



AS CONCENTRAÇÕES DE MATERIAL PARTICULADO INALÁVEL, OS RISCOS À SAÚDE, E A LEGISLAÇÃO BRASILEIRA

Rodrigo Marques¹

Emerson Soares dos Santos²

Trabalho de Revisão da Literatura

RESUMO

Nos últimos anos têm aumentado o interesse nas pesquisas sobre as concentrações de material particulado inalável (MP₁₀), principalmente sobre sua fração fina (MP_{2,5}). Isto ocorre devido ao fato de pesquisas recentes mostrarem que estas partículas podem causar vários danos a saúde humana, pois são inaladas e podem atingir os alvéolos pulmonares. Deste modo, o padrão nacional de qualidade do ar que data de 1990 merece ser discutido e revisado, uma vez que isto já foi feito por outros países como os Estados Unidos e na Europa, bem como a Organização Mundial de Saúde, que recomenda padrões bem mais restritivos que os adotados no Brasil.

Palavras chave: Material particulado inalável; doenças respiratórias; legislação brasileira

INTRODUÇÃO

Os aerossóis são minúsculas partículas líquidas ou sólidas dispersas na atmosfera que apresentam insignificante velocidade terminal de queda, e cujos tamanhos variam de 0,001 a 100 micrometros (μm). Suas partículas podem ter origem natural ou antropogênica quando emitidas diretamente da fonte (aerossóis primários), mas também podem ser formadas na atmosfera (aerossóis secundários) através dos processos de conversão gás-partícula (Seinfeld e Pandis 2006). Em relação ao tamanho da partícula, podemos classifica-los como ultrafinas ($0,001 \mu\text{m} > < 0,01 \mu\text{m}$), núcleos Aitken ($0,01 \mu\text{m} > e < 0,1 \mu\text{m}$), moda de acumulação ($0,1 \mu\text{m} > e < 2 \mu\text{m}$), e os gerados mecanicamente ($> 2 \mu\text{m}$). Quando se remete a material particulado inalável (MP₁₀), refere-se as partículas com tamanho de até 10 μm , sendo subdividida em fração fina do MP₁₀, com tamanho de até 2,5 μm (também conhecida como MP_{2,5}) e fração grossa do MP₁₀, com partículas de tamanho entre 2,5 e 10 μm (ou MP_{2,5-10}).

Dentre os aerossóis, o MP₁₀ é o que tem sido mais estudado pois pode ser inalado devido ao seu tamanho, e sua fração de MP_{2,5} atinge as vias respiratórias inferiores, o que pode causar vários danos à saúde. Relatório do WHO/Europe (2006) afirma que a maior da parte da população daquele continente tem sua saúde afetada pela poluição do ar com material particulado, especialmente pela fração fina (MP_{2,5}).

¹ Prof. Dr. - Departamento de Geografia / Universidade Federal de Mato Grosso (rodgmarques@gmail.com)

² Doutorando em Geografia Física / FFLCH - USP (emer.santos@uol.com.br)



Tendo em vista os impactos que o material particulado inalável pode causar a saúde, este trabalho vem discutir os padrões nacionais para este poluente (Resolução CONAMA nº 003/1990), comparando-os com os padrões estabelecidos pela Agência de Proteção ao Meio Ambiente dos Estados Unidos da América (EPA) e Comissão Européia do Meio Ambiente (ECE) e os recomendados pela Organização Mundial de Saúde (OMS).

COMPARAÇÃO ENTRE O PADRÃO NACIONAL E OS PADRÕES INTERNACIONAIS PARA MATERIAL PARTICULADO INALÁVEL

O Brasil tem seus padrões de qualidade do ar estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 003/1990, possuindo padrões apenas para MP_{10} . Entretanto já se passam duas décadas sem que esta norma seja revista e atualizada, uma vez que vários estudos recentes tem apontado influência da concentração de particulado, sobretudo do $MP_{2,5}$ na saúde da população. Padrões mais rigorosos tem sido adotados por países como os Estados Unidos e pelos membros da União Européia, bem como já foram recomendados pela Organização Mundial de Saúde (OMS) em sua publicação *“WHO air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide”* no ano de 2006.

