

# Efeitos das queimadas na Amazônia: método de seleção dos municípios segundo indicadores de saúde

## *Effects of biomass burning in Amazon: method to select municipalities using health indicators*

**Eliane Ignotti<sup>1</sup>**

**Sandra de Souza Hacon<sup>2</sup>**

**Ageo Mario Cândido Silva<sup>3</sup>**

**Washington Leite Junger<sup>4</sup>**

**Hermano Castro<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Departamento de Enfermagem, Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT); Instituto de Saúde Coletiva, Universidade Federal de Mato Grosso (ISC/UFMT)

<sup>2</sup> Escola Nacional de Saúde Pública (ENSP/FIOCRUZ)

<sup>3</sup> Secretaria de Estado de Saúde de Mato Grosso; Escola Nacional de Saúde Pública (ENSP/FIOCRUZ)

<sup>4</sup> Universidade do Estado do Rio de Janeiro (IMS/UERJ)

**Correspondência:** Eliane Ignotti. Av. República do Líbano 10, bloco D - 61, Senhor dos Passos - Cuiabá - MT - 78048135. E-mail: eignotti@uol.com.br

## **Resumo**

**Introdução:** Na Amazônia é intensa a queima de biomassa decorrente do desmatamento nos meses de seca. No entanto, os efeitos à saúde humana decorrentes da poluição atmosférica derivada das queimadas são pouco estudados. **Objetivos:** Descrever o método de seleção dos municípios prioritários, orientado pelos indicadores de morbidade e mortalidade por doenças respiratórias para o estudo da “avaliação do efeito das queimadas do desmatamento à saúde humana” na região da Amazônia. **Material e Métodos:** Estudo ecológico dos indicadores de morbidade hospitalar e mortalidade por doenças do aparelho respiratório em menores de cinco de idade no período de 2000 a 2004. Análise de: proporção de óbitos; taxa de internação e proporção de internações por doença do aparelho respiratório em menores de 5 anos para o cálculo dos escores e definição do *ranking* dos municípios. Foi considerada a localização geográfica dos municípios, tipo de bioma, estrutura da rede de serviços de saúde, número de habitantes, registros de dados ambientais prévios sobre poluentes atmosféricos e de dados meteorológicos. **Resultados:** Foram selecionados os municípios de Alta Floresta e de Tangará da Serra no Estado de Mato Grosso para o desenvolvimento da pesquisa em razão destes alcançarem as piores classificações em termos de morbimortalidade. **Conclusão:** Os indicadores de saúde mostram consistência e orientam a análise integrada de saúde e ambiente.

**Palavras-chave:** Estudo ecológico. Poluição do ar. Doenças respiratórias. Queimadas. Amazônia.

## Abstract

**Introduction:** In the Amazon, biomass burning as a consequence of deforestation is intense. Nevertheless, the effects of air pollution from the burning forest on human health are rarely studied. **Objective:** To describe the approach to select areas oriented by morbidity-mortality indicators to “assess the effect of exposure to biomass burning on human health at the border of deforestation in the Amazon region”. **Methods:** Ecological study of the indicators of hospital admissions and mortality by respiratory diseases in children under 5 years of age between 2000 and 2004. An analysis of the proportion of deaths, rate of admissions, and proportion of admissions by respiratory diseases in children under 5 years for computing scores was carried out, defining a ranking of municipalities. Geographical location, biome, structure of health services, population, availability of the previous data on environmental atmospheric pollutants and meteorological data were considered. **Results:** Alta Floresta and Tangará da Serra, both in the State of Mato Grosso, were selected for the development of the study because of the worst classifications for morbidity and mortality. **Conclusion:** Health indicators showed consistency and oriented the integrated analysis of environment health.

**Keywords:** Ecological study. Pollution of the air. Respiratory illnesses. Burn. Amazon.

## Introdução

Os efeitos da poluição atmosférica à saúde humana têm sido amplamente estudados em todo o mundo. Os estudos epidemiológicos evidenciam um aumento consistente de doenças respiratórias e cardiovasculares e da mortalidade geral e específica associadas à exposição a poluentes presentes na atmosfera, principalmente nos grupos mais susceptíveis, que incluem as crianças menores de 5 anos e indivíduos maiores de 65 anos de idade<sup>1-6</sup>. Um estudo prospectivo realizado em três cidades da América Latina (Cidade do México, Santiago do 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>7</sup>. O número diário de internações hospitalares tem sido utilizado como um indicador de morbidade associado aos efeitos da poluição do ar<sup>8-12</sup>. A maioria dos estudos foi desenvolvida em áreas metropolitanas, inclusive do Brasil, e mostram associação da carga de morbimortalidade por doenças respiratórias com incremento de poluentes atmosféricos, especialmente de material particulado<sup>11-13</sup>. No Estado de São Paulo têm sido produzidos estudos relativos à associação da poluição atmosférica derivada da queima de cana-de-açúcar e o aumento de internações por doenças respiratórias<sup>14,15</sup>. E os efeitos da poluição atmosférica derivada da queima de florestas têm sido analisados principalmente na América do Norte e na Ásia<sup>16,17</sup>.

