

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
FACULDADE DE METEOROLOGIA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ANA CARLA DOS SANTOS GOMES

EFEITOS DAS QUEIMADAS NAS DOENÇAS RESPIRATÓRIAS
HUMANAS NOS MUNICÍPIOS DE ALTAMIRA, MARABÁ E
SANTANA DO ARAGUAIA NO ESTADO DO PARÁ.

246

BELÉM – PARÁ
DEZ – 2008

ANA CARLA DOS SANTOS GOMES

EFEITOS DAS QUEIMADAS NAS DOENÇAS RESPIRATÓRIAS
HUMANAS NOS MUNICÍPIOS DE ALTAMIRA, MARABÁ E
SANTANA DO ARAGUAIA NO ESTADO DO PARÁ.

Trabalho de conclusão de curso
apresentado a Faculdade de
Meteorologia do Instituto de
Geociências da Universidade Federal
do Pará – UFPA, em cumprimento às
exigências para a obtenção do grau de
Bacharel em Meteorologia.

Orientadora: Prof^a. Msc. Maria do
Carmo Felipe de Oliveira.

Co-Orientador: Msc. Adriano
Marlisom de Leão Sousa.

BELÉM – PARÁ
DEZ – 2008

ANA CARLA DOS SANTOS GOMES

EFEITOS DAS QUEIMADAS NAS DOENÇAS RESPIRATÓRIAS
HUMANAS NOS MUNICÍPIOS DE ALTAMIRA, MARABÁ E
SANTANA DO ARAGUAIA NO ESTADO DO PARÁ.

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado a Faculdade de
Meteorologia do Instituto de
Geociências da Universidade
Federal do Pará – UFPA, em
cumprimento às exigências para a
obtenção do grau de Bacharel em
Meteorologia.

Defendido e aprovado em ___ / ___ / _____ ,

Comissão julgadora:

Prof^a. Maria do Carmo Felipe de Oliveira
Mestre em Engenharia Agrícola
Universidade Federal do Pará.

Prof^o. Dimitrie Nechet.
Mestre em Climatologia Aeronáutica
Universidade Federal do Pará.

Prof^o. José Carvalho de Moraes
Mestre em Meteorologia
Universidade Federal do Pará.

Prof^a Maria Isabel Vitorino
Doutora em Meteorologia
Universidade Federal do Pará.

Prof. Paulo Fernando de Souza Souza.
Mestre em Meteorologia
Diretor da Faculdade de Meteorologia
Universidade Federal do Pará.

Aos meus pais e irmão.

“Não há vento favorável para aquele que não sabe aonde vai”
(Filósofo Sêneca)

“Nem todo Sofrimento é Eterno...”
(Autor Desconhecido)

“Por mais longa que seja à noite, o sol volta sempre a brilhar”.
(Autor desconhecido).

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela força nos momentos difíceis.

Aos meus pais, Edílson José Soares Gomes e Ana Lucia Pantoja dos Santos, e ao meu irmão, André dos Santos Gomes pelo apoio e carinho.

As minhas Tias Socorro, Roselea, Rosalva e Tânia por serem amigas e estarem sempre acreditando e me incentivando.

A meu Tio Denílson, por ser um Exemplo em minha vida.

Agradeço a professora e amiga Maria do Carmo de Oliveira Felipe, pela ajuda e orientação segura na realização deste trabalho, não medindo esforços em utilizar os seus vastos conhecimentos para o meu aprimoramento.

Ao Doutorando UFRGS/IPH Adriano Marlisom Leão de Sousa, pela atenção e principalmente pela paciência.

Em especial ao professor José Carvalho de Moraes pela amizade e ao professor Dimitrie Nechet pelos seus momentos de discussões.

A todos os professores da Faculdade de Meteorologia que contribuíram para a minha formação.

A todos os colegas do Curso de Meteorologia do ano de 2004 (minha turma) e de outras turmas que também conquistei.

Aos amigos em especial Mirian, Alex, Diego, Fabiano, Kleyson, Elder, Marco (Tela), Hildo (Garibaldi), por todo companheirismo, aventuras, enfim por serem uma segunda família.

Aos amigos Glauber, Ivaniel, Luis Cláudio, Simone, Venize, Noele, pela ajuda e conversas proveitosas.

A todos que contribuíram direta e indiretamente na realização deste Trabalho.

Muito Obrigada!

RESUMO

A queimada é uma antiga prática agropastoril ou florestal que utiliza o fogo de forma controlada para viabilizar a agricultura ou renovar as pastagens. Estudaram-se três municípios do Estado do Pará: Altamira, Marabá e Santana do Araguaia para verificar efeito das queimadas na saúde humana. Com o uso da Ferramenta sensoriamento remoto, através de imagens de satélites, obteve-se dados dos focos de calor (queimada) e utilizou-se o banco de dados do Sistema Único de Saúde - SUS, dados de Internações separados por faixas etárias de 1 a 4 anos e acima do 60 anos, com o objetivo de identificar e avaliar a existência de correlação, entre as queimadas e as doenças respiratórias. Os resultados mostraram relação direta entre as queimadas e a precipitação, ou seja, nos meses menos chuvosos, agosto, setembro, outubro é quando ocorrem às queimadas nos municípios estudados. Observou-se também correlação direta e com defasagem temporal, através do coeficiente de determinação R^2 , mostrando significativa correlação entre as faixas etárias de 1 a 4 anos e acima dos 60 anos para os três municípios estudados. Em Santana do Araguaia e Marabá a correlação existe na faixa etária acima de 60 anos, enquanto que no município de Altamira a ocorrência existe, com defasagem temporal. Com a queima de biomassa, são enviados a atmosfera inúmeras partículas e gases poluentes, que influenciam de forma direta e indiretamente na saúde humana, então, espera-se com este trabalho contribuir para o nível de informação para que medidas preventivas sejam tomadas para benefícios sociais e econômicos da região.

Palavras chave: Queimadas, Doenças Respiratórias Humanas, Altamira-Pa, Marabá-Pa e Santana do Araguaia-Pa.

ABSTRACT

The forest fire is one old agronomical or forest practice that uses the fire in a controlled form to make possible to agriculture renew the pastures. Three cities of the State of Pará had been studied: Altamira, Marabá and Santana of Araguaia to verify effect of the forest fires in the human health. With the use of the remote sensing Tool, through images of satellites, it was obtained these focus of heat (burnt) and used the data base of the System of Health - SUS, separate data of Internments for bands from 1 to 4 years and above of the 60 years, with the objective to identify and evaluate the correlation existence, between forest fires and respiratory illnesses. The results shown direct relation between the forest fires and the precipitation, that, in the less rainy months, August, September and October, when occurs forest fires in the studied cities. Correlation was also observed in a regularly time mainly with secular imbalance, where through the coefficient of determination, it showed the existence of significant correlation between years bands from 1 to 4 years for the three studied cities. In Santana of Araguaia and Marabá the correlation exists in the year band above of 60 years, whereas in the city of Altamira exists occurrence but does not stop the majority of the internments. With the biomass burning, innumerable particles and pollutant gases are sent to atmosphere, that, indirectly influence in a direct form in the human health, then, expects that this work contributes for the information level so that preventions can be taken for social and economic benefits of the region.

Key Words: Health, Human respiratory diseases, Altamira-Pa, Marabá-Pa and Santana of Araguaia-Pa.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 – Localização dos Municípios Estudados.

Figura 02 – Produtos AVHRR Percentual de Cobertura – (100% mais escuro).

Figura 03 – Exemplo de Planilha dos dados de saúde.

Figura 04 – N°. de Focos de Calor e Precipitação em Santana do Araguaia –PA de 1999 a 2004.

Figura 05 – N°. de Focos de Calor e Precipitação em Marabá –PA de 1999 a 2004.

Figura 06 – N°. de Focos de Calor e Precipitação em Altamira –PA de 1999 a 2004.

Figura 07 – Relação Queimada e Internações em Santana do Araguaia - Pa.

Figura 08 – Relação Queimada e Internações em Marabá-Pa.

Figura 09 – Relação Queimada e Internações em Altamira - Pa.

Figura 10 – Queimadas e Internações de 1 a 4 Anos em Santana do Araguaia

Figura 11 – Queimadas e Internações de Acima de 60 Anos em Santana do Araguaia

Figura 12 – Queimadas e Internações de 1 a 4 Anos, em Marabá - Pa.

Figura 13 – Queimadas e Internações de acima dos 60 anos em Marabá- Pa.

Figura 14 – Queimadas e Internações de 1 a 4 anos em Altamira - Pa.

Figura 15 – Queimadas e Internações de acima dos 60 anos em Altamira – Pa..

Figura 16 – Mapas de Focos de Queima no Estado do Pará dos Meses de Agosto/Setembro/Outubro de 2001 e 2002.

Figura17 – Mapas de Focos de Queima no Estado do Pará dos Meses de Agosto/Setembro/Outubro de 2003 e 2004.

Figura 18 – Anomalias Queimadas X Internações de 1 a 4 anos em Santana do Araguaia- Pa.

Figura 19 – Anomalias Queimadas X Internações de acima de 60 anos em Santana do Araguaia- Pa.

Figura 20 – Anomalias Queimadas X Internações de 1 a 4 anos em Marabá – Pa.

Figura 21 – Anomalias Queimadas X Internações de acima de 60 anos em Marabá- Pa

Figura 22 – Anomalias Queimadas X Internações de 1 a 4 anos em Altamira – Pa.

Figura 23 – Anomalias Queimadas X Internações de acima de 60 anos em Altamira- Pa

Figura 24 – Perfil dos valores totais de Queimadas e Internações em Santana do Araguaia de 1999 a 2004.

Figura 25 – Perfil dos valores totais de Queimadas e Internações em Marabá de 1999 a 2004.

Figura 26 – Perfil dos valores totais de Queimadas e Internações em Altamira de 1999 a 2004.

Figura 27 – Comportamento em escala reduzida dos valores totais de Queimadas e Internações em Santana do Araguaia de 1999 a 2004.

Figura 28 – Comportamento em escala reduzida dos valores totais de Queimadas e Internações em Marabá de 1999 a 2004

Figura 29 – Comportamento em escala reduzida dos valores totais de Queimadas e Internações em Altamira de 1999 a 2004.

LISTA DE TABELA

TABELA 1 – Principais Instrumentos Sensores do NOAA – 12.

TABELA 2 – Número de Focos de Queimadas por Ano para os Municípios Estudados.

TABELA 3 – Tabela 03 - Valores de correlação de R^2 dos municípios de Marabá, Altamira e Santana do Araguaia.

LISTA DE ABREVEATURAS

CO₂ – gás carbônico.

ha – hectare.

Kg – quilograma.

Km – quilômetro.

km² – quilômetro quadrado.

t – tonelada.

NO_x – óxidos de nitrogênio.

CO – monóxido de carbono.

CO₂ – dióxido de carbono.

SO₂ – dióxido de enxofre.

COHb – carboxihemoglobina.

O₂ – oxigênio.

HPAs – hidrocarbonetos policíclicos aromáticos.

SUMÁRIO

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 15 |
| 2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 18 |
| 3 | MATERIAIS E MÉTODOS | 23 |
| 3.1 | DADOS DO SATÉLITE NOAA-12 (SENSOR AVHRR) | 23 |
| 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES | 29 |
| 4.1 | PRECIPITAÇÃO X NÚMERO DE FOCOS DE QUEIMADA..... | 29 |
| 4.2 | QUEIMADAS X INTERNAÇÕES | 30 |
| 4.3 | NÚMERO DE QUEIMADAS X INTERNAÇÕES POR FAIXA ETÁRIA DE 1 A 4 E 60 ANOS ... | 33 |
| 4.4 | VALORES DE CORRELAÇÕES ENTRE O NÚMERO DE FOCOS DE CALOR X INTERNAÇÕES ... | 36 |
| 4.5 | MAPAS DE FOCOS DE QUEIMA..... | 37 |
| 4.6 | ANOMALIA DE QUEIMADAS E INTERNAÇÕES POR FAIXA ETÁRIA DE 1 A 4 E 60 ANOS | 40 |
| 4.7 | COMPORTAMENTO DOS TOTAIS DAS QUEIMADAS E DAS INTERNAÇÕES SEPARADOS | 44 |
| 5 | CONCLUSÃO..... | 51 |
| | REFERÊNCIAS | 52 |

1 INTRODUÇÃO

O impacto ambiental das queimadas é um tema preocupante, pois envolve a fertilidade dos solos, a destruição da biodiversidade, a fragilização de agro ecossistema, a destruição de linhas de transmissão e outras formas de patrimônio público e privado, diminuição da visibilidade atmosférica, o aumento de acidentes em estradas e a limitação do tráfego aéreo, entre outros. As queimadas interferem diretamente na qualidade do ar, na física, na química e na biologia dos solos, na vegetação atingida pelo fogo e indiretamente podem afetar os recursos hídricos e principalmente, à produção de gases nocivos á saúde humana.

São muitos os tipos de queimadas, envolvendo vegetações diferentes, uma pastagem adubada pode gerar determinados gases, em particular óxidos nítricos, em quantidade muito superior a de uma pastagem que não recebeu fertilizante.

As condições meteorológicas (presença de vento, temperatura ambiente), o relevo e à hora da queimada são condicionantes da temperatura atingida e do tempo necessário para a queima total do material vegetal disponível. Em função da temperatura e do tempo, os gases gerados podem ter uma natureza muito diferente (mais ou menos oxidados). O mesmo ocorre no tocante à biologia do solo, em função da hora da queimada (de dia ou de noite, ao meio-dia ou ao entardecer), as reações fotoquímicas ao nível das emissões gasosas serão diferenciadas, a maioria do carbono emitido pelas queimadas no inverno é retirada da atmosfera no verão, quando a vegetação está em fase de crescimento.

Artigos recentemente publicados apresentam à previsão de modelos atmosféricos onde as mudanças climáticas atingiram pontos críticos, e com isso apresentaram significativas modificações como é o caso da Amazônia que segundo Correia, Alvalá e Manzi (2006),apresentou um aumento de no mínimo 5°C na temperatura e a diminuição de até 20% no regime de chuvas, o que diretamente está relacionado com o desmatamento, devido a substituição da floresta por pastagem ou monocultura.

As queimadas muitas vezes são confundidas com incêndios florestais o que são diferentes, pois a causa dos incêndios é a ação desordenada provocada pelo homem que, ao promover o desmatamento e utilizar o fogo de maneira desordenada, cria condições favoráveis para a ocorrência de grandes incêndios.

Já as queimadas são conseqüências do desmatamento, que se inicia pelo mito de que é preciso desmatar para crescer, O madeireiro, é uma peça importante, mas não solitária do

processo de produção. O desmatamento não visa apenas, nem primordialmente à extração de madeira, mas sim, e principalmente a conversão de áreas florestadas para o uso agropecuário, só que para isso é necessário algumas etapas, como primeiro o madeireiro é o rompedor, que faz a extração das espécies que lhe interessam, e acabam derrubando tantas outras pela própria queda de árvores e pelo arrasto até um rio ou estrada, uma vez a extração feita, ele abandona a área, já que não faz sentido gastar tempo e dinheiro para derrubar árvores que não vão garantir lucro. O que acaba tendo como máximo dano é a alteração da composição florística, pois as espécies que acabam se regenerando não são necessariamente as mesmas que foram derrubadas. Por exemplo, o mogno é uma espécie de grande dificuldade de regeneração após seu corte, podendo ter a população ameaçada por causa da extração intensa. Mas a floresta em si mesma não desaparece. Então o desmatamento acontece quando existe a demanda de terra para uso agropecuário, surgindo aí a segunda etapa do processo, que quando a parte da floresta que não interessa ao madeireiro ou ao carvoeiro acaba sendo incinerada para limpar a área para conversão em pastagens ou cultivo. Esse processo é que determina o fim da floresta, pois ela não pode mais se recuperar.

