



You are free: to copy, distribute and transmit the work; to adapt the work.
You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA MORTALIDADE POR DOENÇAS DO APARELHO RESPIRATÓRIO NO BRASIL.

Sônia Corina Hess¹; Ana Paula Alvarenga²; Carlos Henrique Hammerer de Medeiros²; Felipe Bitencourt de Oliveira²; Thaiana de Martino Tostes Monteiro Barbosa²; Orlando Pissuto Trevisan²

RESUMO

Na literatura, foram encontradas evidências consistentes sobre o aumento da incidência de doenças do aparelho respiratório, decorrente da intensificação da poluição atmosférica, portanto, a investigação da mortalidade por tais doenças pode ser útil em programas de vigilância ambiental em saúde. Neste trabalho foi investigada a distribuição espacial da mortalidade por doenças do aparelho respiratório no Brasil, com base em dados fornecidos pelo Sistema de Informações de Mortalidade (SIM) do Ministério da Saúde, tendo-se aplicado o método estatístico bayesiano. Os resultados indicam que, entre 2003 e 2007, as proporções de óbitos por estas doenças apresentaram as maiores taxas no RS, SP, AC, RJ, GO, PR, MG e SC, e eram do sexo masculino de 54 a 56% dos totais das vítimas de tais doenças.

Palavras-chave: Doenças do aparelho respiratório, mortalidade, método bayesiano, Brasil.

SPATIAL DISTRIBUTION OF MORTALITY BY DISEASES OF THE RESPIRATORY SYSTEM IN BRAZIL.

ABSTRACT

In the literature, consistent evidences relating the increase in the incidence of diseases of the respiratory system and the intensification of air pollution were described, therefore, the investigation of the mortality by those diseases can be useful in public health programs. In the present study the spatial distribution of mortality by diseases of the respiratory system in Brazil was investigated, based on data on deaths registered in the Information System (SIM) of the Ministry of Health. Bayesian statistical method was applied. The results indicate that, between 2003 and 2007, the higher rates of deaths by those diseases were found in the states of RS, SP, AC, RJ, GO, PR, MG and SC, and from 54 to 56% of all victims of those diseases registered in Brazil were men.

Keywords: diseases of the respiratory system, mortality, bayesian method, Brazil

Trabalho recebido em 21/10/2009 e aceito para publicação em 17/12/2009.

¹Doutora, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (DHT/CCET/UFMS), Cx. Postal 549, Campo Grande-MS, CEP 79070-900. e-mail: schess@nin.ufms.br

²Engenheiros ambientais. e-mail: ana.zip@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Em estudos experimentais e observacionais da área médica, foram encontradas evidências consistentes sobre o aumento da incidência de doenças dos aparelhos respiratório e circulatório, decorrente da intensificação da poluição atmosférica, sendo estes efeitos tanto agudos (aumento de internações e de mortes por asma, arritmia, doença isquêmica do miocárdio e cerebral), como crônicos, por exposição em longo prazo (aumento de mortalidade por doenças respiratórias, cerebrovasculares e cardíacas). Inclusive, foi descrito o aumento do risco de mortalidade associado à poluição do ar, que variou de 8% a 18% para diversos tipos de doenças cardíacas (CANÇADO *et al.*, 2006; CENDON *et al.*, 2006; CLEAN AIR TASK FORCE, 2005; FARHAT *et al.*, 2005; GONÇALVES *et al.*, 2005; HART *et al.*, 2006; LIN *et al.*, 2004; MARTINS *et al.*, 2006; MIRAGLIA *et al.*, 2005; RIVERO *et al.*; SANTOS *et al.*, 2005; SANTOS *et al.*, 2008).

Em diversos países em desenvolvimento, como no Brasil, a queima de biomassa é apontada como uma fonte expressiva de poluentes atmosféricos. Por exemplo, foi descrito que, durante o tempo seco na Amazônia brasileira, é registrado um aumento do número de internações por doenças respiratórias, como bronquite e asma, ocasionadas pela

inalação dos poluentes provenientes da queima da vegetação (SILVA, 2005). Outros estudos, realizados em Piracicaba e em Araraquara/SP, comprovaram que os poluentes liberados durante a queima da cana-de-açúcar, nos canaviais da região, repercutiram em um maior número de atendimentos em hospitais, para tratamento de problemas respiratórios (ARBEX *et al.*, 2007; CANÇADO *et al.*, 2006).

O material fino, contendo partículas menores ou iguais a 10 micrometros (PM₁₀) (partículas inaláveis), é um poluente atmosférico liberado durante a combustão incompleta de biomassa, diesel, carvão mineral, entre outros materiais, que apresenta elevada toxicidade. É constituído, em seu maior percentual, por partículas finas e ultrafinas que atingem as porções mais profundas do sistema respiratório e são responsáveis pelo desencadeamento de doenças graves, como problemas respiratórios e cardiovasculares (ACKLAND *et al.*, 2007; ARBEX *et al.*, 2007; CANÇADO *et al.*, 2006; CENDON *et al.*, 2006). Dentre as substâncias presentes nos PM₁₀, os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) são os mais danosos à saúde, apresentando atividades mutagênicas, carcinogênicas e como desreguladores do sistema endócrino (GODOI *et al.*, 2004; ZAMPERLINI *et al.*, 1997). Em Araraquara/SP, durante a época da colheita da cana, detectou-se uma

concentração do HPA benzo-a-pireno (carcinogênico), maior do que em Londres e em outras grandes cidades, e foi sugerido que tal substância provinha de queimadas em canaviais existentes na região. A mesma fonte de poluição atmosférica foi apontada como responsável pela elevada concentração das partículas totais em suspensão encontradas no estudo, que atingiram a média de $103 \mu\text{g.m}^{-3}$, valor superior ao limite de $80 \mu\text{g.m}^{-3}$ estabelecido pela Resolução 03 de 1990, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA (GODOI *et al.*, 2004).

Em relação à saúde dos trabalhadores, estudos revelaram que cortadores de cana, na época em que ocorre a queima dos canaviais, apresentavam na urina, substâncias que indicavam intensa exposição a HPA's genotóxicos e mutagênicos e que, fora do período de colheita, estes teores eram bem menores (BOSSO *et al.*, 2006). Também foi divulgado que os trabalhadores das carvoarias são acometidos por problemas respiratórios e danos à função pulmonar (KATO *et al.*, 2005; TZANAKIS *et al.*, 2001) e que, na urina destes trabalhadores, foi detectada a presença de substâncias genotóxicas, devido à sua exposição contínua aos poluentes presentes na fumaça proveniente dos fornos (BARBOSA *et al.*, 2006; KATO *et al.*,

2004; PENNISE *et al.*, 2001; POPPI & SILVA, 2002).

Além dos materiais particulados, o gás ozônio é um outro poluente atmosférico danoso à saúde humana e ao ambiente, formado a partir da reação entre substâncias liberadas durante a queima de biomassa e de outros combustíveis. Trabalhos realizados no Brasil revelaram que, durante a queima da cana-de-açúcar, em torno de 35% do nitrogênio aplicado no solo, na forma de adubo, é liberado para a atmosfera, como gases (NOx) precursores do ozônio (MACHADO *et al.*, 2008). Em relação à saúde pública, foi divulgado em 2006 que os limites legais estabelecidos em diversos países, para as concentrações máximas aceitáveis de ozônio na atmosfera não garantem a segurança da população, uma vez que, mesmo em concentrações muito inferiores a tais limites, este poluente ainda foi associado com o risco aumentado de morte prematura (BELL *et al.*, 2006).