A emissão de material particulado na atmosfera deriva principalmente de veículos, indústrias e da queima de biomassa. As fontes estacionárias e grandes frotas de veículos concentram-se nas áreas metropolitanas localizadas principalmente no sudeste do Brasil, enquanto a queima de biomassa ocorre em maior extensão e in-

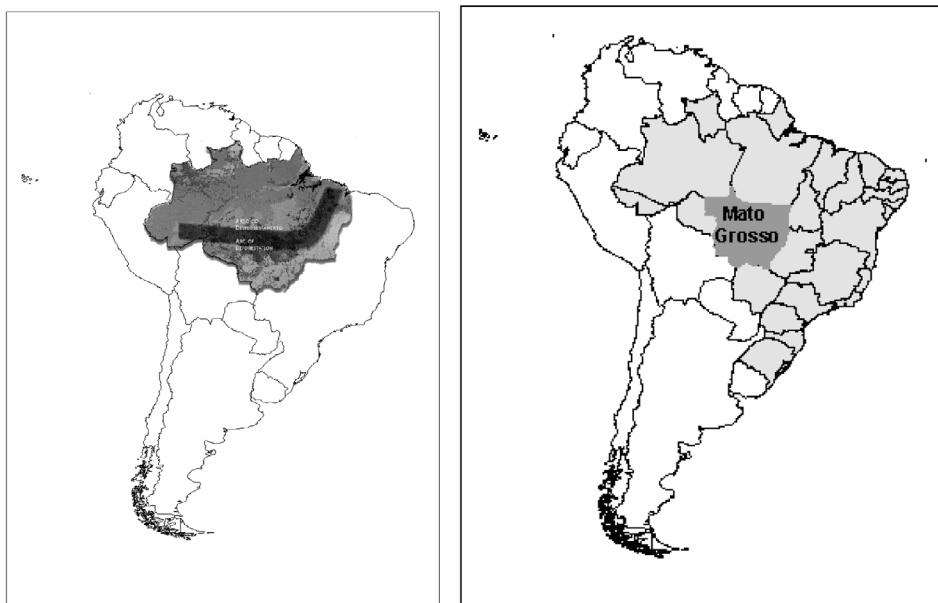
tensidade na Amazônia Legal, situada ao norte do país. Segundo o inventário brasileiro de emissões de carbono, 74% das emissões ocorrem através das queimadas na Amazônia, em contraste com 23% de emissões do setor energético<sup>18</sup>.

A região da Amazônia Legal está passando por um processo acelerado de ocupação, que nas últimas três décadas levou ao desmatamento de cerca de 10% de sua área<sup>19,20</sup>. Esta região concentra mais de 85% das queimadas que ocorrem no Brasil durante o período de estiagem das chuvas na região. A maior parte do desmatamento concentra-se ao longo de um “arco” que abrange desde o sudeste do Maranhão, incluindo o norte do Tocantins, o sul do Pará, norte de Mato Grosso, Rondônia, sul do Amazonas, até o sudeste do Acre. Concentra cerca de 524 municípios que, juntos, possuem uma população com mais de 10 milhões de habitantes (<http://www.socioambiental.org/esp/novogov/proposta.htm>).

Os Estados que registraram o maior número de queimadas em 2004 foram: Mato

Grosso (38%), Pará (27%), Maranhão (10%) e Tocantins (7%) ([www.inpe.ceptec.gov.br](http://www.inpe.ceptec.gov.br)). Nesta área, durante a estação seca, tipicamente compreendida entre os meses de junho a outubro, grande quantidade de focos de queimadas é detectada por satélites do Centro de Previsão do Tempo de Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC/INPE). As queimadas desta região decorrem do modelo de ocupação e uso do solo com o desmatamento de grandes áreas e, conseqüentemente, a queima da vegetação, levando à liberação de gases e de material particulado. Diferentemente do que acontece nos centros urbanos, onde a poluição do ar se caracteriza por um processo de exposição crônica, na região da Amazônia Legal se observa uma exposição aguda por um período relativamente curto de 3 a 5 meses.

Várias instituições nacionais e internacionais têm desenvolvido pesquisas sobre o impacto das queimadas no ecossistema amazônico, mas a magnitude de seus efeitos à saúde humana ainda é pouco estu-



Extraído de <http://www.amazonia.org.br/arquivos/152088>

**Figura 1** - Área descrita como “Arco do Desmatamento” da Amazônia legal e localização do Estado de Mato Grosso na América do Sul.

**Figure 1** - Area described as “Deforestation Border” of the legal Amazon region and location of the State of Mato Grosso in South America.

dada, embora este não seja um episódio novo em termos de degradação ambiental. Os avanços metodológicos destes estudos permitem que hoje muito se conheça sobre a estrutura e a dinâmica dos processos físico-químicos da atmosfera da região Amazônica e a caracterização das emissões de queima de biomassa. O Estado de Mato Grosso tem registrado anualmente o maior número de focos de queimadas e possui a maior área desmatada da Amazônia Legal desde o início dos anos 90, motivo pelo qual optou-se pelo desenvolvimento do estudo nesta região (<http://www.amazonia.org.br/arquivos/152088>).

Este estudo tem como objetivo descrever a metodologia adotada para a seleção das áreas de maior atenção, considerando a exposição aos poluentes atmosféricos liberados pelas queimadas, utilizando-se os indicadores de morbidade e mortalidade por doenças respiratórias dos municípios do Estado de Mato Grosso”.