Assim por consequência do desmatamento as queimadas passam a ter sua quantidade tão elevada, o que faz com que a fumaça ocasionada pelas mesmas, passam a ter grande influência na saúde humana, devido o material particulados que nelas existem; Material esse que provocam a suspensão de partículas na atmosfera (aerossóis), pequenas e quase invisíveis, que conseguem penetrar no sistema respiratório humano provocando alergias e inflamações, que podem ser causadas, pela ação de substâncias oxidantes, que chegam a corrente sanguínea, causando complicações em diversos órgãos do corpo humano (Bascom 1996).

Dados de focos de calor, (queimadas) chegam à sociedade através de sensoriamento remoto óptico, que é um termo utilizado na área das ciências aplicadas que se refere à obtenção de imagens à distância, sobre a superfície terrestre. Estas imagens são adquiridas através de aparelhos denominados sensores remotos. Por sua vez estes sensores ou câmaras são colocados a bordo de aeronaves ou de satélites de sensoriamento remoto, também chamados de satélites observação da Terra. Um sensor a bordo do satélite gera um produto de sensoriamento remoto denominado de imagem ao passo que uma câmara aerofotográfica, a bordo de uma aeronave, gera um produto de sensoriamento remoto denominado de fotografia aérea. Os sensores podem ser comparados aos nossos olhos, se olharmos para uma floresta que está distante conseguimos

ver apenas uma mancha de árvores, à medida que nos aproximamos desta floresta começamos a identificar árvores isoladas e se nos aproximarmos ainda mais podemos até ver os diferentes tipos de folhas. A mesma experiência poderia ser feita à distância se dispuséssemos de um binóculo ou de uma luneta.

Uma imagem de sensoriamento remoto colorida é resultante da combinação das três cores básicas (azul, verde e vermelho), associadas através de filtros às imagens individuais obtidas em diferentes comprimentos de onda ou faixas espectrais, mostra o nível de detalhamento com que podemos observar os objetos da superfície terrestre e é outra característica importante das imagens de sensoriamento remoto, à qual recebe o nome de resolução espacial, ou seja, a capacidade que o sensor possui para discriminar objetos em função do seu tamanho. A frequência com que a superfície terrestre é observada ou imageada é uma terceira característica importante das imagens de sensoriamento remoto. Os satélites de sensoriamento remoto orbitam ao redor da Terra em órbitas quase polar, ou seja, de um pólo a outro a uma distância da superfície terrestre em torno de 800 km. Através da combinação sincronizada da velocidade do satélite com a rotação da Terra é possível recobrir todo o planeta após certo número de dias. Cada passagem do satélite é chamada de órbita. Dependendo do sensor, a órbita de imageamento pode ser mais larga ou mais estreita. O Brasil recebe as imagens dos satélites para todo o território brasileiro e boa parte da América do Sul através de uma antena de recepção localizada no centro geométrico da América do Sul, em Cuiabá-MT. Existem hoje dezenas de satélites, pertencentes a diferentes países. O Brasil recebe as imagens dos satélites Landsat-5 e -7, CBERS-1, SPOT e NOAA-AVHRR.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho é dimensionar causa-efeitos das queimadas (causa) com a saúde humana (efeito), através da ferramenta do sensoriamento remoto que vem sendo utilizado em áreas importantes e prioritárias, ligadas ao levantamento de recursos naturais e ao monitoramento do meio ambiente, para benefício do nosso desenvolvimento econômico e social.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os malefícios à saúde são grandes em função da fumaça gerada pelas queimadas. Qualquer pessoa saudável pode sentir os efeitos da poluição provocada pelas queimadas e que se apresentam como ardor nos olhos, nas narinas e na garganta (vias aéreas superiores). Os hidrocarbonetos (Benzopieno, Benzofluoranteno, Benzoantraceno e Benzofenantreno) que são cancerígenos, os gases tóxicos como dióxido de enxofre, óxido de nitrogênio, monóxido de carbono, dióxido de carbono e ozônio, causam os sintomas acima. As crianças de pouca idade e pessoas idosas são mais sensíveis aos efeitos dessa poluição atmosférica, por apresentarem sistemas imunológicos diferenciados (Boscom 1996). Os profissionais da saúde e mesmo os familiares sabem que períodos das queimadas são mais frequentes os atendimentos ambulatoriais de crianças com doenças respiratórias que apresentam “chiadeira no peito”. A poluição do ar causa inflamação dos brônquios (pequenos tubos por onde passa o ar que entra nos pulmões) que ficam mais estreitos e com isso a passagem do ar fica mais difícil, provocando a “chiadeira” e a falta de ar. Muitas vezes esses quadros evoluem para a pneumonia, que é uma inflamação dos pulmões (via aérea inferior), (Weihe 1986). O material particulado fino produzido nas queimadas é capaz de penetrar nos brônquios causando a sua inflamação (bronquite) que pode evoluir para a pneumonia. Crianças com alergia respiratória, exteriorizando-se como asma, são muito mais sensíveis à poluição atmosférica em geral, inclusive à poluição originada por queimadas. Segundo (Manco 1977) e (Youssef et al 1992) Pessoas de qualquer idade que já sofrem de doenças respiratórias ou de doença crônica do coração também pioram.

As queimadas chegam a provocar a suspensão de partículas na atmosfera pequenas e quase invisíveis que conseguem penetrar no sistema respiratório provocando alergias e inflamações. Tais inflamações, podem ser causadas, pela ação de substância oxidantes, que chegam a corrente sanguínea, causando complicações em diversos órgãos do corpo humano, (Bascom 1996).

No caso das queimadas, analisando a influência de fatores exógenos abióticos que poderiam ter um ou mais efeitos diretos, além de desencadear efeitos indiretos, tais como alterações macro e micro climáticas com conseqüências sobre elementos bióticos que, por sua vez, poderiam alterar o equilíbrio saúde/doença numa dada região. Alterações na prevalência e disseminação de

doenças infecciosas, mediadas por processos biológicos, ecológicos, sociais interligados poderiam ter significativo impacto na saúde pública e na sociedade, (Chan et al 1999).

Pesquisas realizadas em Brunei Darussalam 1997, nas ilhas Bornéu, indicam alguns dos efeitos que as queimadas de florestas desencadeiam na região: drásticas reduções da visibilidade, fechamento de aeroportos e escolas, aumentam numero de acidentes de tráfego aéreo, destruição da biota pelo fogo, aumento na incidência de doenças, diminuição da produtividade, restrição das atividades de lazer e de trabalho, efeitos psicológicos e custos econômicos. Dentre os sintomas de doenças e doenças observados relatam infecções do sistema respiratório superior, tais como asma, conjuntivite, bronquite, irritação dos olhos e garganta, tosse, falta de ar, nariz entupido, vermelhidão, alergia na pele e desordens cardiovasculares, (Radojevic 1998).

Outro efeito significativo em termos climáticos é que as partículas em suspensão acabam por interferir no processo de formação de núcleos de condensação, alterando os mecanismos de formação de nuvens com albedo, conseqüentemente alterando os processos radiativos, o ciclo hidrológico nas regiões tropicais, (Yamasoe et al. 2000).

Efeitos sobre a saúde pública são bastante diversos dependendo da maior ou menor exposição dos grupos ou indivíduos. Bombeiros e combatentes de queimadas, sem dúvida, constituem o grupo com mais alto risco de envenenamento.

Estudos feitos nos EUA sobre envenenamento por monóxido de carbono demonstraram que a segunda causa de envenenamento por CO naquele país provém de inalação de fumaça causada por incêndios, dentre eles os incêndios florestais (Varon et al. 1999).

As queimadas em florestas tropicais brasileiras estão ligadas à maneira como a ocupação humana vem ocorrendo. Na região amazônica, a ocupação acontece a partir de pulsos migratórios que visam o garimpo e/ou a abertura de fronteiras agrícolas. Um dos episódios mais importantes registrados foi o incêndio de 1998, em Roraima, no qual queimadas usadas para limpar pastagens, savanas e restos de floresta derrubada escaparam ao controle humano e acabaram por destruir uma enorme área, em torno de 40 mil km², ou cerca de 20% do estado, cuja área é de 225.116 km². Os efeitos ao meio ambiente foram dramáticos e aqueles referentes à saúde humana só não se tornaram dramáticos também porque o estado tem uma população de apenas 250 mil habitantes. O risco de ocorrência de eventos semelhantes é grave, pois a mesma situação verificada em Roraima se reproduz ao longo do grande arco de desmatamento ao sul da Amazônia, de Rondônia ao Maranhão, (Nascimento et al 2000).

Dependendo da origem, composição química e do tamanho da partícula, o efeito do material particulado é diferente. As partículas maiores (5 a 30 μ m de diâmetro) depositam-se, pelo impacto da turbulência do ar, no nariz, na boca, na faringe e na traquéia. Partículas de 1 a 5 μ m, depositam-se por sedimentação na traquéia, nos brônquios e nos bronquíolos. Partículas com menos de 1 μ m de diâmetro, depositam-se por difusão nos pequenos bronquíolos e alvéolos (Who 1979).

É importante ressaltar que, desde 1970, novas metodologias vêm sendo desenvolvidas e testadas para estudos epidemiológicos e toxicológicos neste campo, incluindo o uso de modelos estatísticos para relacionar sintomas respiratórios de asmáticos com níveis de poluentes no ar. Também, datam desse período os estudos pioneiros sobre efeitos à saúde dos poluentes fotoquímicos e efeitos à saúde de populações de risco: aquelas com doenças respiratórias e cardiovasculares, anêmicas, bebês e idosas. Tais estudos visam a estabelecer parâmetros para proteger a saúde em ambientes internos e externos (Who 1979).

Estudos feitos com animais mostraram que a inalação de dióxido de enxofre (SO₂) pode interferir na eliminação de bactérias e partículas inertes dos pulmões. SO₂ também aumenta a produção de catarro e causa maior resistência das vias aéreas.

O SO₂ é solúvel em meio líquido, portanto, parte dele é absorvida no nariz e na faringe, ou na boca quando se respira por ela. O SO₂ absorvido, então, vai para o sistema sanguíneo, distribuído por todo o corpo, sendo metabolizado e removido pelo sistema urinário. Quando a capacidade de absorção das vias aéreas superiores é ultrapassada por altas concentrações, pode ocorrer edema pulmonar e até morte (Who 1979).

No entanto, pesquisas realizadas durante episódios de queimadas, apesar de detectar emissões de SO₂ na atmosfera, têm registrado concentrações bem abaixo daquelas recomendadas para dióxido de enxofre.

Os óxidos de nitrogênio (NO_x) tanto podem ter efeitos diretos quanto ser precursores da poluição fotoquímica (ozônio). Além disso, NO_x são importantes contribuintes para a formação de chuvas ácidas, assim como o SO₂ (Who 1979).

O óxido de nitrogênio é menos reagente que o ozônio, apesar de estudos indicarem que asmáticos e pessoas que sofrem de doenças pulmonares obstrutivas crônicas são muito sensíveis aos impactos dos NO_x sobre a função pulmonar, (Who 1979).

No entanto, medições feitas em Brunei durante queimada florestal nas imediações registraram concentrações de óxidos de nitrogênio (NO_2) de $1,5\mu\text{g}/\text{m}^3$ a $27\mu\text{g}/\text{m}^3$, bem abaixo das recomendações feitas pela OMS e dos padrões brasileiros de qualidade do ar, (Who1979).

Os oxidantes fotoquímicos produzem forte irritação nos olhos. Outras reações em altos níveis de ozônio são efeitos na função respiratória de crianças e de adultos, aumento na frequência de ataques de asma, redução do desempenho de atletas, *stress* adicional em pacientes com doenças pulmonares obstrutivas crônicas, inflamação dos pulmões. Não se tem certeza sobre exposições constantes ao ozônio causarem lesões irreversíveis aos pulmões. Estão sendo desenvolvidos estudos para se avaliar os efeitos de exposições repetidas e intermitentes ao ozônio nos índices de lesão pulmonar, inflamação e fibrose (Committee of the Environmental 1996). Outra pesquisa, realizada, registrou concentrações horárias de ozônio num período de névoa causada por queimada que variaram de $5,1$ a $99,9\mu\text{g}/\text{m}^3$, com média de $63,3\mu\text{g}/\text{m}^3$ no período de 1º de fevereiro a 30 de abril de 1998. Esses dados levaram os autores a afirmar que, apesar do ozônio ser produzido em incêndios florestais em diferentes quantidades, suas concentrações durante esses episódios aparentemente não apresentam riscos à saúde pública (Radojevic e Hassan 1999).

O monóxido de carbono (CO) é um gás tóxico, sem cor e sem odor, que resulta da combustão incompleta do carbono em combustíveis, em incêndios, ou em queima de lenha em fogões ou lareiras. O envenenamento por CO é uma das causas mais frequentes das mortes ocorridas durante incêndios florestais e os afetados principais são aqueles combatentes do fogo. Além disso, pesquisas realizadas em moradias que usam fogão a lenha para preparar as refeições registraram níveis elevados de monóxido de carbono, tanto interna quanto externamente em aglomerados de maior densidade populacional (Naeher et al 2000).

Segundo (Bruce et al 2000) há evidências que poluição interna proveniente de queima de biomassa como combustível aumenta o risco de doenças pulmonares obstrutivas crônicas e infecções respiratórias agudas em crianças.

O CO combina-se preferencialmente com a hemoglobina para produzir carboxihemoglobina (COHb), deslocando e reduzindo o oxigênio (O_2) sistêmico arterial. Conseqüentemente, concentrações relativamente pequenas no ambiente podem causar concentrações tóxicas no sangue humano, resultando em uma molécula de hemoglobina mal equipada para liberar oxigênio aos tecidos. A menor liberação de oxigênio é detectada pelo sistema nervoso central, que estimula

os esforços ventilatórios e acelera a respiração, por sua vez aumentando a inalação de monóxido de carbono e elevando os níveis de carboxihemoglobina Varon et al., (1999).

Uma redução no nível de oxigênio nos tecidos causada por corboxihemoglobina (COHb) pode ter relevantes efeitos adversos à saúde. Pequenos aumentos de COHb em pacientes com doenças isquêmicas do coração causam diminuição de tolerância a exercícios. Além disso, uma associação entre aumento de doenças cardiovasculares e níveis elevados de CO no ambiente foi detectada (Committee of the Environmental, 1996).Efeitos tóxicos graves podem ocorrer durante incêndios, quando freqüentemente são registrados casos severos de intoxicação por CO, incluindo lesões neurológicas que podem deixar seqüelas e causar mortes.

Queimadas controladas no norte da Califórnia e no Parque de Yellowstone indicaram o risco potencial do monóxido de carbono à saúde dos bombeiros, em que pesem as exposições mais altas não terem atingido os limites máximos recomendados para CO. No entanto, os pesquisadores responsáveis informaram que as queimadas estudadas foram fracas e os bombeiros envolvidos relataram que os níveis de fumaça foram baixos e de curta duração, quando comparados com a média (Reinhart et al.1995).