Tendo em vista os estudos que correlacionam a presença de poluentes na atmosfera, com o surgimento de problemas respiratórios nas pessoas a estes expostas, a investigação da distribuição espacial da mortalidade por estes agravos pode fornecer informações relevantes para a vigilância ambiental em saúde. Assim sendo, o objetivo do estudo foi investigar a

distribuição espacial das taxas de mortalidade por “Doenças do Aparelho Respiratório” (Código Internacional de Doenças – CID, Capítulo X) no Brasil, a partir de dados registrados no Sistema de Informações de Mortalidade (SIM) do Ministério da Saúde (BRASIL, 2009).

Neste trabalho foram aplicadas técnicas estatísticas bayesianas, em que os resultados das análises são apresentados em mapas construídos a partir de taxas ajustadas, obtidas a partir do tratamento matemático dos valores atribuídos a cada área, sob a influência dos valores atribuídos às áreas da sua vizinhança (CLAYTON & KALDOR, 1987; CASTRO *et al.*, 2004; SANTOS *et al.*, 2005b). Tais técnicas permitem a minimização, ou mesmo correção, dos problemas encontrados em estudos estatísticos envolvendo pequenos números de casos e elevada flutuação populacional (populações), presentes quando são investigados “eventos raros” ocorridos em populações de pequena dimensão (MARSHALL, 1991).

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Dados

Trata-se de um estudo analítico desenvolvido com números de óbitos obtidos do Sistema de Informações de Mortalidade (SIM) do Ministério da Saúde

(BRASIL, 2009), segundo local de residência, sexo e faixa etária. O programa computacional Microsoft® Office Excel 2007 foi empregado para o processamento dos dados e elaboração dos gráficos.

2.2. Análise estatística

No trabalho foram aplicadas técnicas estatísticas bayesianas, que são utilizadas para a detecção de padrões espaciais de incidência de doenças relativamente raras, sendo seus resultados apresentados em mapas construídos a partir de taxas obtidas pelo tratamento matemático da taxa de cada área, levando-se em consideração as informações da sua vizinhança (CLAYTON & KALDOR, 1987; CASTRO *et al.*, 2004; SANTOS *et al.*, 2005b).

A exemplo do que foi descrito por Castro e colaboradores (2004), para evitar-se problemas nas taxas em pequenos municípios, já que os eventos analisados são raros, optou-se por avaliar as taxas de mortalidade relativas às microrregiões, que são grupos de municípios definidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2009). Os valores esperados para cada microrregião foram calculados aplicando-se a técnica estatística bayesiana de padronização indireta, adotando-se como referências as taxas de toda a região sob análise. Para o

cálculo do risco de óbito por “doenças do aparelho respiratório” (Código Internacional de Doenças, CID-10, Capítulo 10), para cada microrregião ξ_i ($i = 1$ a 425), aplicou-se o estimador bayesiano empírico local (CASTRO et al, 2004; SANTOS et al, 2005b), do software TerraViewPlus 3.3.1 (INPE, 2009a) em que, nos campos descritos como casos foram acrescentados os dados do SIM (BRASIL, 2009) referentes aos óbitos devidos àquelas causas (CID-10, Capítulo 10) e, nos campos relativos à população, o número total de óbitos (CID-10, todas as categorias) em cada uma das 425 microrregiões dos estados de RS, SC, PR, SP, RJ, ES, MG, GO, BA, SE, AL, PE, PB, RN, CE e DF, registrados segundo local de residência, entre 2003 e 2007. A partir dos valores de ξ_i foram calculadas as Razões de Mortalidade Padronizadas (*Standardized Mortality Ratio* – SMR, em inglês) ajustadas pelo modelo bayesiano (SMR_i) para cada microrregião (i), sendo que:

$$SMR_i = (\xi_i / E) \quad (1)$$

$$\text{onde } E = OT_c / OT \quad (2)$$

Na fórmula (2), OT_c é o número total de óbitos por doenças do aparelho respiratório e OT o número total de óbitos registrados em cada ano, segundo local de residência, referentes a toda a região sob

análise, em cada um dos anos entre 2003 e 2007.

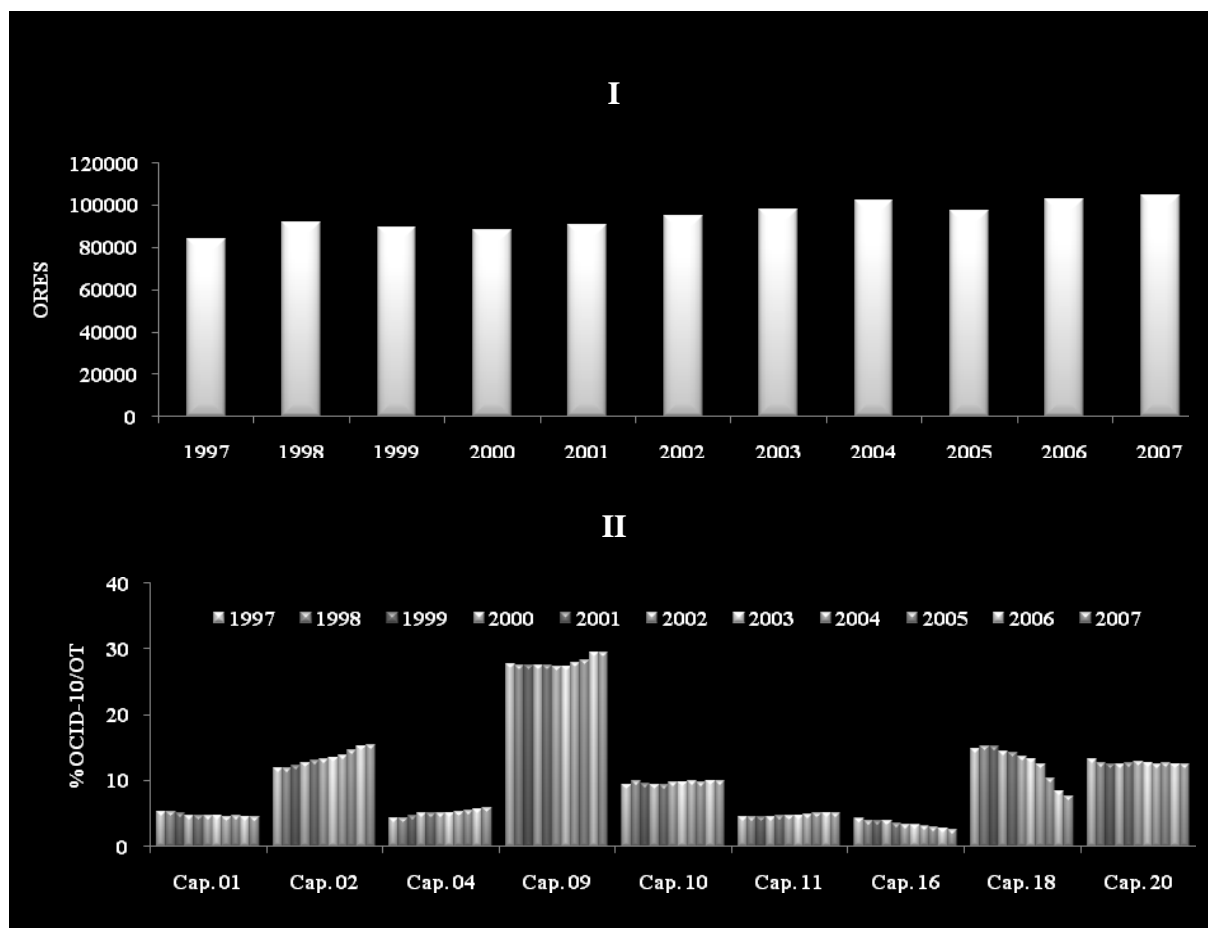
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entre 1997 e 2007 aumentou em 24% no Brasil o número de óbitos decorrentes de doenças do aparelho respiratório (ORES), que alcançaram 84.083 registros em 1997 e 104.498 em 2007 (Figura 1-I). Os dados do Sistema de Informações de Mortalidade – SIM do Ministério da Saúde (BRASIL, 2009) também indicam que, em relação ao total, a proporção de óbitos decorrentes de tais doenças (ORES/OT) aumentou pouco naquele período, tendo ocasionado em 1997, 9,3% do total das mortes registradas no país e, em 2007, 10,0 % destas (Figura 1-II). Os dados do SIM organizados segundo as causas agrupadas de acordo com o CID-10 revelam ainda que, entre 1997 e 2007, as doenças do aparelho respiratório (CID-10, Cap. 10) constaram entre as cinco principais causas de óbito no Brasil (Figura 1-II).

