

Qualidade do ar e internações por doenças respiratórias em crianças no município de Divinópolis, Estado de Minas Gerais

Flávia Faria Bueno¹, Alysson Rodrigo Fonseca^{1*}, Francisco Assis Braga² e Paulo Sérgio Carneiro Miranda³

¹Fundação Educacional de Divinópolis, Av. Paraná, 3001, 35501-170, Jardim Belvedere II, Divinópolis, Minas Gerais, Brasil.

²Universidade Federal de Viçosa, 35690-000, Florestal, Minas Gerais, Brasil. ³Departamento de Medicina, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: alysson@funedi.edu.br

RESUMO. Os problemas respiratórios representam uma das principais causas de morbidades de crianças em praticamente todo Brasil, sendo a poluição atmosférica uma das principais causas. Este trabalho teve como objetivo avaliar a associação entre o número de internações hospitalares de crianças por problemas respiratórios e a concentração de material particulado em suspensão no ar no município de Divinópolis, Estado de Minas Gerais, no período de 2000 a 2006. A metodologia utilizada foi a da pesquisa epidemiológica não-experimental descritiva e exploratória, caracterizando-se num estudo retrospectivo. Observou-se que, durante o período estudado, os distúrbios respiratórios ocuparam uma posição de destaque dentre as hospitalizações na rede pública, correspondendo à principal causa de internação com um terço do número total de internações no período. A análise dos dados evidenciou relação inversa entre a concentração de material particulado no ar e as variáveis meteorológicas. Os dados mostraram ainda uma relação direta entre a concentração de particulados na atmosfera, a qualidade do ar e o quadro epidemiológico, este último retratado pelo número de internações hospitalares de crianças por problemas respiratórios.

Palavras-chave: doenças respiratórias, poluição atmosférica, qualidade do ar, material particulado.

ABSTRACT. Air quality and number of hospital admissions for respiratory disease among children in the city of Divinópolis, Brazil. Respiratory problems represent one of the main morbidity causes in children in practically all of Brazil, with air pollution being one of the chief causes. This work was intended to evaluate the association between the number of hospital admissions for respiratory problems in children and the concentration of suspended particulate material in suspension in the town of Divinópolis, Minas Gerais State, in the period from 2000 to 2006. The methodology used was that of the descriptive and exploratory non-experimental research, characterizing itself in a retrospective study. It was found that during the investigated period, respiratory disturbances reached the top position in hospitalizations in public hospitals, corresponding to the main cause of admission and representing one third of all admissions over that period. The analysis of the data stressed an inverse ratio between the concentration of particulates in air and meteorological change. The data show further that there is a direct relationship between the concentration of particulates in the atmosphere, air quality and the epidemiologic picture, the latter pictured by the number of hospital admissions of children for respiratory diseases.

Key words: respiratory tract diseases, air pollution, air quality, particulate matter.

Introdução

A exploração dos recursos naturais pelo homem intensificou-se ao longo do tempo, especialmente com o advento da revolução industrial e do capitalismo, ganhando impulso e dimensão com o processo de globalização no século XX. Essa intervenção não foi acompanhada de uma análise que pudesse avaliar seu impacto sobre o meio ambiente e os prováveis danos à saúde (FREITAS, 2003). Nesse contexto, ocorreram alterações

adversas significativas no meio ambiente, notadamente sobre o meio físico, e particularmente na atmosfera. Assim, a poluição do ar tornou-se um grave problema nos centros urbanos industrializados, com a presença cada vez maior dos automóveis, que vieram a somar com as indústrias como principais fontes poluidoras (DUCHIADE, 1992; ANDRÉ et al., 2000; BARQUERA et al., 2002; ARBEX et al., 2004).

Vários são os fatores que contribuem, interferem ou guardam uma relação direta com a concentração

de poluentes na atmosfera. Sabe-se que os fatores meteorológicos como temperatura, umidade relativa do ar e precipitação, assim como os aspectos demográficos, índices de desenvolvimento humano, urbanização, padrões de industrialização, dentre outros, afetam a qualidade do ar, com reflexos diretos sobre a saúde humana (ARBEX et al., 2004; CARVALHO et al., 2000).