Considerando-se que episódios semelhantes ocorrem no Brasil, pode-se inferir que nas áreas rurais onde ocorrem queimadas e nos centros urbanos próximos a ultrapassagem dos padrões de monóxido de carbono no ar seja um fator recorrente no inverno e afete de forma crônica a população em geral e não só os combatentes de incêndios, que sofreriam de forma aguda os efeitos mais graves (Reinhart et al.1995).

Um aspecto muito importante relacionado às emissões de queimadas é seu efeito a longo prazo, com aumento do risco de neoplasias pela presença de substâncias cancerígenas ou suspeitas de ação cancerígena, como as dioxinas, furanos e hidrocarbonetos poli cíclicos aromáticos (HPAs). Esses compostos podem estar presentes tanto no material particulado quanto na fase gasosa. O material particulado resultante da combustão incompleta - como a que ocorre nas queimadas - é reconhecidamente cancerígeno em animais, com possível ação cancerígena também no Homem (Reinhart et al.1995).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O Estado do Pará está dividido em termos regionais e políticos em seis mesoregiões, onde se encontra os atuais 143 municípios, de acordo com as suas semelhanças econômicas sociais e políticas.

Para estudarmos os efeitos das queimadas na saúde humana no estado, foram utilizados dados de n°. de focos de calor, referentes ao período de 1999 a 2004, para os municípios de Altamira, Marabá e Santana do Araguaia (Figura 01), do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, <http://www.cptec.inpe.br/queimadas>.

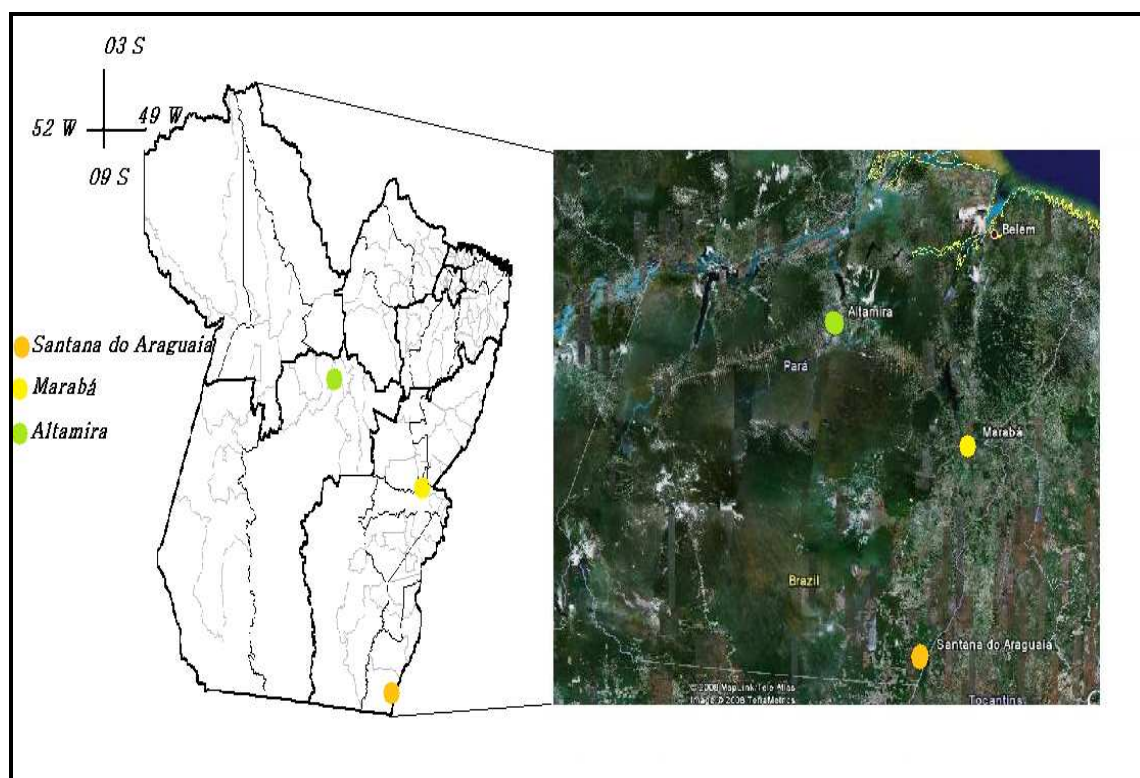


Fig. 01- Localização dos Municípios Estudados.

Usando tecnologia que permite obter imagens e outros tipos de dados da superfície terrestre através da captação e do registro da energia refletida ou emitida pela superfície, conhecido como

sensoriamento remoto, os dados deste trabalho, são de focos de calor e provenientes dos satélites ambientais da National Oceanography Atmosphere Agency, NOAA 12.

3.1 - DADOS DO SATÉLITE NOAA-12 (SENSOR AVHRR)

O satélite NOAA-12, tem órbita polar e na detecção de queimadas usa uma janela no infravermelho médio (Tabela 1) com resolução espacial de 1,1 km (nadir). Ele abrange a área entre Lat. 7° N e 40° S; Lon.75° W e 34,5° W (Figura 2). Os dados diários são de passagens no final da tarde às 20 horas UTC, equivalente há 17 horas Estado do Pará. Os dados foram obtidos na Internet disponibilizados pelo INPE/CPTEC (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais/Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos; <http://www.cptec.inpe.br/ produtos/queimadas>, para os anos de 1999-2004, os dados foram coletados a partir mapas diários, disponíveis através da opção: todos os mapas (all maps) na mesma página web acima.

Tabela 01 - Principais Instrumentos Sensores do NOAA – 12.

| Sensor | Bandas Espectrais | Resolução Espectral | Resolução Espacial | Resolução Temporal | Faixa Imageada |
|--|--------------------------------|---|--------------------|-----------------------|----------------|
| AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) | 1 (Vermelho) | 0,58 - 0,68 μm | 1,1 km | Diária (no máximo) | 2.400 km |
| | 2 (Infravermelho próximo) | 0,72 - 1,10 μm | | | |
| | 3 (Infravermelho médio) | 3,55 - 3,93 μm | | | |
| | 4 (Infravermelho termal) | 10,30 - 11,30 μm | | | |
| | 5 (Infravermelho termal) | 11,30 - 12,50 μm | | | |

Na Figura 02, pode-se visualizar a fração de cobertura em percentual do NOAA e observa-se, nota-se a melhoria de cobertura para a Amazônia legal. A partir de 1999 com o funcionamento da nova estação em Cuiabá –MT, níveis de cinza em frações chegam até em 100% de cobertura atualmente.

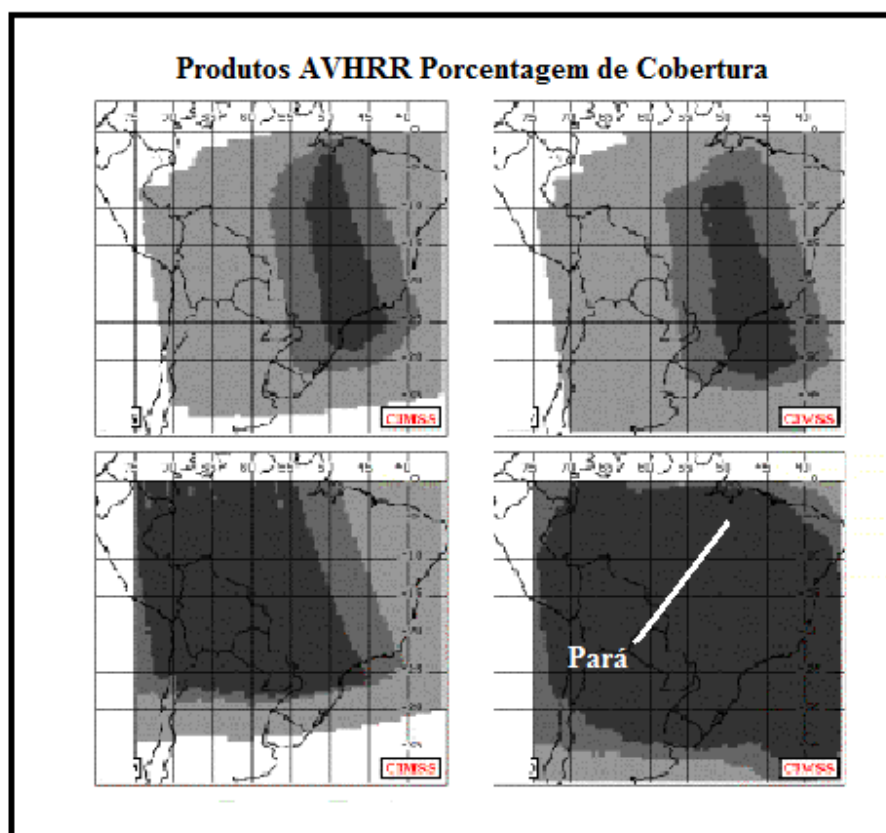


Fig. 02 – Produtos AVHRR Percentual de Cobertura – (100% mais escuro).
 Fonte: Adaptado de Feltz, J.M., E.M. Prins e A.W. Setzer, 2001.

Os focos de calor são detectados dando a posição em coordenadas geográficas (longitude e latitude), que são incorporadas a um sistema de informações geográficas (SIG) desenvolvido pela Divisão de Processamento de Imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Para os satélites de órbita polar (NOAAs a 800 km de distância), trabalhos de validação de campo indicam que uma frente de fogo com cerca de 30 m de extensão, ou maior, será informado, onde o sistema de detecção do INPE detectar a existência de fogo na vegetação, sem ter condições de avaliar o tamanho da área que está queimando ou o tipo de vegetação afetada. No caso com muitos Pixéis quente juntos, e com a presença de uma nuvem de fumaça grande, pode-se inferir que a queimada terá a dimensão dos Pixéis quente detectados. Por esse motivo, passou-se a trabalhar com dados apenas do NOAA 12, não utilizando dados dos demais satélites.

Fatores que dificultam a detecção das queimadas:

- Frentes de fogo com menos de 30 m;
- Fogo apenas no chão de uma floresta densa, sem afetar a copa das árvores;
- Nuvens cobrindo a região, sendo que nuvens de fumaça não atrapalham, queimada de pequena duração, ocorrendo entre as imagens disponíveis;
- Fogo em uma encosta de montanha, enquanto que o satélite só observou o outro lado. Imprecisão na localização do foco de queima, que no melhor caso é de cerca de 1 km, mas podendo chegar a 6 km.

O total de números de focos de calor por ano no Estado do Pará os 3 municípios apresentaram os maiores números, Altamira, Marabá e Santana do Araguaia, conforme Tabela 02.

Tabela 02 – Número de Focos de Queimadas por Ano para os Municípios Estudados.

| ANO | MUNICÍPIO | Nº. DE FOCOS |
|------|---------------------|--------------|
| 1999 | MARABÁ | 1230* |
| | ALTAMIRA | 730 |
| | SANTANA DO ARAGUAIA | 518 |
| 2000 | SANTANA DO ARAGUAIA | 883* |
| | MARABÁ | 744 |
| | ALTAMIRA | 509 |
| 2001 | MARABÁ | 1642* |
| | ALTAMIRA | 1038 |
| | SANTANA DO ARAGUAIA | 674 |
| 2002 | SANTANA DO ARAGUAIA | 2303* |
| | MARABÁ | 2179 |
| | ALTAMIRA | 1909 |
| 2003 | SANTANA DO ARAGUAIA | 1673* |
| | ALTAMIRA | 1404 |
| | MARABÁ | 891 |
| 2004 | ALTAMIRA | 2939* |
| | SANTANA DO ARAGUAIA | 1660 |
| | MARABÁ | 883 |

* Número maior de Focos.

Os dados de saúde humana utilizados neste trabalho, são de internações, atendimentos ambulatoriais, por doenças do aparelho respiratório, do Ministério da Saúde - Sistema de

Informações Hospitalares do SUS (SIH/SUS) DATASUS, que disponibilizou informações e serviram de subsídios para análise objetiva da situação sanitária, tomada de decisões baseadas em evidências e programação de ações de saúde conforme Figura 03.



Fig. 03 – Exemplo de Planilha dos dados de saúde.

Fonte: Ministério da Saúde - Sistema de Informações Hospitalares do SUS (SIH/SUS) DATASUS (2008).

A mensuração do estado de saúde da população é uma tradição em saúde pública. Porém só existem registros sistemáticos de dados de mortalidade e de sobrevivência estatísticas vitais. Dados de morbidade, incapacidade, acesso a serviços, qualidade da atenção, condições de vida e fatores ambientais passaram a ser métricas utilizadas na construção de indicadores de saúde, traduzidas em informação relevante para a quantificação e a avaliação das informações em saúde, informações essas que estão disponíveis no DATASUS, órgão da Secretaria Executiva do Ministério da Saúde com a responsabilidade de coletar, processar e disseminar informações sobre saúde, sobre assistência a saúde da população, os cadastros da rede assistencial das redes hospitalares e ambulatoriais, o cadastro dos estabelecimentos de saúde, além de informações sobre recursos financeiros e informações demográficas e socioeconômicas.

Os dados coletados, foram separados por faixa etária de 1 a 4 anos e acima dos 60 anos para visualizar, se há ocorrência de relação entre os efeitos das queimadas com a saúde humana nos três municípios estudados.

À ferramenta utilizada foi através do coeficiente de determinação, R^2 . Utilizando o Excel 2003, onde a partir das ferramentas de análises de dados correlação, passamos a ter a matriz 6x6 (coluna x linha) pois estamos trabalhando com dados de 3 locais diferentes, se observou a correlação entre pares de dados, ou seja cada par de variáveis medida, determina se as duas variáveis tendem a se moverem juntas, ou, se os valores altos de uma variável tendem a ser associados aos valores altos da outra (correlação positiva), se os valores baixos de uma variável tendem a ser associados aos valores altos da outra (correlação negativa) ou se os valores das duas variáveis tendem a não se relacionar (correlação próxima de zero).

Os dados de precipitação pluviométrica, foram obtidos no Instituto Nacional de Meteorologia - 2º DISME-Be, no período de 1999 a 2004 e para os três municípios estudados, à fim de estudar a relação entre a precipitação e o número de focos de calor (queimadas).

Santana do Araguaia foi o Primeiro Município estudado, aproximadamente 49.053 habitantes, com cerca de 11.591 km². Possui uma densidade populacional de quase 1.79 habitantes por Km² segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), localiza-se a uma latitude 09°17'50" sul e a uma longitude 50°06'07" oeste, estando a uma altitude de 160 metros. Possui 09 estabelecimentos de saúde, sendo 08 públicos e 01 particular.

O município de Marabá com área da unidade territorial 15.092 Km², população de aproximadamente de 196.468 habitantes, Localiza-se a uma latitude 05°22'07" sul e a uma longitude 49°07'04" leste, possui clima quente e úmido temperatura média 28°C estando a uma altitude 84 metros, sua localização tem por referência, o ponto de encontro entre dois grandes rios, Tocantins e Itacaiunas, formando uma espécie de "y" no seio da cidade, vista de cima. É formado basicamente por três núcleos urbanos, ligados pela estrada BR-230, a rodovia transamazônica. Marabá possui 53 estabelecimentos de saúde, sendo 30 públicos e 23 particulares.

