

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM METEOROLOGIA

INFLUÊNCIA DA QUEIMA DA PALHA DE CANA-DE-AÇÚCAR NA OCORRÊNCIA DE
DOENÇAS RESPIRATÓRIAS EM DIFERENTES LOCALIDADES DO ESTADO DE
ALAGOAS.

LUCIA GUIOMAR BASTO FRAGOSO DE ALMEIDA

MACEIÓ, AL
SETEMBRO, 2008

LUCIA GUIOMAR BASTO FRAGOSO DE ALMEIDA

INFLUÊNCIA DA QUEIMA DA PALHA DE CANA-DE-AÇUCAR NA OCORRÊNCIA DE
DOENÇAS RESPIRATÓRIAS EM DIFERENTES LOCALIDADES DO ESTADO DE
ALAGOAS.

Dissertação elaborada por Lucia Guiomar Basto Fragoso de Almeida, orientada pelo Prof. Dr, Manoel da Rocha Toledo Filho, apresentada ao Curso de Pós-graduação em Meteorologia da Universidade Federal de Alagoas – UFAL, como requisito á obtenção do Título de Mestre em Meteorologia.

MACEIÓ, AL
SETEMBRO, 2008

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico
Bibliotecária Responsável: Helena Cristina Pimentel do Vale

A447i Almeida, Lucia Guiomar Bastos Fragoso de.
Influência da queima da palha de cana-de-açúcar na ocorrência de doenças respiratórias em diferentes localidades do Estado de Alagoas / Lucia Guiomar Bastos Fragoso de Almeida. – Maceió, 2008.
72 f. : il. graf.

Orientador: Manoel da Rocha Toledo Filho.
Dissertação (mestrado em Meteorologia : Processos de Superfície Terrestre) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Ciências Atmosféricas. Maceió, 2008.

Bibliografia: f. [60]-65.
Anexos: f. [61]-72.

1. Ar – Poluição – Alagoas. 2. Cana-de-açúcar. 3. Queimada. 4. Aparelho respiratório – Doenças. I. Título.

CDU: 551.509.68



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM METEOROLOGIA

CERTIFICADO DE APRESENTAÇÃO

N.º de ordem: MET-UFAL-MS-051.

“Influência da Queima da Palha de Cana-de-Açúcar na Ocorrência de Doenças Respiratórias em Diferentes Localidades do Estado de Alagoas”

LUCIA GUIOMAR BASTO FRAGOSO DE ALMEIDA

Dissertação apresentada ao colegiado do Curso de Pós-Graduação em Meteorologia da Universidade Federal de Alagoas - UFAL, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Meteorologia, Área de Concentração: Processos de Superfície Terrestre.

Aprovada pela Banca Examinadora composta por:

Manoel Toledo

Prof. Dr. Manoel da Rocha Toledo Filho
(Orientador)

Edson Francisco Vaente

Prof. Dr. Edson Francisco Vaente
(Membro Externo - FAL)

Ricardo Ferreira Carlos de Amorim

Prof. Dr. Ricardo Ferreira Carlos de Amorim
(Membro)

- Maceió – Al -
Setembro/2008

DEDICATÓRIA

Dedicatória Celestial

A **DEUS** que me dá fortaleza e perseverança todos os dias da minha vida.

A Nossa Senhora minha mãe do céu, que me cobre com seu manto, guia e ilumina o meu caminho.

Ao meu anjo de guarda, meu escudo.

Dedicatória de Honra:

À minha mãe Helena Basto de Castro Reis simplesmente tudo. Sempre e para sempre.

Dedicatória de Amor:

A minha Tia Beatriz Basto de Castro Reis e minha avó **linda** Guiomar Basto de Castro Reis, partes de mim, de quem fui e serei. Amaram-me e continuam amando onde estiverem eu sei, eternamente.

Dedicatória Fraternal:

À minha família e amigos principalmente meu irmão Wanderson Adriano Medeiros Anacleto lição na vida que me levou ao amadurecimento: ser profissional é ser profissional.

Dedicatória Magna:

A minha amiga-mãe Maria Fátima Novas, mulher admirável e incentivadora de todos os momentos. Amizade a prova de tudo, confiança incomensurável, amor para sempre.

Dedicatória Especiais:

Ao Prof. Dr. Manoel Toledo, meu exímio orientador. A arte da superação do aparente humanamente impossível.

Ao Ms Edel Guilherme Pontes. Há vida além de minhas fronteiras

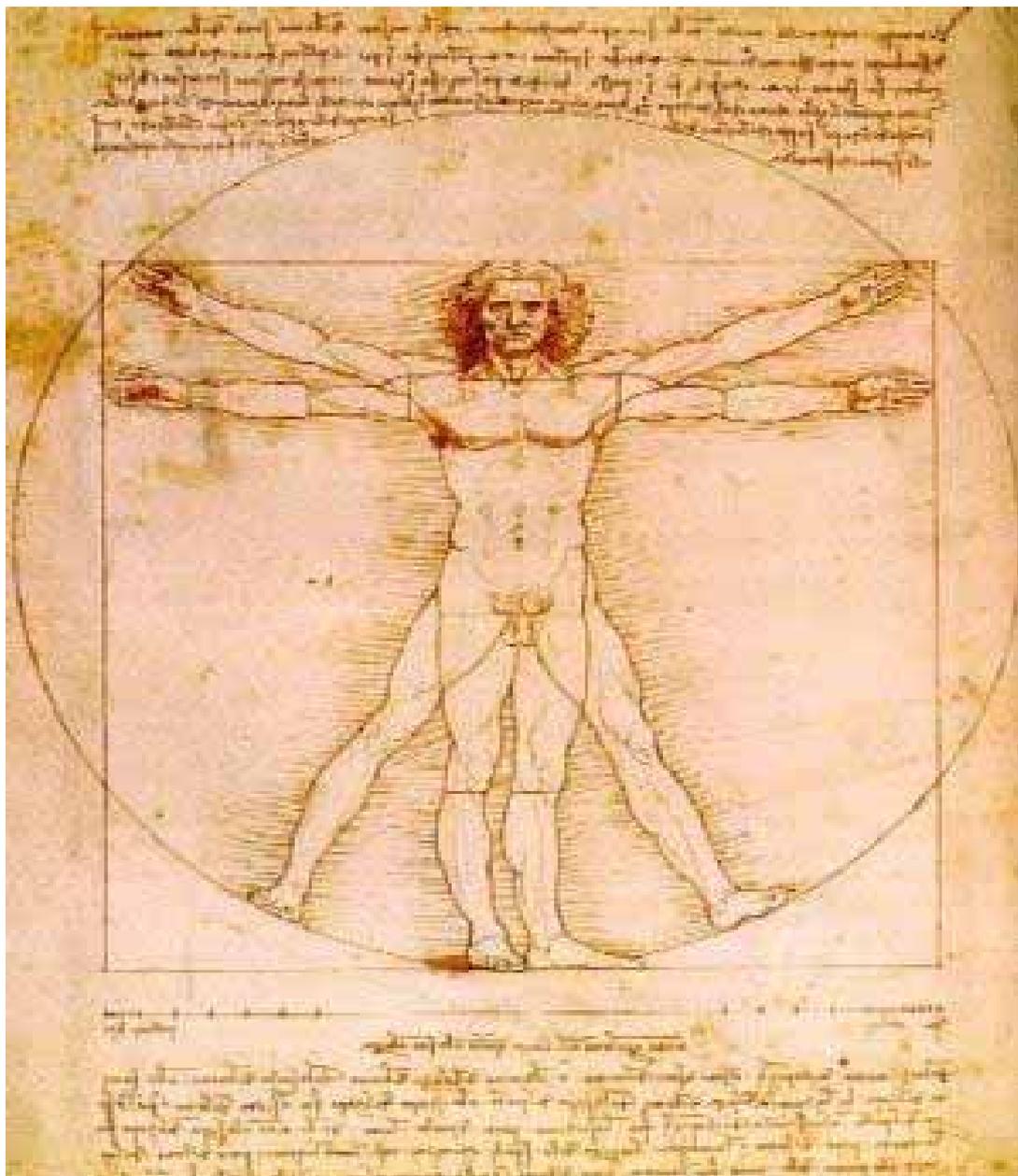
Prof. Ms Luiz Augusto, Homem e Mago da ciência que mudou completamente a minha vida acadêmica.

Batalha de Anghiari.
Leonardo di ser Piero da Vinci



"De tempos em tempos, o Céu nos envia alguém que não é apenas humano, mas também divino, de modo que, através de seu espírito e da superioridade de sua inteligência, possamos atingir o Céu"

Visari (século XVI).



*“... Ama-me ao longe, Mestre, e dá-me a tua benção.
Desde a Morada dos Sábios e dos Altos, dá-me a tua benção.*

*Aqui, nos ossos da feroz maquinaria,
Algo do teu amor lateja e subsiste.
Algo da tua estranha fé renova-nos a face
Consumida nos grandes estrépitos modernos...”*

Alma Welt

Este mundo que vemos, ouvimos e tocamos é a condensação divina, acessível aos sentidos humanos, das duas forças prodigiosas do Universo.

Uma delas, que desce, busca dissipar-se, imobilizar-se, morrer almeja a liberdade e a imortalidade, a outra que sobe, almeja a liberdade e a imortalidade.

Os dois exércitos, o obscuro e o luminoso, os exércitos da vida e da morte entrechocam-se perpetuamente.

Os sinais visíveis para nós deste entrechoque são as coisas, as plantas, os animais e os homens.

Perpetuamente as duas forças antagônicas se embatem, unem-se, pelem, vencem e são vencidas, reconciliam-se e tornam a guerrear-se por todo o Universo.

— desde o invisível torvelinho de uma gota d'água até a infinita torrente de astros da Galáxia. O mais humilde dos insetos e a mais simples das idéias são fortalezas, de Deus. Dentro deles, Deus está preparado para a batalha decisiva.

Somos um. Do verme cego nas profundezas do oceano até a infinda arena da Galáxia, um mesmo ser luta e corre perigo — nós próprios. E em nosso pequeno peito terreno, um mesmo ser luta e corre perigo — o Universo.

Do transitório choque de forças antagônicas que formam a tua existência, empenha-te em criar o que de imortal um mortal pode criar neste universo — um Grito.

Abandonado a terra o corpo que o gerou, esse Grito se lança pela eternidade afora.

Nikos Kazantzákis, “Os salvadores de Deus”, Editora Ática, 1997.



LÚCIA GUIOMAR BASTO FRAGOSO DE ALMEIDA. Orientador: Prof. Dr. Manoel da Rocha Toledo Filho. **Influencia da Queima da Palha da Cana de Açúcar na Ocorrência de Doenças Respiratórias em Diferentes Localidades do Estado de Alagoas.** Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Meteorologia). Instituto de Ciências Atmosféricas - ICAT. Universidade Federal de Alagoas – UFAL. Maceió, Alagoas, Brasil. (64p). 2008.

RESUMO

No presente estudo analisou-se a influência da poluição atmosférica proveniente da queima da palha da cana-de-açúcar sobre as doenças respiratórias Asma, Pneumonia e Bronquite, municípios de São Miguel dos Campos, Matriz de Camaragibe e Penedo, no estado de Alagoas, nos anos de 2005 a 2007, através de dados coletados de detecção de focos de queimadas obtidos pelo sensor AVHRR do sistema de satélites NOAA. Neste período quantificaram-se as internações hospitalares diárias por doenças respiratórias, através de dados do DATASUS. Foram utilizadas no estudo as normais climatológicas obtidas pelo Setor de Climatologia do Centro de Ciências Agrárias – CECA/UFAL, e dados de chuva coletados nos anos estudados pela Diretoria de Meteorologia da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos de Alagoas. As análises evidenciou que ao contrario do encontrado na literatura, a zona canavieira da região possui praticas agrícolas opostas, pois o período observado da queima ocorre quando as temperaturas começam a elevar-se gradativamente enquanto a umidade relativa do ar decresce. As morbidades aparecem durante todo ano, entretanto os meses de maior ocorrência são no período de inverno, como visto na literatura, em estudos anteriores observou-se um aumento destas nos meses mais frios do ano, contudo nestes períodos não ocorreram à queima da palha da cana-de-açúcar. Nos municípios estudados, os focos de queimadas foram registrados de agosto a abril. Os maiores valores destes focos aparecem em janeiro, fevereiro e novembro, Em São Miguel dos Campos os picos de Asma são vistos antes e logo após os períodos de maiores precipitações, ou seja, à medida que as precipitações aumentam os casos de Asma também se elevam. Boa correlação do tipo polinomial de 2ª ordem A morbidade apresentada em Matriz de Camaragibe não foi bastante significativa, inclusive vale salientar que não houve registros em alguns meses durante os anos estudados, mostrando que pode ter ocorrido sub-notificação dificultando a correlação com a queima da palha da cana-de-açúcar. Existiram alguns episódios onde os casos de internações antecedem as precipitações e algumas vezes mostram valores inversamente proporcionais. Em Penedo, os focos de queimadas aparecem de forma contínua e constante nos três anos e sempre nos meses de novembro e janeiro, registrando de 1 a 5 focos. Fica visível que a queima só ocorre realmente quando da menor incidência de precipitações Quanto à morbidade apresentada, apesar de a doença manifestar-se durante todo o ano, os valores achados não parecem ter correlação com período de queima de cana-de-açúcar. Contudo pode-se ver que o ano de 2006 a doença esteve presente com maior intensidade. Observou-se que a não existência de uma boa relação entre as variáveis.

Palavras-Chave: Poluição atmosférica, doenças respiratórias, queimadas.

LÚCIA GUIOMAR BASTO FRAGOSO DE ALMEIDA. Adviser: Prof. Dr. Manoel da Rocha Toledo Filho. **Influences of burn of the straw of the sugar cane in the occurrence of respiratory diseases in different localities of the state of Alagoas.** Dissertation (Post graduate Program in Meteorology). Instituto de Ciências Atmosféricas - ICAT. Universidade Federal de Alagoas – UFAL. Maceió, Alagoas, Brazil. (64p). 2008.

SUMMARY

In the present study it was analyzed influence of the atmospheric pollution proceeding from the burning of the straw of the sugar cane-of-sugar on the respiratory illnesses Asthma, Pneumonia and Bronchitis, cities of São Miguel dos Campos, Matriz de Camaragibe and Penedo, in the state of Alagoas, the years of 2005 2007, through data collected of detention of focus of forest fires gotten for sensor AVHRR of the system of satellites NOAA. In this period the daily hospital internments for respiratory illnesses had been quantified, through data of the DATASUS. The climatologically normal gotten for Climatology Sector of the Centro de Ciências Agrárias – CECA/UFAL , and collected rain data had been used in the study in the years studied for. Diretoria de Meteorologia da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos de Alagoas. Analyze them evidenced in contrast that of the joined one in literature, the sugar cane zone of the region possess you practice opposing agriculturists, therefore the observed period of the burning occurs when the temperatures start to raise themselves gradual while the relative humidity of air decreases. The morbidities appear during all year, however the months of bigger occurrence are in the period of winter, as seen in literature, previous studies observed an increase of these in the months most cold of the year, however in these periods they had not occurred to the burning of the straw of the sugar cane-of-sugar. In the studied cities, the focus of forest fires had been registered of August the April. The biggest values of these focus appear in January, February and November, In the peaks of Asthma São Miguel dos Campos are seen before and soon after the periods of bigger precipitations, that is, to the measure that the precipitations also increase the cases of Asthma raise. Good correlation of the polynomial type of 2^a order the morbidity presented in Matriz de Camaragibe was not sufficiently significant, also valley to point out that it in few months did not have registers during the studied years, showing that it can have occurred sub-notification making it difficult the correlation with the burning of the straw of the sugar cane-of-sugar. Some episodes had existed where the cases of internments precede precipitations and some times show proportional values inversely. In Penedo, the focus of forest fires always appear of continuous and constant form in the three years and in the months of November and January, registering of 1 the 5 focus. It is visible that the burning alone occurs really when of the lesser precipitation incidence How much to the presented morbidity, although the illness to disclose itself all during the year, the found values do not seem to have correlation with period of sugar cane-of-sugar burning. However it can be seen that the year of 2006 the illness was present with bigger intensity. It was observed that not the existence of a good relation between the variable.

Key Words: Atmospheric pollution, respiratory diseases, burned

SUMÁRIO

	Página
Dedicatória	i
Resumo	v
Abstract	vi
Lista de Figuras	viii
Lista de Tabelas	ix
Lista de Abreviaturas	x
Lista de Símbolos	xi
1- INTRODUÇÃO	01
2- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	04
2.1- A Atmosfera	04
2.2- Poluição Atmosférica	05
2.3 - A Legislação da Cana de açúcar	07
2.4 - A Cultura da Cana de açúcar	11
2.5- Efeitos a saúde da população produzida pela queima da palha da cana de açúcar	13
2.6- Poluentes produzidos pela queima da palha da cana-de-açúcar	23
2.6.1- Material Particulado	23
2.6.2- Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)	24
2.6.3- Monóxido de Carbono (CO)	24
2.6.4- Compostos de Nitrogênio	25
2.6.5- Compostos de Enxofre	25
2.6.6- Aldeídos	26
2.6.7- Ácidos Orgânicos	26
2.6.8- Compostos orgânicos voláteis e semivoláteis (COVS)	26
2.6.9- Ozônio (O ₃)	27
2.7- Queimadas da palha da cana de açúcar e seus efeitos na sociedade	27
2.8- Doenças Estudadas	31
2.8.1 - Asma	31
2.8.2 - Pneumonia	32
2.8.3 - Bronquite	32
3- MATERIAIS E MÉTODOS	35
3.1- Descrição da Área Experimental	35
3.2 – Período e Metodologia de Observação	37
3.2 – Tipo de Estudo	39
4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES	42
4.1- São Miguel dos Campos	42
4.2- Matriz de Camaragibe	48
4.3- Penedo	52
5 – CONCLUSÕES	58
6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
7 – ANEXOS	66

LISTA DE FIGURAS

	Página	
FIGURA 01	Esquema do perfil vertical da atmosfera.	06
FIGURA 02	Pirâmide representando a proporcionalidade populacional em casos de queima da biomassa	30
FIGURA 03	Estado de Alagoas, e em destaque as localidades escolhidas para os estudos desta pesquisa	36
FIGURA 04	Municípios estudados com suas respectivas Usinas de Cana de Açúcar.	36
FIGURA 05	Normal climatológica da Precipitação (mm) (A) e da Umidade Relativa (%) e Temperatura do Ar (°C) (B), para o município de São Miguel dos Campos	43
FIGURA 06	Valores médios mensais de ocorrência de Asma e de Precipitação (mm) nos anos de 2005 a 2007, para São Miguel dos Campos, Alagoas.	45
FIGURA 07	Valores médios mensais de ocorrência de Pneumonia e de Precipitação (mm) nos anos de 2005 a 2007, para São Miguel dos Campos, Alagoas	46
FIGURA 08	Valores médios mensais de ocorrência de Bronquite e de Precipitação (mm) nos anos de 2005 a 2007, para São Miguel dos Campos, Alagoas	47
FIGURA 09	Normal climatológica da Precipitação (mm) (A) e da Umidade Relativa (%) e Temperatura do Ar (°C) (B), para o município de Matriz de Camaragibe.	48
FIGURA 10	Valores médios mensais de ocorrência de Asma e de Precipitação (mm) nos anos de 2005 a 2007, para Matriz de Camaragibe, Alagoas	50
FIGURA 11	Valores médios mensais de ocorrência de Pneumonia e de Precipitação (mm) nos anos de 2005 a 2007, para Matriz de Camaragibe, Alagoas	51
FIGURA 12	Valores médios mensais de ocorrência de Bronquite e de Precipitação (mm) nos anos de 2005 a 2007, para Matriz de Camaragibe, Alagoas	52
FIGURA 13	Normal climatológica da Precipitação (mm) (A) e da Umidade Relativa (%) e Temperatura do Ar (°C) (B), para o município de Penedo	53
FIGURA 14	Valores médios mensais de ocorrência de Asma e de Precipitação (mm) nos anos de 2005 a 2007, para Penedo, Alagoas	55
FIGURA 15	Valores médios mensais de ocorrência de Pneumonia e de Precipitação (mm) nos anos de 2005 a 2007, para Penedo, Alagoas	56
FIGURA 16	Valores médios mensais de ocorrência de Bronquite e de Precipitação (mm) nos anos de 2005 a 2007, para Penedo, Alagoas	57

LISTA DE TABELAS

		Página
Quadro 01	Focos de queimadas mensais durante o período de 2005 a 2007, no município de São Miguel dos Campos, Alagoas	43
Quadro 02	Precipitação mensal durante o período de 2005 a 2007, no município de São Miguel dos Campos, Alagoas	44
Quadro 03	Valores médios das morbidades estudadas durante o período de 2005 a 2007, no município de São Miguel dos Campos, Alagoas	44
Quadro 04	Focos de queimadas mensais durante o período de 2005 a 2007, no município de Matriz de Camaragibe, Alagoas	49
Quadro 05	Precipitação mensal durante o período de 2005 a 2007, no município de Matriz de Camaragibe, Alagoas	49
Quadro 06	Valores médios das morbidades estudadas durante o período de 2005 a 2007, no município de Matriz de Camaragibe, Alagoas	50
Quadro 07	Focos de queimadas mensais durante o período de 2005 a 2007, no município de Penedo, Alagoas	53
Quadro 08	Precipitação mensal durante o período de 2005 a 2007, no município de Penedo, Alagoas	54
Quadro 09	Valores médios das morbidades estudadas durante o período de 2005 a 2007, no município de Penedo, Alagoas.	54

LISTA DE ABREVIATURAS

AIH	Autorizações para internações hospitalares
AVHRR	Advanced Very High Resolution Radiometer – Radiômetro Avançado de Resolução Muito Alta
CECA	Setor de Climatologia do Centro de Ciências Agrárias
CETESB	Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CPETEC	Centro de Previsões do Tempo e Estudos Climáticos
DATASUS	Departamento de informática do Sistema Único de Saúde do Brasil
DPOC	Doença pulmonar obstrutiva crônica
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPA	Environmental Protection Agency
EUA	Estados Unidos da América
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
LPAE	Laboratório de Poluição Atmosférica Experimental
NESDIS	National Environmental Satellite and Information Service
NOAA	National Oceanic Atmospheric Administration
OSM	Organização Mundial de Saúde
PIB	Produto Interno Bruto
SUS	Sistema Único de Saúde do Brasil
WHO	World Health Organization (Organização Mundial da Saúde)

LISTA DE SÍMBOLOS

BaP	Benzopireno
CH ₄	Metano
CO	Monóxido de carbono
CO ₂	Dióxido de carbono
COVS	Compostos orgânicos voláteis e semivoláteis
HC	Hidrocarboneto
HPA	Hidrocarboneto policíclico aromático
IC	Intervalo de confiança
K ⁺	Potasio
N ₂ O	Dióxido de carbono
NH ₄ ⁺	Amônio
NO _x	Óxidos de nitrogênio
O ₃	Ozônio
OR	Odds ratio
PM10	Partículas com diâmetros inferiores a 10 µm
PM2,5	Partículas com diâmetros inferiores a 2,5 µm
RR	Risco relativo

INTRODUÇÃO

O termo poluição atmosférica pode ser conceituado como a degradação da qualidade do ar que é resultante de atividades que direta e indiretamente prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população, criem condições adversas às atividades sociais e econômicas, afetem desfavoravelmente a biota, afetem as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente, emitam matéria e energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos (BRASIL, Lei n.6.938, 1981, Artigo 3º, Inciso III).

