartografia, cadastro urbano e redes de concessionárias (água, energia e telefonia), há pelo menos três grandes maneiras de se utilizar um SIG:

- Ferramenta para produção de mapas;
- Suporte para análise espacial de fenômenos;
- Banco de dados geográficos com função de armazenamento e recuperação de informação espacial.

O SIG é constituído pelos seguintes componentes ,Figura 17:

- Interface com usuário;
- Entrada e integração de dados;
- Funções de processamento gráfico e de imagens;
- Visualização e plotagem;
- Armazenamento e recuperação de dados.



Figura 17 - Arquitetura do Sistema de Informação Geográfica (CÂMARA, 2001).

5.3 SENSORIAMENTOS REMOTOS

O sensoriamento remoto é uma ferramenta poderosa para ajudar a entender a dinâmica do desflorestamento e do uso da terra, assim como seus impactos ecológicos e sociais, pois esta tecnologia permite obter dados de áreas muito extensas em intervalos de tempo regulares. Desta forma, podem-se disponibilizar informações espaciais e temporais sobre as ocorrências de queimadas, além de quantificações da área e da biomassa afetadas pelo fogo, fornecendo uma importante contribuição para o estudo de incêndios no meio ambiente e seus efeitos ecológicos, climáticos e na química da atmosfera (FRANÇA; FERREIRA, 2005).

Para estas áreas o sensoriamento remoto é a melhor ferramenta para quantificar e analisar a distribuição e extensão das queimadas e da fumaça, (PRINS et al., 2001).

As informações geradas por sensoriamento remoto sobre a distribuição, o padrão e o ritmo da queima de biomassa em diferentes escalas podem ainda oferecer novas oportunidades para observar as relações entre as condições da vegetação e as queimadas (JUSTICE et al., 1993).

Para países de grande extensão territorial, como o Brasil, o monitoramento dos incêndios florestais, a nível nacional e em escalas regionais, através de imagens de satélites é o meio mais eficiente e de baixo custo, quando comparado com os demais

meios de detecção. O planejamento nacional das atividades de controle de incêndios florestais, o disciplinamento das atividades de uso do fogo controlado, bem como a avaliação dos efeitos do fogo sobre a atmosfera, só é viável através do monitoramento por satélites. Portanto, as informações obtidas devem ser de qualidade e confiáveis.

Atualmente, há uma grande variedade de satélites na órbita da Terra, que carregam diversos tipos de sensores com diferentes resoluções espaciais e temporais, e de técnicas para detectar os impactos causados por incêndios em países tropicais. Os dados sobre queimadas geradas por sensoriamento remoto são interferidos pela presença de nuvens, resolução espacial e temporal, área de cobertura e ângulo de visão (FELTZ et al., 2001).

6. ESTUDOS ECOLÓGICOS E ANÁLISE ESPACIAL

6.1 ESTUDOS ECOLÓGICOS

O objetivo de um estudo ecológico e exploratório é obter relação entre a incidência de uma determinada doença e os potenciais fatores etiológicos, no campo da análise exploratória visando definir hipóteses ou apontar ações preventivas.

Um estudo ecológico ou agregado focaliza a comparação de grupos, ao invés de indivíduos. A razão subjacente para este foco é que dados a nível individual da distribuição conjunta de duas (ou talvez todas) variáveis estão faltando internamente nos grupos; neste sentido um estudo ecológico é um desenho incompleto (MORGENSTERN, 1998).

As vantagens deste tipo de abordagem são:

- Baixo custo e rápida execução, pois utilizam dados disponíveis em portais de acessos livre;
- Frequentemente, não é possível medir adequadamente exposições individuais em grandes populações, o assunto é tratado no nível ecológico;
- Os estudos de nível individual não conseguem estimar bem os efeitos de uma exposição, quando ela varia pouco na área de estudo;
- A mensuração de um efeito ecológico, ou seja, a implantação de um novo programa de saúde ou uma nova legislação em saúde na melhoria das condições de saúde.

As limitações deste tipo de estudo são:

- Incapacidade de associar exposição e doença no nível individual;
- Dificuldade de controlar os efeitos de potenciais fatores de confundimento;
- Dados de estudos ecológicos representam níveis de exposição média ao invés de valores individuais reais;
- Não há acesso a dados individuais;

- Dados de diferentes fontes, o que pode significar qualidade variável da informação;
- Falta de disponibilidade de informações relevantes é um dos mais sérios problemas na análise ecológica.

6.2 ANÁLISE ESPACIAL

Análise espacial pode ser definida como uma técnica que busca descrever os padrões existentes nos dados espaciais e estabelecer, preferencialmente de forma quantitativa, os relacionamentos entre as diferentes variáveis geográficas.

6.2.1 Tipos de dados em análise espacial

- Eventos pontuais: são os fenômenos expressos por ocorrências identificadas como pontos localizados no espaço, como por exemplo, ocorrências de doenças numa cidade, ocorrências de espécies, Figura 18.

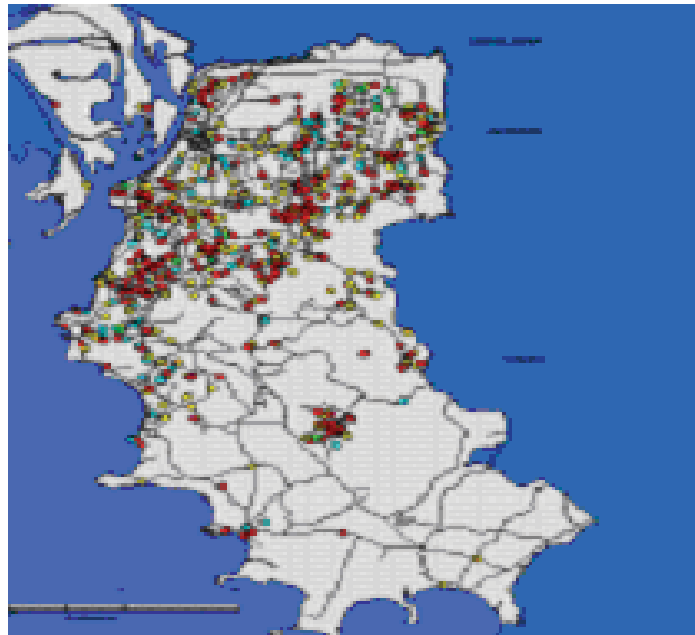


Figura 18 - Distribuição de casos de mortalidade por causas externas em Porto Alegre em 1996 (BARCELLOS et al., 1997).

- Superfícies contínuas: Estimadas com base em um conjunto de amostras de campo que podem estar regularmente distribuídas. Esse tipo de dado é resultante de levantamento de recursos naturais e inclui mapas geológicos, topográficos, ecológicos, etc. Este modelo utiliza técnicas da geoestatísticas, cuja hipótese central é o conceito de estacionariedade, supõe a existência de estrutura de correlação espacial na região de estudo, Figura 19.

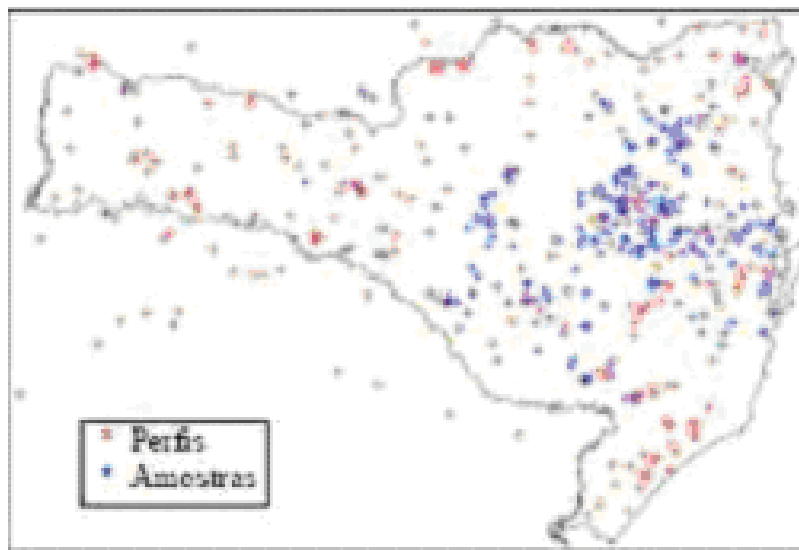


Figura 19 - Distribuição de perfis e amostras de solo em Santa Catarina (BONISCH, 2001)

- Áreas com contagem e taxas agregadas: Trata-se de dados associados e levantamento populacional, como censo demográfico e estatístico de saúde, que originalmente se referem a indivíduos localizados em pontos específicos do espaço, na Figura 20.

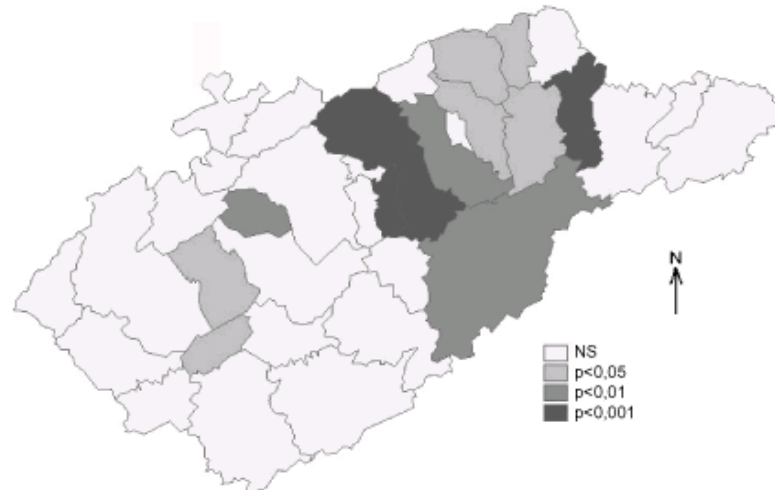


Figura 20 - Mapa da distribuição espacial dos óbitos neonatais precoces, de acordo com índice de Moran Local, segundo a significância estatística (p). Municípios do Vale do Paraíba Paulista. (NASCIMENTO et al.,2007)

Esses dados são agrupados em unidades de análise, que são delimitadas por polígonos fechados (municípios, censos), não se dispõe da localização exata dos eventos, mas um valor agregado por área. Este tipo de análise espacial é a base do presente estudo.

A forma usual de apresentação dos padrões de áreas é o uso de mapas coloridos, chamados pelos cartógrafos de cloropléticos, que também podem ser apresentados em tons cinza.

O processo de análise de dados espaciais inclui métodos de visualização, métodos exploratórios para investigar algum padrão nos dados e métodos que auxiliem a escolha de um modelo estatístico e a estimação dos parâmetros desse modelo (CARVALHO, 1997). As ferramentas utilizadas para análise espacial são:

- Seleção: Consiste nos processos de navegação num banco de dados geográficos, realizando consulta e apresentando mapas cloropléticos simples;
- Manipulação: Envolve todas as funções que criam dados espaciais. Nessa ferramenta encontramos o poder da álgebra de mapas em geoprocessamento, com capacidade extremamente ampla de produzir novos mapas e correlações;
- Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE): É uma técnica que descreve a distribuição dos dados espaciais, sendo uma ferramenta essencial ao

desenvolvimento das etapas de modelagem estatística espacial, porque permite a descrição e visualização das distribuições espaciais.

Nas técnicas de AEDE são encontrados três elementos básicos:

W: Matriz de proximidade espacial que estima a variabilidade espacial de dados em área $W(n \times n)$, Figura 21;

n: Áreas ($A_1, \dots, A_n$);

W_{ij} : Medida de proximidade entre A_i e A_j ;

A_i e A_j : Zonas em estudo;

W_z : Vetor de médias;

Z: Vetor de desvio.

$A_{ij} = 1$, para as áreas que se tocam e $A_{ij} = 0$ para as áreas que não se tocam.

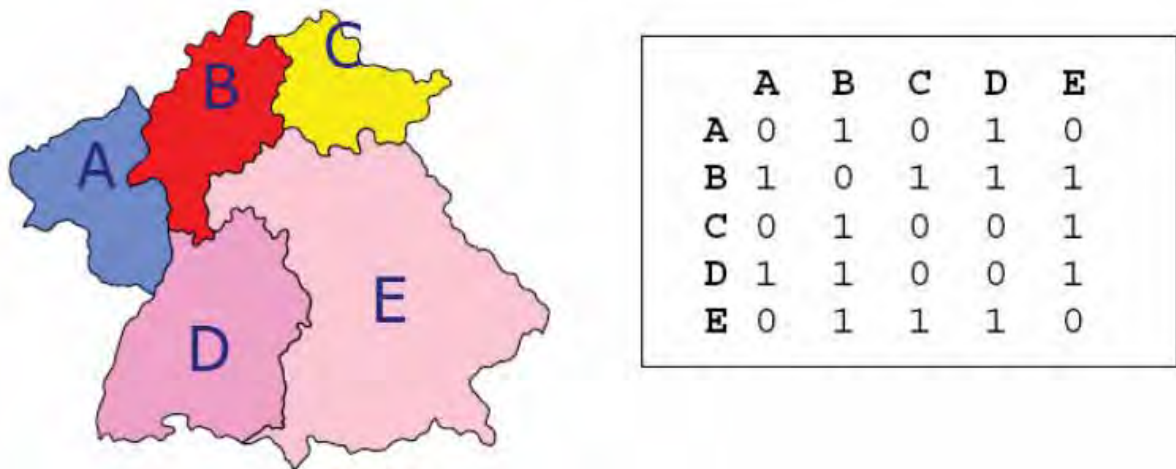


Figura 21 - Áreas e Matriz de proximidade espacial. (CÂMARA et al. ,1996)

Os padrões de áreas, na maioria das vezes podem apresentar descontinuidade. Por esse motivo são utilizados indicadores, que estabelecem continuidade espacial entre diferentes áreas e medem a correlação espacial entre as ocorrências. Os indicadores são: Moran, Geary e Variograma e os indicadores locais, Moran Local e Geary Local.

- Indicadores Globais de Autocorrelação: Suposição, estacionariedade em função da “distância”. Os indicadores globais de autocorrelação espacial fornecem um único valor como medido da associação espacial para todo o conjunto de dados de área, que é útil como caracterização de toda região de estudo;
- Indicadores Locais de Associação Espacial: Ressaltam as situações atípicas, que visualizadas por meio do LISAMAP e no gráfico de espalhamento de Moran;
- Indicadores multivariados da associação espacial: Generalização do variograma em múltiplas dimensões.

6.3 INDICADORES GLOBAIS DE AUTOCORRELAÇÃO

A análise espacial utiliza um conceito chave na compreensão dos fenômenos espaciais, que é a dependência espacial e sua formulação matemática, a autocorrelação.

A autocorrelação espacial mede quanto o valor observado de um atributo numa região é independente dos valores desta mesma variável nas localizações vizinhas, mede o nível de interdependência geográfica entre as variáveis e a força deste relacionamento.

O fenômeno de autocorrelação espacial pode ser entendido como uma situação em que as observações próximas no espaço possuem valores similares, as correlações de atributos.

Podemos depreender do princípio, que nada acontece por acaso.

6.3.1 Índice de Moran Global e Local

A técnica índice de Moran (I_M) (MORAN, 1948, 1950; CLIFF; ORD, 1981) foi pensada, originalmente, para explorar padrões espaciais de doenças, mas também pode ser utilizada para investigar o componente espaço-temporal (CLIFF; ORD, 1981).

Uma vantagem desta técnica é que ela não se restringe à identificação de agregados, mas fornece informações sobre a estrutura de dependência espaço-tempo da doença (LAM; FAN; LIU et al, 1996).

O índice de Moran é a estatística mais difundida e mede a autocorrelação espacial a partir do produto dos desvios em relação à média, é uma medida global da associação espacial existente no conjunto de dados. Seu valor varia [-1 a 1] calculado através de uma matriz de vizinhança (CLIFF, 1981).

Valores próximos de zero, indicam a inexistência de autocorrelação espacial significativa entre os valores dos objetos e seus vizinhos. Indica também a completa aleatoriedade espacial, ou seja, quando o indicador se distribui ao acaso entre as áreas sem relação com a posição.

Valores positivos indicam autocorrelação espacial positiva, o valor do atributo de um objeto tende a ser semelhante aos valores de seus vizinhos.

Valores negativos indicam autocorrelação negativa, os valores das áreas vizinhas são dessemelhantes.

O índice de Moran Global informa o nível de interdependência espacial entre os polígonos em estudo.

A fórmula 1 do I_M global:

N = Número de áreas;

z_i = Valor do atributo considerado na área i ;

$\bar{z}$ = Valor médio do atributo na região do estudo;

w_{ij} = Elementos da matriz normalizada proximidade espacial.

$$I = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N w_{ij} (z_i - \bar{z}) (z_j - \bar{z})}{\sum_{i=1}^N (z_i - \bar{z})^2} \quad (1)$$

A validade estatística é realizada pelo teste de pseudo-significância, são geradas diferentes permutações dos valores de atributos associados às regiões; cada permutação produz um novo arranjo espacial, os valores são redistribuídos entre as

áreas. Como apenas um dos arranjos corresponde à situação observada, pode-se construir uma distribuição empírica de I_M .

Se o valor do I medido originalmente corresponder a um extremo da distribuição simulada, então se trata de valor com significância estatística.

O cálculo do índice considera duas hipóteses:

Hipótese nula H_0 : Distribuição espacial aleatória dos dados obtidos para a variável em análise, independência espacial;

Hipótese alternativa H_1 : Existência de dependência espacial.

A estimativa da validade estatística da autocorrelação espacial por meio da averiguação da significância do índice é associada à estatística do teste a uma distribuição normal. O risco admitido neste estudo será de 5%, o que significa que a probabilidade (p) é de 0,05. Caso contrário o erro será associado à rejeição da hipótese nula.

Por contraste, muitas vezes, é desejável examinar padrões numa escala de maior detalhe para verificar a hipótese de estacionariedade do processo, essa verificação é local, realizada pelo o índice de Moran local (LISA), proposto como ferramenta estatística para testar a autocorrelação local e detectar objetos espaciais com influência no indicador Moran global (ANSELIN, 1994).

Enquanto o índice de Moran Global informa o nível de interdependência espacial entre todos os polígonos em estudo, LISA avalia a covariância entre um determinado polígono e certa vizinhança em função de uma distância (d) e também determina a dependência dos dados com relação aos seus vizinhos. Permite a decomposição dos indicadores globais em contribuições individuais, identificando agrupamento entre os polígonos que compõem a base de dados.

Clusters são qualquer aglomerado de eventos no espaço ou a ocorrência de taxas semelhantes em áreas próximas às porções territoriais.

Outliers são áreas que não se identificam com o padrão local e também não pertencem à transição dos aglomerados, ou seja, áreas de mais um regime espacial, dessa forma são possíveis identificar onde ocorre dependência espacial.

A visualização dessas áreas é feita por meio do LISAMAP, na sua geração os valores do índice de Moran são classificados em grupos de significância:

- Não significante;
- Significância 95% ($p < 0,05$);
- Significância 99% ($p < 0,01$);
- Significância 99,9% ($p < 0,001$).

Um indicador local de autocorrelação espacial tem que atender a dois objetivos (ANSELIN, 1995):

- Permitir a identificação de padrões de associação espacial significativos;
- Ser uma decomposição do índice global de associação espacial, ou seja, a soma dos indicadores de LISA para todas as observações deve ser proporcional ao índice global de associação espacial.

O índice Local de Moran pode ser escrito na Fórmula 2 como:

$$I_i = z_i \sum_j w_{ij} z_j \quad (2)$$

Onde:

W_{ij} = Valor na matriz de vizinhança para a região i com a região j em função da distância d ;

Z_i = Desvios em relação à média, vetor de desvio;

Z_j = Desvios em relação à média, valor do atributo considerando.

A matriz w_{ij} é a que define os vizinhos de certo polígono. Esta matriz pode ser gerada de diferentes maneiras e existem várias possibilidades de determinação de quem são ou não vizinhos. O índice Local de Moran pode ser expresso, utilizando os desvios em relação à média, Fórmula 3:

$$I_i = \frac{Z_i \sum_{j=i}^n w_{ij} Z_j}{\sum_{i=1}^N Z_j^2} \quad (3)$$

- N = Número de áreas;
 Z_i = Valor da variável considerada na área i ;
 $\bar{z}$ = Valor médio da variável na região do estudo;
 w_{ij} = Elementos da matriz padronizada de proximidade espacial.
 z_j = Valor da variável considerada na área j .

6.4 DIAGRAMA DE ESPALHAMENTO DE MORAN (DEM)

Outra maneira de visualizar o índice de Moran foi proposta por Anselin (1996), que procura visualizar espacialmente o relacionamento entre os valores observados de Z (desvios) e os valores Wz (médias locais).

O DEM permite visualizar a dependência espacial e indicar os diferentes regimes espaciais presentes nos dados. O diagrama é dividido em quatro quadrantes com objetivo de identificar pontos com associação espacial positiva.

Os resultados são apresentados no diagrama divididos em quadrantes Figura 22, sendo:

- Q1: Indica os valores dos desvios positivos e valores das médias positivas;
- Q2: Indica os valores dos desvios negativos e valores das médias negativas;
- Q1 e Q2: Indicam os pontos de associação espacial positiva, ou seja, os vizinhos que possuem valores semelhantes;
- Q3: Indica os valores positivos dos desvios e médias negativas;
- Q4: Indica os valores negativos dos desvios e médias positivas;
- Q3 e Q4: Indicam pontos de associação espacial negativa, ou seja, os vizinhos possuem valores distintos, e ainda indicam regiões que não seguem o mesmo processo de dependência espacial das demais observações (CÂMARA et al, 1996; QUEIROZ, 2003).

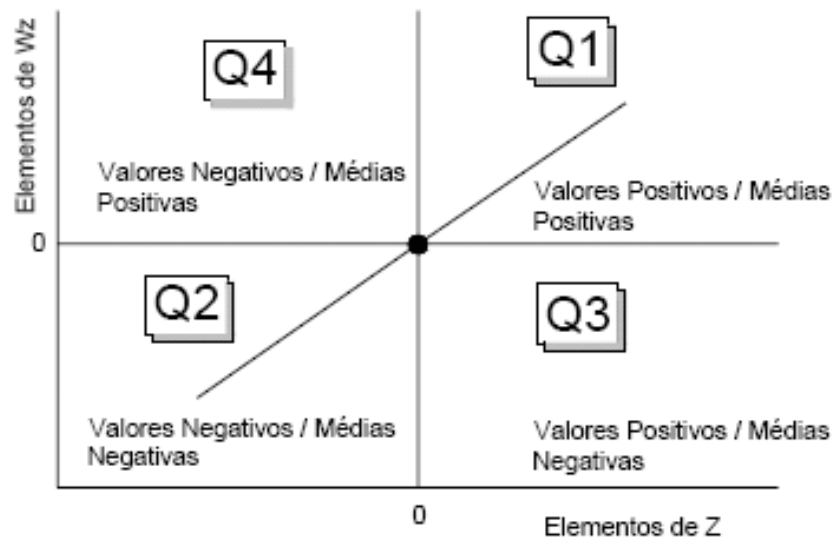


Figura 22 - Diagrama de Espalhamento de Moran (SANTOS et al., 2006)

6.5 ANÁLISE BAYESANA

As taxas Bayesanas empíricas baseiam-se no uso de informações das outras áreas que compõem a região de estudo para que diminua a instabilidade não associada ao risco de ocorrência do evento.

A taxa bayseana empírica global calcula a média ponderada entre a taxa bruta da localidade e a taxa da região (razão entre o número total de casos e a população total).

Se a localidade apresentar uma população considerável, sua taxa apresentará pequena variabilidade, permanecerá praticamente inalterada. Se, por outro lado, a localidade apresentar uma população pequena, a estimativa de taxa bruta terá grande variância e pouco peso será atribuído a essa taxa instável, tornando a taxa bayseana mais próxima do valor esperado de uma área escolhida por acaso naquela região (BERNARDINELLI; MONTONOLI, 1992).

O estimador Bayesano empírico inclui efeitos espaciais, calcula as estimativas locais, utilizando somente os vizinhos geográficos da área na qual se deseja estimar a taxa, convergindo em direção a uma média local ao invés da média global. As taxas corrigidas são menos instáveis, pois levam em conta ao serem calculadas, não só a informação da área, mas também a da vizinhança. Os mapas baseados nessas estimativas são mais interpretativos e informativos (ASSUNÇÃO, 2003).

6.6 ESTIMADOR KERNEL (EK)

Estimador de intensidade de Kernel é uma função bi-dimensional, a qual se define uma largura de banda, faz-se a contagem dos pontos dentro dessa região de influência, ponderando-os pela distância de cada um à localização de interesse (BAILEY; GATRELL, 1995). Compõe-se uma superfície cujo valor será proporcional à intensidade de amostras por unidade de área e, desse modo, obtêm-se estimativas quanto ao seu valor de intensidade. O objetivo do EK é de gerar uma grade em que cada célula representa o valor da intensidade, densidade, razão entre atributos etc. O valor obtido será uma medida de influência das amostras na célula.

Temos que:

- $u_1, u_2, \dots, u_n$: são localizações de n eventos observados em uma região A ;
- u : uma localização genérica ,cujo valor queremos estimar.

O estimador de intensidade é calculado considerando os m eventos ($u_1, u_2, \dots, u_{m-1}$) contidos num raio de tamanho t em torno de u e da distância d entre a posição e a i -ésima amostra, a partir de funções cuja fórmula geral é:

$$\hat{\lambda}_\tau(u) = \frac{1}{\tau^2} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{d(u_i, u)}{\tau}\right), \quad d(u_i, u) \leq \tau \quad (4)$$

O EK depende de dois parâmetros:

- Raio de influência t , que define a vizinhança do ponto a se interpolado e controla o grau de alisamento da superfície;
- Função K de estimação com propriedades de suavização do fenômeno, sendo que existem várias funções de interpolação K , que diferem na maneira como atribui pesos para os pontos dentro do raio t , que serão usados para a estimação da intensidade na área u_i .

7. METODOLOGIA

7.1 TIPO DE ESTUDO

Este é um estudo ecológico e exploratório utilizando-se técnicas de análise espacial de dados de área. A unidade de análise considerada será as 22 microrregiões do estado do Mato-Grosso identificadas na Figura 23, localizado na região da Amazônia Legal, o estado apresenta características especiais para o entendimento das relações entre as queima de biomassa e seus efeitos na saúde, favorecendo o desenvolvimento das análises propostas.

Baseando-se em análises espaciais e estatísticas, a metodologia consiste em analisar a correlação do número focos de queimadas com as taxas de internações por doenças respiratórias, infarto agudo do miocárdio e doenças isquêmicas do coração.

