

Distribuição de CO no município de São José dos Campos a partir de dados do sensor MOPITT e sua relação com doenças cardiovasculares

Yhasmin Mendes de Moura¹

Gabriel Pereira²

Elisabete Caria Moraes²

Egídio Arai²

Cláudio Solano Pereira²

¹ Universidade de Taubaté

Bolsista de Iniciação Científica – CNPq/PIBIC/INPE

12.227-010 - São José dos Campos, SP, Brasil

yhasmin@dsr.inpe.br

² Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE

Caixa Postal 515 - 12245-970 - São José dos Campos - SP, Brasil

{gabriel, bête, egidio}@dsr.inpe.br {claudio.solano}@cptec.inpe.br

Abstract. The pollution levels for a given location are strongly influenced by the anthropogenic emissions and by the weather conditions that acts in the dispersion. Emissions in large urban centers, caused by industries, by the transportation sector and by domestic activities are deposited in the atmosphere and could cause any diseases. The use of remote sensing data in studies of air quality still little exploited nowadays, but with a great potential, as some environmental satellites that allows a monitoring of gases and aerosols emissions, such as MOPITT. In the present work were analyzed the effects of air pollution in the cardiovascular diseases in Sao Jose dos Campos City in Sao Paulo State. Were used the sensor MOPITT (*Measurements of Pollution in the Troposphere*) for the collect CO (*Carbon Monoxide*) data, and the SO₂, MP_{10µm} and O₃ data from CETESB, as well as the data from cardiovascular diseases of the SUS. It was found that the numbers of diseases are related to the pollutants concentration and the meteorological factors, which, in the months of July, August and September, provide a significant increase in cardiovascular diseases.

Palavras-chave: pollution, MOPITT, cardiovascular disease, poluição, MOPITT, doenças cardiovasculares.

1. Introdução

Há um aumento de estudos relacionando a influência, a inter-relação e a interdependência do ser humano com o meio, assim como, à relevância deste na sua qualidade de vida, deste modo a poluição ambiental figura entre os aspectos contemporâneos de grande influência na qualidade de vida, sobretudo, dos habitantes dos grandes centros urbanos (Nascimento, 2004; Perez, 2005).

Segundo Castanho (1999) o nível de poluição de determinado local é fortemente influenciado pela dinâmica de emissão e condições atmosféricas tanto no sentido de condicionamento dos gases como na dispersão. As emissões nos grandes centros urbanos, provocadas pelas indústrias, pelo setor de transportes e pelas atividades domésticas, tratadas respectivamente por Böhm (1996) como estacionárias ou fontes móveis, são depositadas na atmosfera e se comportam de maneiras distintas de acordo com as condições atmosféricas atuantes, desta forma, os poluentes inseridos na baixa atmosfera são os que mais causam danos a população exposta.

A utilização de dados de sensoriamento remoto nos estudos da qualidade do ar ainda se mostra pouco explorado, mas de grande potencialidade, já que alguns satélites ambientais permitem um monitoramento da emissão de poluentes, tais como o MOPITT. De acordo com Fishman *et al* (2008) pesquisas de monitoramento global através de satélites tem como pretensão determinar as fontes de concentração de CO, demonstrando a grande serventia na utilização destas informações para análises de poluição atmosférica.

De acordo com a CETESB (2005), os problemas na saúde humana se intensificam em dias com baixa umidade do ar e alta concentração de poluentes, se mostrando fortemente

relacionada às condições meteorológicas. Com isto, o objetivo do trabalho é analisar através da utilização do sensor MOPITT a quantidade de poluentes emitidos para a atmosfera ao longo de oito anos (de 2000 a 2007), e verificar o comportamento mensal relacionando estes dados com a incidência de internações por doenças cardiovasculares, como também observar como esta relação ocorre dentro dos parâmetros meteorológicos no município de São José dos Campos – São Paulo.

2. Materiais e Métodos

A Figura 1 mostra a área de estudo localizada entre as coordenadas 46°06'W e 23°17'S; e 45°43'W e 22°49'S, na qual está inserido o Município de São José dos Campos. Segundo dados do IBGE (2008), este município possui aproximadamente 600 mil habitantes e abrange uma área territorial de 1.100 km², ou seja, 545 hab/km².

Grande parte da distribuição populacional e da urbanização encontra-se na porção Sul-Sudeste do município, onde as cotas altimétricas variam de 530 a 680 metros e a declividade não ultrapassa os 10°. Segundo os dados do IBGE (2008), o município de São José dos Campos possuía em 2005, 189 estabelecimentos de saúde, dos quais 62 pertenciam ao Poder Público (60 estabelecimentos municipais e 2 federais).