Lebowitz (1996) publicou uma revisão de trabalhos sobre os efeitos provocados pela poluição atmosférica e seus comprometimentos respiratórios, evidenciando que essa constitui uma das principais causas de doenças respiratórias crônicas, sendo a maior causa de exacerbação de asma e de doenças obstrutivas crônicas, influenciando ainda no aparecimento de morbidades que incluem o aumento da insuficiência respiratória aguda, inflamação/irritação dos brônquios e diminuição da função pulmonar. Segundo Duchie (1992) e Peiter e Tobar (1998), a poluição atmosférica tem afetado a saúde da população mesmo quando seus níveis encontram-se abaixo do que é determinado pela legislação vigente.

Os efeitos da exposição a poluentes atmosféricos sobre a espécie humana são reconhecidos como um relevante fator de risco para a ocorrência das internações hospitalares (LIN et al., 1999; SCHWARTZ, 2004). Segundo Martins et al. (2002) e Bakonyi et al. (2004), as crianças e os idosos são os dois grupos etários que têm mostrado mais susceptíveis aos efeitos da poluição atmosférica, e esta tem sido associada a decréscimo da função pulmonar, faltas às escolas, decréscimo nas taxas de *peak flow* em crianças normais e aumento no uso de medicamentos, além disso, podem-se observar alterações do sistema imunológico de pessoas normais.

Nos países denominados em desenvolvimento, cinco milhões de crianças menores de cinco anos morrem a cada ano por infecções respiratórias (RICETTO et al., 2003). Na América Latina, as doenças respiratórias matam mais de 80 mil crianças por ano, e quase metade desses óbitos ocorrem no Brasil (ARIAS et al., 1992). Dados do Ministério da Saúde (DATASUS, 2006) apontam que 5.945.833 crianças de até 14 anos foram internadas em hospitais da rede pública brasileira entre 2000 e 2006 por problemas pulmonares, sendo 31,8% dos casos registrados na região Sudeste; 9,5% em Minas Gerais e 0,06% no município de Divinópolis, Estado de Minas Gerais.

Situada na região Centro-oeste de Minas Gerais, Divinópolis possui 8.024 instalações industriais, destacando-se a siderurgia, que em seu processo produtivo libera na atmosfera material particulado e gases nocivos à saúde. Diante dessa realidade e de evidências já registradas acerca da influência da qualidade do ar no comportamento epidemiológico e problemas respiratórios no meio urbano (BAKONYI et al., 2004; CASTRO et al., 2007; 2009; FREITAS et al., 2004; GOYA; FERRARI, 2005; LIN et al., 1999; MOURA et al., 2008), o presente trabalho teve como objetivo analisar a relação entre as internações hospitalares de crianças por problemas respiratórios, condições climáticas e a concentração de material particulado na atmosfera do município de Divinópolis, Estado de Minas Gerais.

Metodologia

Este trabalho consistiu numa pesquisa epidemiológica não-experimental descritiva e exploratória, caracterizando-se num estudo retrospectivo. O estudo foi realizado no município de Divinópolis, Estado de Minas Gerais, cuja principal atividade econômica é representada pelo setor siderúrgico. O município possui área de 716 km², equivalente a 0,12% da área do Estado, distante 120 km da capital Belo Horizonte, sendo a população estimada é de 250.000 habitantes, com 54.801 crianças de zero a 14 anos (DATASUS, 2006).

Foram utilizados dados de internações hospitalares, coletados junto ao Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde – Datasus, do Ministério da Saúde, referentes ao número de internações por problemas respiratórios, relacionados no Código Internacional de Doenças (CID 10), incluindo crianças de zero a 14 anos, no período compreendido entre os anos 2000 e 2006.

Os dados referentes ao material particulado e partículas inaláveis em suspensão, temperatura, precipitação e umidade relativa do ar, foram obtidos junto à Secretaria Municipal do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Divinópolis, que conta com uma rede de cinco estações de monitoramento da qualidade do ar e uma estação meteorológica principal, sendo monitorizadas Partículas Totais em Suspensão (PTS), por meio do amostrador de grande volume, do tipo *Hi Vol*.