Os dados do Ministério da Saúde (BRASIL, 2009) organizados segundo faixa etária indicam que as maiores proporções dos óbitos por doenças do aparelho respiratório foram registradas para as crianças falecidas com 1 a 4 anos de idade, e para idosos com mais de 70 anos (Figura 2-I). Naquele mesmo período,

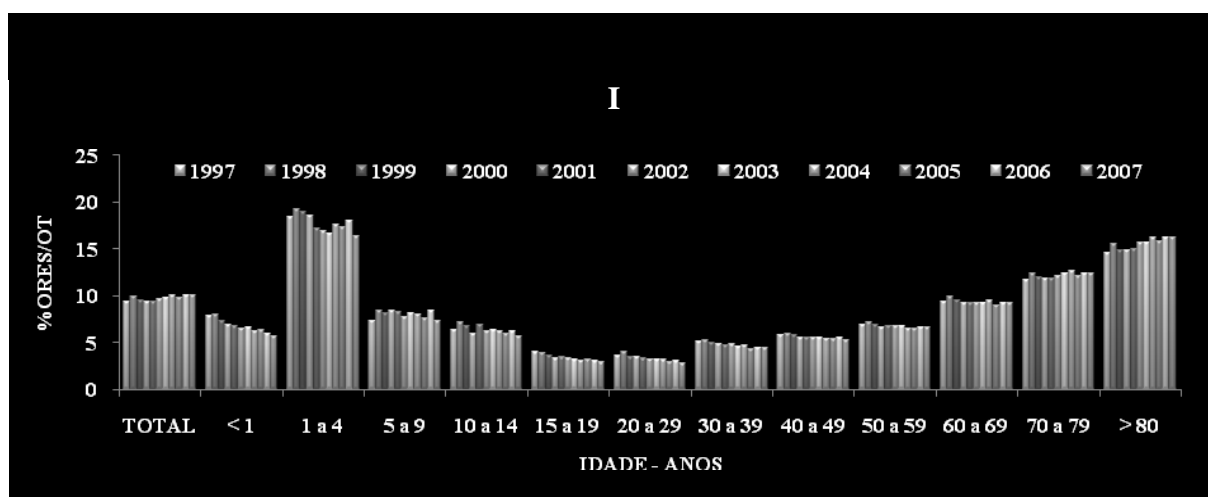
a maioria das pessoas vitimadas por tais doenças no Brasil eram do sexo masculino (54 a 56%), sendo que em 2007 as mulheres constituíram a maior parte de tais

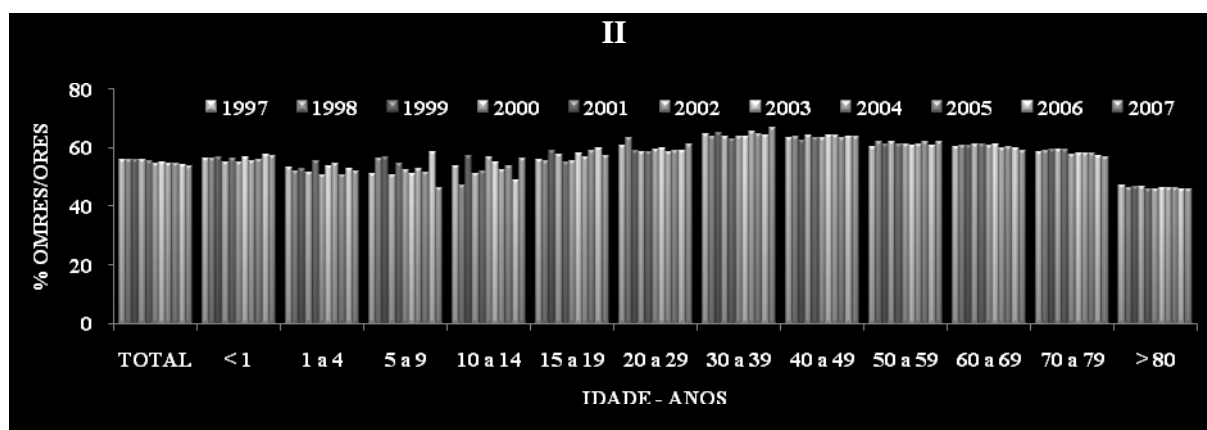
vítimas, somente, dentre os falecidos com 5 a 9 anos e com mais de 80 anos de idade (Figura 2-II).



Fonte dos dados: SIM (Brasil, 2009)

Figura 1. Totais de óbitos por doenças do aparelho respiratório (ORES) registrados no Brasil (I); e percentuais dos óbitos segundo suas causas (CID-10), em relação aos totais de óbitos registrados no Brasil (II); período de 1997 a 2007.





Fonte dos dados: SIM (Brasil, 2009)

Figura 2. Porcentuais dos óbitos por doenças do aparelho respiratório em relação aos totais de óbitos registrados no país segundo faixa etária (OMRES/OT) (I); e porcentuais dos óbitos por doenças do aparelho respiratório, de pessoas do sexo masculino em relação aos totais de óbitos por estas doenças, segundo faixa etária (ORESM/ORES). Período de 1997 a 2007.