Considera-se que o ar está poluído quando contém elementos estranhos à sua composição natural de oxigênio, nitrogênio, gases nobres, vapor de água e até dióxido de carbono. Os poluentes atmosféricos presentes no ar podem ser tanto de origem naturais quanto causadas pelas atividades humanas (PORTUGAL, 1993).

Os efeitos da poluição do ar caracterizam-se tanto pela alteração de condições consideradas normais quanto pelo aumento de problemas já existentes. Estes efeitos podem se manifestar na saúde, no bem-estar da população, na vegetação e na fauna, sobre os materiais, sobre as propriedades da atmosfera passando pela redução da visibilidade, alteração da acidez das águas das chuvas (chuva ácida), aumento da

temperatura da Terra (efeito estufa) e modificação da intensidade da radiação solar (aumento da incidência de radiação ultravioleta sobre a Terra, causado pela redução da camada de ozônio), entre outros. (ROMÃO et al, 2000).

Quando respiramos o ar poluído, o pulmão não funciona bem e tem dificuldade para filtrar o ar. Dessa forma chega menos oxigênio para o coração, que terá de trabalhar mais para suprir a carência. Os poluentes atmosféricos afetam a saúde dos fetos, causando doenças cardiovasculares, inflamações (formas com que os tecidos reagem perante irritantes químicos, físicos ou microrganismos) causadas principalmente pelos óxidos de nitrogênio, dióxido de enxofre, hidrocarbonetos, aldeídos, material particulado e oxidantes fotoquímicos como o ozônio, que provocam ardência nos olhos, nariz, garganta, traquéia e tosse, podendo resultar em infecções como faringites, rinites, bronquites e até pneumonia (IDEM).

Foram realizadas pesquisas de dados para ser analisada a morbidade de três municípios do Estado de Alagoas, sendo eles: Penedo, São Miguel dos Campos, Matriz de Camaragibe em doenças específicas do aparelho respiratório sendo elas pneumonia, bronquite e asma, nos anos de 2005 a 2007, como também dados de focos de queimadas nestes municípios para o mesmo período.

Esse trabalho tem como objetivo principal avaliar efeitos dos poluentes provenientes da queima da palha da cana-de-açúcar sobre a morbidade respiratória desta população, na região canavieira do Estado de Alagoas, verificando as informações presentes nos registros de autorizações para internações hospitalares (AIH, autorizações para internações hospitalares), fornecidos pelo DATASUS (Departamento de informática do Sistema Único de Saúde do Brasil), como parâmetro de morbidade e a detecção de focos com sensor AVHRR (Advanced Very High

Resolution Radiometer – Radiômetro avançado de resolução muito alta), satélite NOAA (National Oceanic Atmospheric Administration). Além de observar o comportamento das doenças estudadas em relação à pluviometria, utilizando os dados de precipitações para estes anos e as normais climatológicas (precipitação, temperatura do ar e umidade relativa do ar) da região pesquisada.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Desde o início do século passado, estudos têm documentado uma significativa associação entre poluição atmosférica decorrente da emissão de combustíveis fósseis e aumento de morbi-mortalidade em humanos nos países desenvolvidos. Entretanto, poucos estudos voltavam-se para os efeitos deletérios produzidos pela queima de biomassa (qualquer matéria de origem vegetal ou animal utilizada como fonte de energia). Em 1985, um boletim da Organização Mundial da Saúde (OMS) questionava qual seria 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.

A queima deliberada ou acidental de vegetação, apesar do grande avanço tecnológico experimentado pela humanidade, ou até justamente por causa dele, torna-se por vezes incontrolada, atingindo grandes extensões de florestas, savanas ou outras vegetações menos densas. O fogo é um problema crescente no que resta das florestas tropicais do planeta e a poluição devida à fumaça gerada tem um importante impacto sobre a saúde das populações expostas.

Esse impacto inclui aumento de mortalidade, de admissões hospitalares, de visitas à emergência e de utilização de medicamentos, devidas a doenças respiratórias e cardiovasculares, além de diminuição da função pulmonar.

Apesar dos avanços nos estudos científicos e da atenção da mídia em relação ao desmatamento e às queimadas, acidentais ou intencionais, a incidência e o efeito dos incêndios florestais têm sido ignorados.

2.1 – A Atmosfera

A atmosfera consiste de uma camada fina de mistura de gases que cobrem a superfície da Terra. (MANAHAN, 2000).

A camada mais baixa, onde vivemos, chama-se troposfera. Ela concentra quase 90% de todo o ar da atmosfera e vai desde o solo até uma altura que pode variar de 7km nos pólos até pouco mais de 16km no Equador. Acima da troposfera encontra-se a estratosfera que vai do topo da troposfera até, aproximadamente 50km de altura. A tropopausa é o limite entre estas duas regiões, como podemos observar na (Figura 1).

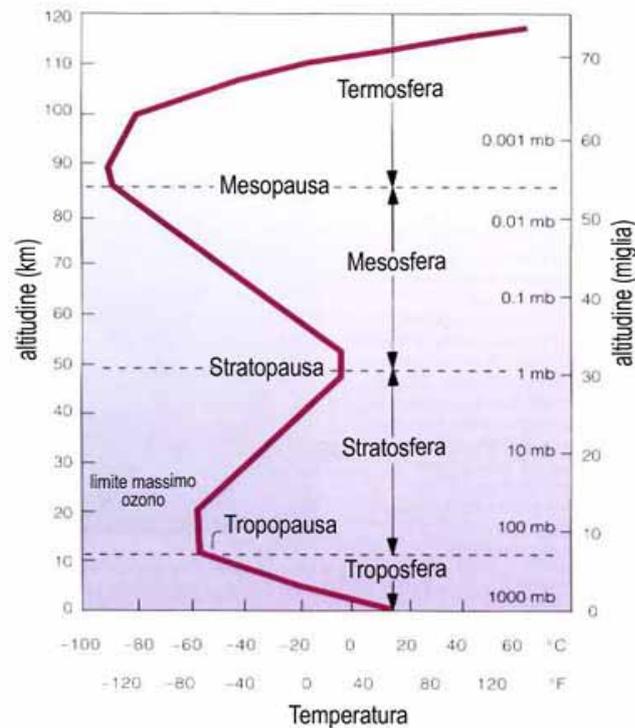


FIGURA 01 – Esquema do perfil vertical da atmosfera.

2.2 – Poluição Atmosférica

Denomina-se poluente atmosférico toda e qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos e que tornem, ou possam tornar, o ar impróprio, nocivo à saúde e ao bem-estar da população; danoso aos materiais, à fauna e flora; e ainda prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e as atividades normais da comunidade. (CONAMA nº 003/90).

Durante centenas de anos os seres humanos vêm realizando atividades que modificaram a composição química da atmosfera. O conceito de poluição atmosférica

inclui atividades humanas (antropogênicas) e/ou atividades naturais que levam à deterioração da qualidade do ar.

Diversos estudos, realizados por pneumologistas, biólogos e físicos, confirmam que as partículas suspensas na atmosfera, especialmente as finas e ultrafinas, penetram no sistema respiratório provocando reações alérgicas e inflamatórias. Além disso, não raro, os poluentes vão até a corrente sanguínea, causando complicações em diversos órgãos do corpo.

2.3 – A legislação da queima da cana-de-açúcar

O Código Florestal em seu Artigo 27 relata: “É proibido o uso de fogo nas florestas e demais formas de vegetação. Parágrafo único – Se as peculiaridades locais ou regionais justificarem o emprego de fogo em práticas agropastoris ou florestais, a permissão será estabelecida em ato do Poder Público, circunscrevendo as áreas e estabelecendo normas de precaução”.

A Lei 9.605/1998, que trata dos crimes e das infrações administrativas ambientais, aborda a matéria em seu Artigo 41. Define como crime "provocar incêndio em mata ou floresta: pena – reclusão, de dois a quatro anos e multa. Parágrafo único. Se o crime é culposo, a pena é de detenção de seis meses a um ano e multa”.

Em 28 Artigos, o Decreto 2.661/98 focaliza a questão da queima controlada, as medidas de precaução, o ordenamento territorial do emprego do fogo, a suspensão temporária e a redução gradativa do emprego do fogo. Este Decreto 2.661/98 revogou o antigo Decreto 97.635 de 10 de abril 1989, que regulamentava o Artigo 27 do Código

Florestal e instituiu um sistema nacional de prevenção e combate aos incêndios florestais – "Prevfogo".

Em 19 de setembro de 2002, o Governador do Estado de São Paulo, Dr. Geraldo Alckmin, decretou e promulgou a Lei Nº 11.241, a qual dispõe sobre a eliminação gradativa da queima da palha da cana-de-açúcar e dá providências correlatas, substituindo o Decreto 2.661 de 1998.

Assim, os plantadores de cana-de-açúcar que utilizarem como método de pré-colheita a queima da palha serão obrigados a tomar as providências necessárias para reduzir esta prática, observadas as seguintes tabelas:

Área mecanizável - eliminação da queima da palha:

- 1º ano - 20% da área cortada, 20% da queima eliminada (2002)
- 5º ano - 30% da área cortada, 30% da queima eliminada (2006)
- 10º ano - 50% da área cortada, 50% da queima eliminada (2011)
- 15º ano - 80% da área cortada, 80% da queima eliminada (2016)
- 20º ano - 100% da área cortada, eliminação total da queima (2021)

Área não mecanizável - eliminação da queima da palha:

- 10º ano - 10% da área cortada, 10% da queima eliminada (2011)
- 15º ano - 20% da área cortada, 20% da queima eliminada (2016)
- 20º ano - 30% da área cortada, 30% da queima eliminada (2021)
- 25º ano - 50% da área cortada, 50% da queima eliminada (2026)
- 30º ano - 100% da área cortada, 100% da queima eliminada (2031)

Para os efeitos desta lei consideram-se áreas mecanizáveis as plantações em terrenos acima de 150 ha (cento e cinquenta hectares), com declividade igual ou inferior a 12% (doze por cento), em solos com estruturas que permitam a adoção de

técnicas usuais de mecanização da atividade de corte de cana e áreas não mecanizáveis, as plantações em terrenos com declividade superior a 12% (doze por cento), em demais áreas com estrutura de solo que inviabilizem a adoção de técnicas usuais de mecanização da atividade de corte de cana.

Segundo esta nova legislação, a autoridade ambiental determinará a suspensão da queima quando, constatados e comprovados risco de vida humana, danos ambientais ou condições meteorológicas desfavoráveis, a qualidade do ar atingir índices prejudiciais à saúde humana ou os níveis de fumaça originados da queima, comprometam ou coloquem em risco as operações aeronáuticas, rodoviárias e de outros meios de transporte.

O Decreto 2.661/98 já havia conceituado "queima controlada" e "incêndio florestal". É importante atentar para essas definições, que dão sentido diverso ao que encontramos nos dicionários. No Dicionário Aurélio, "queima" tem algumas acepções como: "1. Ato ou efeito de queimar (-se); 2. Queima pelo fogo; queimação; combustão, incêndio, incineração; cremação; "Queimada" - "Incêndio", [Do latim *incendiu*] 1. Ato ou efeito de incendiar. 2. Fogo que lavra com intensidade, destruindo e, às vezes, causando prejuízos.

O Decreto define "queima controlada como o emprego do fogo como fator de produção e manejo em atividades agropastoris ou florestais, e para fins de pesquisa científica e tecnológica, em áreas com limites físicos previamente definidos" e conceitua "incêndio florestal como o fogo não controlado em floresta ou qualquer outra forma de vegetação".

Conceituar o emprego repetitivo do fogo, numa mesma área, como um fator de produção aceitável numa sociedade que respeite a saúde das pessoas humanas e

que queira conservar o equilíbrio da natureza é inadmissível. Os nossos índios, quando podiam ser nômades, usavam o fogo em pequenas áreas, não reiterando a prática no mesmo local.

Os indígenas iam escolhendo outras áreas para a agricultura, deixando a anterior para ser regenerada pela própria natureza. O uso do fogo na agricultura brasileira empobrece o solo e a fauna, não deixando, também de empobrecer as futuras gerações de agricultores.

Também merece comentário o fato de já existirem estudos demonstrando índices de poluição atmosférica produzidos pela queima da palha da cana-de-açúcar acima dos padrões considerados como limite máximo permitido pela legislação (LARA, 2000; LARA *et al.*, 2002; CETESB, 2002) e, apesar de na Lei Nº 11.241 constar que as autoridades ambientais devem suspender a queima neste caso, a referida Lei foi promulgada.

Por fim, no Estado de São Paulo, o maior produtor de cana-de-açúcar do país, 90% das áreas plantadas são áreas com menos de 150 hectares, além de grande parte do solo apresentar declividade maior de 12%. Assim, de acordo com a nova Lei 11.241, que passou a vigorar, teremos ainda queimadas por mais 20 a 30 anos. Sem contar que nos outros Estados do país não existe Legislação proibitiva para o emprego de tal prática. Nenhum proprietário ou possuidor de imóvel rural tem direito ilimitado de fazer o que quiser com sua propriedade. A Constituição Federal, ao afirmar esse princípio, nada mais fez do que traduzir uma realidade, pois há um irrefutável relacionamento entre todas as propriedades ou imóveis. Indivíduos e coisas não podem ser considerados de forma isolada. O uso do fogo não pode ser feito contra o interesse da sociedade e do meio ambiente, favorecendo apenas a minoria do setor

sucroalcooleiro, o qual adota tal prática visando apenas ao aumento na sua produtividade.

2.4 – A cultura da cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar é considerada uma cultura semiperene, com ciclo médio de 4 anos desde o plantio até a renovação das áreas plantadas. A planta pertence ao gênero *Saccharum*, família Poaceae, da classe das monocotiledôneas, sendo a única representante da ordem Graminales. A *Saccharum officinarum* L. (cana nobre) constitui planta ereta, perene, rizomatosa, com inflorescência formada por racemos arranjados em grandes panículas, formando touceiras. O caule das gramíneas é do tipo colmo com internódios (nós e internós). Na maior parte, as canas-de-açúcar cultivadas atualmente no Brasil são formas híbridas de *S. officinarum* L. com outras espécies de características mais rústicas (ARANHA; YAHN, 1987).

Dentre outras características, a cana-de-açúcar apresenta alta eficiência fotossintética e ponto de saturação luminosa elevada (tipo C4). A temperatura do ar exerce grande influência no crescimento dos colmos, sendo a faixa ideal entre 20 e 35°C. Seu crescimento é lento abaixo de 25°C e nulo a temperaturas inferiores a 19°C (CASAGRANDE, 1999).

A cana-de-açúcar parece ter sido conhecida pelo homem há cerca de três mil anos. Originária do arquipélago malaio, seu cultivo já era comum na Índia para fabricação de açúcar há mais de dois mil anos.

O primeiro engenho de moagem no Brasil foi instalado em São Vicente, em 1553, por Martim Afonso de Sá. Apesar das condições favoráveis, sua produção

tardou-se a desenvolver, pois os investimentos estavam dirigidos para a expansão da produção nas ilhas próximas à costa africana, de onde vinham os escravos.(ARBEX, 2002)

A produção de açúcar foi por muito tempo uma atividade que preponderava no Nordeste. Contudo atualmente observa-se um deslocamento da produção na região Centro-Sul. Devido a este fato, o Brasil vem tornando-se um dos maiores produtores no mundo, realizando duas colheitas por ano.

A milenar técnica das queimadas utilizadas por primitivos agricultores das pequenas culturas, ainda é a mesma técnica empregada nos imensos canaviais, com objetivo de agilizar e facilitar o corte e o desponte manual da mesma na época da colheita.

As queimadas emitem para a atmosfera partículas, aerossóis e uma enorme quantidade de gases como o monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), gases reativos e tóxicos quando em altas concentrações. A emissão destes e outros gases sob ação de ultravioleta solar produzem grandes quantidades de ozônio (O₃), potente oxidante.

Segundo Fernandes (1988) existem diversas espécies de cana-de-açúcar com características bem diferentes. Algumas delas podem chegar a quase quatro metros de altura e ter um grande volume de folhas, de 40 a 150 toneladas/hctare (t/ha), enquanto que a maioria das outras culturas produz de 1 a 4t/ha, ou seja a cana produz cerca de 100 vezes mais matéria orgânica fibrosa do que as outras culturas. Elas são plantadas com 1,5m de espaçamento e ao amadurecer a sua folhagem seca, tornando mais provável o risco de incêndios acidentais, pois em 10 minutos queima-se um talhão (5 hectares) da cultura.

A cana é cortada imediatamente depois da queima e calcula-se que um homem pode cortar cerca de 0,5 toneladas de cana crua. De acordo com Fernandes (1988), quando a cana é queimada antes do corte, este valor aumenta para 5 toneladas, ou seja, dez vezes mais, um dos motivos para explicar e justificar essa prática.

Trata-se de um problema social, técnico, cultural e econômico, pois atualmente já existem máquinas extremamente eficientes que colhem a cana, separam-na da folhagem e cortam-na em pedaços do tamanho adequado, facilitando o transporte. A colheita mecanizada já é uma realidade na Austrália e nos EUA, enquanto que os maiores produtores como Cuba, Índia e Brasil ainda realizam a colheita manual. (ARBEX, 2002)

2.5 – Efeitos a saúde da população, produzida pela queima da palha da cana-de-açúcar

A queima da palha da cana-de-açúcar pode atingir tanto pessoas já com uma pré-disposição a doenças respiratórias quanto a pessoas saudáveis. Uma pessoa saudável pode apresentar reações adversas se exposta à poluição gerada pelas queimadas, como irritação e ardor nos olhos, nas narinas e na garganta. Isto porque são disperso nas queimadas vários poluentes clássicos, entre eles NO_x, CO, HC e diversas partículas, além de substâncias com alto teor tóxico. Estes gases e o material em forma de partículas emitidas causam os efeitos descritos acima.

