

# IMPACTOS DAS QUEIMADAS SOBRE A SAÚDE DA POPULAÇÃO HUMANA NA AMAZÔNIA MARANHENSE

BIOMASS BURNING IMPACT ON THE HUMAN POPULATION HEALTH IN THE AMAZON REGION FROM MARANHÃO

Fabício Ribeiro de Castro<sup>1</sup>, Denise Maria Ramalho Ferreira Bastos<sup>1</sup>, Mayana Mendes e Silva Luana<sup>1</sup>, Jorge Luiz Silva Nunes<sup>2</sup>

## Resumo

**Introdução:** No Brasil, a origem das queimadas no ambiente rural está relacionada com o meio de produção, que tem no manejo do fogo a solução mais rápida e econômica para geração de renda na agricultura, proporcionando consequências deletérias para a vida do agricultor e das comunidades. **Objetivo:** Analisar as interações antropogênicas e climáticas no município de Barra do Corda a partir da comparação entre casos de internações de doentes com problemas respiratórios e focos de calor. **Métodos:** Os dados foram obtidos do Sistema de Informações Hospitalares do Sistema Único de Saúde (DATASUS/SUS), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais e dos boletins *Monthly Climatic Data for The World (MCDW)* e analisados por meio da Correlação Linear de Pearson, Correlação de Spearman e Correlação Parcial. **Resultados:** Os focos de calor apareceram com maior frequência no período seco. Não houve sazonalidade nos casos de asma em idosos maiores de 70 anos e internações por Doenças do Aparelho Respiratório. As crianças menores de 4 anos apresentam problemas respiratórios com maior frequência no início do período chuvoso e fim do período seco. **Conclusão:** Os resultados revelaram a correlação positiva entre o número de internações por Doenças do Aparelho Respiratório, pressão atmosférica e número de focos de calor.

**Palavras chave:** Material particulado. Poluição do ar. Doenças respiratórias. Saúde pública.

## Abstract

**Introduction:** In Brazil, the origin of burnings in the rural environment is related to the form of production, which has in fire management the fastest and most economical solution for generating income in agriculture, with deleterious consequences for the life of the farmer and the communities. **Objective:** This study aimed to analyze anthropogenic and climatic interactions from the comparison between cases patients register with respiratory problems and hotspots. **Methods:** The data were obtained from Hospital Information System of SUS (DATASUS/SUS), National Institute of Spatial Research and the bulletins from MCDW (Monthly Climatic Data for The World). It was used three different statistical methods: Pearson's Linear Correlation, Spearman's Correlation and Partial Correlation. **Results:** Our results demonstrate seasonality of the hotspots on dry season. Concerning to internments caused by diseases in respiratory system, there was not seasonality to asthma cases in people over 70 years old. Diseases in respiratory system in children before 4 years old was concentrated in the beginning of the wet period and in the end of dry period. **Discussion:** Some studies have shown a greater occurrence of respiratory diseases in the elderly and children when compared with other ages. **Conclusion:** The research showed positive correlation between the number of patients with respiratory diseases, atmospheric press and number of the hotspots

**Keywords:** Particulate matter. Air pollution. Respiratory Tract Diseases. Public Health.

## Introdução

No Brasil, a origem das queimadas no ambiente rural está relacionada com o meio de produção, que tem no manejo do fogo a solução mais rápida e econômica para geração de renda na agricultura. Entretanto, na contabilização dos custos de produção não são considerados os gastos referentes ao bem-estar da população devido ao uso do fogo. A produção agrícola fica economicamente mais barata, mas a qualidade do ar e os gastos com saúde pública aumentam<sup>1,2</sup>.

A queimada de origem rural provenientes dos poluentes gasosos e do material particulado fino apresentam efeitos diretos para o sistema respiratório<sup>3,4</sup>. A poluição atmosférica, gerada pela queima de biomassa tem sido associada ao aumento de morbimortalidade por doenças respiratórias, principalmente em função do material particulado - um composto tóxico e multielementar gerado por essa queima<sup>5,6</sup>.