As variáveis foram analisadas considerando a distribuição dos valores de medidas de tendência central e de dispersão, bem como pela correlação linear de Pearson e a significância estatística pelo

teste de t. As análises foram realizadas com o software SPSS versão 11.0.1. O protocolo do estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Fundação Educacional de Divinópolis Funedi/UEMG, protocolo nº 152.009.

Resultados e discussão

Os valores referentes à busca na rede pública de saúde visando cuidados respiratórios durante o período em estudo totalizaram 3.750 pacientes em Divinópolis (DATASUS, 2006), correspondendo a uma média de 27,33% do número total de internações. A média de crianças internadas foi de 144 por mês, sendo em média 45 internações por problemas respiratórios, oscilando entre o mínimo de dez e máximo 106 internações mês⁻¹.

Apesar dos distúrbios respiratórios ocuparem posição de destaque nas internações hospitalares da rede pública em Divinópolis, ressalta-se que a parcela significativa de crianças que procura atendimento médico provavelmente não foi registrada no banco de dados utilizado neste trabalho, pois atualmente são internados apenas os doentes já cadastrados na rede pelo Sistema SUSFácil, da Secretaria de Estado de Saúde de Minas Gerais. Assim, as crianças devem ser encaminhadas para internação pelos postos de saúde ou pelo pronto socorro, dependendo ainda da liberação da vaga na rede pública hospitalar. Neste caso, nem todas as crianças doentes são conduzidas para internação, sendo grande parcela atendida diretamente nos postos de saúde ou no pronto socorro. Portanto, o número de crianças acometidas por problemas respiratórios em Divinópolis, apesar de expressivo, pode ser ainda mais acentuado e relevante.

Observaram-se valores médios de concentração de partículas totais no ar entre 73,8 e 77,8 $\mu\text{g m}^{-3}$ (média geométrica e aritmética, respectivamente), com pico de concentração máxima de 227,3 $\mu\text{g m}^{-3}$. A média do índice de qualidade do ar (IQA) foi de 46,9, com valores mínimos e máximos de 16,2 e 105,7, respectivamente (Tabela 1).

Tabela 1. Distribuição dos valores de medidas de tendência central e de dispersão para as variáveis poluentes atmosféricos, temperatura mínima e máxima, umidade relativa do ar e número de internações em Divinópolis, Estado de Minas Gerais, Brasil, no período de 2000 a 2006.

Variável	N	Média	Desvio-padrão	Mediana	Mínimo	Máximo
Particulado - média geom. ($\mu\text{g m}^{-3}$)	375	73,8	38,3	64,3	19,7	227,3
Particulado - média aritm. ($\mu\text{g m}^{-3}$)	375	77,8	39,6	68,1	20,0	233,3
Índice de Qualidade do Ar (IQA)	375	46,9	17,4	45,6	16,2	105,7
Temperatura máxima (°C)	420	28,8	1,7	28,8	24,3	32,8
Temperatura mínima (°C)	420	15,7	3,2	16,8	9,3	19,8
Umidade relativa do ar (%)	420	67	8	68	46	80
Precipitação (mm)	420	119,7	118,1	78,5	0,0	459,9
Internações hospitalares totais	420	144	25	149	97	205
Internações doenças respiratórias	420	45	17	43	10	106

A temperatura média mensal oscilou entre 15,7 e 28,8°C, atingindo valores mínimos e máximos de 9,3 e 32,8°C, respectivamente. A umidade relativa média do ar foi de 67% e a precipitação oscilou entre 0 e 459,9 mm, alcançando a média mensal de 119,7 mm (Tabela 1).

Observou-se relação direta entre a incidência de doenças respiratórias em crianças e a concentração de material particulado e o índice de qualidade do ar. Por outro lado, detectou-se relação inversa entre as variáveis meteorológicas - temperatura, umidade relativa e precipitação - e a concentração de particulados no ar, ou o IQA (Tabela 2).