De acordo com Saldiva (2002) As maiores vítimas da poluição atmosférica são crianças e idosos, pelo fato destes serem os mais sensíveis quando expostos às

ações das queimadas. No período das queimadas, aumenta o número de pessoas que buscam ambulatórios, principalmente crianças com problemas respiratórios, os quais na maioria das vezes, apresentam chiadeira no peito causada pela inflamação dos brônquios (tubos muito pequenos por onde passa o ar que entra nos pulmões).

Em muitos casos, o quadro acaba se agravando e ocorre uma inflamação dos pulmões, denominada de **pneumonia**. O material particulado fino que é expelido pelas queimadas é capaz de penetrar nos brônquios causando sua inflamação, denominada de **bronquite**, que pode se agravar e resultar em uma pneumonia. As crianças que possuem algum tipo de alergia respiratória, exteriorizando-se como **asma**, são muito mais sensíveis à poluição atmosférica em geral, inclusive à poluição originada nas queimadas. É de suma importância ressaltar que a poluição gerada pela queima da cana-de-açúcar é mais intensa nos meses que faz mais frio e o ar fica mais seco, agravando o índice de incidências de doenças respiratórias agudas, que ocorre com maior frequência no inverno.

A queima de resíduos da cana-de-açúcar é uma prática generalizada no mundo, sobretudo em países em desenvolvimento, mas não exclusivamente neles. A legislação estadual permite tal prática, alegando não haver evidência científica de impactos negativos. Para fornecer informações sobre possíveis efeitos à saúde, foi realizado estudo com base em visitas hospitalares de 6.498 pacientes diagnosticados com asma, durante os anos 1998-1999, em hospital da cidade de Houma, em Louisiana. Análise temporal e tabela de controle com três limites de desvio-padrão foram usadas para análise das observações já existentes. Durante dois anos, a média mensal de internações por asma foi de 270,8. As mulheres constituíram 56,9% das pacientes e os bebês apresentavam as taxas mais altas, com 1.639 visitas, seguidas

pelo grupo de crianças entre cinco e dez anos. Os meses com maior número de internações foram outubro a dezembro (33,06% das internações), indicando aumento da tendência de hospitalização por asma nos meses de queima da palha de cana (BOOPATHY et al 2002).

Na Índia, estudo de caso-controle entre trabalhadores no cultivo da cana e em usinas de açúcar, ajustado aos fatores de confusão, indicou risco aumentado de câncer de pulmão para trabalhadores que sempre trabalharam em canaviais (*odds ratio* – OR=1,92, intervalo de confiança de 95% – IC 95%:1,08;3,40). Riscos mais altos foram encontrados para trabalho envolvendo preparo do solo e queima da cultura após colheita (OR=1,82, IC 95%=0,99;3,35). Trabalhadores envolvidos na queima da cana por mais de 210 dias em suas vidas tinham risco 2,5 vezes maior do que aqueles nunca envolvidos na queima. Dentre os fumantes que trabalharam na queima, o risco era seis vezes maior. O risco aumentava em função do tempo trabalhado nas atividades de queima e do número de maços de cigarros consumidos (AMRE et al 1999).

No Brasil, os estudos concentram-se no Estado de São Paulo, onde a população de áreas canavieiras fica exposta aos poluentes atmosféricos provenientes da queima. Araraquara, no estado de São Paulo (SP), tem sediado várias pesquisas, pois em seus arredores há extensas plantações de cana.

Zancul (1998) realizou avaliação de qualidade do ar da cidade levantada por um dos laboratórios volantes da rede telemétrica da Cetesb, localizado em área totalmente urbanizada e central. Pelo período de 49 dias, em plena safra de cana, Zancul constatou que o índice de qualidade do ar esteve bom em grande parte dos dias para CO, SO₂, partículas inaláveis e óxidos de nitrogênio. Entretanto, devido à

presença de ozônio, o índice de Araraquara esteve regular em 85% e inadequado em 10% dos dias amostrados. O estudo não encontrou evidências da origem dos gases precursores, mas sugere que tenham sido emitidos por queimadas de cana-de-açúcar, veículos em circulação ou tenham sido transportados pelo vento de outras regiões. Um levantamento realizado nos centros de saúde da cidade sobre o número de inalações mostrou números mais elevados à época das queimadas quando comparado à produtividade de algumas indústrias sucro-alcooleiras da região, ao índice pluviométrico e às estações do ano.

Também em Araraquara foi feita uma pesquisa epidemiológica, concluindo que a queima de cana pode ter efeitos deletérios à saúde da população exposta (ARBEX et al 2000). Quatro recipientes foram colocados em pontos estratégicos da cidade para coletar partículas. Esses dados foram comparados com números de visitas hospitalares e de pacientes que necessitaram de inalação em um dos principais hospitais da cidade. A associação entre peso do sedimento e número de visitas foi avaliada por modelo de regressão, controlado para sazonalidade, temperatura, dia da semana e precipitação. Os autores encontraram significativa relação dose-dependente entre número de visitas e quantidade de sedimentos. O risco relativo (RR) de visita hospitalar associado ao aumento de 10mg de peso de sedimento foi de $RR=1,09$ (IC 95%:1,1,19) e $RR=1,20$ (IC 95%:1,03;1,39) para inalação nos dias mais poluídos. Entretanto, Arbex et al (2004), argumentaram que vários fatores contribuem para a piora da qualidade do ar durante a safra de cana além das queimadas, tais como maior movimentação de caminhões e máquinas e poeira das estradas.

Em outro estudo realizado em Piracicaba, SP, foram quantificadas internações hospitalares diárias por doenças respiratórias, em crianças e adolescentes (abaixo de

13 anos de idade) e em idosos com mais de 65 anos, utilizando-se dados do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS). As análises indicaram que queima de biomassa e re-suspensão do material erodido do solo são responsáveis por 80% do material particulado fino (PM_{2,5}). Risco relativo de internações hospitalares por doenças respiratórias em crianças e adolescentes foi significativamente associado à variação interquartil do PM₁₀, PM_{2,5}, *black carbon* de alumínio, silício, manganês, potássio e enxofre. Aumento de 10µg/m³ no PM associava-se a um aumento de 21% nas internações. Em idosos, o risco relativo de internações por doenças respiratórias foi associado à variação interquartil de PM₁₀, *black carbon* e potássio. O período de queima teve 3,5 vezes mais internações que o sem queima (CANÇADO, 2003). No entanto, o autor alerta para fatores de confusão como temperatura do ar e precipitação, uma vez que grande parte do período de queima coincide com inverno e seca, não controlados no estudo.

Lopes e Ribeiro (2006) analisaram correlações espaciais ao agregar em sistema de informações geográficas: focos de queimada, áreas em cana-de-açúcar e internações hospitalares por doenças respiratórias registradas pelo DATASUS, de 2000 a 2004, no estado de São Paulo e na escala regional em Bauru. Nas duas escalas foi possível verificar maior incidência de internações por doenças respiratórias em áreas onde há queimadas em cana-de-açúcar.

Outros estudos fizeram medições de emissões atmosféricas de diferentes poluentes a partir do processo de queima da palha, sem apontar efeitos à saúde. No entanto, por seus resultados, podem-se inferir possíveis riscos à saúde humana.

Nos Estados Unidos, em 1975, a EPA analisou emissões da queima da cana-de-açúcar em experimento com cana inteira e só palha em torre de incineração. Foram

determinadas as emissões de material particulado, monóxido de carbono, hidrocarbonetos, benzopireno (BaP) e metais traço: berilo, cádmio, cromo, cobre e níquel. Verificou-se que 90% das partículas tinham menos que $0,5\mu\text{m}$ de diâmetro. Os fatores de emissão encontrados, com nível de confiança de 99%, foram: material particulado 4,1-6,5libras por tonelada; monóxido de carbono 47,7-71,2libras por tonelada; hidrocarbonetos 2,3-14libras por tonelada (DARLEY E LERMAN, 1975). As partículas menores que $10\mu\text{m}$ (PM10), o monóxido de carbono e os hidrocarbonetos apresentam efeitos negativos na saúde.

Godói et al (2004) analisaram amostras de aerossóis com diâmetro menor que $10\mu\text{m}$ em Araraquara, durante safra, usando amostrador Hi-vol, a 5km de distância de plantação de cana. Os autores encontraram concentrações diárias de material particulado total que variaram de $76,3\mu\text{g}/\text{m}^3$ a $181,8\mu\text{g}/\text{m}^3$ e concentrações médias de $103\mu\text{g}/\text{m}^3$. Estas concentrações estão abaixo do padrão diário de qualidade do ar, mas acima do padrão anual estabelecido pela legislação brasileira. As concentrações de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA) totais medidas estiveram entre 13 e $94\text{ng}/\text{m}^3$, valores semelhantes aos encontrados em Nápoles (Itália) e superiores aos medidos em Santiago do Chile e em Seul, na Coréia do Sul. A análise dos HPA indicou altos níveis de BaP ($1,9\text{ng}/\text{m}^3$), de especial interesse por suas propriedades carcinogênicas, e por serem mais altos que em grandes cidades do mundo, como Londres (Inglaterra). Como benzopireno geralmente está presente em queima de gramíneas, os autores sugerem que, em Araraquara, ele seja oriundo da queima da cana e não de atividades urbanas.

Oppenheimer et al (2004) utilizaram espectômetro ultravioleta compacto para medir emissões de dióxido de nitrogênio (NO_2) de queimada de cana-de-açúcar, em

SP. A emissão de NO_2 de um lote de 10ha chegou a pico de 240g (NO_2)/s, e somou total de aproximadamente 50kg de N, ou cerca de 0,5g (N)/ m^2 . Emissão de nitrogênio como NO_x ($\text{NO}+\text{NO}_2$) foi estimada em 2,5g (N)/ m^2 , equivalente a 30% do fertilizante nitrogênio aplicado na lavoura.

Durante um ano foram medidos aerossóis ao redor da cidade de Piracicaba. As concentrações médias de PM 2,5 e partículas mais grosseiras (2,5 a 10 μm) foram estatisticamente mais altas na estação seca do que na estação chuvosa. A análise dos componentes indicou que a queima da cana-de-açúcar era a principal fonte de PM 2,5 (60%). Poeira do solo representava 14% e indústrias e combustão, 12% cada. Poeira do solo re-suspensa era a principal fonte de partículas maiores, seguida de emissões industriais e da queima da cana. Os autores concluíram que cana e práticas agrícolas eram as principais fontes de partículas inaláveis nos arredores da cidade, afetando inclusive a composição química da água de precipitação (LARA et al 2001; LARA et al 2005).

Medições fora da vizinhança imediata das queimadas indicaram o nível de *background* e que, durante o período das queimadas, as partículas menores eram mais ácidas, continham maiores concentrações de sulfatos, nitratos e espécies orgânicas, mas NH_4^+ e K^+ insuficientes para atingir neutralidade. No inverno, a contribuição relativa das emissões de transporte e indústria diminuía devido ao aumento das emissões da combustão de biomassa e de outras atividades relacionadas ao período de safra. As concentrações de poluentes foram mais baixas do que freqüentemente se encontram em zonas urbanas poluídas. Apesar disso, os autores concluíram que a queima da cana pré-colheita tem influência em escala regional na química dos aerossóis e que as diferenças entre massas aéreas de

diferentes origens eram pequenas. Por outro lado, eles avaliaram que, nas áreas urbanas e adjacências, as emissões veiculares tinham maior impacto (ROCHA et al 2005; ALLEN et al 2004; ROCHA et al 2003).

Apesar de restritos e de apresentarem conclusões cautelosas, os estudos analisados indicam riscos à saúde, em condições atmosféricas adversas, provocados pela queima da palha da cana-de-açúcar. Esses riscos podem ser maiores para crianças, idosos e asmáticos e têm como consequência maior demanda do atendimento dos serviços de saúde. Até recentemente, estudos com cana tinham preocupação, sobretudo, com trabalhadores no processo produtivo, como a investigação de Phoolchund (1991) que mostrou que cortadores apresentavam riscos mais elevados de câncer de pulmão em consequência da queima da folhagem.

Com o agravamento e a maior conscientização da crise ambiental planetária, sobretudo das mudanças no clima em decorrência das atividades humanas poluentes, há um aumento de produção de biocombustíveis. Dentre os biocombustíveis, a cana é o que tem apresentado maior crescimento. No entanto, sua queima vem recebendo crescente oposição da opinião pública que alega seus impactos ambientais e à saúde da população do seu entorno, em que pese uma atuação ainda bastante tênue dos órgãos de saúde brasileiros nesta discussão. No estado de São Paulo, por pressão de ambientalistas, em 2002, foi aprovada a lei que prevê eliminação gradual do uso de fogo, como facilitador do corte da cana, até 2021 para áreas mecanizáveis e até 2031 para áreas não mecanizáveis.

Os poucos estudos sobre efeitos da queima de cana-de-açúcar dão algumas indicações de seus impactos à saúde da população em geral, mas ainda deixam muitos questionamentos.

Por outro lado, pesquisas sobre efeitos de queima de biomassa à saúde, sobretudo de incêndios florestais descontrolados (RIBEIRO e ASSUNÇÃO, 2002), podem auxiliar na definição de política de saúde para o tema e orientar futuras pesquisas.

Frankenberg et al (2005) concluíram que indivíduos expostos à fumaça de biomassa experimentaram maior dificuldade em atividades diárias, mas que os efeitos para saúde geral e respiratória eram mais difíceis de interpretar.

Kunii et al (2002), ao avaliar efeitos de incêndio florestal na Indonésia, com entrevistas e testes de função pulmonar em 54 pessoas, verificaram que mais de 90% apresentavam sintomas respiratórios e idosos sofreram séria deterioração de suas condições de saúde. Utilizando análise multivariada, o estudo mostrou que gênero, história de asma e frequência de uso de máscara estiveram associados com severidade do problema respiratório.

Segundo Sastry (2002), os efeitos negativos dos incêndios na Indonésia também foram avaliados na população da Malásia. Mott et al (2005) investigaram os efeitos da exposição na saúde cardiorrespiratória de pessoas hospitalizadas na região de Kuching (Malásia). Os autores selecionaram admissões de 1995 a 1998 para verificar se hospitalizações durante os incêndios no país vizinho ou posteriores excederam as hospitalizações previstas de acordo com série histórica. Houve aumento estatisticamente significativo das hospitalizações por doenças respiratórias, especialmente obstrutivas crônicas e asma. A análise de sobrevivência indicou que pessoas com mais de 65 anos com prévia hospitalização por qualquer razão, com qualquer doença cardiorrespiratória, respiratória, ou pulmonar obstrutiva crônica tinham mais chance de ser re-hospitalizadas após o período das queimadas. Esses

artigos citados revelam a relação entre a poluição trans-fronteiriça e não localizada provocada pela queima de biomassa e a vulnerabilidade de alguns grupos específicos da população, sobretudo idosos e aqueles acometidos por moléstias prévias.

Recentemente, estudos epidemiológicos têm apresentado evidências de relação entre poluição do ar e doenças cardiovasculares, em especial infarto do miocárdio. Segundo Vermylen et al (2005), o ozônio pode ter efeitos cardiovasculares deletérios diretos, enquanto outros gases podem ampliar efeitos negativos do material particulado. Partículas de menor diâmetro são de maior impacto, mas as PM10 podem rapidamente penetrar e se depositar na traquéia e nos brônquios. PM2,5 podem alcançar vias aéreas estreitas e alvéolos e as partículas ultrafinas, menores que 100nm (0,1µm), têm alta deposição nos alvéolos. O número total de partículas depositadas pode aumentar quatro a cinco vezes durante exercício, devido a maior ventilação. Essas partículas ultrafinas representam maior parte do material particulado e têm razão maior de área-massa, o que aumentaria a toxicidade biológica, pois conseguem até passar diretamente à corrente sanguínea. A população sob maior risco é de idosos, daqueles com doenças pulmonares crônicas, com doenças coronárias, ou pacientes com diabetes. Enquanto a poluição atmosférica aguda pode desencadear infarto do miocárdio em horas ou dias nas pessoas susceptíveis, a exposição crônica a poluentes aumenta o risco de doenças cardiovasculares que podem estar relacionadas à inflamação pulmonar crônica. As queimadas de cana teriam simultaneamente os dois efeitos: poluição atmosférica aguda nas áreas próximas e poluição atmosférica difusa em longo prazo numa escala regional.

2.6 - Poluentes produzidos pela queima da palha da cana-de-açúcar

As queimadas dos canaviais, conforme mencionado anteriormente, ocorre todos os anos, nos quase 5 milhões de hectares plantados com cana-de-açúcar no país. Estas queimadas emitem material particulado, aerossóis, gases, como o metano, monóxido de carbono, dióxido de carbono, N₂O, NO_x, hidrocarbonetos não metânicos e outras substâncias orgânicas provenientes da combustão incompleta, irritantes ao sistema respiratório, e em alguns casos carcinogênicos.

2.6.1 – Material Particulado

O material particulado é uma mistura de partículas líquidas e sólidas em suspensão no ar. Sua composição e tamanho dependem das fontes de emissão e das transformações químicas que sofre no ar. O tamanho das partículas é expresso em relação ao seu tamanho aerodinâmico, definido como o diâmetro de uma esfera densa que tem a mesma velocidade de sedimentação que a partícula em questão (DOCKERY; POPE, 1994).

Do ponto de vista físico-químico e para a saúde humana, as partículas da atmosfera de maior importância são as com diâmetro aerodinâmico entre 0,002 e 10µm. Estas partículas, quando atingem as porções mais distais das vias respiratórias, são fagocitadas pelos macrófagos alveolares, sendo posteriormente removidas pelo aparelho mucociliar ou pelo sistema linfático (BASCUM et al., 1996b; WHO, 1999).

Malilay (1999), afirma que o material particulado fino alcança os alvéolos e em grandes concentrações entra na corrente sanguínea ou fica nos pulmões, resultando em doenças crônicas como enfisema.

Diversos estudos epidemiológicos associam os efeitos adversos do material particulado à doença pulmonar inflamatória prévia, sugerindo um papel importante da poluição atmosférica na exacerbação das doenças pulmonares (MULLEN et al.,1985; THOMPSON et al.,1989).

2.6.2 - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs)

Os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) são compostos orgânicos de carbono e hidrogênio que possuem mais de uma estrutura em anel e, pelo menos, um núcleo benzênico. Podem ser produzidos por combustão incompleta de material orgânico. Suas maiores emissões são de fontes estacionárias, como queima de biomassa utilizada para preparo de alimentos ou aquecimento e, a queima de vegetações, como as florestas e a palha cana-de-açúcar (HOLMAN, 1999).

Vapores orgânicos tóxicos como HPA são possivelmente carcinogênicos

2.6.3 -Monóxido de carbono (CO)

O monóxido de carbono (CO) é um gás tóxico incolor e inodoro produzido pela combustão incompleta na queima de biomassa e de combustíveis fósseis. Quando a fonte emissora é a queima de biomassa, o CO é produzido principalmente no início da combustão com ausência de chamas (fase “*smoldering*”).

Este gás pode causar hipóxia, pois possui maior afinidade com a hemoglobina, dificultando o sangue de carregar oxigênio suficiente. Fetos são especialmente

susceptíveis, pois não podem compensar pela redução na oxihemoglobina sem aumento sustentado na frequência cardíaca.

2.6.4- Compostos de nitrogênio

Os compostos de nitrogênio são emitidos proporcionalmente à quantidade desses elementos na vegetação queimada e, à eficiência da produzidos durante a combustão com ausência de chamas. A combustão com chamas produz preferencialmente dióxido de nitrogênio (NO_2). YOKELSON et al. (1997) demonstraram que a eficiência da combustão influi na relação amônia/óxidos de nitrogênio produzidos.

2.6.5- Compostos de enxofre

Uma vez na atmosfera o dióxido de enxofre é oxidado e transformado em ácido sulfúrico. Essa transformação depende do tempo de permanência no ar, da presença de luz solar, temperatura, umidade relativa do ar e da adsorção do gás na superfície das partículas. Os aerossóis ácidos encontram-se dissolvidos nas gotas de água presentes na atmosfera e são parte integrante do material particulado inalável.

A permanência prolongada no ar faz com que o dióxido de enxofre e seus derivados – aerossóis ácidos – sejam levados pelo vento para outras regiões, tendo assim atuação distante das fontes produtoras (CALVERT et al., 1969).