As partículas se depositam nos brônquios termi-

nais e nos alvéolos, agravando problemas respiratórios e podendo até causar mortes prematuras<sup>7</sup>. Consequentemente, os municípios situados nas imediações de áreas de queimadas têm suas economias envolvidas com gastos cada vez maiores para solucionar problemas de saúde pública que atingem principalmente as populações mais humildes<sup>8</sup>.

A complexidade em avaliar os efeitos de partículas emitidas em queimadas sobre a saúde humana, em especial sobre as populações mais vulneráveis (idosos e crianças), deve-se a uma série de fatores inter-relacionados de importância socioeconômica, clínica, epidemiológica e ambiental<sup>9</sup>. Segundo Ribeiro<sup>10</sup>, uma parcela da população, principalmente, idosos, crianças e asmáticos, tem sua saúde agravada, demandando atendimento dos serviços de saúde e assim onerando os serviços de saúde e suas famílias, sendo este um dos fatores que motivou o estudo dos efeitos nas faixas mais susceptíveis.

Um estudo prospectivo realizado em três cidades da América Latina (Cidade do México, Santiago do

<sup>1</sup> Mestre em Saúde e Ambiente. Programa de Pós-Graduação em Saúde e Ambiente, Universidade Federal do Maranhão - UFMA.

<sup>2</sup> Doutor em Oceanografia. Departamento de Oceanografia e Limnologia. Universidade Federal do Maranhão - UFMA. Contato: Jorge Luiz Silva Nunes. E-mail: silvanunes@yahoo.com.br

Chile e São Paulo) permite dimensionar o problema quando mostra um cenário para os próximos 20 anos. Sinaliza que os efeitos da poluição do ar serão responsáveis por 156 mil mortes, 4 milhões de casos de asma e 300 mil atendimentos médicos em crianças, com um custo variando entre 21 e 165 bilhões de dólares<sup>11</sup>. O número diário de internações hospitalares tem sido utilizado como um indicador de morbidade associado aos efeitos da poluição do ar<sup>12,13</sup>.

No intuito de minimizar os impactos, as queimadas passaram a serem realizadas somente mediante a autorização do órgão ambiental competente e de forma controlada, com construções de aceiros, que representam barreiras que impedem a propagação das chamas. O aceiro pode ser feito por meio de vala ou limpeza do terreno de modo a obstruir a passagem do fogo<sup>14</sup>. O Decreto 2.661/98 estabelece normas de precaução relativas ao emprego do fogo em práticas agropastoris e florestais por meio da queima controlada, e dá outras providências<sup>15</sup>. Porém a queimada continua a ser empregada em áreas agrícolas de forma descontrolada.

No Maranhão ainda é bastante comum a utilização da queimada no preparo da terra para as plantações em pequenas áreas (roças), as quais contribuem para o aumento do percentual de material particulado lançado na atmosfera. Esta prática é muito comum em alguns municípios do Maranhão que possuem a agricultura de pequenas lavouras como base de sua economia<sup>14</sup>. O Maranhão encontra-se na sexta colocação dos estados que apresentam mais focos de queimadas<sup>16</sup> e os municípios maranhenses com maior quantidade de focos de queimadas em 2008 foram: Barra do Corda, Amarante do Maranhão, Alto Parnaíba e Caxias<sup>14</sup>.

O município de Barra do Corda (MA) está localizado na região central do Estado do Maranhão, onde é comum a prática agrícola com o uso do fogo. Esse município destaca-se como principal produtor de madeira e carvão vegetal do estado. Em 2010, apresentou 86 registros de ocorrência de incêndios (ROI), que são incêndios florestais contatados *in loco*<sup>17</sup>. Desse modo, o município pode ser considerado um modelo de produção das regiões pobres do país, aglutinando características da produção agrícola feita através do corte e queima, técnica conhecida como coivara, onde é utilizado o fogo de maneira desordenada<sup>18</sup>.

Diante dessa realidade, o objetivo desse estudo foi analisar as interações antropogênicas e climáticas no município de Barra do Corda (MA), inferidas a partir da associação entre focos de calor e casos de internações de pacientes com problemas respiratórios em grupos de risco, bem como estabelecer uma correlação sazonal entre as doenças do aparelho respiratório, focos de calor e parâmetros microclimáticos durante o período mais seco do ano em uma das áreas com maior registro de focos de incêndio no estado do Maranhão.