Altamira possui área da unidade territorial 159.696 Km² com uma população de aproximadamente 96.842 habitantes, localiza-se a uma latitude 03°12'12"S e a uma longitude 52°12'23"W, estando a uma altitude de 109 metros. Situado em plena selva amazônica, a 740 quilômetros de Belém e 458 quilômetros de Marabá, o município de Altamira tem seu vasto

território cortado de norte a sul pelo rio Xingu, que domina sua zona fisiográfica. Temperatura média 26°, clima equatorial com chuvas de dezembro a maio. Possui 68 estabelecimentos de saúde, sendo 51 públicos e 17 particulares

A partir dos dados obtidos de números de focos de calor (queimadas) e números de internações por doenças respiratórias e dados de precipitação, foi possível elaborar Figuras e Tabelas para análise e discussão dos resultados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta pesquisa procurou-se avaliar a relação entre precipitação e números de focos de calor (queimadas), bem como a correlação espaço temporal de causa-efeitos das queimadas na saúde humana, utilizando dados de sensores multiespectrais de moderada resolução espacial. Os principais resultados obtidos na região centro leste e sul do Estado do Pará, foram:

4.1 PRECIPITAÇÃO X NÚMERO DE FOCOS DE QUEIMADAS

As Figuras 04, 05 e 06, mostram a relação entre precipitação e n°. de focos de calor (queimadas) para Santana do Araguaia, Marabá e Altamira, respectivamente.

Observa-se dois períodos distintos, um mais chuvoso que vai de novembro a março em Santana do Araguaia, de Dezembro a Abril em Marabá e de Janeiro a Junho em Altamira, correspondendo a 74%,78% e 82% da precipitação total, respectivamente e outro período menos chuvoso que acontece de Abril a Setembro com 26% em Santana do Araguaia, de maio a novembro com 22% em Marabá e de julho a dezembro com 18% em Altamira. Os totais médios anuais dos três municípios para o período em estudo foram de 1809.1mm, 1828.9mm e 2220.3mm, respectivamente.

Os números de focos de queimada foram de 4249 para Santana do Araguaia, 3440 para Marabá e 4533 para Altamira, mostrando que o município de Altamira é o que apresenta o maior n°. de focos de calor (queimada) Estado do Pará.

Observa-se a relação direta do n°. de focos de calor (queimadas) com precipitação onde nos meses mais chuvosos não há ocorrência de queimadas, porém nos meses menos chuvosos, ocorre grande intensidade do n°. de focos, com pico máximo em agosto, setembro e outubro em todos os municípios estudados.

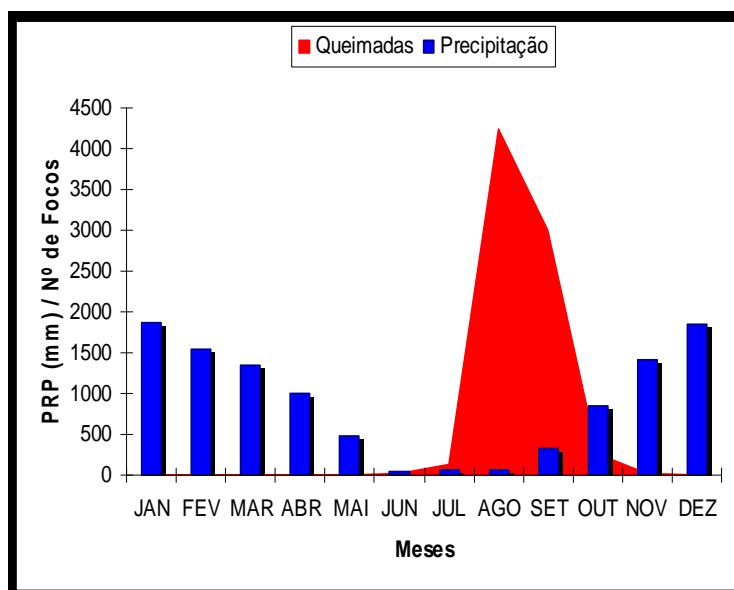


Fig. 04 - Nº. de Focos de Calor (queimadas) e Precipitação em Santana do Araguaia –PA de 1999 a 2004.

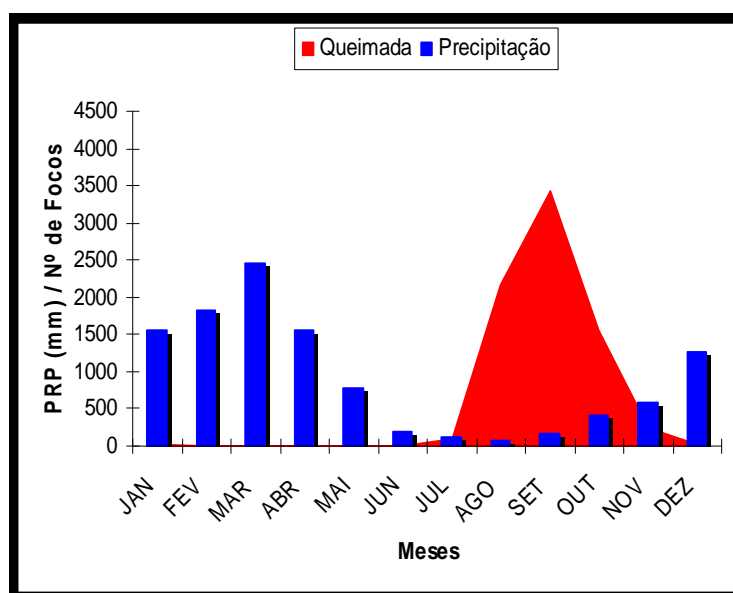


Fig. 05 - Nº. de Focos de Calor (queimadas) e Precipitação em Marabá –PA de 1999 a 2004.

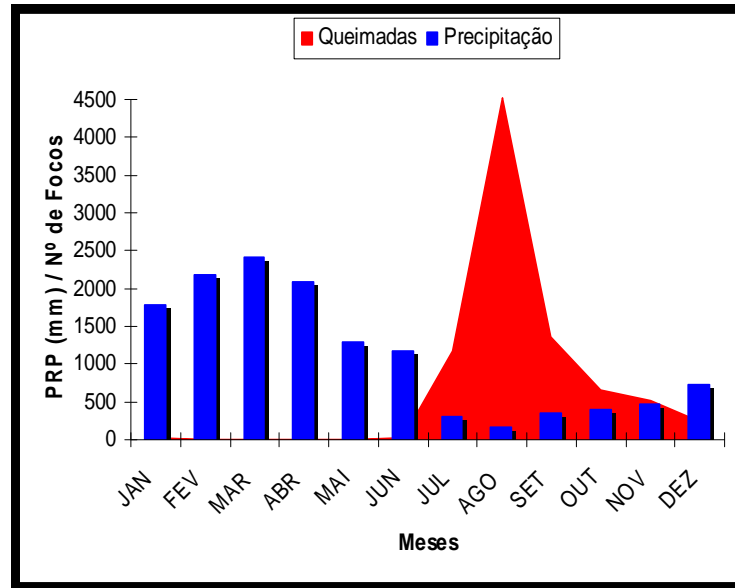


Fig. 06 – Nº. Focos de Calor (queimadas) e Precipitação em Altamira – Pa de 1999 a 2004

4.2 QUEIMADAS X INTERNAÇÕES

As Figuras 07,08 e 09 mostram os números de focos de calor (queimadas) x internações por faixa etária em Santana do Araguaia, Marabá e Altamira, respectivamente.

As faixas etárias selecionadas neste estudo foram crianças de 1 a 4 anos e acima de 60 anos, devido vários estudos epidemiológicos que evidenciam um aumento consistente de doenças respiratórias que vão desde a mortalidade gerais e específicos associada à exposição a poluentes pequenos na atmosfera, principalmente nestes grupos que são mais susceptíveis a maior tempo de exposição no local de residência.

Nas Figuras 07, 08 e 09 observa-se que a relação entre os focos de calor (queimadas) e a saúde humana, não se torna visível, o que pode ser justificável devido os residentes em municípios pequenos serem levados aos hospitais dos maiores municípios que possuem melhor estrutura hospitalar, assim como para a capital do estado.

Esta dependência da rede de referência de serviços de saúde decorre muito mais da qualidade dos serviços oferecidos do que de fatores ambientais.

Observa-se na Figura 07, uma redução no número de focos de calor (queimadas) nos anos de 2003 e 2004 no município de Santana do Araguaia, em relação ao ano de 2002, porém com relação às internações, não observamos variabilidade, nas faixas etárias estudadas.

Com uma população relativamente pequena, Santana do Araguaia, apresenta números críticos de focos de calor (queimadas). O período das queimadas coincide com o da estiagem, quando, tem-se baixa umidade relativa, altas temperaturas e baixa pluviosidade; considerando o ciclo natural de perda de folhas da vegetação na mesma época, temos a situação ideal para a propagação de uma queimada ou incêndio com geração de fumaça, poeira e de vários poluentes que permanecem nos níveis baixos da atmosfera.

As queimadas são em sua maioria, quase absoluta, deliberadamente provocada por agropecuarista com a intenção de renovar pastagens, desmatar novas áreas, ou mesmo para a limpeza de vegetação em geral.

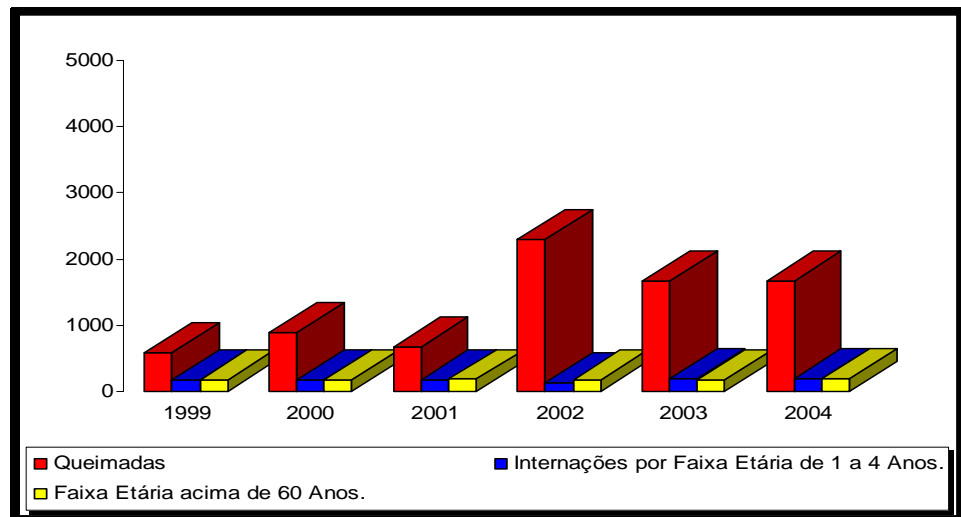


Fig. 07 – Relação n°. de focos de calor (Queimada) e Internações em Santana do Araguaia - Pa.

Em Marabá, a Polícia Federal (PF), Fundação Nacional do Índio (Funai) e Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Ibama, nos últimos anos se mobilizaram para combater a grilagem de terras, a extração ilegal de madeira e o garimpo na Terra Indígena Kayapó, no sudeste do Pará. Pois essas práticas eram as principais causas da grande quantidade de queimadas na região. O que chegou a ser reduzido no ano de 2001, como se pode observar na figura 08, a uma significativa queda no número de focos de calor detectados pelo INPE.

A relação entre n°. de focos de calor (queimadas) e internações no município de Marabá é diferente do anterior, onde se observa que, na faixa etária de 1 a 4 as internações por doenças respiratórias, apresentam comportamento constante durante os anos de 1999 e 2000

apresentando uma pequena diminuição no ano de 2001, aumentando a partir do ano de 2002, enquanto que, na faixa etária acima dos 60 anos ocorreram significativo aumento a partir do ano de 2000, permanecendo o mesmo até o ano de 2003 e voltando a diminuir em 2004, porém sempre superior as internações na faixa etária de 1 a 4 anos, ou seja mostra influencia maior na faixa acima dos 60 anos.

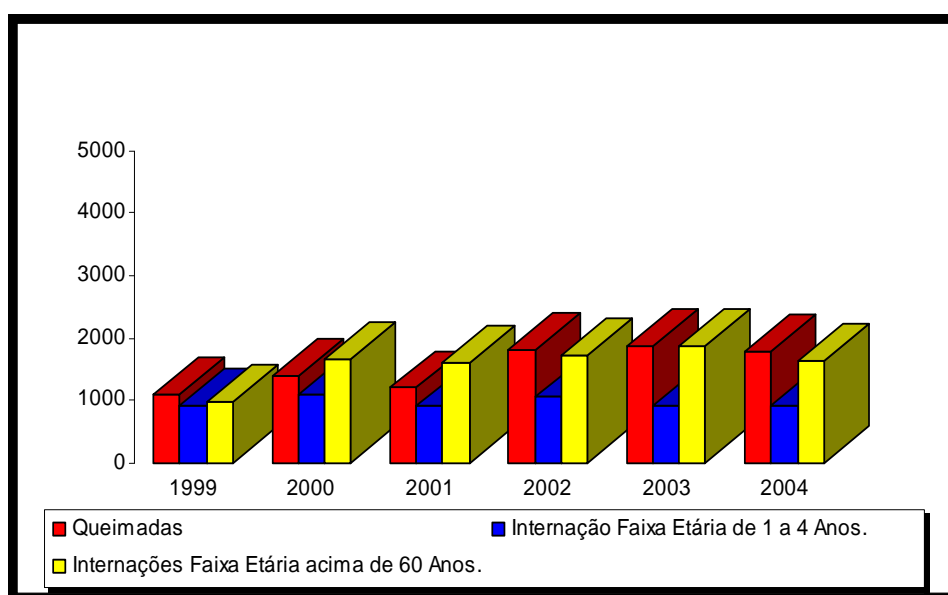


Fig. 08- Relação n°. focos de calor (Queimada) e Internações em Marabá-Pa.

No município de Altamira a economia do município há uma década atrás era em função da extração da Borracha e do cultivo da Castanha do Pará, o que deixou de ocorrer, e se transformou com o passar do tempo, porém hoje em dia sua base econômica está nos madeireiros, no agropecuarista e na plantação de soja, sendo as causas principais para o aumento no número de focos detectados e quando comparados com os demais municípios estudados. Observa-se que no município de Altamira não ocorreu redução nas queimadas reduzidas, ao contrário os dados coletados, informam um crescimento significativo a partir de 2003, e que as políticas para combater o desmatamento e em conseqüências, as queimadas, não estão funcionando no município. Observa-se ainda que a relação entre focos de calor (queimadas) e internações no município influencia mais na faixa etária de 1 a 4 anos, do que na faixa acima dos 60 anos, mostrando comportamento inverso, quando comparado com o município de Marabá-Pa.

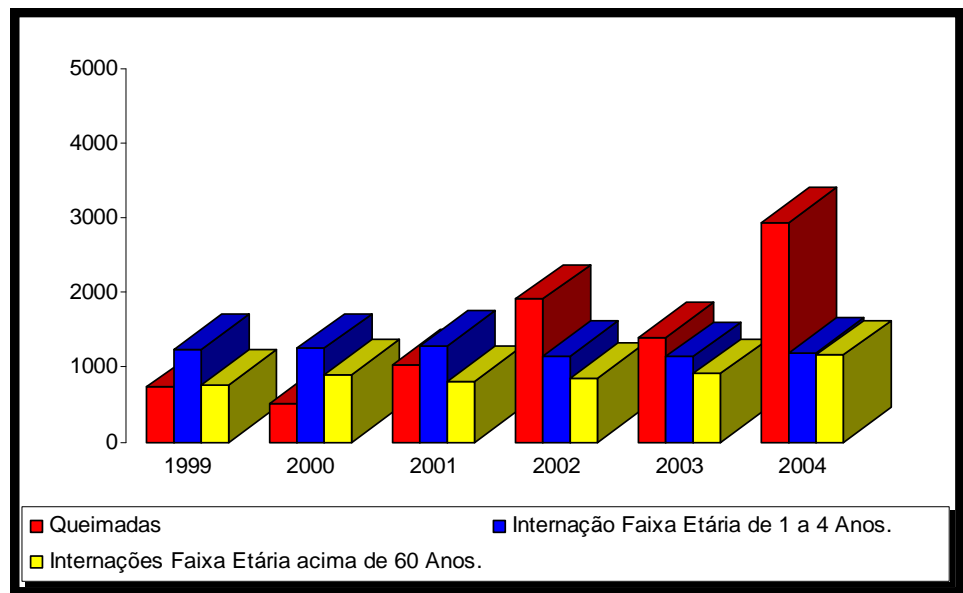


Fig. 09 – Relação nº. focos de calor (Queimada) e Internações em Altamira - Pa.