2.6.6 - Aldeídos

Aldeídos são compostos químicos resultantes da oxidação parcial dos álcoois. São extremamente irritantes para as mucosas do ser humano. Alguns aldeídos, como os formaldeídos, podem ser carcinogênicos e a associação com outros irritantes, como os HPA's, pode levar a um aumento de sua carcinogenicidade (SHARKEY, 1997)

2.6.7 - Ácidos orgânicos

Os ácidos orgânicos, tais como o ácido fórmico e o ácido acético, são produzidos pela oxidação dos aldeídos durante a combustão de biomassa. Nos seres humanos, produzem irritação das mucosas, inclusive do trato respiratório, onde podem desencadear processos inflamatórios (SHARKEY, 1997).

2.6.8 - Compostos orgânicos voláteis e semivoláteis (COVS)

Os compostos orgânicos voláteis e semivoláteis (COVS) compreendem uma vasta gama de compostos químicos que têm como elemento comum o carbono e participam de reações fotoquímicas na atmosfera. O metano (CH₄) é um dos principais COVS pela sua relação com meio ambiente e contribuição no aquecimento global (efeito estufa) (HOLMAN, 1999). Estes podem irritar a pele e os olhos, causar tontura, tosse e chiado e alguns são carcinogênicos.

2.6.9 – Ozônio (O₃)

O ozônio é um potente agente oxidante, é pouco solúvel em água e atinge as porções mais distais do sistema respiratório com facilidade e tem sido um dos poluentes mais estudados (HATCH et al., 1994).

O aumento das concentrações de ozônio do ar associa-se com aumento no número de atendimentos de emergência, em asmáticos, em Nova Jersey, EUA (CODY et al., 1992) e também entre a população desprivilegiada socioeconomicamente, em Atlanta, EUA (WHITE et al., 1994). Esses efeitos foram observados mesmo quando as concentrações de ozônio e de outros poluentes estavam dentro dos padrões de qualidade do ar recomendados.

O ozônio também aumenta a resposta dos portadores de rinite a alérgenos (BASCOM et al, 1990) e em pessoas saudáveis, aumenta a produção de muco e a permeabilidade epitelial após exposição aguda (2 horas) nas concentrações entre 0,2 e 0,4ppm (FOSTER et al. 1987).

Ozônio, em altas concentrações, pode afetar a função pulmonar, em baixas, causa tosse, engasgo, falta de ar, muco, coceira e ardor na garganta, náusea e diminuição da função pulmonar.

2.7 – Queima da palha de cana de açúcar e seus efeitos a sociedade

O Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar (*Saccharum ssp*) do mundo. Segundo a Embrapa, 2006 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. A produção nacional é de 290 milhões de toneladas/ano. Da safra canavieira, 55% são destinados à produção de álcool e subprodutos, enquanto os demais 45% são destinados à produção de açúcar e subprodutos. O Ministério das Relações Exteriores recentemente avaliou e estimou em 12% a participação da agroindústria no PIB brasileiro.

No estado de São Paulo, utiliza-se 2.531.000 hectares para o plantio da cana-de-açúcar, produzindo um montante de 230 milhões de toneladas/ano, que representa 60% da produção nacional. Neste cenário, 60% das áreas de plantio utilizam o processo de queima da palha antes da colheita.

Entre as idas e vindas dos vários ciclos agro-econômicos brasileiros, as áreas de plantio de cana-de-açúcar da atualidade concentraram-se principalmente nas regiões Centro-Sul e Nordeste do país. Atualmente, tais concentrações permitem dois períodos de safra por ano e a lavoura de cana-de-açúcar emprega um milhão de trabalhadores em uma atividade que ainda possui 80% do corte executado por processos manuais.

De acordo com Zancul (1998) a emissão veicular de material particulado pode chegar a 62 toneladas/dia na Região Metropolitana de São Paulo, o material particulado proveniente da queima de palha, conhecido como "carvãozinho", pode chegar a 285 toneladas/dia.

No que tange à qualidade de vida das coletividades, a literatura indica uma série de conseqüências negativas que atinge a população, em razão do material particulado produzido pelas queimadas. Moradores que vivem em áreas afetadas relatam os seguintes problemas:

- Sujeira em casas, comércio e locais públicos;

- Aumento do consumo de água de abastecimento público para garantir a limpeza dos locais afetados com maior frequência;
- Aumento dos acidentes em rodovias devido à falta de visibilidade;
- Problemas respiratórios, notadamente em crianças e idosos;
- Interrupção de serviços de energia elétrica por problemas causados em linhas de transmissão próximas a área da queimada;
- Desperdício de energia;
- Eliminação de animais silvestres, pássaros, etc.;
- Emissão de gases prejudiciais ao meio ambiente;
- Destruição da palha que não se incorpora ao solo.

Nos estudos epidemiológicos que envolvem poluição do ar e saúde, a determinação exata da exposição é um requisito importante para avaliação dos efeitos. Segundo Castro, Gouveia e Escamilla-Cejudo (2003) a exposição a um poluente pode ser definida como um evento que consiste na relação entre o homem e o ambiente, dada uma concentração específica de poluente ambiental em um intervalo de tempo determinado.

A Organização Mundial de Saúde (OMS), em sua publicação denominada "Diretrizes de Saúde para Eventos de Fogo em Vegetação", esclarece que a queima de biomassa gera problemas basicamente em duas áreas ambientais:

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

A maior parte da literatura que trata de emissões atmosféricas produzidas pela queima de biomassa aponta que estas causam efeitos deletérios à saúde humana. A Organização Mundial da Saúde sugere que há impacto sobre a mortalidade diária, admissões hospitalares, visitas à emergência e ao ambulatório e sobre a função pulmonar, como mostra a (Figura 02).



FIGURA 02 – Pirâmide representando a proporcionalidade dos efeitos adversos a saúde atribuíveis a população em geral decorrente dos poluentes emitidos pela queima de biomassa. (WHO, 1999)

Contudo, os estudos dos efeitos que o material particulado produzido pelas queimadas pode causar à saúde humana são escassos. Parte deste problema ocorre devido à variedade de aspectos que envolvem o problema, tornando difícil separar causas isoladas de um determinado efeito.

Com relação aos padrões de qualidade do ar para o Estado de São Paulo, o governo estadual publicou a Lei nº 997, de 31 de maio de 1976, que dispõe sobre a Prevenção e o Controle da Poluição do Meio Ambiente. Tal lei foi regulamentada pelo decreto estadual nº 8.468, de 8 de setembro de 1976. Especificamente no Título 3, Capítulo I, alguns padrões foram definidos para a qualidade do ar. Este decreto define

um plano de emergência para episódios críticos de poluição do ar e, somente então coloca situações de proibição de queima, ainda que, de modo genérico.

Mais adiante, em 19 de setembro de 2002, o governo do Estado de São Paulo publicou a Lei nº 11.241 que dispõe sobre a eliminação da queima da palha da cana-de-açúcar. Esta lei foi regulamentada pelo decreto nº 47.700, de 11 de março de 2003, que apresenta em seu artigo 2º a tabela de eliminação gradativa, no prazo de 30 anos (finalizando em 2.031). Até lá, a população que vive no entorno das áreas de queimadas continuará a sofrer as interferências negativas do "carvãozinho" no cotidiano.

2.8 – Doenças estudadas

2.8.1 – Asma

Segundo o professor Luzimar Teixeira (2008) a asma é mais do que uma simples doença, a asma é uma reação das vias aéreas à lesão causada por diversos agentes. A mucosa respiratória, uma vez agredida por um agente (poluição, cigarro, alérgenos, etc.) envia um sinal para a medula óssea para que esta produza células especiais de defesa. A medula interpreta este sinal como se o aparelho respiratório estivesse sendo invadido por parasitas e manda células especiais que provocarão um processo inflamatório nas vias aéreas (brônquios). Esse processo inflamatório é o responsável pelos sintomas de asma (tosse, falta de ar, cansaço, sensação de "aperto" e "chiados" no peito). Ele ocasiona edema (inchaço) da parede interna dos brônquios e diminuição da luz (orifício) dificultando a passagem do ar. Os músculos que circundam os brônquios ficam hipersensíveis contraindo-se a qualquer estímulo. A

contração destes músculos (broncoespasmo) pode acentuar ainda mais a obstrução dos brônquios.

2.8.2 – Pneumonia

Segundo a Sociedade Paulista de Pneumologia e Tisiologia (2006) a pneumonia é a inflamação dos pulmões, mas especificamente dos alvéolos, local onde ocorrem às trocas gasosas, devido à infecção causada por bactérias, vírus, fungos e outros agentes infecciosos ou por substâncias químicas. Na pneumonia os alvéolos se enchem de pus, muco e outros líquidos, o que impede o seu funcionamento adequado. O oxigênio pode não alcançar o sangue, e se existe oxigênio insuficiente no sangue, as células do corpo não funcionam adequadamente. Por esse motivo, e pelo risco da infecção se espalhar pelo corpo, a pneumonia pode ser fatal.

Em todo o planeta, é uma das principais causas de morte de idosos e também de crianças – dois milhões a cada ano. No Brasil, atualmente está entre as cinco maiores causas de internação, são quase um milhão ao ano, e óbito.

2.8.3 – Bronquite

De acordo com Thomson et al (1994) a bronquite causa obstrução ao fluxo de ar nas vias aéreas resultando em doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC). Geralmente a bronquite crônica é a principal causa de obstrução, porém, em alguns casos, o enfisema pode predominar. Frequentemente a obstrução ao fluxo de ar é progressiva, e pode vir acompanhada por hiper-responsividade brônquica e ser

parcialmente reversível. O termo DPOC é utilizado para definir o complexo evolutivo da bronquite e do enfisema pulmonar, pois apresentam características fisiopatológicas, funcionais e clínicas comuns, onde a principal expressão é a limitação crônica ao fluxo de ar na expiração.

Os estudos relacionados à queima de vegetação a céu aberto dizem respeito a episódios fortuitos. Existe, porém, essas regiões nas quais a queima da biomassa se faz de maneira programada. A cana-de-açúcar uma cultura agrícola singular, uma vez que, por razões de produtividade e de segurança, sua colheita é realizada após a queima dos canaviais, o que gera uma grande quantidade de elemento particulado negro denominado fuligem da cana. Esse material particulado modifica as características do ambiente nas regiões onde a cana-de-açúcar é cultivada, colhida e industrializada. Essas regiões são laboratórios naturais onde a população fica exposta, por aproximadamente seis meses ao ano, aos poluentes provenientes da queima de biomassa. Do ponto de vista médico, o interesse pelo problema reside no fato de que muitos pacientes com doenças crônicas do aparelho respiratório, principalmente bronquite crônica, enfisema, pneumonia e asma, referem agravamento dos seus sintomas no período do ano que coincide com a queimada da cana. Mas não é só. Indivíduos hígidos, na mesma época do ano, referem, com frequência, irritação em vias aéreas superiores com ardor no nariz e na garganta. A presença na atmosfera de resíduos grosseiros resultantes da combustão da cana-de-açúcar aparece, para a população em geral, como a evidência de que os sintomas respiratórios dependem ou são agravados pela poluição ambiental gerada pelas queimadas.

Entretanto, o problema não é tão simples, pois se faz mister não descartar a possibilidade de que alterações climáticas sejam as responsáveis pelo agravamento dos sintomas respiratórios em uma parcela de indivíduos da população.

MATÉRIAS E MÉTODOS

3.1 – Descrição da Área Experimental

O estudo focalizou o Estado de Alagoas, em três municípios situados em regiões distintas da zona canavieira. O município de Penedo ($10^{\circ}17'24''$ S de latitude $36^{\circ}14'27,6''$ W de longitude), com área de 689Km^2 e população de 59.020 habitantes; Matriz de Camaragibe ($9^{\circ}9'7,2''$ S de latitude $35^{\circ}31'58,8''$ W de longitude), com área de 330Km^2 e população de 24.656 habitantes e São Miguel dos Campos ($9^{\circ}46'51,6''$ S de latitude $36^{\circ}5'38,4''$ W de longitude), com área de 361Km^2 e população de 51.473 habitantes (Figura 03). (Enciclopédia Municípios de Alagoas, 2006)

São Miguel dos Campos é um grande município canavieiro e a sua economia relativamente diversificada está marcada pelas Usinas Caetés, Roçadinho e Sinimbu. A agricultura de Penedo está marcada também pela cultura de cana-de-açúcar e a produção canavieira é destinada a Penedo Industrial SA/Paísa que de destilaria autônoma transformou-se em uma moderna usina. Matriz de Camaragibe é agrícola por excelência, a cana-de-açúcar domina a paisagem rural representada pela Usina Camaragibe e é complementada pelas culturas tradicionais.(Figura 04). Os três municípios apresentam o clima quente e sub-úmido.

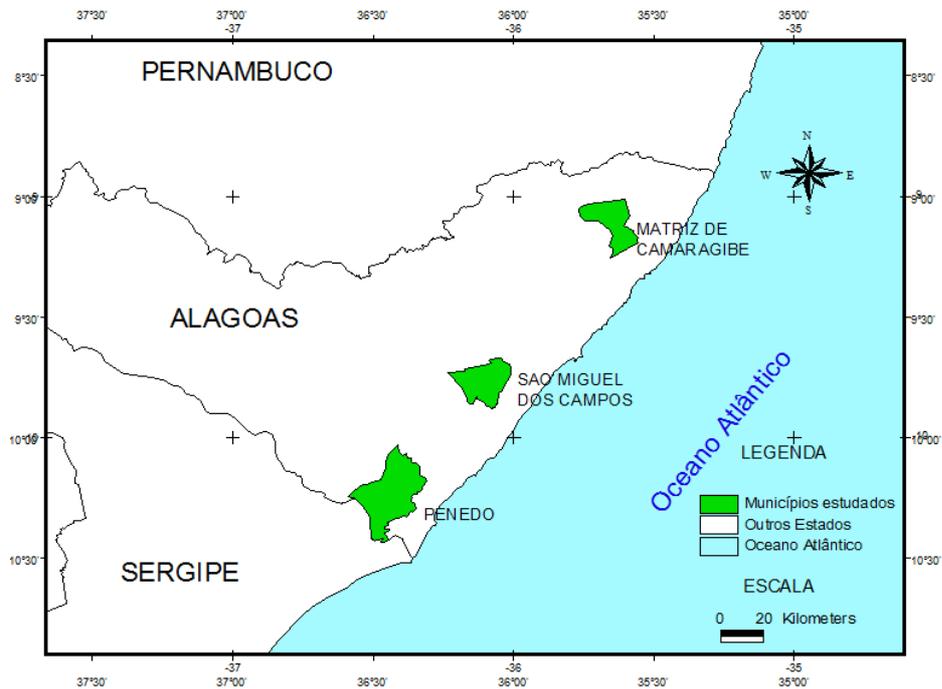


FIGURA 03 – Estado de Alagoas, e em destaque as localidades escolhidas para os estudos desta pesquisa.

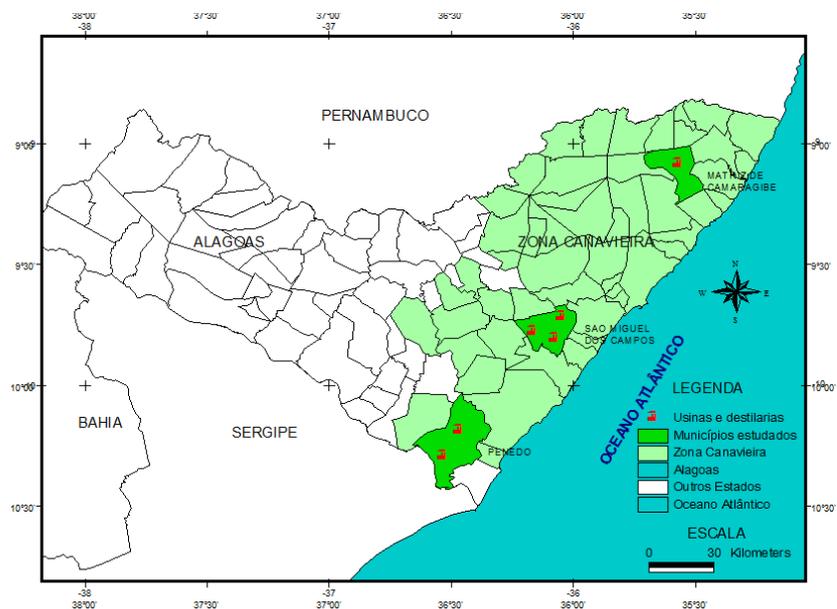


FIGURA 04 - Municípios estudados com suas respectivas Usinas de Cana de Açúcar.

3.2 – Período e metodologia da observação

Os dados foram coletados no sistema DATASUS e obtidos nos anos 2005 a 2007, para as patologias: asma, pneumonia e bronquite relacionando a morbidade hospitalar do SUS por local de internação em seus respectivos municípios. O DATASUS é o nome do departamento de informática do Sistema Único de Saúde do Brasil. Trata-se de um órgão da Secretaria Executiva do Ministério da Saúde com a responsabilidade de coletar, processar e disseminar informações sobre saúde.

Foi também observado informações sobre queimadas por meio da detecção de focos com o sensor AVHRR do sistema de satélites NOAA no mesmo período. Estas informações foram obtidas no site do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC/INPE, 2008).

A família de satélites NOAA (National Oceanic Atmospheric Administration), administrada pelo National Environmental Satellite and Information Service (NESDIS), foi iniciada em 1960 com os satélites da série TIROS e realizou o lançamento de mais de uma dezena de satélites e diversos instrumentos operacionais (sondas e imageadores). Esta série gera diariamente observações globais de padrões meteorológicos e condições ambientais na forma de dados quantitativos. Essas informações são usadas como base para estudos de monitoramento de queimadas, de acompanhamento da atividade fotossintética, de previsão meteorológica detalhada, de zoneamentos agroclimáticos, de estudos de comportamento térmico de paisagens, de mapeamento de secas e inundações, estimativas de fitomassa e análise da cobertura vegetal (EMBRAPA, 2007).

O sensor AVHRR que fornece imagens no visível e no infravermelho de dia e de noite. Esse sensor apresenta uma resolução espacial de aproximadamente 1,1km

(Pixel¹ = 1km x 1km). Os dados do canal 1, obtidos na faixa do visível (0,58 a 0,68mm) são empregados no mapeamento diurno de nuvens, gelo e neve.

Os mapas gerados pelas informações dos satélites apresentam-se no Anexo 01. Em seguida, esses dados foram armazenados em planilhas do Excel e a partir destas, foram elaborados gráficos para uma melhor análise das possíveis correlações entre os eventos de queimada da cana-de-açúcar e a ocorrência de internações.

Os dados de precipitação pluviais correspondentes dos anos estudados (2005 a 2007) foram fornecidos pela Diretoria de Meteorologia da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos de Alagoas. Enquanto as normais climatológicas foram obtidas pelo Setor de Climatologia do Centro de Ciências Agrárias – CECA/UFAL.

Foi utilizado no trabalho, interpretações de representações gráficas do comportamento da variável meteorológica precipitação e o número de internamentos mensais das doenças ao longo do período mencionado. Também foram usadas correlações estatísticas entre a variável meteorológica (variável X) e o número de casos de internações (variável Y) observando o coeficiente de correlação (r), e qual tipo de regressão apresentou seu maior valor.

3.3 - Tipo de estudo

¹ Pixel (Picture element): tamanho do elemento de resolução da cena da imagem.

Este é um estudo ecológico de séries temporais. Este tipo de estudo epidemiológico se caracteriza pelo enfoque de um grupo de indivíduos, geralmente definido por uma região geográfica, como, por exemplo, a população de um bairro, de uma cidade, de um Estado ou de um país. Não há dados individuais, desconhecendo-se as proporções de expostos e doentes, não expostos e doentes, expostos e não doentes e não expostos e não doentes. Apenas os valores marginais, como o total de expostos e não expostos, e de doentes e não doentes são acessíveis (MORGENSTERN, 1982; MORGENSTERN, 1995).

Este tipo de estudo tem a vantagem de ser relativamente barato quando comparado com estudos de corte ou caso-controle, uma vez que os dados estão disponíveis, tendo sido, às vezes, colhidos para outras finalidades. Os estudos ecológicos permitem avaliar os impactos sociais ou populacionais de uma determinada variável, como, por exemplo, a poluição atmosférica, novos programas de saúde e mudanças na legislação.

