

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE E AMBIENTE**

**RELAÇÃO ENTRE QUEIMADAS E A INCIDÊNCIA DE DOENÇAS
RESPIRATÓRIAS NA REGIÃO CENTRAL DO ESTADO DO MARANHÃO.**

FABRÍCIO RIBEIRO DE CASTRO

**São Luís
2011**

FABRÍCIO RIBEIRO DE CASTRO

**RELAÇÃO ENTRE QUEIMADAS E A INCIDÊNCIA DE DOENÇAS
RESPIRATÓRIAS NA REGIÃO CENTRAL DO ESTADO DO MARANHÃO.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Saúde e Ambiente da Universidade Federal do Maranhão para obtenção do Título de Mestre.

Área de Concentração: Qualidade Ambiental

Orientador: Prof. Dr. Jorge Luiz Silva Nunes

São Luís
2011

FABRÍCIO RIBEIRO DE CASTRO

**RELAÇÃO ENTRE QUEIMADAS E A INCIDÊNCIA DE DOENÇAS
RESPIRATÓRIAS NA REGIÃO CENTRAL DO ESTADO DO MARANHÃO.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Saúde e Ambiente da Universidade Federal do Maranhão para obtenção do Título de Mestre.

Área de Concentração: Qualidade Ambiental

Orientador: Prof. Dr. Jorge Luiz Silva Nunes

Aprovado em ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Jorge Luiz Silva Nunes
(Orientador)

Prof. Msc.
(Primeiro Membro)

Prof.
(Segundo Membro)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer ao meu professor e orientador Jorge Nunes, que além de dar lições de estatística, português, inglês, biologia e outras tantas, tem como sua maior qualidade a capacidade de transmitir motivação, característica de quem faz o que sabe e gosta do que faz. Tenho total certeza que se não fosse por ele, nenhuma linha deste trabalho teria acontecido.

Gostaria de agradecer a minha companheira Ana Cristina e aos meus dois filhos, que perderam horas de convívio comigo para que este trabalho fosse realizado, sendo que sempre que estou com eles passo as melhores horas da minha vida.

Agradecer também a todos os colegas e professores do programa de mestrado de Saúde e Ambiente que sempre me motivaram e mostraram profissionalismo em todos os sentidos.

Por fim, gostaria de agradecer a Marluze Pastora, que foi minha colega e chefe que sempre mostrou a necessidade de buscarmos mais conhecimento.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	6
LISTA DE TABELAS	7
RESUMO	8
ABSTRACT	9
1. INTRODUÇÃO.....	10
2. HIPÓTESES.....	15
3. OBJETIVOS.....	16
3.1 OBJETIVO GERAL.....	16
3.2 OBJETIVO ESPECÍFICO.....	16
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	17
4.1 ÁREA DE ESTUDO	17
4.2 CARACTERIZAÇÃO DOS DADOS.....	19
4.3 OBTENÇÃO DOS DADOS DA SAÚDE.....	20
4.4 OBTENÇÃO DOS DADOS CLIMÁTICOS.....	21
4.5 OBTENÇÃO DOS DADOS ANTRÓPICOS.....	22
4.6 TRATAMENTO NUMÉRICO.....	22
5.RESULTADOS.....	25
6. DISCUSSÕES	33
7. CONCLUSÕES.....	39
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Mapa e localização do município de Barra do Corda/MA.....	18
Figura 2.	Distribuição de focos de calor durante os anos de 2008, 2009 e 2010 no município de Barra do Corda, Maranhão.....	25
Figura 3.	Distribuição de problemas respiratórios em crianças menores de 4 anos durante o período de 2008, 2009 e 2010 no município de Barra do Corda, Maranhão.....	26
Figura 4.	Distribuição de problemas respiratórios em idosos maiores de 70 anos durante o período de 2008, 2009 e 2010 no município de Barra do Corda, Maranhão.....	26
Figura 5.	Distribuição de internações por asma durante o período de 2008, 2009 e 2010 no município de Barra do Corda, Maranhão.....	27
Figura 6.	Representação gráfica das variações mensais climáticas obtidas no município de Barra do Corda, Maranhão nos anos de 2008, 2009 e 2010: Pressão de vapor (mb)(A), Temperatura média (°C)(B), Pressão Atmosférica (mmHg) (C), Radiação (h) (D), Precipitação (mm)(E), Umidade relativa do ar calculada (%)(F).....	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Correlação entre Focos de calor, Problemas respiratórios entre idosos maiores de 70 anos, crianças menores de 4 anos e internações por asma.....	29
Tabela 2.	Correlação entre a sazonalidade dos Focos de Calor, Problemas respiratórias entre idosos maiores de 70 anos, crianças menores de 4 anos e internações por asma.....	30
Tabela 3.	Correlação entre pressão atmosférica, pressão de vapor, temperatura média, radiação, precipitação e umidade relativa, com problemas respiratórias entre idosos maiores de 70 anos, crianças menores de 4 anos e internações por asma.....	31
Tabela 4.	Correlação parcial entre pressão atmosférica, problemas respiratórias em idosos maiores de 70 anos, crianças menores de 4 anos e internações por asma, correlacionando com a variável fixa de focos de calor.....	32

RESUMO

No município de Barra do Corda é comum observar um modelo de agricultura comum nas regiões pobres do país, esta produção agrícola está baseada em um mecanismo primitivo de corte e queima, utilizando o fogo de maneira desordenada. Preocupada com o incremento acentuado desta prática, a Organização Mundial de Saúde (OMS), iniciou em 1985, uma série de publicações alertando sobre os possíveis efeitos da queima de biomassa na saúde humana. Tendo em vista as conseqüências deletérias para a vida do agricultor e das comunidade do entorno dos campos agrícolas, este trabalho analisa as interações antropogênicas e climáticas no município de Barra do Corda, Maranhão, inferidas a partir da associação entre casos de internações de doentes com problemas respiratórios e focos de calor. Os registros de internações por doença do aparelho respiratório (DAR) foram obtidos do Sistema de Informações hospitalares do SUS (DATASUS/ SUS), os dados sobre os focos de calor no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais pelo satélite NOAA-15 (diurno e noturno) e os registros climáticos dos boletins MCDW (MONTHLY CLIMATIC DATA FOR THE WORLD). Foi utilizado três métodos estatísticos distintos: Correlação Linear de Pearson, Correlação de Spearman e Correlação Parcial para cada parâmetro meteorológico separadamente e em classes de pacientes com doenças respiratórias, para isso utilizou-se o programa BioEstat 5.0. Os resultados indicaram sazonalidade dos focos de calor durante o período seco com ápice em outubro. Com relação às internações por DAR, observou-se que em idosos maiores de 70 anos e nos casos de asma não houve sazonalidade, entretanto as DAR em crianças menores de 4 anos se concentraram no início do período chuvoso e no fim do período seco. As avaliações estatísticas revelaram a correlação positiva acentuada entre o número de internações por DAR, a pressão atmosférica e o número de focos de calor.

Palavras chave: Queimadas. Enfermidades respiratórias. Pressão atmosférica.

ABSTRACT

The city of Barra do Corda in Maranhão represents the model of production from poor regions of the country, because the agglutinating of features like the agricultural production made through the primitive process of cutting and burning, specially by the use of fire in a disordered way. The World Health Organization (WHO) in 1985 initiated a series of publications through a bulletin warning about possible effects of the biomass burning over human's health. For this reason, the analysis of anthropogenic and climatic interactions are treated as an object in Barra do Corda, Maranhão, from its association with internment cases of respiratory diseases and focuses of heat. For obtaining that, it's concluded an ambiental and epidemiological study of temporal series. Registers of internments caused by diseases in respiratory system were obtained from Hospital Information System of SUS (DATASUS/ SUS), datas about the focuses of heat in National Institute of Spacial Research using the satellite NOAA-15 (during the day and night times) and the climatic registers from the bolletins MCDW (MONTHLY CLIMATIC DATA FOR THE WORLD). It was used three different statistician methods: Pearson's Linear Correlation, Spearman's Correlation and Partial Correlation to each meteorological parameter apart and classes of patients with respiratory diseases, for obtaining that it was used the BioEstat 5.0 software. Results demonstrate the different seasons of the focuses of heat that occur in a dry season with ceiling in october. Concerning to internments caused by diseases in respiratory system, in old people over 70 years old and in asthma cases it wasn't realized different seasons, however diseases in respiratory system in children over 4 years old are concentrated in the beginning of the rainy time and in the end of dry time. Statistician avaluations reveled the positive and high correlation between the number of internments by diseases in respiratory system, air pressure and the number of focuses of heat.

Keywords: bonfires; Respiratory diseases; Air pressure

1 INTRODUÇÃO

O fogo vem sendo usado pelo homem há milhares de anos, remota a períodos anteriores a escrita, trazendo muitos benefícios para a humanidade. O controle do fogo pode ser considerado um dos maiores avanços tecnológicos do mundo, principalmente por considerarmos que foi a primeira energia dominada (RIFIKIN, 1999; NODARI; GUERRA, 2003).

Arbex *et al.* (2004) argumentam que, atualmente, a principal preocupação com relação ao uso desta energia não é apenas a queima da biomassa mas também os seus efeitos sobre a saúde humana. Também enfatizam a preocupação com relação a gravidade e a extensão dos danos produzidos pela poluição do ar em consequência da combustão de biomassa em áreas rurais dos países em desenvolvimento, questionada pela Organização Mundial da Saúde (OMS).