4.3 NÚMERO DE QUEIMADAS X INTERNAÇÕES POR FAIXA ETÁRIA DE 1 A 4 ANOS E ACIMA DE 60 ANOS

Na Figura 10 observa-se que o perfil do número de focos de calor (queimadas) e o de internações da faixa etária de 1 a 4 anos, possui comportamento diferente, apresentando-se bem definido no período de seca do município, com pequenas elevações nos meses de maio e novembro. O número de Internações foi maior no mês de maio com 54 internações, com total mensal de 374 internações por doenças respiratórias entre o período de 1999 a 2004, enquanto que, com as queimadas, agosto foi considerado o mês crítico, com o maior número de foco com 1.766, e o número total mensal de agosto de 1999 a 2004 com 4.287 e um total anual de focos de 7.764 desde 1999 a 2004 no município de Santana do Araguaia-PA.

Na Figura 11, o comportamento da relação, focos de calor (queimadas) com internações na faixa etária acima dos 60 anos, apresenta variação quase constante, com pequeno aumento nos meses de março, abril e maio, podendo este aumento ser justificado pela ocorrência de correlação com defasagem temporal. Em relação ao número de focos de calor (queimada), o município

apresenta um significativo aumento em julho, agosto e setembro. Com o mês de agosto com o maior número de internações 36, e total mensal de 274, entre o período de 1999 a 2004.

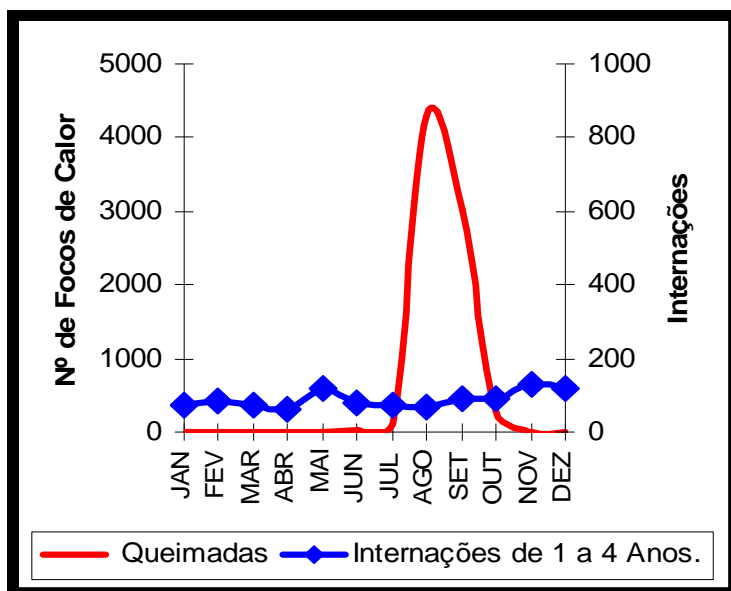


Fig. 10- Focos de Calor (Queimadas) e Internações de 1 a 4 Anos em Santana do Araguaia-Pa.

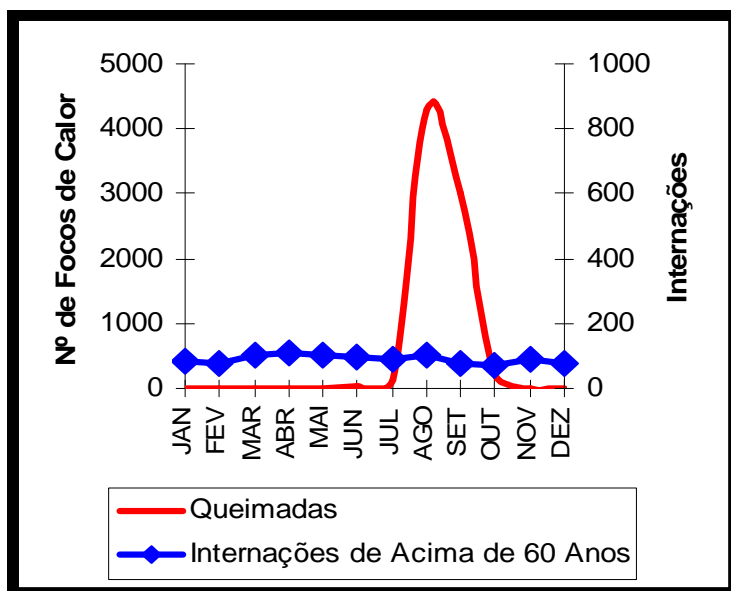


Fig. 11- Focos de calor (Queimadas) e Internações de Acima de 60 Anos em Santana do Araguaia-Pa.

A Figura 12 mostra a relação das queimadas e internações da faixa etária de 1 a 4 anos, para o município de Marabá onde observa-se, um aumento no número de queimadas de julho a

setembro, diminuindo a partir de outubro, semelhante ao comportamento nas internações para o mesmo período, porém o mês de setembro foi o que apresentou maior número com 1.055 focos em 2002, com total mensal de 2.477 e com total anual de 7.569. Na Figura 13 a relação entre queimadas e internações na faixa etária acima dos 60 anos observa-se que os meses de abril, maio e junho, são os meses com maior número de internações, inverso aos das queimadas, podendo ser justificado, por correlação com defasagem temporal. Conforme Arbex (2007) Por meio dos estudos feitos em Piracicaba e Araraquara, foi possível verificar que a queima da palha da cana-de-açúcar contribui para o aumento de hospitalizações e atendimentos emergenciais. “Os mais afetados são as crianças, idosos acima de 60 anos e pessoas que já possuem patologias cardio-respiratórias. Em Piracicaba foi registrado um aumento de 21% nas internações infantis. Ou seja, além de prejudicar a saúde de pessoas sem problemas aparentes, exacerba os sintomas nos portadores de asma, bronquite, hipertensão arterial, arritmia cardíaca, entre outros”.

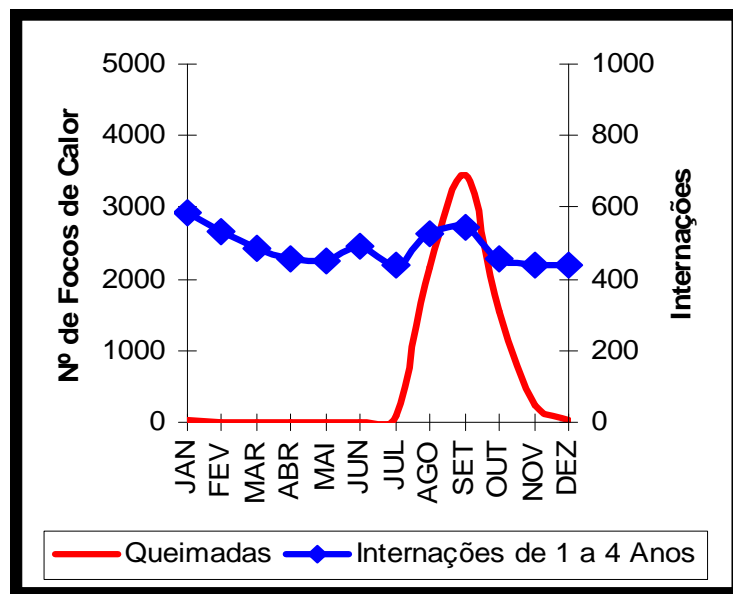


Fig. 12- Focos de calor (Queimadas) e Internações de 1 a 4 Anos, em Marabá - Pa.

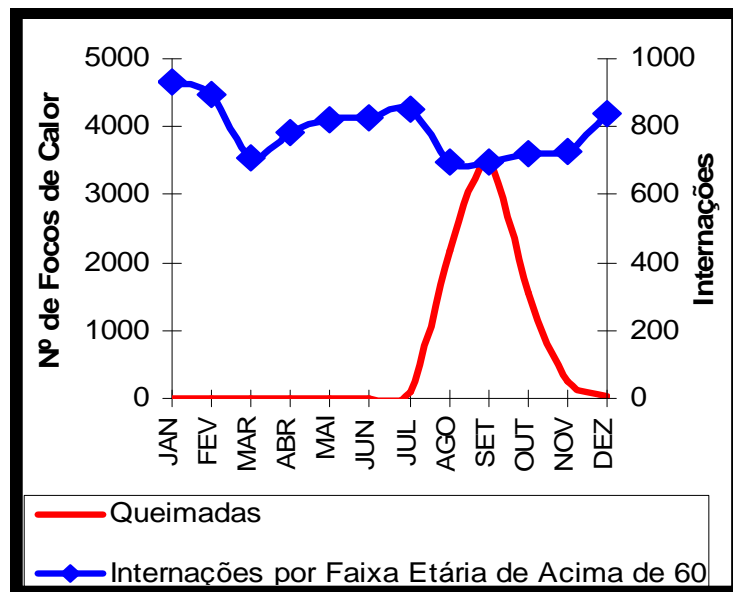


Fig. 13- Focos de calor (Queimadas) e Internações de acima dos 60 anos em Marabá- Pa.

Nas Figuras 14 e 15, observa-se que no município de Altamira, o comportamento de diminuição das queimadas e aumento no número de internações, tanto na faixa etária de 1 a 4 anos, como acima dos 60anos, exatamente no mês de agosto, mês crítico para a região, inversão essa justificada pela correlação com a defasagem no tempo, ou seja, os efeitos das queimadas no mês de agosto poderão ser verificados meses depois. Segundo Mascarenhas, M. D. M.(2005) “As manifestações biológicas dos efeitos da poluição sobre a saúde apresentam um comportamento que mostra uma defasagem em relação à exposição do indivíduo aos agentes poluidores. Logo, os atendimentos observados em um dia específico devem estar relacionados à poluição desse dia e àquela observada em dias anteriores.” As internações, são maiores na faixa etária de 1 a 4 anos, com maior índice, no mês de Junho com total de 269 internações mensais e um total anual no período de 1999 a 2004 de 3480, enquanto que na faixa etária dos idosos é de 150 no mês de fevereiro e o número total de internações para o período estudado é de 1500.

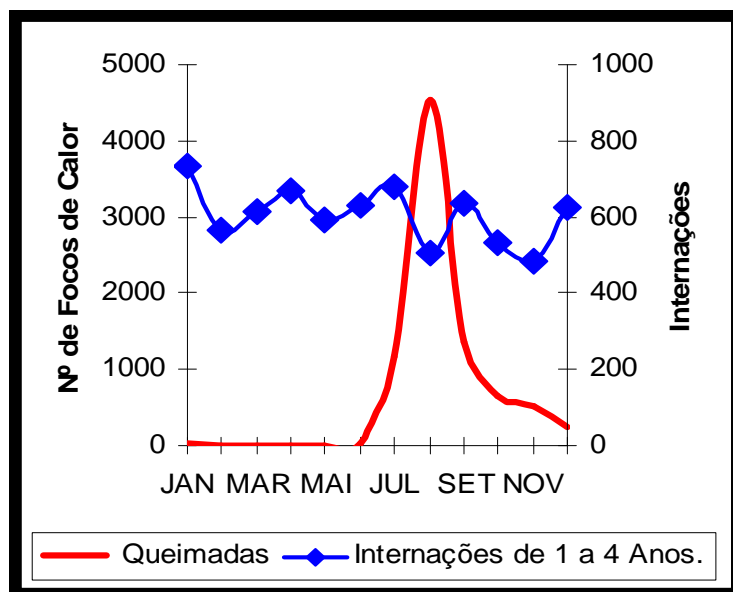


Fig. 14 –Focos de calor (Queimadas) e Internações de 1 a 4 anos em Altamira - Pa.

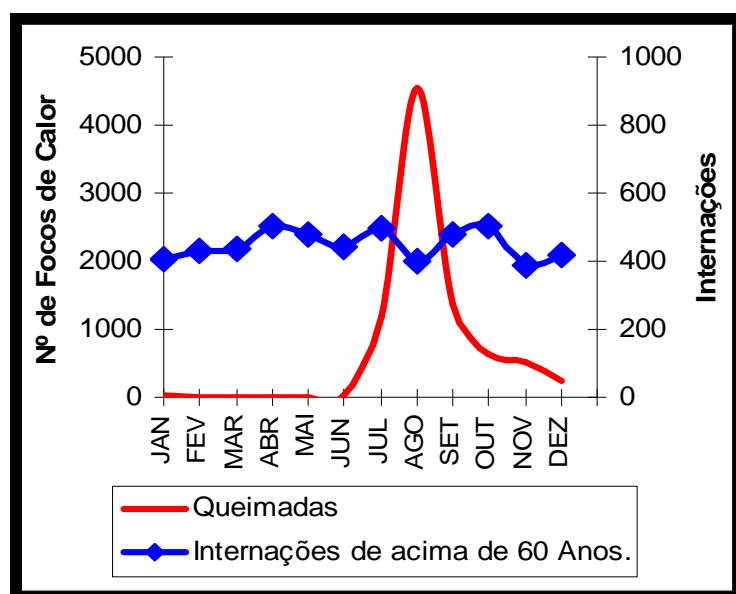


Fig. 15 – Focos de Calor (Queimadas) e Internações acima de 60 anos em Altamira - Pa.

4.4 VALORES DE CORRELAÇÃO ENTRE O NÚMERO DE FOCOS DE CALOR X INTERNAÇÕES

A Tabela 03 mostra a correlação entre focos de calor (queimadas) x internações para os 3 municípios estudados pelo coeficiente de determinação R^2 , comprovando a existência da correlação não linear, com defasagem temporal para os municípios, a correlação linear não foi bem visualizada devido, os dados pertencerem a escalas espaço-temporal diferentes, onde trabalhou-se com números maiores de focos de calor (queimadas) e números relativamente pequenos de internações, no entanto encontraram-se bons índices de correlações com defasagem temporal.

Marabá e Santana do Araguaia, apresentaram valores de correlação em pares, significativas, comprovando a existência de causa e efeito, enquanto que, no município de Altamira a correlação existe, porém não tão significativa.

“Em determinadas pesquisas, é interessante colocar uma defasagem no tempo entre duas variáveis distintas. Talvez não exista correlação entre duas variáveis contemporâneas, mas com uma das variáveis defasadas, onde aparece a desejada correlação. No mundo real, esse fenômeno é muito comum, por exemplo, o treinamento de um operador na fábrica pode eventualmente melhorar a qualidade do produto, mas somente depois de certo tempo de aplicação das novas técnicas aprendidas”. Samohyl et al (2004).

Tabela 03 - Valores de correlação de R^2 dos municípios de Marabá, Altamira e Santana do Araguaia.