Os dados do SIM (BRASIL, 2009) descritos segundo local de residência por unidade da federação revelam que as taxas médias de mortalidade por doenças do aparelho respiratório em relação aos totais de óbitos registrados (OMRES/OT) entre 2003 e 2007, estiveram acima da taxa nacional (9,9%) nos estados do RS (12,0%), SP (11,5%), AC (10,6%), RJ (10,5%), GO (10,5%), PR (10,4%), MG (10,4%) e SC (10,0%) (Figura 3). Por outro lado, segundo os registros do SIM (BRASIL, 2009) por local de residência nas microrregiões, no período de 2003 a 2007, dentre os 60 locais com as maiores taxas médias de óbitos por doenças do aparelho respiratório (OMRES/OT) estavam 20 microrregiões do RS (onde há 35 microrregiões), 13 de SP (dentre 63

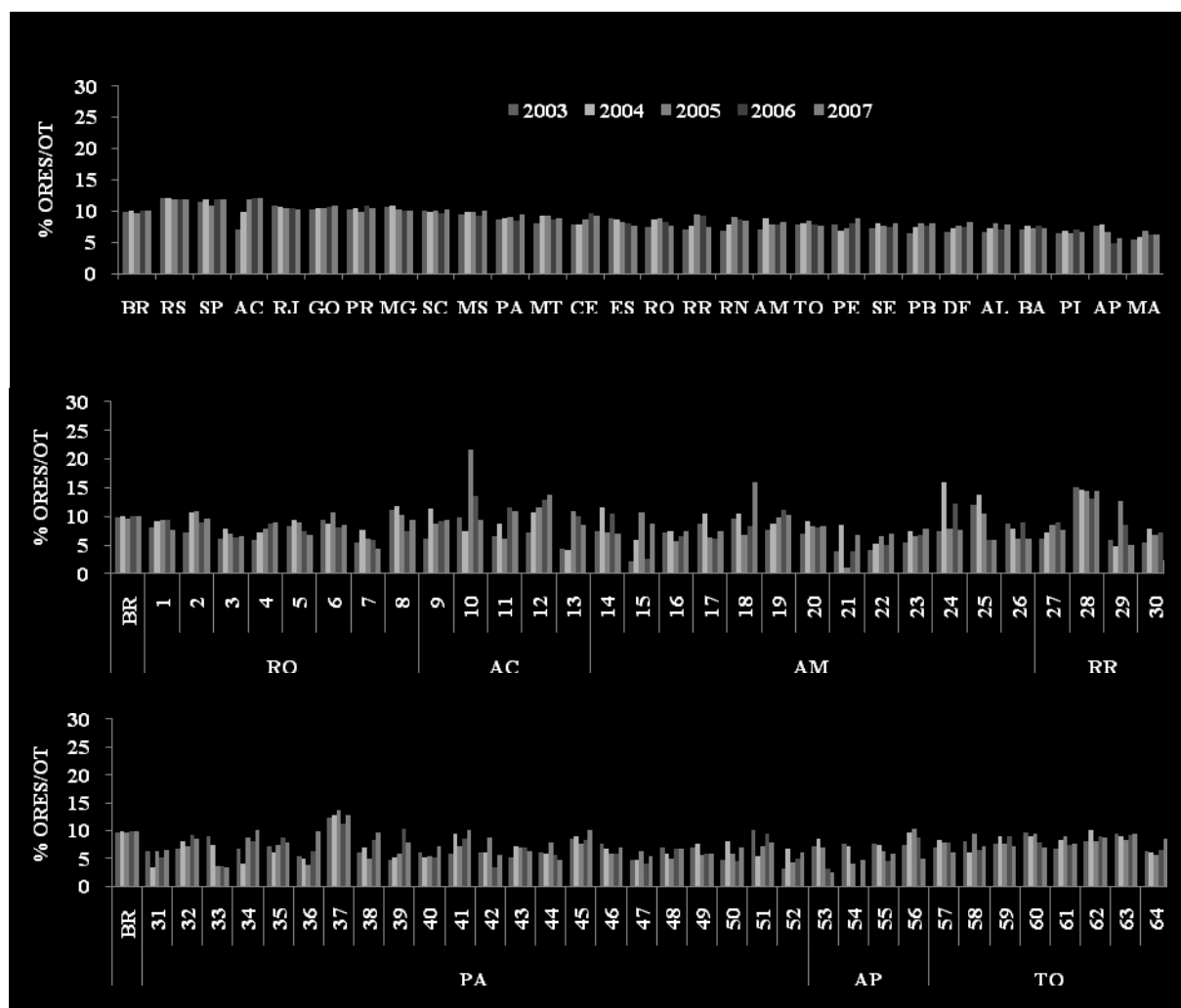
microrregiões), 15 de MG (dentre 66 microrregiões), 4 do PR, 2 de SC, 2 do RJ e 1 de cada um dos estados do PA, GO, CE e RR (Tabela 1).

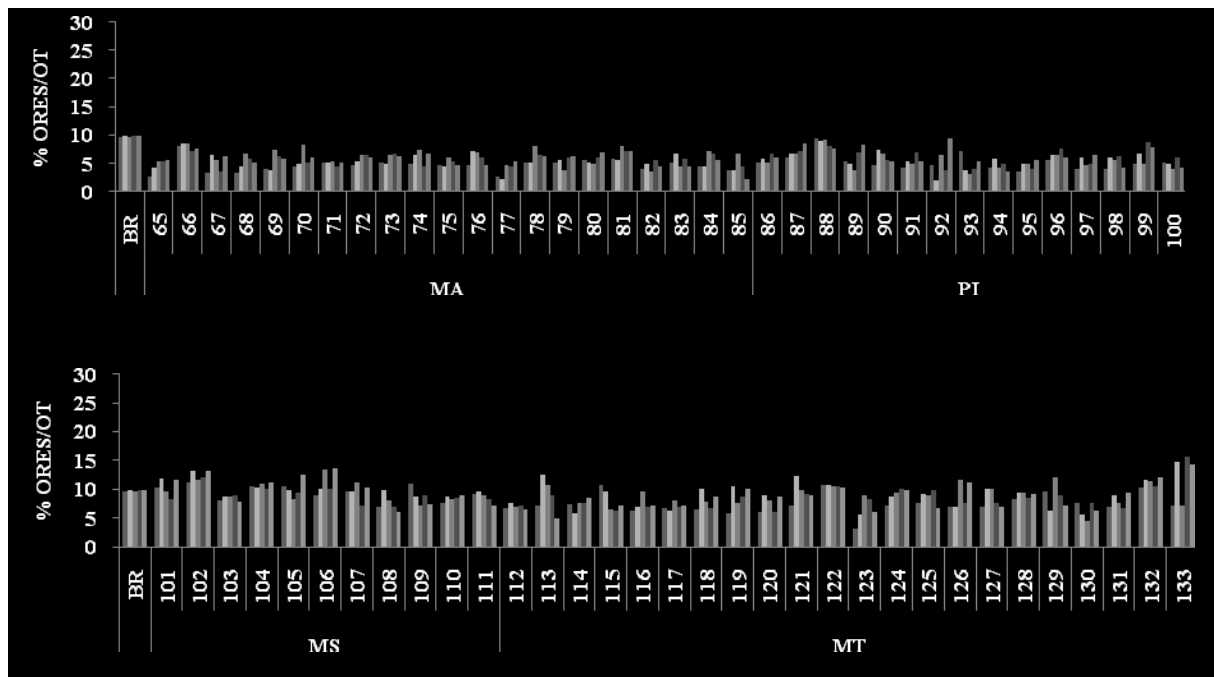
Considerando que, na aplicação das técnicas estatísticas bayesianas, o tratamento matemático da taxa de cada área leva em consideração as informações da sua vizinhança, quando há extensas áreas com pequenos números de casos, tal análise repercute em resultados insatisfatórios (CLAYTON & KALDOR, 1987; CASTRO et al, 2004; SANTOS et al, 2005b). Por isso, no presente estudo não foi aplicada a metodologia bayesiana ao estudo dos dados referentes à mortalidade por doenças do aparelho respiratório nas microrregiões dos estados de RO, AC,

AM, RR, PA, AP, TO, MA, PI, MS e MT onde há muitos locais com números nulos ou baixos para tais óbitos, registrados no SIM (BRASIL, 2009).