## Métodos

Trata-se de um estudo epidemiológico com delineamento ecológico de séries temporais agrupados mensalmente ao longo de três anos, sendo realizado a média para cada um dos doze meses e, em seguida, agrupados em quatro períodos distintos do ano para analisar a sazonalidade por meio da pluviosidade

mensal que determinou as fases de seca e de chuva na região. O período do estudo foi 2008 a 2010 no município de Barra do Corda, que corresponde a uma área de influência Amazônica no estado do Maranhão.

Os quatro períodos anuais foram separados da seguinte forma: primeiro período o início da fase chuvosa (dezembro, janeiro, fevereiro); segundo período o fim da fase chuvosa (março, abril, maio); terceiro o início da fase seca (junho, julho, agosto); e o quarto período o fim da fase seca (setembro, outubro, novembro).

Os dados referentes ao número de internações por doenças respiratórias no período de 2008 a 2010 em Barra do Corda foram provenientes do Sistema de Informações Hospitalares do SUS - SIH/SUS, gerenciado pelo Ministério da Saúde, sendo processado pelo DATA/SUS.

Para o estudo foi relevante considerar o Capítulo CID-10 e Lista Morb CID-X - Doenças do Aparelho Respiratório. Os dados foram agrupados em séries mensais, durante o período de três anos e depois feito uma média para cada um dos meses.

Os dados climáticos de pressão de vapor, temperatura, pressão atmosférica e irradiação são referentes à estação meteorológica de Barra do Corda e dos boletins MCDW (*Monthly Climatic Data for the World*). O acesso aos boletins foi obtido através do banco de dados do NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*) e foram agrupados em séries mensais no período de 2008-2010, depois foi feito a média de cada uma das variáveis para cada mês.

Os focos de calor foram detectados pelo satélite NOAA-15 (diurno e noturno), que pertence ao instituto NOAA e é disponibilizado pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). O satélite NOAA-15 foi escolhido por ser considerado o satélite de referência e o principal utilizado pelo INPE no período do estudo. A partir de 22 de agosto de 2011 o INPE passou a usar o satélite AQUA (sensor MODIS) como referência.

Aos conjuntos de dados referentes aos anos de 2008 a 2010 foram utilizados três métodos estatísticos distintos: Correlação Linear de Pearson, Correlação de Spearman e Correlação Parcial para cada parâmetro meteorológico separadamente e classes de pacientes com doenças respiratórias, para isso utilizou-se o programa BioEstat<sup>a</sup> v5.0.

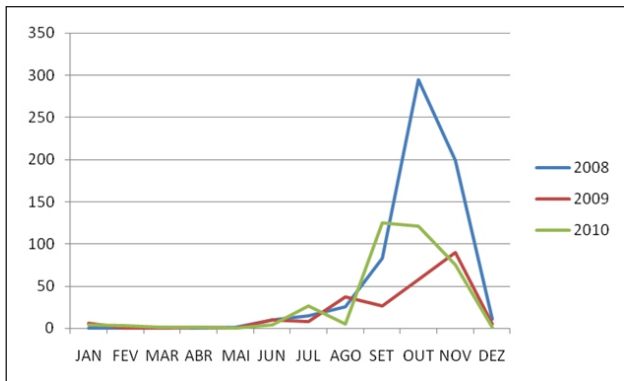
## Resultados

O primeiro semestre dos anos de 2008 a 2010 apresentaram poucos focos de calor e os meses do segundo semestre com muitos focos de calor tendo o seu ápice nos meses de setembro, outubro e novembro (seca), com maior ocorrência no ano de 2008 (Figura 1).

A maior ocorrência de problemas respiratórios em crianças menores de 4 anos, ocorreu no início do período chuvoso (janeiro, fevereiro e março) com maior ocorrência em janeiro de 2009 e março de 2010 e fim do período seco (outubro novembro e dezembro) (Figura 2).