Tabela 2. Matriz de Correlação de Pearson entre os poluentes atmosféricos, variáveis climáticas e doenças respiratórias no município de Divinópolis, Estado de Minas Gerais, no período de 2000 a 2006.

	Partic. (média geom.)	Partic. (média aritm.)	IQA	Temperatura Máx.	Temperatura Mín.	UR	Precip.	Intern. Hosp.	Doenças Resp.
Particulados (média geom.)	1								
Particulados (média aritm.)	0,99*	1							
IQA	0,91*	0,91*	1						
Temp.máxima	-0,22*	-0,21*	-0,21*	1					
Temp. mínima	-0,74*	-0,73*	-0,76*	0,65*	1				
Umidade Relativa	-0,67*	-0,68*	-0,71*	-0,20*	0,51*	1			
Precipitação	-0,61*	-0,61*	-0,67*	0,22*	0,69*	0,61*	1		
Internações Hospitalares	0,23*	0,24*	0,26*	-0,05*	-0,24*	-0,23*	-0,32*	1	
Internações por Doenças Resp.	0,29*	0,29*	0,32*	-0,27*	-0,39*	-0,14*	-0,40*	0,76*	1

*Significativo a 1% de probabilidade pelo teste de t.

O material particulado pode levar à irritação das vias aéreas, inflamação e aumento de reatividade brônquica. Além disso, pode reduzir o transporte muco ciliar, com exacerbação de crises de asma brônquica, aumento das infecções respiratórias e piora da sibilância (ARBEX et al., 2004; SOUZA et al., 2004). Realizando pesquisas com material particulado como poluente, Schwartz et al. (1993), ao correlacionarem as consultas por crises de asma em pacientes, nas emergências, encontraram uma clara correlação entre o número de consultas e a exposição ao material particulado. Segundo o autor, a exposição crônica a este poluente tem sido associada ao aumento nos índices de bronquite e doenças respiratórias em crianças, com redução da função pulmonar, aumento dos sintomas respiratórios em crianças asmáticas, aumento da necessidade de medicações em crises de asma e acréscimo de visitas hospitalares por exacerbações asmáticas ou outras doenças respiratórias.

A constatação da relação direta entre a incidência de doenças respiratórias em crianças e a concentração de particulados, ou o índice de qualidade do ar em Divinópolis, indicam que o aumento da poluição atmosférica provoca o aumento de internações hospitalares associadas a causas respiratórias. Martins et al. (2002), estudando o número de atendimentos por pneumonia e gripe na cidade de São Paulo no período entre 1996 e 1998, observaram correlação positiva entre o número de atendimentos e a concentração de material particulado no ar. De forma semelhante, Bakonyi et al. (2004), Freitas et al. (2004) e Nascimento et al. (2006), realizando estudos nos municípios de Curitiba, São Paulo e São José dos Campos, respectivamente, também observaram a associação entre a concentração de poluentes atmosféricos e o incremento na morbidade por problemas respiratórios em crianças, por meio de correlações lineares positivas.

No caso de Divinópolis, observou-se pico de concentração de material particulado de $227,3 \mu\text{g m}^{-3}$ (Tabela 1), nível muito superior ao padrão de qualidade do ar preconizado pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente Conama, que é de $150 \mu\text{g m}^{-3}$, conforme Resolução Conama nº 3, de 28 de junho de 1990. A média de 46,9 para o índice de qualidade do ar (IQA) em Divinópolis manteve-se dentro da faixa considerada boa, segundo a classificação estabelecida pelo Conama (2009), que pode variar entre 0 a 50. Entretanto, o valor máximo observado de 105,7 é classificado como qualidade do ar inadequada (entre 101-199).

A relação inversa, observada entre a concentração de partículas no ar e as variáveis meteorológicas (temperatura, umidade e precipitação), indica que nos períodos chuvosos, com maior umidade relativa do ar e

temperaturas mais elevadas, tem-se maior dispersão do material particulado em suspensão na atmosfera, promovendo melhoria na qualidade do ar (DUCHIADE, 1992). Carvalho et al. (2000), em estudo realizado em Porto Alegre, verificaram níveis mais elevados de particulados no ar em períodos sem chuva ou de baixa intensidade pluviométrica, provavelmente pela ressuspensão do material particulado, favorecida nessas condições, ou mesmo pela falta do efeito de “limpeza” do ar promovido pelas gotas da chuva.