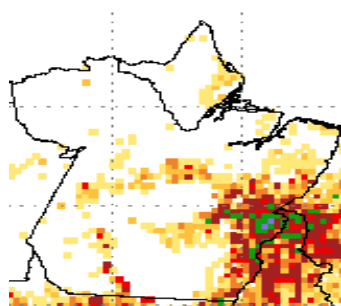
| Valores de Correlação R^2 | | | | | | |
|--|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Município de Marabá – Pa | | | | | | |
| | Coluna 1 | Coluna 2 | Coluna 3 | Coluna 4 | Coluna 5 | Coluna 6 |
| Coluna 1 | 1 | | | | | |
| Coluna 2 | 0,34762 | 1 | | | | |
| Coluna 3 | 0,236932 | 0,9933 | 1 | | | |
| Coluna 4 | 0,811211 | 0,830279 | 0,760305 | 1 | | |
| Coluna 5 | 0,743597 | 0,885418 | 0,825771 | 0,994197 | 1 | |
| Coluna 6 | 0,845198 | 0,794931 | 0,71949 | 0,998157 | 0,985837 | 1 |
| Município de Altamira – Pa | | | | | | |
| | Coluna 1 | Coluna 2 | Coluna 3 | Coluna 4 | Coluna 5 | Coluna 6 |
| Coluna 1 | 1 | | | | | |
| Coluna 2 | 0,876653 | 1 | | | | |
| Coluna 3 | 0,846058 | 0,485216 | 1 | | | |
| Coluna 4 | -0,29008 | -0,71473 | 0,264749 | 1 | | |
| Coluna 5 | -0,09992 | -0,56631 | 0,445887 | 0,981198 | 1 | |
| Coluna 6 | -0,53087 | -0,87312 | 0,002618 | 0,965007 | 0,896253 | 1 |
| Município de Santana do Araguaia - Pa | | | | | | |
| | Coluna 1 | Coluna 2 | Coluna 3 | Coluna 4 | Coluna 5 | Coluna 6 |
| Coluna 1 | 1 | | | | | |
| Coluna 2 | 0,999503 | 1 | | | | |
| Coluna 3 | 0,999341 | 0,999989 | 1 | | | |
| Coluna 4 | 0,998939 | 0,999895 | 0,999952 | 1 | | |
| Coluna 5 | 0,999725 | 0,999967 | 0,999918 | 0,999745 | 1 | |
| Coluna 6 | 0,999624 | 0,999992 | 0,999961 | 0,999826 | 0,999992 | 1 |
| Boa Correlação / Sem Correlação | | | | | | |

4.5 MAPAS DE FOCOS DE QUEIMA

Com os mapas de focos de calor (queimadas), Figuras 16 e 17, visualiza-se o posicionamento dos focos detectados nos municípios estudados, pelo Satélite NOAA12, observando-se também a variação das queimadas nos meses críticos, agosto, setembro e outubro no período de 2001 a 2004, resultados estes, de extrema relevância para os serviços de saúde do Estado do Pará e que necessita de pesquisas multidisciplinares para estudos mais amplos sobre o assunto, não sendo possível apresentar os anos de 1999 e 2000, devido os mesmos não estarem disponíveis.

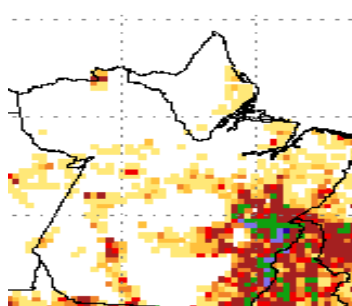
Focos de Queima

Acumulado de agosto de 2001
NOAA12 - passagem as 21GMT



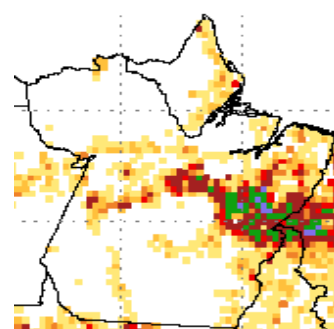
Focos de Queima

Acumulado de setembro de 2001
NOAA12 - passagem as 21GMT



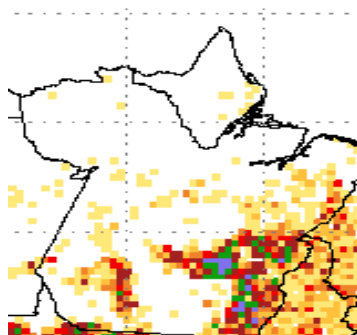
Focos de Queima

Acumulado de outubro de 2001
NOAA12 - passagem as 21GMT



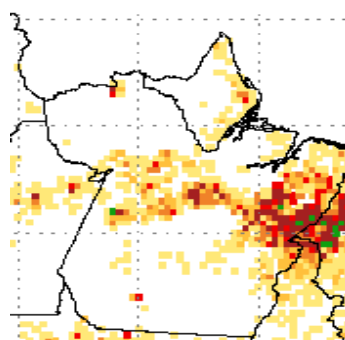
Focos de Queima

Acumulado de agosto de 2002
NOAA12 - passagem as 21GMT



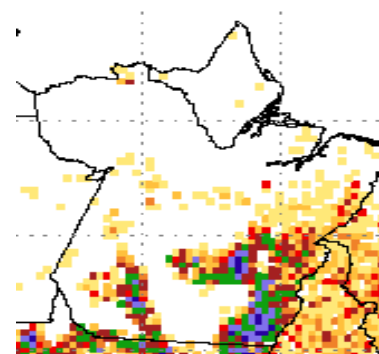
Focos de Queima

Acumulado de setembro de 2002
NOAA12 - passagem as 21GMT



Focos de Queima

Acumulado de outubro de 2002
NOAA12 - passagem as 21GMT



Numero de focos



Fig. 16 - Mapas de Focos de Queima no Estado do Pará dos Meses de Agosto/Setembro/Octubro de 2001 e 2002

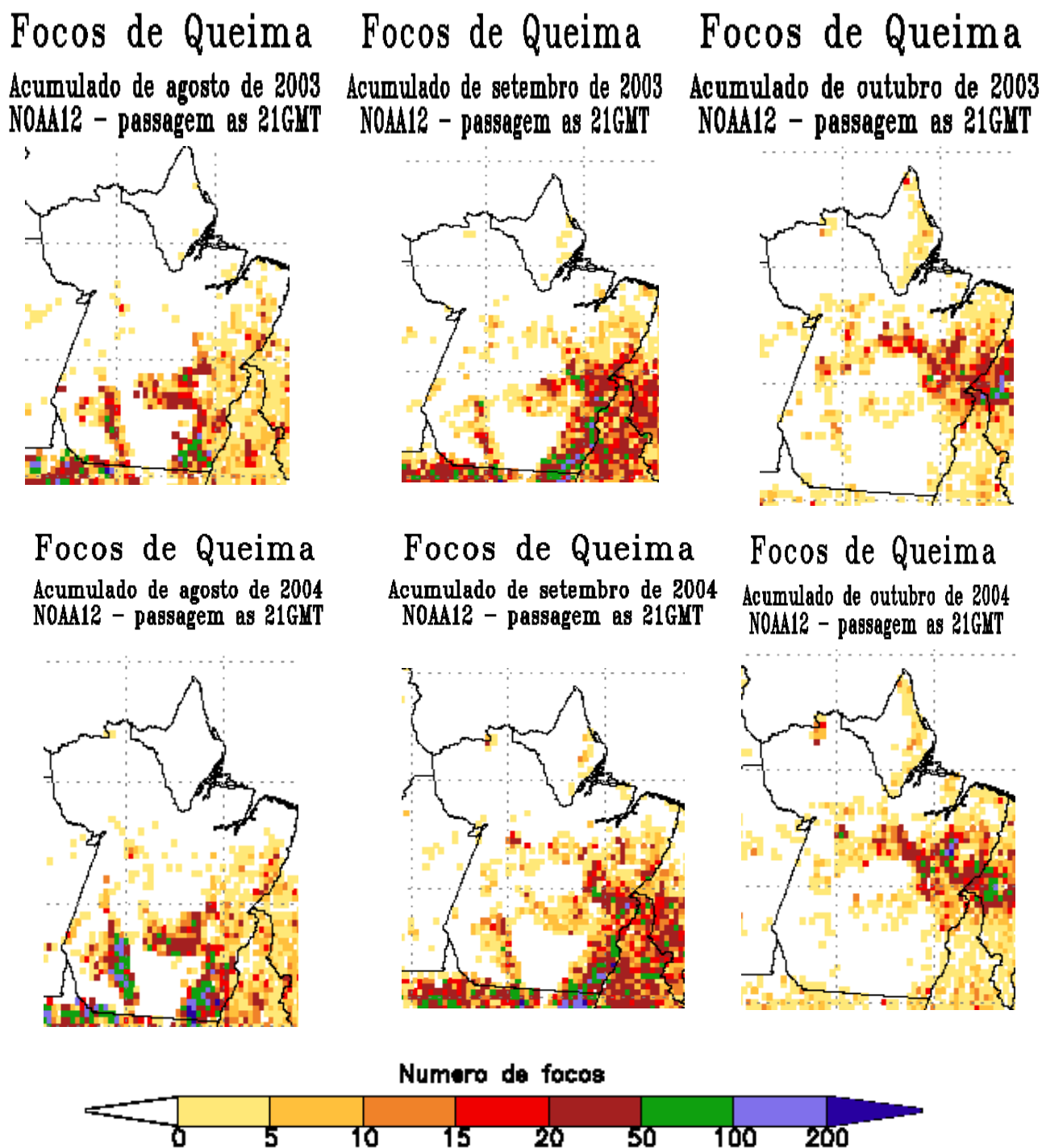


Fig.17 - Mapas de Focos de Queima no Estado do Pará dos Meses de Agosto/Setembro/Octubro de 2003 e 2004.

4.6 ANOMALIAS DE FOCOS DE CALOR (QUEIMADAS) E INTERNAÇÕES POR FAIXA ETÁRIA DE 1 A 4 ANOS E ACIMA DE 60 ANOS

Na Figura 18 observa-se a ocorrência de correlação com defasagem temporal, nos anos de 2002 e 2003, com período entre causa (queimada) e efeito (internações) de 3 meses, justificada pela presença de anomalias positivas entre agosto a outubro de 2002 e julho a setembro de 2003.

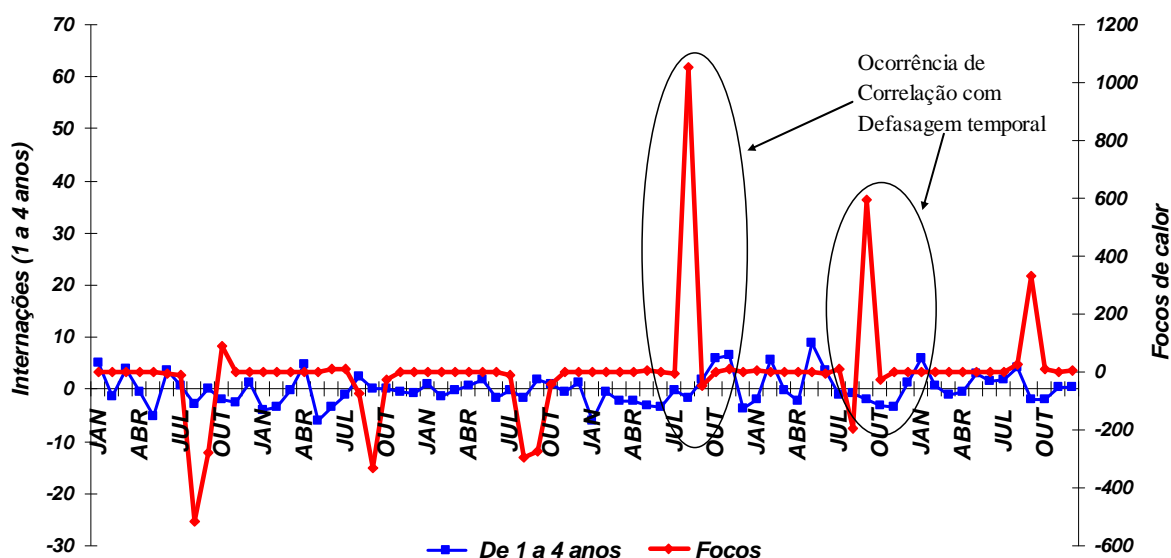


Fig. 18– Anomalias Focos de calor (Queimadas) X Internações de 1 a 4 anos em Santana do Araguaia - Pa.

Na Figura 19 observa-se uma pequena correlação mensal, no período de agosto e setembro de 2002, relação essa justificada pela reação imediata de causa (queimada) e efeito (internações), Segundo Arbex (2005), a queima da cana, que acontece entre os meses de abril e novembro, provoca a emissão de uma espécie de fuligem, composta por 90% a 95 % de partículas finas ou ultrafinas, que não são visíveis a olho nu. "Quando inaladas, essas partículas atingem os alvéolos pulmonares e a corrente sanguínea provocando uma resposta inflamatória com repercussão sobre o sistema respiratório e cardiovascular" A relação entre poluição atmosférica e efeitos sobre a saúde da população mostra ter efeito agudo após curto período de exposição, com tempo de defasagem de dois dias, o que também foi observado no município de Santana do Araguaia - Pa

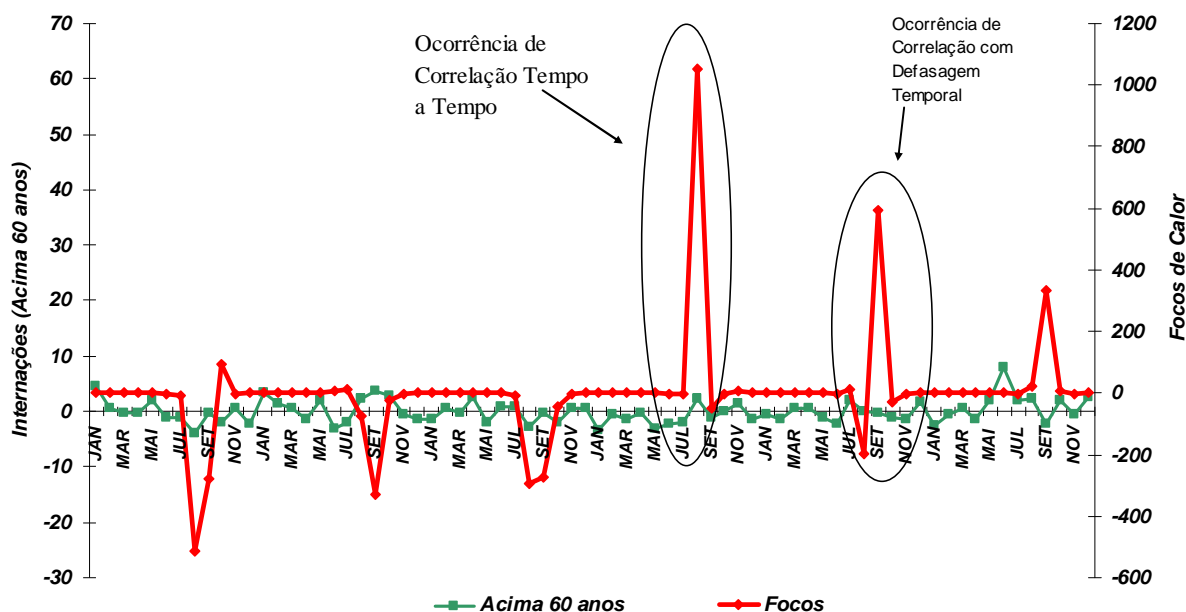


Fig. 19 – Anomalias Focos de calor (Queimadas) X Internações de acima de 60 anos em Santana do Araguaia-Pa.