### Histórico institucional

O Experimento de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera na Amazônia (LBA) vem sendo realizado no Brasil desde 1998, coordenado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). Parte dos dados produzidos pelo LBA está sendo analisada pela atual rede do Instituto do Milênio (Milênio/LBA) “Mudanças de Uso da Terra na Amazônia: Implicações Climáticas e na Ciclagem de Carbono”, coordenado pelo Grupo de Estudos de Poluição do Ar (GEPA) do Instituto de Física da Universidade de São Paulo (IFUSP), tendo como principal fonte de financiamento o CNPq. Participam desta rede de pesquisa várias instituições nacionais e internacionais, num trabalho composto por 10 subprojetos. O subprojeto “Avaliação dos efeitos da queima de biomassa na região do arco do desmatamento à saúde humana” tem a coordenação na Escola Nacional de Saúde Pública (ENSP/FIOCRUZ). Trata-se de um projeto inter-institucional do qual participam vários pes-

quisadores da FIOCRUZ, da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (IMS/UERJ), da Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC) e da Fundação Ecológica Cristalino (FEC). Como componente de uma rede pesquisa, o estudo depende de dados produzidos em outros subprojetos da mesma rede, especialmente das medidas de  $PM_{2.5}$ , ozônio, carbono grafítico, dados meteorológicos, registros de focos de queimadas e resultados de modelagem do *Coupled aerosol and trace gases transport model to the Brazilian developments of the Regional Atmospheric Modeling System* (CATT-BRAMS model) de poluentes atmosféricos produzidos pelo Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC/INPE).

## Material e Métodos

### Tipo de estudo

Estudo descritivo de indicadores de morbidade hospitalar e mortalidade por doenças do aparelho respiratório (DAR) em crianças menores de cinco anos de idade, residentes em municípios do estado de Mato Grosso no período de 2000 a 2004.

### Fonte de dados

Foram utilizados dados dos registros de internações hospitalares e de óbitos de crianças menores de cinco anos de idade, segundo local de residência, por causa respiratória obtida por meio do aplicativo TABNET do Sistema de Informações Hospitalares (SIH) e do Sistema de Informação de Mortalidade (SIM), no mês de março de 2006<sup>21</sup>.

### População e período em estudo

Foram selecionados os 18 municípios com mais de 25 mil habitantes do total de 142 municípios existentes em Mato Grosso, em 2004<sup>22</sup>. Foi necessário excluir os mu-

nicípios com menos de 25 mil habitantes, por estes apresentarem estruturas simplificadas de serviços de saúde ou mesmo ausência destes, e também devido à instabilidade resultante da construção de indicadores com denominadores pequenos<sup>23,24</sup>.

Para os dados de internação hospitalar foi selecionado o período de 2000 a 2004, porque em janeiro de 2006 os dados de movimentação de Autorização de Internações Hospitalares (AIH) estavam incompletos para os últimos meses de 2005. A opção pelo ano 2000 como primeiro ano do estudo decorre da busca por dados de maior qualidade em termos de validade e confiabilidade de registros dos diagnósticos como causa da internação, e que também permitam a construção de uma série histórica de anos recentes. Para a mortalidade também foram utilizados os dados disponíveis mais recentes, tendo como seleção o período de 2000 a 2004.

O limiar populacional em 25 mil habitantes tomou como base o ano de 2004, último da série. Tais municípios agregam 60% da população total do estado e são providos de estrutura de serviço de saúde, seja hospitalar ou de rede básica de saúde. Dos 18 municípios selecionados, 10 são sedes de Escritórios Regionais de Saúde.

### **Análise dos dados**

Para a construção dos indicadores foram selecionados os registros de internação hospitalar de crianças menores de 5 anos, segundo local de residência, nos municípios de Mato Grosso com mais de 25 mil habitantes. A opção pela análise segundo local de residência e não de internação decorre do pressuposto de que a exposição mais provável tenha ocorrido no local onde o paciente reside, considerando que as crianças têm seu espaço físico de circulação reduzido e, portanto, um maior tempo de exposição no local de residência. Crianças residentes em municípios pequenos podem ser levadas aos hospitais dos municípios maiores que possuam 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.

Para os indicadores de morbidade hospitalar baseados em registros de internações, os critérios de seleção foram: capítulo X da CID-10, que corresponde às DAR; idade menor de cinco anos; e ano de ocorrência entre 2000 e 2004. Outra seleção foi realizada considerando todas as idades e todas as causas de internação.

Para a mortalidade, os critérios de seleção foram: capítulo X da CID-10 como causa do óbito, e faixa etária menor de cinco anos. Também foi realizada outra seleção considerando todas as causas de óbito.

Foram excluídos os óbitos e internações do período neonatal, visto que nesta faixa etária estes eventos são comumente associados à qualidade da atenção à saúde no período perinatal<sup>25,26</sup>. Após a consolidação dos dados foram construídas proporções da ocorrência do evento (morbidade e mortalidade por causa respiratória) em menores de cinco anos de idade para cada ano de análise por meio dos indicadores descritos a seguir:

**A proporção de óbitos em menores de 5 anos por doença do aparelho respiratório** é igual ao total de óbitos em menores 5 anos de idade por doença do aparelho respiratório, em determinado local e ano, dividido pelo total de óbitos por todas as causas na população menor de 5 anos multiplicado por 100.

**A taxa de internação por doença do aparelho respiratório em menores de 5 anos** é igual ao total de internações por doença do aparelho respiratório em menores de 5 anos, em determinado local e ano, dividido pelo total de internações por todas as causas em menores de 5 anos, em determinado local e ano, multiplicado por 100.