Pela associação entre a concentração de particulados no ar e os problemas de saúde, notadamente os respiratórios, ressalta-se a atenção a ser dada à qualidade do ar das cidades, devendo ser colocada em primeiro plano enquanto estratégia de política pública visando o controle ambiental e a saúde ambiental. Nesse sentido, fica evidente a importância do monitoramento da qualidade do ar, incluindo-se equipamentos para medição de partículas inaláveis e de gases.

Conclusão

Neste trabalho verificou-se a associação entre o aumento da concentração de material particulado na atmosfera e a elevação da morbidade respiratória na população infantil da cidade de Divinópolis, Estado de Minas Gerais. Maiores índices de precipitação e umidade relativa proporcionaram melhoria da qualidade do ar, reduzindo a concentração de material particulado em suspensão e a incidência de doenças respiratórias em crianças.

Embora essa investigação ofereça subsídios para melhor conhecimento da saúde pública do município de Divinópolis, Estado de Minas Gerais, especialmente no que se refere à morbidade por problemas respiratórios, julgam-se necessários estudos epidemiológicos complementares para melhor compreensão do quadro de morbidade relacionado à qualidade do ar, visando instrumentalizar as instâncias político-administrativas nas áreas do meio ambiente e da saúde. Estudos epidemiológicos desta natureza fornecem indicações sobre a existência de associações entre certos fatores do meio e a saúde humana. A partir destas evidências, é possível o planejamento de investigações subsequentes, capazes de fornecer resultados mais conclusivos.

Referências

ANDRÉ, P. A.; BRAGA, A. L. F.; LIN, C. A.; CONCEIÇÃO, G. M. S.; PEREIRA, L. A. A.; MIRAGLIA, S. G. E. K.; BOHM, G. M. Environmental epidemiology applied to urban atmospheric pollution: a contribution from the Experimental Air Pollution