Em 2005 a cidade possuía aproximadamente 200.000 veículos em circulação pelas vias municipais, dos quais, aproximadamente 167.000 eram carros, 5.000 caminhões, 26.500 motos e 1.000 ônibus. Ainda, São José dos Campos é cortado por rodovias importantes no contexto de escoamento de cargas São Paulo – Rio de Janeiro, aumentando ainda mais o fluxo de veículos automotivos e a emissão de poluentes que estes ocasionam.

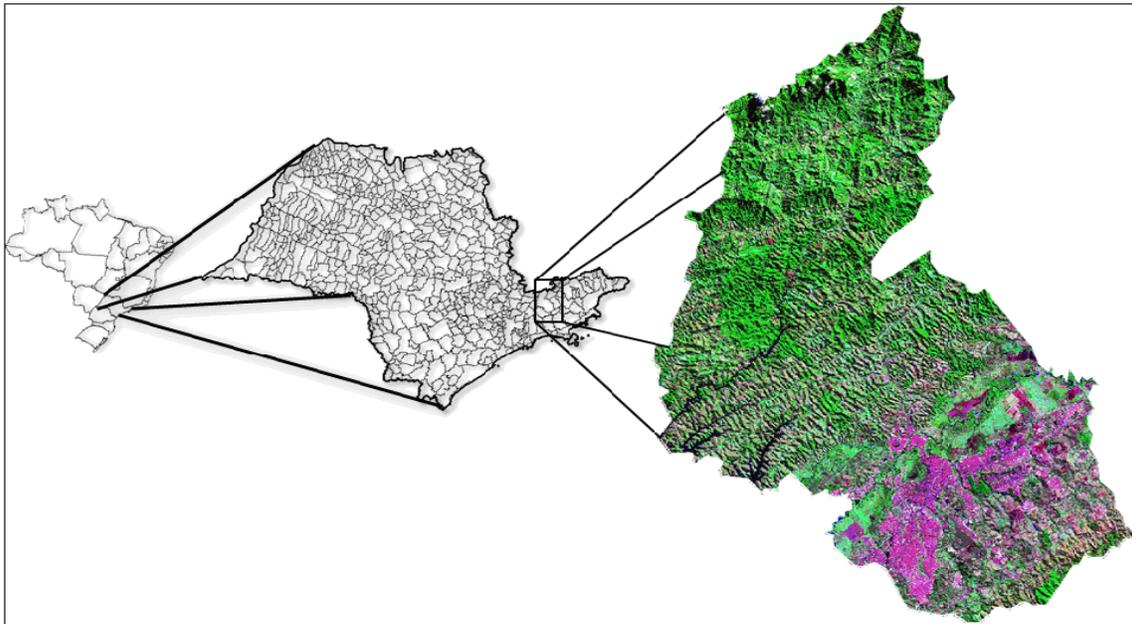


Figura 1. Localização da área de estudo – Município de São José dos Campos (SP), localizado na mesorregião Vale do Paraíba Paulista.

Os dados referentes ao índice de monóxido de carbono foram adquiridos para o período de 2000 a 2007 utilizando-se do sensor MOPITT (Measurements of Pollution in the Troposphere), a bordo do satélite TERRA. Estes dados são obtidos a partir de sondagens verticais que medem a radiação ascendente no comprimento de onda do infravermelho (4,7 μm e 2,2-2,4 μm), utilizando uma correlação espectroscópica para calcular os perfis de CO (monóxido de carbono) e o total integrado na coluna (DRUMMOND JR, 1996). Os dados do

sensor MOPITT foram analisados no software SPRING 5.0, que após passar por um processamento de interpolação, permitiu a análise das imagens do índice de monóxido de carbono para o município de São José dos Campos.

Para o cálculo das variáveis meteorológicas utilizaram-se os dados da reanálise do *National Centers for Environmental Prediction / National Center for Atmospheric Research* (NCEP/NCAR Reanalysis) em formato *network Common Data Form* (NetCDF), visualizados através do *Grid Analysis and Display System* (GRADS).

Os dados de SO₂, MP_{10µm} e O₃ foram obtidos a partir dos relatórios e dados disponibilizados pela CETESB (<<http://www.cetesb.sp.gov.br/>>) e compreende dados de 2003 a 2007, os dados de internações por motivo de doenças cardiovasculares no período de 2000 a 2007 foram obtidas junto ao SUS, disponível em <<http://w3.datasus.gov.br/datasus/datasus.php>>, estes dados passaram por um processamento no Office Excel o qual permitiu a análise destes dados a partir de gráficos.