Na Figura 20 a ocorrência de correlação com defasagem temporal, ocorreu nos anos de 2001 e 2002 para a faixa etária de 1 a 4 anos, enquanto que na Figura 21 apresentou correlação somente no ano de 2003 para a faixa etária acima dos 60 anos, para o município de Marabá-Pa.

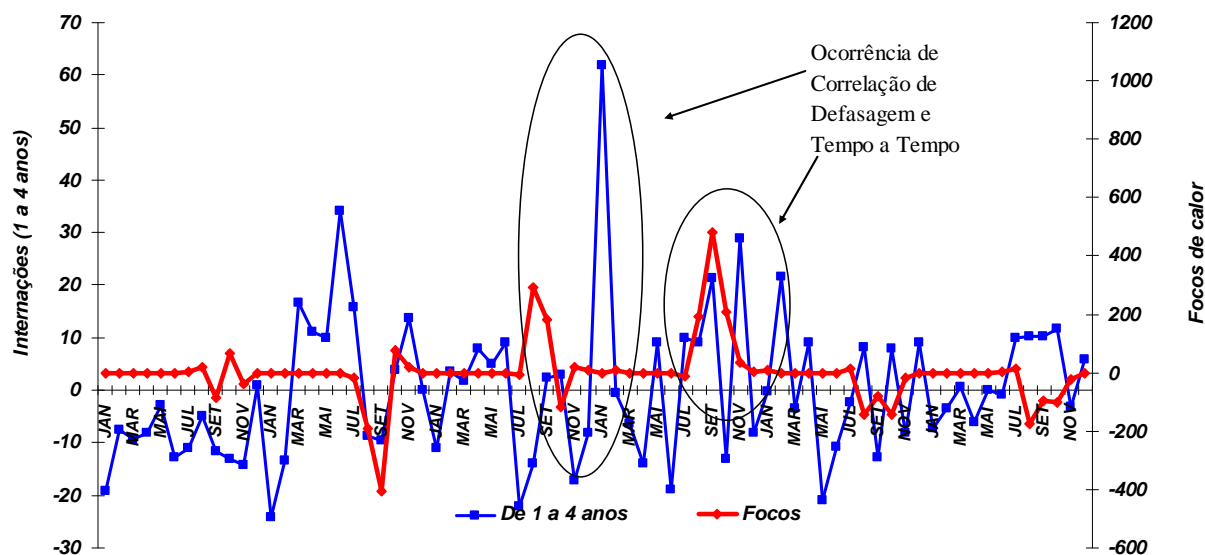


Fig. 20 - Anomalias Focos de calor (Queimadas) X Internações de 1 a 4 anos em Marabá – Pa.

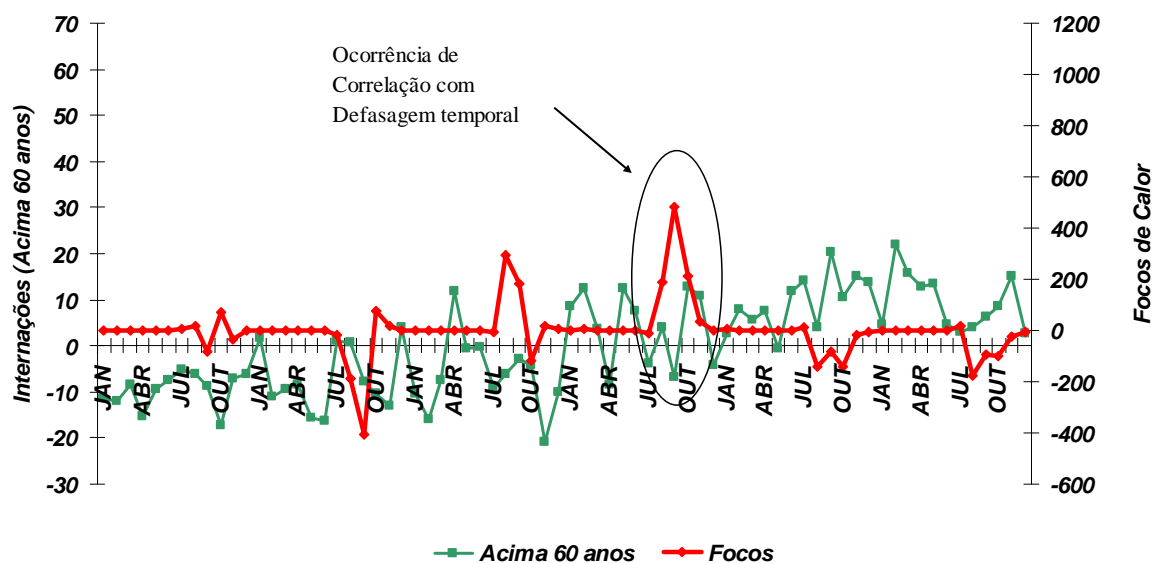


Fig. 21 – Anomalias Focos de calor (Queimadas) X Internações de acima de 60 anos em Marabá- Pa.

Nas Figuras 22 e 23, visualizamos a ocorrência de correlação com defasagem temporal no município de Altamira-Pa, no mesmo período de agosto a novembro de 2002, só que com anomalias positivas em relação à faixa etária de 1 a 4 anos e anomalias negativas para a faixa etária acima dos 60 anos.

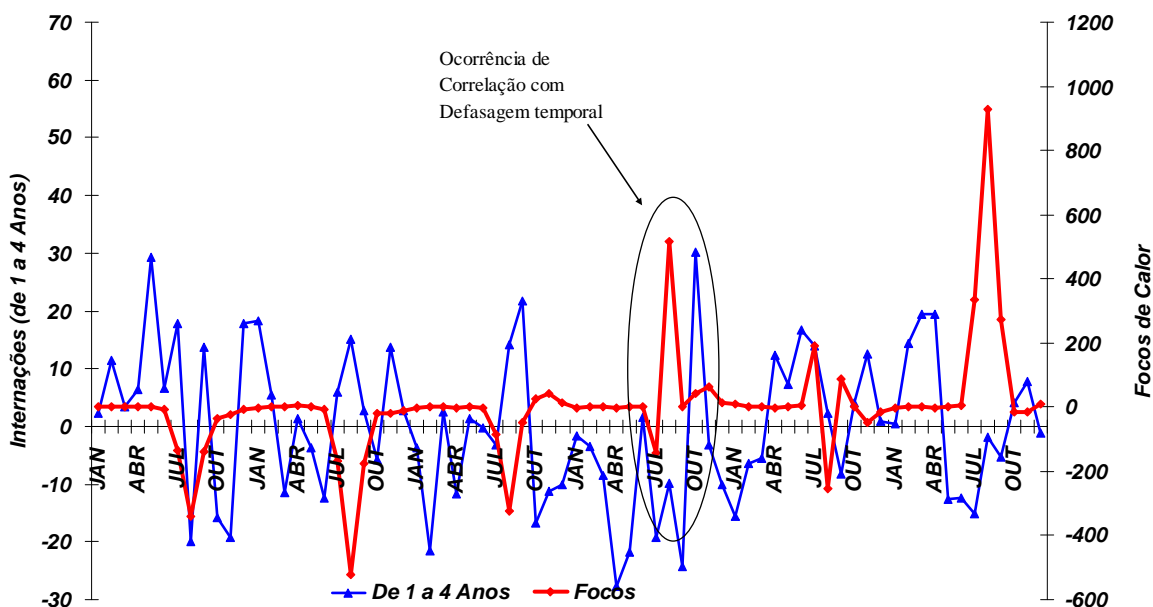
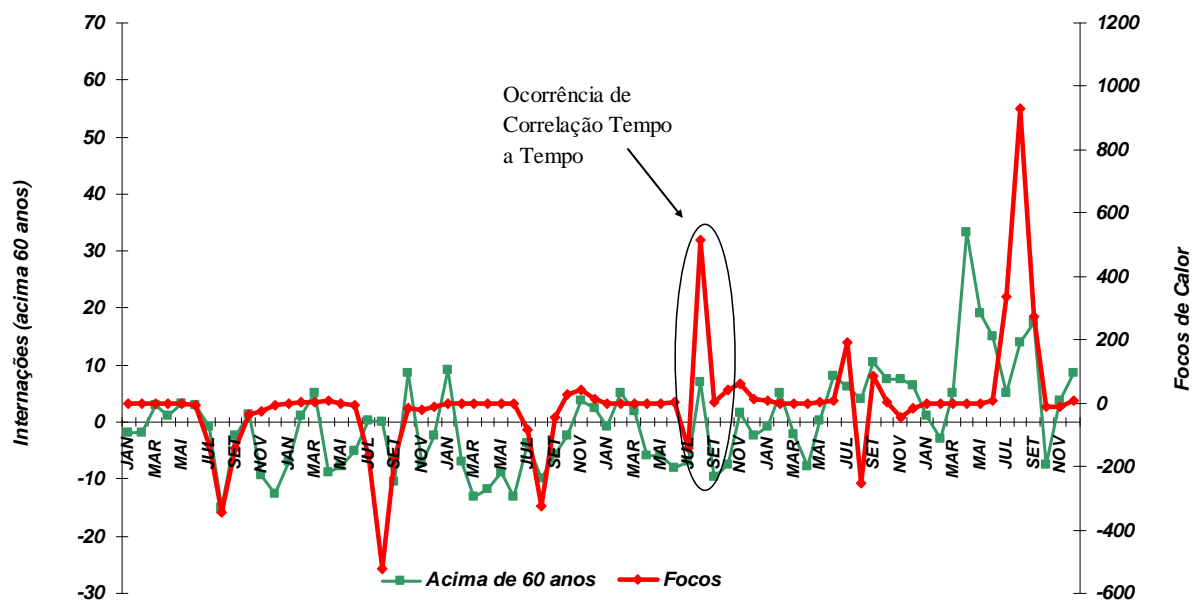


Fig. 22- Anomalias Focos de calor (Queimadas) X Internações de 1 a 4 anos em Altamira – Pa.



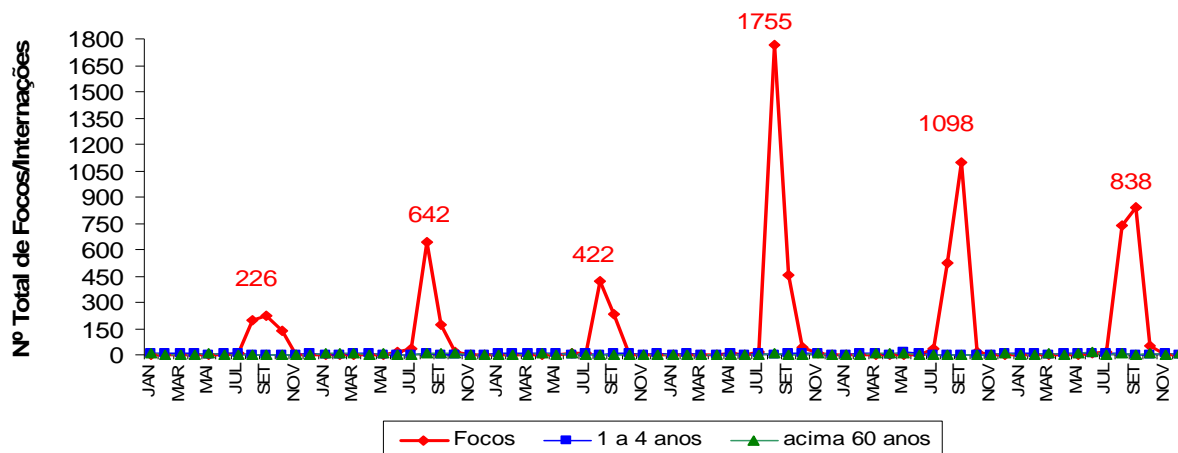


Fig. 24- Perfil dos valores totais de Queimadas e Internações em Santana do Araguaia de 1999 a 2004.

A Figura 25, apresenta o maior número de foco de calor (queimada) de 1055 em setembro de 2002 no município de Marabá-Pa.

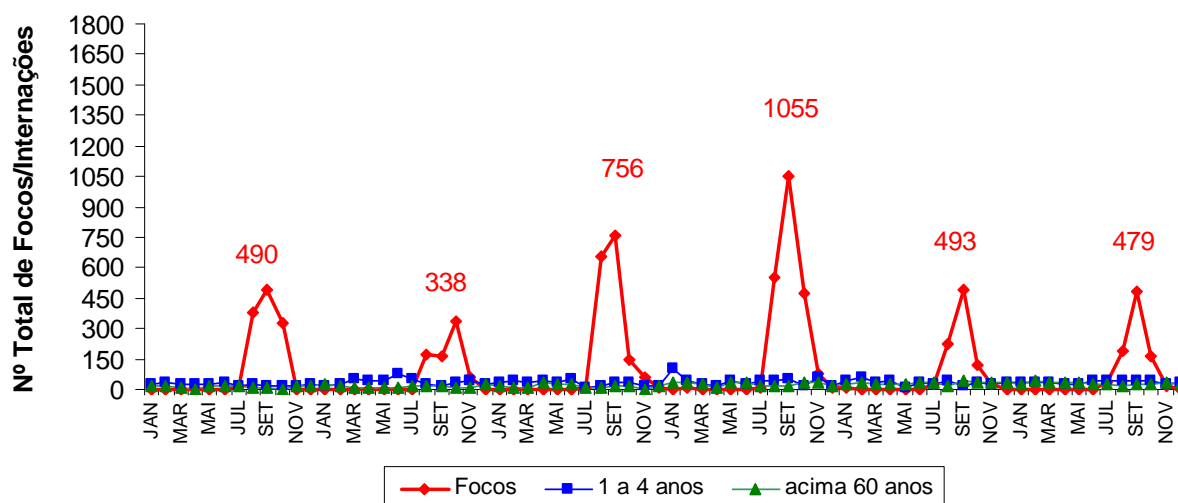


Fig. 25- Perfil dos valores totais de Queimadas e Internações em Marabá de 1999 a 2004.

A Figura 26 apresenta o maior número de foco de calor (queimada) de 1683 em setembro de 2004 no município de Altamira-Pa.

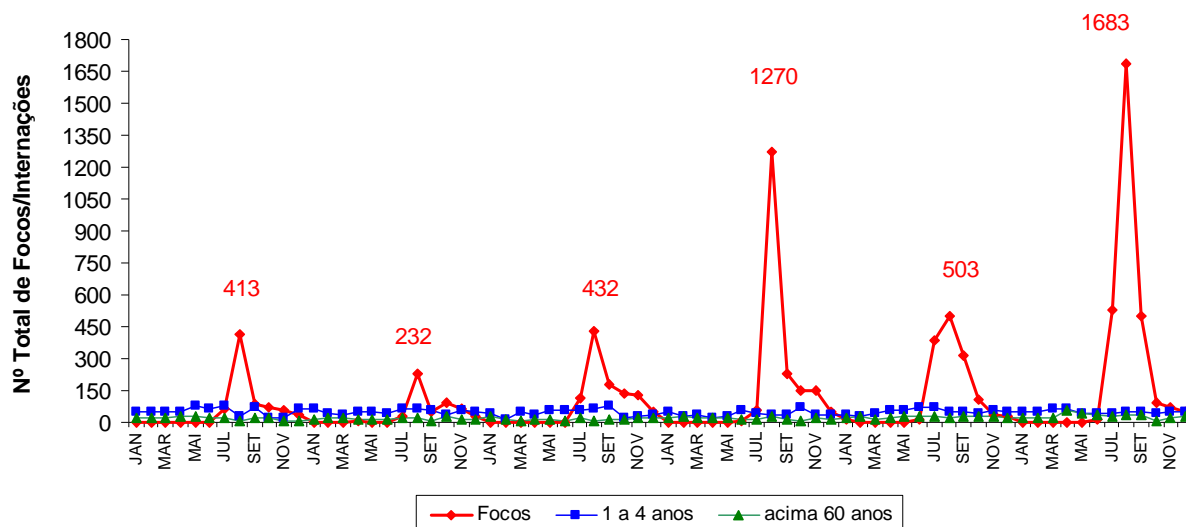


Fig. 26 - Perfil dos valores totais de Queimadas e Internações em Altamira de 1999 a 2004.