Estes padrões adotados e recomendados recentemente pela OMS (2006), Agência de Proteção ao Meio Ambiente dos Estados Unidos da América (EPA, 2010) e Comissão Européia de Meio Ambiente (UE, 2008) mostram alguns pontos importantes, principalmente para a falta de um padrão nacional para o $MP_{2,5}$, já que uma quantidade relevante de pesquisas vem sendo feitas no Brasil há várias décadas (Artaxo et al., 1993; Andrade et al., 1994; Castanho, 1999; Maenhaut et al., 1999; Marques et al., 2008; Miranda et al., 2010; Andrade et al., 2010) e tem mostrado resultados que merecem a atenção das autoridades brasileiras.

A Resolução do CONAMA nº 03 de 28/06/90 estabelece as concentrações máximas ($\mu\text{g m}^{-3}$) de MP_{10} em 24 horas para que ocorram avisos à população, sendo: 250 para atenção, 420 para alerta e 500 para emergência. Entretanto, a mesma resolução prevê que cabe aos estados da federação o monitoramento da qualidade do ar. Assim, com exceção do estado de São Paulo onde há uma rede de monitoramento operada pela CETESB em tempo real (disponível para visualização no site <http://www.cetesb.sp.gov.br>), e que publica anualmente um relatório de qualidade do ar, nos outros estados se conhecem dados oriundos de pesquisas



temporárias. Um exemplo disto é que dados existentes no trabalho de Artaxo et al. (2005) e Andreae et al. (2002) mostraram que na cidade de Alta Floresta (norte de Mato Grosso) as concentrações de MP_{10} ultrapassaram 300 e $600\mu\text{g m}^{-3}$ respectivamente, e assim deveria ter sido emitido avisos de atenção e emergência para a população. Fato que provavelmente não ocorreu, pois isto foi em meados da década de 1990, quando esta área estava em plena expansão das áreas produtivas do agronegócio (com intenso desmatamento pela queima de biomassa), até pela técnica utilizada, uma vez que os resultados eram conhecidos depois de um certo período da amostragem

A Tabela 1 compara os padrões de qualidade para $MP_{2,5}$ e MP_{10} adotados pelo Brasil através da resolução CONAMA 03/1990 e os recomendados pela Organização Mundial de Saúde (OMS) Agência de Proteção ao Meio Ambiente dos Estados Unidos da América (EPA) e Comissão Européia do Meio Ambiente (ECE).

Tabela 1 - Comparação entre os padrões diários e anuais de $MP_{2,5}$ e MP_{10} adotados pelo Brasil (CONAMA), Estados Unidos (EPA), União Européia (ECE) e os recomendados pela Organização Mundial de Saúde (OMS)

Padrão	Concentração ($\mu\text{g m}^{-3}$)	
	$MP_{2,5}$	MP_{10}
OMS - 24 hs	25	50
OMS – anual	10	20
CONAMA – 24 hs	-	150 ⁽¹⁾
CONAMA – anual	-	50
EPA – 24 hs	35	-
EPA – anual	15	150 ⁽¹⁾
ECE – 24 h	-	50 ⁽²⁾
ECE – anual	25	40

⁽¹⁾ – Não pode ser excedido mais que uma vez ao ano.

⁽²⁾ – Não pode ser excedido mais que 35 vezes ao ano.

CONCENTRAÇÕES DE MATERIAL PARTICULADO INALÁVEL ENCONTRADOS NO BRASIL

A maioria das pesquisas sobre material particulado inalável no Brasil são restritas a curtos períodos de amostragem, não havendo um rede de monitoramento contínua. A exceção é o estado de São Paulo, onde a CETESB é responsável pelo monitoramento da qualidade do ar, estando disponível em seu site <http://www.cetesb.sp.gov.br> dados horários e diários (para várias cidades do interior



e vários pontos na região metropolitana) da concentração de MP_{10} , bem como os relatórios de qualidade do ar que são publicados anualmente.

Andrade et al. (1994) verificou em uma campanha de amostragem durante o inverno de 1989 na cidade de São Paulo que as emissões industriais e as emissões oriundas de queima de combustível fóssil correspondiam a 13 e 41% respectivamente da composição deste particulado, enquanto que na fração grossa o solo correspondia a 59% enquanto que as emissões industriais respondiam por 19% da emissão.