A população estudada encontra-se na faixa etária a faixa etária até zero até 14 e acima de 50 anos, para as internações por doenças respiratórias e acima dos 50anos para as internações por infarto agudo do miocárdio e outras doenças isquêmicas do coração nas microrregiões de ocorrência de no biênio de 2008 - 2009.

E ainda, construir mapas temáticos considerando a sazonalidade associado a queima de biomassa, para avaliar a evolução deste tipo de agravo em função do problema ambiental.

7.2 CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO DE ESTUDO

O estado do Mato-Grosso está localizado na região Centro-oeste do território brasileiro, ocupa uma área de 903.357 Km², sendo o terceiro maior em extensão territorial do país, limita-se ao norte com os Estados do Pará e Amazonas, ao sul com Mato Grosso do Sul, a leste com Goiás e Tocantins e a oeste com Rondônia e Bolívia,

Possui 141 municípios, dividido em cinco mesorregiões e 22 microrregiões e uma população de 3.033.991 habitantes, distribuída em 2.482.838 (81,9%) na zona

urbana e 549153 (18,1%) na zona rural, com densidade populacional de 3,36 hab./Km², Figura 24.

A distribuição etária apresenta predomínio de pessoas adultas e com um índice de declínio para jovens e aumento de idosos. Na média do estado há um predomínio de homens devido a migração dos outros estados para o Mato Grosso, sendo 1.548.894 de homens (51,05%) e 1.485.097 de mulheres (48,95%), encontra-se no 9º índice de Desenvolvimento Humano (IDH) entre os estados do Brasil (IBGE, 2010).

A principal atividade econômica é a agricultura, o estado ocupa um lugar de destaque na produção de soja e algodão, atualmente é o líder em produção de algodão no Brasil, superando a média de produtividade nacional (IBGE, 2010).

A configuração da economia se apresenta a partir de sua participação no Produto Interno Bruto (PIB) nacional que é de 1,6%. A composição do PIB do Estado é oriunda dos setores: agropecuário 40,8%, indústria 19%, serviços 40,2%. A Tabela 6 mostra os municípios categorizados por microrregião e população.

Tabela 6 - População residente por microrregião – MT, (IBGE, 2010).

Microrregião	População	Microrregião	População
Aripuanã	137668	Alto Guaporé	67774
Alta Floresta	99141	Tangará Serra	144911
Colíder	143650	Jauru	107434
Parecis	89344	Alto Paraguai	32760
Arinos	75635	Rosário Oeste	30891
A. Teles Pires	191228	Cuiabá	851587
Sinop	173189	Alto Pantanal	132178
Paranatinga	32896	Primavera Leste	83655
Norte Araguaia	112238	Tesouro	54507
Canarana	99416	Rondonópolis	275707
Médio Araguaia	65247	Alto Araguaia	34066

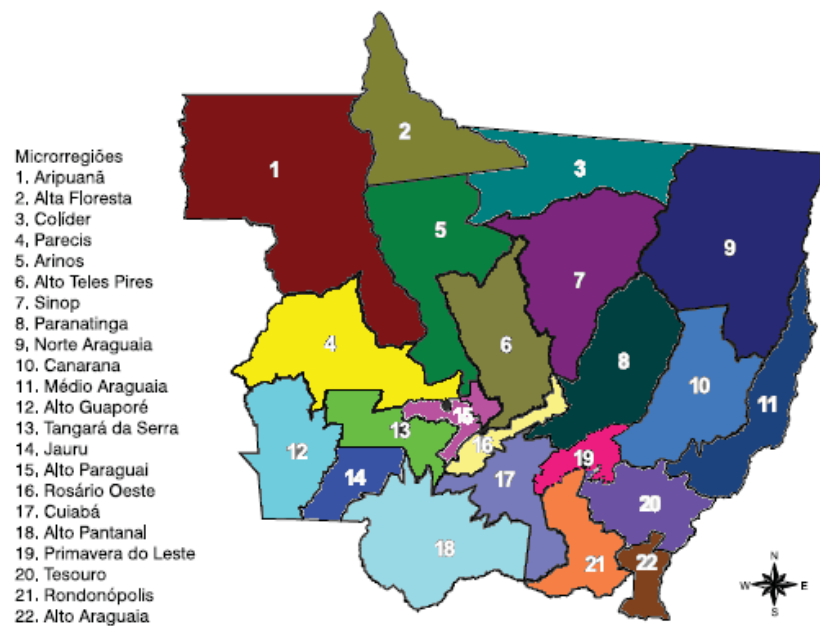


Figura 23 - Mapa do estado Mato Grosso por microrregiões (TERRAVIEW, 2012).



Figura 24 - Mapa do estado do Mato Grosso (IMEA, 2010)

O Estado de Mato Grosso possui clima tipicamente continental, com duas estações bem-definidas, uma chuvosa e outra seca. A variação das médias de temperaturas deve-se principalmente a dois fatores:

- Ampla extensão do território no sentido norte-sul;
- Fato de sua localização no interior do continente, com reduzida influência marítima e baixa amplitude térmica.

No extremo norte, a temperatura média anual é mais alta, em torno de 26° C, enquanto no extremo sul essa média é de 22° C. As variações de temperatura ao longo de um dia podem ser grandes, apenas quando há penetração de massa de ar frio de origem polar, durante o inverno, principalmente nos meses de junho e julho.

O regime de chuvas é tipicamente tropical continental. A estação chuvosa vai de outubro a março (primavera e verão), e a estação seca de abril a setembro (outono e inverno), as médias anuais de chuva variam de 1.250 a 2.750 mm, sendo que na região norte do Estado chove mais de 2.000 mm por ano e menos de 1.200 mm no Pantanal. Predominam dois tipos de clima: equatorial e tropical continental.

O clima equatorial no norte do Estado caracteriza-se pela ocorrência de chuvas intensas, com temperaturas elevadas durante os doze meses do ano.

O clima tropical continental, com duas estações bem-definidas, uma chuvosa e outra seca, também sofre influência da massa equatorial continental, mas apenas no verão. (ABUTAKKA; LIMA, 2006).

A vegetação predominante é a de florestas, como prosseguimento da mata amazônica, sendo que no Estado de Mato Grosso encontra-se inserida nos Biomas e/ou Domínios dos Cerrados (39%) e das Florestas (14%), sendo o único estado brasileiro a apresentar características dos três biomas (Pantanal, Cerrado e Amazônia), apresentando uma grande diversidade de situações ecológicas, sociais, econômicas, culturais e de processos de ocupação agropastoril.

7.3 ESTRATÉGIAS UTILIZADAS PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO.

As estratégias para a realização do estudo foram:

- Estatística do número de focos de queimadas;
- Estatística do número de internações e taxas de internação por doenças respiratórias, infarto agudo do miocárdio e doenças isquêmicas do coração;
- Construção dos mapas temáticos;
- Obtenção dos índices de Moran global e estimador de Kernel para as taxas e focos de queimada.
- Análise de dados pelo program TerraView 4.0.0.

7.3.1 Estatísticas do número de focos de queimada.

Na detecção pelos satélites uma queimada pode ser ou não registrada dependendo da energia termal que é emitida e das condições atmosféricas entre a queimada e o sensor do satélite.

Definiremos para fins de estudo Focos de queimadas (FQ) como sendo o foco de calor equivalente um pixel que emite energia, principalmente na faixa termal-média de 3,7 μ m a 4,1 μ m do espectro ótico, os elementos de resolução selecionados serão o de maior temperatura, em geral saturando o sensor. A extensão mínima de 30m por 1m de largura, não precisando a área afetada pela queimada. (SEMA, 2010).

Os dados do número de focos de queimadas foram obtidos a partir de dados geográficos coletados pela Divisão de Processamento de Imagens (DPI) do INPE.

Os dados são compostos de várias informações relativas às queimadas, nas Figuras 25 e 26:

- Focos de calor obtidos pelos diversos satélites, com vários níveis de resolução;
- Base cartográfica;
- Dados meteorológicos;
- Mapa de desmatamento;
- Mapa das unidades de conservação.

Os parâmetros para visualização dos dados (histograma):

- Político: Gráfico da distribuição do total de focos, no período escolhido por estado;

- Mensal: Gráfico da distribuição do total de focos em cada mês do período escolhido na restrição da data.

As imagens utilizadas como "pano de fundo" na visualização, disponibilizadas em Mosaico Landsat, abrangendo toda a América do Sul, possibilitando visualização na resolução de até 30 metros.

A Base Cartográfica considerando à divisão política brasileira, contendo malha municipal/estadual e sede de município (IBGE, 2001).



Figura 25 - Janela de visualização - site monitoramento de queimadas (parâmetros meteorológicos) (INPE, 2011).



Figura 26 - Janela de visualização - site monitoramento de queimada (sem parâmetros meteorológicos) (INPE, 2011).

7.3.2 Estatísticas do número de internação por DR e IAM/DIC.

Os bancos de dados referentes às internações por DR e IAM/DIC, foram obtidos na base do portal DATASUS, os dados estão disponibilizados pelo Ministério da Saúde e referem-se às internações realizadas pelo Sistema Único de Saúde (SUS).

Os dados de internação, Figuras 27 e 28 foram os seguintes:

- Causas básicas: IAM e DIC (código I20 - I21 da classificação internacional de Doenças e Problemas relacionados à Saúde, 10ª Revisão-C I D-10);
- Causas básicas: DR (código J12-J18, J21 e J40-J46 da Classificação de Doenças e Problemas relacionados à Saúde, 10ª Revisão – CID-10);
- O biênio considerado será 2008-2009, totalizados mês a mês;
- A faixa etária em estudo para DR: zero até 14 anos e acima de 50 anos, considerando ambos os sexos;
- A faixa etária em estudo para IAM/DIC: Acima de 50 anos, considerando ambos os sexos;
- Os dados serão totalizados por microrregião;
- A taxa de internação será obtida pela divisão entre um numerador (número internações total) e o denominador (população total: o resultado multiplicado por 100.000 habitantes).

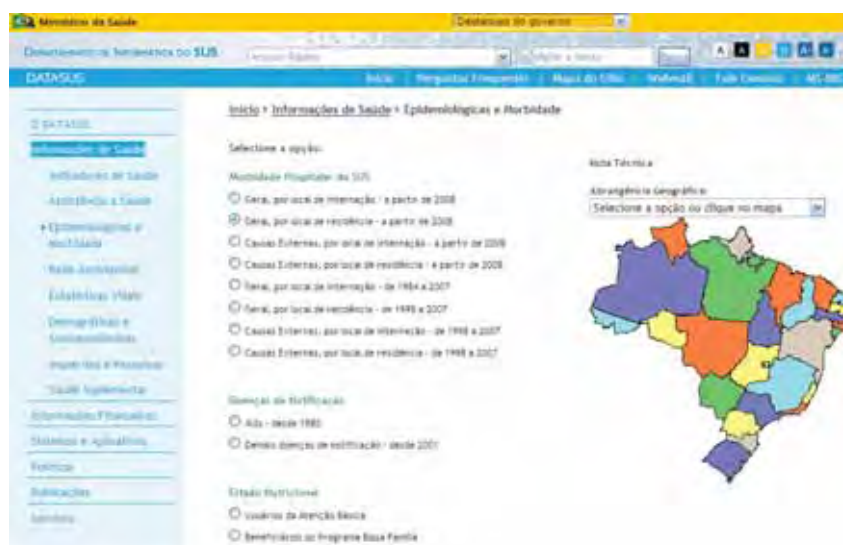


Figura 27 - Site informações de saúde (DATASUS, 2011)

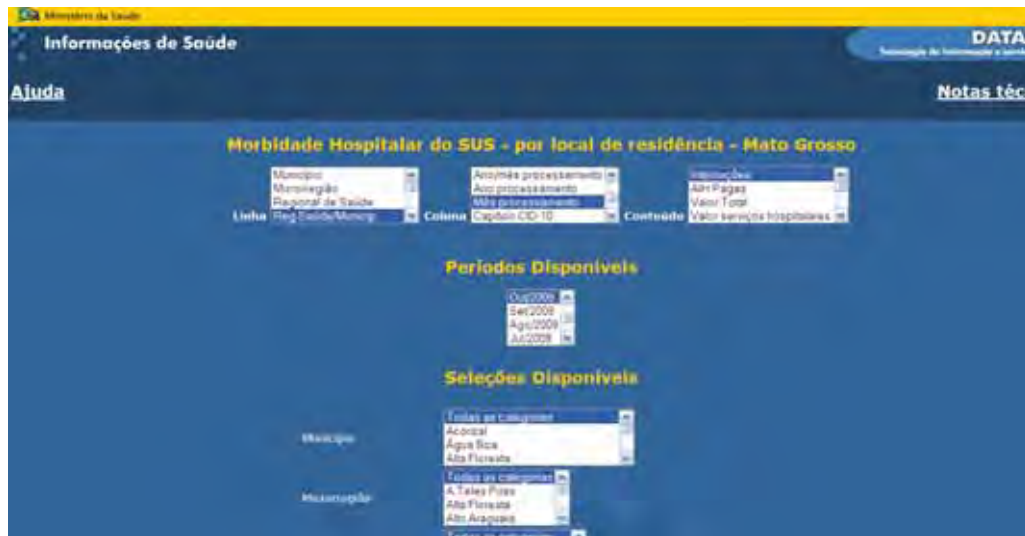


Figura 28 - Site informações de saúde (DATASUS, 2011)

7.3.3 Análise estatística e mapas temáticos

Toda análise estatística e obtenção de cloropletes serão feitas por meio do programa TERRAVIEW, produto baseado na biblioteca Terralib, versão 4.0.0 modelo de bancos de dados 3.1.1, algoritmos de estatística espacial terra stat.

A análise estatística espacial baseou-se nas técnicas propostas Cliff; Ord (1981) adequadas para dados de área.

Essa metodologia é apropriada para estudar a distribuição espacial de internação por DR e IAM/DIC testando hipótese de independência espacial.

As estratégias para a construção dos mapas da distribuição espacial das internações:

- As planilhas das taxas de internação serão obtidas utilizando o programa Microsoft Excel;
- Como as taxas apresentam grande instabilidade para regiões com população de risco pequena, essas regiões estão mais suscetíveis às flutuações nas taxas, devido à ocorrência de uns poucos eventos por mero acaso. Assim foi utilizado o modelo Bayesano empírico de suavização local para minimizar essa variação (ASSUNÇÃO, 1998).

- Utiliza-se-á do índice de Moran sobre as taxas suavizadas e não suavizadas para testar a existência de autocorrelação espacial (tendência de cluster e ou regularidade). Esse índice permite testar se áreas vizinhas apresentam maior semelhança de internações observadas em comparação ao I que seria esperado em um padrão de completa aleatoriedade espacial (CLIFF; ORD 1981). Os valores deste encontram-se entre -1 e 1 , e quantificam a autocorrelação existente entre as áreas;
- Utilizar-se-á como critério de significância o valor de $p < 0,05$;
- Para examinar padrões locais, utilizar-se-á o índice de Moran Local (LISA) aplicado às taxas de IAM/ DIC e DR e nessas mesmas taxas suavizadas;
- Será gerado o LISAMAP, após a determinação da significância estatística do índice de Moran;
- Será gerado o Mapa de Kernel, com localização de maior ou menor concentração dos fenômenos no espaço (FQ, taxas bayseanas de internação por IAM/DIC e DR). A metodologia utilizada baseia-se em levantamento bibliográfico, aplicação de técnicas de estatística espacial e de geoprocessamento, através de ferramentas computacionais dos SIG's. Utilizando a técnica do estimador de Kernel foi gerado com 200 grade com células e com processos pontuais da incidência de FQ e de taxas IAM/DIC e DR. A partir desse processo foi gerado um banco de dados com as informações dos casos das doenças e dos focos de queimadas, e estes foram devidamente representados, sobrepostos no programa TerraView 4.0.0.

O gráfico de espalhamento será utilizado como uma ferramenta para visualizar a autocorrelação existente entre as microrregiões do estado Mato Grosso para as variáveis: número de focos de queimadas e taxas bayseanas de internação. Na geração do Boxmap, cada microrregião será classificada conforme sua posição em relação aos quadrantes do gráfico de espalhamento de Moran, recebendo uma cor correspondente no mapa gerado.

8. RESULTADOS E DISCUSSÃO

8.1 DISTRIBUIÇÕES ESPACIAIS DO NÚMERO DE FOCOS DE QUEIMADAS.

No período de 2008-2009 ocorreram no território Brasileiro 1.120.337 focos de queimadas, com variação de 665.546 FQ (2008) e 454.791 FQ (2009), dados obtidos no banco de dados de queimadas (INPE, 2012). No estado Mato-Grosso foram registrados 145.848 FQ, valores que equivalem a 14,95% do total ocorridos no Brasil, em 2008 MT liderou o ranking dos estados da federação com maior número de focos de queimadas (OLIVEIRA et al.,2010), em contrapartida em 2009 apresentou a estação de queimadas menos ativa nos últimos dez anos(TORRES et al.,2010).

A Figura 30 apresenta a distribuição do número de focos de queimadas mensal, verifica-se um aumento do número dos FQ a partir do mês de maio até outubro (estação de seca), neste período foram totalizados 132.969 FQ (91,17%), na estação das chuvas (novembro a abril) foram registrados 12.879 (8,83%), a distribuição dos focos de queimadas apresentou aspectos sazonais, e evidencia semelhança com a configuração espacial do Arco do Desmatamento, com maiores densidade de FQ.

No Brasil, na Amazônia Legal concentra mais de 85% das queimadas que ocorrem, principalmente, no Arco do Desmatamento, que possui 3.000 km de extensão e mais de 300 km de largura, e se estende desde o Acre até o Maranhão. Entre agosto e dezembro de 2007 foram desmatados 3.235 km² nesta região, sendo 53% deste total apenas em Mato Grosso, apresentando os maiores índices de desmatamentos e, conseqüentemente, de queimadas (PRODES, 2008).

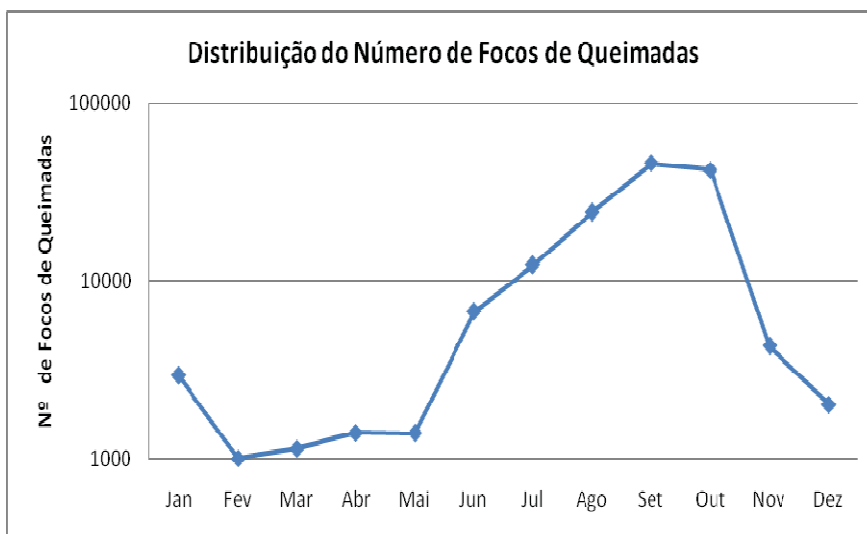


Figura 30 - Distribuição do número de FQ agrupados por mês ocorridos nas microrregiões MT, 2008 - 2009.

Os parâmetros variabilidade anual e médias do número FQ, verificados na Tabelas 7 e 8, sendo mínimo de 673 ocorridos na microrregião de Alto Araguaia e o máximo de 22.115 em Norte do Araguaia. Quatro microrregiões apresentaram valores acima de 10.000 focos de queimadas; destacam 15,16% ocorreram no Norte do Araguaia (22.115), 11,58% em Aripuanã (16.893), 10,54% em Alto Teles Pires (15374) e 10,22% em Arinos (14.915). Nove microrregiões (40,09%) apresentaram valores acima da média (6629,45 FQ), representados por: Alta Floresta, Alto Teles Pires, Arinos, Aripuanã, Canarana, Norte Araguaia, Paranatinga e Sinop.

Na estação seca as variabilidades mínimas e máximas foram às mesmas apresentadas na configuração anual, oito microrregiões, ou seja, 36,26% apresentaram valores acima da média (6044,44) sendo elas: Norte do Araguaia, Aripuanã, Arinos, Alto Teles Pires, Alta Floresta, Sinop, Paranatinga e Canarana.

Na estação chuvosa os valores são inferiores aos anteriores (anual e estação seca) com variabilidade mínima de 49,00 FQ registrados na microrregião de Rosário do Oeste e a máxima de 2998 FQ em Alto Pantanal, oito microrregiões (36,36%), apresentaram valores acima da média (585,40) sendo elas: Aripuanã, Norte do Araguaia, Arinos, Alto Teles Pires, Sinop, Paranatinga, Alto Guaporé e Alto Pantanal.

Tabela 7 - Número de focos de queimadas por mês nas microrregiões MT, 2008-2009.

Microrregiões	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Total	2947	1013	1149	1414	1402	6719	12305	24344	45959	42240	4327	2029	145848
N. Araguaia	153	44	77	46	40	356	990	3620	6943	9485	336	25	22115
Aripuana	209	30	51	84	28	265	847	3752	6782	4508	304	33	16893
A.T. Pires	385	235	309	381	330	1705	1996	2183	2732	4520	542	56	15374
Arinos	176	55	94	120	132	911	2006	1725	4979	4411	228	78	14915
Sinop	138	100	201	158	144	1128	1495	820	1492	2783	446	32	8937
Canarana	141	81	86	78	110	382	836	1994	2675	1782	88	10	8263
A.Pantanal	707	65	14	24	36	47	94	344	1450	3225	715	1473	8194
Paranatinga	210	82	85	136	125	589	683	941	1862	2021	441	6	7181
Alta Floresta	11	10	3	3	7	62	368	2030	3287	918	75	0	6774
Alto Guapore	127	56	13	34	15	53	111	587	2090	1858	355	133	5432
T. da Serra	107	54	40	103	252	447	819	1057	991	917	183	71	5041
Parecis	187	77	72	158	69	188	788	990	1593	611	53	15	4801
Colider	19	4	2	3	1	86	354	1072	1775	1075	63	7	4461
M. Araguaia	74	23	11	5	29	80	149	502	1880	1233	117	3	4106
Rondonópolis	63	31	21	22	23	88	194	341	1541	337	56	5	2722
Tesouro	57	15	28	13	10	5	90	616	1068	570	75	13	2560
Cuiaba	23	15	12	6	1	21	59	605	948	575	69	12	2346
Jauru	61	17	7	19	29	232	82	104	591	512	133	21	1808
Alto Paraguai	18	1	3	1	5	3	50	349	518	224	21	9	1202
R.Oeste	15	1	2	6	3	15	160	215	431	154	11	14	1027
P.do Leste	26	11	13	7	4	47	66	312	191	336	1	9	1023
A.Araguaia	40	6	5	7	9	9	68	185	140	185	15	4	673

Tabela 8 - Estatísticas do número de focos de queimadas nas microrregiões MT, 2008-2009.

Período	Média (dp)	%
Estação Seca	6044,05 (5432,14)	91,16
Estação Chuvosa	585,40 (685,27)	8,84
Anual	6629,45 (5723,06)	

Tabela 9 - Índice de Moran (I_M) e significância (p) do número de focos de queimadas nas microrregiões MT, 2008-2009.

Período	I	p
Estação Seca	0,18	0,11
Estação Chuvosa	-0,07	0,31
Anual	0,14	0,13

A distribuição espacial anual do número de focos de queimadas apresentou correlação positiva $I_M = 0,14$ ($p = 0,13$) na Tabela 9.

Na Figura 31, observa-se a existência de um aglomerado que estende do noroeste até nordeste, composto pelas microrregiões com valores acima da média (Alta Floresta, Alto Teles Pires, Arinos, Aripuanã, Canarana, Norte Araguaia, Paranatinga e Sinop), na região centro-sul apenas uma microrregião (Alto Pantanal).

Na Figura 32 da distribuição espacial na estação seca, apresenta oito microrregiões com valores acima da média e a existência de um aglomerado que estende do noroeste até nordeste, composto pelas microrregiões: Norte do Araguaia, Aripuanã, Arinos, Alto Teles Pires, Alta Floresta, Sinop, Paranatinga e Canarana, a correlação entre as microrregiões foi positiva $I_M = 0,18$ ($p = 0,11$).

Na estação das chuvas na Figura 33, oito microrregiões apresentaram valores acima da média; nestas microrregiões localizam-se inicialmente ao noroeste em Aripuanã estendendo ao nordeste na microrregião de Norte Araguaia; no centro do estado concentra-se nas microrregiões com maior número de focos (Arinos, Alto Teles Pires, Sinop e Paranatinga) e ainda situado a oeste a microrregião de Alto Guaporé apresenta isoladamente número FQ acima da média e o mesmo na região centro-sul com Alto Pantanal com número elevado de FQ para a estação, a correlação entre as variáveis foi negativa $I_M = -0,07$ ($p = 0,31$).

Os valores do I_M para o número FQ (anual, seca e chuvosa) foram baixos combinado com uma significância acima de 0,05, indicando baixa correlação entre os valores.

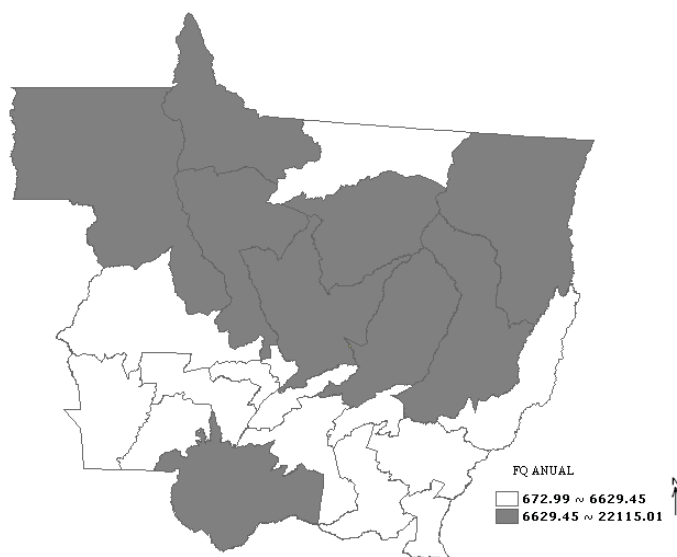


Figura 31 - Distribuição espacial do número de FQ anual nas microrregiões MT, 2008-2009.