Os estudos de séries temporais envolvem a comparação de taxas ou número de eventos ocorridos de uma determinada variável (por exemplo, doenças respiratórias), num dado período de tempo, em uma região geográfica definida. Seu objetivo principal é determinar uma possível associação entre as variações na intensidade da exposição e na frequência das doenças (MORGENSTERN, 1982). Essas análises são geralmente realizadas mediante de modelos de regressão. Em adição, nos dá, por meio de gráficos, o comportamento da variável ao longo do tempo, servindo também para estimar sua tendência futura (ROTHMAN; GREENLAND, 1998). São estudos classicamente utilizados para gerar hipóteses a serem

investigadas individualmente ou para avaliar o impacto de programas de intervenção sobre populações.

Recentemente, os estudos ecológicos têm adquirido maior relevância com o desenvolvimento de técnicas de análises estatísticas mais apuradas, em estudos que indicam a presença de relação causa e efeito entre poluição e seus efeitos sobre a saúde humana (POPE *et al.*, 1992; SCHWARTZ, 1994a,b).

Os estudos ecológicos e, neste caso, os estudos de séries temporais, são particularmente eficientes para a detecção de efeitos agudos da poluição do ar. Com esse tipo de abordagem, é possível estudar a variação do número de ocorrências de um evento (mortes, internações hospitalares, visitas ao serviço de emergência) ao longo do tempo, como uma função de termos controladores para variações sazonais de diferentes freqüências (estações do ano, meses, dias), indicadores de temperatura e/ou umidade relativa do ar, ou outros fatores de interesse, entre eles, os níveis de poluição do ar (SALDIVA, 1998). Para as séries temporais são mais comumente utilizados intervalos de tempo de um ou mais dias.

Baseado na experiência anterior do Laboratório de Poluição Atmosférica Experimental (LPAE), do Departamento de Patologia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (SALDIVA *et al.*, 1994; SALDIVA *et al.*, 1995; MIRAGLIA, 1997; LIN, 1997; BRAGA, 1998; PEREIRA, 1998; ARBEX, 2002) e, apesar de apresentar uma série de limitações, inerentes ao próprio modelo, o estudo ecológico de séries temporais foi considerado mais adequado para o presente estudo, uma vez que irá correlacionar os níveis de queimadas em distintos municípios do Estado de Alagoas, com dados de morbidade da população, num dado período de tempo.

Quanto aos objetivos, a pesquisa é do tipo descritiva e quanto aos procedimentos técnicos, do tipo documental.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 – São Miguel dos Campos

Pela climatologia, nota-se que o período de maiores valores registrados de precipitação são nos meses de abril a julho, com máximos chegando a 261,5mm/mês em abril (Figura 05A). Os períodos de menores valores de precipitação coincidem com os meses onde aparecem os focos de queimada da palha da cana-de-açúcar na região, conforme Quadro 01.

Percebe-se que nestes meses onde são registrados os focos de queimadas a temperatura do ar encontra-se em seus maiores valores, chegando a 27,2°C em janeiro e a umidade relativa do ar em seu valor mínimo chegando a 77% em dezembro (Figura 5B). Sendo assim pode-se constatar que para um bom desempenho do processo da queima da palha da cana-de-açúcar é necessário que o nível de precipitação seja o menor possível.

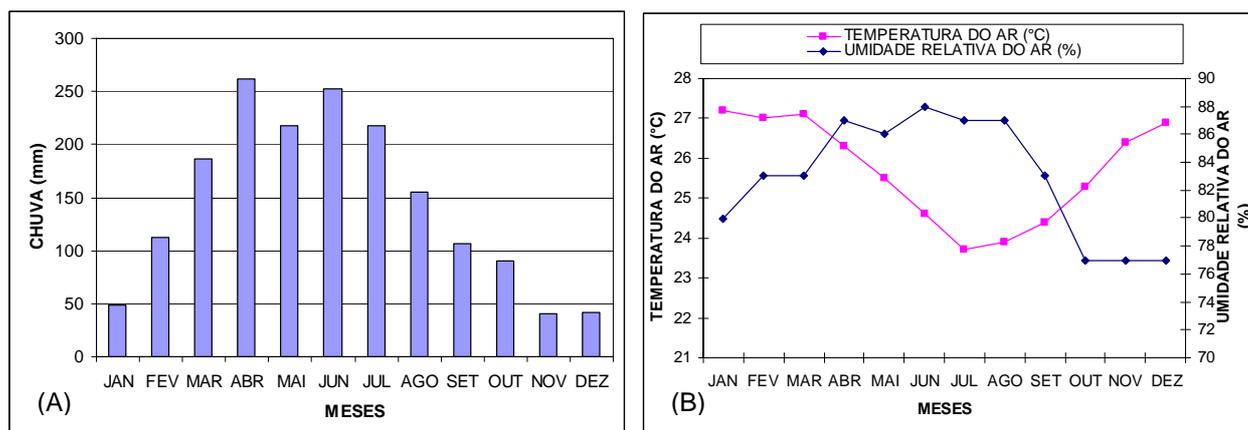


FIGURA 05 – Normal climatológica da Precipitação (mm) (A) e da Umidade Relativa (%) e Temperatura do Ar (°C) (B), para o município de São Miguel dos Campos.

Neste, os focos de queimadas são registrados no período de agosto a abril, conforme Quadro 01. A ocorrência dos maiores valores destes focos aparece em fevereiro, novembro e janeiro de 2005, de 2006 e de 2007 respectivamente, sendo registrados de 6 a 10 focos.

Segundo a COPERSUCAR (1986), ao se efetuar a queima da palha da cana-de-açúcar na pré-colheita, observa-se o estado vegetativo das plantas, a direção do vento e as condições meteorológicas. Esses aspectos são analisados, de modo a evitar que a temperatura atingida seja muito alta, o que ocorre sob condições de baixa umidade atmosférica. O gráfico (B) da Figura 05 ao contrario disto mostra que em novembro, janeiro e fevereiro aparecem temperaturas mais elevadas e umidades relativas do ar mais baixas.

Quadro 01 – Focos de queimadas mensais durante o período de 2005 a 2007, no município de São Miguel dos Campos, Alagoas.

ANOS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
2005	1 a 5	6 a 10	1 a 5	0	x	0	0	1 a 5	1 a 5	0	1 a 5	1 a 5
2006	1 a 5	1 a 5	0	1 a 5	0	0	1 a 5	1 a 5	1 a 5	1 a 5	6 a 10	0
2007	6 a 10	1 a 5	1 a 5	1 a 5	1 a 5	0	0	0	1 a 5	1 a 5	0	1 a 5

Confirmando as normais climatológicas de precipitação mostradas na Figura 5A, a Quadro 02 demonstra que os períodos de precipitação são praticamente os mesmos e com isso fica ainda mais visível que correlacionando com a Quadro 01, a queima da palha da cana de açúcar só começa a acontecer a partir do mês de agosto, quando o índice pluviométrico decresce gradativamente até o mês de abril quando acaba o processo da queima.

Quadro 02 – Precipitação mensal durante o período de 2005 a 2007, no município de São Miguel dos Campos, Alagoas

PRECIPITACAO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
2005	4,7	58,2	104,6	136,7	480,2	480,3	238,1	282,5	84,5	41,9	10,1	92,9
2006	40,8	7,7	121,2	335,3	358,9	400,7	269,7	200,3	122,4	35,9	115	3,2
2007	39,8	258,2	229,2	238,2	484,3	261	326,5	248,7	69,7	54,9	15,4	41
MEDIA	28,4	108,0	151,7	236,7	441,1	380,7	278,1	243,8	92,2	44,2	46,8	45,7

As doenças mostram-se presente durante todo ano, contudo os meses de maior ocorrência são observados no período de inverno, conforme Quadro 03. Isto também foi observado por Tadashi et al (2004), porém aqui pode-se verificar que nestes meses citados não ocorreu a queima da palha da cana-de-açúcar.

Segundo Lin (1997) e Braga (1998) os efeitos da sazonalidade sobre as doenças respiratórias são bem conhecidos. Em vários estudos anteriores observou-se um aumento destas nos meses mais frios do ano.

Quadro 03 – Valores médios das morbidades estudadas durante o período de 2005 a 2007, no município de São Miguel dos Campos, Alagoas.

MORBIDADE	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
ASMA	13	12	23	18	19	19	22	16	10	15	12	10
PNEUMONIA	14	14	12	13	16	26	33	21	12	14	12	12
BRONQUITE	15	12	9	13	17	15	18	15	11	16	13	12

Os gráficos da Figura 06 indicam a sazonalidade da ocorrência de Asma para São Miguel dos Campos relacionando com as precipitações no período estudado. Os

maiores índices da doença ocorreram nos meses de julho e agosto de 2005 com 26 internações, em março de 2006 com 39 internações e em abril e maio de 2007 com 23 internações. Quanto à precipitação observou-se que nos meses de maio e junho de 2005, junho de 2006 e maio de 2007 se deram os maiores índices, como se vê no gráfico da Figura 06. Efetuada a correlação entre a variável independente precipitação e a dependente doença, mostrou-se que a correlação tipo polinomial de 2ª ordem foi a que mais se ajustou, com $R=0,54$. Nota-se a existência de uma boa relação entre as variáveis. Sendo assim no ano de 2005 os picos de Asma aparecem logo após os períodos de maiores precipitações. Já em 2006 a doença em tela tem seu maior pico alguns meses antes dos maiores índices de pluviométricos. Enquanto em 2007 a doença acompanha a intensidade da precipitação, ou seja, à medida que as precipitações aumentam os casos de Asma também se elevam.

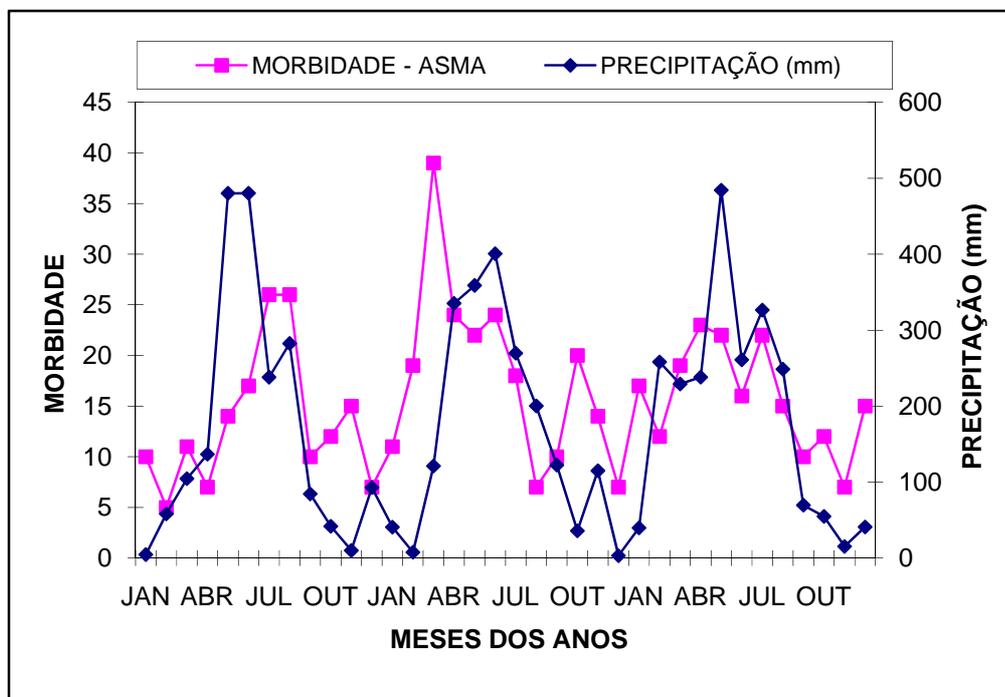


FIGURA 06 – Valores médios mensais de ocorrência de Asma e de Precipitação (mm) nos anos de 2005 a 2007, para São Miguel dos Campos, Alagoas.

Foi verificado conforme os gráficos da Figura 07 que também existe sazonalidade na ocorrência de Pneumonia para São Miguel dos Campos quando relacionado com as precipitações no período observado. O maior valor da doença ocorreu em julho de 2005 com 52 internações, tendo neste mesmo mês o maior índice pluviométrico (480,3mm). Em 2006 os meses de junho e julho tiveram seu máximo em caso de Pneumonia em 29 e 30 internações e os maiores valores de precipitação nestes mesmos meses (358,9mm e 400,7mm respectivamente). E em junho de 2007 com 32 internações, e 484,3mm sendo o mais elevado valor para este ano. Efetuada a correlação entre a precipitação e a doença, mostrou-se que a do tipo polinomial de 2ª ordem foi a que mais se ajustou, com $R=0,29$, observando a não existência de uma boa relação entre as variáveis. Em 2005 a doença apresentou-se logo após os maiores índices pluviométricos. Ocorrendo da mesma forma em 2006 e também em 2007.

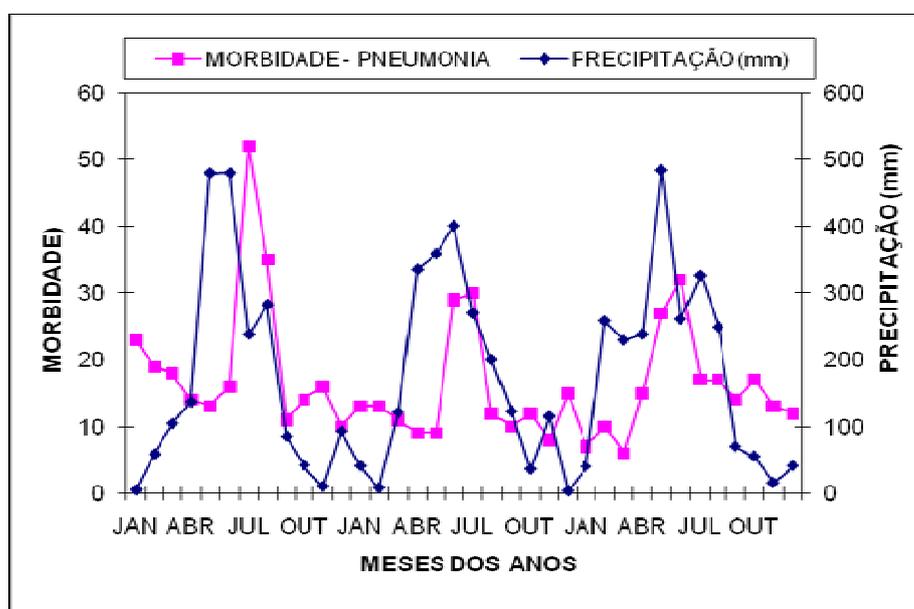


FIGURA 07 – Valores médios mensais de ocorrência de Pneumonia e de Precipitação (mm) nos anos de 2005 a 2007, para São Miguel dos Campos, Alagoas.

Analisando os gráficos da Figura 08 viu-se que as variáveis algumas vezes apresentaram-se de forma inversamente proporcional. Em janeiro de 2005 o município teve o maior número de internações de casos de Bronquite (24), enquanto neste mesmo mês teve o seu mínimo em precipitação pluvial (4,7mm). Entretanto ainda em 2005, no mês de junho e julho as internações voltam a crescer juntamente com a pluviometria. O comportamento permaneceu assim em fevereiro de 2006 e repetiu em julho do mesmo ano e continuou pelo ano de 2007 agora de forma diretamente proporcional. Efetuada a correlação entre a variável independente precipitação e a dependente doença, mostrou-se que a correlação tipo polinomial de 2ª ordem foi a que mais se ajustou, com $R=0,35$. Observou-se que não houve uma boa correlação entre as variáveis analisadas.

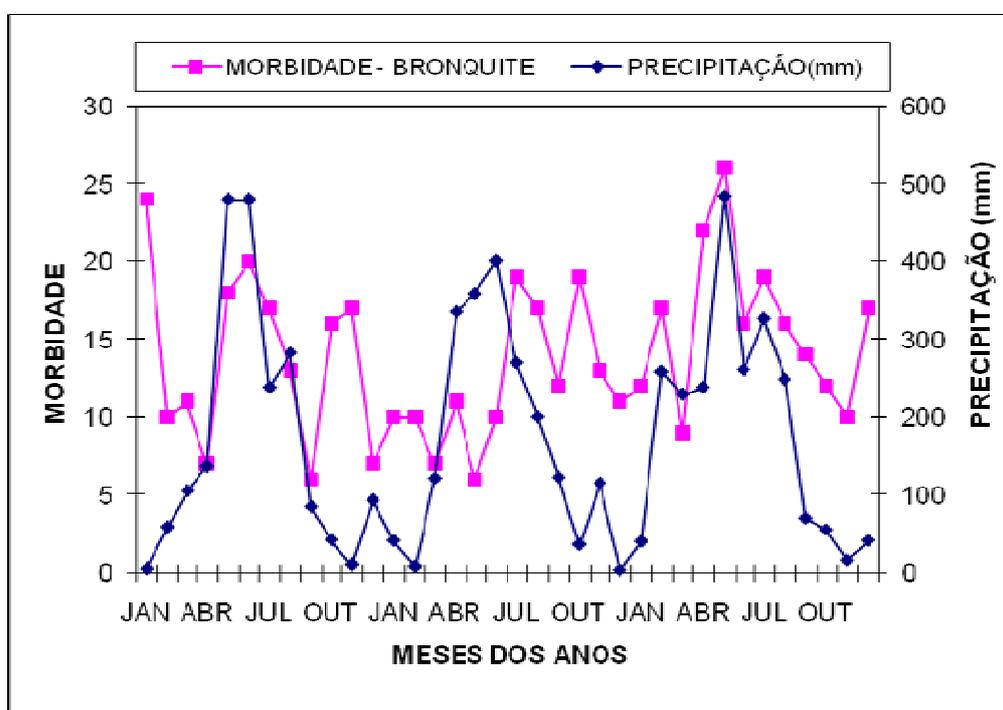


FIGURA 08 – Valores médios mensais de ocorrência de Bronquite e de Precipitação (mm) nos anos de 2005 a 2007, para São Miguel dos Campos, Alagoas.

4.2 – Matriz de Camaragibe

De acordo com a Figura 09, pode-se observar que o período de maiores valores registrados de precipitação são os meses de março a julho, sendo o máximo 285,2mm/mês em julho. Os períodos de menores valores de precipitação coincidem também com os meses onde aparecem os focos de queimada da palha da cana-de-açúcar na região, conforme Quadro 03.

Verifica-se que nestes meses onde são registrados os focos de queimadas que a precipitação começa a registrar seus valores mínimo sendo o menor destes 51,3mm em dezembro. Quanto à temperatura do ar pode-se observar que seus máximos se deram entre dezembro e março, e ficaram em torno de 26,8°C se contrapondo logicamente com a umidade relativa do ar que teve sua máxima de 93% no mês de julho, igualmente ao máximo valor de precipitação (285,2mm).

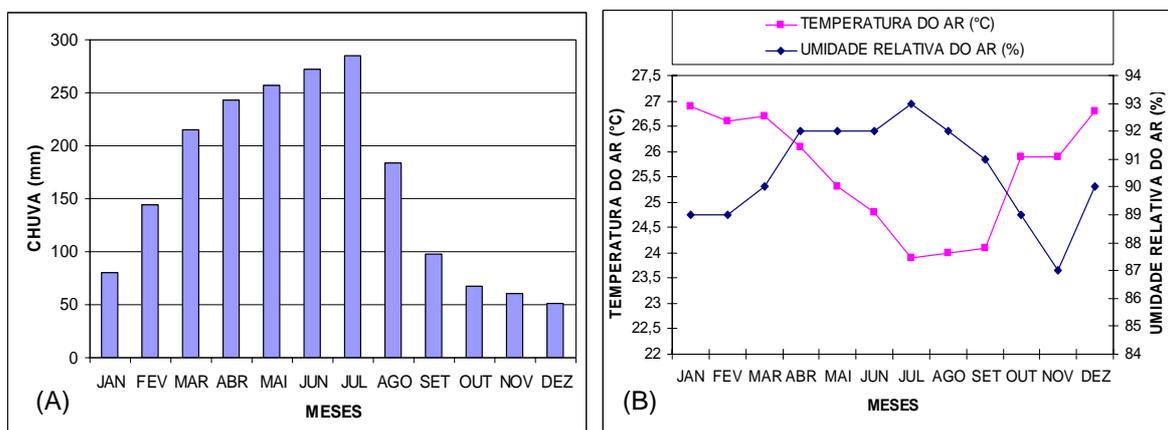


FIGURA 09 – Normal climatológica da Precipitação (mm) (A) e da Umidade Relativa (%) e Temperatura do Ar (°C) (B), para o município de Matriz de Camaragibe.