**A proporção de internações por doença do aparelho respiratório em menores de 5 anos** é igual ao total de inter-

nações por doença do aparelho respiratório em menores de 5 anos em determinado local e ano, dividido pelo total de internações por doença do aparelho respiratório, em todas as idades em determinado local e ano, multiplicado por 100.

Após a construção dos indicadores para cada ano da série foram calculadas as medianas dos indicadores para cada município. A partir das medianas estabeleceu-se escore de 1 a 18, em que o maior valor correspondia aos piores indicadores de morbidade e mortalidade. Os resultados dos escores de morbidade hospitalar foram somados aos de mortalidade, resultando em duas classificações, cada qual construída por um dos indicadores de morbidade somado ao de mortalidade.

Finalmente, foram selecionados os dois municípios com as maiores somas dos escores nas duas categorias, ou seja, que representam áreas com mais ocorrência de

internação e óbitos por doença do aparelho respiratório entre os menores de 5 anos de idade do estado de Mato Grosso.

## Resultados

### Interpretação dos indicadores

Na Tabela 1 observa-se a classificação I, resultado do somatório dos indicadores Taxa de internação hospitalar por DAR em menores de 5 anos e Proporção de óbitos em menores de 5 anos por doença do aparelho respiratório. Alta Floresta alcançou 35 pontos, o maior valor desta classificação, apresentando uma mediana de 80 internações por DAR para cada 100 internações ocorridas entre os menores de 5 anos de idade no período de 2000 a 2004 e, ainda, a segunda maior taxa de mortalidade proporcional por DAR entre os menores de 5 anos de Mato Grosso no mesmo período. Em seqüência, foram classifica-

**Tabela 1** - Classificação I - Distribuição dos escores segundo mediana da proporção de mortalidade e da taxa de morbidade nos municípios por doenças do aparelho respiratório maiores de 25 mil habitantes do estado de Mato Grosso (2000 – 2004).

**Table 1** – Classification I – Distribution of scores according to the median of mortality ratio and mortality rate by respiratory conditions in municipalities over 25 thousand inhabitants of the state of Mato Grosso (2000 – 2004).

Municípios	Taxa internações		% óbitos		Classificação 1 ou Soma dos escores
	mediana	escore	mediana	escore	
Alta Floresta	80,1	18	27,3	17	35
Juara	67,1	17	25,0	15	32
Barra do Bugres	64,8	16	20,0	13	29
Tangará da Serra	61,5	15	20,0	12	27
Barra do Garças	47,2	11	26,3	16	27
Poconé	57,9	13	20,0	11	24
Guarantã do Norte	34,3	5	28,6	18	23
Juína	43,4	9	25,0	14	23
Sinop	40,2	8	18,2	9	17
Rondonópolis	36,1	7	20,0	10	17
Jaciara	59,1	14	0,0	3	17
Várzea Grande	51,5	12	6,7	4	16
Cuiabá	35,8	6	18,0	8	14
Colíder	45,4	10	0,0	2	12
Cáceres	29,2	2	14,3	7	9
Sorriso	34,1	4	10,0	5	9
Pontes e Lacerda	16,3	1	11,1	6	7
Primavera do Leste	33,6	3	0,0	1	4

dos os municípios de Juara com 32 de somatório, Barra do Bugres com 29, Tangará da Serra e Barra do Garças, ambos com 27 pontos.

Na Tabela 2 pode-se observar a classificação II, resultado do somatório dos indicadores Proporção de óbitos em menores de 5 anos por doença do aparelho respiratório e proporção de internações por DAR em menores de 5 anos. Alta Floresta mais uma vez alcançou o maior valor desta segunda classificação (32 pontos), apresentando uma mediana de 44,2 internações por DAR entre menores de 5 anos para cada 100 internações em todas as idade por DAR no período de 2000 a 2004, e ainda uma taxa de mortalidade proporcional por DAR de 27,3 óbitos para cada 100 óbitos ocorridos entre os menores de 5 anos de idade. Seqüencialmente, foram classificados os municípios de Barra do Bugres com 31, e Tangará da Serra com 29.

As Figuras 2 e 3 ilustram os resultados

das classificações, assim como a localização dos 18 municípios com mais de 25 mil habitantes, dentre os quais aqueles com os piores indicadores de morbimortalidade. Verifica-se que Alta Floresta, localizada ao norte do estado, Tangará da Serra e Barra do Bugres ao noroeste, apresentaram os piores indicadores de morbimortalidade por doenças respiratórias entre os menores de 5anos para as duas classificações. Para a primeira classificação destacam-se ainda Juara no norte do estado e Barra do Garças a leste.