Os dados revelam que, em 125 das 133 microrregiões dos estados de RO, AC, AM, RR, PA, AP, TO, MA, PI, MS e MT, entre 2003 e 2007, as taxas médias de óbitos por doenças do aparelho respiratório em relação ao total (ORES/OT), mantiveram-se abaixo da média nacional (9,9%) e, em apenas 8 microrregiões

daqueles estados, as taxas médias no período foram superiores à do país: - Nordeste RR (código 28, RR) (14,3%); - Belém (código 37, PA) (12,6%); - Aquidauana (código 102, MS) (12,3%); - Tarauacá (código 10, AC) (12,3%); - Alto Araguaia (código 133, MT) (11,8%); - Paranaíba (código 106, MS) (11,3%); - Rio Branco (código 12, AC) (11,3%); e - Rondonópolis (código 132, MT) (11,2%) (Figura 3).





Fonte dos dados: SIM (Brasil, 2009)

Códigos das microrregiões: 1 - Porto Velho; 2 - Guajará-Mirim; 3 - Ariquemes; 4 - Ji-Paraná; 5 - Alvorada D'Oeste; 6 - Cacoal; 7 - Vilhena; 8 - Colorado Oeste; 9 - Cruzeiro do Sul; 10 - Tarauacá; 11 - Sena Madureira; 12 - Rio Branco; 13 - Brasília; 14 - Rio Negro AM; 15 - Japurá; 16 - Alto Solimões; 17 - Juruá; 18 - Tefé; 19 - Coari; 20 - Manaus; 21 - R.Preto da Eva; 22 - Itacoatiara; 23 - Parintins; 24 - Boca do Acre; 25 - Purus; 26 - Madeira; 27 - Boa Vista; 28 - Nordeste RR; 29 - Caracaraí; 30 - Sudeste RR; 31 - Óbidos; 32 - Santarém; 33 - Almeirim; 34 - Portel; 35 - Furos de Breves; 36 - Arari; 37 - Belém; 38 - Castanhal; 39 - Salgado; 40 - Bragantina; 41 - Cametá; 42 - Tomé-Açu; 43 - Guamá; 44 - Itaituba; 45 - Altamira; 46 - Tucuruí; 47 - Paragominas; 48 - S.Félix Xingu; 49 - Parauapebas; 50 - Marabá; 51 - Redenção; 52 - Conc.Araguaia; 53 - Oiapoque; 54 - Amapá; 55 - Macapá; 56 - Mazagão; 57 - Bico Papagaio; 58 - Araguaína; 59 - Miracema TO; 60 - Rio Formoso; 61 - Gurupi TO; 62 - Porto Nacional; 63 - Jalapão; 64 - Dianópolis; 65 - Litoral Ocid.MA; 66 - São Luís; 67 - Rosário; 68 - Lençóis MA; 69 - Baixada MA; 70 - Itapecuru Mirim; 71 - Gurupi MA; 72 - Pindaré; 73 - Imperatriz; 74 - Médio Mearim; 75 - A.Mearim/Grajaú; 76 - Pres. Dutra; 77 - B.Parnaíba MA; 78 - 4 Chapadinha; 79 - Codó; 80 - Coelho Neto; 81 - Caxias; 82 - Chap.Itapecuru; 83 - Porto Franco; 84 - Gerais Balsas; 85 - Chap.Mangab.; 86 - B.Parnaíba PI; 87 - Litoral PI; 88 - Teresina; 89 - Campo Maior; 90 - M.Parnaíba PI; 91 - Valença PI; 92 - A.Parnaíba PI; 93 - Bertolínia; 94 - Floriano; 95 - A.M.Gurguéia; 96 - S.Raim.Nonato; 97 - Chap.Ext.Sul PI; 98 - 3 Picos; 99 - Pio IX; 100 - A.M.Canindé; 101 - Baixo Pantanal; 102 - Aquidauana; 103 - Alto Taquari; 104 - Campo Grande; 105 - Cassilândia; 106 - Paranaíba; 107 - Três Lagoas; 108 - Nova Andradina; 109 - Bodoquena; 110 - Dourados; 111 - Iguatemi; 112 - Aripuanã; 113 - Alta Floresta; 114 - Colíder; 115 - Parecis; 116 - Arinos; 117 - A.Teles Pires; 118 - Sinop; 119 - 8 Paranatinga; 120 - Norte Araguaia; 121 - Canarana; 122 - Médio Araguaia; 123 - Alto Guaporé; 124 - Tangará Serra; 125 - Jauru; 126 - Alto Paraguai; 127 - Rosário Oeste; 128 - Cuiabá; 129 - Alto Pantanal; 130 - Primavera Leste; 131 - Tesouro; 132 - Rondonópolis; 133 - Alto Araguaia

Figura 3. Porcentuais dos óbitos por doenças do aparelho respiratório em relação aos números totais de óbitos (ORES/OT) registrados segundo local de residência nos estados do país e nas microrregiões de RO, AC, AM, RR, PA, AP, TO, MA, PI, MS e MT, de 2003 a 2007.

Tabela 1 – Microrregiões com as maiores taxas médias de óbitos por doenças do aparelho respiratório em relação ao total (ORES/OT), entre 2003 e 2007.

Ordem	MICRORREGIÃO	UF	Ordem	MICRORREGIÃO	UF
1	35052 Bananal	SP	31	31052 P. Alegre	MG
2	43010 Passo Fundo	RS	32	35005 Catanduva	SP
3	35007 Nhandeara	SP	33	35043 Tatuí	SP
4	43009 Carazinho	RS	34	31056 Itajubá	MG
5	35004 S.José R.Preto	SP	35	52016 Pires do Rio	GO
6	14002 Nordeste RR	RR	36	43020 S. Cruz do Sul	RS
7	43030 Campanha Centr.	RS	37	31048 S. Seb. Paraíso	MG
8	43013 Soledade	RS	38	43011 Cruz Alta	RS
9	35002 Fernandópolis	SP	39	35024 Araraquara	SP
10	41025 Capanema	PR	40	41012 Faxinal	PR
11	41028 Pitanga	PR	41	43022 Cachoeira Sul	RS
12	31064 Ubá	MG	42	35048 Bragança SP	SP
13	35019 Lins	SP	43	35033 Amparo	SP
14	43002 Três Passos	RS	44	43012 Não,Me,Toque	RS
15	33001 Itaperuna	RJ	45	31044 Formiga	MG
16	43005 Sananduva	RS	46	35047 Jundiáí	SP
17	43025 S. Jerônimo	RS	47	43021 Lajeado,Estrela	RS
18	43028 Camaquã	RS	48	31023 Araxá	MG
19	43014 Guaporé	RS	49	31029 Pará de Minas	MG
20	31047 Passos	MG	50	23003 Coreau	CE
21	31017 Ituiutaba	MG	51	31063 Muriaé	MG
22	31022 Uberaba	MG	52	31062 Viçosa	MG
23	42003 Xanxerê	SC	53	31059 Barbacena	MG
24	43023 Montenegro	RS	54	43024 Gramado,Canela	RS
25	31032 Itaguara	MG	55	15007 Belém	PA
26	43007 Santo Ângelo	RS	56	42001 S.Miguel Oeste	SC
27	43003 Fred.Westphalen	RS	57	41033 União Vitória	PR
28	35015 Batatais	SP	58	43035 Litoral Lagunar	RS
29	33002 S.Antônio Pádua	RJ	59	35003 Votuporanga	SP
30	43001 Santa Rosa	RS	60	31049 Alfenas	MG