Sánchez-Ccoyllo e Andrade (2002) verificaram que a incidência de sistemas frontais contribuiu para aumentar a ventilação e assim diminuir a concentração de material particulado inalável no inverno de 1994 na cidade de São Paulo. Também identificaram como fontes de emissão o tráfego veicular, a incineração e lixo, a vegetação, a ressuspensão do solo e a queima de óleo combustível, sendo que a concentração média para $MP_{2,5}$ foi de $30 \mu\text{g m}^{-3}$. Miranda et al. (2010) e Andrade et al. (2010) avaliaram a concentração do particulado fino em seis capitais brasileiras, sendo São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte, Curitiba, Recife e Porto Alegre, obtendo concentrações médias no inverno que chegaram a $35 \mu\text{g m}^{-3}$ em São Paulo e $23 \mu\text{g m}^{-3}$ no Rio de Janeiro, enquanto que nas demais cidades estas concentrações foram inferiores a $20 \mu\text{g m}^{-3}$.

Castanho (1999) realizou campanhas de amostragem de material particulado inalável (além de outros poluentes) na cidade de São Paulo, durante o inverno de 1997 e o verão de 1998, tendo sido registrados valores superiores a $150 \mu\text{g m}^{-3}$.

Tresmondi (2003) ressalta que que cidades como Cubatão já excederam o limite de $50 \mu\text{g m}^{-3}$ registrando $94 \mu\text{g m}^{-3}$ em 2001, indicando a importância de uma política pública voltada para a questão. Também observa que os teores de material particulado inalável (MP_{10}) na região Central de Paulínia deveriam ser observados com mais cuidado, pois apresenta potencial para ultrapassar o limite de concentração anual estabelecido, uma vez que em 2001 registrou uma média de $44 \mu\text{g m}^{-3}$.

Torres e Martins (2005) constataram variação diária 15 e $130 \mu\text{g m}^{-3}$ para MP_{10} em Juiz de Fora (MG), onde mais da metade dos 89 dias amostrados apresentaram concentrações superiores a $50 \mu\text{g m}^{-3}$. Pauliquevis et al. (2007) estudaram a composição dos aerossóis na Amazônia Central brasileira tendo medido concentrações diárias que não ultrapassaram $20 \mu\text{g m}^{-3}$ para $MP_{2,5}$ e $70 \mu\text{g m}^{-3}$ para MP_{10} . Marques et al. (2008) amostraram 60 dias contínuos na transição da



estação seca e chuvosa de 2006 (setembro-outubro) na cidade de Cuiabá, tendo encontrado concentrações de $161 \mu\text{g m}^{-3}$ para MP_{10} e $105 \mu\text{g m}^{-3}$ para $\text{MP}_{2,5}$.

Artaxo et al. (2005) verificou as concentrações de PM_{10} em Alta Floresta-MT, entre 1992 e 2002, sendo que entre 1993 e 2000 se verificaram valores que ultrapassaram $300 \mu\text{g m}^{-3}$, atingindo $600 \mu\text{g m}^{-3}$ em 1995, sendo importante ressaltar que em 2001 as concentrações não atingiram $50 \mu\text{g m}^{-3}$. As áreas amazônicas são marcadas pela sazonalidade, pois neste estudo por exemplo que também abrangeu o estado de Rondônia (Reserva Ecológica do Rio Jaru), na estação chuvosa a concentração era em torno de 10 a $15 \mu\text{g m}^{-3}$, enquanto que na estação seca este valor supera facilmente $100 \mu\text{g m}^{-3}$. Artaxo et al. (1993) comparou medições realizadas entre a Serra do Navio (AP) e Cuiabá entre 1990 e 1992, sendo encontrado nesta última cidade concentrações superiores a $150 \mu\text{g m}^{-3}$ durante o período de queima de biomassa.

Maenhaut et al. (2002) realizou medições contínuas entre agosto/1996 e setembro/1998 na cidade de Alta Floresta no norte de Mato Grosso (área coberta originalmente por Floresta Amazônica), tendo encontrado concentrações de MP_{10} de $350 \mu\text{g m}^{-3}$ e $\text{MP}_{2,5}$ de $300 \mu\text{g m}^{-3}$ durante o período de queimada em 1998, sendo que neste ano foram desmatados mais de 5.000 Km^2 em Mato Grosso (Prodes – INPE, 2010). Pinto (2001) mediu a concentração de $\text{MP}_{2,5}$ entre Cuiabá e Alta Floresta para os anos de 1993 e 1994, tendo encontrado concentrações em Alta Floresta de $240 \mu\text{g m}^{-3}$ durante a estação seca, enquanto que em Cuiabá a máxima registrada foi de $80 \mu\text{g m}^{-3}$, ambas sob influência de queima de biomassa.