Em Matriz de Camaragibe, os focos de queimadas registrados tiveram seus maiores picos em janeiro e março de 2005 (11 a 15 focos) e (6 a 10 focos) respectivamente. Em 2006 esses meses também se mostraram enfáticos incluindo o mês de novembro. Enquanto em 2007 foi mais leve a ocorrência de focos, mostrando elevação maior apenas em fevereiro.

Quadro 04 – Focos de queimadas mensais durante o período de 2005 a 2007, no município de Matriz de Camaragibe, Alagoas.

ANOS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
2005	11 a 15	1 a 5	6 a 10	0	x	0	0	1 a 5	1 a 5	1 a 5	1 a 5	1 a 5
2006	6 a 10	6 a 10	1 a 5	0	0	0	1 a 5	1 a 5	1 a 5	1 a 5	6 a 10	1 a 5
2007	1 a 5	6 a 10	1 a 5	1 a 5	0	0	0	0	1 a 5	1 a 5	1 a 5	0

Comparando a Quadro 05 com as normais climatológicas do gráfico (A), Figura 09, pode-se verificar que nos anos estudados as precipitações foram mais intensas a partir do mês de maio até agosto e que novamente a queima da palha da cana-de-açúcar só ocorre no período de maior estiagem.

Quadro 05 – Precipitação mensal durante o período de 2005 a 2007, no município de Matriz de Camaragibe, Alagoas.

PRECIPITACAO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
2005	15	54	86,1	134	618	575,2	263	337	90	19,1	5	63
2006	94	7	299	261,5	413	398	409	205	155	44	52	29
2007	90	176	132	275	187,8	328,1	344	274,2	132	25	33	38
MÉDIA	66,3	79,0	172,4	223,5	403,3	433,8	338,7	272,1	125,7	29,4	30,0	43,3

A morbidade apresentada neste município de acordo com o Quadro 06 não foi bastante significativa, inclusive vale salientar que não houve registros em alguns meses durante os anos estudados para Bronquite, dificultando a correlação com a queima da palha da cana-de-açúcar.

Quadro 06 – Valores médios das morbidades estudadas durante o período de 2005 a 2007, no município de Matriz de Camaragibe, Alagoas.

MORBIDAD	JA	FE	MA	AB	MA	JU	JU	AG	SE	OU	NO	DE
ASMA	1	2	3	5	2	3	3	2	3	4	3	3
PNEUMONI	4	2	2	3	4	6	3	3	3	10	6	8
BRONQUIT	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0

Analisando o número de ocorrência de Asma no ano de 2005, pode-se verificar que não ocorreram registros até setembro, podendo ter havido neste caso uma sub-notificação. Conforme os gráficos da Figura 10 existiram alguns episódios onde os casos de internações antecedem as precipitações e algumas vezes mostram valores inversamente proporcionais como no mês de fevereiro de 2005 e outubro de 2006. No restante do período estudado a morbidade acompanha a pluviometria.

Efetuada a correlação entre a variável independente precipitação e a dependente doença, mostrou-se que a correlação tipo polinomial de 2ª ordem foi a que mais se ajustou, com $R=0,33$. Observou-se que não ocorreu uma boa relação entre as variáveis.

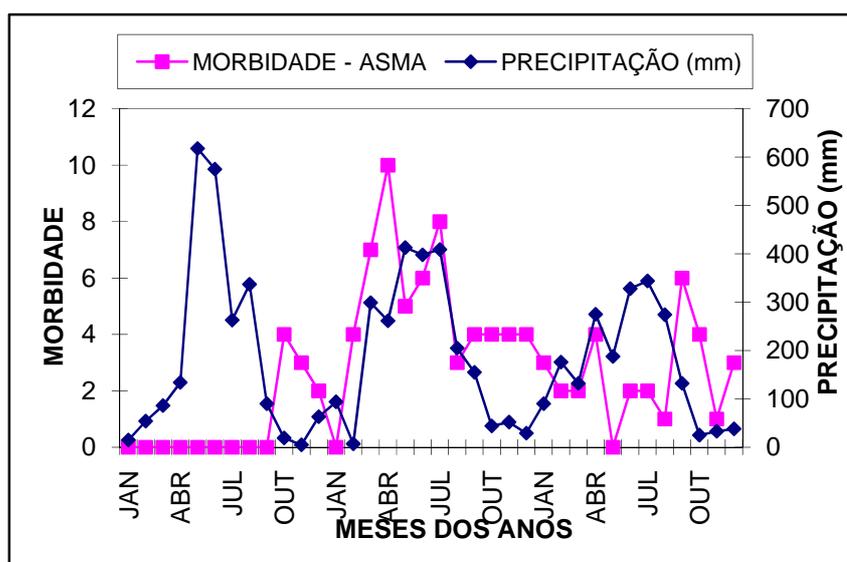


FIGURA 10 – Valores médios mensais de ocorrência de Asma e de Precipitação (mm) nos anos de 2005 a 2007, para Matriz de Camaragibe, Alagoas.

Avaliando os gráficos da Figura 11, verifica-se que novamente existe uma sub-notificação até setembro de 2005, e que a partir de 2006 os casos de internações de Pneumonia e a pluviometria aparecem correlacionados com relação direta e apenas no final de 2007 de forma inversamente proporcional.

A correlação entre a variável independente precipitação e a dependente doença que se mostrou mais ajustada foi a tipo polinomial de 2ª ordem, com $R=0,20$. Observou-se a não existência de uma boa relação entre as variáveis.

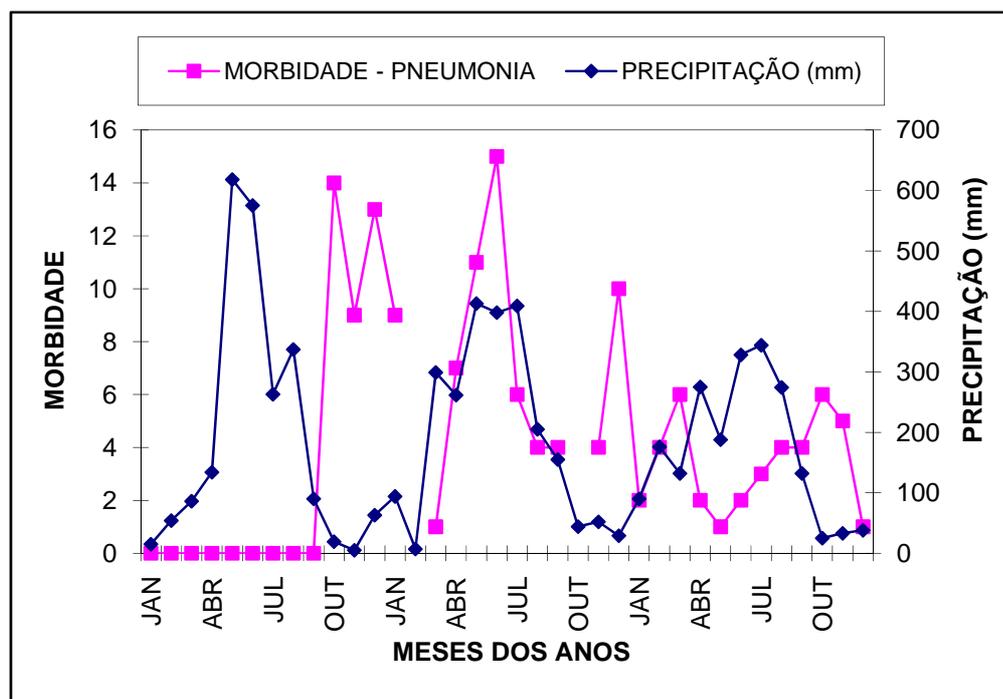


FIGURA 11 – Valores médios mensais de ocorrência de Pneumonia e de Precipitação (mm) nos anos de 2005 a 2007, para Matriz de Camaragibe, Alagoas.

Analisando os gráficos da Figura 12, novamente pode-se ver a sub-notificação desta doença até outubro de 2005, e a partir de 2006 os casos de internações de Bronquite são diretamente proporcionais as precipitações pluviais.

Efetuada a correlação entre a variável independente precipitação e a dependente doença, mostrou-se que a correlação tipo exponencial foi a que mais se ajustou, com $R=0,07$. Observou-se quase nenhuma relação entre as variáveis.

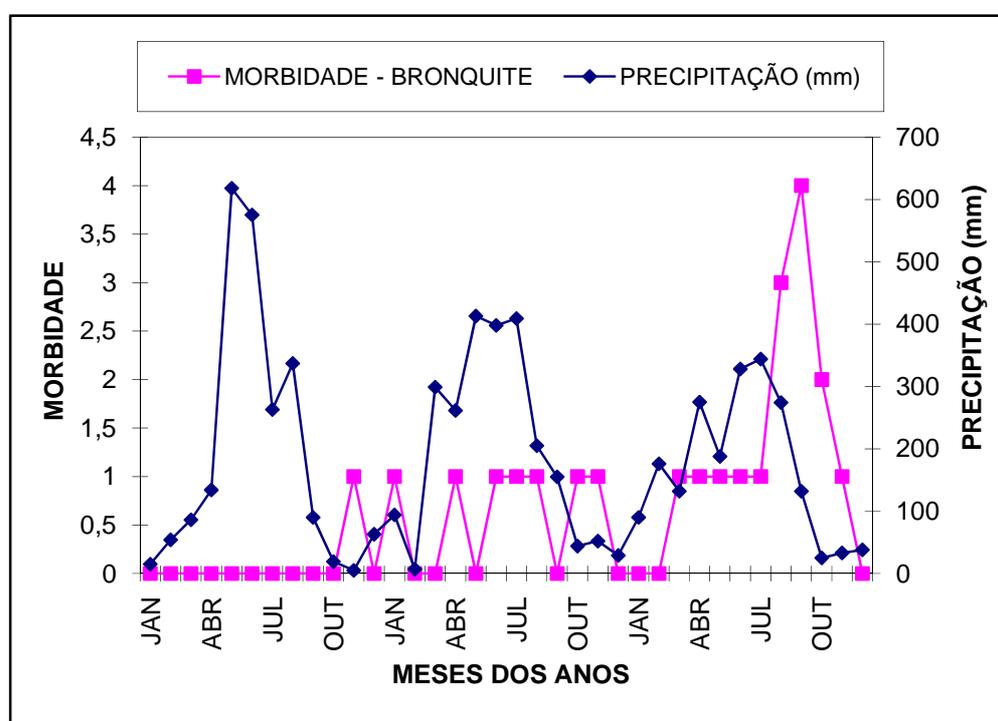


FIGURA 12 – Valores médios mensais de ocorrência de Bronquite e de Precipitação (mm) nos anos de 2005 a 2007, para Matriz de Camaragibe, Alagoas.

4.3 – Penedo

Analisando a Figura 13 observa-se que a maior incidência de precipitação deu-se nos meses de abril a julho, onde o mês de maio teve o maior valor com 297,6mm. Enquanto a temperatura do ar teve sua mínima no mês de julho com 23,9°C

e a máxima umidade relativa do ar foram no mesmo mês com 93%. Como nos municípios anteriores a coincidência dos meses que houveram focos de queimadas (setembro a março) são os mesmos em que a precipitação teve seus mínimos valores, assim também ocorrendo com os valores máximos de temperatura, e menores de umidade relativa do ar.

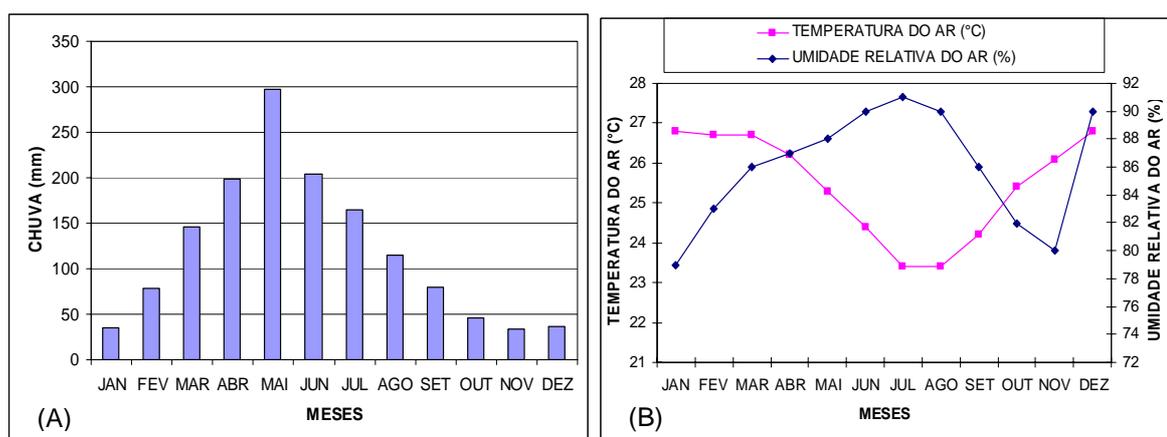


FIGURA 13 – Normal climatológica da Precipitação (mm) (A) e da Umidade Relativa (%) e Temperatura do Ar (°C) (B), para o município de Penedo.

No município de Penedo, os focos de queimadas são encontrados no período de setembro a março, conforme Quadro 07. A ocorrência destes focos aparecem de forma contínua e constante nos três anos em estudo sempre nos meses de novembro e janeiro, registrando de 1 a 5 focos. Fica visível que a queima só ocorre realmente nos meses de menor incidência de precipitações

Quadro 07 – Focos de queimadas mensais durante o período de 2005 a 2007, no município de Penedo, Alagoas.

ANOS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
2005	1 a 5	1 a 5	1 a 5	0	x	0	0	1 a 5	1 a 5	1 a 5	1 a 5	0
2006	1 a 5	1 a 5	1 a 5	0	0	0	0	0	1 a 5	1 a 5	1 a 5	1 a 5
2007	1 a 5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 a 5	0

No caso do município de Penedo, o volume de precipitação seguiu as normais climatológicas do gráfico (A) da Figura 13, com seus máximos nos meses de abril a julho. Apenas no ano de 2007 a época pluviométrica teve início mais cedo (fevereiro com 326,1mm). E mais uma vez, segundo o Quadro 07 demonstra que do mês de fevereiro a outubro de 2007 não houve registros de focos de queimadas neste município, queimando apenas em janeiro e novembro, os quais registraram baixos índices de precipitações.

Quadro 08 – Precipitação mensal durante o período de 2005 a 2007, no município de Penedo, Alagoas.

PRECIPITACAO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
2005	1,8	46,9	22,1	256	729,2	302,3	229,2	216,7	57,2	16,4	6,8	89,4
2006	16,3	15,6	47,4	434,6	414,2	386,6	247	100,8	191,8	117,8	14,2	0
2007	38,1	326,1	203,7	268,6	352,3	142,4	234,4	276,8	81,7	41,2	0	22,2
MEDIA	18,7	129,5	91,1	319,7	498,6	277,1	236,9	198,1	110,2	58,5	7,0	37,2

Verificando a morbidade apresentada neste município de acordo com o Quadro 08, apesar de a doença manifestar-se durante todo o ano, os valores achados não parecem ter correlação com período de queima de cana-de-açúcar. Contudo pode-se ver que o ano de 2006 a doença esteve presente com maior intensidade.

Quadro 09 – Valores médios das morbidades estudadas durante o período de 2005 a 2007, no município de Penedo, Alagoas.

MORBIDADE	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
ASMA	2	2	4	4	4	3	3	4	4	1	4	3
PNEUMONIA	62	36	40	58	62	76	61	74	67	67	58	60
BRONQUITE	11	11	10	13	13	12	17	19	15	10	15	14

Verifica-se de acordo com os gráficos da Figura 14 que também existe sazonalidade na ocorrência de Asma para Penedo relacionando com as precipitações

no período analisado. O maior valor da doença ocorreu em setembro de 2006 com 10 internações, contudo neste mês índice pluviométrico foi de 191,8mm. Efetuada a correlação entre a variável independente precipitação e a dependente doença, mostrou-se que a correlação tipo polinomial de 2ª ordem foi a que mais se ajustou, com $R=0,09$. Observou-se que quase não existe relação entre as variáveis.

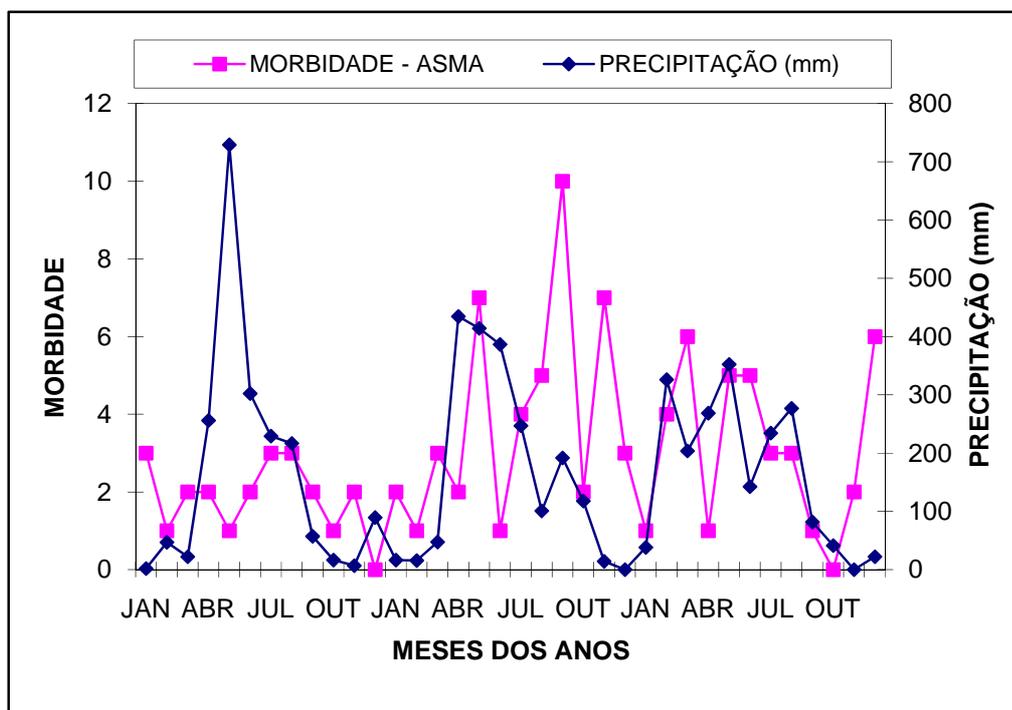


FIGURA 14 – Valores médios mensais de ocorrência de Asma e de Precipitação (mm) nos anos de 2005 a 2007, para Penedo, Alagoas.

Nos gráficos da Figura 15 pode-se observar que a morbidade Pneumonia acompanha na maioria do período estudado o desenvolvimento da pluviometria. Analisando vê-se que nos meses de junho a agosto com os valores máximos de 94, 83, 101 internações coincidem com as máximas precipitações nestes nos meses maio

e junho com 729,2 e 302,3mm. E assim continuamente com o resto dos anos observados, nos quais se vê a morbidade diretamente proporcional a precipitações.

Efetuada a correlação entre a variável independente precipitação e a dependente doença, mostrou-se que a correlação tipo polinomial de 2ª ordem foi a que mais se ajustou, com $R=0,010$. Observou-se que quase não existe relação entre as variáveis.

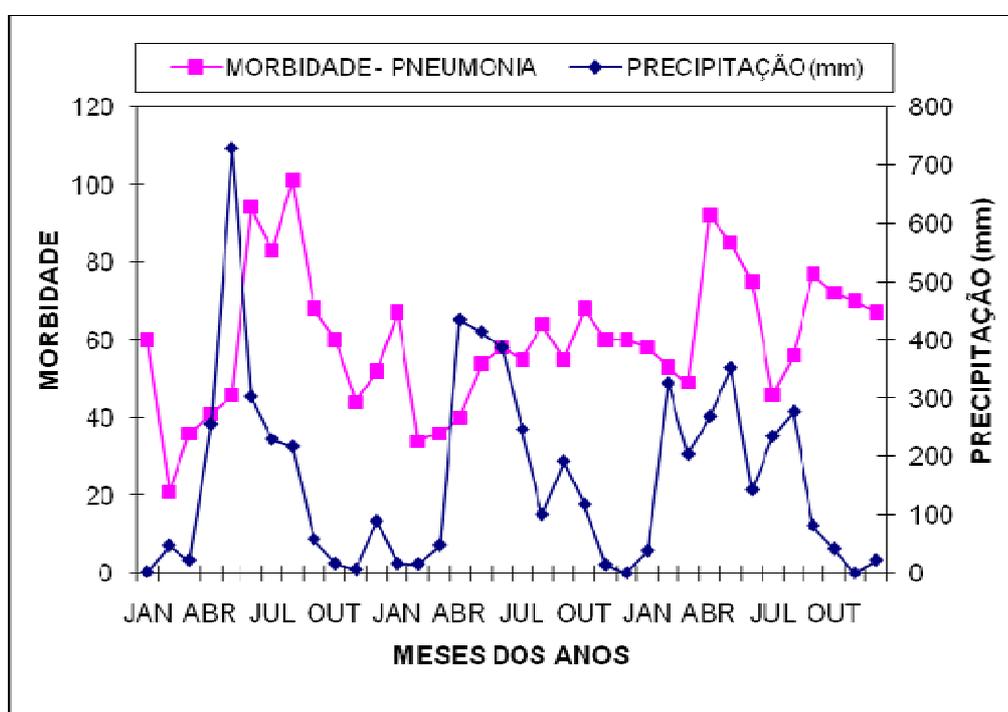


FIGURA 15 – Valores médios mensais de ocorrência de Pneumonia e de Precipitação (mm) nos anos de 2005 a 2007, para Penedo, Alagoas.