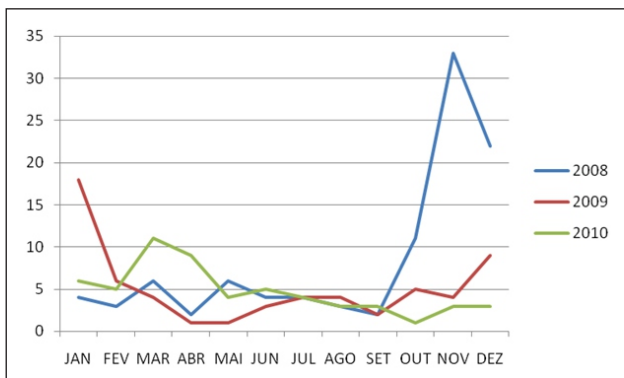
Nos pacientes idosos, acima de 70 anos, no início do período chuvoso (março abril e maio) e final da seca (setembro, outubro, novembro) (Figura 3).

As variações mensais dos parâmetros meteorológicos, observados durante o período de estudo evidenciou uma variação sazonal na pressão de vapor, pressão atmosférica radiação, precipitação e na umidade relativa



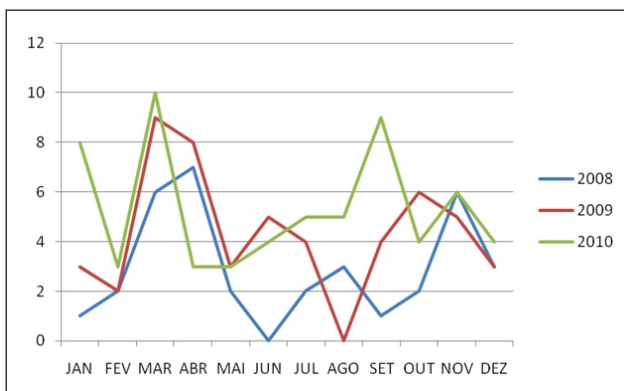
Fonte: DATASUS

**Figura 1** - Distribuição de focos de color. Barra do Corda - MA. 2008 a 2010.



Fonte: DATASUS

**Figura 2** - Distribuição de problemas respiratórios em crianças menores de 4 anos. Barra do Corda - MA. 2008 a 2010.

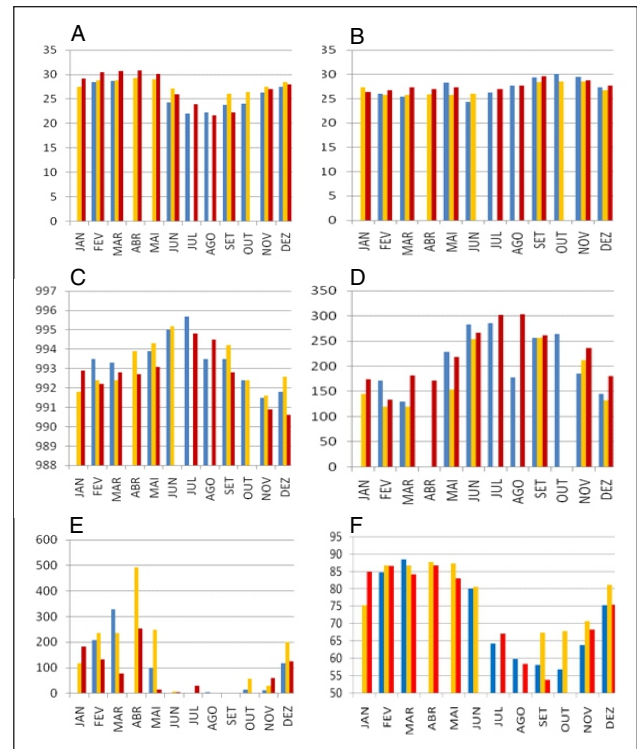


Fonte: DATASUS

**Figura 3** - Agravos respiratórios em idosos, maiores de 70 anos. Barra do Corda - MA. 2008 a 2010.

do ar sendo que os valores da pressão atmosférica e da radiação foram maiores no período da seca. Em contrapartida, os valores encontrados para pressão de vapor, precipitação e umidade relativa do ar foram notoriamente maiores no primeiro semestre. A umidade relativa do ar calculada apresentou variação de 59 a 87% (Figura 4).