Queimadas e incêndios florestais não são problemas exclusivos apenas de países pobres ou em desenvolvimento. Por outro lado, diversos países também sofrem perdas materiais com os incêndios, e, conseqüentemente tem a qualidade do ar e a qualidade de vida de seus habitantes afetadas. Cerca de 80% da queima de biomassa é feita nos trópicos, sendo este fato considerado uma das principais fontes de emissões de gases tóxicos (CRUTZEN & ANDREAE, 1990).

Geralmente é normal associar o principal fator de poluição à queima de combustíveis fósseis proveniente das áreas urbanas e industriais, por serem os locais onde a maioria das pessoas habita. Entretanto, a incineração de biomassa é a maior fonte doméstica de energia nos países em desenvolvimento. Aproximadamente metade da população do planeta, e mais de 90% das casas na região rural dos países em desenvolvimento, permanecem utilizando energia proveniente da queima de biomassa, na forma de madeira, carvão, esterco de animais ou resíduos agrícolas, o que produz altos índices de poluição do ar (BRUCE *et al.*, 2000).

No Brasil, a origem das queimadas no ambiente rural está relacionada com o meio de produção, que tem no manejo do fogo a solução mais rápida e econômica para geração de renda na agricultura. Entretanto, na contabilização

dos custos de produção não são considerados os gastos referentes ao bem-estar da população devido ao uso do fogo. A produção agrícola fica economicamente mais barata, mas a qualidade do ar e os gastos com saúde pública aumentam. Estes são fatores que não entram na planilha de custo da agricultura baseada no manejo do fogo (FEARNSIDE, 2005; DUARTE e MASCARENHAS, 2007).

A queimada controlada é considerada como um método economicamente mais viável para preparar a terra para o plantio de culturas e para a renovação de pastagens. No entanto, além de eliminar a vegetação da área, as árvores já derrubadas as queimadas também produzem cinzas ricas em nutrientes que fertilizam o solo e, no curto prazo, aumentam sua produtividade. O fogo também é usado para estimular o crescimento de gramíneas forrageiras de pastagens e matar as plantas daninhas lenhosas que invadem essas pastagens. Sem o fogo, os proprietários rurais teriam, certamente, que investir na compra de máquinas para remover as árvores caídas e despender tempo roçando as ervas daninhas que invadem as pastagens (NEPSTAD *et al.*, 1999).

No intuito de minimizar os impactos, as queimadas só podem ser realizadas mediante a autorização do órgão ambiental competente e de forma controlada, com construções de aceiros - barreiras que impedem a propagação das chamas. O aceiro pode ser feito por meio de vala ou limpeza do terreno de modo a obstruir a passagem do fogo (IMESC, 2009).

As penalidades aos infratores estão previstas nos artigos 41 e 42 da Lei 9.605/98 (Lei de Crimes Ambientais). A pena prevê reclusão (de dois a quatro anos) e multa de R\$ 1.000,00 (mil reais), por hectare ou fração queimada. O valor poderá ser aumentado caso a infração tenha sido em circunstâncias agravantes, podendo chegar a R\$ 50 milhões. O Decreto 2.661/98 estabelece normas de precaução relativas ao emprego do fogo em práticas agropastoris e florestais por meio da queima controlada, e dá outras providências. Apesar disso, a queimada continua a ser empregada em áreas agrícolas de forma descontrolada (BRASIL, 2002).

No Maranhão ainda é bastante comum a utilização da queimada no preparo da terra para as plantações em pequenas áreas (roças), as quais

contribuem para o aumento do percentual de material particulado lançado na atmosfera. Esta prática já registrada em 56 municípios, destacados por possuírem a agricultura de pequenas lavouras como base de sua economia. Na maioria destes, o uso do fogo tem sido considerado o principal responsável pela poluição atmosférica local (IMESC, 2009).

No interior do Estado essa prática é provocada pela ação antrópica para a renovação de áreas de pastagens, na remoção de material acumulado e no preparo do corte manual em plantações. Os municípios com maiores quantidades de focos de queimadas em 2008 foram: Barra do Corda, Amarante do Maranhão, Alto Parnaíba e Caxias. Os 177 municípios que possuíram de 499 a 1 foco de queimada, são justamente os mais voltados pra agricultura em pequena escala no Estado. Enquanto, o único município do Maranhão que os satélites não identificaram nenhum foco de queimadas foi o de Raposa, cidade essa que vive voltada para a atividade pesqueira (IMESC, 2009).

Este evento é o que Silva *et al.* (2006) consideraram como causa da externalidade, que seria o custo do produto sem considerar os fatores externos que ele gera. No caso, a agropecuária utilizada nestes municípios traria esta externalidade por utilizar a queima que afeta a qualidade do ar de todos ao redor dos empreendimentos e conseqüentemente a qualidade de vida, incluindo este fator no preço do produto final.

O Maranhão encontra-se na terceira colocação dos Estados que apresentam maior incidência de focos de calor. Conseqüentemente, os municípios situados nas imediações de áreas de queimadas têm suas economias envolvidas com gastos cada vez maiores para solucionar problemas de saúde pública que atingem principalmente as populações mais humildes (INPE, 2011).

Em relação às queimadas em áreas rurais, os poluentes gasosos e o material particulado fino apresentam efeitos diretos para o sistema respiratório, em especial para os grupos mais sensíveis (IGNOTTI *et al.*, 2007; MASCARENHAS *et al.*, 2008).

Diferentemente do que é observado em ambientes urbanos, em que a poluição atmosférica é caracterizada por uma exposição crônica, nas queimadas

em áreas florestais e agrícolas há uma exposição de elevada magnitude por um período médio anual de 3 a 5 meses, associado a baixos índices pluviométricos. Nesse período, as concentrações de material particulado menor de 10 µm oriundo da queima de biomassa chegam a 400 µg/m³ (ARTOXO *et al.*, 2002).

As partículas finas têm um tempo de residência na atmosfera maior do que as partículas grossas e podem ser transportadas por grandes distâncias, o que aumenta a sua capacidade de dispersão. Desta forma, as partículas se depositam nos brônquios terminais e nos alvéolos, agravando problemas respiratórios e podendo até causar mortes prematuras (IBALDI-MULI *et al.*, 2002).

Diversos autores têm relacionado à incidência de doenças respiratórias com a emissão de queimadas ou focos de calor.

Castro *et al.* (2009), mostraram uma tendência de crescimento nas taxas de mortalidade por doenças do aparelho respiratório (DAR) e doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) entre os idosos acima de 65 anos. Também, associaram uma tendência de crescimento do número de focos de calor com as taxas de mortalidade por DAR e DPOC, explicando entre 50% e 80% da mortalidade pelas doenças estudadas em idosos em Rondônia.

Ribeiro (2008), ao analisar vários artigos científicos referentes aos efeitos da queima da cana de açúcar à saúde respiratória sugeriu que uma parcela da população, principalmente, idosos, crianças e asmáticos, tem sua saúde agravada, demandando atendimento dos serviços de saúde e assim onerando os serviços de saúde e suas famílias, sendo este um dos fatores que motivou o estudo dos efeitos nas faixas mais susceptíveis.

No Estado do Maranhão, o município de Barra do Corda está localizado na região central, onde é comum a prática agrícola com o uso do fogo. Barra do Corda destaca-se como principal produtor de madeira e carvão vegetal do estado e possui um rebanho bovino composto por mais de 90.000 cabeças (IBGE, 2011A). Desse modo, o município pode ser considerado um modelo de produção das regiões pobres do país, aglutinando características da produção agrícola feita através do corte e queima, onde é utilizado o fogo de maneira desordenada.

Uma das principais atividades econômicas do município de Barra do Corda é a agropecuária, e uma característica marcante é a falta de recursos financeiros. Com este cenário é fácil notar que as queimadas no município são feitas principalmente por agricultores e pecuaristas que utilizam a técnica suicida e rudimentar de corte e queima conhecida como coivara. Técnica em que consiste na derrubada da mata e na sua queima, que em curtíssimo prazo esgota os nutrientes do solo e pode vir a causar o fenômeno de desertificação (PEDROSO JUNIOR *et al.*, 2008).

Em 2010, Barra do Corda apresentou 86 registros de ocorrência de incêndios (ROI), que são incêndios florestais contatados *in loco* pela brigada de incêndio do Centro Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais – (PREVFOGO), existente no município (SISFOGO, 2011).

Esta dissertação de mestrado aborda aspectos para avaliar o efeito da queimada decorrente da prática agrícola tradicional do estado do Maranhão, representada pelo município de Barra do Corda sobre a saúde da sua população humana.

2 HIPÓTESES

As doenças respiratórias têm correlação com o aumento dos focos de incêndio na região do Barra do Corda, Maranhão;

As doenças respiratórias têm correlação com os parâmetros climáticos mais ligados ao efeito das queimadas;

A correlação entre as doenças respiratórias, focos de calor e parâmetros micro climáticos ocorrerão no período mais seco do ano, configurando uma sazonalidade do número de doentes.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Analisar as interações antropogênicas e micro climáticas no município de Barra do Corda, Maranhão, a partir da sua associação com casos de internações dos doentes respiratórios e focos de calor.