Nos gráficos da Figura 16, o comportamento da doença Bronquite em relação à precipitação acontece de forma inversamente proporcional durante a maioria dos períodos analisados. Efetuada a correlação entre a variável independente precipitação e a dependente doença, mostrou-se que a correlação tipo logarítmica foi a que mais

se ajustou, com $R=0,12$. Observou-se que a não existência de uma boa relação entre as variáveis.

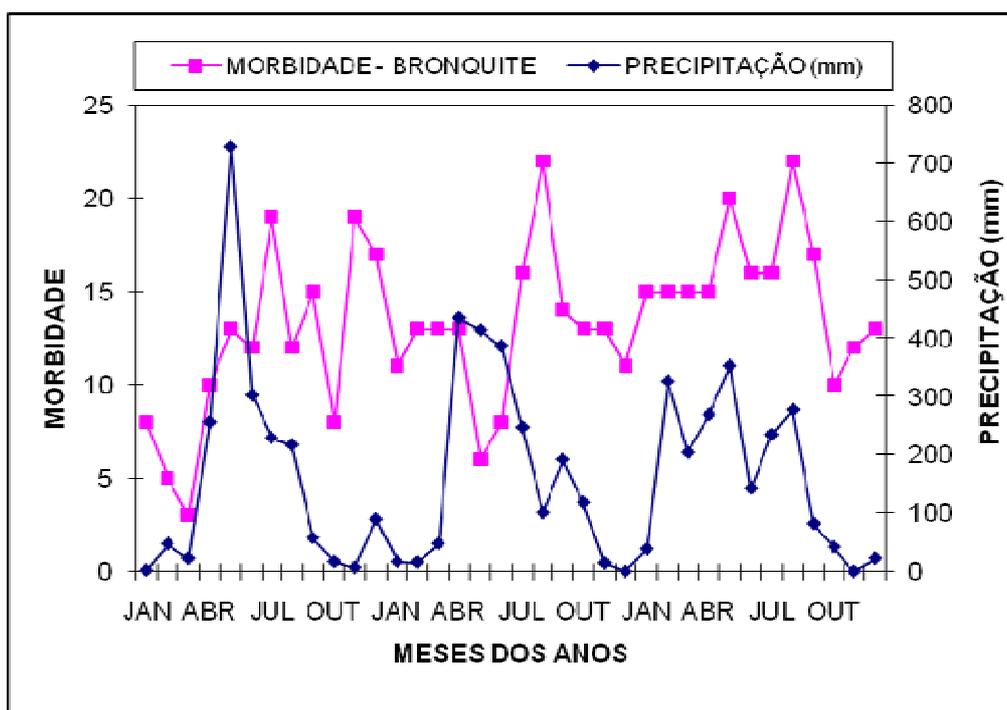


FIGURA 16 – Valores médios mensais de ocorrência de Bronquite e de Precipitação (mm) nos anos de 2005 a 2007, para Penedo, Alagoas.

CONCLUSÃO

Pode-se verificar que ao contrario do que é observado na literatura, a zona canavieira do Estado de Alagoas possui práticas agrícolas opostas, pois o período observado a queima da palha da cana-de-açúcar, as temperaturas começam a se elevar gradativamente enquanto a umidade relativa do ar descrese.

As morbidades aparecem durante todo ano, entretanto os meses de maior ocorrência são observados no período de inverno, como também observado na literatura, em vários estudos anteriores observou-se um aumento destas nos meses mais frios do ano, contudo verificou-se que nestes períodos não ocorreram a queima da palha da cana-de-açúcar.

Nos municípios de São Miguel dos Campos, Matriz de Camaragibe e Penedo os focos de queimadas foram registrados no período de agosto a abril. As ocorrências dos maiores valores destes focos aparecem em fevereiro, novembro, janeiro e fevereiro.

Em São Miguel dos Campos os picos de Asma aparecem antes e logo após os períodos de maiores precipitações, ou seja, na medida em que as precipitações aumentam os casos de Asma também se elevam. Boa correlação do tipo polinomial de 2ª ordem com $R=0,54$. Para Pneumonia, mostrou que com $R=0,29$, não houve uma boa relação entre as variáveis. No caso da Bronquite viu-se que as variáveis algumas vezes apresentaram-se de forma inversamente proporcional, e mais uma vez com $R=0,35$ não obteve boa correlação entre as variáveis analisadas.

A morbidade apresentada no município de Matriz de Camaragibe não foi bastante significativa, inclusive vale salientar que não houve registros em alguns meses durante os anos estudados, mostrando que pode ter ocorrido sub-notificação, dificultando a correlação com a queima da palha da cana-de-açúcar.

Existiram alguns episódios onde os casos de internações antecedem as precipitações e algumas vezes mostram valores inversamente proporcionais.

No município de Penedo, os focos de queimadas aparecem de forma contínua e constante nos três anos em estudo sempre nos meses de novembro e janeiro, registrando de 1 a 5 focos. Fica visível que a queima só ocorre realmente nos meses de menor incidência de precipitações

Verificando a morbidade apresentada neste município, apesar de a doença manifestar-se durante todo o ano, os valores achados não parecem ter correlação com período de queima de cana-de-açúcar. Contudo pode-se ver que o ano de 2006 a doença esteve presente com maior intensidade.

Efetuada a correlação entre a variável independente precipitação e a dependente doença, observou-se que a não existência de uma boa relação entre as variáveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, AG, CARDOSO, AA, ROCHA, GO. Influence of sugar cane burning on aerosol soluble ion composition in Southeastern Brazil. *Atmos Environ*; 38(30):5025-38, 2004.

AMRE DK, INFANTE-RIVARD C, DUFRESNE A, DURGAWALE P, ENST P. Case-control studies of lung cancer among sugar cane farmers in India. *Occup Environ Med*;5698,:548-52, 1999.

ARANHA, C.; YAHN, C. Botânica da cana-de-açúcar. In: PARANHOS, S.B. *Cana-de-açúcar: cultivo e utilização*. Campinas: Fundação Cargill, v.1, p. 431, 1987.

ARBEX, MA, BOHM, GM, SALDIVA, PH, CONCEIÇÃO, G. Assessment of the effects of sugar cane plantation burning on daily counts of inhalation therapy. *J Air Waste Manag Assoc*. 2000.

ARBEX M.A. **Avaliação dos efeitos do material particulado proveniente da queima da plantação da cana-de-açúcar sobre a morbidade respiratória na população de Araraquara – SP.**, 2002. 188 p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

BASCOM, R.; BROMBERG, P.A.; COSTA, D.A.; DEVLIN, R.; DOCKERY, D.W.; FRAMPTON, M.W.; LAMBERT, W.; SAMET, J.M.; SPEIZER, F.E.; UTELL, M. Staté of the Art. Health effects of outdoor pollution. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.*, v. 153, p. 3-50, 1996a.

BOOPATHY, R, ASRABADI, BR, FERGUSON, TG. Sugar cane (*Saccharum officinarum* L) burning and asthma in Southeast Louisiana, USA. ***Bull Environ Contam Toxicol.***;68(2):173-9, 2002.

BRAGA, A.L.F. **Quantificação dos efeitos da poluição do ar sobre a saúde da população pediátrica da cidade de São Paulo e proposta de monitorização.** São Paulo, 1998. 225p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

BRASIL, Lei n.6.938, 1981, Artigo 3º, Inciso III). Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Publicada no Diário Oficial de 31/08/1981.**

CALVERT, J.G.; LAZRUS, A.; KOK, G.L.; HEIKES, B.J.; WALEGA, J.G.; LIND, J.; CANTRELL, C.A. Chemical mechanisms of acid generation in the troposphere. ***Nature***, v. 317, p. 27-35, 1969.

CANÇADO, JED. **A poluição atmosférica e sua relação com a saúde humana na região canvieira de Piracicaba – SP**, 2003, Tese (Doutorado). São Paulo: Faculdade de Medicina USP; São Paulo, 2003.

CASAGRANDE, J.C.; DIAS, N.M.P. Atributos químicos de um solo com mata natural e cultivado com cana-de-açúcar. **STAB _ Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v.17, no 5, maio-junho de 1999.

CASTRO, HA, GOUVEIA, N, ESCAMILLA,-CEJUDO, JA. Questões metodológicas para a investigação dos efeitos da poluição do ar na saúde. ***Rev Bras Epidemiol***; 6(2): 135-49, 2003.

CODY, R.P.; WEISEL, C.P.; BIRNBAUM, G.; LIOY, P.J. The effect of ozone associated with summertime photochemical smog on the frequency of asthma visits to hospital emergency departments. ***Environ. Res.***, v. 58, p. 184-94, 1992.

CONAMA (1990a), Resolução CONAMA nº 03, Dispõe sobre padrões de qualidade do ar, previstos no – PRONAR – Data da Legislação: 28/06/90 – Publicação DOU: 22/08/90.

DARLEY, EF; LERMAN, SL. Air pollution emissions from burning sugar cane and pineapple residues from Hawaii. North Carolina: ***Environmental Protection Agency***; (EPA Publication, 450/3-75-071), 1975.

DOCKERY, D.W.; POPE III, C.A. Acute respiratory effects of particulate air pollution. ***Annu. Rev. Public. Health***, v. 15, p. 107-32, 1994.

EMBRAPA. Satélites de Monitoramento – Landsat. <<http://www.cnpm.embrapa.br/>>. [online]. Acesso em 12/05/2007

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Agroecologia da cana-de-açúcar*. Disponível em <<http://www.cana.cnpm.embrapa.br/agroeco.html>> Acessado em 10 de junho de 2008.

FERNANDES, A.C.-. A utilização da queimada na colheita da cana de açúcar. COPERSUCAR, São Paulo, CTAG-1,17pp, 1988.

FRANKENBERG, E, MCKEE, D, THOMAS, D. Health consequences of forest fires in Indonesia. *Demography*.;42(1):109-29, 2005.

FOSTER, W.M.; COSTA, D.L.; LANGENBACK, E.G. Ozone exposure alters tracheobronchial mucociliary function in humans. *Am. J. Physiol.*, v.63, p. 996-1002, 1987.

GODOI, AFL; RAVINDRA K, GODOI RH, ANDRADE SJ, SANTIAGO-SILVA M, VAN VAECK L, ET AL. Fast chromatographic determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in aerosol samples from sugar cane burning. *J Chromatogr A*.;1027(1-2):49-53, 2004.

HATCH, G.E.; SLADE, R.; HARRIS, L.P.; MACDONNELL, W.F.; DEVLIN, R.B.; KOREN, H.S.; COSTA, D.; MAKEE, J. Ozone dose and effect in human and rats. A comparison using oxygen-18 labeling and bronchoalveolar lavage. *Am. Rev. Respir. Crit. Care Med.*, v. 150, p. 676-683, 1994.

HOLMAN, C. **Sources of air pollution**. In: HOLGATÉ, S. T.; SAMET J. M. KOREN H.S.; MAYNARD, R.L. Air pollution and health. San Diego, Academic Press, cap. 8, p. 115-48, 1999.

KUNII O, KANAGAWA S, YAJIMA Y, YAMAMURA S, AMAGAI T, ISMAIL ITS. The 1997 haze disaster in Indonesia: its air quality and health effects. *Arch Environ Health*.;57(1):16-22, 2002.

LARA LBLS, ARTAXO P, MARTINELLI LA, VICTORIA RL, CAMARGO PB, KRUSCHE A, et al. Chemical composition of rainwater and anthropogenic influences in the Piracicaba River Basin, Southeast Brazil. *Atmos Environ*. 2001.

LARA LL, ARTAXO P, MARTINELLI LA, VICTORIA RL, FERRAZ ESB. Properties of aerosols from sugar-cane burning emissions in Southeastern Brazil. *Atmos Environ*. 2005.

LIN, C.A. **Efeitos da poluição atmosférica sobre a morbidade respiratória aguda na população infantil de São Paulo**. São Paulo. São Paulo, 1997. 115 p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

LOPES FS, RIBEIRO H. Mapeamento de internações hospitalares por problemas respiratórios e possíveis associações à exposição humana aos produtos da queima da

palha de cana-de-açúcar no estado de São Paulo. *Rev Bras Epidemiol.*;9(2):215-25, 2006.

MALILAY J. A review of factors affecting the human health impacts of air pollutants from forest fires. In: Background papers of Health Guidelines for Vegetation Fire Events; 1998 Oct 6-9; Lima, Peru. Genebra: WHO, 1999.

MANAHAN, S.E., **Environmental Chemistry**. 7 ed. New York, CRC Press LLC, 2000

MIRAGLIA, S.G.E.K. **Análise do impacto do consumo de diferentes combustíveis na incidência de mortalidade por doenças respiratórias no Município de São Paulo**. São Paulo, 1997. 100 p. Tese (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

MORGENSTERN, H. Uses of ecological analysis in epidemiologic research. **Am. J. Public Health**, v. 72, p. 1336-44, 1982.

MORGENSTERN, H. Ecologic studies in epidemiology: concepts, principles, and methods. **Annu. Rev. Public Health**, v. 16, p. 61-81, 1995.

MOTT JA, MANNINO DM, ALVERSON CJ, KIYU A, HASHIM J, LEE T, et al. Cardiorespiratory Hospitalizations associated with smoke exposure during the 1997 Southeast Asian forest fires. *Int J Hyg Environ Health.*;208(1-2):75-85, 2005.

MRE - Ministério das Relações Exteriores. Disponível em <URL:<http://www.mre.gov.br/cdbrasil/itamaraty/web/port/economia/agroind/apresent/apresent.htm>> Acessado em 5 de junho de 2008.

MULLEN, J.B.; WRIGHT, J.L.; WIGGS, B.R.; PARE, P.D.; HOGG, J.C. Reassessment of inflammation of airways in chronic bronchitis. *Br. Med. J.*, v. 291, p. 1235-9, 1985.

OPPENHEIMER C, TSANEV VI, ALLEN AG, MCGONIGLE AJS, CARDOSO AA, WIATR A, et al. NO₂ Emissions from agricultural burning in São Paulo, Brazil. *Environ Sci Technol.*;38(17):4557-61, 2004.

PEREIRA, L.A.A. **Associação entre poluição atmosférica e perdas fetais tardias no município de São Paulo**. São Paulo, 1998. 155 p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

PHOOLCHUND HN. Aspects of occupational health in the sugar cane industry. *J Soc Occup Med*. 1991;41(3):133-6.

PORTUGAL, Gil. **Poluição do Ar**. Artigos Publicados – Artigo 82 (online). Disponível em: <<http://www.gpca.com.br/gil/artigos.htm>>. Acessado em: 12 fev. 2008.

POPE III, C.A.; SCHWARTZ, J.; RANSOM, M.R. Daily mortality and PM₁₀ pollution in Utah Valley. *Arch. Environ. Health*, v. 47, p. 211-7, 1992.

RIBEIRO H, ASSUNÇÃO JV. Efeitos das queimadas na saúde humana. **Estud Av.**;16(44):125-48, 2002.

ROCHA GO, FRANCO A, ALLEN AG, CARDOSO AA. Sources of atmospheric acidity in an agricultural-industrial region of Sao Paulo Staté, Brazil. **J Geophys Res D. Atmospheres.**;108(D7):4207, 2003.

ROCHA GO, ALLEN AG, CARDOSO AA. Influence of agricultural biomass burning on aerosol size distribution and dry deposition in Southeastern Brazil. **Environ Sci Technol.**;39(14):5293-30, 2005.

ROMÃO, MARCELO; UEHARA, SANDRO TOSHIO; FELÍCIO, RICARDO. **Uso da meteorologia no controle da poluição do ar.** Vento Noroeste, São Paulo, n. 3, 2000. Disponível em: <<http://www.planeta.terra.com.br/servicos/vnw/ventonw/artigo03.htm>>. Acessado em: 12 fev. 2008.

ROTHMAN, J. K.; GREENLAND, S. **Modern Epidemiology**, Segunda edição, 1998.

SALDIVA, P.H.N.; LICHTENFELS, A.J.F.C.; PAIVA, P.S.O.; BARONE, I.A.; MARTINS, M.A.; MASSAD, E.; PEREIRA, J.C.R.; XAVIER, V.P.; SINGER, J.M.; BÖHM, G.M. Association between air pollution and mortality due to respiratory diseases in children in Sao Paulo, Brazil: a preliminary report. **Environ. Res.**, v. 65, p. 218-25, 1994.

SALDIVA, P.H.N.; POPE III, C.A.; SCHWARTZ, J.; DOCKERY, D.W.; LICHTENFELS, A.J.; SALGE, J.M.; BARONE, I.; BÖHM, G.M. Air pollution and mortality in elderly people: a time-series study in Sao Paulo, Brazil. **Arch. Environ. Health.**, v. 50, p. 159-63, 1995.

SALDIVA, P.H.N. **Poluição atmosférica e saúde: uma abordagem experimental.** GREEPEACE, SOS, chega de poluição. Brasil, 1998.

SASTRY N. FOREST fires, air pollution, and mortality in Southeast Asia. **Demography.**;39(1):1-23, 2002.

SHARKEY B., ed. Health hazards of smoke: recommendation of the April 1997 Consensus Conference. **Technical Report 9751-2836-MTDC.** Missoula, MT: United States Department of Agriculture, Forest Service, Missoula Technology and Development Center, p. 84, 1997.

SCHWARTZ, J. Air pollution and hospital admissions for the elderly in Detroit. **Am. J. Respir. Crit. Care Med.**, v. 150, p. 648-55, 1994a.

SCHWARTZ, J. Air pollution and hospital admissions for the elderly in Birmingham, Alabama. **Am. J. Epidemiol.**, v. 139, p. 589-90, 1994b.

THOMSON, A.; SKINNER, A.; PIERCY, J. **Fisiodesetapia de Tidy**. 12.ed. São Paulo: Santos, 1994.

THOMPSON, A.; DAUGHTON, D.; ROBBINS, R.; GHAFOURI, M.; OEHLERKING, M.; RENNARD, S. Intraluminal airway inflammation in chronic bronchitis. **Am. Rev. Respir. Dis.**, v. 140, p. 1527-37, 1989.

VERMYLEN J, NEMMAR A, NEMERY B, HOYLAERTS MF. Ambient air pollution and acute myocardial infarction. **J Trombosis Haemostasis**.;3(9):1955-6, 2005.

WHITE, M.C.; ETZEL, R.A.; WILCOX, W.D.; LLOYD, C. Exacerbations of childhood asthma and ozone pollution in Atlanta. **Environ. Res.**, v. 65,p. 56-68, 1994.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Health Guidelines for Vegetation Fire Events**. ed. SCHWELA, D.H., GOLDAMMER, J.G.,MORAWSKA, L.H., SIMPSON, O. Geneva, World Health Organization,1999.

YOKELSON, R.J.; SUSOTT, R.; WARD, D.E.; REARDON, J.; GRIFFITH, D.W.T. Emissions from smoldering combustion of biomass measured by open-path Fourier transform infrared spectroscopy. **J. Geophy. Res.** v.102, p. 865- 877, 1997.

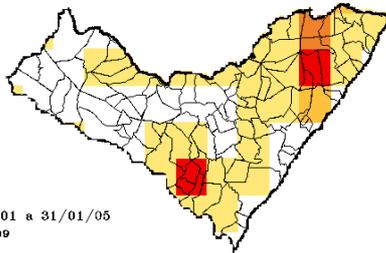
ZANCUL A. **O efeito da queimada de cana-de-açúcar na qualidade do ar de região de Araraquara. São Carlos**. São Paulo, 1998. Dissertação (Mestrado). São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos da USP; São Paulo, 1998.