3. Resultados e Discussões

A figura 2 mostra o gráfico da concentração de CO (ppb) em 1000hPa estimada pelo sensor MOPITT para o período de março/2000 a outubro/2007. Verifica-se que as maiores concentrações de poluentes são encontradas nos meses de julho, agosto, setembro e outubro, na qual os valores podem chegar a 270 ppb. Os menores valores são constatados nos meses mais chuvosos, principalmente em dezembro, janeiro, fevereiro e março. Na série temporal, pode-se diagnosticar que os anos com a maior concentração de poluentes são 2005, 2004 e 2002, com a incidência máxima nos meses de outubro (270 ppb), setembro (237 ppb) e outubro (205 ppb), respectivamente.

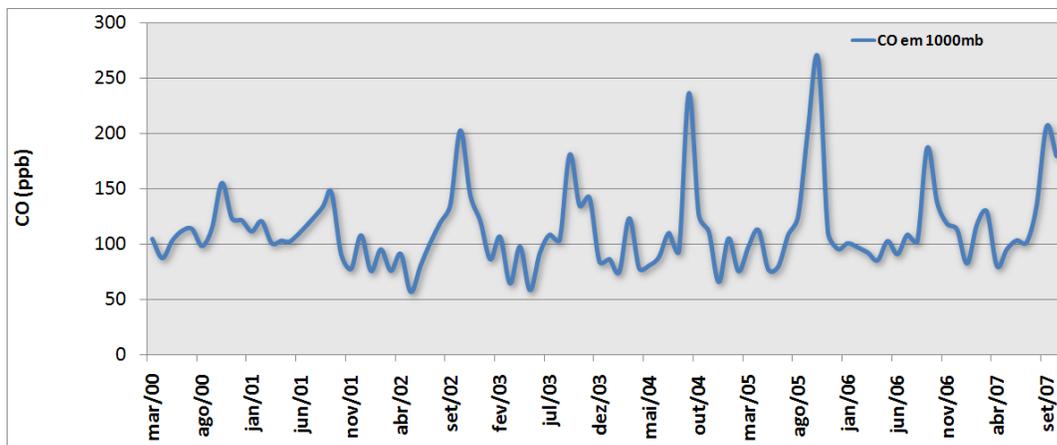


Figura 2. Série temporal da concentração de CO (ppb) para o Município de São José dos Campos (SP).

A figura 3 mostra a média mensal (mar/2000 a out/2007) de CO integrado na coluna (em mol/cm²) no período diurno e noturno para o Município de São José dos Campos - SP. No gráfico observam-se comportamentos distintos da concentração de CO integrado na coluna para ambos os períodos, enquanto que durante as observações realizadas no período diurno as maiores concentrações ocorrem nos meses de agosto, setembro e outubro (1,7; 2,3; 2,1 x10¹⁸ mol/cm², respectivamente) e a menor nos meses de janeiro, fevereiro e maio (1,4; 1,3; 1,2 x10¹⁸ mol/cm², respectivamente). Entretanto, no período noturno o pico de concentração do poluente CO localiza-se no mês de outubro (2,2 x10¹⁸ mol/cm²), com a menor concentração no mês de maio (2,1 x10¹⁸ mol/cm²).