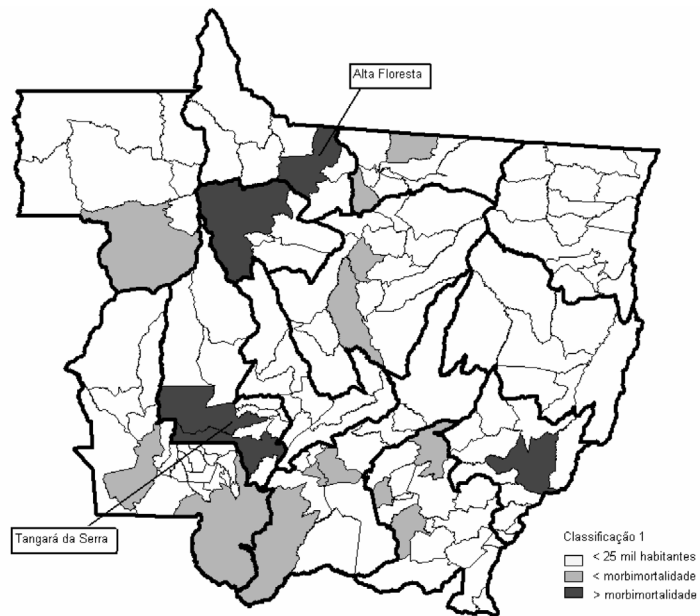
### Seleção dos municípios

Após a análise dos dados segundo a classificação I e II, optou-se pela seleção dos municípios de Alta Floresta e Tangará da Serra para o desenvolvimento da pesquisa. Para a seleção destas localidades, orientada pelos resultados dos indicadores de morbidade hospitalar e de mortali-

**Tabela 2** - Classificação II - Distribuição dos escores segundo mediana de proporção de mortalidade e morbidade por doenças do aparelho respiratório nos municípios maiores de 25 mil habitantes do estado de Mato Grosso (2000 – 2004).

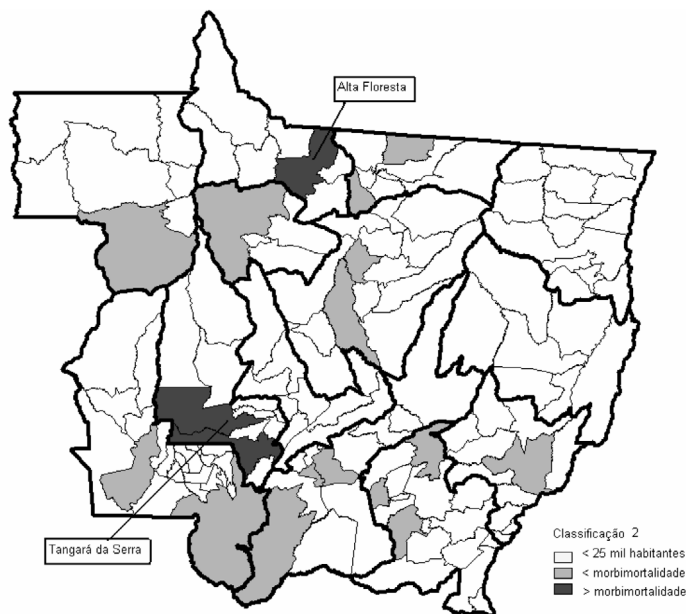
**Table 2** – Classification II – Distribution of scores according to the median of mortality ratio and morbidity by respiratory conditions in municipalities over 25 thousand inhabitants of the state of Mato Grosso (2000 – 2004).

Municípios	% internações		% óbitos		Classificação II ou Soma dos escores
	mediana	escore	mediana	escore	
Alta Floresta	44,2	15	27,3	17	32
Barra do Bugres	56,1	18	20,0	13	31
Tangará da Serra	56,0	17	20,0	12	29
Barra do Garças	37,5	9	26,3	16	25
Sinop	52,5	16	18,2	9	25
Guarantã do Norte	33,3	6	28,6	18	24
Rondonópolis	38,0	11	20,0	10	21
Cáceres	43,4	14	14,3	7	21
Cuiabá	41,8	12	18,0	8	20
Juara	27,1	3	25,0	15	18
Poconé	34,9	7	20,0	11	18
Sorriso	43,3	13	10,0	5	18
Juína	22,6	1	25,0	14	15
Primavera do Leste	38	10	0,0	1	11
Colíder	37	8	0,0	2	10
Várzea Grande	32,8	5	6,7	4	9
Pontes e Lacerda	22,6	2	11,1	6	8
Jaciara	27,9	4	0,0	3	7



**Figura 2** - Classificação I – Morbimortalidade por doenças do aparelho respiratório entre os menores de 5 anos de idade nos municípios maiores de 25 mil habitantes do estado de Mato Grosso (2000 – 2004).

**Figure 2** - Classification I – Morbidity-mortality by respiratory conditions among children under 5 years of age in municipalities over 25 thousand inhabitants of the state of Mato Grosso (2000 – 2004).



**Figura 3** - Classificação II – Morbimortalidade por doenças do aparelho respiratório entre os menores de 5 anos de idade nos municípios maiores de 25 mil habitantes do estado de Mato Grosso (2000 – 2004).

**Figure 3** - Classification II – Morbidity-mortality by respiratory conditions among children under 5 years of age in municipalities over 25 thousand inhabitants of the state of Mato Grosso (2000 – 2004).



dade, foram considerados a localização geográfica, tipo de bioma, estrutura da rede de serviços de saúde, número de habitantes, registros de dados ambientais prévios sobre poluentes atmosféricos e de dados meteorológicos. Optou-se por duas áreas no estado de Mato Grosso, ambas pertencentes ao bioma amazônico.