3.2 Objetivos Específicos

- Correlacionar o número de internações por doenças respiratórias com o número de focos de calor em uma série temporal entre 2008-2010;
- Verificar se as variáveis micro climáticas (umidade relativa, pressão de vapor, temperatura, pressão atmosférica e irradiação) possuem correlação com o número de internações por doenças respiratórias em uma série temporal entre 2008-2010;
- Avaliar os aspectos sazonais das internações por doenças respiratórias com os focos de calor e variáveis micro climáticas.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 *Área de Estudo*

O município de Barra do Corda (Lat 05°30'S e Long. 04°51'6''W), localizado no Estado do Maranhão, tem uma área territorial de 5.202,679 Km², possuindo uma extensa área de vegetação nativa que corresponde a 3.632,33 Km² e 1.792,65 Km² de terras indígenas (Figura 1), sendo a agropecuária responsável por 53,35 % do produto interno bruto (IBGE, 2011B).

A população é estimada em 82.830 habitantes (IBGE, 2011B), e o município possui 5 hospitais conveniados ao Sistema Único de Saúde (SUS), sendo 2 públicos e 3 privados (DATASUS, 2011A). Outra característica marcante é que cerca de 60,04% da população se encontra na linha da pobreza (IBGE, 2011C).

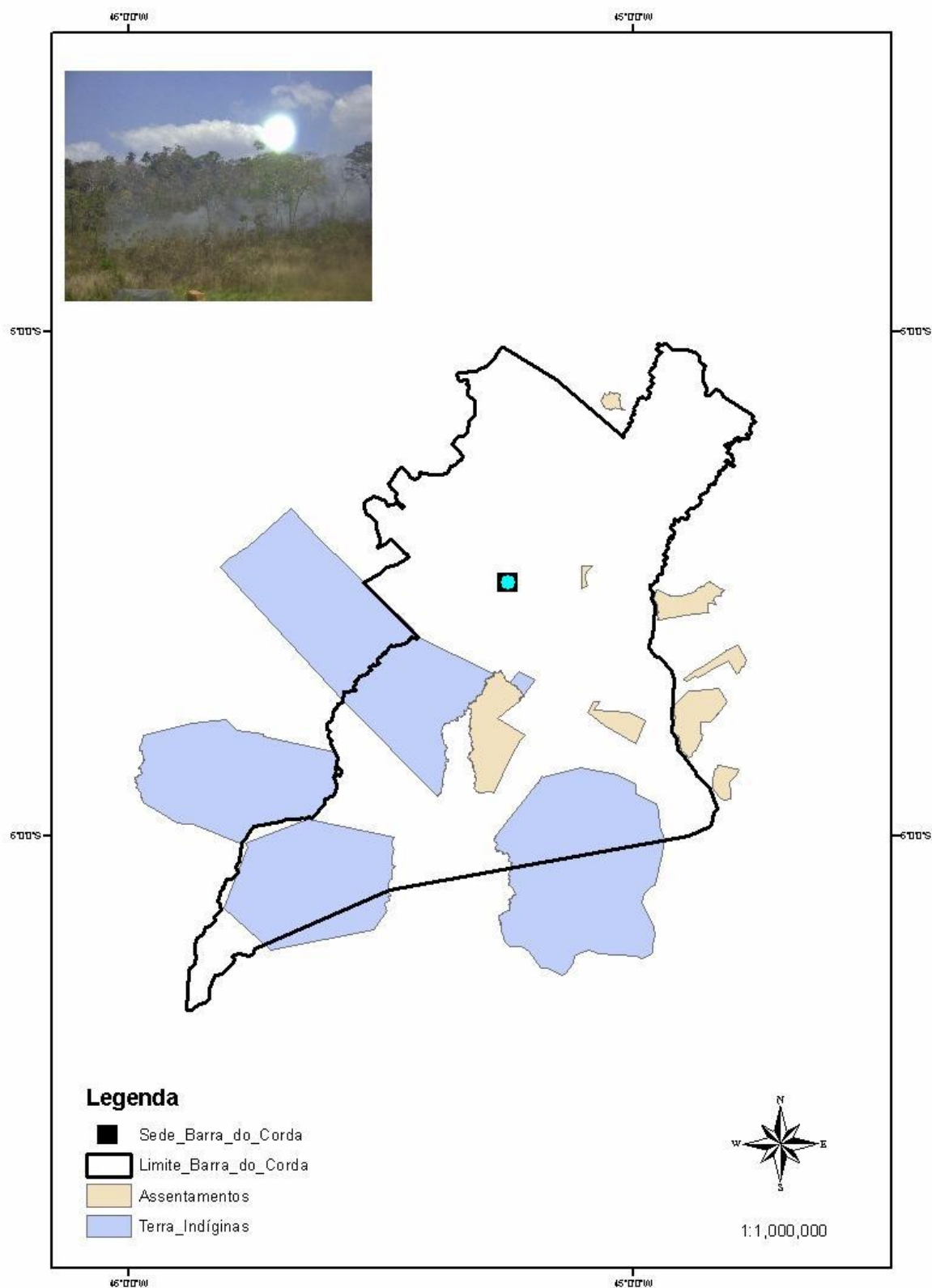


Figura 1 – Mapa e localização do município de Barra do Corda/MA.

4.2 – Caracterização dos dados

Este estudo é ambiental e epidemiológico de séries temporais. A característica principal é a concentração dos dados em um grupo de indivíduos presentes em uma determinada região geográfica. No caso os indivíduos utilizados foram os habitantes e o território é o próprio município de Barra do Corda.

Os dados foram divididos em séries temporais de duas formas: agrupados mensalmente ao longo de três anos e depois feito uma média para cada um dos doze meses e, em seguida, agrupados em quatro períodos distintos do ano para analisar a sazonalidade, através da pluviosidade mensal que determinou as fases de seca e de chuva. Os quatro períodos anuais foram separados da seguinte forma:

1º- período: início da fase chuvosa (dezembro, janeiro, fevereiro),

2º- período: fim da fase chuvosa (março, abril, maio)

3º- período: início da fase seca (junho, julho, agosto)

4º- período: fim da fase seca (setembro, outubro, novembro)

4.3 Obtenção dos Dados da Saúde

Os dados referentes ao número de internações por doenças respiratórias no período de 2008 a 2010 em Barra do Corda/MA foram oriundos do Sistema de Informações Hospitalares do SUS - SIH/SUS, gerenciado pelo Ministério da Saúde, através da Secretaria de Assistência à Saúde, em conjunto com as Secretarias Estaduais de Saúde e as Secretarias Municipais de Saúde, sendo processado pelo DATASUS - Departamento de Informática do SUS, da Secretaria Executiva do Ministério da Saúde.

Utilizando a CID-10 - Classificação Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde é publicada pela Organização Mundial de Saúde (OMS). As unidades hospitalares participantes do SUS (públicas ou particulares conveniadas) enviam as informações das internações efetuadas através da AIH - Autorização de Internação Hospitalar, para os gestores municipais (se em gestão plena) ou estaduais (para os demais). Estas informações são consolidadas no DATASUS, formando uma Base de Dados, contendo dados de grande parte das internações hospitalares realizadas no Brasil.

As informações se referem aos períodos a partir de janeiro de 2008, quando foi implantada a Tabela de Procedimentos, Medicamentos, Órteses e Próteses e Materiais Especiais do Sistema Único de Saúde – SUS, instituída pela portaria GM/MS n.º 321 de 08 de fevereiro de 2007.

As causas da internação, segundo a Classificação Internacional de Doenças (CID), podem ser recuperadas por capítulos e pela lista de morbidade. Para o estudo foi relevante considerar o Capítulo CID-10 e Lista Morb CID-X - Doenças do aparelho respiratórias. Os dados foram agrupados em séries mensais, durante o período de três anos e depois feito uma média para cada um dos meses.

4.4 Obtenção dos Dados Climáticos

Os dados climáticos de pressão de vapor, temperatura, pressão atmosférica e irradiação, são referentes à estação meteorológica de Barra do Corda e dos boletins MCDW (MONTHLY CLIMATIC DATA FOR THE WORLD), que é uma publicação mensal dos dados climáticos ao redor do mundo. Os dados são preparados pelos membros da OMM (ORGANIZAÇÃO METEOROLÓGICA MUNDIAL).

O acesso aos boletins foram obtidos através do banco de dados do NOAA (NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION) e foram agrupados em séries mensais no período de 2008-2010, depois foi feita a média de cada uma das variáveis para cada mês.

O valor da umidade relativa não está disponível nos boletins MCDW, com isso, foi necessário utilizar a pressão de vapor de saturação calculada pela fórmula de Tetens e fazer a proporção com a pressão de vapor parcial disponível no boletim.

$$UR(\%) = (e/es) \times 100,$$

$$es = 6,11 \times 10^{\frac{7,5T}{237,3+T}} \text{ onde:}$$

UR= Umidade Relativa (%)

es= pressão de vapor de saturação (mb)

e= pressão de vapor parcial (mb)

T=temperatura do ar (°C)

4.5 Obtenção dos Dados Antrópicos

Os dados antrópicos estudados no trabalho foram as queimadas, obtidos através do número mensal de focos de calor no município e agrupados em uma série de três anos tirando a média para cada mês como nos dados anteriores.

Estes focos foram detectados pelo satélite NOAA-15 (diurno e noturno), que pertence ao instituto NOAA e é disponibilizado pelo INPE (INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS).