A aplicação do modelo estatístico bayesiano aos dados do SIM (BRASIL, 2009) referentes aos óbitos registrados segundo local de residência nas 425 microrregiões dos estados de RS, SC, PR, SP, RJ, ES, MG, GO, BA, SE, AL, PE, PB, RN, CE e DF, para as mortes por doenças do aparelho respiratório (CID-10, Cap. 10) de 2003 a 2007, resultou nos respectivos valores das razões de mortalidade padronizadas ajustadas (SMR_i), representados na Figura 4. Os mapas foram elaborados com os valores multiplicados por 100, e indicam a probabilidade do SMR_i para cada uma das 425 microrregiões investigadas ultrapassar, ou não, os valores esperados para toda a região de abrangência do estudo. As regiões com SMR_i maior do que 150 (em preto) tiveram estas taxas, no mínimo, 50% acima do valor estatisticamente projetado indicando que, naqueles locais, a incidência de mortes pelas doenças investigadas esteve muito acima do que seria esperado. Observa-se que, nos estados do RS, RJ e SP, em todos os anos investigados, a maioria das microrregiões apresentou taxas SMR_i para óbitos por doenças do aparelho respiratório superiores à média da região, o mesmo ocorrendo em muitas microrregiões de SC, PR, MG e GO, e em poucos locais do CE (Figura 4).

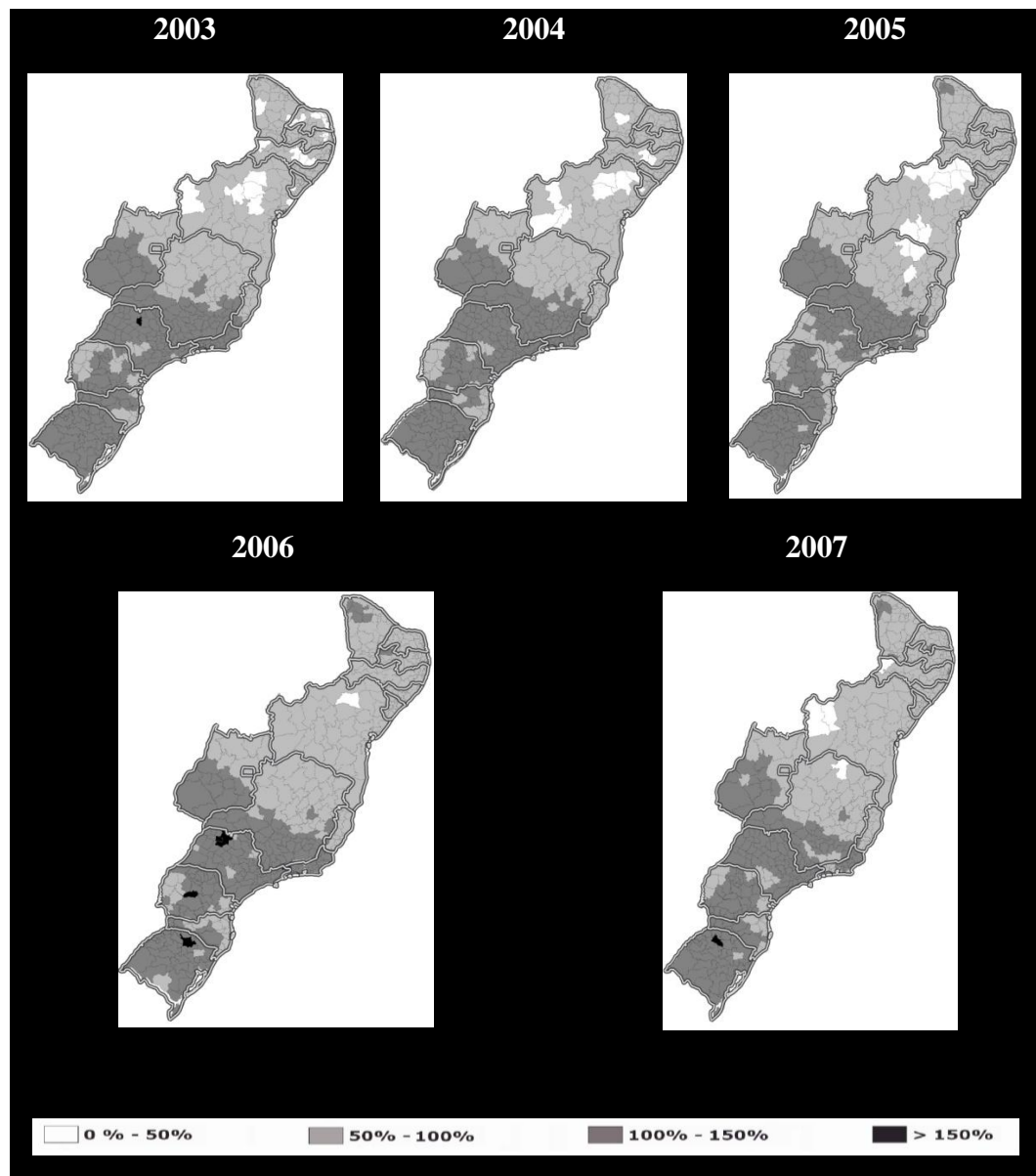
Os mapas do INPE relativos à incidência de queimadas (INPE, 2009b)

revelam que, entre os anos de 2003 a 2007, foram registrados muitos focos de queimadas em grande parte das microrregiões investigadas, com menor incidência nos estados do RS e SC. Destaca-se que, naquele período, houve queda no número de focos de queima detectados no território brasileiro, que passaram de 236.821 em 2003 para 202.299 em 2007, alcançando um mínimo de 117.727 focos em 2006.

Considerando que no presente trabalho não foram encontradas taxas de mortalidade por doenças do aparelho respiratório superiores à média, nos locais onde foram registrados os maiores números de queimadas entre 2003 e 2007, conclui-se que não foi possível correlacionar diretamente o desencadeamento de tais doenças, com a presença de poluentes atmosféricos oriundos da queima da vegetação, na região sob análise. Por outro lado, é importante ressaltar que, além das queimadas, também pode ter influência direta sobre a saúde da população a poluição atmosférica proveniente de muitas outras fontes, como dispositivos de geração de energia, veículos, indústrias, além de fontes presentes nos ambientes internos das residências e estabelecimentos comerciais ou industriais (BRAGA *et al.*, 2005; CANÇADO *et al.*, 2006; LORA, 2002; MOREIRA *et al.*, 2008; VAN

LOON & DUFFY, 2000). Portanto, evidencia-se que é necessário realizar medições e levantamentos nos locais, para comprovar-se possíveis correlações de

causa e efeito, quando investiga-se os efeitos da poluição atmosférica sobre a saúde humana.