A correlação entre a variação sazonal dos focos de calor com o número de casos registrados para pacientes idosos foi baixa, enquanto o grupo de pacientes com problemas respiratórios menores que 4 anos teve uma relação positiva apreciável. Contudo, o número de pacientes com asma mostrou uma relação inversamente acentuada (Tabela 1).



Pressão de vapor (mb) (A), temperatura média (°C)(B), pressão atmosférica (mmHg) (C), radiação (h) (D), precipitação (mm)(E), umidade relativa do ar calculada (%) (F).

**Figura 4** - Distribuição temporal dos parâmetros meteorológicos. Barra do Corda - MA. 2008 a 2010.

**Tabela 1** - Correlação entre a sazonalidade dos Focos de Calor, Problemas respiratórios entre idosos maiores de 70 anos, crianças menores de 4 anos e internações por asma. Barra do Corda - MA. 2008 a 2010.

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

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

As correlações estabelecidas entre os dados ambientais e três grupos de morbidades respiratórias aqui considerados (maiores que 70 anos, menores que 4 anos e pacientes com asma) mostraram que os idosos e as internações por asma tem uma correlação inversamente apreciável com a pressão atmosférica e relações baixas ou insignificantes com outras variáveis ambientais (Pressão de Vapor, Temperatura Média, Radiação, Precipitação e Umidade Relativa). O grupo de crianças se apresentou inversamente acentuado em relação às outras variáveis ambientais (Pressão de vapor, Temperatura média, Radiação, Precipitação e Umidade relativa) também tiveram relações baixas e insignificantes (Tabela 2).

**Tabela 2** - Correlação entre pressão atmosférica, pressão de vapor, temperatura média, radiação, precipitação e umidade relativa por internações por asma. Barra do Corda - MA. 2008 a 2010.

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

(p) = coeficiente de correlação da população.

## Discussão

O segundo semestre de todos os anos de estudo apresentou os períodos mais críticos pelo alto índice de focos de calor, pois nessa época do ano os agricultores e pecuaristas utilizam o fogo para a limpeza de suas áreas, por encontrar condições propícias para que as queimadas sejam efetivadas, e por esse período ser mais seco e com escassez de chuvas<sup>19</sup>. Também nesse período ocorreram muitos problemas ambientais relacionados às queimadas sem controle, causando um aumento significativo do número de pessoas que adoeceram devido a problemas respiratórios.

Barra do Corda (MA) é um dos municípios que compõem a Amazônia Maranhense e durante a estação seca na Amazônia Brasileira, a população experimenta uma severa bruma de fumaça de poluição chamada de "Arco de Devastação"<sup>120,21</sup>. Todo ano nesse período imagens de satélites detectam milhares de queimadas com nuvens de fumaça cobrindo muitos quilômetros quadrados<sup>13</sup>. As recorrentes queimadas na Amazônia Brasileira, baseadas no processo corte e a queima, intensifica o impacto da seca associada com a variação climática natural ou antrópica e conseqüentemente colocando em perigo a saúde da população na região<sup>20,22</sup>.

A vulnerabilidade biológica de crianças e idosos em relação à poluição atmosférica decorre de peculiaridades fisiológicas. Na criança, fatores como maior velocidade de crescimento, maior área de perda de calor por unidade de peso, elevadas taxas de metabolismo em repouso e consumo de oxigênio, possibilitam que os agentes químicos presentes na atmosfera aces-

sem suas vias respiratórias de forma mais rápida em comparação aos adultos. Nos idosos, fatores relacionados à baixa imunidade e à redução da função contribuem para aumentar a vulnerabilidade para o adoecimento respiratório relacionados aos poluentes do ar<sup>23</sup>.

Um estudo realizado entre 2000 e 2005 em uma área com elevados índices de queimadas, localizada em domínios amazônicos, as internações por DAR (Doenças do Aparelho Respiratório) em crianças menores que 15 anos foi cerca de 10% maior no período de seca<sup>24</sup>. Este fato também foi observado no presente estudo, em que o pico de internações por DAR em crianças menores de 4 anos foi maior no período da seca principalmente no ano de 2008 em que a estiagem foi mais prolongada.