O satélite NOAA-15 foi escolhido por ser considerado o satélite de referência e o principal utilizado pelo INPE no período dos estudos. A partir de 22 de agosto de 2011 o INPE passou a usar o satélite AQUA (sensor MODIS) como referência. A escolha de apenas um satélite foi feita para que não se obtenha duplicidade no ponto do foco de calor tendo em vista que a escolha de dois ou mais satélites poderiam detectar o mesmo ponto.

Os focos de calor representam qualquer temperatura média acima de 47°C nos pixels, que foram identificados pelo sistema de monitoramento de queimadas, com temperaturas de brilho superiores ou iguais a 320K*. Os valores de temperatura são derivados dos dados do canal 3 do radiômetro AVHRR (ADVANCED VERY HIGH RESOLUTION RADIOMETER), um sensor a bordo dos satélites de órbita polar (série NOAA).

4.6 Tratamento numérico e estatístico

A natureza dos dados em três grupos é relevante para podermos correlacionar a frequência das doenças respiratórias com a intensidade que a população é exposta as mudanças climáticas e as queimadas na vegetação, sendo o subsídio para analisar as hipóteses apresentadas.

Inicialmente o conjunto de dados formados pelas três variáveis foi agrupado em duas matrizes diferentes: uma contendo informações anuais das internações mensais e a segunda, também anual, para dados mensais dos parâmetros meteorológicos; configurando em matriz de internações e matriz de parâmetros meteorológicos.

Aos conjuntos de dados referentes aos anos de 2008 a 2010 foram utilizados três métodos estatísticos distintos: Correlação Linear de Pearson, Correlação de Spearman e Correlação Parcial para cada parâmetro meteorológico separadamente e classes de pacientes com doenças respiratórias, para isso utilizou-se o programa BioEstat 5.0 (AYRES *et al.*, 2007).

Foi realizado um teste de normalidade, que mostrou que os dados de focos de calor não apresentaram distribuição normal. Dessa forma, o teste não-paramétrico escolhido foi o coeficiente de correlação de Spearman.

A correlação Linear de Pearson foi utilizada para os dados de distribuição normal e consiste em relacionar linearmente duas variáveis quantitativas X e Y. Basicamente é verificar o quanto os scores das variáveis se assemelham e se o aumento ou o decréscimo de X é ligada a Y. A correlação varia de -1 a +1, sendo que quanto mais próximo das extremidades maior é a relação. Os valores próximos a -1 demonstram que a relação é fortemente negativa, isto é, quando o valor de uma variável aumenta a outra variável diminui. Os valores próximos de +1 demonstram que as variáveis se correlacionam positivamente, quando uma aumenta a outra também tem seu valor acrescido. E por fim quando a correlação é próxima de zero, significa que a relação entre as variáveis é estatisticamente insignificante (AYRES *et al.*, 2007; VIEIRA, 2008).

O teste de correlação de Spearman se assemelha com o de Pearson, sendo a principal diferença que o de Spearman pode ser utilizado para variáveis aonde a distribuição não é normal, considerado teste não-paramétrico, sendo aplicado neste trabalho a todas as variáveis que não tiveram sua distribuição normal (CALLEGARI-JACQUES, 2003; AYRES *et al.*, 2007)

Por último, aplicou-se a análise de coeficiente de correlação parcial utilizando os focos de calor como variável, pois a aplicação deste tipo correlação serve para verificar se há inter-relação entre três fatores de peso. A Correlação

Parcial consiste em mediar a relação entre duas variáveis X e Y, sendo controlada por uma terceira variável Z. No caso do trabalho, foi utilizada a variável que apresentou maior correlação com o número de interações, sendo a variável controle o número de focos de calor. Obtendo assim uma relação entre as interações, o ambiente e as queimadas (AYRES *et al.*, 2007).

5 RESULTADOS

A distribuição de focos de calor durante o ano mostra claramente um aspecto sazonal, sendo que nos primeiros meses do ano quase não apresenta focos e a partir de junho começa a aumentar tendo o seu ápice no fim do período de seca (Figura 2).

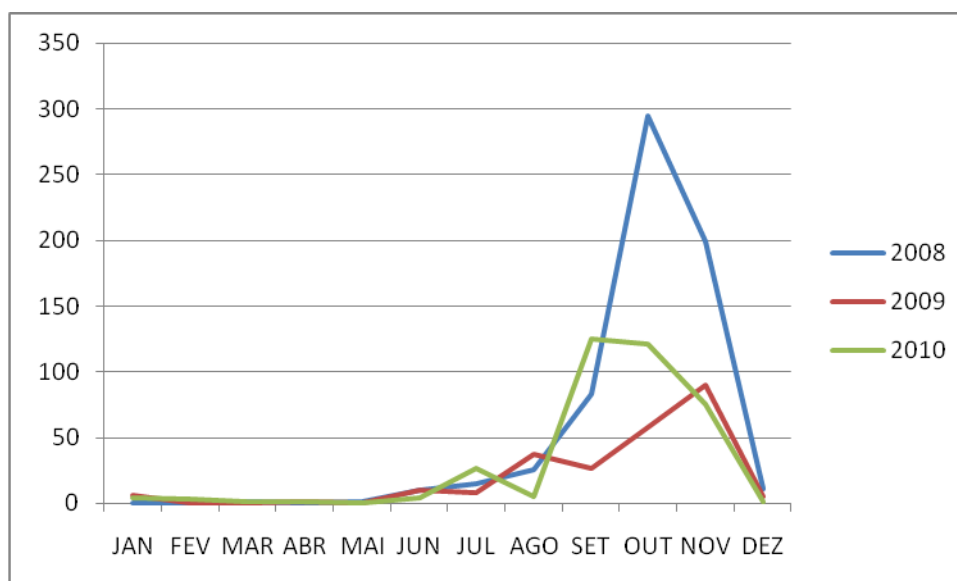


Figura 2 - Distribuição de focos de calor durante os anos de 2008, 2009 e 2010 no município de Barra do Corda, Maranhão.

Na figura 3 observamos a distribuição dos problemas respiratórios em crianças menores de 4 anos, indicando que os problemas respiratórios nesta faixa etária estão presentes em toda época do ano, com maior incidência no início do período chuvoso e fim do período seco.

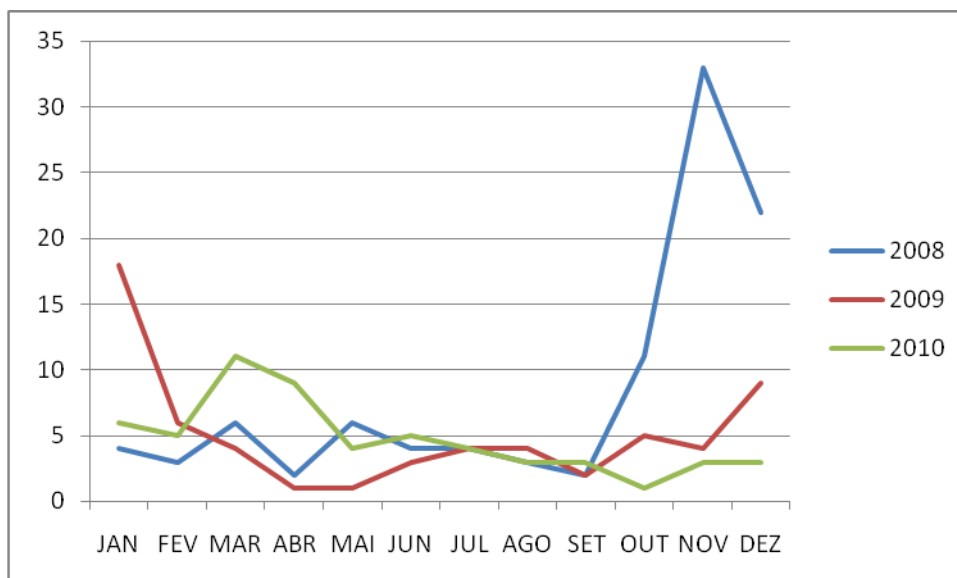


Figura 3 - Distribuição de problemas respiratórios em crianças menores de 4 anos durante o período de 2008, 2009 e 2010 no município de Barra do Corda, Maranhão.

Contudo, na distribuição dos problemas respiratórios de pacientes idosos com idade acima de 70 anos apresenta dois picos por ano, um no fim do período chuvoso e outro no fim da fase chuvosa (Figura 4).