Fontes dos dados: SIM (Brasil, 2009), IBGE (2009), Programa Terraview – INPE (2009a)

Figura 4. Valores das Razões de Mortalidade Padronizadas (SMR_i), segundo local de residência nas microrregiões, para os óbitos por doenças do aparelho respiratório (CID-10, Cap. 10) em relação aos óbitos totais da região compreendendo os estados do RS, SC, PR, SP, RJ, ES, MG, GO, BA, SE, AL, PE, PB, RN, CE e DF, de 2003 a 2007.

4. CONCLUSÕES

Segundo os dados do Sistema de Informações de Mortalidade – SIM do Ministério da Saúde, entre 1997 e 2007 aumentou em 24% no Brasil o número de óbitos decorrentes de doenças do aparelho respiratório, que alcançaram 84.083 registros em 1997 e 104.498 em 2007 e, naquele período, tais doenças constaram entre as cinco principais causas de óbito no país. As maiores proporções dos óbitos por doenças do aparelho respiratório foram registradas para as crianças falecidas com 1 a 4 anos de idade, e para idosos com mais de 70 anos. Naquele mesmo período, a maioria das pessoas vitimadas por tais doenças no Brasil eram do sexo masculino (54 a 56%), sendo que em 2007 as mulheres constituíram a maior parte de tais vítimas, somente, dentre os falecidos com 5 a 9 anos e com mais de 80 anos de idade.

As taxas médias de mortalidade por doenças do aparelho respiratório em relação aos totais de óbitos registrados entre 2003 e 2007, estiveram acima da taxa nacional nos estados do RS, SP, AC, RJ, GO, PR, MG e SC. Por outro lado, segundo os registros do SIM por local de residência nas microrregiões, naquele mesmo período, dentre os 60 locais com as maiores taxas médias de óbitos por doenças do aparelho respiratório estavam 20 microrregiões do RS, 13 de SP, 15 de

MG, 4 do PR, 2 de SC, 2 do RJ e 1 do PA, GO, CE e RR.

Em 125 das 133 microrregiões dos estados de RO, AC, AM, RR, PA, AP, TO, MA, PI, MS e MT, entre 2003 e 2007, as taxas médias dos óbitos por doenças do aparelho respiratório em relação ao total (ORES/OT), mantiveram-se abaixo da média nacional e, em apenas 8 microrregiões daqueles estados, as taxas médias no período foram superiores à do país: - Nordeste RR (RR); - Belém (PA); - Aquidauana (MS); - Tarauacá (AC); - Alto Araguaia (MT); - Paranaíba (MS); - Rio Branco (AC); e - Rondonópolis (MT).

Aplicando-se o modelo estatístico bayesiano aos dados do SIM referentes aos óbitos registrados segundo local de residência nas microrregiões, para as mortes por doenças do aparelho respiratório de 2003 a 2007, obteve-se os valores das razões de mortalidade padronizadas ajustadas (SMR_i) de cada uma das 425 microrregiões dos estados de RS, SC, PR, SP, RJ, ES, MG, GO, BA, SE, AL, PE, PB, RN, CE e DF. Nos estados do RS, RJ e SP, em todos os anos investigados, a maioria das microrregiões apresentou taxas SMR_i para óbitos por doenças do aparelho respiratório superiores à média da região, o mesmo ocorrendo em muitas microrregiões de SC, PR, MG e GO, e em poucos locais do CE.

No presente trabalho não foram encontradas taxas de mortalidade por doenças do aparelho respiratório superiores à média, nos locais onde foram registrados os maiores números de queimadas entre 2003 e 2007, concluindo-se que é necessário realizar medições e levantamentos nos locais, para comprovar-se possíveis correlações de causa e efeito, quando investiga-se os efeitos da poluição atmosférica sobre a saúde humana.

5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos especialmente aos professores Hamilton Germano Pavão e Edson Kassar (DFI/CCET/UFMS) pelas importantes sugestões, e a Luiza Spengler Coelho, por sua contribuição na revisão do texto.

6. REFERÊNCIAS

- ACKLAND, M. L.; ZOU, L.; FREESTONE, D.; VAN DE WAASENBURG, S.; MICHALCZYK, A. A. Diesel exhaust particulate matter induces multinucleate cells and zinc transporter-dependent apoptosis in human airway cells. **Immunology and Cell Biology**, v. 85, p. 617-622, 2007.
- ARBEX, M. A.; MARTINS, L. C.; OLIVEIRA, R. C.; PEREIRA, L. A. A.; ARBEX, F. F.; CANÇADO, J. E. D.; SALDIVA, P. H. N.; BRAGA, A. L. F. Air pollution from biomass burning and asthma hospital admissions in a sugar cane plantation area in Brazil. **Journal of Epidemiology and Community Health**, v. 61, p. 395-400, 2007.
- BARBOSA, J. M. S.; POPPI, N. R.; SILVA, M. S. Polycyclic aromatic hydrocarbons from wood pyrolysis in charcoal production furnaces. **Environmental Research**, v. 101, p. 304-311, 2006.
- BELL, M. L.; PENG, R. D.; DOMINICI, F. The exposure, response curve for ozone and risk of mortality and the adequacy of current ozone regulations. **Environmental Health Perspectives**, v. 114, p. 532-536, 2006.
- BOSSO, R. M. V.; AMORIM, L. M. F.; ANDRADE, S. J.; ROSSINI, A.; MARCHI, M. R. R.; LEON, A. P.; CARARETO, C. M. A.; CONFORTI, FROES, N. D. T. Effects of genetic polymorphisms CYP1A1, GSTM1, GSTT1 and GSTP1 on urinary 1,hydroxypyrene levels in sugarcane workers. **Science of the Total Environment**, v. 370, p. 382-390, 2006.

- BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J. G. L.; MIERZWA, J. C.; BARROS, M. T. L.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S. **Introdução à engenharia ambiental. O desafio do desenvolvimento sustentável**. 2. Ed. São Paulo: Pearson, 2005.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Sistema de Informações de Mortalidade – SIM. Disponível em: <<http://w3.datasus.gov.br/datasus/index.php?area=0205>>. Acesso em 31/07/2009.
- CANÇADO, J. E. D.; BRAGA, A. L. F.; PEREIRA, L. A. A.; ARBEX, M. A.; SALDIVA, P. H. N.; SANTOS, U. P. Repercussões clínicas da exposição à poluição atmosférica. **Jornal Brasileiro de Pneumologia** (Online), v. 32, p. 5-11, 2006.
- CASTRO, M. S. M.; VIEIRA, V. A.; ASSUNÇÃO, R. M. Padrões espaço-temporais da mortalidade por câncer de pulmão no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 7, p. 131-143, 2004.
- CENDON, S. P.; PEREIRA, L. A. A.; BRAGA, A. L. F.; CONCEIÇÃO, G. M. S.; CURY JÚNIOR, A.; ROMALDINI, H.; LOPES, A. C.; SALDIVA, P. H. N. Air pollution effects on myocardial infarction. **Revista de Saúde Pública**, v. 40, p. 414-419, 2006.
- CLAYTON, D. E., KALDOR, J. Empirical Bayes estimates of age-standardized relative risks for use in disease mapping. **Biometrics**, v. 43, p. 671-681, 1987.
- CLEAN AIR TASK FORCE (BOSTON, MA). Diesel and health in America: the lingering threat. **Government Reports Announcements & Index** (GRA&I), n. 22, 2005. Disponível em: <http://www.catf.us/publications/view/83>. Acesso em 31/07/2009.
- FARHAT, S. C. L.; PAULO, R. L. P.; SHIMODA, T. M.; CONCEIÇÃO, G. M. S.; LIN, C. A.; BRAGA, A. L. F.; WARTH, M. P. N.; SALDIVA, P. H. N. Effect of air pollution on pediatric respiratory emergency room visits and hospital admissions. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 38, p. 227-235, 2005.
- GODOI, A. F. L.; RAVINDRA, K.; GODOI, R. H. M.; ANDRADE, S. J.; SANTIAGO, SILVA, M.; VAN VAECK, L.; VAN GRIEKEN, R. Fast chromatographic determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in aerosol samples from sugar cane burning. **Journal of**