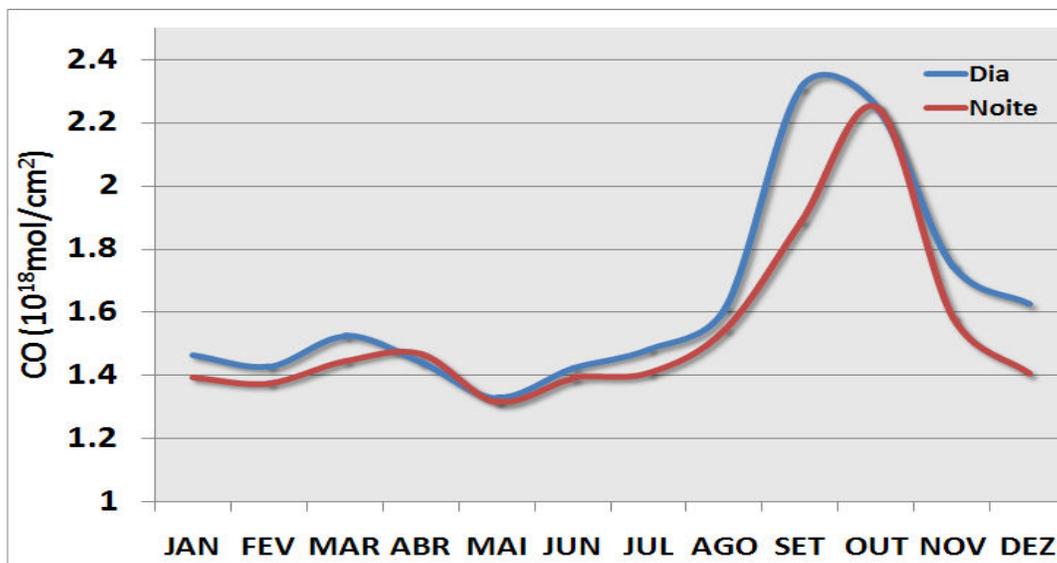


Figura 3. Padrão do comportamento mensal diurno e noturno do CO integrado na coluna (em mol/cm²).

A Figura 4 mostra a média mensal do padrão diário de SO₂, MP_{10µm} e O₃ (µg/m³) obtidos da CETESB (a) no período de 2003 a 2007, e a média mensal do número de internações por doenças cardiovasculares para o município de São José dos Campos (Figura 5) no período de 2000 a 2007. Verifica-se que a concentração de poluentes e o número de doenças cardiovasculares variam com a época do ano, principalmente no verão e no inverno.

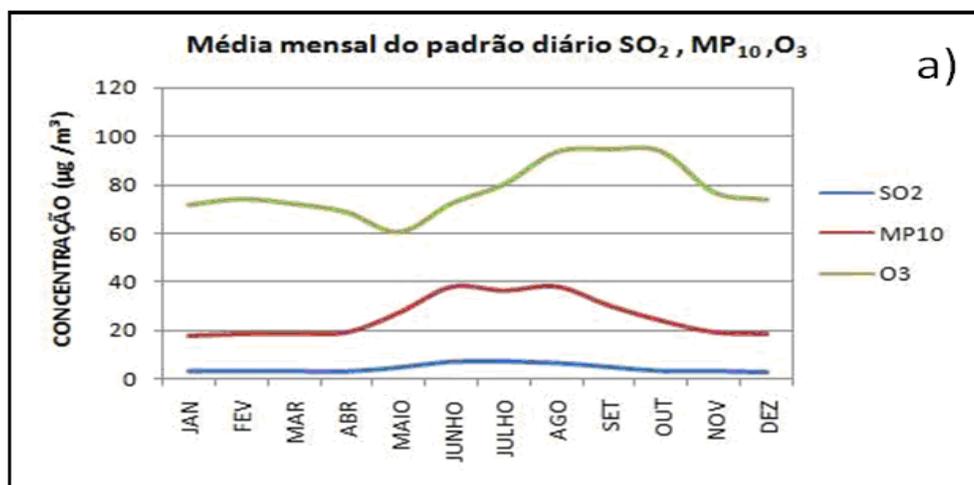


Figura 4. Média mensal do padrão diário de SO₂, MP_{10µm} e O₃ (µg/m³) no período de 2003 a 2007.

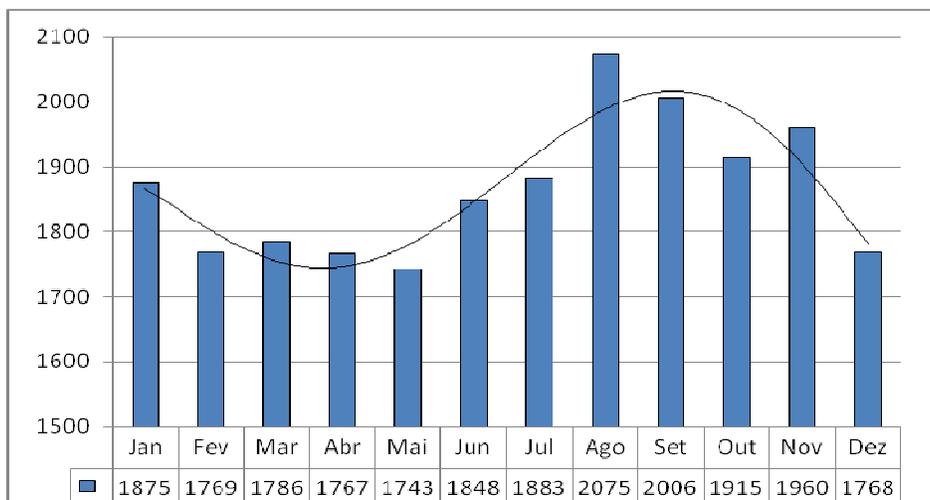


Figura 5. Média mensal (2000 a 2007) do número de internações por doenças cardiovasculares.