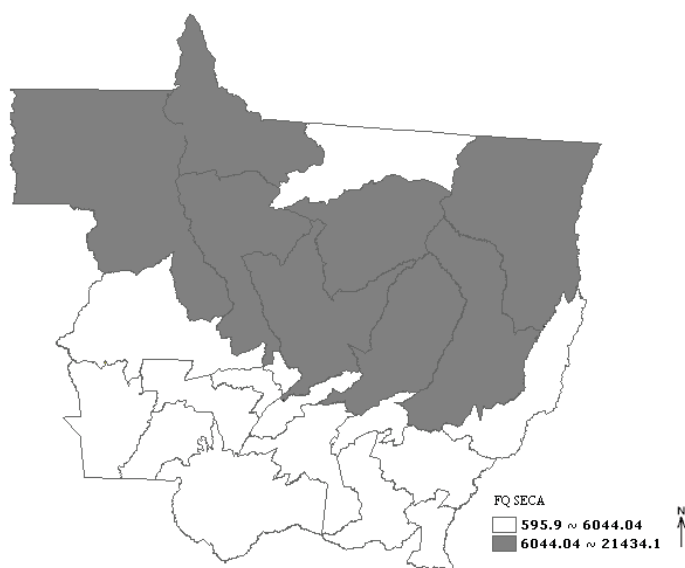


Figura 32 - Distribuição espacial do número de FQ na estação seca nas microrregiões MT, 2008-2009

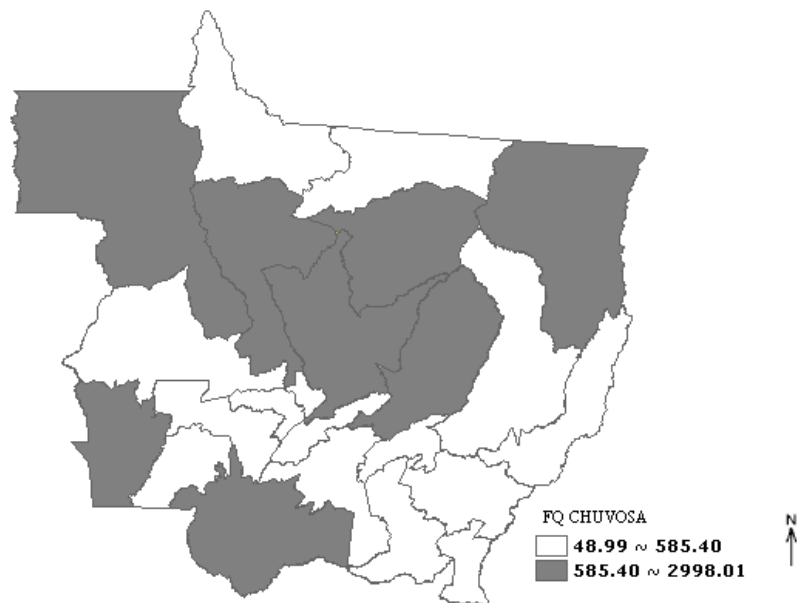


Figura 33 - Distribuição espacial do número de FQ na estação chuvosa nas microrregiões MT, 2008-2009.

O diagrama de Kernel para a distribuição espacial anual e seca apresentou configuração semelhante e que acompanham o arco de desmatamento, Figura 34 e 35 a densidade é alta de FQ em Alto Teles Pires estendendo até as microrregiões vizinhas (Sinop e Arinos) com densidade média em Norte Araguaia e Aripuanã.

Alto Teles Pires com densidade alta, porém com um espalhamento da densidade média de FQ em Norte Araguaia e Aripuanã ocupando toda porção noroeste, norte e nordeste, medidas mensais estimam a concentração de poluentes atmosféricos derivados da queima da biomassa na região Amazônica (LONGO et al., 2007).

Na Figura 36, a configuração do Kernel para estação de chuva apresenta apenas dois pontos de acúmulo de FQ, em Alto Pantanal com densidade alta e densidade média em Alto Teles Pires.

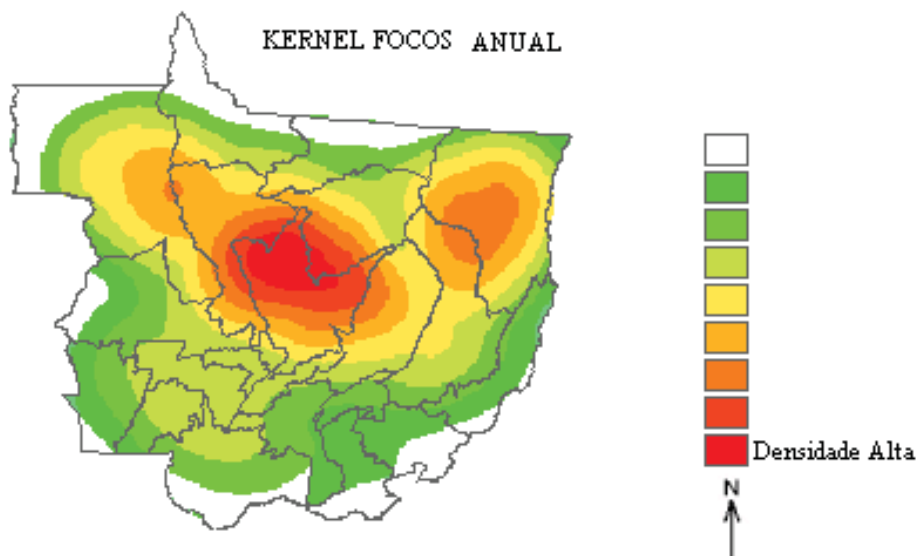


Figura 34 - Mapa temático com validade do estimador de Kernel relativo ao número de FQ anual nas microrregiões MT, 2008-2009.

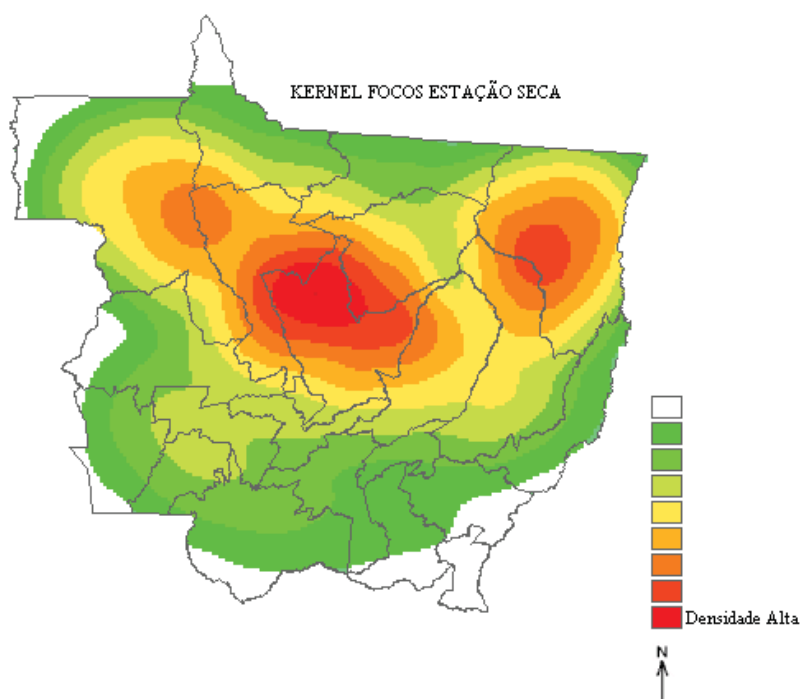


Figura 35 - Mapa temático com validade do estimador de Kernel relativo ao número de FQ na estação seca nas microrregiões MT, 2008-2009.

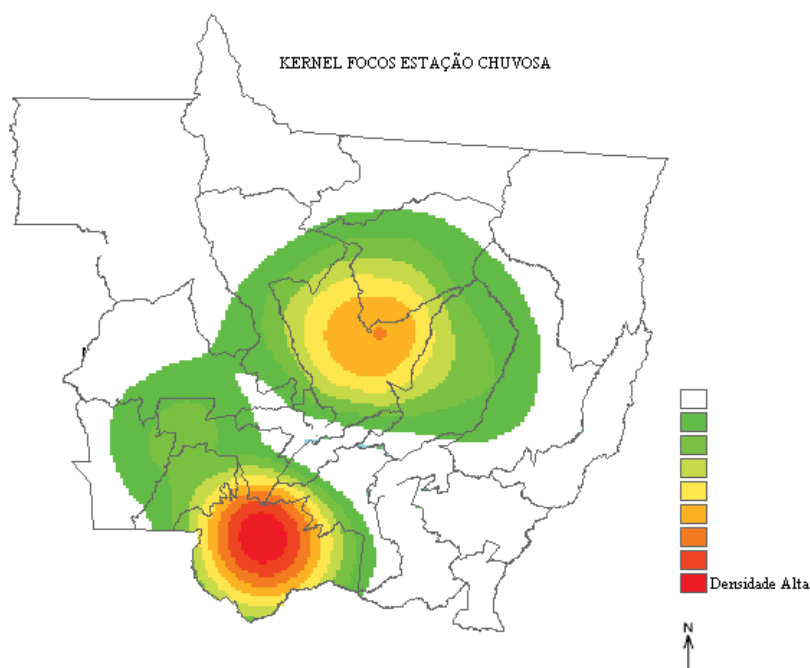


Figura 36 - Mapa temático com validade do estimador de Kernel relativo ao número de focos de queimada na estação chuvosa nas microrregiões MT, 2008-2009.

A maior parte dos focos de queimadas foi detectada na estação seca, com exceção de algumas microrregiões, onde a dinâmica dos incêndios ocorre no período considerado chuvoso.

A análise de Barbosa (2010) acerca da distribuição temporal dos focos de calor no estado de Roraima no período de 1999 a 2009 por meio dos satélites NOAA-12 e NOAA-15, verificou que os meses com maior número de focos de calor foram os que fortemente estavam associados à estiagem regional, em especial fevereiro e as três primeiras semanas de março e que os municípios mais atingidos por focos de calor são os que possuem as maiores áreas desmatadas e, por isso, devem possuir maior atenção no período seco, em especial quando do aparecimento de fortes eventos El Niño.

O Boxmap do número de focos queimadas anual e estação seca, Figuras 37 e 38 são semelhantes, pois apresentam cinco microrregiões (Aripuanã, Alto Floresta, Arinos, Sinop, Canarana) que estão localizadas no quadrante Q1(HH), no quadrante Q2(LL) para biênio foram dez microrregiões (Alto Guaporé, Jauru, Tangara da Serra, Alto Paraguai, Rosário do Oeste, Cuiabá, Primavera do oeste, Rondonópolis, Tesouro e Alto Araguaia) para estação seca o Q2 foram onze microrregiões, incluído Alto

Pantanal. Na estação chuvosa, Figura 39 apresenta três microrregiões (Arinos, Sinop e Paranatinga) estão localizadas no quadrante Q1(HH), no quadrante Q2(LL) 06 microrregiões (Alta Floresta, Canarana, Primavera do Leste, Médio Araguaia, Tesouro e Alto Araguaia).

A estratificação da estatística do índice de Moran para o número de FQ nos níveis alto-alto (Q1), baixo-baixo (Q2), indicou no caso específico a formação de dois aglomerados. O aglomerado Q1 é formado pelas microrregiões em que todas as microrregiões possuem a significância estatística de 5 % no cluster; apresentam elevadas quantidades de número de focos de queimadas e são vizinhos contíguos de microrregiões com elevada quantidade de focos de queimadas, verifica-se que maioria dos agrupamentos de maiores prevalências ocorreu nas microrregiões pertencentes ao arco do desmatamento, composto e caracterizado por grandes áreas desmatadas e grandes concentrações de queimadas (ARAÚJO, SILVA, NASCIMENTO, 2007).

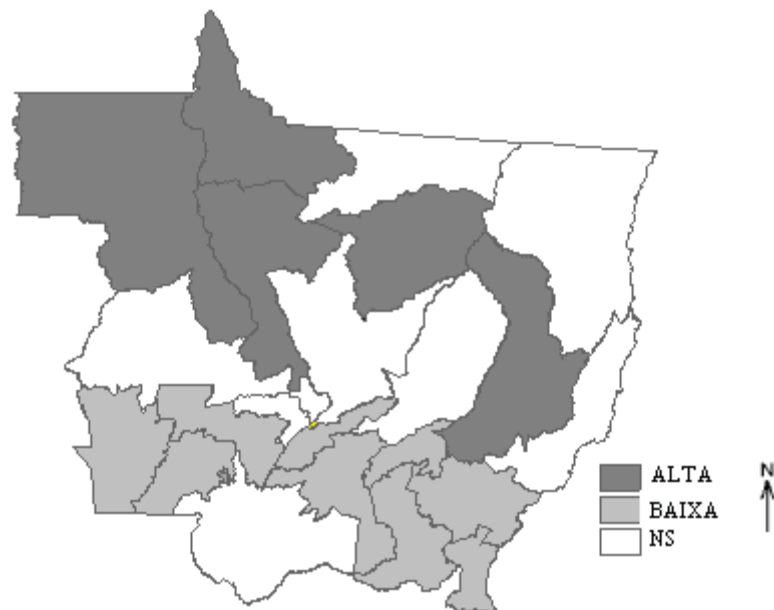


Figura 37 - Boxmap do número de FQ anual nas microrregiões MT, 2008-2009.

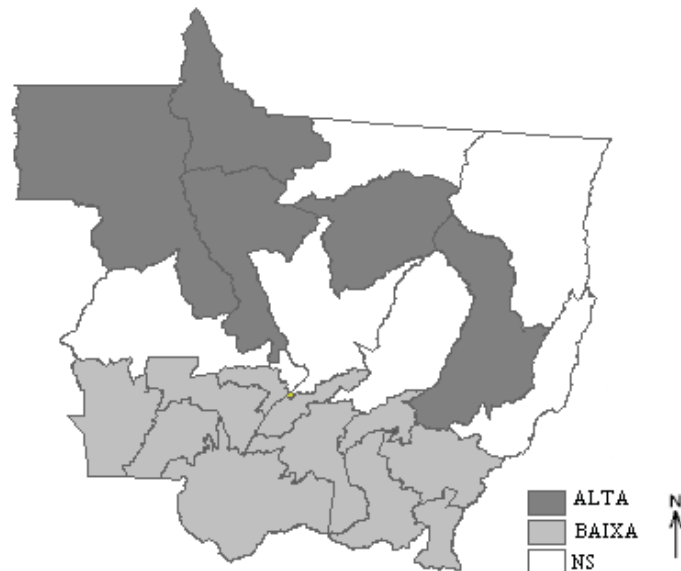


Figura 38 - Boxmap do número de FQ estação seca nas microrregiões MT, 2008-2009.

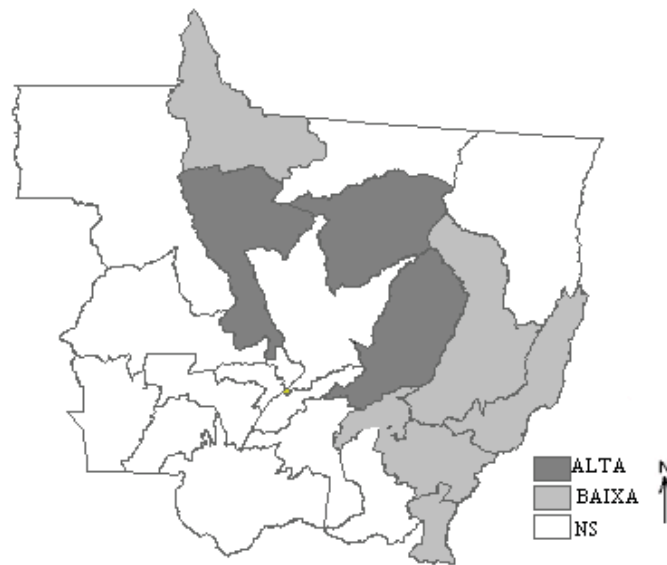


Figura 39 - Boxmap do número de FQ na estação chuvosa nas microrregiões MT, 2008-2009.

Para Gontijo et al.(2011), queimadas de grande dimensão são facilmente detectadas, porém, mais estudos são necessários para entender os motivos pelos quais 24,74% das queimadas maiores que 100 até 1000 hectares não foram detectados pelos focos de calor. Sugerem-se estudos complementares analisando estas áreas queimadas quanto à vegetação afetada a fim de analisar se está interfere na detecção.

8.2 DISTRIBUIÇÕES ESPACIAIS DAS TAXAS DE INTERNAÇÕES POR INFARTO AGUDO DO MIOCÁRDIO E DOENÇAS ISQUÊMICAS DO CORAÇÃO.

No biênio 2008/2009 foram registradas no Brasil, de acordo com o DATASUS 307.889 internações por Infarto Agudo do Miocárdio e Doenças Isquêmicas do coração e nas 22 microrregiões do estado do Mato-Grosso foram 2.602 (0,84%) internações nas faixas etárias em estudo, Tabela 10.

O número médio no período por DIC/IAM anual foi de 118,27 internações; do total quatro microrregiões apresentaram valores acima da média (Cuiabá, Rondonópolis, Alto Teles Pires e Colíder).

Na estação seca, de outubro a maio foram registradas 1364 de internações (52,42%) e na estação chuvosa (novembro a abril) foram registradas 1238 internações (47,57%). As médias do período seco e chuvosa foram 62,00 e 55,45 internações respectivamente.

A distribuição na Figura 40 apresenta o gráfico do número de internação por mês no biênio 2008/2009, verificando que o mês de outubro apresentou valores mais elevados para as microrregiões de maneira geral.

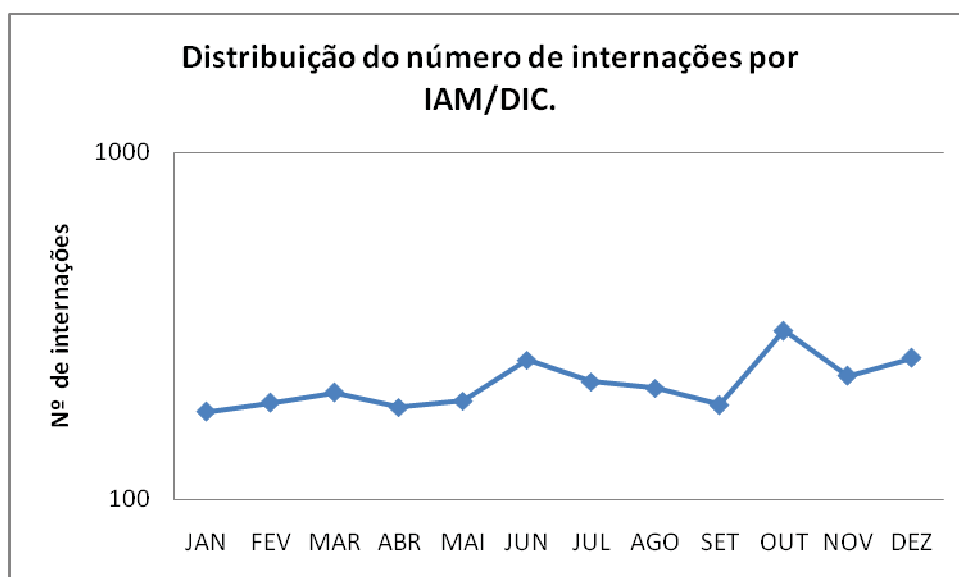


Figura 40 - Distribuição do número de internações por IAM/DIC por mês nas microrregiões MT, 2008- 2009.

Tabela 10 - Dados relativos à morbidade por doenças do aparelho circulatório, infarto agudo do miocárdio e outras doenças isquêmicas do coração por microrregiões MT, 2008-2009.

MICRORREGIÃO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
Aripuanã	3	6	2	1	8	11	4	6	4	4	6	3	58
A. Floresta	10	3	3	5	2	4	8	4	5	6	6	8	64
Colíder	10	16	11	9	10	9	4	12	19	16	12	22	150
Parecis	1	5	3	5	6	3	5	2	1	1	7	8	47
Arinos	3	4	5	8	7	8	6	6	2	11	8	10	78
A.T. Pires	22	12	16	9	10	14	15	16	12	26	13	17	182
Sinop	8	2	5	10	8	9	10	14	7	12	12	10	107
Paranatinga	1	2	-	-	-	-	3	2	4	2	2	2	18
Norte Araguaia	2	4	8	6	8	3	6	1	4	4	2	7	55
Canarana	10	6	-	2	2	3	1	2	3	4	1	7	41
Médio Araguaia	1	6	8	3	4	5	4	5	4	4	8	3	55
Alto Guaporé	3	2	8	2	2	5	3	3	4	3	4	3	42
Tangará Serra	5	6	5	1	4	6	4	9	6	7	10	8	71
Jauru	2	8	4	8	6	8	6	4	3	5	7	13	74
Alto Paraguai	1	1	-	-	-	-	1	1	2	4	1	-	11
Rosário Oeste	1	1	2	1	2	1	1	-	-	4	3	2	18
Cuiabá	58	59	79	75	77	117	96	79	69	137	83	93	1022
Alto Pantanal	3	16	9	8	6	15	9	10	11	9	10	8	114
Primavera Leste	1	4	8	4	4	3	4	3	5	7	6	7	56
Tesouro	5	-	8	3	4	2	6	4	2	6	3	5	48
Rondonópolis	28	27	18	24	21	23	20	21	16	33	20	19	270
Alto Araguaia	1	-	1	-	1	3	2	5	4	1	3	-	21
Total	179	190	203	184	192	252	218	209	187	306	227	255	2602

Nas Tabelas 11 e 12 apresentam as estatísticas relativas às taxas médias de internação por IAM e DIC separadas por ano e por estações (seca e chuvosa), considerando com e sem alisamento bayseano e os respectivos índices de Moran e significância.

Tabela 11 - Valores referentes ao número de internações e taxas (com e sem estimativas bayseanas) por infarto agudo do miocárdio e doença isquêmica do coração MT, 2008-2009.

Período	Número de Internações	Taxas Médias (por 100.000 habitantes)	Taxas Bayseanas (por 100.000 habitantes)
Seca	1364	35,94	37,86
Chuvosa	1238	33,68	36,96
Anual	2602	70,13	72,80

Tabela 12 - Valores referentes I_M e p aplicado as taxas de internação (com e sem estimativas bayseanas) por infarto agudo do miocárdio e doença isquêmica do coração MT, 2008-2009.

Estatísticas	Taxa		Taxa Bayseana	
	I_M	p	I_M	p
Seca	0,09	0,25	0,08	0,26
Chuva	-0,09	0,24	-0,09	0,28
Anual	0,01	0,43	0,02	0,43

A Figura 41a apresenta a distribuição espacial anual e é possível visualizar um aglomerado que estende da porção norte (Colider, Arinos e Alto Teles Pires) e um segundo aglomerado na região centro-sul (Alto Pantanal, Cuiabá), a sudeste

(Rondonópolis, Tesouro) e até o nordeste (Médio Araguaia) do estado MT, nos aglomerados ocorrem às concentrações das maiores taxas de internações.

Os valores da taxa média considerando o alisamento bayseano foram relativamente maiores, 72,80 /100 mil habitantes verificado na Figura 41b, tem-se uma configuração semelhante ao apresentado no mapa sem alisamento. Os mapas temáticos tanto para as internações com e sem alisamento bayseano são idênticos, mostrando não haver dados reais discrepantes.

Os valores do $I_M=0,02(p=0,43)$ para as taxas com alisamento bayseano são muito próximos ao apresentado na distribuição sem alisamento bayseano, o valor do $I_M=0,01(p=0,43)$, estes valores sugerem ausência autocorrelação espacial.

Na estação seca, a taxa média foi de 35,94/100 mil habitantes com nove microrregiões (40,90%) acima da média (Colíder, Cuiabá, Médio Araguaia, Rondonópolis, Alto Araguaia, Tesouro, Alto Pantanal, Alto Teles Pires e Arinos); a distribuição das taxas nesta estação, Figura 42a indicou um aglomerado semelhante ao apresentado na distribuição da taxa total.

Na configuração para as taxas na estação seca, Figura 42b considerando o alisamento bayseano (valor médio 37,86/100 mil habitantes) nove microrregiões com taxas acima da média, sendo que o aglomerado situado porção norte a médio norte (Colider, Arinos e Alto Teles Pires), centro- sul a sudeste (Alto Pantanal, Cuiabá, Rondonópolis, Alto Araguaia, Tesouro e Médio Araguaia); a configuração foi semelhante à taxa sem alisamento bayseano.

O índice de Moran apresentou valores contraditórios, enquanto o índice na estação seca sem alisamento apresentou baixa correlação positiva $I_M=0,08(p=0,26)$, com alisamento bayseano apresentou baixa correlação negativa $I_M=-0,09(p=0,25)$.

“A região da Grande Cuiabá, devido às suas características geográficas e climáticas, durante o período seco (maio a outubro), todos os municípios pertencentes à Depressão Cuiabana – entre a Serra dos Parecis e da Chapada dos Guimarães – sofrem com o aumento substancial da poluição atmosférica, devido à diminuição da velocidade dos ventos, que interfere na capacidade de dispersão do material particulado da atmosfera, além da inversão térmica que ocorre em alguns dias desse período” (BOTELHO, 1999).

Na estação chuvosa a taxa média foi de 33,68/100mil habitantes (Alta Floresta, Colíder, Cuiabá, Jauru, Médio Araguaia, Primavera do Leste, Rondonópolis, Tesouro, Alto Pantanal, Alto Teles Pires e Arinos), totalizando onze microrregiões com valores acima da média (50%).

Na distribuição da estação chuvosa apresentou várias microrregiões com taxas acima da média, o valor do índice apresentou discreta correlação negativa $I_M = -0.09$ ($p=0.28$).

A distribuição espacial observado na Figura 43a verificou a existência de um aglomerado composto por microrregiões na região norte e de sudoeste a noroeste.

Com alisamento bayseano, Figura 43b, o aglomerado inicia-se centro-sul (Rosário do Leste), ao norte (Paranatinga), nordeste (Médio Araguaia) e a sudeste (Tesouro, Alto Araguaia e Primavera do Leste), apresenta valor acima da média e apresenta isolado, não compondo o aglomerado, está Arinos situado na região Norte e Alto Guaporé na região sudoeste.

As microrregiões com taxas acima da média na estação chuvosa considerando com e sem alisamento foram: Arinos, Primavera do Leste, Tesouro e Médio Araguaia. O índice de Moran considerando alisamento bayseano apresentou $I_M = -0,01$ ($p=0,12$).