## Discussão

Alta Floresta, primeiro município selecionado, sofreu o impacto do desmatamento resultante de políticas de colonização, as quais desencadearam uma forte migração como alternativa para os problemas sociais de outras regiões até o recente cenário macroeconômico envolvendo o avanço da exploração madeireira<sup>27</sup> e a expansão da pecuária<sup>28</sup>. Estas políticas de crescimento econômico refletem o progressivo desmatamento de uma grande parte da Amazônia Legal até os dias atuais. Tangará da Serra, o segundo município selecionado, passou por trajetória similar à de Alta Floresta, no que se refere aos incentivos para projetos de crescimento econômico. As madeiras devastam a região para ceder lugar aos colonos que derrubaram o cerrado e se iniciaram na agropecuária. O município é um pólo importante do médio-norte mato-grossense. Hoje é o quarto município em desenvolvimento do estado, tendo na agricultura e na pecuária os pilares de sua economia, com destaque para a produção de oleaginosas e cana-de-açúcar. Isso o qualifica como imediato produtor de agro energia (<http://www.tangaradaserra.mt.gov.br>). A atividade de agro energia deverá sofrer considerável incremento nos próximos anos, e a queima da cana-de-açúcar já é apontada como uma fonte de emissão de poluentes atmosféricos aos quais a população está exposta em determinadas épocas do ano. Deste modo, a inclusão do município de Tangará da Serra, localizado em área de influência do arco do desmatamento, tem nos resultados dos indicadores de morbidade e mortalidade uma

primeira orientação referente ao impacto de queima de biomassa para as populações de maior suscetibilidade: crianças e idosos.

Dentre os municípios de Alta Floresta, Barra do Bugres, Barra do Garças, Juara e Tangará da Serra, identificados como os mais relevantes, Alta Floresta, com uma população estimada em 47 mil habitantes em 2006, indubitavelmente apresentou os piores indicadores nas duas classificações propostas. Desde o início dos anos 90 até os dias atuais, a região onde está localizada Alta Floresta é a área de maior degradação ambiental no “arco do desmatamento” da Amazônia Legal. Dispõe ainda de dados ambientais sobre material particulado do período proposto para os estudos e dados meteorológicos já disponibilizados pela INFRAERO. O município é sede de regional de saúde, com uma rede de serviços estruturada em 10 unidades de saúde da família, 1 centro de saúde e 1 hospital municipal com 58 leitos.

Tangará da Serra foi o segundo município selecionado, em razão de estar localizado em área da Amazônia Legal, no noroeste de Mato Grosso, em bioma de floresta amazônica, em área de influência do arco do desmatamento<sup>22</sup>, pelo fato de ser sede de regional de saúde e possuir a maior rede de serviços públicos de saúde da microrregião, com 10 unidades de saúde da família, 1 ambulatório de pediatria, 1 centro de saúde e uma unidade mista com serviços ambulatoriais e hospitalares (16 leitos), e 81 leitos contratados verificados *in loco*; possuir uma população estimada em 72 mil habitantes; e ainda, ter uma estação automática do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) instalada no município. Segundo dados do CPTE/INPE, a região de Tangará da Serra encontra-se no trajeto de dispersão de poluentes provenientes da área do arco do desmatamento da Amazônia brasileira, somados aos poluentes ambientais originados também no processo de queimadas no leste da Bolívia<sup>29</sup>. Além da pressão externa da exposição de poluição do ar, a região de Tangará

da Serra tem sido considerada uma das mais proeminentes em expansão agrícola, localizada no centro da região de cultivo de cana-de-açúcar de Mato Grosso, configurando também uma pressão de exposição local a poluentes atmosféricos.

A opção por Tangará da Serra e a consequente exclusão de Barra do Bugres decorre da proximidade deste município com Tangará da Serra. Barra do Bugres está localizado em área de cerrado. Compõe o conjunto de municípios da área da “baixada cuiabana”, ainda que por razões de planejamento geográfico do estado faça parte da regional de saúde e da microrregião de Tangará da Serra. Atualmente está incluído na área de expansão do plantio de cana-de-açúcar. Os resultados negativos dos indicadores de morbimortalidade de Barra do Bugres foram importantes para corroborar com os dados do município de Tangará da Serra.

No caso de Juara, ainda que este esteja inserido na área do arco do desmatamento, localiza-se nas proximidades de Alta Floresta e não apresentou os piores resultados se consideradas as duas classificações utilizadas. Barra do Garças está localizado em área de cerrado, a leste de Mato Grosso, com maior distanciamento da área do arco do desmatamento. Trata-se de um município de importância regional no leste de Mato Grosso, em área de cerrado, com intensa produção agropecuária consolidada há mais de duas décadas<sup>30</sup>, ou seja, não apresenta características de área de expansão agrícola recente.

Os indicadores são apresentados como medidas de saúde de maior abrangência, que incluem qualquer medida ou observação classificável<sup>31</sup>. Contudo, estão sujeitos a limitações em razão da qualidade dos dados e da estrutura no qual são apresentados.

O indicador de mortalidade aqui utilizado é convencionalmente denominado por mortalidade proporcional por causa específica. Uma importante preocupação no uso deste indicador é a influência da perda de registros em razão dos óbitos por

causa mal-definida (CID-10, capítulo XVIII). A única faixa etária em que os óbitos registrados por causa respiratória não foram influenciados por aqueles por causa mal-definida foram os menores de 5 anos de idade; por isso, apenas este grupo etário foi analisado para a definição dos municípios a serem estudados. A proporção de óbitos por DAR verificada entre os menores de 5 anos foi aplicada aos óbitos por causa mal-definida. A partir destes teria sido possível identificar o número de óbitos por causa mal-definida a ser considerado como decorrente de DAR. No entanto, não houve nenhuma alteração nos registros de óbitos por DAR, em razão de não haver registros de óbitos por causa mal-definida entre os menores de 5 anos de idade.