ANEXOS

FOCOS ACUMULADOS EM 2005

Alagoas

Divisao Municipal



Focos Acumulados de 01 a 31/01/05

Total de Focos NOAA-12N : 109

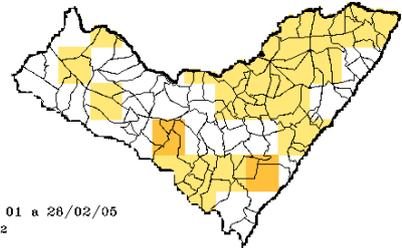


Fonte de Dados: CPTEC/INPE

© CPTEC/INPE

Alagoas

Divisao Municipal



Focos Acumulados de 01 a 28/02/05

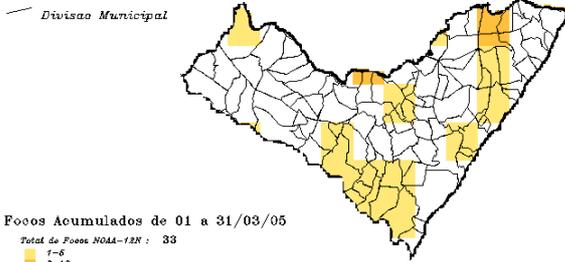
Total de Focos NOAA-12N : 52



Fonte de Dados: CPTEC/INPE

© CPTEC/INPE

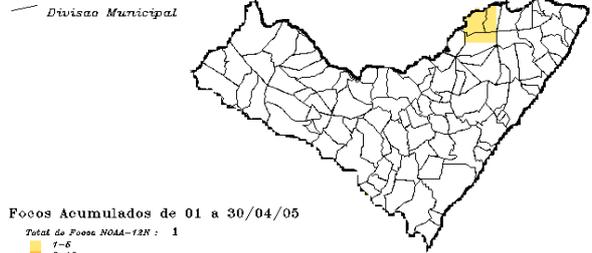
Alagoas



Fonte de Dados: CPTEC/INPE

© CPTEC/INPE

Alagoas

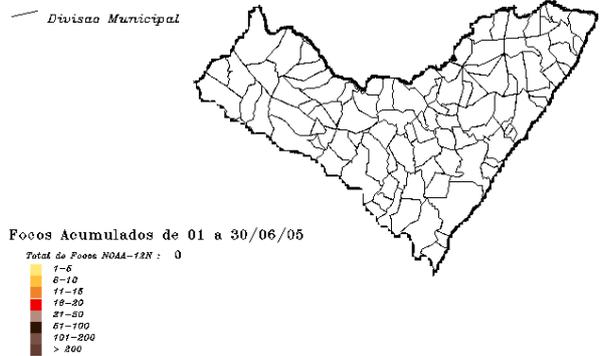


Fonte de Dados: CPTEC/INPE

© CPTEC/INPE

Maio/2005

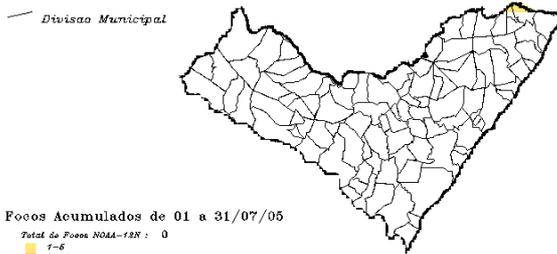
Alagoas



Fonte de Dados: CPTEC/INPE

© CPTEC/INPE

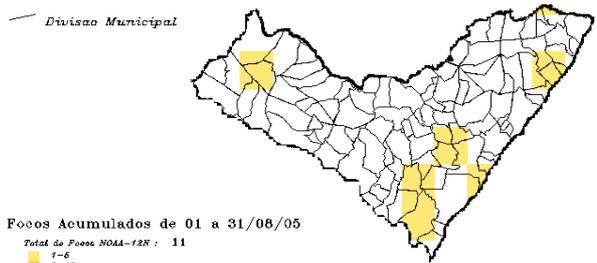
Alagoas



Fonte de Dados: CPTEC/INPE

© CPTEC/INPE

Alagoas

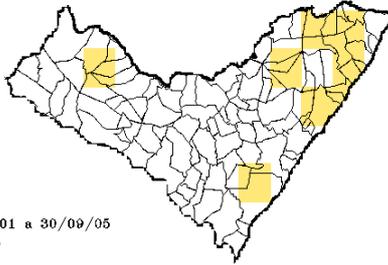


Fonte de Dados: CPTEC/INPE

© CPTEC/INPE

Alagoas

Divisao Municipal



Focos Acumulados de 01 a 30/09/05

Total de Focos NOAA-12N : 15

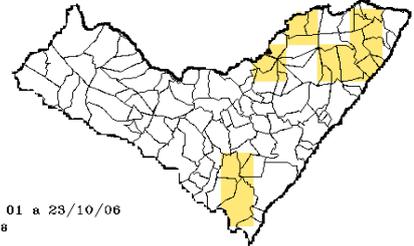


Fonte de Dados: CPTEC/INPE

© CPTEC/INPE

Alagoas

Divisao Municipal



Focos Acumulados de 01 a 23/10/06

Total de Focos NOAA-12N : 18

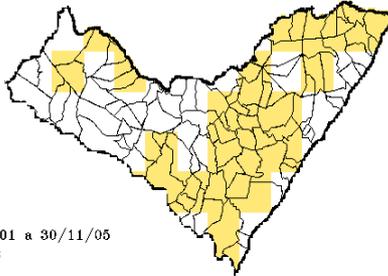


Fonte de Dados: CPTEC/INPE

© CPTEC/INPE

Alagoas

Divisao Municipal



Focos Acumulados de 01 a 30/11/05

Total de Focos NOAA-12N : 43

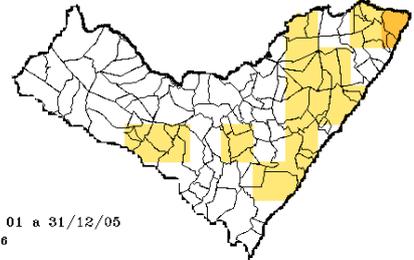


Fonte de Dados: CPTEC/INPE

© CPTEC/INPE

Alagoas

Divisao Municipal



Focos Acumulados de 01 a 31/12/05

Total de Focos NOAA-12N : 26



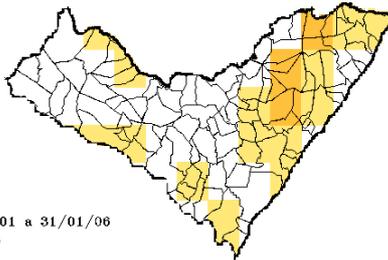
Fonte de Dados: CPTEC/INPE

© CPTEC/INPE

FOCOS ACUMULADOS EM 2006

Alagoas

Divisao Municipal



Focos Acumulados de 01 a 31/01/06

Total de Focos NOAA-12N : 55

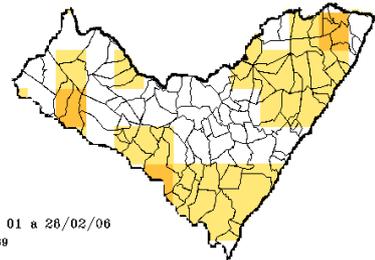


Fonte de Dados: CPTEC/INPE

© CPTEC/INPE

Alagoas

Divisao Municipal



Focos Acumulados de 01 a 26/02/06

Total de Focos NOAA-12N : 89

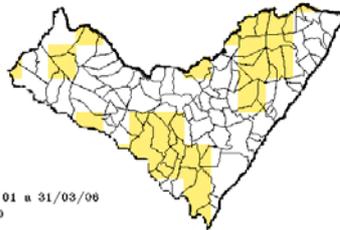


Fonte de Dados: CPTEC/INPE

© CPTEC/INPE

Alagoas

Divisao Municipal



Focos Acumulados de 01 a 31/03/06

Total de Focos NOAA-12N : 30

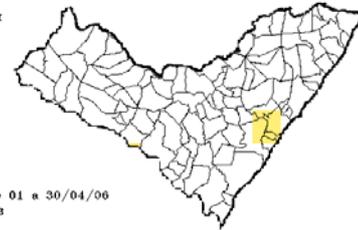


Fonte de Dados: CPTEC/INPE

© CPTEC/INPE

Alagoas

Divisao Municipal



Focos Acumulados de 01 a 30/04/06

Total de Focos NOAA-12N : 3

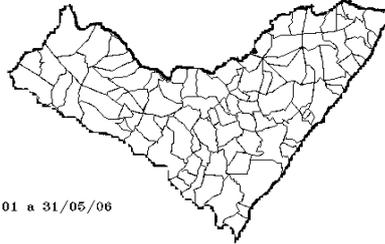


Fonte de Dados: CPTEC/INPE

© CPTEC/INPE

Alagoas

Divisao Municipal



Focos Acumulados de 01 a 31/05/06

Total de Focos NOAA-12N : 2

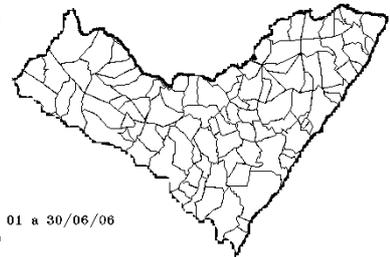


Fonte de Dados: CPTEC/INPE

© CPTEC/INPE

Alagoas

Divisao Municipal



Focos Acumulados de 01 a 30/06/06

Total de Focos NOAA-12N : 0

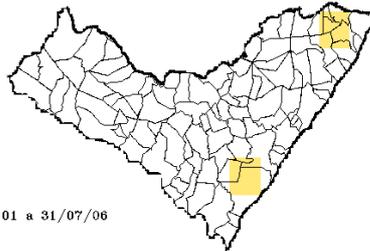


Fonte de Dados: CPTEC/INPE

© CPTEC/INPE

Alagoas

Divisao Municipal



Focos Acumulados de 01 a 31/07/06

Total de Focos NOAA-12N : 5

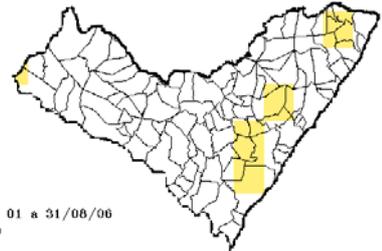


Fonte de Dados: CPTEC/INPE

© CPTEC/INPE

Alagoas

Divisao Municipal



Focos Acumulados de 01 a 31/08/06

Total de Focos NOAA-12N : 9

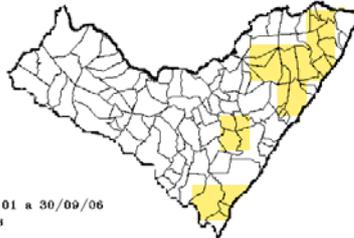


Fonte de Dados: CPTEC/INPE

© CPTEC/INPE

Alagoas

Divisao Municipal



Focos Acumulados de 01 a 30/09/06

Total de Focos NOAA-12N : 18

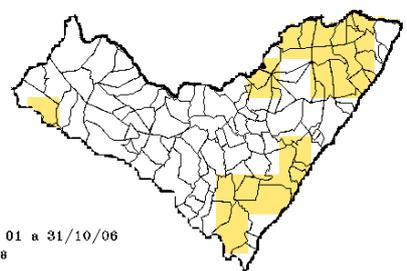


Fonte de Dados: CPTEC/INPE

© CPTEC/INPE

Alagoas

Divisao Municipal



Focos Acumulados de 01 a 31/10/06

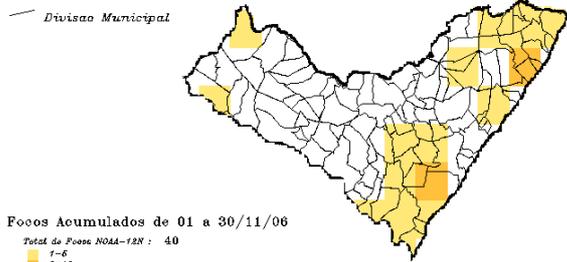
Total de Focos NOAA-12N : 28



Fonte de Dados: CPTEC/INPE

© CPTEC/INPE

Alagoas



Focos Acumulados de 01 a 30/11/06

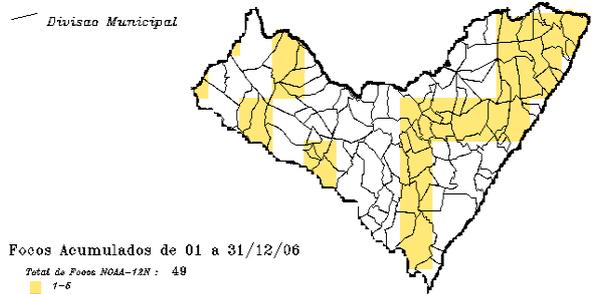
Total de Focos NOAA-12N : 40



Fonte de Dados: CPTEC/INPE

© CPTEC/INPE

Alagoas



Focos Acumulados de 01 a 31/12/06

Total de Focos NOAA-12N : 49

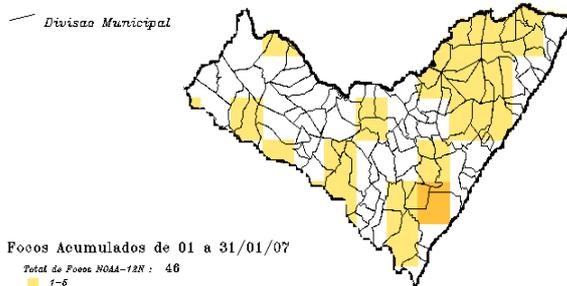


Fonte de Dados: CPTEC/INPE

© CPTEC/INPE

FOCOS ACUMULADOS EM 2007

Alagoas



Focos Acumulados de 01 a 31/01/07

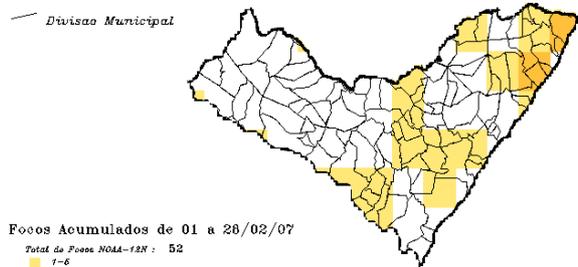
Total de Focos NOAA-12N : 46



Fonte de Dados: CPTEC/INPE

© CPTEC/INPE

Alagoas



Focos Acumulados de 01 a 28/02/07

Total de Focos NOAA-12N : 52

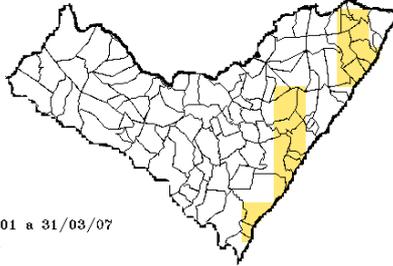


Fonte de Dados: CPTEC/INPE

© CPTEC/INPE

Alagoas

Divisao Municipal



Focos Acumulados de 01 a 31/03/07

Total de Focos NOAA-12N : 21

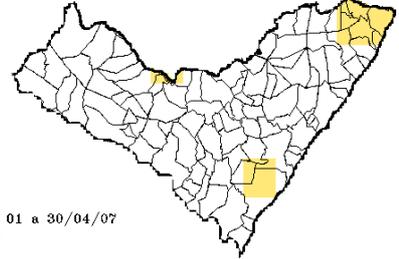


Fonte de Dados: CPTEC/INPE

© CPTEC/INPE

Alagoas

Divisao Municipal



Focos Acumulados de 01 a 30/04/07

Total de Focos NOAA-12N : 5

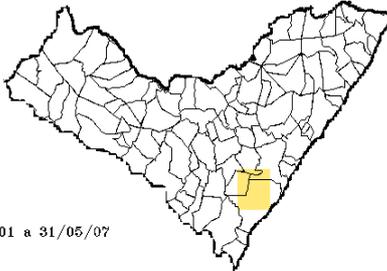


Fonte de Dados: CPTEC/INPE

© CPTEC/INPE

Alagoas

Divisao Municipal



Focos Acumulados de 01 a 31/05/07

Total de Focos NOAA-12N : 2

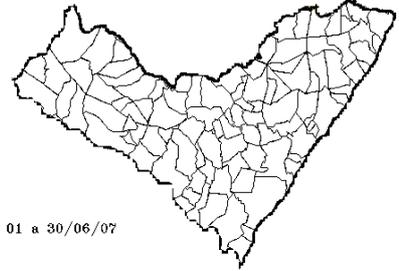


Fonte de Dados: CPTEC/INPE

© CPTEC/INPE

Alagoas

Divisao Municipal



Focos Acumulados de 01 a 30/06/07

Total de Focos NOAA-12N : 0

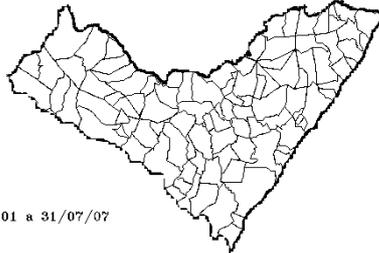


Fonte de Dados: CPTEC/INPE

© CPTEC/INPE

Alagoas

Divisao Municipal



Focos Acumulados de 01 a 31/07/07

Total de Focos NOAA-12N : 0



Fonte de Dados: CPTEC/INPE

© CPTEC/INPE

Alagoas

Divisao Municipal



Focos Acumulados de 01 a 31/08/07

Total de Focos NOAA 15 A

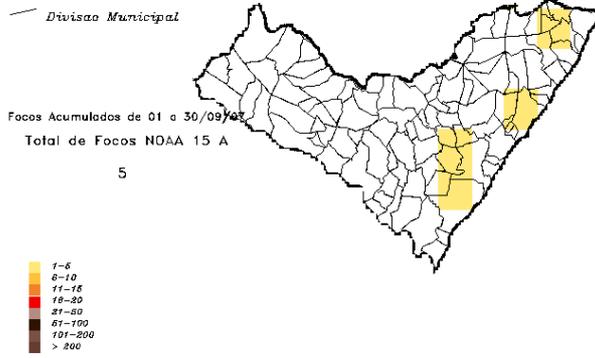
0



Fonte de Dados: CPTEC/INPE

© CPTEC/INPE

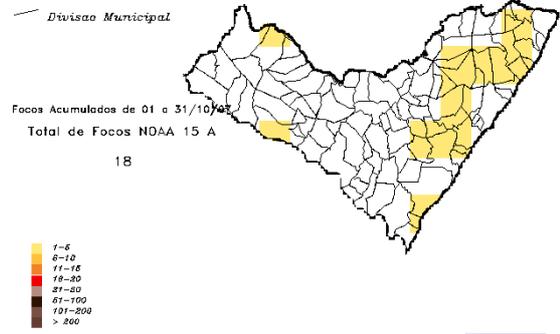
Alagoas



Fonte de Dados: CPTEC/INPE



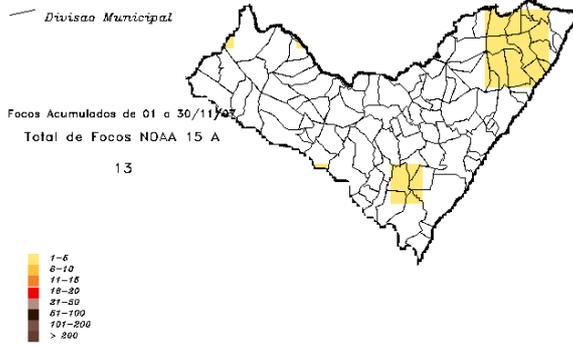
Alagoas



Fonte de Dados: CPTEC/INPE



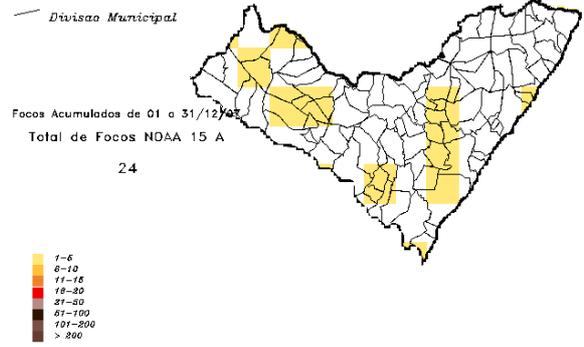
Alagoas



Fonte de Dados: CPTEC/INPE



Alagoas



Fonte de Dados: CPTEC/INPE