O Teste de I_M Global, Tabela 12 apresentou para as variáveis taxas de internações totais e bayseana, valores de I_M muito baixo combinado com uma significância acima de 0.05, o que refuta a hipótese de autocorrelação para estas variáveis nas microrregiões.

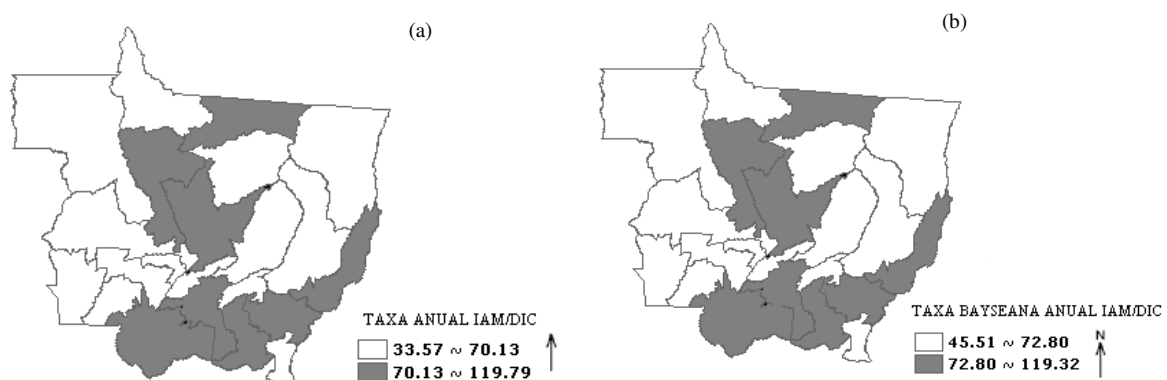


Figura 41 - Distribuição espacial da taxa de internação anual (a) e bayseana (b) por IAM / DIC nas microrregiões MT, 2008-2009.

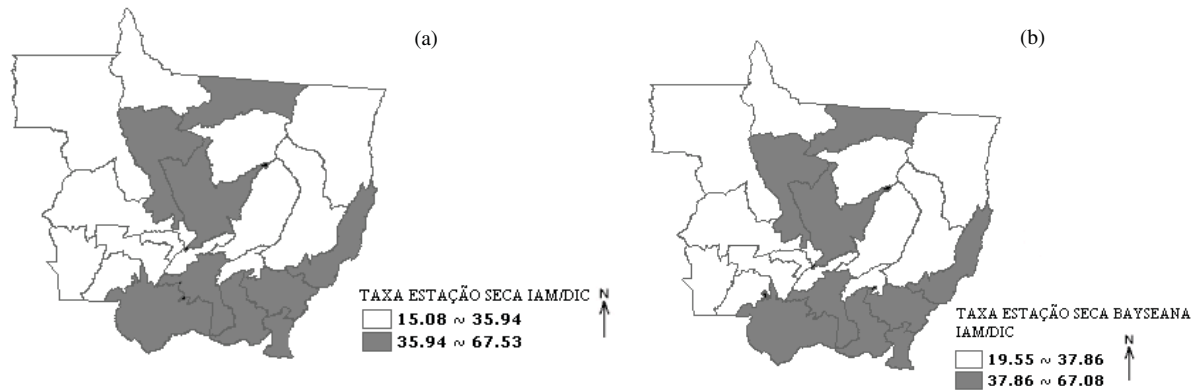


Figura 42 - Distribuição espacial da taxa de interação na estação seca (a) e bayseana (b) por IAM / DIC nas microrregiões MT, 2008-2009.

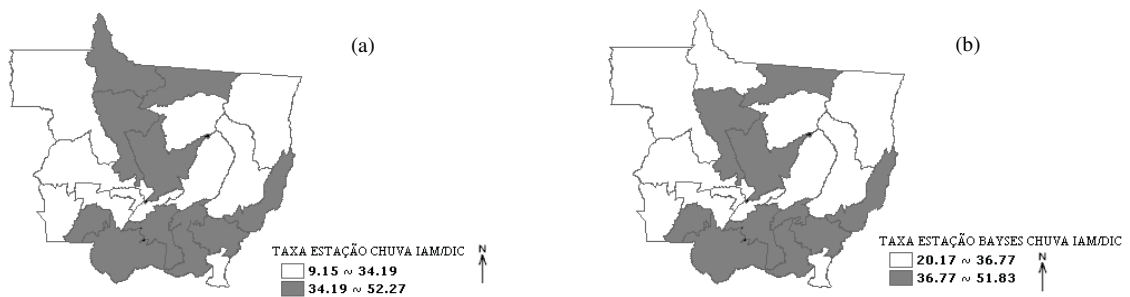


Figura 43 - Distribuição espacial da taxa de interação na estação chuvosa (a) e bayseana (b) por IAM / DIC nas microrregiões MT, 2008-2009.

O Lisamap da taxa anual, Figura 44 indica a presença de uma microrregião com índice significativo $p=0,04$ (Rondonópolis), essa microrregião não depende dos valores da vizinhança, apenas de seu valor local, com dinâmica própria.

Na estação seca, Figura 45 duas microrregiões possuem dinâmica própria (Alto Guaporé $p=0,03$ e Rondonópolis $p=0,01$).

Na estação das chuvas na Figura 46 verifica-se inexistência de microrregiões com dinâmicas próprias, ou seja, microrregiões sofrem interferência global.



Figura 44 - Lisamap da taxa bayseana de internação anual por IAM/DIC nas microrregiões MT, 2008-2009.



Figura 45 - Lisamap da taxa bayseana de internação na estação seca por IAM / DIC, nas microrregiões MT, 2008-2009.



Figura 46 - Lisamap taxa bayseana de internação estação chuvosa por IAM / DIC, nas microrregiões MT, 2008-2009.

O Boxmap visualiza espacialmente os valores da taxa anual bayseana na Figura 47, que apresenta três microrregiões (Alto Pantanal, Rondonópolis e Tesouro), localizadas no quadrante Q1(HH), no quadrante Q2(LL) estão cinco microrregiões (Alto- Guaporé, Parecis, Jauru, Alto Paraguai e Canarana).

Na estação seca, Figura 48 com três microrregiões (Alto Pantanal, Rondonópolis e Alto Araguaia), localizadas no quadrante Q1(HH), no quadrante Q2(LL) 07 microrregiões (Aripuanã, Parecis, Alto Guaporé, Jauru, Alto Paraguai, Canarana e Norte do Araguaia) e na estação chuvosa, Figura 49 cinco microrregiões (Alto pantanal, Cuiabá, Rondonópolis, Primavera do Leste e Tesouro). As microrregiões no quadrante Q1 são aquelas que devem merecer uma prioridade quanto aos serviços de saúde.



Figura 47 - Boxmap da taxa anual bayseana de internação por IAM / DIC nas microrregiões MT, 2008-2009.



Figura 48 - Boxmap da taxa bayseana de internação na estação seca por IAM / DIC, nas microrregiões MT, 2008-2009.

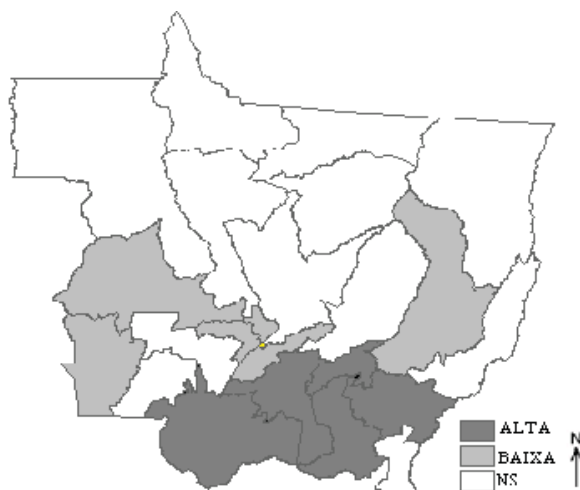


Figura 49 - Boxmap da taxa bayseana de internação na estação chuvosa por IAM / DIC, nas microrregiões MT, 2008-2009.

Devido à grande quantidade de pontos nas microrregiões situadas do centro-sul a sudoeste do estado do MT, as Figuras 50, 51 e 52 indicam uma forte concentração das taxas de internação anual, estação seca e chuvosa por IAM/DIC nas microrregiões de Rondonópolis e Cuiabá.

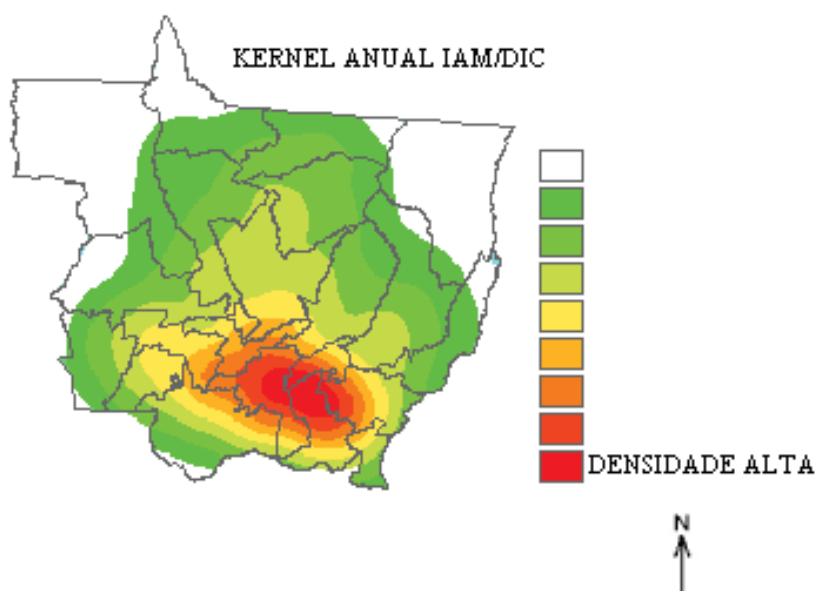


Figura 50 - Mapa temático com validade do estimador de Kernel da taxa bayseana anual de internação por IAM/DIC nas microrregiões MT, 2008-2009.

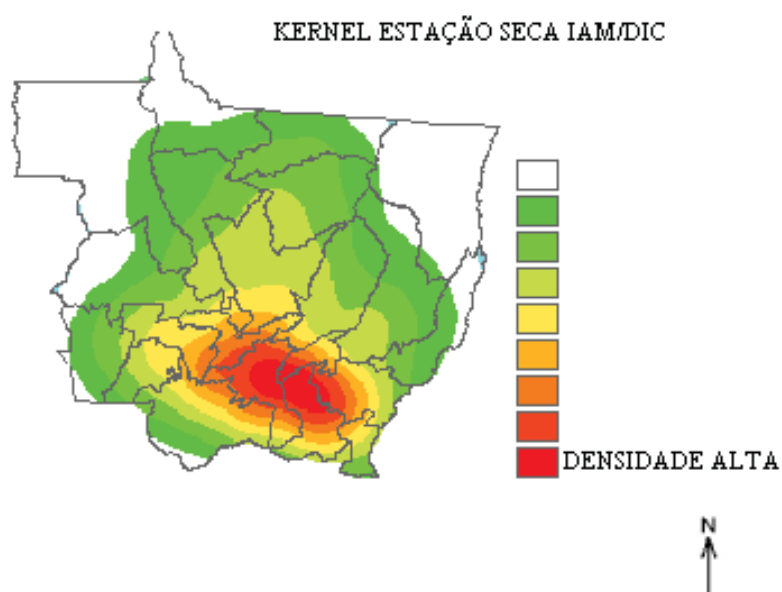


Figura 51 - Mapa temático com validade do estimador de Kernel da taxa bayseana na estação seca de internação por IAM/DIC nas microrregiões MT, 2008-2009.

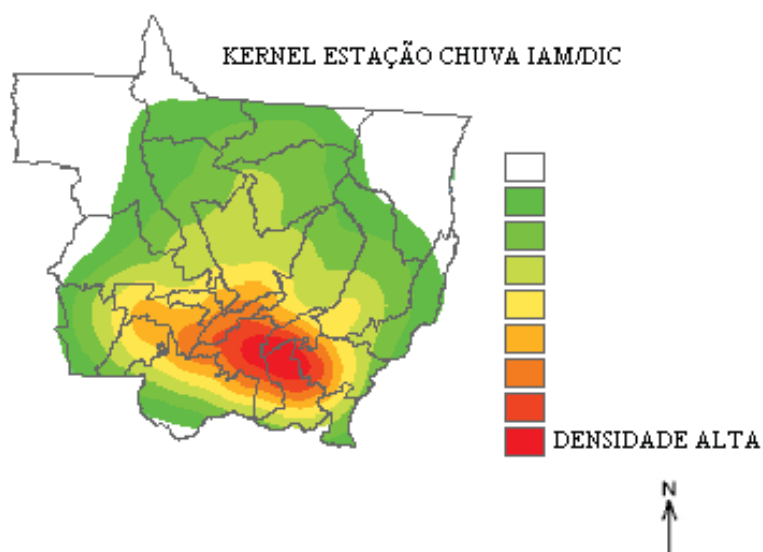


Figura 52 - Mapa temático com validade do estimador de Kernel da taxa bayseana na estação chuvosa de internação por IAM/DIC nas microrregiões MT, 2008-2009.

8.2.1 Relação entre as distribuições espaciais: número de FQ e taxas bayseanas de internações por IAM/DIC.

O número de FQ nas microrregiões mato-grossense e o número de internações associadas a morbidades por IAM/DIC nas 22 microrregiões apresentou correlação negativa ($r=-0,12$), porém ao analisarmos os valores distribuídos mensalmente verificou-se correlação positiva ($r= 0,34$).

Nos meses que compõem a estação seca, os valores estão acima da média, às alterações ocorrem justamente no início e no final da estação seca, nestes meses o número total de internações foi de 1364, sendo superior em 4,85% ao registrado na estação chuvosa com 1238 internações, Tabela 13,14 e Figura 53.

A sazonalidade significativa foi verificada nas internações, prevalecendo o período seco com maior número de hospitalizações, sendo que 99,50% destas internações ocorreram na população mais susceptível na faixa etária de acima dos 50 anos.

Braga et al.(2007), constatou uma sazonalidade concentrações do PM_{10} em Itabira(MG) ,pois ocorreu uma aumento mais acentuado nos meses de inverno (abril a agosto), devido à ocorrência de queimadas na região e Brook et al.(2010) revela que uma elevação de $10 \mu g/m^3$ na concentração de MP está associada a um aumento de 0,44% por doença isquêmica cardíaca, de 0,57% por arritmia e de 1,28% por insuficiência cardíaca e Santos et al.(2008) em estudo encontrou aumento de cerca de 3% no número de consultas de emergência por arritmia no pronto-socorro do Instituto do Coração, associado à variação de $10 mg/m^3$ na concentração de MP_{10} , sendo que impactos maiores foram associados aos poluentes gasosos. Nascimento e Medeiros(2011) encontrou aumento de $24,7 \mu g/m^3$ na concentração média de PM_{10} houve um acréscimo de 9,8% nas internações.

Tabela 13 - Dados relativos ao número de focos de queimadas e taxas de internação Bayseana por IAM/DIC e DR distribuídos por mês nas microrregiões MT, 2008-2009.

Variáveis	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Focos queimadas	2947	1013	1149	1414	1402	6719	12305	24344	45959	42240	4327	2029
Nº Internações	179	190	203	184	192	252	218	209	187	306	227	255
Taxa Internações	5,89	6,26	6,68	6,06	6,32	8,30	7,18	6,88	6,16	10,08	7,47	8,40

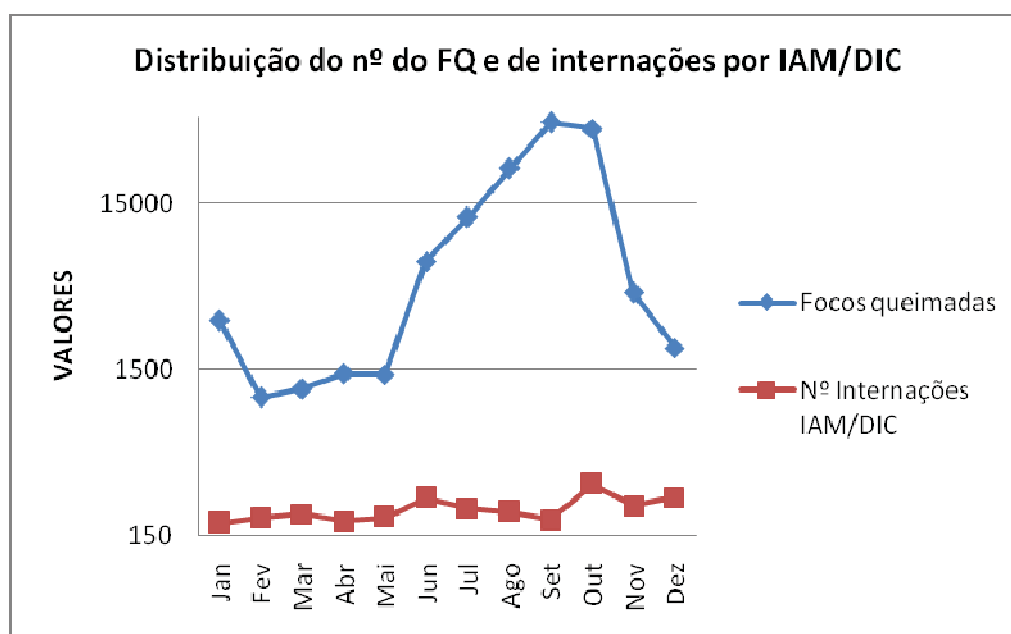


Figura 53 - Distribuições do número de FQ e de internações por IAM/DIC por mês nas microrregiões MT, 2008-2009.

Tabela 14 - Dados relativos ao número de focos de queimadas e taxas de internação bayseana por IAM/DIC (anual, estação seca e chuvosa) nas microrregiões do Mato Grosso, 2008-2009.

Estado Mato-Grosso	Nº Focos Queimadas			Taxas bayseana por IAM/DIC		
Microrregiões	Anual	Seca	Chuva	Anual	Seca	Chuva
Norte Araguaia	22115	21434	681	52,44	26,10	29,20
Aripuana	16893	16182	711	45,52	28,91	20,17
Alto Teles Pires	15374	13466	1908	94,61	48,32	45,65
Arinos	14915	14164	751	100,76	51,39	47,28
Sinop	8937	7862	1057	63,28	35,58	29,30
Canarana	8263	7779	484	45,89	19,55	29,76
Alto Pantanal	8194	5196	2998	86,18	45,34	40,79
Paranatinga	7181	6221	960	62,78	37,43	30,47
Alta Floresta	6774	6672	102	66,76	31,60	36,62
Alto Guaporé	5432	4714	718	65,43	32,67	35,12
Tangara da Serra	5041	4483	558	51,71	27,00	27,21
Parecis	4801	4239	562	56,41	24,20	34,65
Colider	4461	4363	98	99,13	48,31	49,45
Médio Araguaia	4106	3873	233	84,47	40,92	43,13
Rondonópolis	2722	2324	198	97,42	48,38	48,38
Tesouro	2560	2359	201	89,12	44,25	43,85
Cuiabá	2345	2209	137	119,31	67,06	51,81
Jauru	1808	1550	258	70,50	31,90	39,44
Alto Paraguai	1202	1149	53	47,22	31,56	24,97
Rosário Oeste	1027	978	49	65,74	32,78	36,61
Primavera do Leste	1023	956	67	69,20	33,47	37,19
Alto Araguaia	673	596	77	67,73	46,27	27,46
Total	145848	132013	12879			

O impacto causado pelo número de FQ nas taxas de internação bayseanas por internação IAM/DIC anual apresentou correlação positiva ($r = 0,38$); isso significa dizer que com o aumento do número de focos de queimadas ocorre um incremento nas taxas de internações.

As distribuições espaciais, Figuras 54, 55 e 56 dos FQ e as taxas médias bayseanas de internações, verificam-se três microrregiões com valores acima da média, sendo que duas encontram-se situadas no arco do desmatamento (Arinos, Alto Teles Pires) e na região centro sul está à microrregião de Alto Pantanal, também é possível visualizar a presença de um aglomerado, que são vizinhos contíguos de microrregiões com elevada quantidade de focos de queimadas. A distribuição espacial possibilitou identificar seis microrregiões que necessitam de uma intervenção em virtude das altas taxas de internação; quatro estão localizados na região leste, próximos à divisa com o estado de Goiás, com populações entre 5 e 20 mil habitantes; outros dois se localizam na região oeste, próximos à divisa com Rondônia e à Tangará da Serra, estudo realizado por Nascimento et al.(2012) justifica que a demanda maior em Tangará da Serra, que não é advinda desse município, mas de municípios vizinhos; uma possibilidade é pelo fato de Tangará da Serra ser um pólo regional, com boa estrutura de atendimento médico.

Muitos munícipes de cidades vizinhas informam um endereço fictício em Tangará da Serra para poder usar seus serviços de saúde.

Estudos realizados por Santos et al.(2011) por meio de modelo numérico indicou aumento das concentrações $MP_{2,5}$ no biênio 2008-2009 e concentradas no centro do estado do Mato Grosso.

O município de Juara que pertence à microrregião de Arinos é sede do escritório regional de saúde; neste município existem serviços especializados na área de cardiologia, pois a doença do aparelho circulatório configurou uma das três principais causas de internações hospitalares no ano de 2008 nesta microrregião; em Alto Teles Pires em decorrência das distâncias entre os municípios, possui unidades hospitalares com atendimento em clínicas básicas e atendimento de atenção básico; nesta microrregião o IAM e outras doenças cardíacas estão entre as cinco principais causas de mortalidade (BARBOSA, 2011).

A estratificação do número de FQ e internações por IAM/DIC indicaram que as microrregiões de Colider, Arinos e Alto Pantanal encontram-se no quadrante Q1 e são microrregiões pertencentes ao arco do desmatamento (Colider e Arinos) apresentam a mesma dinâmica, ou seja, microrregiões prioritárias, pois possui média e são vizinhas de microrregiões de mesmo perfil.

As microrregiões de Cuiabá, Rondonópolis, Tesouro e Médio Araguaia apresentaram taxas acima da média para internação anual e seca, porém apresentaram número de FQ abaixo da média.

Os valores do índice de Moran aplicado as taxas de internação bayseanas por IAM/DIC (anual, seca e chuvosa) foram baixos, indica de baixa correlação, podendo indicar uma possível independência espacial dos valores entre as microrregiões.

O índice de Moran local (LISA) indicou a autocorrelação local com influência no indicador global, avaliou a covariância entre uma microrregião e a vizinhança em função da distância, do total de microrregiões que compunham o aglomerado sendo que apenas uma com relevância estatística local: Rondonópolis.

A microrregião de Rondonópolis possui quatorze hospitais públicos, filantrópicos e privados e há dezenove municípios limítrofes à microrregião (Primavera do Leste, Campo Verde, Poxoréu e Guiratinga) entre outros, que utilizam esses mesmos hospitais. As grandes distâncias conjugadas com a baixa densidade populacional fazem crescer o tamanho do deslocamento do doente na microrregião de Rondonópolis essa distância salta para 150 km ou mais. O centro hospitalar de referência, mais próximo, está em Cuiabá, capital do Estado, distante a 215 km, ou seja, doentes graves circulam em ambulância por trechos de grande fluxo de veículos e vencendo uma grande distância quando se trata de salvar vidas (CITA 2011).

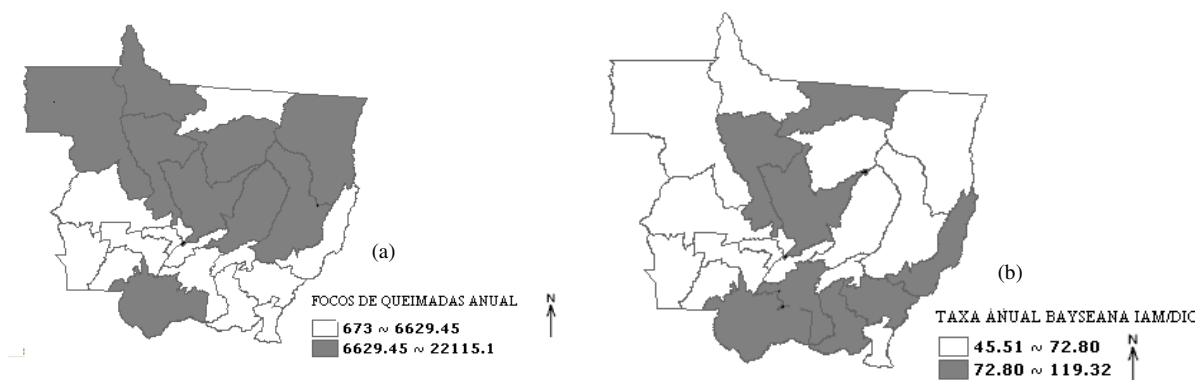


Figura 54 - Distribuição espacial anual do número de FQ (a) e da taxa bayseana de internação por IAM /DIC (b) nas microrregiões MT, 2008-2009.

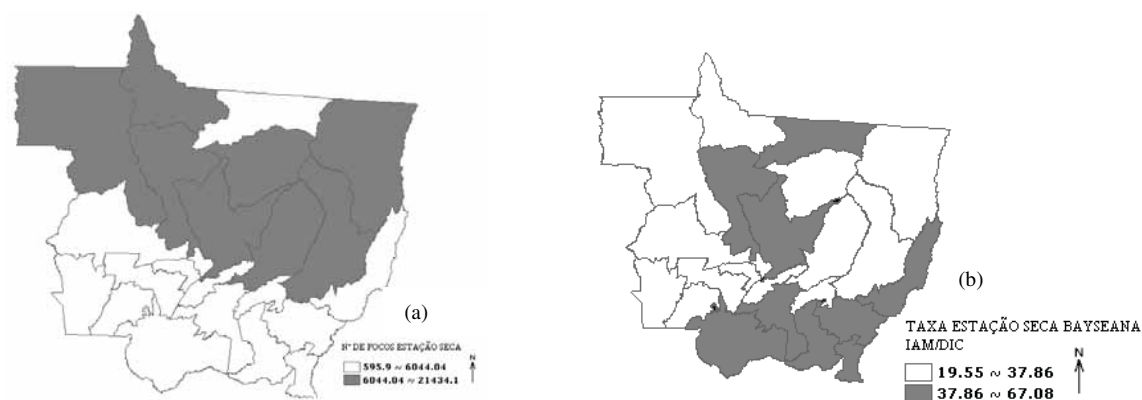


Figura 55 - Distribuição espacial na estação seca do número de FQ (a) e da taxa bayseana de internação IAM /DIC (b) nas microrregiões MT, 2008-2009.