Para os indicadores de morbidade, a taxa de internação por doença do aparelho respiratório em menores de 5 anos (indicador 2) tem como fragilidade a utilização das internações como aproximação do registro de incidência de agravos. Sabe-se que um agravo pode não ter indicação de internação, resultar em até mais de uma internação, ou ainda não resultar em internação por limitações na estrutura hospitalar. Para lidar com esta limitação foram priorizados os municípios com melhor estrutura da rede de serviços de saúde e dados de pacientes menores de 5 anos. Para este grupo etário, as internações decorrem essencialmente de doenças agudas como pneumonias e broncopneumonias, com menores chances de reinternação, se comparadas às doenças respiratórias crônicas em idosos.

O indicador proporção de internação por DAR em menores de 5 anos (indicador 3) tem como limitação a influência da estrutura etária populacional dos municípios. Com a fração proposta, o indicador deverá medir a magnitude de internações por DAR entre os menores de 5 anos. Verificou-se, no entanto, que a proporção de menores de 5 anos apresentou pequena variação de 1,5% nas localidades analisadas. A proposição deste indicador não con-

vencional decorre da política de financiamento dos serviços de saúde, para municípios em gestão plena da atenção básica a saúde até 2006. No período de 2002 a 2003, a maioria dos municípios de grande e médio porte de Mato Grosso passaram de gestão plena da atenção básica para gestão plena do sistema de saúde. Esta mudança na gestão do SUS municipal implica diferenças no mecanismo de transferência de recursos. Nesse caso, os municípios pactuam previamente a quantidade de Autorizações de Internação Hospitalar (AIH) a serem pagas por clínicas ou especialidades médicas. Esta condição sugere que um município pode utilizar as AIHs para qualquer internação que se faça necessária e registrar como problema respiratório e vice-versa. O ano de adesão à gestão plena do sistema de saúde variou entre os municípios estudados, ficando apenas Tangará da Serra na condição de gestão plena da atenção básica. Com a gestão plena do sistema de saúde deixa de existir a pactuação de AIH por especialidade médica, fato que ocorreu em Alta Floresta a partir da metade do ano de 2002.

Ainda que o Sistema de Internação Hospitalar (SIH-SUS) esteja sujeito à influência do mecanismo de financiamento e da estrutura do Sistema Único de Saúde, este oferece informações relevantes e ampliadas sobre o efeito da poluição atmosférica à saúde humana, se comparadas aos registros de mortalidade, considerados “a ponta do *iceberg*” no processo saúde-doença.

Sabe-se que o grupo etário de menores de 5 anos de idade é também suscetível às doenças infecto-contagiosas de origem viral ou bacteriana, como infecções respiratórias agudas tanto do trato superior quanto inferior. Apesar de nesta etapa da análise não terem sido identificados e excluídos os registros de doenças respiratórias produzidas por agentes bacterianos ou virais, tais agravos manifestam-se neste grupo etário em todas as localidades, independentemente das queimadas, porém podem ser exacerbadas em ambientes com elevados níveis de poluição atmosférica.

A partir da seleção das áreas com os piores indicadores de saúde serão verificadas possíveis associações entre a poluição atmosférica e a mortalidade, ocorrência de internações hospitalares e atendimentos ambulatoriais por doenças respiratórias nos grupos etários mais vulneráveis e avaliação da prevalência de asma nos escolares. Para tanto, medidas de material particulado e de ozônio serão necessárias, seja por meio de estimativas resultantes de modelagem numérica via modelo CATT-BRAMS e/ou medidas locais de monitoramento da qualidade do ar. Considera-se de extrema relevância para os serviços de saúde da região Amazônica, a implementação da vigilância em saúde ambiental com base em indicadores de morbidade e mortalidade, acompanhado sempre que possível do monitoramento da qualidade do ar nas regiões de queimadas.

---

## Referência

1. Spektor DM, Hofmeister VA, Artaxo P, Bague JA, Echelar F, Nogueira DP et al. Effects of heavy industrial pollution on respiratory function in the children of Cubatão, Brazil: a preliminary report. *Environ Health Perspect* 1991; 94: 51-4.
2. Pope CA, Dockery DW, Spengler JD, Raizenne ME. Respiratory Health and Pm10 Pollution - A Daily Time-Series Analysis. *Am Rev Respir Dis* 1991; 144(3): 668-74.
3. Anderson HR, Ponce dL, Bland JM, Bower JS, Strachan DP. Air pollution and daily mortality in London: 1987-92. *BMJ* 1996; 312(7032): 665-9.
4. Rumel D, Riedel LF, Latorre MR, Duncan BB. [Myocardial infarct and cerebral vascular disorders associated with high temperature and carbon monoxide in a metropolitan area of southeastern Brazil]. *Rev Saude Pública* 1993; 27(1): 15-22.