Andreae et al. (2002) realizou um monitoramento contínuo na cidade de Alta Floresta entre 1992 e 2000, encontrando concentrações de PM_{10} que atingiram $600 \mu\text{g m}^{-3}$ no ano de 1995, e dias com concentrações superiores a $500 \mu\text{g m}^{-3}$ nos anos de 1994 e 1993, estes resultados seriam suficientes para a emissão de avisos de emergência conforme a resolução CONAMA n° 03 de 28/06/90. Entre os anos de 1996 e 2000 se registraram concentrações acima de 200 e $300 \mu\text{g m}^{-3}$ onde deveriam ser emitidos avisos de atenção a população. Nestes casos a queima de biomassa foi a principal responsável pelo aumento das concentrações de PM_{10} .

Marques et al. (2008) realizaram medições durante o final da estação seca e início da estação chuvosa em Cuiabá no ano de 2006, entre setembro e outubro, sendo 60 dias de amostragem com 24 horas de duração, totalizando 60 amostras de fração fina ($\text{MP}_{2,5}$) e 60 na fração grossa ($\text{MP}_{2,5-10}$). Entretanto os resultados encontrados indicaram haver uma diferença estatística significativa entre os dados



de setembro e outubro, uma vez que em setembro as concentrações chegaram a $161 \mu\text{g m}^{-3}$. Também verificou a média para cada dia da semana, evidenciando o efeito dos finais de semana, onde as concentrações eram mais baixas em função provavelmente da não ressuspensão de poeira do solo provocada pelo atrito dos veículos.

Cavicchioli et al. (2010) realizou medições de $\text{MP}_{2,5}$ na estação seca de 2009 nas cidades Rondonópolis, Sorriso, Feliz Natal, Sinop, Juara, Guarantã do Norte e Cuiabá (eixo de influência da BR-163 no Estado de Mato Grosso). Em Cuiabá as concentrações variaram entre 16 e $40 \mu\text{g m}^{-3}$ para $\text{MP}_{2,5}$, e 35 e $155 \mu\text{g m}^{-3}$ para MP_{10} . Nas demais cidades as concentrações foram inferiores a $20 \mu\text{g m}^{-3}$ para $\text{MP}_{2,5}$ e apenas uma amostra em Sorriso atingiu $52 \mu\text{g m}^{-3}$ para MP_{10} .

CONSEQUÊNCIAS PARA A SAÚDE

Dentre os aerossóis, o MP_{10} é o que tem sido mais estudado pois pode ser inalado devido ao seu tamanho, e sua fração de $\text{MP}_{2,5}$ atinge as vias respiratórias inferiores, o que pode causar vários danos à saúde. como problemas respiratórios, baixa defesa imunológica, problemas cardíacos, renais, neurológicos além de poder provocar alterações nos cromossomos (Wei e Meng, 2006). Estudos mostram que o aumento ou a queda das concentrações de poluentes no ar e material particulado inalável tem sido associada ao aumento ou queda de morbidade (Marcilio e Gouveia, 2007; Mar et al., 2000; Saldiva et al, 1995; Saldiva et al., 1994).

De acordo com Braga et al (2007), há uma associação entre o incremento no número de atendimentos de pronto-socorro, motivados por doenças respiratórias, e o aumento de $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ no PM_{10} .

A Organização Mundial de Saúde definiu objetivos a serem cumpridos por países para reduzir a exposição da população ao MP (Tabela 2). A cada nível alcançado se diminui o risco de mortalidade causada por doença associadas à poluição do ar.

**Tabela 2:** Guias de qualidade do ar da OMS e objetivos intermediários para o Material Particulado: concentrações médias anuais^a

	MP ₁₀ (µg/m ³)	MP _{2,5} (µg/m ³)	Bases para o Nível selecionado
Objetivo intermediário -1 (OI-1)	70	35	Estes níveis estão associados com um risco de mortalidade em longo prazo por volta de 15% maior do que o guideline .
Objetivo intermediário -2 (OI-2)	50	25	Além de outros benefícios para a saúde, estes níveis reduzem o risco de mortalidade prematura em 6% aproximadamente [2-11%] em comparação com o nível OI-1.
Objetivo intermediário -3 (OI-3)	30	15	Além de outros benefícios para a saúde, estes níveis reduzem o risco de mortalidade prematura em 6% aproximadamente [2-11%] em comparação com o nível OI-2.
GQA - Guia de Qualidade do ar (guideline)	20	10	Estes são os níveis mais baixos, dos quais se tem demonstrado, com mais de 95% de confiança, que a mortalidade total, cardiopulmonar e por câncer de pulmão, aumenta a resposta à exposição prolongada ao MP _{2,5} .