Figura 56 - Distribuição espacial na estação chuvosa do número de FQ (a) e da taxa bayseana de internação IAM /DIC (b) nas microrregiões MT, 2008-2009.

Os diagramas de Kernel do número FQ e das taxas de internação bayseana por IAM/DIC, nas Figuras 57 e 58 para taxa anual e estação seca, possibilita visualizar um arranjo distinto entre as variáveis estudadas, ou seja, uma oposição entre as localizações das regiões com densidades altas, sendo que as microrregiões que apresentam concentração de densidade de FQ não são as mesmas com concentração nas taxas de internação por IAM/DIC. O maior adensamento das taxas de internação por IAM/DIC está entre as regiões centro-sul e sudeste com taxas maiores na região leste do estado, na divisa com o estado de Goiás, e outra, menos densa, na região oeste, na divisa com o estado de Rondônia. Essa distribuição pode ser explicada pelo fato de os poluentes produzidos pelas queimadas serem levados para a troposfera (3 a 10 km de altura) por movimentos convectivos gerados pelas altas temperaturas que ocorrem na fase de chamas da combustão; em decorrência de ventos, a fumaça com seus componentes podem atingir regiões afastadas dos focos (FREITAS et al., 2005; NASCIMENTO; MEDEIROS, 2012).

Para o número de FQ, a região do chamado de “arco do desmatamento” (noroeste a nordeste) com maior densidade, enquanto para a variável internação está a sudeste, sendo essa região com baixa densidade de FQ.

Na estação chuvosa os diagramas de Kernel apontam para a mesma região de densidade elevada tanto para as taxas de internações bayseanas por IAM/DIC quanto para o número FQ, na Figura 59 a densidade alta de FQ se localiza na região centro – sul, sendo que na região médio norte (parte do arco do desflorestamento), verifica-se uma concentração média de focos calor, pode-se presumir que as internações possuem uma dinâmica de distribuição com média densidade na região centro-sul concentrando a máxima na região sudeste. Nascimento e Medeiros. (2012) no estudo internações por pneumonias e queimadas verificou que é notável a identificação do arco de desmatamento, como as regiões com maiores densidades de focos, a distribuição espacial é significativa, e os municípios com maiores números de eventos formam o arco de desmatamento. Freitas et al(2005) no estudo das emissões de queimadas em ecossistemas da América do Sul, constatou que os efeitos destas emissões excedem, portanto, a escala local e afetam regionalmente a composição e propriedades físicas e

químicas da atmosfera na América do Sul e áreas oceânicas vizinhas, com potencial impacto em escala global.

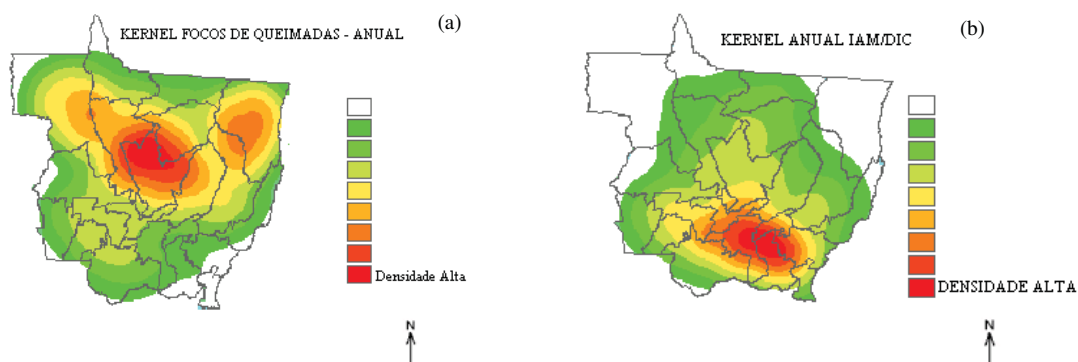


Figura 57 - Mapa temático com validade do estimador de Kernel anual do número de FQ (a) e da taxa bayseana de internação por IAM/DIC (b) nas microrregiões MT, 2008-2009.

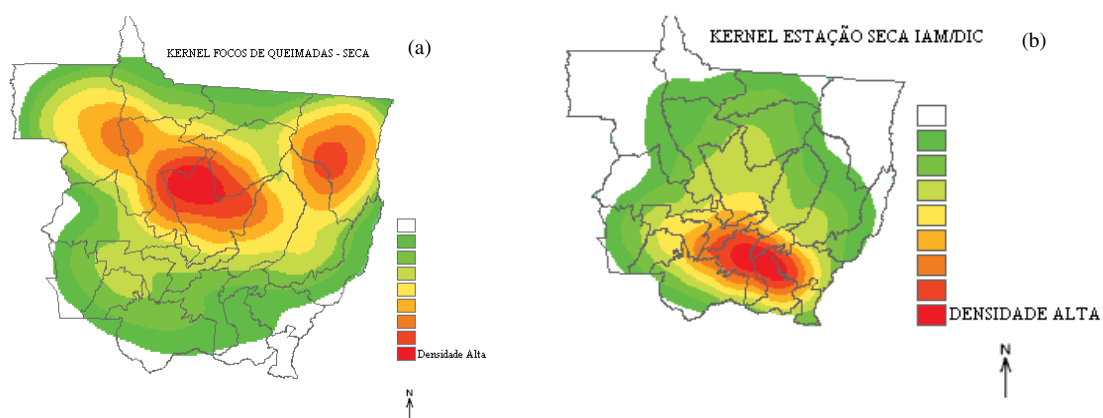


Figura 58 - Mapa temático com validade do estimador de Kernel na estação seca do número de FQ (a) e da taxa bayseana de internação por IAM/DIC (b) nas microrregiões MT, 2008-2009.

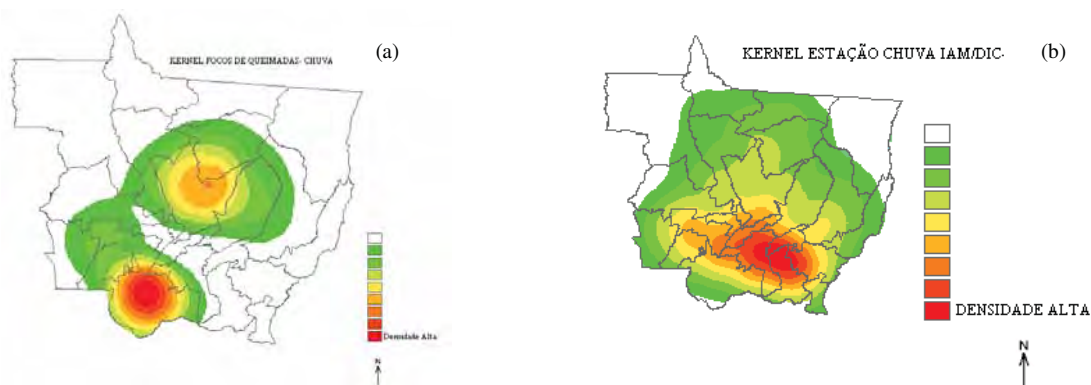


Figura 59 - Mapa temático com validade do estimador de Kernel na estação chuvosa do número de FQ (a) e da taxa bayseana de internação por IAM/DIC (b) nas microrregiões MT, 2008-2009.

Pode-se levantar a hipótese de uma relação de causa e efeito entre queima de biomassa e as internações por IAM/DIC e estudos realizados em outras localidades comprovam a influência e relação de poluentes nos registros de internações (e óbitos) por DCV (SHAROSKY, 2001; BRAUN, 2003 e RUMEL, 2003). Entretanto há diversas variáveis que influenciam IAM/DIC além das variáveis ambientais (dieta e obesidade, exercícios físicos, tabagismo, níveis de colesterol, fatores de coagulação, genética entre outros).

8.3 DISTRIBUIÇÕES ESPACIAIS DAS TAXAS DE INTERNAÇÕES POR DOENÇAS RESPIRATÓRIAS.

A pneumonia é uma doença com alta taxa de letalidade, haja vista que, no período de 2008 a 2009 ocorreram 150 óbitos no estado do Mato Grosso tendo como causa básica essa doença, num total de 1.956 óbitos na faixa etária de 0 a 4 anos, representando 7,7% do total de óbitos (DATASUS, 2011). As taxas de internações sofrem influência direta dos fatores ambientais; a presença de poluentes no ar atmosférico, as condições meteorológicas do local, como: a temperatura, a umidade relativa do ar e a velocidade dos ventos, que podem aumentar a duração da exposição aos poluentes e impedir sua dissipação, apresentam assim valores significativos tanto na estação seca quanto na estação chuvosa.

No biênio 2008/2009 foram registradas nas 22 microrregiões do estado do Mato-Grosso, 39.911 internações por doenças do aparelho respiratório (DR), sendo que 23.997 internações na faixa etária acima zero até 14 anos (60,13 %) e 15.914 internações na faixa etária acima de 50 anos (39,87 %) apresentado na Tabela 15, e nove microrregiões apresentaram valores acima da média anual (1814,14).

Na estação seca foram registradas 22.509 internações que equivale a 56,39% das internações total para o período (média igual 1023,13 internações) sendo que nove microrregiões apresentaram valores acima desta média e na estação das chuvas o número de internações foi de 17.402 (43,60%), média igual a 791,00 internações com dez microrregiões apresentando valores acima da média.

A distribuição na Figura 60 apresenta o número de internações por mês no biênio 2008/2009, nos meses que compõem a estação seca indicou valores superiores.

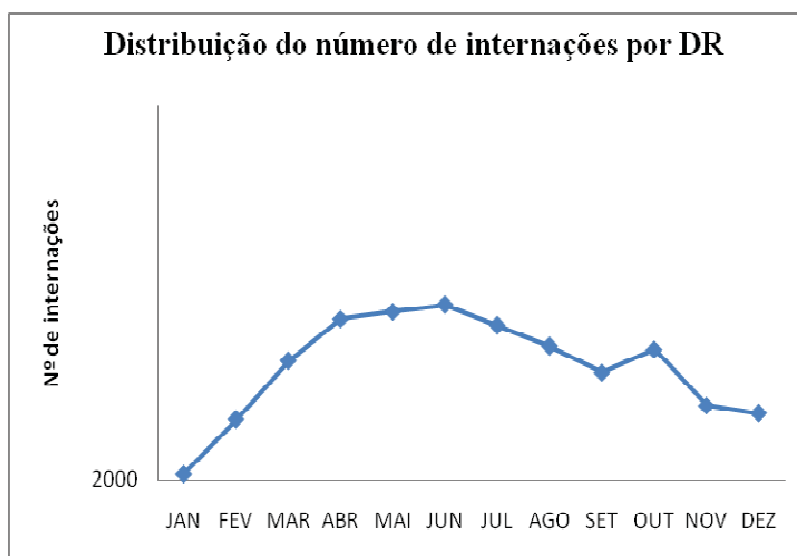


Figura 60 - Distribuição do número de internações por DR por mês nas microrregiões MT, 2008-2009.

Tabela 15 - Dados relativos à internação por doenças do aparelho respiratório, por microrregião do estado Mato Grosso, 2008-2009.

Microrregião	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Aripuanã	153	143	220	238	259	197	197	176	196	179	132	105	2195
Alta Floresta	122	130	193	210	208	230	194	151	96	147	143	110	1934
Colíder	107	181	170	216	231	258	241	224	179	187	159	176	2329
Parecis	129	148	215	199	198	205	187	164	120	132	118	149	1964
Arinos	84	124	163	207	148	127	146	127	133	134	136	115	1644
A.Teles Pires	61	83	118	167	135	183	133	138	100	111	87	109	1425
Sinop	73	127	169	225	215	251	183	173	143	182	117	139	1997
Paranatinga	26	43	50	63	55	44	43	52	44	39	39	31	529
N. Araguaia	55	127	149	147	124	134	121	125	167	105	87	98	1439
Canarana	136	169	160	129	288	144	202	157	175	181	190	150	2081
M. Araguaia	44	91	58	99	96	80	63	82	64	90	66	37	870
Alto Guaporé	30	22	41	75	67	57	79	82	41	41	33	21	589
Tangará Serra	316	236	430	423	394	533	492	449	382	433	319	307	4714
Jauru	82	147	127	143	209	172	183	179	141	127	129	151	1790
Alto Paraguai	30	24	34	31	37	37	31	39	42	43	27	31	406
Rosário Oeste	25	21	43	39	46	55	71	45	51	53	51	45	545
Cuiabá	302	427	520	738	727	829	772	655	531	778	459	433	7171
Alto Pantanal	63	119	98	138	188	231	150	152	145	163	139	146	1732
P.do Leste	42	32	60	67	56	69	52	48	58	75	65	57	681
Tesouro	63	45	107	98	123	85	93	81	88	78	72	88	1021
Rondonópolis	103	157	189	329	293	307	240	242	255	218	166	159	2658
A.Araguaia	9	1	20	15	32	23	16	16	25	11	24	5	197
Total	2055	2597	3334	3996	4129	4251	3889	3557	3176	3507	2758	2662	39911

Nas Tabelas 16 e 17 são apresentados os parâmetros de internação por DR separadas por estações (seca e chuva), considerando com e sem alisamento Bayseano e os respectivos I_M e significância (p).

Tabela 16 - Valores referentes ao número e taxas de internações (com e sem estimativas Bayseana) por DR nas microrregiões MT, 2008-2009.

Período	Número de Internações	Taxas Médias (por 100.000 habitantes)	Taxas Bayseanas (por 100.000 habitantes)
Seca	22.509	1110,50	1109,39
Chuvosa	17.402	852,55	851,31
Anual	39.911	1963,06	1961,88

Tabela 17 - Valores referentes ao I_M e p aplicada as taxas de internação (com e sem estimativas Bayseana) por DR nas microrregiões MT, 2008-2009.

Estatísticas	Taxa		Taxa Bayseana	
	I	p	I	p
Seca	-0,19	0,09	-0,19	0,10
Chuvosa	-0,19	0,09	-0,19	0,10
Anual	-0,19	0,09	-0,19	0,09

A taxa anual média (janeiro a dezembro) foi de aproximadamente 1963,06/100 mil habitantes, sendo que sete microrregiões (31,81%) apresentaram valores acima da média (Alta Floresta, Sinop, Paranatinga, Médio Araguaia, Rosário do Oeste, Alto Paraguai e Alto Pantanal) o valor do $I_M = -0,19(p=0,09)$, indicativo de baixa correlação espacial negativa.

A distribuição espacial da taxa anual de internação para DR é apresentada na Figura 61a indica um espalhamento das microrregiões com taxas acima da média, na parte central do estado MT, quatro microrregiões formando um pequeno aglomerado composto por: Alto Paraguai, Rosário do Oeste, Paranatinga e Sinop. Três

microrregiões apresentam taxas elevadas formando clusters distintos (Alto Pantanal, Médio Araguaia e Alta Floresta).

Os valores das taxas médias considerando o alisamento bayseano foram relativamente maiores, 1961,88 /100 mil habitantes, na Figura 61b, tem-se uma configuração semelhante ao apresentado no mapa sem alisamento, com a presença de um pequeno aglomerado composto na região norte de quatro microrregiões: Alto Paraguai, Rosário do Oeste, Paranatinga e Sinop. Na porção centro-sul da microrregião de Alto-Pantanal formando outliers, o mesmo se verifica em Alta Floresta e Médio Araguaia.

Comparando os valores do índice de Moran e o valor da significância com alisamento Bayseano verificou valores idênticos ao apresentado na distribuição sem alisamento Bayseano, o valor do $I_M = -0,19$ ($p=0,09$), indicativo de baixa correlação espacial negativa, sem significância.

Na estação seca, Tabela 16 a taxa média foi de 1110,50/100 mil habitantes com oito microrregiões (36,36%) acima da média, a distribuição espacial na Figura 62a configuram a presença de um aglomerado semelhante ao apresentado na distribuição anual (Alto Paraguai, Rosário do Oeste, Paranatinga e Sinop) e vizinho a este aglomerado temos Aripuanã e Alta Floresta também com taxas acima da média e na porção centro-sul da microrregião de Alto-Pantanal formando outliers, o mesmo se verifica em Médio Araguaia.

O valor do $I_M = -0,19$ ($p= 0,09$), valores que indicam correlação negativa, mas sem significância.

Na configuração para as taxas na estação seca, Figura 62b considerando o alisamento bayseano (valor médio 1109,39/100 mil habitantes) oito microrregiões com taxas acima da média, a configuração foi semelhante à taxa sem alisamento bayseano. O valor do $I_M = -0,19$ ($p= 0,10$), valores que são semelhantes aos valores totais.

Na estação chuvosa a taxa média foi de 852,55/100mil habitantes, sendo 08 microrregiões com valor acima da média (36,36%).

A distribuição espacial observado na Figura 63a verificou a presença de um pequeno aglomerado composto na região norte de quatro microrregiões: Alto Paraguai, Rosário do Oeste, Paranatinga e Sinop. Na porção centro-sul da microrregião de Alto-

Pantanal e Jauru formando clusters, as microrregiões de Alta Floresta e Médio Araguaia formam outliers com padrão atípico.

O índice de Moran estimado foi -0.19 ($p=0.09$). Com relação à abordagem Bayseana a taxa média de internação foi 851,31 /100 mil habitantes, de acordo com a Figura 63b, com distribuição semelhante á taxas sem alisamento Bayseano $I_M=-0,19$ ($p=0,10$).

Esses valores indicam que as taxas de internações apresentaram baixa correlação espacial.

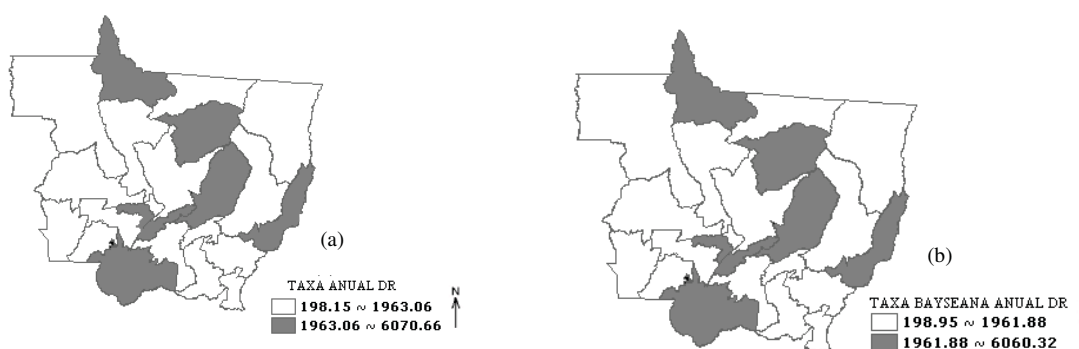


Figura 61 - Distribuição espacial da taxa anual (a) e bayseana (b) de internação por DR nas microrregiões MT, 2008-2009.

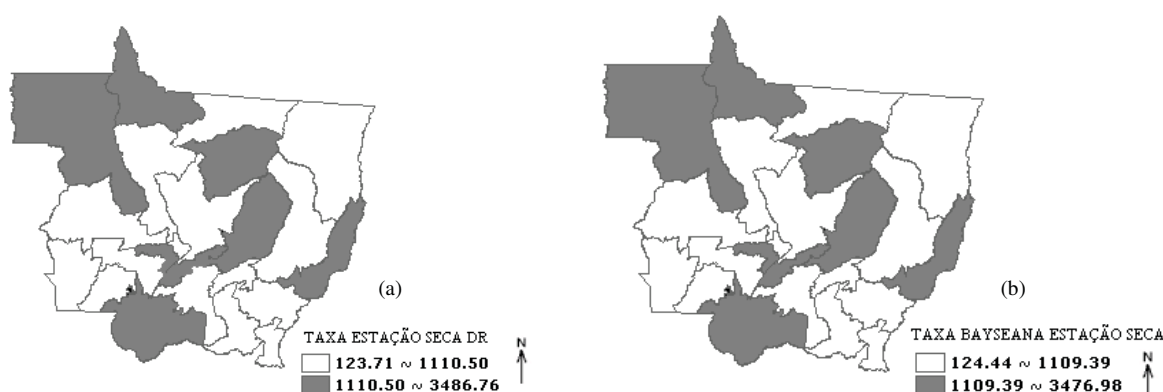


Figura 62 - Distribuição espacial da taxa na estação seca (a) e bayseana (b) de internação por DR nas microrregiões MT, 2008-2009.



Figura 63 - Distribuição espacial da taxa na estação chuvosa (a) e bayseana (b) de internação por DR nas microrregiões MT, 2008-2009.

Na Figura 64 temos a configuração Lisamap para a taxa anual com alisamento Bayseano, indica a presença de uma microrregião com índice significativo $p= 0,03$ (Alto Teles Pires); essa microrregião não depende dos valores da vizinhança, apenas de seu valor local, tendo dinâmica própria, as 21 microrregiões restantes apresentaram valores não significativos.

Na estação seca o Figura 65, indica a presença duas microrregiões com relevância estatística e dinâmica própria (Alto Teles Pires e Médio Araguaia). Na estação chuvosa o verificado na Figura 66, indica a presença três microrregiões que possuem relevância estatística e dinâmica próprias (Alto Teles Pires, Médio Araguaia e Cuiabá), porém em 2003 em estudo realizado por Botelho et al.(2003) verificou uma probabilidade 7,3% maior de internação hospitalar no período de seca se comparado ao das chuvas ao analisar atendimentos de urgência por doenças respiratórias em Cuiabá.



Figura 64 - Lisamap da taxa bayseana anual de internação por DR nas microrregiões MT, 2008-2009.

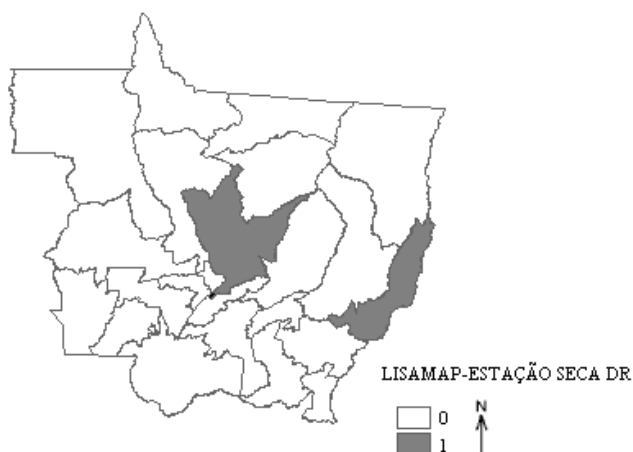


Figura 65 - Lisamap da taxa bayseana na estação seca de internação por DR nas microrregiões MT, 2008-2009.

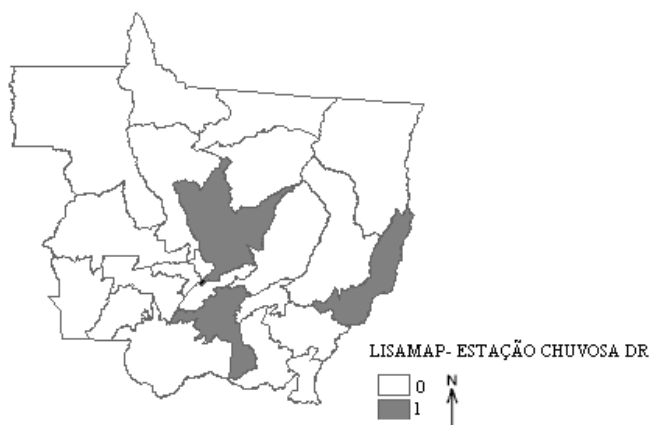


Figura 66 - Lisamap da taxa bayseana na estação chuvosa de internação por DR nas microrregiões MT, 2008-2009.

O Boxmap visualiza espacialmente os valores da taxa anual, na Figura 67 apresenta 01 microrregião (Rosário do Oeste), localizadas no quadrante Q1(HH) e no quadrante Q2(LL) são 09 microrregiões, para estação seca na Figura 68, apresenta também uma microrregião (Rosário do Oeste), localizadas no quadrante Q1(HH), no quadrante Q2(LL) 08 microrregiões. Para as taxa da estação das chuvas, na Figura 69 apresenta 02 microrregiões (Rosário do Oeste e Jauru), localizadas no quadrante Q1(HH), no quadrante Q2(LL) 10 microrregiões.

Estes mapas mostram que as microrregiões que sem encontram no quadrante Q1, sendo Rosário do Oeste deve ter alta prioridade para intervenção para diminuir as taxas de internação por DR, e que microrregiões do quadrante 2 têm baixa prioridade.

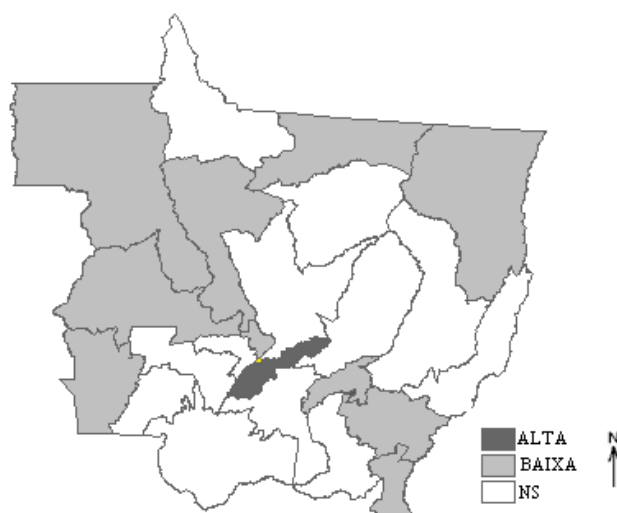


Figura 67 - Boxmap da taxa bayseana anual de internação por DR nas microrregiões MT, 2008-2009.



Figura 68 - Boxmap da taxa bayseana na estação seca de internação por DR nas microrregiões MT, 2008-2009.

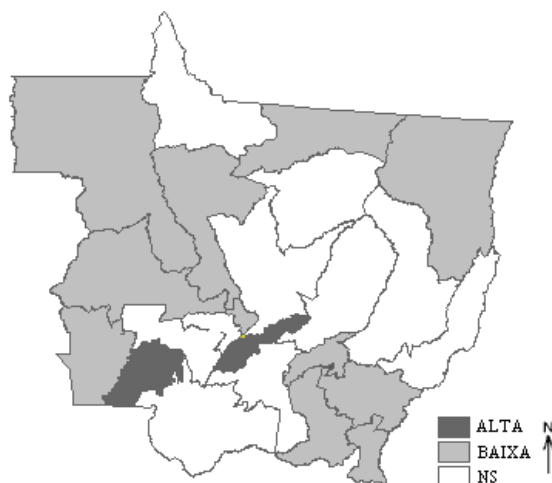


Figura 69 - Boxmap da taxa bayseana na estação chuvosa de internação por DR nas microrregiões MT, 2008-2009.