Por outro lado, em um estudo realizado sobre a distribuição das internações hospitalares por asma em crianças de 0 a 14 anos de idade nos estados que compõem a Amazônia brasileira e as variações sazonais das internações no período de 2001 a 2007, as internações de crianças com asma são foram frequentes nos meses chuvosos e com maior magnitude nos estados que compõem o arco do desmatamento da Amazônia brasileira, especialmente Rondônia e Maranhão<sup>1</sup>.

Pode-se afirmar que há uma correlação acentuada entre o número de focos de calor, o número de internações por DAR em crianças menores de 4 anos e a pressão atmosférica no período de 2008 a 2010 na cidade de Barra do Corda (MA). As crianças de 0 a 4 anos são normalmente as mais afetadas por receberem dose de poluentes potencialmente maiores que os adultos, pois apresentam maior ventilação por massa corporal, geralmente são mais ativas e passam mais tempo em áreas externas<sup>26</sup>.

Relações semelhantes observadas em um estudo com crianças de 0 a 4 anos do município de Cururipe, Alagoas e em outro estudo com menores que 10 anos de idade em Rio Branco, Acre. No primeiro estudo, a maior incidência de internações foi registrada no período de setembro a março, onde a população foi mais afetada pela poluição decorrente da cana de açúcar<sup>27</sup>. No segundo estudo foi registrado uma correlação positiva entre as crianças internadas com a concentração de material particulado (PM<sub>2,5</sub>), destacando que no período avaliado esta concentração ultrapassou o limite de qualidade de ar durante 23 dias devido as queimadas<sup>4</sup>.

Em Barra do Corda (MA), não foram encontradas correlações significativas entre o número de focos de calor e as DAR em idosos que tiveram comportamento semelhante em todo o período avaliado, não apresentando sazonalidade. Nesse caso, é relevante considerar a complexidade da determinação de internações por doenças respiratórias no grupo etário, com frequência nos portadores de patologias crônicas e debilitação imunológica<sup>23</sup>.

Com relação às variáveis climáticas, apenas a pressão atmosférica apresentou correlação acentuada com o número de focos de calor e o número de crianças internadas por DAR em Barra do Corda (MA). Uma explicação é que a pressão atmosférica sofre influência do aquecimento do solo provocado pelas queimadas, isto se dá porque quando o solo é aquecido ocorre também um aquecimento do ar, tornando-o mais leve e com isso, diminuindo a pressão atmosférica<sup>28</sup>.

A pressão atmosférica apresentou correlação acentuada com o número de focos de calor e o número de crianças internadas por DAR, fundamentando-se na análise de coeficiente de correlação parcial, demonstra que a variação vertical da pressão atmosférica tem alteração igual à variação horizontal, isto é, quanto menor a pressão atmosférica maior o déficit respiratório. Nota-se também que a diminuição vertical da pressão atmosférica está correlacionada com o número de crianças internadas por DAR e com o aumento dos focos de calor, concluindo-se que há uma forte relação entre focos de calor e problemas respiratórios em crianças.

Fatores ambientais representados pela temperatura e umidade tem efeito significativo na admissão diária dos hospitais. Umidade relativa tem um efeito negativo na demanda diária da admissão hospitalar de crianças com problemas respiratórios. Isso significa que é esperado mais hospitalizações de crianças no período, com valores de umidade aproximadamente de 14%. Em Barra do Corda (MA) observou-se que os níveis médios de umidade relativa do ar eram em torno de 65,8% no período seco a 83,5% no período chuvoso nos anos de 2008 a 2010, o que explica o fato desta variável não interferir significativamente nos índices de internações.

A relação entre o número de internações por DAR e a umidade relativa do ar no período seco na região de Cuiabá (MT) foi registrada pelo estudo de Botelho *et al.*,<sup>24</sup> demonstrando que durante o período seco, a umidade relativa do ar chega a níveis incompatíveis com a integridade das vias aéreas. As vias aéreas desempenham um grande trabalho para tentar manter a homeostase interna com a qualidade do ar respirado, pois a umidade relativa do ar é muito baixa, em torno de 20 a 30% durante o período seco nesta região.