^a Se preferir o uso do valor de referência do MP_{2,5}

Fonte: Adaptado de OMS 2006.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por se tratar de uma resolução de 1990, as autoridades brasileiras precisam discutir e atualizar os padrões de qualidade do ar para MP₁₀ além de incluir padrões para o MP_{2,5}. Várias pesquisas têm encontrado concentrações que ultrapassam os limites estabelecidos tanto pela Resolução CONAMA 003/1990, mas também pelo recomendado pela Organização Mundial da Saúde (OMS), Agência de Proteção ao Meio Ambiente dos EUA (EPA), e pela Comissão Europeia de Meio Ambiente (ECE). Assim, tanto o estabelecimento de novos padrões mas também a implementação de uma rede de monitoramento contínua podem colaborar para evitar a exposição da população a concentrações nocivas de material particulado inalável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, M.F.; ORSINI, C.; MAENHAUT, W. Relation between aerosol sources and meteorological parameters for inhalable atmospheric particles in Sao Paulo City, Brazil. **Atmospheric Environment**, 28, n° 14, pp. 2307-2315, 1994.

ANDRADE, M.F.; MIRANDA, R.M.; FORNARO, A.; KERR, A.; OYAMA, B.; ANDRE, P.A.; SALDIVA, P. Vehicle emissions and PM_{2.5} mass concentrations in six Brazilian cities. **Air Qual Atmos Health**, special edition, 2010.



ANDREAE, M. O. et al. "Biogeochemical cycling of carbon, water, energy, trace gases, and aerosols in Amazonia: the LBA-EUSTACH experiments". **Journal of Geophysical Research**, n. D20, p.8066 , 2002.

ARTAXO, P.; GATTI, L. V.; LEAL, A. M. C.; LONGO, K. M.; FREITAS, S. R.; LARA, L. L.; PAULIQUEVIS, T. M.; PROCÓPIO, A. S.; RIZZO, L. V. Química atmosférica na Amazônia: A floresta e as emissões de queimadas controlando a composição da atmosfera amazônica. **Acta Amazônica**, 35(2): 185 – 196, 2005.

ARTAXO, P.; CERAB, F.; RABELLO, M.L.C. Elemental composition of aerosol particles from two atmospheric monitoring stations in the Amazon Basin. **Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B**75, 277-281, 1993.

BRAGA, Alféio Luís Ferreira et al . Associação entre poluição atmosférica e doenças respiratórias e cardiovasculares na cidade de Itabira, Minas Gerais, Brasil. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 2011 .

CASTANHO, A. D. de A. **A determinação quantitativa de fontes de material particulado na atmosfera da cidade de São Paulo**. 131 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) instituto de Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

CAVICCHIOLI, A.; MORRONE, E. P.; MARQUES, R.; FORNARO, A. Impactos atmosféricos das transformações territoriais e do crescimento do agronegócio na Amazônia mato-grossense. **Confins** [Online], 10 | 2010, posto online em 18 Novembro 2010. URL : <http://confins.revues.org/6646>

CETESB - *Relatório de Qualidade do Ar no Estado de São Paulo – 2009*. (2010) Secretaria do Meio Ambiente, Série Relatórios- ISSN 0103-4103, São Paulo (www.cetesb.sp.gov.br).

EPA - U.S. Environmental Protection Agency . **Air pollution standards**. 2010. Disponível em www.epa.gov

MAENHAUT, W.; FERNÁNDEZ-JIMÉNEZ, M.-T.; RAJTA, I.; ARTAXO, P. (2002). Two-year study of atmospheric aerosols in Alta Floresta, Brazil: Multielemental composition and source apportionment. **Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B**, 189, 243–248.

MAENHAUT, W.; FERNÁNDEZ-JIMÉNEZ, M.-T.; Artaxo, P. (1999). Long-Term Study of Atmospheric Aerosols in Cuiaba, Brazil: Multielemental composition, sources and source apportionment. **J. Aerosol Sci.** Vol. 30, Suppl. 1, pp. S259--S260.

MAR, T. F.;NORRIS, G.A.; KOENIG, J. Q; LARSON, T. V. Associations between Air Pollution and Mortality in Phoenix, 1995–1997. **Environmental Health Perspectives** • Volume 108, Number 4, April, 2000.