Nas Figuras 70,71 e 72 apresentam o diagrama de Kernel para as taxas de internação por DR anual, estação seca e estação chuvosa, verifica-se à grande quantidade de pontos nas microrregiões situadas do centro-sul a sudeste do estado do MT, indicativo de densidade alta das taxas de internação nas microrregiões de Alto Paraguai, Rosário do Oeste e Tangará da Serra e um segundo foco de densidade média em Paranatinga, Rosa et al (2008) em estudo acerca da análise das internações por doenças respiratórias em Tangará da Serra - Amazônia Brasileira concluiu que Tangará da Serra que congrega a microrregião de mesmo nome, tem apresentado elevado número de internações por doenças respiratórias, portanto, é coerente considerá-lo como área prioritária para investigação e monitoramento dos fatores de risco ambientais para tais doenças. Possivelmente por ter melhores condições de atendimento de saúde.

Outros fatores como poluentes gerados a partir da queima de biomassa, especialmente da queima da cana-de-açúcar, principal cultura da região, são compostos de partículas muito finas que podem ficar mais tempo em suspensão no ar e atingir porções mais profundas do trato respiratório, causando efeitos adversos à saúde com aumento de internações por doenças respiratórias (CANÇADO et al.,2006). Na estação chuvosa, quando a umidade relativa se eleva, no final de setembro, a presença de fungos no ambiente intra-domiciliar, uma vez que esses microorganismos são importantes alérgenos especialmente em indivíduos predispostos, estando associados à

asma, foi relatado na literatura um aumento nas consultas de emergência por asma nos meses chuvosos. No entanto, semelhante a achado observado no presente estudo, houve maior proporção de internações por essa causa no período de seca (SALDANHA; SILVA e BOTELHO et al.,2005). E ainda, Rosa et al. cita que possivelmente fatores relacionados mecanismo de remuneração dos procedimentos durante o período, pois o valor da remuneração da internação por pneumonia apresentou um incremento de 124,8% a partir de 2002, atingindo um valor final maior que a remuneração da internação por asma, cujo incremento foi de 51,9%.

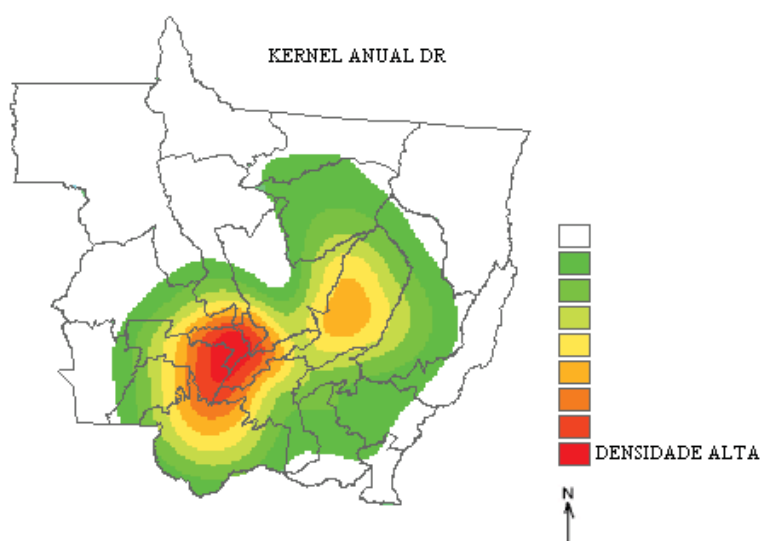


Figura 70 - Mapa temático com validade do estimador de Kernel da taxa anual bayseana de internação por DR nas microrregiões MT, 2008-2009.

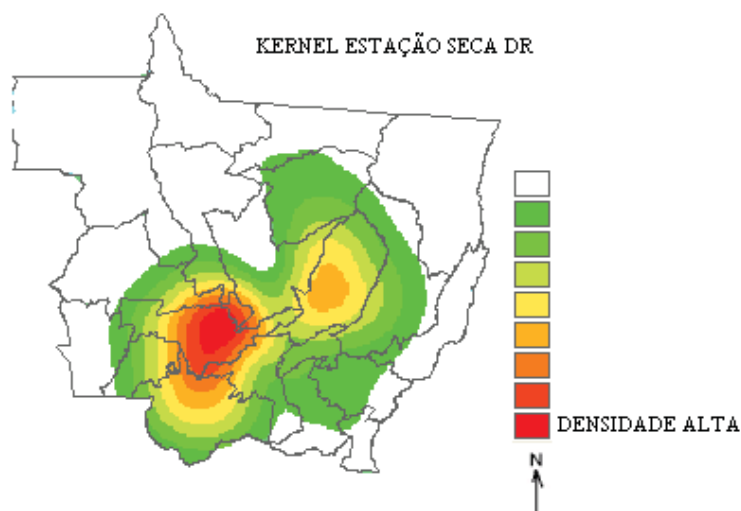


Figura 71 - Mapa temático com validade do estimador de Kernel da taxa bayseana na estação seca de internação por DR nas microrregiões MT, 2008-2009.

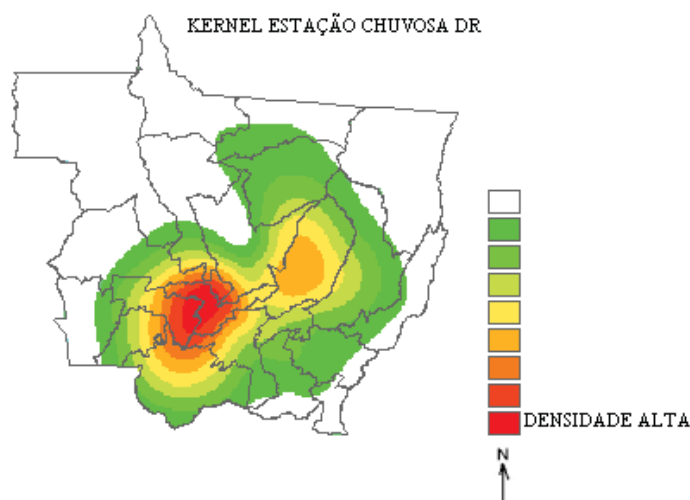


Figura 72 - Mapa temático com validade do estimador de Kernel da taxa bayseana na estação chuvosa de internação por DR nas microrregiões MT, 2008-2009.

8.3.1 Relação entre as distribuições espaciais: número de FQ e taxas bayseanas de internação por DR.

O número de FQ e de internações por DR nas microrregiões mato-grossense apresentou correlação negativa ($r=-0,05$), indicando que os valores se distribuem aleatoriamente sem que ocorra um padrão espacial nessas microrregiões.

Rodrigues et al.(2010) em seu estudo com o objetivo de analisar a distribuição geográfica e a sazonalidade climática das internações hospitalares por asma em idosos na Amazônia brasileira, no período de 2001 a 2007 verificou que ocorre tendência inversa de registros de internação por asma e de focos de calor nos estados que compõem o arco do desmatamento; provavelmente o aprimoramento dos recursos tecnológicos para a detecção de focos de calor em áreas de floresta e as melhorias na qualidade dos serviços de saúde com fortalecimento da atenção básica sejam fatores explicativos.

A análise dos valores distribuídos mensalmente verificou-se correlação positiva ($r= 0,10$), nos meses que compõem a estação seca, os valores estão acima da média, às alterações ocorrem justamente no início e no final da estação seca, nestes meses o

número total de internações foi de 22.509, sendo superior em 12,79% ao registrado na estação chuvosa com 17.402 internações, Tabela 18, 19 e Figura 73.

A sazonalidade significativa foi verificada nas internações, prevalecendo o período seco com maior número de hospitalizações, Gonçalves (2010) ao comparar este padrão com os registros de focos de calor em Rondônia entre os anos de 2005 e 2008, verificou-se um incremento dos atendimentos por doenças respiratórias e causas, entre julho, agosto e setembro, meses que compõem o período seco do ano e de intensificação das queimadas na região.

Tabela 18 - Dados relativos ao número de FQ e taxas de internação bayseana por DR (anual, estação seca e chuvosa) nas microrregiões do Mato Grosso, 2008-2009.

Estado Mato-Grosso	Nº Focos Queimadas			Taxas Bayses DR		
Microrregiões	Anual	Seca	Chuva	Anual	Seca	Chuva
Norte Araguaia	22115	21434	681	1269,65	712,80	556,87
Aripuana	16893	16182	711	1930,41	1129,19	800,90
Alto Teles Pires	15374	13466	1908	356,47	187,55	169,28
Arinos	14915	14164	751	1349,87	724,55	625,24
Sinop	8937	7862	1057	2721,30	1548,62	1172,09
Canarana	8263	7779	484	198,96	124,45	75,33
Alto Pantanal	8194	5196	2998	5423,03	3244,90	2175,93
Paranatinga	7181	6221	960	6060,31	3476,96	2572,95
Alta Floresta	6774	6672	102	2213,36	1213,87	998,81
Alto Guaporé	5432	4714	718	804,68	474,09	331,75
Tangara da Serra	5041	4483	558	1235,28	897,70	537,61
Parecis	4801	4239	562	592,62	310,60	282,64
Colider	4461	4363	98	1346,31	714,25	632,01
Médio Araguaia	4106	3873	233	2518,33	1248,18	1268,63
Rondonópolis	2722	2324	198	754,93	416,16	338,31
Tesouro	2560	2359	201	745,60	420,82	325,54
Cuiabá	2345	2209	137	273,57	155,08	118,58
Jauru	1808	1550	258	1827,75	936,17	891,17
Alto Paraguai	1202	1149	53	5278,26	3132,44	2137,30
Rosário Oeste	1027	978	49	2812,88	1534,64	1274,59
P. do Leste	1023	956	67	1719,60	927,24	791,97
Alto Araguaia	673	596	77	1728,12	1076,16	651,26
Total	145848	132013	12879			

Tabela 19 - Dados relativos ao número de FQ e taxas de internação bayseana por DR distribuídos por mês nas microrregiões MT, 2008-2009.

Variáveis	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
F. queimadas	2947	1013	1149	1414	1402	6719	12305	24344	45959	42240	4327	2029
Nº Internações	2055	2597	3334	3996	4129	4252	3889	3557	3176	3507	2758	2662
Taxas Internações	67,70	85,56	109,84	131,65	136,04	140,09	127,86	117,19	104,64	115,54	90,86	87,70

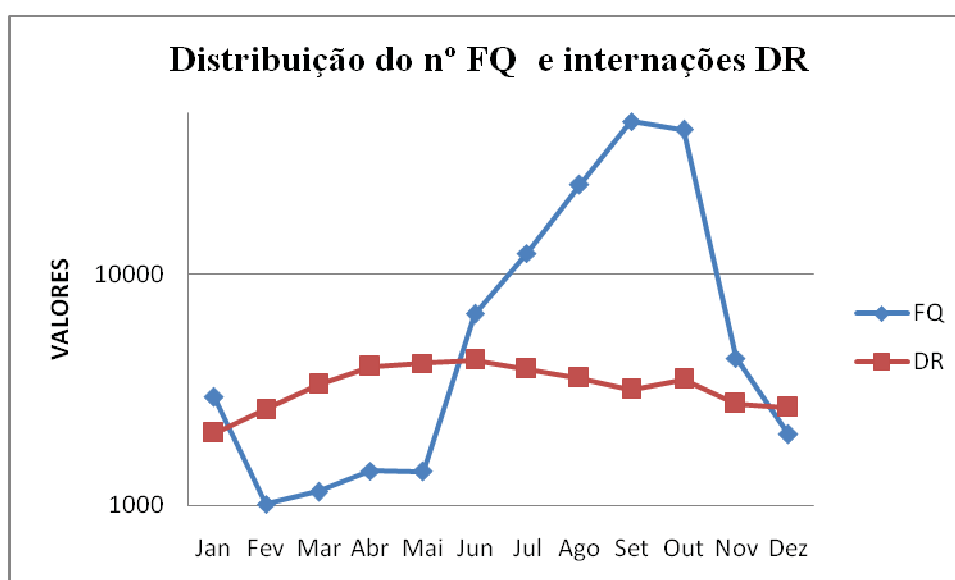


Figura 73 - Distribuições do número de FQ e internação por DR por mês nas microrregiões MT, 2008-2009.

A comparação entre as distribuições da taxa baysiana anual de internações por DR e FQ indicou a presença de quatro microrregiões com valores acima da média em Alta Floresta, Sinop, Paranatinga e Alto Pantanal, Figura 74.

Na estação seca com valores acima da média são três microrregiões (Aripuanã, Alta Floresta, Sinop e Paranatinga), as correlações foram positivas, Figura 75, estas microrregiões sofrem influência possivelmente de situações de foco de queimada da Bolívia e do Acre.

Na estação chuvosa, Figura 76 a correlação entre as variáveis foi positiva (Sinop, Paranatinga e Alto Pantanal).

É possível relacionar o número de FQ durante todo o período estudado, bem como à influência da fumaça proveniente de Mato Grosso, do Acre e até mesmo da Bolívia (PRINS et al.,1998) .

A microrregião de Alta Floresta está localizada é a área de maior degradação ambiental no "arco do desmatamento" da Amazônia Legal, sendo que o município de Alta Floresta é sede de regional de saúde, com uma rede de serviços estruturada em 10 unidades de saúde da família, um centro de saúde e um hospital municipal com 58 leitos (IGNOTTI et al.,2007).

Estudo realizado por Carmo et al.(2010) evidenciou que a exposição ao material particulado fino oriundo da fumaça das queimadas está associada ao aumento da demanda por atendimento ambulatorial por doenças respiratórias em crianças residentes no município de Alta Floresta

Importante considerar, de acordo com Confalonieri (2005), que devido à existência de muitos povoados distantes dos centros urbanos, os pacientes não têm como chegar aos hospitais e serviços de emergência por várias razões: como falta de transporte público, problemas econômicos e número limitado de hospitais para atendimento da população, sendo que o atendimento feito de maneira ambulatorial tem elevada frequência em áreas remotas ou rurais da Amazônia, indicando a magnitude dos impactos negativos das doenças respiratórias na qualidade de vida das pessoas (GOUVEIA et al.,2006).

A estratificação do número de FQ e internações por DR indicaram duas microrregiões no quadrante Q1(Rosário do Oeste e Jauru) são microrregiões vizinhas a áreas de número elevado de FQ.

Os valores do índice de Moran aplicado as taxas de internação bayseana por DR (anual, seca e chuvosa) indicaram correlação negativa e revelaram as microrregiões onde uma intervenção se faz necessária, tanto para diminuir as taxas de internação como os focos de queimadas.

O LISA indicou a autocorrelação local com influência no indicador global, nas microrregiões de Alto Teles Pires, Médio Araguaia (estação seca somente) e Cuiabá

(estação chuvosa), essas microrregiões apresentam dinâmica própria e apresentam número acima de média de FQ. Na microrregião de Cuiabá, o período climático considerado como chuvoso (quando a massa de ar equatorial continental predomina em todo o Estado), que vai de novembro a abril, é caracterizado por intensas chuvas e maior umidade relativa do ar, com temperatura média anual em torno de 28 °C (NAITELLI, 1994), neste período, há o favorecimento do aumento de substâncias alergizantes nos domicílios devido ao maior crescimento de algumas espécies de ácaros e fungos.

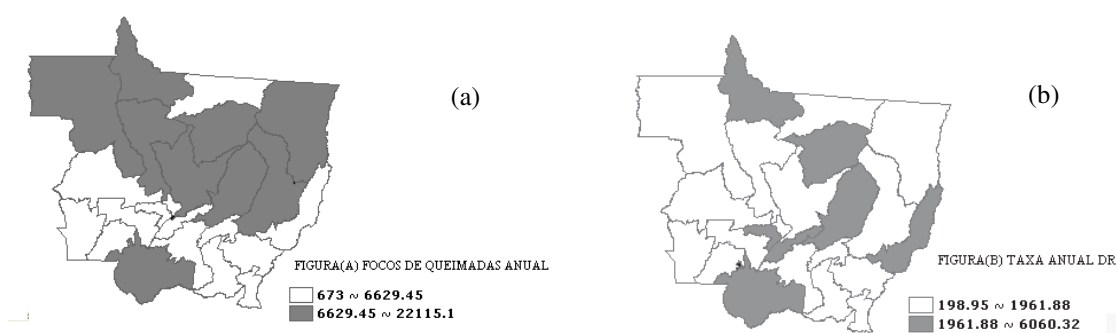


Figura 74 - Distribuição espacial anual do número de FQ (a) e da taxa bayseana interna por DR (b) nas microrregiões MT, 2008-2009.



Figura 75 - Distribuição espacial na estação seca do número de FQ (a) e da taxa bayseana interna por DR (b) nas microrregiões MT, 2008-2009.

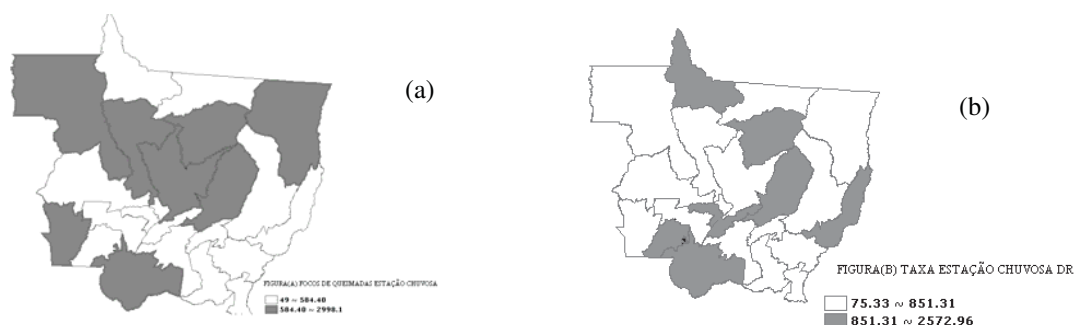


Figura 76 - Distribuição espacial na estação chuvosa do número de FQ (a) e da taxa bayseana internação por DR (b) nas microrregiões MT, 2008-2009.

Os diagramas de Kernel do número FQ e das taxas de internação baysena por DR, apresentados para a taxa anual e estação seca na Figura 77 e 78 possibilita visualizar um arranjo de regiões com densidades altas de FQ no arco do desmatamento, a microrregião de Paranatinga apresenta convergência entre densidades médias de FQ e de internações. As taxas de internações estão concentradas na região centro-sul com ênfase na microrregião de Tangará da Serra.

Turn et al.(1997) , mostraram que as queimadas emitem poluentes que atuam não só localmente como também podem afetar regiões distantes de onde foram originadas, através do transporte a longas distâncias, o que aumenta as proporções do impacto sobre os indivíduos. Assim, com base no estudo realizado por Aires e Kirchhoff em 2001, em que foram feitos vários cálculos de trajetória para a baixa atmosfera, constatamos que as parcelas de ar provenientes do Oceano Atlântico (relativamente isentas de contaminação) ao entrarem no continente brasileiro pela região nordeste prosseguem seus deslocamentos por regiões fonte de queimada no Brasil Central (região de Tocantins, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul) e em virtude, em parte, da barreira topográfica natural, representada pela Cordilheira dos Andes, e em parte pela força do anticiclone atmosférico, deixam o continente pela região sudeste, que constitui uma área não fonte de queimada.

A microrregião de Tangará da Serra esta localizado em área da Amazônica Legal, no noroeste de Mato Grosso, em bioma de floresta amazônica, em área de influência do arco do desmatamento (IBGE, 2004), o município de Tangará da Serra é sede de regional de saúde e possui a maior rede de serviços públicos de saúde da

microrregião; possui uma população estimada em 114.911 habitantes; a região de Tangará da Serra encontra-se no trajeto de dispersão de poluentes provenientes da área do arco do desmatamento da Amazônia brasileira, somados aos poluentes ambientais originados também no processo de queimadas no leste da Bolívia (DUARTE, 2005).

Rosa et al.(2008) em estudo com objetivo de analisar as internações hospitalares por doenças respiratórias em menores de 15 anos de idade em uma área com elevados níveis de poluição ambiental verificou que elevado número de internações por doenças respiratórias, portanto, é coerente considerá-lo como área prioritária para investigação e monitoramento dos fatores de risco ambientais para tais doenças. Na estação da chuva, na Figura 79 o diagrama de Kernel apresenta concentração das densidades altas na região centro sul.

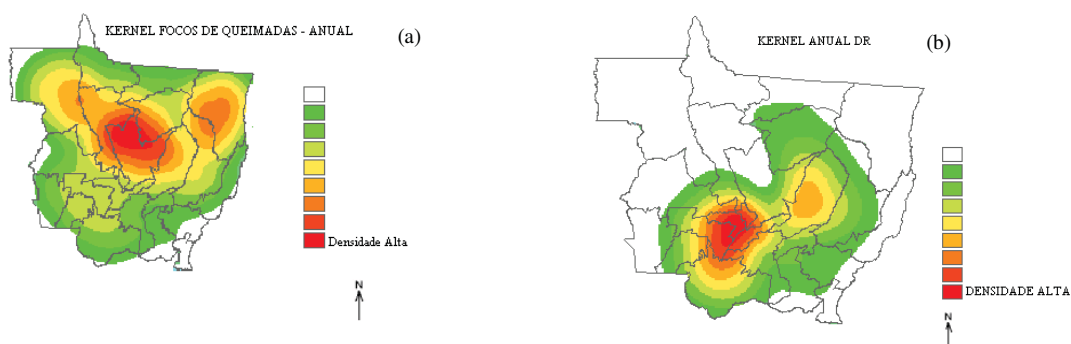


Figura 77 - Mapa temático com validade do estimador de Kernel anual do número de FQ (a) e da taxa bayseana de internação por DR (b) nas microrregiões MT, 2008-2009.

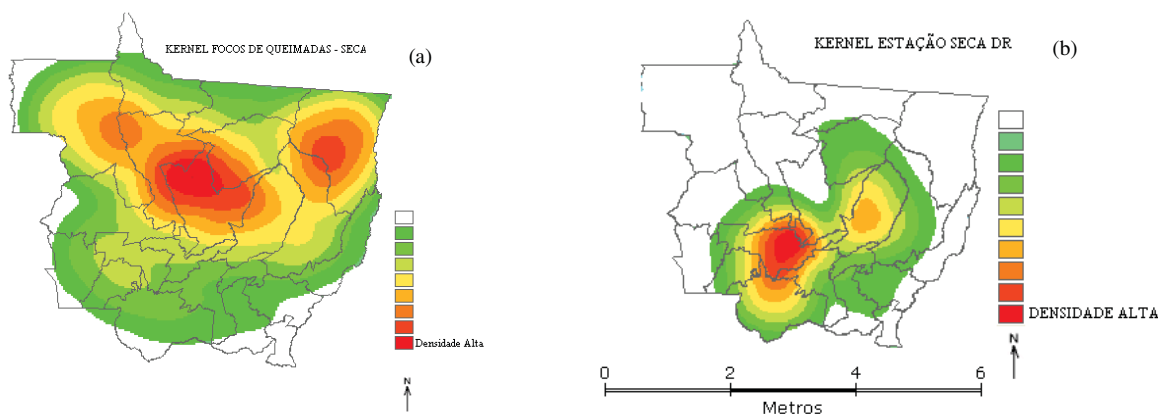


Figura 78 - Mapa temático com validade do estimador de Kernel na estação seca do número de FQ (a) e da taxa bayseana de internação por DR (b) nas microrregiões MT, 2008-2009.

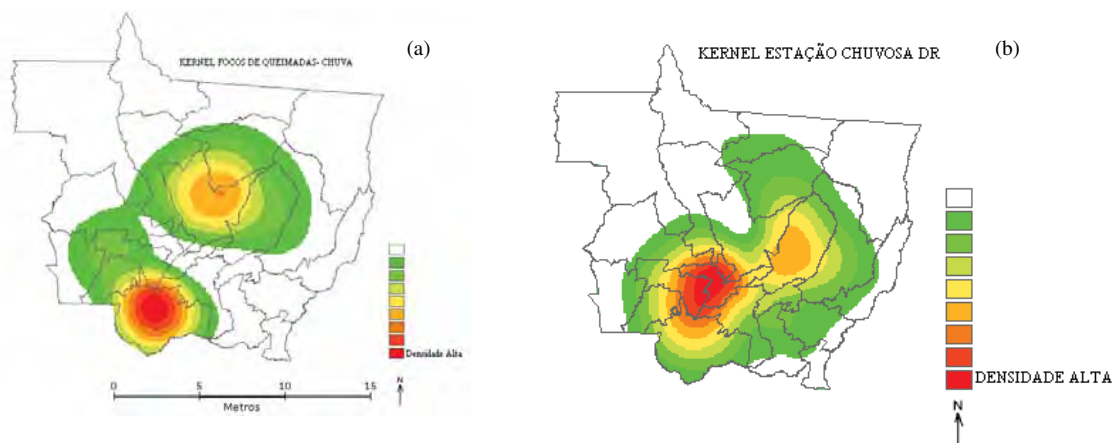


Figura 79 - Mapa temático com validade do estimador de Kernel na estação chuvosa do número de FQ (a) e da taxa bayseana de internação por DR (b) nas microrregiões MT, 2008-2009.

Os resultados apresentados representam uma aproximação quantitativa do impacto das queimadas na saúde da população, por se tratar de um estudo ecológico em que não se dispõe de informações individuais sobre exposição e doença. Para Nascimento e Medeiros (2012), não se pode afirmar com certeza que aqueles indivíduos que foram hospitalizados eram os mais expostos aos níveis de poluição do ar gerados pelas queimadas. Todavia, como a exposição é medida de maneira ecológica, assume-se que uma variação no nível médio de poluição do ar num determinado mês na microrregião reflita também uma variação na exposição média de cada indivíduo residente nele.

As limitações dos estudos ecológicos são consideradas, há que considerar a superestimação diagnóstica e também o fornecimento incorreto da residência da criança internada, fazendo com que aumentassem as taxas de internação e os possíveis erros no diagnóstico de internação, sendo que este estudo não confirmou o diagnóstico de pneumonia como realizado por Andrade et al.(2004) em Goiânia.

À distância percorrida em busca de atendimento, o que aponta a fragilidade do acesso aos serviços de saúde disponíveis no estado. Esta realidade não é um caso específico de Mato Grosso, mas indicativo de uma demanda observada na região Norte como um todo, geograficamente extensa e constituída por uma população diversificada em razão do seu processo histórico.