- Chromatography A**, v. 1027, p. 49-53, 2004.
- GONÇALVES, F. L. T.; CARVALHO, L. M.; CONDE, F. C.; LATORRE, M. R. D. O.; SALDIVA, P. H. N.; BRAGA, A. L. F. The effects of air pollution and meteorological parameters on respiratory morbidity during the summer in São Paulo city. **Environment International**, v. 31, p. 343-349, 2005.
- HART, J. E.; LADEN, F.; SCHENKER, M. B.; GARSHICK, E. Chronic obstructive pulmonary disease mortality in diesel-exposed railroad workers. **Environmental Health Perspectives**, v. 114, p. 1013-1017, 2006.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Microrregiões**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/default_div_int.shtm?c=1>. Acesso em 31/07/2009.
- INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Projeto TerraView. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/terraview/index.php>>. Acesso em 31/07/2009a.
- INPE. **Focos de queima**. Disponível em <<http://pirandira.cptec.inpe.br/queimadas/queimamensaltotal1.html?id=ma>>. Acesso em 31/07/2009b.
- KATO, M.; DEMARINI, D. M.; CARVALHO, A. B.; REGO, M. A. V.; BONFIM, A. S. V.; LOOMIS, D. World at work: charcoal producing industries in northeastern Brazil. **Occupational and Environmental Medicine**, v. 62, p. 128-132, 2005.
- KATO, M.; LOOMIS, D.; BROOKS, L. M.; GATTAS, G. F. J.; GOMES, L.; CARVALHO, A. B.; REGO, M. A. V.; DEMARINI, D. M. Urinary biomarkers in charcoal workers exposed to wood smoke in Bahia State, Brazil. **Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention**, v. 13, p. 1005-1011, 2004.
- LIN, C. A.; PEREIRA, L. A. A.; NISHIOKA, D. C.; CONCEIÇÃO, G. M. S.; BRAGA, A. L. F.; SALDIVA, P. H. N. Air pollution and neonatal deaths in São Paulo, Brazil. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 37, p. 765,770, 2004.
- LORA, E. E. S. **Prevenção e controle da poluição nos setores energético, industrial e de transporte**. Rio de Janeiro: Interciência, 2002.
- MACHADO, C. M. D.; CARDOSO, A. A.; ALLEN, A. G. Atmospheric emission of reactive nitrogen during biofuel ethanol production.

- Environmental Science and Technology**, v. 42, p. 381-385, 2008.
- MARSHALL, R.J. Mapping disease and mortality rates using empirical bayes estimators. **Applied Statistics**, v. 40, p. 283-294, 1991.
- MARTINS, L. C.; PEREIRA, L. A. A.; LIN, C. A.; PRIOLI, G.; LUIZ, O. C.; SALDIVA, P. H. N.; BRAGA, A. L. F. The effects of air pollution on cardiovascular diseases: lag structures. **Revista de Saúde Pública**, v. 40, p. 677-683, 2006.
- MIRAGLIA, S. G.K.; SALDIVA, P. H. N.; BÖHM, G. M. An evaluation of air pollution health impacts and costs in São Paulo, Brazil. **Environmental Management**, v. 35, p. 667-676, 2005.
- MOREIRA, M. A. C.; MORAES, M. R.; SILVA, D. G. S. T.; PINHEIRO, T. F.¹; VASCONCELOS JUNIOR, H. M.; MAIA, L. F. L.; COUTO, D. V. Estudo comparativo de sintomas respiratórios e função pulmonar em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica relacionada à exposição à fumaça de lenha e de tabaco. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 34, p. 667-674, 2008.
- PENNISE, D. M.; SMITH, K. R.; KITHINJI, J. P.; REZENDE, M. E.; RAAD, T. J.; ZHANG, J.; FAN, C. Emissions of greenhouse gases and other airborne pollutants from charcoal making in Kenya and Brazil. **Journal of Geophysical Research**, v. 106, p. 143-155, 2001.
- POPPI, N. R.; SILVA, M. R. S. Identification of polycyclic aromatic hydrocarbons and methoxylated phenols in wood smoke emitted during production of charcoal. **Chromatographia**, v. 55, p. 475-481, 2002.
- RIVERO, D. H. R. F.; SOARES, S. R. C.; LORENZI FILHO, G.; SAIKI, M.; GODLESKI, J. J.; ANTONÂNGELO, L.; DOLHNIKOFF, M.; SALDIVA, P. H. N. Acute cardiopulmonary alterations induced by fine particulate matter of São Paulo, Brazil. **Toxicological Sciences**, v. 85, p. 898-905, 2005.
- SANTOS, U. P.; BRAGA, A. L. F.; GIORGI, D. M. A.; PEREIRA, L. A. A.; GRUPI, C. J.; LIN, C. A.; BUSSACOS, M. A.; ZANETTA, D. M. T.; SALDIVA, P. H. N.; TERRA FILHO, M. Effects of air pollution on blood pressure and heart rate variability: A panel study of vehicular traffic controllers in the city of São Paulo, Brazil. **European**

- Heart Journal**, v. 26, p. 193-200, 2005a.
- SANTOS, A. E.; RODRIGUES, A. L.; LOPES, D. L. Aplicações de estimadores bayesianos empíricos para análise espacial de taxas de mortalidade. In: VII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOINFORMÁTICA – GEOINFO, 2005b, Campos do Jordão - SP. Disponível em: <<http://www.geoinfo.info/geoinfo2005/papers/P63.PDF>>. Acesso em 31/07/2009.
- SANTOS, U. P.; TERRA FILHO, M.; LIN, C. A.; PEREIRA, L. A. A.; VIEIRA, T. C.; SALDIVA, P. H. N.; BRAGA, A. L. F. Cardiac arrhythmia emergency room visits and environmental air pollution in São Paulo, Brazil. **Journal of Epidemiology and Community Health**, v. 62, p. 267-272, 2008.
- SILVA, R.G. Disposição a pagar para evitar danos à saúde oriundos das queimadas: uma aplicação do método de valoração contingente no estado do Acre. 2005. 138p. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.
- TZANAKIS, N.; KALLERGIS, K.; BOUROS, D. E.; SAMIOU, M. F.; SIAFAKAS, N. M. Short-term effects of wood smoke exposure on the respiratory system among charcoal production workers. **Chest**, v. 119, p. 1260-1265, 2001.
- ZAMPERLINI, G. C. M.; SILVA, M. R. S.; VILEGAS, W. Identification of polycyclic aromatic hydrocarbons in sugar cane soot by gas chromatography, mass spectrometry. **Chromatographia**, v. 46, p. 655-663, 1997.
- VAN LOON, G. W.; DUFFY, S. J. **Environmental chemistry, a global perspective**. New York: Oxford University Press, 2000.