5. Borja-Aburto VH, Loomis DP, Bangdiwala SI, Shy CM, Rascon-Pacheco RA. Ozone, suspended particulates, and daily mortality in Mexico City. *Am J Epidemiol* 1997; 145(3): 258-68.
6. Organización Panamericana de la salud. *Evaluación de los efectos de la contaminación del aire en la salud América Latina y el Caribe* 2005. ISBN 9275125988
7. Bell ML, Davis DL, Gouveia N, Borja-Aburto VH, Cifuentes 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- 40.
8. 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): 172-94.
9. Schwartz J. Air pollution and hospital admissions for respiratory disease. *Epidemiology* 1996; 7(1): 20- 8.
10. Gouveia N, Fletcher T. Time series analysis of air pollution and mortality: effects by cause, age and socioeconomic status. *J Epidemiol Community Health* 2000; 54(10): 750-5.
11. Brasil. Ministério do Meio Ambiente. *Qualidade do Ar e Efeito na Saúde da População do Município do Rio de Janeiro*. Relatório de Conclusão. Programa AreS – Rio. Rio de Janeiro; 2005a.
12. Gouveia N, Freitas C U, Martins L C, Marcilio I O. Respiratory and cardiovascular hospitalizations associated with air pollution in the city of São Paulo, Brazil. *Cad Saúde Pública* 2006; 22(12): 2669-77.
13. Saldiva PH, Lichtenfels AJ, Paiva PS, Barone IA, Martins MA, Massad E, et al. Association between air pollution and mortality due to respiratory diseases in children in Sao Paulo, Brazil: a preliminary report. *Environ Res* 1994; 65(2): 218-25.
14. Cançado JED, Saldiva PHN, Pereira LAA, Lara LBLS, Artaxo P, Martinelli LA, et al. The Impact of sugar Cane-Burning Emissions on the Respiratory System of Children and the Elderly. *Environ Health Perspect* 2006; 114(5): 725-9.
15. Arbex MA, Martins LC, Oliveira RC, Pereira LAA, Arbex FF, Cançado JED et al. Air pollution from biomass burning and asthma hospital admissions in a sugar cane plantation area in Brazil. *J Epidemiol Community Health* 2007; 61; 395-400.
16. Tan WC, Qiu D, Liam BL, Tze PN, Lee SH, van Eeden SF, et al. The Human Bone marrow Response to Acute Air Pollution Caused by Forest Fires. *Am J Respir Crit Care Med* 2000; 161: 1213-7.
17. Sapkota A, Symons JM, Kleissl J, Wang L, Parlange MB, Ondov J et al. Impact of the 2002 Canadian Forest Fires on particulate matter Air quality in Baltimore City. *Environ Sci Technol* 2005; 39: 24–32.
18. Brasil. Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT, *Inventário Nacional de emissões de gases de efeito estufa*. 2005b.
19. Nepstad DC, Verissimo A, Alencar A, Nobre CA, Lima E, Lefebvre P, et al. Large scale impoverishment of Amazonian forests by logging and fire. *Nature* 1999; 398 (6727): 505-8.
20. PODES - Programa de desmatamento da Amazônia – *Monitoramento da Floresta amazônica por satélite*, INPE/IBAMA; 2005
21. Brasil. Ministério da Saúde. DATASUS 2006. Disponível em <http://www.datasus.gov.br>. Acessado em 10 de abril de 2006.
22. Brasil. IBGE. 2004. Mapas de bioma e de vegetação. Disponível em ([http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia\\_visualiza.php?id\\_noticia=169&id\\_pagina=1](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=169&id_pagina=1)). Acessado em fevereiro de 2006.
23. Pereira, MG. *Epidemiologia: Teoria e Prática*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1999.
24. Kerr-Pontes LR, Rouquayrol MZ. Medida da Saúde Coletiva. In: Rouquayrol MZ; Almeida Filho N. *Epidemiologia e Saúde*. 6a ed. Rio de Janeiro: MEDSI. 2003; 3: 37-82.
25. Lansky S, Franca E, Leal MC. Avoidable perinatal deaths in Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil, 1999. *Cad Saúde Pública* [on-line] 2002; 18(5): 1389-400. Acessado em 2 de janeiro de 2007.
26. Magalhães MC, Carvalho MS. Perinatal health care and neonatal mortality in the municipality of Juiz de Fora in the State of Minas Gerais. *Rev Bras Saude Mater Infant* [on-line] 2003; 3(3): 329-37. Acessado em 2 de Janeiro de 2007.
27. Nepstad D, Carvalho G, Barros AC, Alentar A, Capobianco, Bishop J, et al. Road paving, fire regime feedbacks, and the future of Amazon forests. *Forest Ecology and Management* 2001; 154: 395-407.
28. Kaimowitz D, Merrens B, Wunder S, Pacheco P. Hamberger Connection Fuels Amazon Destruction. Bangor, Indonesia, Center for International Forest Research, 2004. <http://www.ciforc.cgiar.org/publications>.
29. Duarte A. *Poliuição Atmosférica em Rio Branco Acre*. Departamento de Ciências da Natureza, Universidade Federal do Acre; 2005. (Mimeo)
30. Silva JA. Transformações na Agricultura e Migrações Internas em Mato Grosso na Década de 70. [dissertação de mestrado]. Belo Horizonte: CEDEPLAR/UFMG; 1989.
31. Merchán-Hamann E, Tauil PL, Costa MP. Terminologia das Medidas e Indicadores em Epidemiologia: Subsídios para uma possível padronização em nomenclatura. *Informe Epidemiológico do SUS* 2000; 9(4):273–84.

Recebido em: 09/04/07

Versão final reapresentada em: 26/10/07

Aprovado em: 09/11/07