Outro fator importante relaciona-se a detecção de focos de calor por satélite, o qual subestima a real ocorrência de queimadas devido a falhas na cobertura das imagens, interferência de nuvens naturais ou de fumaça, não detecção de focos com pequena extensão ou baixa emissão de radiação. Além disso, estes dados podem incluir, ainda que raramente, focos espúrios relacionados à reflexão solar em superfícies de água ou nuvens, ou a ruídos devido à antena de recepção, que escaparam aos controles automáticos de processamento operacional (INPE, 2007).

9. CONCLUSÃO

O estudo atendeu aos objetivos propostos:

Quanto aos focos de queimadas foi possível identificar:

- Padrão espacial com correlação positiva, tanto para a estação seca como para o ano todo;
- Padrão espacial com correlação negativa, para estação chuvosa;
- Aglomerado composto por microrregiões situadas de noroeste a nordeste do estado, que compõem o arco do desmatamento, tanto para estação seca como para o ano todo;
- Aglomerado composto por microrregiões que compõem o arco do desmatamento e uma microrregião situada no centro sul, com valores acima da média.

Quanto à distribuição espacial das taxas de internações por infarto agudo do miocárdio e doença isquêmica do coração foi possível identificar:

- Padrão espacial com correlação positiva quanto às distribuições das taxas de internações, para as taxa anual, seca e chuvosa;
- Dois aglomerados, o primeiro composto por microrregiões situadas no arco de desmatamento, porção norte e de sudoeste a noroeste e o segundo na porção centro sul a sudeste, para as taxas anual, seca e chuvosa;
- Que Rondonópolis e Alto Guaporé apresentaram dinâmicas próprias e concentram as taxas elevadas por internações;
- Correlação positiva entre o número de focos de queimadas e as taxas de internações;

- Aglomerados de microrregiões situadas no arco do desmatamento (noroeste-nordeste) e na região centro sul com maiores densidades de FQ e taxas de internação;

Quanto à distribuição espacial das taxas de internação por DR foi possível identificar:

- Distribuição espacial na forma de mosaico, com distribuição aleatória das microrregiões segundo taxas de internações, para todos os desfechos;
- Padrão espacial com correlação negativa das taxas de internações por DR, para todos os desfechos;
- Microrregiões com dinâmica própria que concentram taxas elevadas por internações;
- Microrregião situada no centro sul do estado com maior densidade de internação;
- Correlação positiva entre as taxas de internações e o número de FQ;
- Sazonalidade no mês da estação seca concentrando o maior número FQ e de taxas de internações;
- Correlação positiva para as microrregiões com dinâmicas próprias para as taxas de internação e número de FQ;
- Microrregiões situadas a centro sul como prioritário nos atendimentos a saúde.

REFERÊNCIAS

AIRES, C.B.; KIRCHHOFF, V.W.J.H. Transporte de monóxido de carbono gerado em queimadas para regiões onde não se queima. **Brazilian Journal of Geophysics**, São José dos Campos, v.19, n.1, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/rbg/v19n1/15057.pdf>>. Acesso em: 23 jun. 2012.

ABUTAKKA, A.; LIMA, M.B. (Ed.). **Mato Grosso em números**. Cuiabá: Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral, 2006. 74p. Disponível em: <http://www.indicador.seplan.mt.gov.br/informativopopulacional2008/Informativo_Populaciona_%20e_Econ%C3%B4mico_2008.pdf>. Acesso em: 02 fev.2012.

ANDREAE, M.O. Biomass burning: its history, use and distribution and its impact environmental quality and global climate in global biomass burning. Atmospheric climatic and implications. **J. S. Levine**, Cambridge, p.3-21, 1991. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010340142005000100011> Acesso em: 07 fev. 2011.

ANDREAE, M.O. et al. Transport of biomass burning smoke to the upper troposphere by deep convection in the equatorial region. **Geophysical Research Letters**, v.28, n.6, p.951-954, 2001. Disponível em: <<http://www.agu.org/journals/gl/>>. Acesso em: 07 fev. 2011.

ANDREAE, M.O et al. Smoking rain clouds over the Amazon. **Science**, Washington, v.303, p.1342-1345, 2004. Disponível em: <<http://www.sciencemag.org/content/303/5662/1337.abstract>>. Acesso em: 07 fev. 2011.

ANSELIN, L. The Moran scatter plot as ESDA tool to assess local instability in spatial association. In: Fischer, M.; Scholten, H.J.; Unwin, D. **Spatial Analytical Perspectives on GIS**. London: Taylor & Francis, p.111-12, 1994. Disponível em: < www.springerlink.com/.../q66885t182351681.p... >. Acesso em: 20 jan. 2008.

ANSELIN, L. Local indicators of spatial association -LISA. **Geographical Analysis**. Ohio, v.27, n.2, p.93-115, 1995. Disponível em: <<http://www.dces.wisc.edu/documents/articles/curtis/cesoc977/Anselin1995.pdf>>. Acesso em: 03 abr. 2007.

ARBEX, M.A et al. Queima de biomassa e efeitos sobre a saúde. **Jornal Brasileiro Pneumologia**, Brasília, v.30, n.2, p.158-175, 2004. Disponível<<http://www.scielo.br/pdf/Jbpneu/v30n2/v30n2a15.pdf>>. Acesso em: 08 fev. 2011.

ARBEX, M.A et al. Air pollution from biomass burning and asthma hospital admissions in a sugar cane plantation area in Brazil. **J. Epidemiol. Community Health**, London, v.61, n.5, p.395-400, 2007. Disponível em:<<http://jech.bmj.com/content/61/5/395.abstract>>. Acesso em: 08 fev.2011.

ARAÚJO L.M. A, SILVA T.M.V, NASCIMENTO E.R.P. **Análise dos focos de calor em áreas florestais ao longo do Arco do Desflorestamento**. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto13, Anais... Florianópolis: Brasil; 2007. Disponível em:<http://www.floresta.ufpr.br/pos-graduacao/defesas/pdf_dr/2012/t307_0372-D.pdf>. Acesso em: 10 maio 2012.

ARTAXO, P. et al. Química atmosférica na Amazônia: a floresta e as emissões de queimadas controlando a composição da atmosfera Amazônia. **Acta Amaz.** Manuas, n.2, v.35, 2005. Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0044-59672005000200008&script=sci_arttext>. Acesso em: 02 out.2011.

ASSUNÇÃO, J.V.; PESQUEIRO, C.R. Dioxinas e furanos: Origens e riscos. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v.33, n.5, p.23-530, 1999. Disponível em:<

http://www.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89101999000500014>. Acesso em: 07 nov.2011.

ASSUNÇÃO, R.M. **Estimadores Bayseanos empíricos espaciais de taxas.** Disponível em: <http://www.est.ufmg.Br/%Eassuncao/cursos/espacial/aplicado/aulas/embayes,setembro,2003>> Acesso em: 20 ago. 2010.

AUBIER, M. Air pollution and allergic asthma. **Rev. Mal. Respir.** Paris, v.17, p.159-165, 2000. Disponível em:< http://journals.lww.com/co-allergy/Abstract/2001/02000/Pollution_and_allergic_airways_disease.7.aspx>. Acesso em: 12 nov.2011.

BAKONYIA, S.M.C. DANNI-OLIVEIRA, J.M; MARTINS, L. C. Poluição atmosférica e doenças respiratórias em crianças na cidade, Curitiba, PR. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, v.38, n.5, p.695-700, 2004. Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/esa/v16n4/a10v16n4.pdf>>. Acesso em: 12 nov. 2011.

BADARINATH, K.V.S. et al. Characterization of aerosols from biomass burning – a case study from Mizoram (Northeast), India. **Chemosphere**, New Delhi, n. 54, p. 167-175, 2004. Disponível em:< <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653503008506>>. Acesso em: 13 nov.2011.

BARBOSA, R. I. **Distribuição espacial e temporal dos focos de calor no estado de Roraima para o período de janeiro-1999 a dezembro-2009 (satélites NOAA 12-N E NOAA 15-N). Comitê de Prevenção e Combate a Incêndios Florestais de Roraima.** Instituto Nacional de Pesquisas Amazônicas – INPA, Boa Vista, p.11, 2010. Disponível em:< http://agroeco.inpa.gov.br/reinaldo/RIBarbosa_ProdCient_Usu_Visitantes/2010Relatorio%20Focos%20Calor-RR_06.02.2010_versao%202.pdf>. Acesso em: 29 mar.2012.

BARRETOS, S.M. Sistema de informações geográficas para distritos de saúde. **Revista Baiana de Saúde Pública**, Salvador v.21, p.57-70,1995. Disponível em:< www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6132/tde.../Sirle18042007.pdf> Acesso em: 24 mar.2011.

BARCELLOS, C et al. Colocando dados no mapa a escolha da unidade espacial de agregação e integração de bases de dados em saúde e ambiente através de geoprocessamento, **Informe Epidemiológico do SUS**, v.1, p.20-29, 1997. Disponível em< www.geosaude.cict.fiocruz.br/trabalhos.htm>. Acesso em: 11 maio 2011.

BATES,D.V.;SIZTO,R.Relationship between air pollution levels and hospital admissions in southern Ontario. **Canadian Journal of Public Health**,Canadá, v.74, p.117-122, 1983. Disponível em:< <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1567582/>>. Acesso em: 03 abr. 2010.

BATES, D. V; BAKER-ANDERSON, M.; SIZTO, R. Asthma attack periodicity: A study of hospital emergency visits in Vancouver. **Environment and Resources**, Palo Alto, v.51, p.51-70, 1990. Disponível em:< <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2298182>>. Acesso em: 4 abr. 2010.

BAILEY, T.C; GATRELL, A. C. Interactive spatial data analysis. Essex, Longman Scientific; Technical. **Prentice Hall**, London, 1995. Disponível em:< http://www.scielo.org/scielo.php?pid=S0102-11X2001000500011&script=sci_arttext>. Acesso em: 03 jun. 2010.

BELL,M.L.et al.Seasonal and regional short-term effects of fine particles on hospital admissions in 202 US counties,1999-2005. **American Journal of Epidemiology**, Oxford, v.168, n.11, p.1301-1310, 2008. Disponível em:< <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3164531/>>. Acesso em: 27 jul.2011.

BERNARDELLI, L; MONTOMOLI, C. Empirical Bayes versus Bayesian analysis of geographical variation in disease risk. **Statistics in Medicine**, v.11, p.983-1007, 1992. Disponível em:<

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/sim.4780110802/abstract>>. Acesso em: 05 fev. 2010.

BERMANN, C. Crise ambiental e as energias renováveis. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v.60, n.3, 2008. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?pid=S00097252008000300010&script=sci_arttext>. Acesso em: 19 jun. 2012

BERTIN, J. **Sémiologie graphique**: la graphique et le traitement graphique de l'information. Flammarion, Paris, 1977.

BONISCH, S. **Geoprocessamento ambiental com tratamento de incerteza: O caso de zoneamento pedoclimático para a soja no estado de Santa Catarina**. 2001. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto)-Instituto de Pesquisa Espacial - INPE. São José dos Campos, 2001.

BOTELHO, C. Os males da poluição. **Informativo da Sociedade Brasileira Pneumologia Tisiologia**, v.4, n.11, 1999.

BOTELHO, C et al. Fatores ambientais e hospitalizações em crianças menores de cinco anos com infecção respiratória aguda (IRA). **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.19, n.6, p.1771-1780, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/csp/v19n6/a21v19n6.pdf>>. Acesso em: 26 fev. 2012.

BRAGA, A.L.F.; ZANOBETTI, A.; SCHWARTZ, J. The lag structure between particulate air pollution and respiratory and cardiovascular deaths in 10 US cities. **Journal of Occupational and Environmental Medicine**, London, v.43, p.927-933, 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-89102006000500018&script=sci_arttext>. Acesso em: 06 ago. 2011.

BRAGA A.L.F. et al. Associação entre poluição atmosférica e doenças respiratórias e cardiovasculares na cidade de Itabira, Minas Gerais, Brasil. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.23, n.4, 2007. Disponível em: <<http://www.scielosp.org/pdf/csp/v23s4/09.pdf>>. Acesso em: 30 ago. 2011.

BRASIL, IBGE. **Mapas de bioma e de vegetação**, 2004. Disponível em:< (http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=169&id_pagina=1)>. Acesso em: 27 abr. 2012.

BRASIL. MATO GROSSO. SECRETARIA DE ESTADO DE SAÚDE. SUPERINTENDÊNCIA DE POLÍTICAS DE SAÚDE. Coordenadoria de Gestão da Política de Saúde. **Plano Estadual de Saúde Mato Grosso - 2008/ 2011**. Secretaria de Estado de Saúde - Cuiabá, 133 p. 2010. Disponível em:< www.saude.mt.gov.br/adminpublicacao/arquivo/PES_2008_2011.pdf> Acesso em: 23 maio 2012.

BROOK, R.D. et al. Particulate matter air pollution and cardiovascular disease:An update to the scientific statement from the American Heart Association.**Circulations**, Dallas, v.121,n.21,p.2331-2378,2010. Disponível em:< <http://circ.ahajournals.org/content/109/21/2655.short>>. Acesso em: 04 jan.2012.

BROWN S. **Estimating biomass and biomass change of tropical forests**. FAO Forestry Paper 134. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma, 1997.

CÂMARA, G; et al. **Anatomia de Sistemas de Informações Geográficas**. Campinas. UNICAMP. 1996. Disponível em:< <http://www.rc.unesp.br/igce/geologia/GAA01048/papers/anatomia.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2008.

CÂMARA, G; VINHAS, L. et al. **Design patterns in GIS development: The Terralib Experience**. In: Workshop Brasileiro de Geoinformática, 3. Rio de Janeiro, SBC. Consortium, O. G. (1995) Open GIS Simple Features Specification for SQL Revision, 2001. Disponível em:< <http://br.monografias.com/trabalhos/software-bancos-dados-geograficos-sgbd/software-bancos-dados-geograficos-sgbd.shtml>>. Acesso em: 04 jun 2007.

CÂMARA, G; SOUZA, R et al. Terralib: **Technology in support of GIS innovation**. In: WORKSHOP BRASILEIRO DE GEOINFORMÁTICA, 2000, São Paulo. Anais... Rio de Janeiro: SBC, 2001. Disponível em:<<http://br.monografias.com/trabalhos/intercambio-sintatico-semantic-dados-espaciais/intercambio-sintatico-semantic-dados-espaciais.shtml>>. Acesso em: 12 jan. 2008.

CÂMARA, G; et al. **Análise espacial de dados geográficos**, 2001. Disponível em:<<http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2004/04.19.15.08/doc/cap10-aplicacoesambientais.pdf>>. Acesso em: 24 maio 2010.

CANÇADO, J.E.D. et al. The impact of sugar cane burning emissions on the respiratory system of children and the elderly. **Environmental Health Perspectives**, Boston, v.114, n.5 p.725-729, 2006. Disponível em:<<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1459926/>>. Acesso em: 25 abr. 2011.

CARMO, C.N. et al. Associação entre material particulado de queimadas e doenças respiratórias na região sul da Amazônia Brasileira. **Revista Panamericana Salud Publica**, Washington , v.27, n. 1,2010. Disponível em:<<http://www.scielo.org/pdf/rpsp/v27n1/02.pdf>>. Acesso em: 23 mar. 2012.

CARVALHO JÚNIOR, J.A, LACAVA, P.T. **Emissões em processos de combustão**. UNESP, São Paulo, p. 9, 2003.

CARVALHO, M. S. **Aplicação de métodos de análise espacial na caracterização de áreas de riscos à saúde**. Tese (doutorado em Engenharia Biomédica) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1997. Disponível em: <[www, procc. fiocruz.Br/~marilia](http://www.procc.fiocruz.Br/~marilia)>. Acesso em: 23 jun.2010.

CETESB, **Padrão de qualidade de ar**. Disponível<<http://www.cetesb.sp.gov.br/ar/Informa??es-B?sicas/22-Ptr?es-e-?indices>>. Acesso em: 15 maio 2011.

CHAND, D. et al. Optical and physical properties of aerosols in the boundary layer and free troposphere over the Amazon basin during the biomass burning season. **Atmospheric Chemistry and Physics**, v.6, n.10.p.2911-2925, 2006. Disponível em:< <http://hal-insu.archives-ouvertes.fr/hal-00295981/>>. Acesso em: 02 dez 2011.

CHESNUT, L.G. et al. Pulmonary function and ambient particulate matter: Epidemiological evidence from Nhanes. **Archives Environmental Health**, v.46, p.135-144, 1991. Disponível em:< <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00039896.1991.9937440>>. Acesso em: 02 maio 2012.

CHOMIAK, J. A study in theory, fact and application on combustion. **Gordon and Breach Science Publishers**, 1990. Disponível em:< http://www.osti.gov/energycitations/product.biblio.jsp?osti_id=5894595>. Acesso em: 05 mar.2012.

CIÊNCIA HOJE. **Área de floresta no noroeste do Mato Grosso degradada pela queimada.** Rio de Janeiro. Disponível em:< <http://cienciahoje.uol.com.br/especiais/reuniao-anual-da-sbpc-2009/estado-de-alerta>>. Acesso em: 25 jun.2011.

CLIFF, A. D.; Ord J.K. **Spatial processes: models and applications**. London: Pion; 1981. Disponível em:< <http://www.jstor.org/discover/10.2307/2345768?uid=2&uid=4&sid=47699089306307>>. Acesso em: 05 maio 2007

COCHRANE, M.A. Fire science for rainforests. *Nature*, London, v. 421 , 2003. Disponível em:< http://35.8.163.100/publications/peer_archive/CGCEO2063.pdf>. Acesso em: 01 mar. 2011

CONFALONIERI U.E.C. Saúde na Amazônia: Um modelo conceitual para a análise de paisagens e doenças. **Estudos Avançados**, São Paulo, v.19, n.53, p.221–36, 2005.

Disponível em:< http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40142005000100014&script=sci_arttext>. Acesso em: 04 maio 2012.

CONGRESSO IBERO-AMERICANO DE TELEMÁTICA, 13. AVALIAÇÃO DA GESTÃO EM SISTEMAS E TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO NOS HOSPITAIS DA MICRORREGIÃO RONDONÓPOLIS-MT, 6. Gramado. Anais..., **Cadernos de Informática** .v. 6, n. 1 ,2011. Disponível em: < seer.ufrgs.br/cadernosdeinformatica/article/.../v6n1p55-62/11737 >. Acesso em: 19 fev. 2012.

COUTO,L.C. et al. Vias de valorização da biomassa. **Biomassa& Energia**,v.1,n.1,p.71-92,2004. Disponível em:< http://www.renabio.org.br/arquivos/p_vias_biomassa_5919.pdf>. Acesso em: 02 fev. 2012.

CRUTZEN, P.J; ANDREAE, M.O. Biomass burning in the tropics:Impact on atmospheric chemistry and biochemical cycles. **Science**, London, v.250, p.1669-1678,1990. Disponível em:< http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0044-59672008000100009>. Acesso em: 25 jul.2011.

DELFINO, R.J. et al. Effects of air pollution on emergency room visitas for respiratory illness in Montreal, Quebec. **American Journal Respiratory and Critical Care Medicine**, v.155, p.568-576, 1997. Disponível em:< <http://ajrccm.atsjournals.org/content/155/2/568.abstract>>. Acesso em: 05 abr.2012.

DOCKERY, D.W. et al.Change in pulmonary function in children associated with air pollution episodes. **Journal on the Air Pollution Control Association**, Massachusetts, v.32, p.937-942, 1982. Disponível em:< http://pubs.awma.org/gsearch/journal/1982/9/32_09_937.pdf>. Acesso em: 06 mar.2012.

DUARTE A.F. Variabilidade e tendência das chuvas em Rio Branco, Acre, Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São José de Campos, v.20, n.1, p. 37-42, 2005. Disponível em: < www.rbmet.org.br/port/revista/revista_artigo.php?id_artigo=87>. Acesso em: 06 jan.2012.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Agroecologia da cana-de-açúcar**. Disponível em: <<http://www.cana.cnpm.embrapa.br/agroeco.html>>. Acesso em: 02 jan. 2012.

ESA - **ATSR World Fire Atlas**, 2011. Disponível em: <<http://due.esrin.esa.int/wfa/data/201104ALGO1gif>>. Acesso em : 17 set. 2011.

FELZ, J.M.; PRINS, E. M.; SETZER, A. W. **A comparison of the GOES-8 ABBA and INPE AVHRR fire products for South America from 1995-2000: Proceedings of the 11th Conference on Satellite Meteorology and Oceanography**, Madison, WI, October 15-18, p. 51-54, 2001. Disponível em:< http://cimss.ssec.wisc.edu/goes/burn/diogo/XI_SBSR_Selhorst_17nov02.html>. Acesso em: 07 fev.2012.

FEARNSIDE, P.M. Fogo e emissão de gases de efeito estufa dos ecossistemas florestais da Amazônia brasileira. **Estudos Avançados**, São Paulo, v.16, n.44, 2002. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142002000100007>.Acesso em:05 maio 2011.

FRANÇA, D. A. ; FERREIRA, N. J.**Considerações sobre o uso de satellites na detecção e avaliação de queimadas**.Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto INPE,Brasil, p.3017-3023, 2005. Disponível em:< <http://marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.20.11.30/doc/3017.pdf>>.Acesso em:08 jan.2012.

FREITAS,C.;BREMNER,S.A;GOUVEIA,N. Interações e órbitas se sua relação com a poluição atmosférica em são Paulo, 1993 a 1997. **Revista de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.38,n.6,p.751-757,2004.Disponível em:<

http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-89102004000600001&script=sci_arttext>. Acesso em: 27 mar. 2012.

FREITAS, S.R. et al. Emissão de queimadas em ecossistemas das América do Sul. **Estudos Avançados**, São Paulo, v.19,n.53,2005. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142005000100011. Acesso em: 04 abr.2012.

GONÇALVES K. S. **Queimadas e atendimentos ambulatoriais por doenças respiratórias em crianças no município de Porto velho, Rondônia**. Dissertação de Mestrado, Fundação Oswaldo Cruz, 2010. Disponível em:< bvssp.icict.fiocruz.br/lildbi/docsonline/get.php?id=2218>. Acesso em: 08 fev.2012.

GOUVEIA, N. et al. Hospitalizações por causas respiratórias e cardiovasculares associadas à contaminação atmosférica no Município de São Paulo, Brasil. **Caderno de Saúde Pública**, São Paulo, v.22,n.12, p.2669–77, 2006. Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/csp/v22n12/15.pdf>>. Acesso em: 09 fev.2012.

GONTIJO, G.A.B., et al. **Deteção de queimadas e validação de focos de calor utilizando produtos de Sensoriamento Remoto**. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p.7966. Disponível em:< <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2011/files/p1587.pdf>>. Acesso em: 23 jun.2012.

GROSH, R. et al. Does the effect of air pollution on pregnancy outcomes differ by gender. A systematic review. **Environmental Research**, New Castle, v.105, p.400-408, 2007. Disponível em:< <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17493608>>. Acesso em: 10 dez.2011.

GRYPARIS, A. et al. Acute effects of Ozone on mortality from the “air pollution and health: a European approach”. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v.170, n.10, p.1080-1087, 2004. Disponível em:< <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15282198>>. Acesso em: 17 Jan.2012.

GUYON,P. et al. Airborne measurements of trace gas and aerosol particle emissions from biomass burning in Amazonia. **Atmospheric Chemistry and Physics**, v.5, n.11, p.2989-3002, 2005. Disponível em:< <http://www.atmos-chem-phys.net/5/2989/2005/acp-5-2989-2005.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2011.

HOLGUIN F et al. Air pollution and heart rate variability among the elderly in Mexico City. **Epidemiology**, Cambridge, n.14, p.521-7, 2003. Disponível em <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1450126>>. Acesso em: 14 dez.2011.

HOEK, G.; BRUNEKREEF, B. Acute effects of a winter air pollution episode on pulmonary function and respiratory symptoms of children. **Archives Environmental Health**, New Jersey, v.4, p.328-325, 1993. Disponível em:< <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8215597>>. Acesso em: 02 mar.2012.

ICHOKU, C. et al. Global characterization of biomass burning patterns using satellite measurements of fire radioactive energy. **Remote Sensing Environment**, St. Paul, v.112,n.6,p.2950-2962,2008. Disponível em:< <http://2001-2009.state.gov/documents/organization/110865.pdf>>. Acesso em : 06 maio 2012.

IGNOTTI E, et al. Efeitos das queimadas na Amazônia: método de seleção dos municípios segundo indicadores de saúde. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, São Paulo, v.10, p.453-64, 2007. Disponível < http://www.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-790X2007000400003> Acesso em: 04 abr.2011.

IGNOTTI, E. et al. Impactos na saúde humana de partículas emitidas por queimadas na Amazônia brasileira, **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v.44, n.1,p. 121-30,2010. Disponível em:< <http://2001-2009.state.gov/documents/organization/110865.pdf>>.Acesso em: 07 mar.2012.

INPE, **Banco de queimadas**. Disponível em:< <http://www.dpi.inpe.br/proarco/bdqueimadas>>. Acesso em: 04 abr. 2011

INMET, **Instituto Nacional de Meteorologia**. Disponível em:<<http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acesso em: 08 fev. 2012.

IMEA, **Instituto mato-grossense de economia agropecuária**, 2010. Disponível em:<<http://www.imea.com.br/upload/publicacoes/arquivos/justificativamapa.pdf>>. Acesso em: 29 jan. 2012.

IPCC - **Intergovernmental Panel on Climate Change**. United nations Environment Program, the organization for Economic co-operation and development and the international energy agency, London, United Kingdom, 1996. Disponível em:<<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/>>. Acesso em: 05 out. 2011.

JERRET, M. Global geographies of injustice in traffic-related air pollution exposure. **Epidemiology**, Cambridge, v.20, p.231-233, 2009. Disponível em:<<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19234414>>. Acesso em: 05 maio 2011.

JUSTICE, C.; MALINGREAU, J; SETZER, A. W. Satellite remote sensing of fires: potential and limitations. In: Ecological, atmospheric, and climatic importance of vegetation fires. **John Wiley and Sons**, p. 77-88, 1993. Disponível em:<http://queimadas.cptec.inpe.br/~rqueimadas/documentos/1993_Justice_Malingreau_Setzer_Satellite_Dahlem.pdf>. Acesso em: 29 mar. 2011.

KOENING, J.Q et al. Pulmonary function changes in children associated with fine particulate matter. **Environment Research**, Seattle, v.63, p.26-381, 1993. Disponível em:<http://digitool.library.mcgill.ca/webclient/StreamGate?folder_id=0&dvs=1339865919046~631>. Acesso em: 03 fev. 2012.