- Laboratory (LPAE). **Cadernos de Saúde Pública**, v. 16, n. 3, p. 619-628, 2000.
- ARBEX, M. A.; CANÇADO, J. E. D.; PEREIRA, L. A. M.; BRAGA, A. L. F.; SALDIVA, P. H. N. Queima da biomassa e efeitos sobre a saúde. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 30, n. 2, p. 158-175, 2004.
- ARIAS, S. J.; BENGUIGUI, Y.; BOSSIO, J. C. **Infecciones respiratorias agudas en las Américas: magnitud, tendencia y avances en el control**. Washington, D.C.: Organización Panamericana de la Salud, 1992.
- BAKONYI, S. M. C.; DANNI-OLIVEIRA, I. M.; MARTINS, L. C.; BRAGA, A. L. F. Poluição atmosférica e doenças respiratórias em crianças na cidade de Curitiba, PR. **Revista de Saúde Pública**, v. 38, n. 5, p. 695-700, 2004.
- BARQUERA, S.; RICO-MÉNDEZ, F. G.; VÍCTOR, T. Methodology in the epidemiological research of respiratory diseases and environmental pollution. **Revista de Saúde Pública**, v. 36, n. 1, p. 107-113, 2002.
- CARVALHO, F. G.; JABLONSKI, A.; TEIXEIRA, E. C. Estudo das partículas totais em suspensão e metais associados em áreas urbanas. **Química Nova**, v. 23, n. 5, p. 614-617, 2000.
- CASTRO, H. A.; CUNHA, M. F.; MENDONÇA, G. A. S.; JUNGER, W. L.; CUNHA-CRUZ, J.; LEON, A. P. Efeitos da poluição do ar na função respiratória de escolares, Rio de Janeiro, RJ. **Revista de Saúde Pública**, v. 43, n. 1, p. 26-34, 2009.
- CASTRO, H. A.; HACON, S.; ARGENTO, R.; JUNGER, W. L.; MELLO, C. F.; CASTIGLIONI JR., N.; COSTA, J. G. Air pollution and respiratory diseases in the Municipality of Vitória, Espírito Santo State, Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 23, n. 4, p. 630-642, 2007.
- CONAMA-Conselho Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.ma.gov.br/port/conama>>. Acesso em: 16 jun. 2009.
- DATASUS. Sistema de Informação do Ministério da Saúde. **Morbidade hospitalar por local de residência - Minas Gerais**. Disponível em: <<http://www.datasus.gov.br>>. Acesso em: 28 jun. 2006.
- DUCHIADE, M. P. Poluição do ar e doenças respiratórias: uma revisão. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 8, n. 3, p. 311-330, 1992.
- FREITAS, C. M. Problemas ambientais, saúde coletiva e ciência sociais. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 8, n. 1, p. 137-150, 2003.
- FREITAS, C.; BREMNER, S. A.; GOUVEIA, N.; PEREIRA, L. A. A.; SALDIVA, P. H. N. Internações e óbitos e sua relação com a poluição atmosférica em São Paulo, 1993 a 1997. **Revista de Saúde Pública**, v. 38, n. 6, p. 751-757, 2004.
- GOYA, A.; FERRARI, G. F. Fatores de risco para morbimortalidade por pneumonia em crianças. **Revista Paulista de Pediatria**, v. 23, n. 2, p. 99-105, 2005.
- LEBOWITZ, M. D. Epidemiological studies of respiratory effects of air pollution. **European Respiratory Journal**, v. 9, p. 1029-1054, 1996.
- LIN, C. A.; MARTINS, M. A.; FARHAT, S. C. L.; POPE, C. A.; CONCEIÇÃO, G. M. S.; ANASTÁCIO, V. M. Air pollution and respiratory illness of children in São Paulo, Brazil. **Pediatric and Perinatal Epidemiology**, v. 13, n. 4, p. 475-488, 1999.
- MARTINS, L. C.; LATORRE, M. R. D. O.; CARDOSO, M. R. A.; GONÇALVES, F. L. T.; SALDIVA, P. H. N.; BRAGA, A. F. B. Poluição atmosférica e atendimentos por pneumonia e gripe em São Paulo, Brasil. **Revista Saúde Pública**, v. 36, n. 1, p. 88-94, 2002.
- MOURA, M.; JUNGER, W. L.; MENDONÇA, G. A. S.; DE LEON, A. P. Qualidade do ar e transtornos respiratórios agudos em crianças. **Revista de Saúde Pública**, v. 42, n. 3, p. 503-511, 2008.
- NASCIMENTO, L. F. C.; PEREIRA, L. A. A.; BRAGA, A. L. F.; MÓDOLO, M. C. C.; CARVALHO JUNIOR, J. A. Efeitos da poluição atmosférica na saúde infantil em São José dos Campos, SP. **Revista de Saúde Pública**, v. 40, n. 1, p. 77-82, 2006.
- PEITER, P.; TOBAR, C. Poluição do ar e condições de vida: uma análise geográfica de riscos à saúde em Volta Redonda, Rio de Janeiro, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 14, n. 3, p. 473-485, 1998.
- RICETTO, A. G. L.; ZAMBOM, M. P.; PEREIRA, I. C. M. R.; MORCILLO, A. M. Complicações em crianças internadas com pneumonia: fatores socioeconômicos e nutricionais. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 49, n. 2, p. 191-195, 2003.
- SCHWARTZ, J. Air pollution and children's health. **Pediatrics**, v. 113, n. 4, p. 1037-1043, 2004.
- SCHWARTZ, J.; SLATER, D.; LARSON, T. V.; PIERSON, W. E.; KOENIG, J. Q. Particulate air pollution and hospital emergency room visits for asthma in Seattle. **The American Review of Respiratory Disease**, v. 147, n. 4, p. 826-831, 1993.
- SOUZA, R.; JARDIM, C.; SALGE, J. M.; CARVALHO, C. R. R. Lesão por inalação de fumaça. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 30, n. 6, p. 557-565, 2004.

Received on June 16, 2009.

Accepted on October 5, 2009.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.