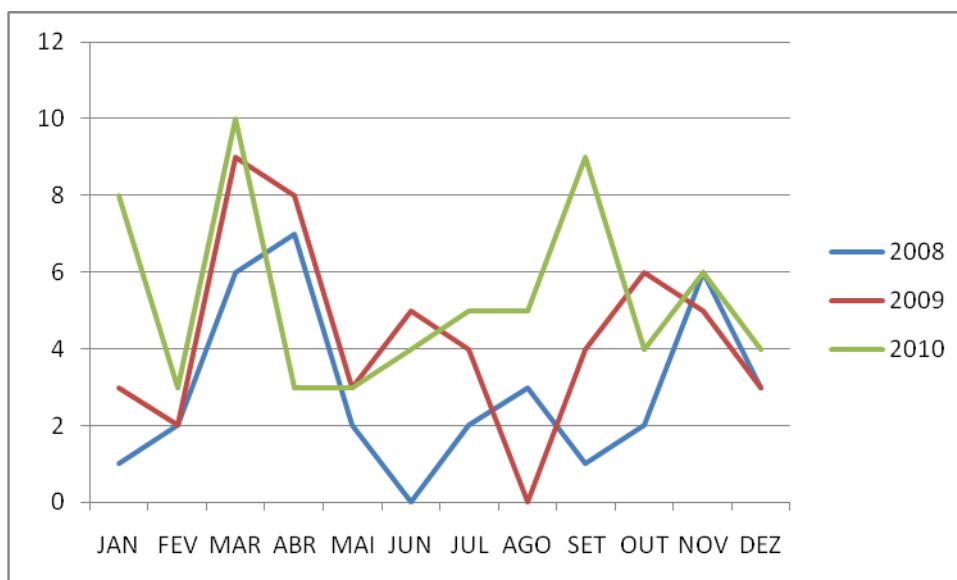


Figura 4 - Distribuição de problemas respiratórios em idosos maiores de 70 anos durante o período de 2008, 2009 e 2010 no município de Barra do Corda, Maranhão.

A figura 5 ilustra a variação mensal nos números de internações por asma nos anos de 2008 a 2010 no município de Barra do Corda. No ano de 2008 são notados dois picos em períodos distintos, enquanto que em 2009 a variação ocorrida nos números de internações é evidentemente inversa. Por outro lado, em 2010 estas mesmas internações possuíram quatro picos ao longo do ano, apresentando dois no período chuvoso e dois no período seco. Portanto, observa-se que não houve um padrão definido ao longo do ano, o que corresponde a uma ausência de padrão sazonal.

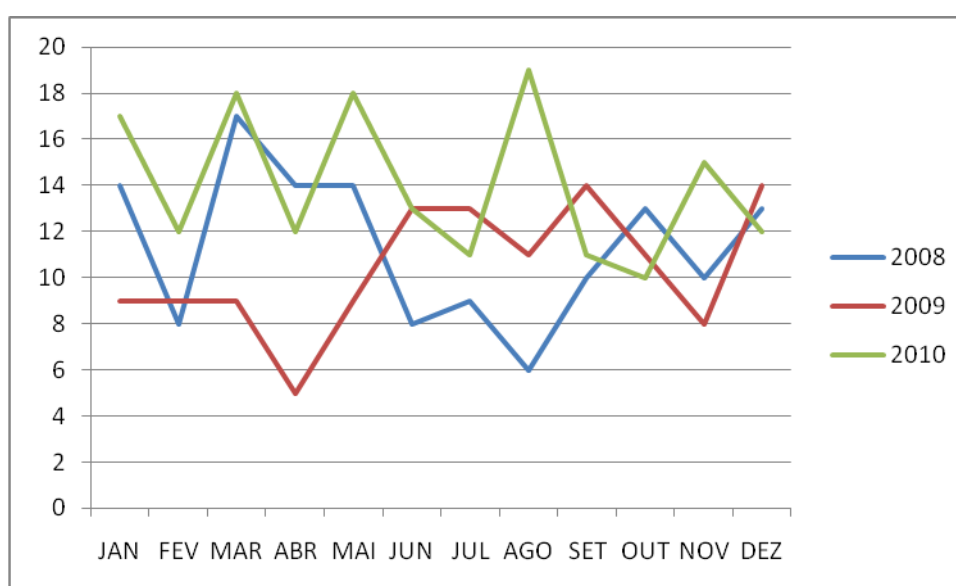


Figura 5 - Distribuição de internações por asma durante o período de 2008, 2009 e 2010 no município de Barra do Corda, Maranhão.

Na figura 6, podemos observar as variações mensais dos parâmetros meteorológicos observados durante o período de 2008, 2009 e 2010 em Barra do Corda, Maranhão. Dentre eles nota-se uma variação sazonal mais evidente na pressão de vapor (6A), pressão atmosférica (Figura 6C), radiação (Figura 6D), precipitação (Figura 6E) e na umidade relativa do ar (Figura 6F), sendo que os valores da pressão atmosférica e da radiação foram maiores no período da seca. Em contrapartida, os valores encontrados para pressão de vapor, precipitação e umidade relativa do ar foram notoriamente maiores no primeiro semestre. A umidade relativa do ar calculada apresentou variação de 59 a 87% (Figura 6F).

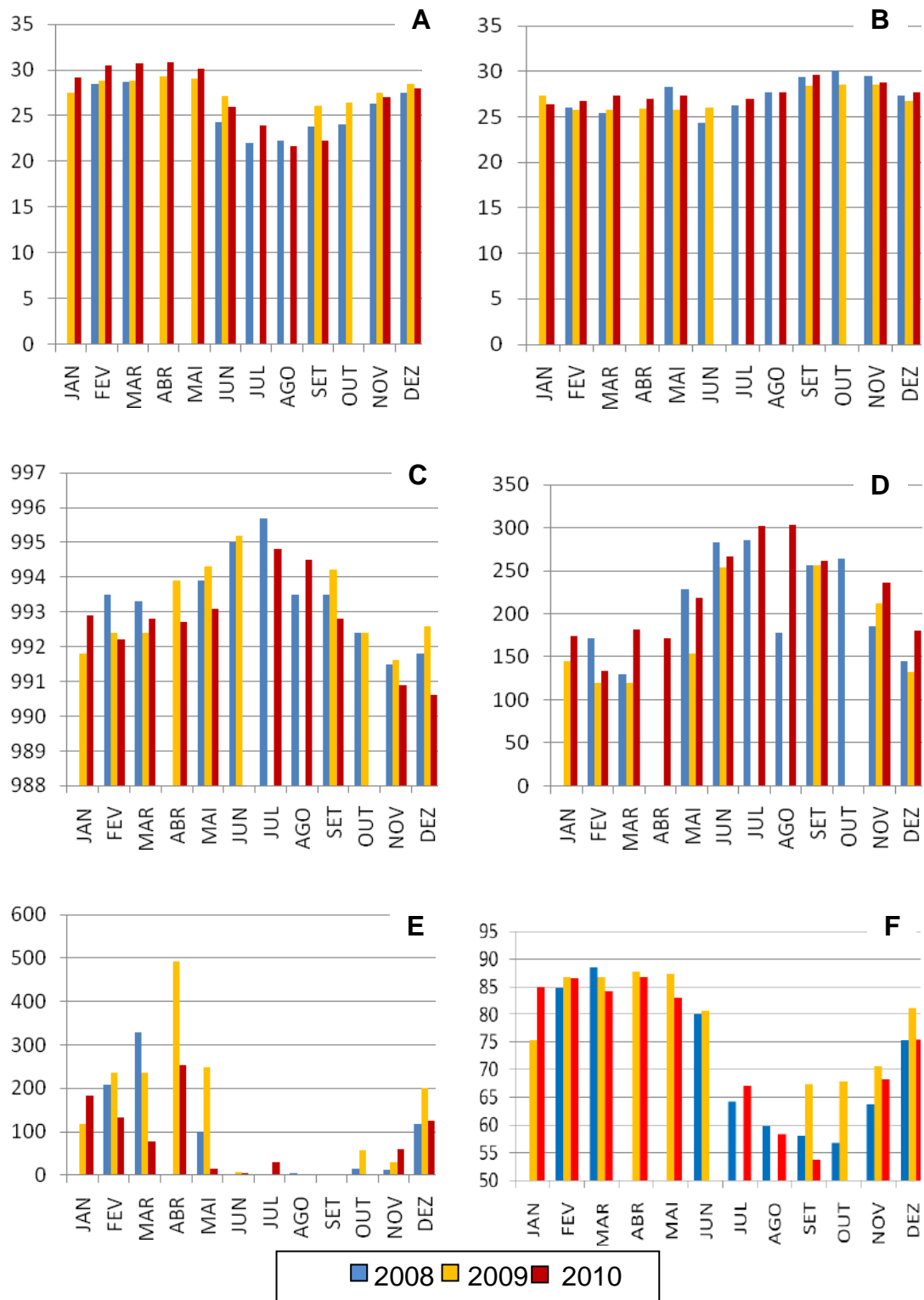


Figura 6 – Representação gráfica das variações mensais dos parâmetros meteorológicos obtidos no município de Barra do Corda, Maranhão, nos anos de 2008, 2009 e 2010: Pressão de vapor (mb)(A), Temperatura média (°C)(B), Pressão Atmosférica (mmHg) (C), Radiação (h) (D), Precipitação (mm)(E), Umidade relativa do ar calculada (%)(F).

Para realizar a comparação das médias mensais dos focos de calor e dos problemas respiratórios nas faixas etárias menores que 4 anos e maiores que 70 anos, além dos casos de internação por asma no período de 2008 a 2010 foi realizado o teste não-paramétrico do coeficiente de correlação de Spearman.

O resultado obtido através da aplicação do coeficiente de correlação de Spearman para a comparação dos grupos de doentes menores que 4 anos e maiores que 70 anos com problemas respiratórios em função da quantidade de focos de calor apresentaram valores considerados desprezíveis. Por outro lado, a correlação entre os focos de calor e o número de internações por asma possuem uma relação inversamente baixa (Tabela 1).

Tabela 1 – Correlação entre Focos de calor, Problemas respiratórios entre idosos maiores de 70 anos, crianças menores de 4 anos e internações por asma.