Focos de calor apresentaram variação sazonal marcada pelos maiores registros no segundo semestre e correlação positiva entre os pacientes menores que 4 anos. Por outro lado, não houve sazonalidade das doenças respiratórias em idosos e das internações por asma neste mesmo período no município de Barra do Corda (MA). Em relação aos casos de DAR e variáveis microclimáticas não houve correlação expressiva (Temperatura média, Pressão de vapor, Umidade relativa do ar, Radiação e Precipitação) e o número de focos de calor e os casos de DAR. Porém, a pressão atmosférica apresentou correlação positiva com o número de focos de calor e o número de casos de DAR em crianças menores de 4 anos.

Assim, o problema da poluição produzida pelas queimadas sazonais decorrentes da prática agrícola tradicional do estado do Maranhão é muito sério e de difícil solução, uma vez que esta cultura tem uma enorme importância econômica para muitas regiões e para o próprio país. No entanto, esta prática, evidentemente, causa diversos danos ambientais, comprometendo a qualidade do ar e onerando a prestação dos serviços de saúde, além de comprometer ou colocar em risco as operações aeronáuticas, rodoviárias e de outros meios de transporte e, sobretudo elevando os riscos para a saúde humana, devido aos aumentos consideráveis de agravos respiratórios na população circunvizinha, como foi registrado neste estudo realizado em Barra do Corda.

Por fim, a presente pesquisa permitiu realizar um diagnóstico situacional da região de extrema importância socioeconômica, clínica, epidemiológica e ambiental para auxiliar na elaboração de políticas públicas no combate a queimadas e a promoção e prevenção a saúde coletiva.

## Referências

1. Fearnside, PM. Desmatamento na Amazônia brasileira: história, índices e consequências. *Megadiversidade*, 2005; 1(1): 113-123.
2. Duarte AF, Marcarenhas, MDM. Manifestações do bioclima do acre sobre a saúde humana no contexto socioeconômico da Amazônia. *Amazônia: Ci & Desenvol*, 2007; 3(5): 149-162.
3. Ignotti E, Hacon SS, Silva AMC, Junger WL, Castro H. Efeitos das queimadas na Amazônia: método de seleção dos municípios segundo indicadores de saúde. *Rev Bras Epidemiol*, 2007; 10(4): 453-464.
4. Mascarenhas MDM, Vieira LC, Lanzieri TM, Leal APPR, Duarte AF, Hatch DL. Poluição atmosférica devida a queima de biomassa florestal e atendimentos de emergência por doença respiratória em Rio Branco, Brasil - setembro 2005. *J Bras Pneumol*, 2008; 34(1): 42-46.
5. Bateson TF, Schwartz J. Children's response to air pollutants. *J Toxicol Environ Health*, 2008; 71 (3): 238-243.
6. Ignotti E, Valente JG, Longo KM, Freitas SR, Hacon SS, Artaxo P. Impact on human health of particulate matter emitted from burnings in the Brazilian Amazon region. *Rev Saude Publica*, 2010; 44(1): 121-130.
7. IBaldi-mulli A, Wichmann HE, Kreyling W, Peters A. Epidemiological evidence on health effects of ultrafine particles. *J Aerosol Med*, 2002; 15(2): 189-201.
8. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais [internet]. *Relatório Técnico-Científico 2008* [capturado 2015 jun 22]. Disponível em: <http://urlib.net/sid.inpe.br/mtc-m18@80/2008/04.28.13.43>.
9. Andrade-Filho VS, Artaxo P, Hacon S, Carmo CN, Cirino G. Aerossóis de queimadas e doenças respiratórias em crianças, Manaus, Brasil. *Rev Saúde Pública*, 2013; 47(4): 239-247.
10. Ribeiro H. Queimadas de cana-de-açúcar no Brasil: efeitos à saúde Respiratória. *Rev Saúde Pública*, 2008; 42(2): 370-376.
11. Bell ML, Davis DL, Gouveia N, Borja-aburto VH, Clfuentes LA. The avoidable health effects of air pollution in three Latin American cities: Santiago, Sao Paulo, and Mexico City. *Environ Res*, 2006; 100(3): 431-440.
12. Burnett RT, Dales RE, Raizenne ME, Krewski D, Summers PW, Roberts GR et al. Effects of low ambient levels of ozone and sulfates on the frequency of respiratory admissions to Ontario hospitals. *Environ Res*, 1994; 65(2): 172-194.
13. Gouveia N, Freitas CU, Martins LC, Marcilio IO. Respiratory and cardiovascular hospitalizations associated with air pollution in the city of São Paulo, Brazil. *Cad Saúde Pública*, 2006; 22(12): 2669-2677.
14. Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos [online]. *Indicadores ambientais do Estado do Maranhão 2009* [capturado 2014 mai 29]. Disponível em: <https://www.yumpu.com/pt/imesc.ma.gov.br>.
15. Brasil. Ministério da Saúde (MS). *Coletânea de legislação de direito ambiental*. Odete Medauar (Org.). São Paulo: Revista dos Tribunais; 2002. p. 564.

16. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais [online]. *Monitoramento de Queimadas e Incêndios 2013* [capturado 2014 jun 13]. Disponível em: <http://www.inpe.br/queimadas>.
17. Sistema nacional de informações sobre fogo [online]. *Registro de ocorrência de incêndios 2013* [capturado em 2014 mai 15]. Disponível em: <http://siscom.ibama.gov.br/sisfogo/publico.php>.
18. Pedroso Júnior NN, Murrieta RSS, Adams CA. Agricultura de corte e queima: um sistema em transformação. *Bol Mus Para Emílio Goeldi Ciências Humanas*, 2008; 3(2): 153-174.
19. Irigaray, CTJH. *Municipalização a ação ambiental: Bases para a participação da comunidade na gestão ambiental dos municípios*. Secretaria Estadual do Meio Ambiente de Mato Grosso-SEMA/ICV-MT; 1998. p. 250.
20. Brown IF, Schroeder W, Setzer A, Maldonado MLR, Pantoja N, Duarte A, et al. Monitoring fires in Southwestern. *Amazonia Rain Forest*, 2006; 87: 253-264.
21. Carmo CN, Hacon S, Longo KM, Freitas S, Ignotti E, Ponce de Leon A, et al. Associação entre material particulado de queimadas e doenças respiratórias na região sul da Amazônia brasileira. *Rev Panam Salud Públ*, 2010; 27:10-16.
22. Fearnside PM. Deforestation in Brazilian Amazonia: history, rates, and consequences. *Conservation Biology*, 2005; 19: 680-688.
23. Gonçalves KS, Castro HA, Hacon SS. As queimadas na região amazônica e o adoecimento respiratório. *Cien Saude Colet*, 2012; 17(6): 1523-1532.
24. Rosa AM, Ignotti E, Hacon SS, Castro HA. Análise das internações por doenças respiratórias em Tangará da Serra - Amazônia Brasileira. *J Bras Pneumol*, 2008; 34(8): 575-582.
25. Botelho C, Correia AL, Silva AMC, Macedo AG, Silva COS. Fatores ambientais e hospitalizações em crianças menores de cinco anos com infecção respiratória aguda. *Cad Saúde Pública*, 2003; 19(6): 1771-1780.
26. Bricks FL. Utilização de medicamentos no tratamento de infecções respiratórias agudas (IRA). *Rev Paul Pediat*, 1998; 16(1): 24.
27. Committee of the Environmental and Occupational Health Assembly of the American Thoracic Society. Health effects of outdoor air pollution: state of the art. *Am J Respir Criti Care Med*, 1996; 153: 477-498.
28. Calheiros AF, Ferreira AC, Fernandes RC, Costa MS, Santos EV, Toledo Filho MR. Avaliação dos efeitos das queimadas na saúde humana em Corurupe-AL, no período de 2002-2004. In: *Anal do 20. Congresso Brasileiro de Meteorologia*; 2006; Florianópolis: Sociedade Brasileira de Meteorologia; 2006. [Capturado 2014 mar 07]. Disponível em: [www.cbmet.com/cbm-files/14-6334a43e2e0ad9dbffb1e7eaccc452d2.pdf](http://www.cbmet.com/cbm-files/14-6334a43e2e0ad9dbffb1e7eaccc452d2.pdf).
29. Coelho MS. *Estudo da estrutura vertical horizontal da precipitação e da circulação atmosférica na região da ZCIT*. [Dissertação]. São José dos Campos (SP): Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais; 2004, 158p.