Na figura 27 observa-se números significativo das internações, sendo 18 para a faixa etária de 1 a 4 anos e 12 para faixa etária acima de 60 anos, números baixo, como estes podem ser consequência do sistema de saúde precário na região, ou seja a população poderá esta migrando para outras localidades.

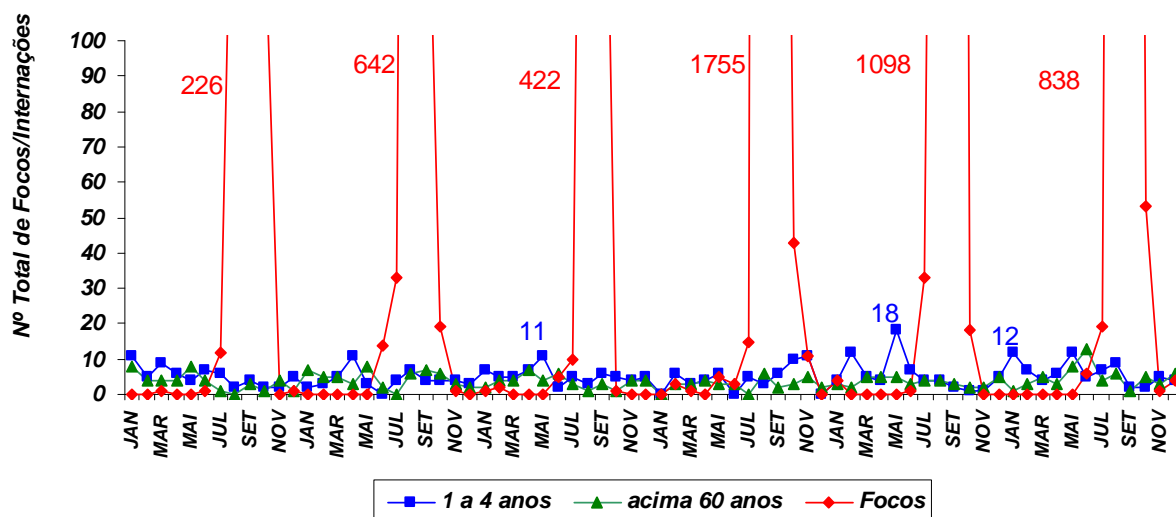


Fig. 27- Comportamento em escala reduzida dos valores totais de Queimadas e Internações em Santana do Araguaia de 1999 a 2004.

A Figura 28 apresenta os números de internações na faixa etária de 1 a 4 anos com 105 internações no mês de fevereiro de 2002 e acima dos 60 anos com 37 internações no mês de março de 2002.

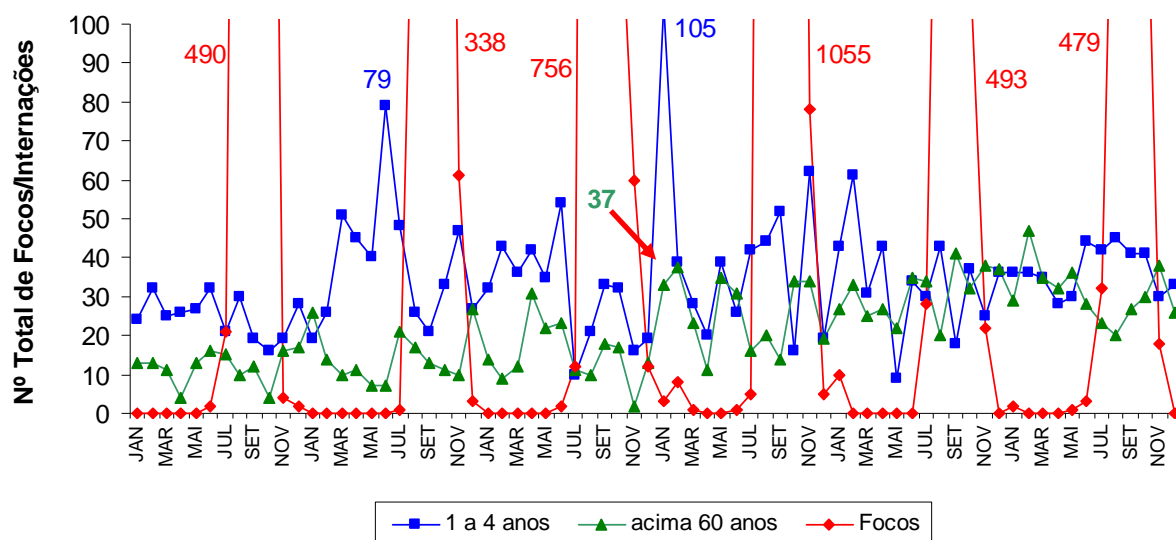


Fig. 28 - Comportamento em escala reduzida dos valores totais de Queimadas e Internações em Marabá de 1999 a 2004.

A Figura 29 apresenta os números de internações na faixa etária de 1 a 4 anos com 79 internações no mês de agosto de 2001 e acima dos 60 anos com 59 internações no mês de abril de 2004.

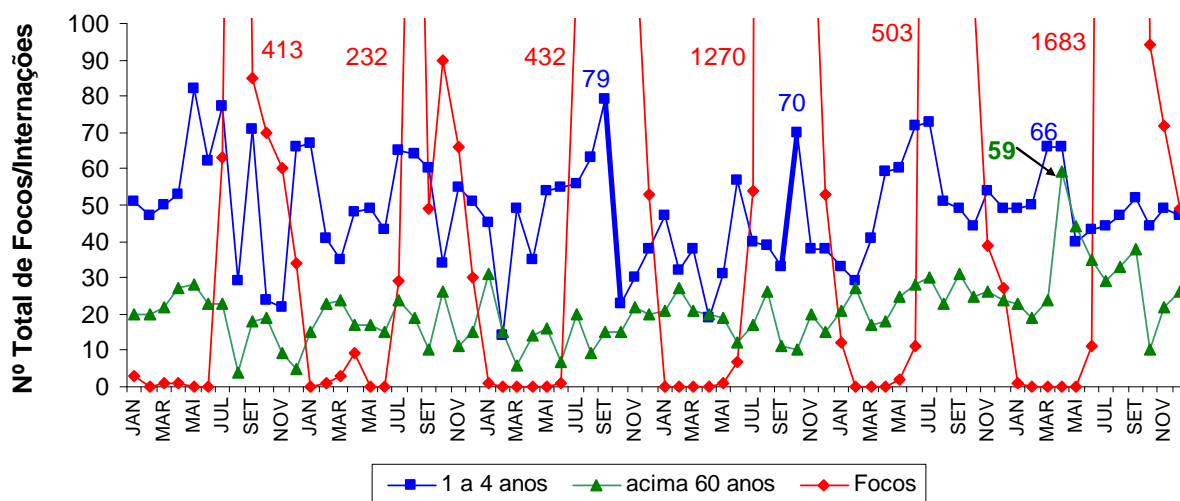


Fig. 29 - Comportamento em escala reduzida dos valores totais de Queimadas e Internações em Altamira de 1999 a 2004.

5. CONCLUSÃO

Observou-se ao longo do trabalho que os três municípios estudados Altamira, Marabá e Santana do Araguaia, apresentaram correlações com defasagem no tempo, ou seja os efeitos das queimadas na saúde surgem meses após o surgimento do fogo, provocando mudanças imediatas, como no processo que faz com que as queimadas passem a existir, o desmatamento, ocorrendo a substituição da floresta pela pastagem, onde as queimadas, trazem malefícios para saúde, principalmente para a faixa etária de 1 a 4 anos e acima de 60 anos. Observou-se também a relação direta entre a queimada e a precipitação, onde nos meses mais chuvosos não há ocorrência de queimadas, porém nos meses menos chuvosos, ocorre grau elevado de queimadas, com picos máximos em agosto, setembro e outubro em todos os municípios.

Com base científica podemos afirmar que a poluição do ar tem efeitos negativos para a saúde humana, onde os impactos decorrentes dos gases emitidos pela combustão de biomassa ainda não foram bem avaliados, mas afetam um número significativo de pessoas, sobretudo nos países em desenvolvimento, onde a queimada constitui uma prática agrícola bastante difundida. Como as situações são muito dinâmicas, os estudos precisam avaliar os riscos de novos agentes e de novas situações. A avaliação das rápidas e constantes mudanças na atmosfera constitui um desafio para futuras pesquisas.

Considera-se de extrema relevância para os serviços de saúde do Estado do Pará, a implementação da vigilância em saúde ambiental com base em indicadores, de morbidade e mortalidade, acompanhada sempre que possível do monitoramento da qualidade do ar nas regiões de queimadas.

Finalmente, estudos sobre outros efeitos da poluição do ar para a saúde, não só as doenças respiratórias, que são raras e preliminares e muitos de seus resultados são evidências não-conclusivas, necessitam no futuro, urgência na realização de estudos mais amplos, envolvendo ainda mais profissionais, de diferentes áreas, ou seja estudos multidisciplinares.

REFERÊNCIAS

ARBEX, M.A. Os prejuízos à saúde são enormes nas proximidades de pólos de produção do etanol, *Poluição atmosférica devida à queima de biomassa florestal e atendimentos de emergência por doença respiratória em Rio Branco*, Brasil 2007.

BASCOM, R. BROMBERG, P.A. COSTA, D.A DEVLIN, R. Dockery DW FRAMPTON, M.W. LAMBERT, W. SAMET, J.M. SPEIZER, F.E. UTELL, M. *State Of The Art. Health Effects of Outdoor Pollution. Am. J. Respire. Crib. Care Med.*, v 153,n 1,p.3-50, 1996.

BRUCE, N.; PEREZ-PADILLA, R.; ALBALAK, R. Indoor air pollution in developing countries: a major environmental and public health challenge. *Bulletin of the World Health Organization*, v 78, n. 9, p. 1078-1092, 2000.

CHAN, N.Y.; EBI, K.L.; SMITH, F.; WILSON, T.F.; SMITH, A.E. An integrated assessment framework for climate change and infectious diseases. *Environmental Health Perspectives*, v. 107, n. 5, May 1999.

COMMITTEE OF THE ENVIRONMENTAL and Occupational Health Assembly of the American Thoracic Society. Health effects of outdoor air pollution: state of the art. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, v. 153, p. 3-50; 477-498, 1996.

CORREIA, F.W. ALVARÁ, R.C.S, MANZI, A. O impacto das modificações da cobertura vegetal no balanço de água na Amazônia: um estudo com modelo de circulação geral da atmosfera (MGCA). *Revista Brasileira de Meteorologia*, v.21, n.3, 15, 2006.

FELZ, J. M., PRINS, E. M.; SETZER, A. W. A comparison of the GOES-8 ABBA; INPE AVHRR fire products for South America from 1995-2000: In: *Conference on Satellite Meteorology and Oceanography*, Proceedings Madison 2001, p. 51-54 of the 11th 2001.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE)

Informações de Dados Imagens de Satélites.

Disponível em:

<http://www.cptec.inpe.br/ produtos/queimadas>

Acesso em: 04 de Setembro de 2008

MANCO, A. R. X. Estudo de Alguns Indicadores de Saude Na Vi Regiao Administrativa do Estado de S. Paulo - Ribeirao Preto, 1974. In: *REUNIAO ANUAL DA SBPC* 31., 1977, São Paulo. Supl.de Ciência e Cultura, 1977. v. 29. p. 0140-0140.

MASCARENHAS, M. D. M. Poluição atmosférica devida à queima de biomassa florestal e atendimentos de emergência por doença respiratória em Rio Branco, Brasil, *Ciência Hoje*, v. 32, n. 67- Setembro, 2005

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Sistema de informações hospitalares do SUS 2008.

Disponível em:

<http://www.datasus.gov.br>

Acesso em: 12 de Outubro de 2008

NAEHER, L.P.; SMITH, K.R.; LEADERER, B.P.; MAGE, D. ; GRAJEDA, R. Indoor and outdoor PM2.5 and CO in high - and low - density Guatemalan villages. *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology*, v. 10, n. 6, p. 544-551, part 1, Nov./Dec. 2000.

NASCIMENTO, M.T.; FELFITI, J.M.; OLIVEIRA F^o., A.T.; LEITE FONTES, M.A.; FRANÇA, J.T.; HAY, J.; GRIBEL, R. Efeitos do fogo nas florestas. *Ciência Hoje*, v. 27, n. 157. SBPC, jan./fev. 2000.

RADOJEVIC, M. Burning issues. *Chemistry in Britain*, v. 34, n. 12, p. 38-42, 1998.

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

REINHART, T.; BLACK, J; OTTMAR, R.D. *Smoke exposure at Northern California vegetation fires*. Seattle, WA., USDA Forest Service, Pacific Northwest research station, 1995.

SAMOHYL, R. W. ; SOUZA, G. P. ; MIRANDA, R. G. ; CRISTINA, A. ; CORVALAO, E. D. . Introdução à estatística e modelos de previsão em séries temporais - teoria e prática. 2004.

VARON, J.; MARIK, P.E.; FROMM, R.E. & GUELER, A. Carbon monoxide poisoning: a review for clinicians. *The Journal of Emergency Medicine*, Elsevier, v. 17, n. 1, p. 87-93, USA, 1999.

WEIHE, W.H. Life Expectancy in tropical climates and urbanization. urban climatology and its applications with special regard to tropical areas conference. Mexico, D.F., Nov. 1984. Genève, *WMO n. 652*, 1986.

World Health Organisation. WHO. Sulfur oxides and suspended particulate matter. *Environmental Health Criteria*, v 8, n 21, p 32-78 Genève, 1979.

YAMASDE, E., M.A.; ARTAXO, P.; MIGUEL, A.H.; ALLEN, A.G. Chemical composition of aerosol particles from direct emissions of vegetation fires in the Amazon Basin: water-soluble species and trace elements. *Atmospheric Environment*, Elsevier, Great Britain v 34, p 1641-1653. 2000.

YAMASOE, M. A.; C. VON RANDOW; A. O. MANZI; J. S. SCHAFER; T. F. ECK; B. N. HOLBEN. Effect of smoke and clouds on the transmissivity of photosynthetically active radiation inside the canopy. *Atmospheric chemistry and physics*, v 6, p 1645–1656, 2000.

YOUSSEF, M. N.; LEWGOY, H. R.; MATSON, M. R.; PEREIRA, F. V. H.; ANAUATE NETTO, C. Resistência à tração entre amálgama e resina composta em diferentes condições de oxidação - estudo *in vitro*. *Revista Univ. São Paulo*, v. 13, n. 1, p. 25-30, jan./mar. 1992.