	Idosos	Criança	Internação por asma
Coeficiente de Sperman (rs)	0,0914	0,0952	-0,2812
(p)	0,7776	0,7684	0,3759
Número de pares	12	12	12

(p) = coeficiente de correlação da população

A avaliação sazonal dos dados no período de 2008 a 2010 possuem distribuição normal como foi observado após o teste de Lillefors, podendo assim permitir a aplicação de ferramentas estatísticas paramétricas. O teste de Pearson foi escolhido para a correlação sazonal entre os focos de calor com os doentes idosos maiores que 70 anos, crianças menores que 4 ano e número de casos de internação por asma. Os resultados dos testes de Pearson mostram que a correlação entre a variação sazonal dos focos de calor com o número de casos registrados para pacientes idosos foi baixa, enquanto o grupo de pacientes com problemas respiratórios menores que 4 anos teve uma relação positiva apreciável. Contudo, o número de pacientes com asma mostrou uma relação inversamente acentuada (Tabela 2).

Tabela 2 - Correlação entre a sazonalidade dos Focos de Calor, Problemas respiratórios entre idosos maiores de 70 anos, crianças menores de 4 anos e internações por asma.

	Idosos	Criança	Internação por asma
n (pares)	4	4	4
r (Pearson)	0,2374	0,3523	-0,6305
IC 95%	-0,94 a 0,98	0,92 a 0,98	-0,99 a 0,84
IC 99%	-0,98 a 0,99	-0,98 a 0,99	-1,00 a 0,95
R2	0,0564	0,1241	0,3976
GL	2	2	2
(p)	0,7626	0,6477	0,3694
Poder 0.05	0,0751	0,0976	0,1035
Poder 0.01	0,0297	0,0082	0,6832

n = numero de pares ; r = coeficiente de correlação linear; IC = intervalo de confiança; R2 = coeficiente de determinação; GL = grau de liberdade; (p) = coeficiente de correlação da população;

As correlações estabelecidas entre os dados ambientais e três grupos de problemas respiratórios aqui considerados (maiores que 70 anos, menores que 4 anos e pacientes com asma) mostraram que os idosos e as internações por asma tem uma correlação inversamente apreciável com a pressão atmosférica e relações baixas ou desprezíveis com outras variáveis ambientais (Pressão de vapor, Temperatura média, Radiação, Precipitação e Umidade relativa). Embora, o grupo de crianças tenha correlação com pressão atmosférica apresentou inversamente acentuada, as outras variáveis ambientais (Pressão de vapor, Temperatura média, Radiação, Precipitação e Umidade relativa) também tiveram relações baixas e desprezíveis (Tabela 3).

Tabela 3 - Correlação entre pressão atmosférica, pressão de vapor, temperatura média, radiação, precipitação e umidade relativa, com problemas respiratórios entre idosos maiores de 70 anos, crianças menores de 4 anos e internações por asma.

<u>Pressão atmosférica</u>	<u>Idosos</u>	<u>Criança</u>	<u>Internação por asma</u>
Coeficiente de Spearman (rs)	-0,3239	-0,6502	-0,0123
(p)	0,3043	0,0220	0,9697
Número de pares	12	12	12
<u>Pressão de vapor</u>	<u>Idosos</u>	<u>Criança</u>	<u>Internação por asma</u>
Coeficiente de Spearman (rs)	-0,3509	-0,3521	-0,0623
(p)	0,2634	0,2616	0,8454
Número de pares	12	12	12
<u>Temperatura média</u>	<u>Idosos</u>	<u>Criança</u>	<u>Internação por asma</u>
Coeficiente de Spearman (rs)	-0,1230	-0,0741	-0,1090
(p)	0,7033	0,8190	0,7360
Número de pares	12	12	12
<u>Radiação</u>	<u>Idosos</u>	<u>Criança</u>	<u>Internação por asma</u>
Coeficiente de Spearman (rs)	-0,0351	-0,1761	-0,2105
(p)	0,9138	0,5841	0,5113
Número de pares	12	12	12
<u>Precipitação</u>	<u>Idosos</u>	<u>Criança</u>	<u>Internação por asma</u>
Coeficiente de Spearman (rs)	0,2491	0,3099	0,0316
(p)	0,4349	0,3270	0,9224
Número de pares	12	12	12
<u>Umidade relativa</u>	<u>Idosos</u>	<u>Criança</u>	<u>Internação por asma</u>
Coeficiente de Spearman (rs)	0,1215	0,1095	-0,0511
(p)	0,7068	0,7347	0,8748
Número de pares	12	12	12

(p) = coeficiente de correlação da população

Por último, após definir as correlações entre os três grupos de pacientes com a pressão atmosférica foi realizada uma análise de coeficiente de correlação parcial utilizando os focos de calor como variável fixa, pois a aplicação deste tipo de correlação serve para verificar se há inter-relação entre três fatores de peso. Dois destes são correlacionados, pressão atmosférica e grupos de pacientes com problemas respiratórios, para correlacionar-los com uma terceira variável, que neste caso são os focos de calor.

O resultado desta correlação mostrou que o grupo de idosos e o grupo de pacientes com asma apresentam baixa associação com a variável pressão atmosférica e focos de calor, enquanto o grupo das crianças apresentou essa correlação acentuada (Tabela 4).

Tabela 4 – Correlação parcial entre pressão atmosférica, problemas respiratórios em idosos maiores de 70 anos, crianças menores de 4 anos e internações por asma, correlacionando com a variável fixa de focos de calor.

	n (trincas)	GL	r XY.Z	(p)
Pressão atmosférica Problemas em Idosos Focos de Calor	12	9	-0,2803	0,4038
Pressão atmosférica Problemas em Crianças Focos de Calor	12	9	-0,7411	0,0090
Pressão atmosférica Internações por asma Focos de Calor	12	9	-0,2546	0,4499

GL= Graus de liberdade; rXY.Z = coeficiente de correlação parcial entre as variáveis XY.Z; (p) = coeficiente de correlação da população; (p) = coeficiente de correlação da população

6 DISCUSSÃO

O segundo semestre de todos os anos de estudo apresentou os períodos mais críticos pelo alto índice de focos de calor. Esta intensificação ocorreu porque é nessa época do ano que os agricultores e pecuaristas utilizam o fogo para a limpeza de suas áreas, por encontrar condições propícias para que as queimadas sejam efetivadas, pois este período é mais seco e com escassez de chuvas (IRIGARAY, 1998). Também é nessa mesma época que ocorrem muitos problemas ambientais relacionados às queimadas sem controle, causando um aumento significativo do número de pessoas que adoecem devido a problemas respiratórios.

Muitos estudos descrevem os efeitos das queimadas da cana de açúcar sobre a saúde respiratória no Brasil, enfatizando que, sobretudo, os idosos, as crianças e os asmáticos têm sua saúde agravada. Assim, demandando atendimento e onerando os serviços de saúde e suas famílias (RIBEIRO, 2008).

Os resultados do presente estudo mostraram que o efeito da queimada através do parâmetro de focos de calor foi marcante na frequência das DAR (Doenças do Aparelho Respiratório) em menores de quatro anos durante o período de estudo, com picos no início das chuvas e no fim do período seco na cidade de Barra do Corda, Maranhão, o que pode ser confirmado pela aplicação do coeficiente de correlação de Spearman.

ROSA *et al.* (2008) realizaram um estudo entre 2000 e 2005 em uma área com elevados índices de queimadas, localizada em domínios amazônicos, e obtiveram os maiores índices de internações por DAR em crianças menores que 15 anos, com a taxa de 70,1 internações em 1.000 crianças, sendo o número de pacientes internados cerca de 10% maior no período de seca. Este fato também foi observado no presente estudo em que o pico de internações por DAR em crianças menores de 4 anos foi maior no período da seca principalmente no ano de 2008 em que a estiagem foi mais prolongada.

Uma grande ocorrência de DAR em crianças no período chuvoso também foi encontrada por Botelho *et al.* (2003) em Cuiabá, Mato Grosso, entretanto, apresentando um maior número de casos neste mesmo período. A explicação para isto é que possivelmente no período chuvoso a umidade é excessiva, determinada pelas intensas chuvas, podendo propiciar o maior número de casos DAR naquelas crianças. Porém, sem gravidade, a maioria das infecções das vias aéreas superiores podem ocorrer pela presença de fungos no ambiente intradomiciliar, uma vez que esses microorganismos são importantes alérgenos especialmente em indivíduos predispostos, estando associados à asma. Ao contrário, no período seco, a má qualidade do ar respirado, irritante para as vias aéreas, estaria facilitando o agravamento das DAR, o que foi corroborado pelos autores supracitados através do maior número de casos de crianças internadas.

Por outro lado, resultado divergente aos acima apresentados foram propostos por Silva *et al.* (2009) que avaliaram a distribuição das internações hospitalares por asma em crianças de 0 a 14 anos de idade nos estados que compõem a Amazônia brasileira e as variações sazonais das internações no período de 2001 a 2007, concluindo que as internações de crianças com asma são mais freqüentes nos meses chuvosos e com maior magnitude nos estados que compõem o arco do desmatamento da Amazônia brasileira, especialmente Rondônia e Maranhão.