MARCILIO, I; GOUVEIA, N. Quantifying the impact of air pollution on the urban population of Brazil. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 23 Sup 4:S529-S536, 2007.

MARQUES, R. et al. "PM_{2,5/10} and Black Carbon concentrations during transition period between dry and wet season of 2006 in CuiabáCity". In: **European Aerosol Conference**, Thessaloniki, 2008.

Ministério do Meio Ambiente - MMA. **Resolução CONAMA nº 003, de 28 de junho de 1990**. Dispõe sobre o estabelecimento de padrões nacionais de qualidade do ar determinando as concentrações de poluentes atmosféricos. In: MMA. Livro das Resoluções do CONAMA. Brasília, 2005. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiano>. Acesso em: 21 out. 2010



- MIRANDA, R.; TOMAZ, E. Characterization of urban aerosol in Campinas, São Paulo, Brazil, **Atmospheric Research**, 2007. doi:10.1016/j.atmosres.2007.08.002
- MIRANDA, R.M.; ANDRADE, M.F.; FORNARO, A.; ASTOLFO, R.; ANDRE, P.A.; SALDIVA, P. Urban air pollution: a representative survey of PM_{2.5} mass concentrations in six Brazilian cities. **Air Qual Atmos Health**, special edition, 2010.
- OMS-World Health Organization (2005) **Air Quality Guidelines: Global updated 2005**. <http://www.wmo.int/pages/prog/www/DPS/Monitoring-home/mon-index.htm>
- PAULIQUEVIS, T., LARA, L. L., ANTUNES, M.L., ARTAXO, P. (2007). Aerosol and precipitation chemistry in a remote site in Central Amazonia: the role of biogenic contribution. **Atmos. Chem. Phys. Discuss.**, 7, 11465–11509.
- PINTO, M. L. A. **Relação empírica da visibilidade com profundidade óptica, concentração de aerossóis e focos de queimadas em Alta Floresta e Cuiabá, em 1993 e 1994**. (Dissertação de Mestrado) São José dos Campos: INPE, 2001. 141p. – (INPE-10097-TDI/897).
- SALDIVA, P.H.N., POPE, C.A., SCHWARTZ, J., DOCKERY, D.W., LICHTENFELS, A.J., SALGE, J.M., BARONE, I., BOHM, G.M. (1995). Air-pollution and mortality in elderly people – a time-series study in São Paulo, Brazil, **Archives of Environ. Health**, 50(2), 159-163.
- SALDIVA, P.H.N., LICHTENFELS, A.J.F.C., PAIVA, P.S.O., BARONE, I.A., MARTINS, M.A., MASSAD, E., PEREIRA, J.C.R., XAVIER, V.P., SINGER, J.M., BOHM, G.M. (1994) Association between air-pollution and mortality due to respiratory-diseases in children in São Paulo, Brazil – a preliminary report, **Environ. Res.**, 65(2), 218-225.
- SÁNCHEZ-CCOYLLO, O.R.; ANDRADE, M.F. The influence of meteorological conditions on the behavior of pollutants concentrations in São Paulo, Brazil. **Environmental Pollution**, 116, p. 257-263, 2002.
- SEINFELD, J.H.; PANDIS, S.N.. **Atmospheric Chemistry and Physics: from air pollution to climate change**. John Wiley & Sons, New York, 2006.
- TORRES, F. T. P; MARTINS, L. A. Fatores que influenciam na concentração do material particulado inalável na cidade de Juiz de Fora (MG). **Caminhos de Geografia**, v.4, n.16, p.23 – 39, out. 2005. Disponível em: <http://www.caminhosdegeografia.ig.ufu.br>. Acesso em: 22 mar. 2009
- TRESMONDI, A.C.C.L. **Qualidade do ar na área de influência do pólo industrial de Paulínia-SP: 2000-2002**. (Tese de Doutorado). Campinas: UNICAMP, p. 137-156, 2003.
- UNIÃO EUROPÉIA. **Directiva 2008/50/CE do Parlamento Europeu e do Conselho relativa à qualidade do ar ambiente e a um ar mais limpo na Europa**. Jornal Oficial da União Européia de 21 de Maio de 2008.
- WEI, A.; MENG, Z. Evaluation of micronucleus induction of sand dust storm fine particles (PM_{2.5}) in human blood lymphocytes. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, v.22, n.3, p.292–297, nov. 2006.
- WHO-Europe. World Health Organization. **Health risks of particulate matter from long-range transboundary air pollution**. Copenhagen, Dinamarca. 2006.