KNOL, A.B. et al. Expert elicitation on ultrafinas particles: Likelihood of health effects and causal pathways. **Particle and Fibre Toxicology**, Netherlands, v.6, n.19, 2009. Disponível em:< <http://www.particleandfibretoxicology.com/content/6/1/19>>. Acesso em: 02 jul. 2012.

LARA, B.L.S.L. **Caracterização química da precipitação na bacia do rio Piracicaba**. Tese doutorado , Centro de Energia Nuclear na Agronomia (CENA), Universidade de São Paulo, 2000. Disponível em: <www.teses.usp.br/teses/disponiveis/64/64135/tde.../Doutorado.pdf> Acesso em: 05 jun. 2011.

LAM, N.S; FAN. M; LIU, K. Spatial –temporal spread of the AIDS epidemic, 1982-1990: A correlogram analysis of four regions of the United States. **Geographical Analysis**, v.28, p. 93-107, 1997. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2001000500018>. Acesso em: 08 maio 2011.

LASHOF, D.A. The contribution of biomass burning to global warming: an integrated assessment. In: Levine, J.S.(Ed) **Global biomass burning**, MIT Press, Cambridge, p.441-444, 1996. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.15.23.29/doc/6643-6645.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2012.

LEVINE, J. S. et al. Biomass burning and the production of greenhouse gases. In: Zepp, R. G. (Ed.) **Climate Biosphere Interaction: Biogenic Emissions and Environmental Effects of Climate Change**, Isbn 0-471-58943-3, 1994. Disponível em: < http://asd-www.larc.nasa.gov/biomass_burn/biomass.html>. Acesso em: 24 jan. 2011.

LEVINE, J.S. et al. Biomass burning: Combustion emission, satellite imagery and biogenic emission. In Levine J.S. (Ed) **Global biomass burning**. MIT, Press Cambridge, p.264-271, 1996. Disponível em: <<http://www.geopantanal2009.cnptia.embrapa.br/2010/cd/p327.pdf>> Acesso em: 04 fev. 2012.

LIN, C.A. et al. Air pollution and respiratory illness of children in São Paulo, Brazil. Paediatr. Perinat. **Epidemiol**, Filadélfia, v.13, p.475-487, 1999. Disponível em: <

<http://ukpmc.ac.uk/abstract/MED/10563367/reload=0;jsessionid=jLIVSCwn6wqtPeWMzGjf.0>>. Acesso em: 03 abr.2012.

LOBERT, J.M.; WARNATZ, J. Emissions from combustion process in vegetation. In: Cruzten, P.J., Goldammer, J.G. Fire in the environment. Chichester, **John Wiley e Sons**, cap.2, p.15-38, 1993. Disponível em:<<http://www.esrl.noaa.gov/search/publications/4226/>>. Acesso em: 30 out.2011.

LOMBARDI, E.M.S et al. A Importância na prática clinic. **Revista Hipertensão**, São Paulo, 13, v.13, n.4, p.210-225, 2010. Disponível em:<http://www.sbh.org.br/pdf/revista_hipertensao_4_2010.pdf>. Acesso em: 25 set.2011.

LONGO, K. et al. The Coupled Aerosol and Tracer Transport model to the Brazilian developments on the Regional Atmospheric Modeling System (CATTBRAMS). Part 2: Model sensitivity to the biomass burning inventories. **Atmospheric and Chemistry and Physics Discussion**, v.7, p.8571-8595, 2007. Disponível em:<<http://brams.cptec.inpe.br/papers/catt-brams-paper2.pdf>>. Acesso em: 07 nov.2012.

LYRA, M.C. **Fogo e Mudanças Ambientais**: Uma Síntese de Treze Anos de Colaboração entre o Serviço Florestal do USDA (Departamento de Agricultura dos EUA) e o Governo Brasileiro, 2003. Disponível <www.fs.fed.us/global/globe/l_amer/.../firesynthesis_translated.doc>. Acesso em: 10 maio 2011.

LOBERT, J.M.; WARNATZ, J. Emissions from combustion process in vegetation. In: CRUTZEN, P.J.; GOLDAMMER, J.G., Ed. Fire in the environment. Chichester, **John Wesley & Sons**, cap.2, p.15-38, 1993. Disponível <<http://sma.visie.com.br/wp-content/uploads/cea/MarcosArbex.pdf>> Acesso em: 16 maio 2011.

MACEDO, S.E.C. et al. Fatores de risco para internação por doença respiratória aguda em crianças até um ano de idade. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, v.43, n1, p.351-358, 2007. Disponível em:<

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89102007000300005>
Acesso em: 07 maio 2012.

MARTINS, L.C. et al. Air pollution and emergency room visits due to chronic lower respiratory disease in elderly: An ecological time-series study in São Paulo, Brazil, **Journal on the Air Pollution Control Association**, v.44, n.7, p.622-626, 2002. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12134525> > Acesso em: 09 jul.2012.

MASCARENHAS, M.D.M. et al. Air pollution and respiratory disease emergency room visits in Rio Branco municipality, Brazil, **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, São Paulo, 2005. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1806-37132008000100008&script=sci_arttext&tlng=en >. Acesso em: 26 maio 2012.

MATO GROSSO, **Secretaria de Estado de Meio Ambiente-SEMA**. Superintendência de Monitoramento de Indicadores Ambientais. Relatório de Monitoramento de Focos de Calor -2008 e 2009, 2010. Disponível em: < http://www.sema.mt.gov.br/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=2465 >. Acesso em: 09 out.2011.

METZGER KB et al. Ambient air pollution and cardiovascular emergency department visits. **Epidemiology**, v. 15, p.46-56 2004. Disponível em: < <http://people.ce.gatech.edu/~jm105/papers/Epi-04.pdf> > > Acesso em: 05 mar.2012.

MORAN, P.A.P. The Interpretation of statistical maps. **Journal of the Royal Statistical Society B**.v.10, p. 243-251, 1948. Disponível em: < <http://www.mendeley.com/research/the-interpretation-of-statistical-maps/> >. Acesso em: 02 mar.2007.

MORAN, P.A.P. Notes on continuous stochastic phenomena. **Biometrika**, v.37, p.17-23, 1950.

MORGENSTERN, cap. Ecologic Studies - in Rothmans, **Modern Epidemiology**, 2^a Ed., 1998.

MOTT, J.A. et al. Cardiorespiratory hospitalizations associated with smoke exposure during the 1997, Southeast Asian forest fires. **Int. J. Hyg. Environ Health**, v.208, n.1-2, p.75-81, 2005. Disponível em: <
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1438463905000118>.. Acesso em: 27 mar.2012.

MOURA, A.C.M. **Globalização e metodologia no uso do geoprocessamento de casos diferentes abordagens de análise espaciais**. Departamento de cartografia-Instituto de Geociências UFMG. 1997. Disponível em: <
http://www.arq.ufmg.br/SiteLabGeo/Laboratorio_Geo/Artigos/XXIII-CBC-Sonia-Maura.pdf> Acesso em: 09 out.2011.

NASCIMENTO, L.F.C. et al. Análise espacial de neonatal no Vale do Paraíba, 1999 - 2001. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v.41, n.1, fev.2007. Disponível em: <
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89102007000100013&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 02 maio 2007.

NASCIMENTO, L.F. C; MEDEIROS, A.P.P. Internações por pneumonias e queimadas: uma abordagem espacial. **Jornal Pediatria**, Porto Alegre, v.88, n.2 mar./abr. 2012. Disponível em: <
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0021-75572012000200014&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 23 mar.2012.

NAITELLI, G.T. **Uma abordagem tridimensional de clima urbano em área tropical continental: o exemplo de Cuiabá-MT** [tese]. São Paulo: Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo; 1994.

NEL, A. et al. Toxic potential of materials at the nano level. **Science**, London, v.311, p.6-19, 2006. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16456071>> Acesso em: 26 abr.2012.

NEPSTAD, D. et al. Large scale impoverishment of Amazonia forests by logging and fire. **Nature**, v.398, p.505-508, 1999. Disponível em: <

http://www.joanneum.at/carboinvent/post2012_/Bird/Nepstad_et_al_1999.pdf>

Acesso em: 05 fev.2012.

NEPSTAD, D. ; MOREIRA, A.G.;ALENCAR, A. **A floresta em chamas: origens impactos e preservação do fogo na Amazônia**. Brasília: Programa piloto para a proteção das florestas tropicais do Brasil, 1999. Disponível em:<
<http://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/busca.jsp?baseDados=ACERVO&fraseBusca=%22NEPSTAD,%20D.%20C.%22%20em%20AUT%20>>. Acesso em: 04 jan.2012.

NIOSH.NATIONAL INSTITUTE for OCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH. **Occupational health guidelines for carbon monoxide, Occupational health guidelines for chemical hazards**, v.1, p.1-4, 1981. Disponível em:<
<http://www.cdc.gov/niosh/docs/81-123/pdfs/81-123-a.pdf>> Acesso em: 02 dez.2011.

NICOLAI,T.Pollution envirommental factors and childhood respiratory allergic disease. **Toxicology**, v.181-182, p.317-321, 2002. Disponível em:<
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0300483X02003001>> Acesso em: 01 dez.2011

OKIN, G.S. et al. Impact of desert dust on the biogeochemistry of phosphorus in terrestrial ecosystems. **Global Biogeochemical Cycles**, v.18, 2004. Disponível em:<
http://www.geo.cornell.edu/eas/PeoplePlaces/Faculty/mahowald/papers/Okin_GBC.pdf> Acesso em: 09 nov.2011.

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. **Evaluación de los efectos de la contaminación del aire en la salud América Latina y el Caribe 2005**. Disponível em:<
http://medicina.unmsm.edu.pe/biblioteca/nuevas_adquisiciones/eva_efec_cont_aire_salud_ame_car.htm> Acesso em: 05 nov.2011.

OSTRO, B.D. et al. Asthmatic response airborne acid aerosols. **American Journal Public Health**, v.1, p.694-702, 1991. Disponível em:<
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1405148/>> Acesso em: 09 fev.2012.

OSTRO, B.D. Outdoor air pollution. In: World Health Organization. **Environmental Burden of Diseases Series**, n.5, 2004. Disponível em: <http://www.who.int/quantifying_ehimpacts/publications/ebd5.pdf> Acesso em: 03 mar.2011.

PEREIRA, M. C. **Deteccão, monitoramento e análise de alguns efeitos ambientais de queimadas na Amazônia através da utilização de imagens dos satélites NOAA e LANDSAT e dados de aeronave. 1987.** 268 p. (INPE-4503-TDL/326). Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 1987. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/marte@80/2008/07.25.17.19/doc/716-725.pdf>> Acesso em: 03 maio 2012.

PEREIRA, G. et al. **Estimativa da emissão de gases do efeito estufa para o bioma Pantanal.** Anais 2º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Corumbá, p.7-11.. Embrapa Informática Agropecuária, p.577-584, 2009. Disponível em: <<http://www.geopantanal2009.cnptia.embrapa.br/cd/pdf/p139.pdf>> Acesso em: 09 abr.2012.

PETTERS, A. et al. Exposure to traffic and the onset of myocardial infarction. **The New England Journal of Medicine** , v.351, n.17, p.1721-1730, 2004. Disponível em: <<http://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMoa040203>> Acesso em: 04 abr.2012.

PHULPIN, T.; et al. Using spot-4 heir and vegetation sensors to assess impact of tropical forest fires in Roraima, **Brazil International journal of remote sensing.** INPE, v. 23, n. 10, p. 1943-1966, 2002. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01431160110076135#preview>> Acesso em: 08 fev.2011.

POPE III, C.A. et al. Respiratory health and PM₁₀ pollution a daily time series analyses. **The American Review Respiratory Disease** , v.144, p.668-674, 1991. Disponível em: <http://ajrccm.atsjournals.org/content/144/3_Pt_1/668.short>. Acesso em: 07 abr.2012.

POPE III, C.A; KANNER, R.E. Acute effects of PM₁₀ pollution on pulmonary function of smokes with mild to moderate chronic obstructive pulmonary disease. **The American Review Respiratory Disease**, v.47, p.1336-1340, 1993. Disponível em:<<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8503541>>. Acesso em: 09 jun. 2012.

PRIESTSCH, S.O.M et al. Respiratory illnesses in children younger than 5 years of age in southern Brazil: The influence of the home environment. **Revista Panamericana Salud Pública**, v.13, p.303-310, 2003. Disponível em:<<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12831434>>. Acesso em: 09 jun. 2012.

PRINS, E. M., et al. An overview of diurnal active fire monitoring using a suite of international geostationary satellites. Global and Regional Vegetation Fire Monitoring from Space: Planning a Coordinated International Effort, **Academic Publishing**. The Hague, The Netherlands, p. 145-170, 2001. Disponível em:<http://cimss.ssec.wisc.edu/goes/burn/diogo/XI_SBSR_Selhorst_17nov02.html>. Acesso em : 08 jul. 2012.

PRODES. **Monitoramento da floresta amazônica brasileira por satélite**, 2012. Disponível em:<<http://www.obt.inpe.br/prodes/index.php>> . Acesso em: 14 jan. 2012.

RADOJEVIC, M.; HASSAN, H. Air quality in Brunei Darussalam during the 1998 haze episode. **Atmospheric Environment**, v.33, n.22, p.3651-3658, 1999. Disponível em:<<http://www.ingentaconnect.com/content/els/13522310/1999/00000033/00000022/art00118>>. Acesso em: 06 abr. 2010.

RAMOS, M. P. **Uso y manejo del fuego en áreas agrícolas y forestales de Petén** (TCP/GUA/2903) Módulo I: Prevención de Incendios. FAO Guatemala, Guatemala City, p. 71, 2004. Disponível em:<<http://www.floresta.ufpr.br/firelab/artigos/artigo424.pdf>>. Acesso em: 07 mar. 2012.

RODRIGUES, P.C.O. Distribuição espacial das internações por asma em idosos na Amazônia Brasileira. **Revista Brasileira Epidemiologia**, São Paulo, v.13, n.3,

Set., 2010. Disponível em:< http://www.scielo.org/scielo.php?pid=S1415-790X2010000300015&script=sci_arttext> Acesso em: 09 maio 2012.

ROEMER, W.; HOEK, G.; BRUNEKREEF, B. Effect of ambient winter in air pollution on respiratory health of children with chronic respiratory symptoms. **The American Review Respiratory Disease**, v.147, p.118-124, 1993. Disponível em:< <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8420404>>. Acesso em: 05 maio 2012.

ROSA A.A, et al. Análise das internações por doenças respiratórias em Tangará da Serra - Amazônia Brasileira. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, São Paulo, v.34, n.8, ago. 2008. Disponível em:< http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-37132008000800006>. Acesso em: 11 jun.2012.

RUBICLEIS G.S. et al. **Relacionamento entre as queimadas e as morbidades Respiratórias no Acre no período de 1998 a 2005**: uma abordagem Espacial. Universidade Federal do Acre – UFAC Rio Branco - AC- Brasil, 2008. Disponível em:< http://raimundoclaudio.files.wordpress.com/2012/05/doutorado_-_disposicao_a_pagar_para_evitar_danos_a_saude_oriundos_das_queimadas_1.pdf>. Acesso em: 09 maio 2012.

SALAZAR, C.M; CONNOR, M.A. Kinetic studies of pyrolysis of wood, with particulas reference to eucalyptus regnans, Proc of the eleven the Australian Conference on chemical. **Engineering Paper**, v.22b, p.753-761, 1983. Disponível em:< <http://search.informit.com.au/documentSummary;dn=874034822527149;res=IELENG>>. Acesso em: 08 nov.2011.

SALDANHA CT, SILVA AM, BOTELHO C. Climate variations and health services use for the treatment of asthmatic children under five years of age: an ecological study. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v.31, n.6, p. 492-8, 2005. Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/jbpneu/v31n6/27951.pdf>>. Acesso em: 23 jun.2012.

SAMET, J.M. et al. Air pollution and emergency room visits in an industrial community. **Journal of the Air Pollution Control Association**, v.31, p.236-240, 1981. Disponível em:< <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7229222>>. Acesso em: 15 jan.2012.

SANTOS,U.P.**Estudo de alterações cardiovasculares e respiratórios em indivíduos expostos à poluição atmosférica na cidade de São Paulo.**Tese de doutorado Faculdade de Medicina de São Paulo,2002. Disponível em:< http://www.apmpira.com.br/Arquivos/Tese_Dr_Jose_Cancado.pdf>. Acesso em: 11 maio 2012.

SANTOS, L. **Análise dos acidentes de trânsito do Município de São Carlos utilizando Sistema de Informações Geográficas e ferramentas de análise espacial.** 2006. 139 fls. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal de São Carlos-UFSCar, 2006. Disponível em:< www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/.../8722>. Acesso em: 07 mar.2011.

SANTOS U.P. et al. Cardiac arrhythmia emergency room visits and environmental air pollution in São Paulo, Brazil. **Journal Epidemiol Community Health**, v.62, n.3, p. 267-272, 2008. Disponível em:< <http://jech.bmj.com/content/62/3/267.abstract>>. Acesso em:09 mar.2012.

SEATON A, et al. Particulate air pollution and acute health effects. **Lancet**, v.345, p.176-8, 1995. Disponível em:< http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000128&pid=S1806-3713200400020001500011&lng=en>. Acesso em: 22 jun.2012.

SEINFELD, J.H.; PANDIS, S.N. Atmospheric and physics of air pollution. **Ed John Wiley & Sons**, 1030 p, 1998. Disponível em:< http://www.osti.gov/energycitations/product.biblio.jsp?osti_id=5509852>. Acesso em: 09 maio 2012.

SILVA P.R.et al. Hospitalization of children for asthma in the Brazilian Amazon: trend and spatial distribution. **Jornal Pediatría**, v.85, p.541-6, 2009. Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/jped/v85n6/v85n6a12.pdf>>. Acesso em: 19 maio 2012.

SILVA et al. Material particulado (PM_{2.5}) de queima de biomassa e doenças respiratórias no sul da Amazônia brasileira. **Revista Brasileira Epidemiologia**, São Paulo, v.13, n. 2 , 2010. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-790X2010000200015&script=sci_arttext. Acesso em:08 jul.2012.

SHARKEY,B.Ed. Health Hazards of Smoke: Recommendation of the April 1997consensus conference. Technical Report 9751-2836 MTDC.Missoula,MT: United States Departament of Agriculture, **Forest Service**,Missoula Techonology and Development Center,p.84,1997.Disponível em:< <http://www.nwcg.gov/pms/pubs/SMG/1-58.pdf>>.Acesso em:04 fev.2011.

SHUTZE, M.D. Forest fires in the Brazilian Amazon. **Conservation Biology**, v.12, n.5, 1998.

Queimadas na Amazônia sul - ocidental estado do Acre - Brasil: Comparação entre produtos de satélites (goes-8 e noaa-12) e observações de campo. Anais XI SBSR, Belo Horizonte, Brasil, 2003, INPE, p. 517-524. Disponível em:< ftp://sassu.cptec.inpe.br/lba_archives/LC/LC-02/.../04_348.pdf>. Acesso em: 18 abr.2012.

SOARES, R.V.**Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal do Paraná,** 2001. Disponível em: http://www.floresta.ufpr.br/~lpf/ind_incendios.html>.Acesso em:09 jun.2012.

SPEKTOR, DM, et al. Effects of heavy industrial pollution on respiratory function in the children of Cubatão, Brazil: a preliminary report. **Environmental Health perspect.** v. 94, p.51- 4. 1991. Disponível em:< <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1567962/>>.Acesso em: 08 maio 2012.

SPEKTOR, D.M.et al. Effects of single and multi-day ozone exposures on respiratory function in active normal children. **Environmental** , v.55, p.107-122, 1991. Disponível em:< <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1567962/>>. Acesso em: 08 maio 2012

SREBOT, V. et al. Ozone and cardiovascular injury. **Cardiovascular Ultrasound**, v.7, n.30, 2009. Disponível em:< <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19552797>>. Acesso em: 09 abr.2012.

STEPHENS,R.D.;CADLE,S.H.Remote sensing measurements of carbon monoxide from on-road vehicles. **Journal of Air Waste Management**, v.141, p.39-46, 1991. Disponível em :< http://pubs.awma.org/gsearch/journal/1991/1/41_01_39.pdf>. Acesso em: 20 fev.2012.

SUNYER,J.;ANTO,J.M;SAEZ,M.Effects of urban air pollution on emergency room admissions for cronic obstructive pulmonary disease. **American Journal Epidemiol**,v.134,p.277-286,1991. Disponível em:< <http://aje.oxfordjournals.org/content/134/3/277.abstract>>. Acesso em: 30 mar.2012.

SUNYER, J. et al. Air pollution and emergency room admission for chronic obstructive pulmonary disease: A 5 years study. **American Journal Epidemiol**, v.137, p.701-705, 1993. Disponível em:< <http://aje.oxfordjournals.org/content/137/7/701.abstract>>. Acesso em: 09 maio 2012.

TERRAVIEW 4.0.0. São José dos Campos, SP: INPE, 2010. Disponível em: www.dpi.inpe.br/terraview. Acesso em: 01/05/2010.

THOMPSON, A. et al. Intraluminal airway inflammation in chronic bronchitis. **The American Review Respiratory Disease**, v.140, p.1527-1537, 1989. Disponível em :< <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2604284>>. Acesso em: 07 maio 2012.

TOLBERT, P.E. et al. Air quality and pediatric emergency room visits in Atlanta, Georgia. **American Journal Epidemiol**, v.151, p.798-810, 2000. Disponível em:< <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10965977>>. Acesso em: 08 abr. 2012.

TORRES, O. et al. OMI and MODIS observations of the anomalous 2008-2009 Southern Hemisphere biomass burning seasons. **Atmospheric and Chemistry and Physics**. v. 10, p. 3505-3513, 2010. Disponível em:< <http://www.atmos-chem-phys.net/10/3505/2010/acp-10-3505-2010.pdf>>. Acesso em: 08 mar. 2012.

TURN, S.Q. et al . Elemental characterization of particulate matter emitted from biomass burning: Wind tunnel derived source profiles for herbaceous and wood fuels. **Journal of Geophysical Research**, n.102, 1997. Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-7132004000200015#fig1 2683-99.>. Acesso em: 24 jun. 2012.

TURPIN, B. Options for characterizing organic particulate matter. **Environmental Science & Technology**, v.1, p.76-78, 1999. Disponível em:< http://hero.epa.gov/index.cfm?action=reference.details&reference_id=87283>. Acesso em: 08 fev. 2011.

UHL, C.; KAUFFMAN, J.B. Deforestation, fire susceptibility and potential tree responses to fire in the eastern Amazon. **Ecology**, n.71, p.437-449, 1990. Disponível em:< <http://www.mendeley.com/research/deforestation-fire-susceptibility-and-potential-tree-responses-to-fire-in-the-eastern-amazon/>>. Acesso em: 07 mar. 2012.

UNEP. **Global Environment Outlook 3**: Past, present and future perspectives. State of the environment and policy retrospectives: 1972-2002, 2004. Disponível em:< <http://www.unep.org/>>. Acesso em: 07 dez. 2011.

U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY NATIONAL. Air quality and emissions. Trends Report, 1995. Office of air quality planning and standards, **Research Triangle Park**, NC, 1996. Disponível em:< <http://www.epa.gov/airtrends/aqtrnd96/front.pdf>>. Acesso em: 06 nov. 2011.

VARON, J. et al. Carbon monoxide poisoning: A review for clinicians. **The Journal of Emergency Medicine**, v.17, n.1, p.87-93, Elsevier, USA, 1999. Disponível em:<[http://www.jem-journal.com/article/S0736-4679\(98\)00128-0/abstract](http://www.jem-journal.com/article/S0736-4679(98)00128-0/abstract)>. Acesso em: 06 jan.2012.

WARD, D.E. **Source- Strength modeling of particulate matter emissions from forest fires**. In 76 th. Annual meeting of the air pollution control association proceedings. Atlanta, Georgia, Paper v.2, n.21, p.83-45, 1983. Disponível em:<<http://frames.nacse.org/11000/11531.html>>. Acesso em: 05 abr.2011.

WARD D.E.; HARDY, C.C. Smoke emissions from wild land fires. **Environment International**, v.17, n.18, 1991. Disponível em:<<http://frames.nacse.org/ttrs/10000/10808.html>>. Acesso em: 12 mar.2011.

WARD, D.E. et al. Smoke and fire characteristics for cerrado and deforestation burns in Brazil: BASE- B Experimental. **Journal Geophysics Research**, v.97, p.14601-14619, 1992. Disponível em:<http://sigma.cptec.inpe.br/queimadas/documentos/199209_ward_et_al_jgr97.pdf> Acesso em: 04 mar.2011.

WARK, K.; WARNER, C.F. **Air pollution. Its origin and control**. New York: Pub, IEP a Don-Donnelly, 1976.

WARK, K.; WARNER, C.F.; DAVIS, W.T. **Air pollution its origin and control** .3ed. Menlo Park, Califórnia, Addison-wesley, p.573, 1998.

WHO, World Health Organization. Sulfur oxides and suspended particulate matter. **Environmental Criteria**, Genève, v.8, 1979. Disponível em:<<http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc008.htm>>. Acesso em: 07 jan.2011.

WHO. Health Guidelines for Vegetation Fire Events, ed. Schwela D.H. Goldammer J.G., Morawska L.H., Simpson, O. Geneva, **World Health Organization**, WHO, 1999. Disponível em:<

<http://www.geopantanal2009.cnptia.embrapa.br/2010/cd/p285.pdf>>.Acesso em: 03 fev.2011.

WHO. World Health Organization Regional Office for Europe. **Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. Global update.** Copenhagen, 2006. Disponível em:< http://whqlibdoc.who.int/hq/2006/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_eng.pdf>.Acesso em:04 fev.2011.

YOKELSON, R.J. et al. Emissions from smoldering combustion of biomassa measured by open-path fourier transform infrared spectroscopy. **Journal Geophysical Research**, v.102, p.865-877, 1997. Disponível em:< http://www.apmpira.com.br/Arquivos/Tese_Dr_Jose_Cancado.pdf>.Acesso em: 05 maio 2011.

ZANOBETTI,A.;SCHWARTZ,J.;GOLD,D.Ares there sensitive subgroups for the effects of airborne particles. **Environmental Health Perspect**, v.108, p.841-845, 2000. Disponível em:< <http://ehp03.niehs.nih.gov/article/info%3Adoi%2F10.1289%2Fehp.00108841>>.Acesso em: 07 set.2011.

ZHANG, R. et al. Industrial emissions cause extreme urban ozone diurnal variability. **Proceedings of the National Academy of Science**, USA, v.101, n.17, p.6346-6350, and 2004.Disponível em :< <http://www.pnas.org/content/101/17/6346.full>>.Acesso em: 12 ago. 2011.