As DAR estão entre as principais causas de consulta médica, sendo responsáveis por mais de um terço delas e por grande número de hospitalizações em crianças, na maioria dos países desenvolvidos e em desenvolvimento. A faixa etária com maior incidência de DAR ocorre entre seis meses e dois anos, tanto em países desenvolvidos, quanto naqueles em desenvolvimento. A freqüência das DAR em crianças na faixa pré-escolar é de cerca de seis a dez episódios por ano, ao passo que no adulto é de dois a quatro (BRICKS, 1998).

Pode-se afirmar que há uma correlação acentuada entre o número de focos de calor, o número de internações por DAR em crianças menores de 4 anos e a pressão atmosférica no período de 2008 a 2010 na cidade de Barra do Corda/MA, através da análise de coeficiente de correlação parcial. As crianças de 0 a 4 anos são normalmente mais afetadas por receberem dose de poluentes

potencialmente maior que os adultos pois apresentam maior ventilação por massa corporal, geralmente são mais ativas e passam mais tempo em áreas externas (COMMITTEE OF THE ENVIRONMENTAL AND OCCUPATIONAL HEALTH ASSEMBLY OF THE AMERICAN THORACIC SOCIETY, 1996).

Comparando as quantidades de internações causadas por doenças respiratórias entre os municípios de Murici e São Luís do Quitunde, localizados na zona canavieira de Alagoas e os focos de calor, Santos *et al.* (2006), obtiveram como resultado que o município de Murici é o mais afetado pela poluição proveniente das queimadas de cana-de-açúcar, tendo os meses de setembro a janeiro o período de maior internação. Enquanto, que o município de São Luís do Quitunde não sofre tanto os efeitos da queimada, pois a velocidade do vento e a direção influenciam na dissipação desses poluentes.

Contudo, outro estudo em Cuiabá, Mato Grosso, resultados semelhantes foram obtidos por Saldanha e Botelho (2008) ao estudar a relação entre o número de atendimentos das crianças (<5 anos) com diagnóstico de asma e as queimadas provocadas na região, verificando que os aumentos dos percentuais de atendimentos ambulatoriais e das internações foram constatados em períodos de maiores ocorrências de queimadas.

Relações semelhantes do efeito de queimadas foram observadas em crianças de 0 a 4 anos do município de Cururipe, Alagoas e menores que 10 anos de idade em Rio Branco, Acre. No primeiro estudo, Calheiros *et al.* (2006) mostraram que a maior incidência de internações foi registrada no período de setembro a março, onde a população foi mais afetada pela poluição decorrente da cana de açúcar. No segundo estudo, Mascarenhas *et al.* (2008) registraram uma correlação positiva entre as crianças internadas com a concentração de material particulado (PM_{2,5}), destacando que no período avaliado esta concentração ultrapassou o limite de qualidade de ar durante 23 dias devido as queimadas.

Em Barra do Corda, não foram encontradas correlações significativas entre o número de focos de calor e as DAR em idosos que tiveram comportamento semelhante em todo o período avaliado, não apresentando sazonalidade. Neste caso, é relevante considerar a complexidade da determinação de internações por

doenças respiratórias neste grupo etário, com frequência nos portadores de patologias crônicas e debilitação imunológica. Tal fato também os torna pacientes mais suscetíveis aos poluentes do ar devido às queimadas na região (CASTRO *et al.*,2009). Por outro lado, estes mesmos autores encontraram uma correlação positiva e significativa entre o número de focos de calor e a mortalidade por DAR em idosos acima de 65 anos no estado de Rondônia, discordando dos dados de Barra do Corda.

Também não foram verificadas correlações significativas entre o número de focos de calor e as internações por asma, que não apresentaram sazonalidade no período avaliado no município de Barra do Corda. Tal quadro foi igualmente relatado por Silva *et al.* (2009) ao estudar a hospitalização de crianças por asma na Amazônia brasileira, ressaltando que o aumento da umidade no período de chuvas leva ao aumento em agentes alérgenos para influenciar as crises de asma. Valença *et al.*(2006), em um estudo realizado em Gama, no Distrito Federal, verificaram aumento de crises de asma 2 meses após o aumento do índice pluviométrico relacionado também ao tempo em que os fungos e ácaros levam para aumentar a sua concentração.

Com relação às variáveis climáticas, apenas a pressão atmosférica apresentou correlação acentuada com o número de focos de calor e o número de crianças internadas por DAR em Barra do Corda. Uma explicação é que a pressão atmosférica sofre influência do aquecimento do solo provocado pelas queimadas, isto se dá porque quando o solo é aquecido ocorre também um aquecimento do ar, tornando mais leve e com isso a pressão atmosférica diminui (COELHO, 2004).

A pressão atmosférica pode variar na horizontal ou na vertical; a variação vertical é dada exclusivamente pela altitude sendo que quanto maior a altitude menor a pressão e maior a dificuldade de respiração; já a variação pressão atmosférica horizontal está relacionada com a temperatura do ar, sendo que quando o ar aquece a pressão diminui, surgindo uma diferença de pressão na mesma altitude que acarreta o deslocamento de ar do ambiente de maior pressão para o de menor pressão, isto é, o ar aquecido por queimadas gera uma diferença

de pressão vertical, sendo que pressão alta está ligada ao ar frio e pressão baixa relacionada ao ar quente (MARTINS *et al.*, 2008).

O fato da pressão atmosférica apresentar correlação acentuada com o número de focos de calor e o número de crianças internadas por DAR, fundamentando-se na análise de coeficiente de correlação parcial, demonstra que a variação vertical da pressão atmosférica tem alteração igual a variação horizontal, isto é, quanto menor a pressão atmosférica maior a dificuldade de respiração e como a diminuição vertical da pressão atmosférica está correlacionada com o número de crianças internadas por DAR e o aumento dos focos de calor podemos concluir que os focos de calor e os problemas respiratórios em crianças estão relacionados.

A relação entre o número de internações por DAR e a umidade relativa do ar no período seco na região de Cuiabá foi registrada pelo estudo de Botelho *et al.* (2003). Sendo que durante o período seco, a umidade relativa do ar chega a níveis incompatíveis com a integridade das vias aéreas. Pois é sabido que, para o bom funcionamento das vias aéreas há necessidade de certo grau de umidade, que não deve ser inferior a 60% (HUNGRIA *et al.*, 1996). É grande o trabalho que a via aérea tem para tentar manter a homeostase interna com a qualidade do ar respirado, pois a umidade relativa do ar é muito baixa, em torno de 20 a 30% durante o período seco nesta região. Esta condição, não foi observada na cidade de Barra do Corda, pois apresentou níveis médios de umidade relativa do ar em torno de 65,8% no período seco a 83,5% no período chuvoso no anos de 2008 a 2010, o que explica o fato desta variável não interferir significativamente nos índices de internações.

Assim, o problema da poluição produzida pelas queimadas sazonais decorrentes da prática agrícola tradicional do estado do Maranhão é muito sério, e de difícil solução, uma vez que esta cultura tem uma enorme importância econômica para muitas regiões e para o próprio país. No entanto, esta prática, evidentemente, danos ambientais ou condições meteorológicas desfavoráveis, comprometendo a qualidade do ar, onera a prestação dos serviços de saúde, comprometem ou colocando em risco as operações aeronáuticas, rodoviárias e de outros meios de transporte e, sobretudo eleva os riscos para a saúde humana

devida aos aumentos consideráveis de doenças do aparelho respiratório na população circunvizinha como foi registrado neste estudo realizado em Barra do Corda.

7 CONCLUSÕES

- Os focos de calor apresentam variação sazonal com maior concentração no segundo semestre dos anos avaliados no município de Barra do Corda/MA;
- Existe correlação positiva entre pacientes menores de 4 anos e o número de focos de calor durante o período analisado no município de Barra do Corda/MA;
- Dentre as variáveis micro climáticas, a pressão atmosférica apresentou correlação positiva com o número de focos de calor e o número de casos de DAR em crianças menores de 4 anos no município de Barra do Corda/MA;
- Não existe sazonalidade das DAR em idosos e nas internações por asma neste período no município de Barra do Corda/MA;
- Não houve correlação expressiva entre demais variáveis micro climáticas (Temperatura média, Pressão de vapor, Umidade relativa do ar, Radiação e Precipitação) e o número de focos de calor e os casos de DAR.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARBEX, M.A.; CANÇADO, J.E.D.; PEREIRA, L.A.A.; BRAGA, A.L.F.; SALDIVA, P.H.N. Queima de biomassa e efeitos sobre a saúde. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v.30, n.2, p.158-175, 2004.

ARTAXO, P.; MARTINS, J.V.; YAMASOE, M.A.; PROCÓPIO, A.S.; PAULIQUEVIS, T.M.; ANDREAE, M.O. Physical and chemical properties of aerosols in the wet and dry seasons in Rondônia, Amazonia. **Journal Geophys Research**, v.107, p.(D20):8081, 2002.

AYRES, M.; AYRES JUNIOR, M.; AYRES, D.L.; SANTOS, A.A.S. **Bioestat: Aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas**. Belém, 2007. 380p.

BOTELHO, C; CORREIA, A.L.; SILVA, A.M.C.; MACEDO, A.G.; SILVA, C.O.S. Fatores ambientais e hospitalizações em crianças menores de cinco anos com infecção respiratória aguda. *Caderno de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, 19(6):1771-1780, 2003.

BRASIL. **Constituição Federal, coletânea de legislação de direito ambiental**. Odete Medauar (Org.). São Paulo: Revista dos Tribunais, 2002. p.564.

BRICKS, F. L. Utilização de medicamentos no tratamento de infecções respiratórias agudas (IRA). **Revista Paulista de Pediatria**, v.16(Sup), n.24, p. 34-39, 1998.

BRUCE, N.; PEREZ-PADILLA, R.; ALBALAK, R. Indoor air pollution in developing countries: a major environmental and public health challenge. **Bull. WHO**, v. 78, p. 1078 - 92, 2000.

CALHEIROS, A.F.; FERREIRA, A.C.; FERNANDES, R.C.; COSTA, M.S.; SANTOS, E.V.; TOLEDO FILHO, M.R. Avaliação dos efeitos das queimadas na saúde humana em Corurupe-AL, no período de 2002-2004. *In: Congresso Brasileiro de Meteorologia*, 20., 2006, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: SBMET, 2006. Disponível em: <www.cbmet.com/cbm-files/14-6334a43e2e0ad9dbffb1e7eaccc452d2.pdf>. Acesso em: 07/03/2011.

CALLEGARI-JACQUES, S.M. *Bioestatística: princípios e aplicações*. Porto Alegre: Artmed. 255p. 2003.

CARMO, C.N.; HACON, S.; LONGO, K.M.; FREITAS, S.; IGNOTTI, E.; LEON, A.P.; ARTAXO, P. Associação entre material particulado de queimadas e doenças respiratórias na região sul da Amazônia brasileira. **Revista Panamericana Salud Publica**, v.27, n.1, p.10-16, 2010.

CASTRO, H.A.; GONÇALVES, K.S.; HACON, S.S. Tendência da mortalidade por doenças respiratórias em idosos e as queimadas no Estado de Rondônia/Brasil –

período entre 1998 e 2005. **Ciência & Saúde Coletiva**, v.14, n.6, p.2083-2090, 2009.

COELHO, M.S. **Estudo da estrutura vertical horizontal da precipitação e da circulação atmosférica na região da ZCIT**. São José dos Campos, 2004, 158p. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-Graduação em Meteorologia, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

COMMITTEE OF THE ENVIRONMENTAL AND OCCUPATIONAL HEALTH ASSEMBLY OF THE AMERICAN THORACIC SOCIETY. Health effects of outdoor air pollution: state of the art. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v.153, p.477-498, 1996.

CRUTZEN, P.J.; ANDREAE, M.O. Biomass burning in the tropics: Impacts on atmospheric chemistry and biogeochemical cycles. **Science**, v. 250,p.1669-1678, 1990.

DATASUS. PORTAL DA SAÚDE. Indicadores municipais de saúde. Disponível em: <<http://portal.saude.gov.br/portal/aplicacoes/tabfusion/tabfusion.cfm>>. Acesso em: 21/06/2011^a.

DUARTE, A.F.; MARGARETHAS, M.D.M. Manifestações do bioclima do acre sobre a saúde humana no contexto socioeconômico da amazônia. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, v.3, n.5,p.149-162, 2007.

FEARNSIDE, P.M. Desmatamento na Amazônia brasileira: história, índices e conseqüências. **Megadiversidade**, v.1,n.1, p.113-123 , 2005.

HUNGRIA, H.; PALOMBINI, B. C. & PEREIRA, A. P. Pneumologia (**N. Bethlem, org.**), 4^a ed., São Paulo: Atheneu, p. 69-76, 1996.

IBALDI-MULLI, A.; WICHMANN, H.E.; KREYLING, W., PETERS, A. Epidemiological evidence on health effects of ultrafine particles. **Journal Aerosol Medicine**, v.15, n.2, p.189–201, 2002.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística)-Cidades@. Barra do Corda – Maranhão. **Extração Vegetal e Silvicultura 2009. Pecuária 2009**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 15/08/2011^a.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística)-Cidades@. Barra do Corda – Maranhão. **Dados Básicos**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=210160>>. Acesso em: 21/06/2011^b.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística)-Cidades@. Barra do Corda – Maranhão. **Mapa da pobreza e desigualdade – Municípios Brasileiros 2003**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 21/06/2011^c.

IGNOTTI E, HACON SS, SILVA AMC, JUNGER WL, CASTRO H. Efeitos das queimadas na Amazônia: método de seleção dos municípios segundo indicadores de saúde. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v.10, n.4, p.453–464, 2007.

IMESC - INSTITUTO MARANHENSE DE ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS E CARTOGRÁFICOS. **Indicadores ambientais do Estado do Maranhão**. São Luís, 2009. 37p. Disponível em: <http://www.imesc.ma.gov.br/docs/Indicadores_ambientais.pdf>. Acesso em: 29/05/2011.

INPE - Instituto Nacional De Pesquisas Espaciais. Coordenação Geral de Observação da Terra. **Relatório Técnico-Científico**. São José Dos Campos: Ministério Da Ciência E Tecnologia. Disponível em: <<http://urlib.net/sid.inpe.br/mtc-m18@80/2008/04.28.13.43>>. Acesso em: 22/04/2011.

IRIGARAY, C.T.J.H. **Municipalização a ação ambiental: Bases para a participação da comunidade na gestão ambiental dos municípios**, Secretaria Estadual do Meio Ambiente de Mato Grosso-SEMA/ICV-MT, 1998. 250p.

KOVACH, W. 1993. MVSP Version 3.1, Kovach Computing Services, Pentraeth, Wales, UK.

MARTINS, F.R.; GUARNIERI, R.A.; PEREIRA, E.B. O aproveitamento da energia eólica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, n. 1, p.1304/1-1304/13, 2008.

MASCARENHAS MDM, VIEIRA LC, LANZIERI TM, LEAL APPR, DUARTE AF, HATCH DL. Poluição atmosférica devida a queima de biomassa florestal e atendimentos de emergência por doença respiratória em Rio Branco, Brasil — setembro 2005. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v.34, n.1, p.42–46, 2008.

NEPSTAD, D. C. A.; MOREIRA A. A.; ALENCAR. **Flames in the rain forest: origins, impacts and alternatives to amazonian fires**. Brasília: UnB, 1999.

NODARI, R. O.; GUERRA, M.P. Da transformação em bactérias (1928) às plantas transgênicas. **Ciência e Ambiente**, Santa Maria, v. 26, n. 1, p. 49-65, 2003.

PEDROSO JÚNIOR, N.N.; MURRIETA, R.S.S.; ADAMS, C. A agricultura de corte e queima: um sistema em transformação. **Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas**, Belém, v. 3, n. 2, p. 153-174, 2008.

RIBEIRO, H. Queimadas de cana-de-açúcar no Brasil: efeitos à saúde Respiratória. **Revista de Saúde Pública**, v.42, n.2, p.370-376, 2008.

RIFKIN, J. **O Século da Biotecnologia – a valorização dos genes e a reconstrução do mundo**. São Paulo: Makron, 1999, 290p.

ROSA, A.M.; IGNOTTI, E.; HACON, S.S.; CASTRO, H.A. Análise das internações por doenças respiratórias em Tangará da Serra – Amazônia Brasileira. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v.34, n.8, p.575-582, 2008.

SALDANHA, C.T.; BOTELHO, C. Queimadas e suas influências em crianças asmáticas menores de cinco anos atendidas em um hospital público. **Revista brasileira de alergia e imunopatologia**, v.31, n.3, p.108-112, 2008.

SANTOS, E.V.; FERREIRA, A.C.; COSTA, M.S.; CALHEIROS, A.F.; FERNANDES, R.C.; TOLEDO FILHO, M.R. Comparação dos efeitos das queimadas sobre a saúde humana entre as cidades de Murici-AL e São Luis do Quitunde-AL, no período de 2001-2005. *In*: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 20., 2006, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: SBMET, 2006. Disponível em: <<http://www.cbmet.com/cbm-files/14-ef5304e75f4926be50e068f8aeb09c0c.pdf>>. Acesso em: 07/03/2011.

SILVA, R.G.; LIMA, J.E.; CARVALHO, L.A. Impactos das queimadas sobre as morbidades respiratórias na Amazônia: uma abordagem espacial no estado do Acre. **REDES/Universidade de Santa Cruz do Sul**, v. 11, n.2, p. 169-183, 2006.

SILVA, P.R.S.; ROSA, A.M.; HACON, S.S.; IGNOTTI, E. Hospitalização de crianças por asma na Amazônia brasileira: tendência e distribuição espacial. **Jornal de Pediatria**, v.85, n.6, p.541-546, 2009.

SISFOGO- Sistema nacional de informações sobre fogo.Registro de ocorrência de incêndios.Barra do Corda-Maranhão. Disponível em: <<http://siscom.ibama.gov.br/sisfogo/publico.php>>. Acesso em:27/08/2011

SOUSA, R.R.; NASCIMENTO, J.A.; TOPANOTTI, D.Q. Consequências dos incêndios acontecidos na cidade de Cuiabá, MT. **Geoambiente on-line. Revista eletrônica do curso de geografia do Campus Jataí – UFG**, n.10, jan-jun, p.177-203, 2008.

VALENÇA, L.M.; RESTIVO, P.C.; NUNES, M.S. Variação sazonal nos atendimentos de emergência por asma em Gama, Distrito Federal. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v.32, p.284-289, 2006.

VIEIRA, S. **Introdução à estatística**. 4ª Ed. Rio de Janeiro: Elsevier. 345p. 2008.