Na Figura 4, constata-se que as maiores concentrações de SO_2 e $\text{MP}_{10\mu\text{m}}$ ocorrem nos meses de maio, junho, julho, agosto e setembro, enquanto que nos meses de agosto, setembro e outubro encontram-se as maiores concentrações de O_3 . Nestes mesmos meses, o número de internações por doenças cardiovasculares (Figura 5) aumenta significativamente, passando de uma média mensal de 1700 internações nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março, para quase 2000 internações no período de junho, julho e agosto.

Ao analisar as informações de CO (Figura 2), SO_2 , $\text{MP}_{10\mu\text{m}}$ e O_3 (Figura 4), as condições mensais das variáveis meteorológicas temperatura, umidade relativa e precipitação (Figura 6) e os casos de doenças cardiovasculares com internações na rede pública de saúde (Figura 5), percebe-se que o número de internações está relacionado com os picos de máxima concentração de poluentes. No entanto, estes não são os únicos fatores que influenciam na distribuição mensal das doenças no aparelho circulatório, visto que as condições ambientais, como a baixa umidade do ar, períodos de estiagem prolongados e as temperaturas mais amenas nos meses junho, julho e agosto também irão influenciar significativamente no aparecimento destas doenças.

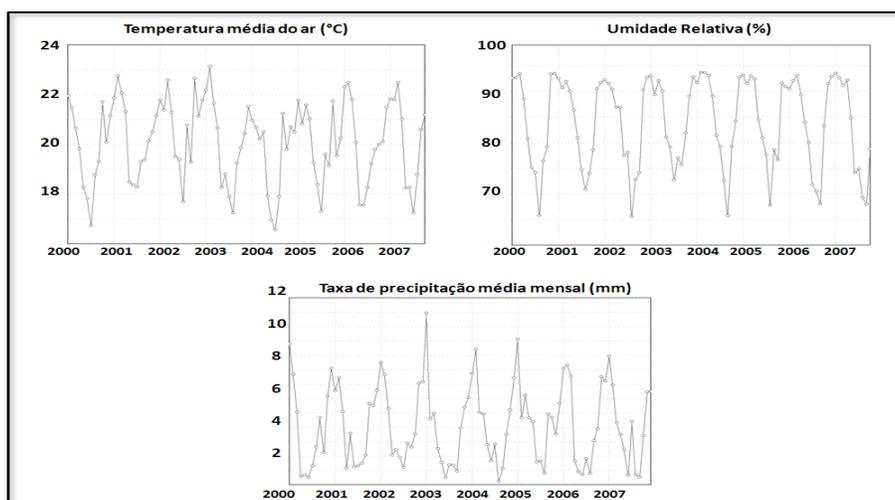


Figura 6. Dados de temperatura média do ar ($^{\circ}\text{C}$); Umidade Relativa média (%); e Taxa de precipitação mensal (mm) do NCEP/Reanalysis.

4. Conclusão

A análise dos poluentes a partir de dos dados do MOPITT e da CETESB e os dados de internações por doenças cardiovasculares permitiram diagnosticar um dos fatores que influenciam no aparecimento destas doenças, e que, no entanto, estes poluentes se encontram associados às condições ambientais, condicionando seus efeitos na saúde da população. Como mostra as observações realizadas entre o número de doenças, quantificação dos poluentes e análises das condições ambientais, verificando-se uma estreita relação entre estes agentes.

Agradecimentos: Ao Programa Institucional de Bolsas de iniciação Científica (PIBIC) junto ao CNPq pelo financiamento da bolsa.

Referencias Bibliográficas

Böhm, G. M. Como os principais poluentes provocam doenças. 1996. Disponível em: <<http://www.saudetotal.com/saude/doencpol/doencpol.htm>>.

Castanho, A. D. A., **A determinação quantitativa de fontes de material particulado na atmosfera na cidade de São Paulo.** Dissertação apresentada ao Instituto de Física da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências. 1999.

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Relatório da qualidade do ar no estado de São Paulo. São Paulo : CETESB, 2006.

Drummond JR, M. G. S. The measurements of pollution in the troposphere (MOPITT) instrument: Overall performance and calibration requirements, *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, v. 13, p. 314-320, 1996.

Fishman, J., Bownman WK. W., Burrows J. P., Richter A., Chance K. V., Edwards D. P., Martin R. V., Morris G. A., Pierce R. B., Ziemke J. R., Al-Saadi J. A., Creilson J. K., Schaack T. K., Thompson A. M. Remote sensing of tropospheric pollution from space. *Bulletin of the American Meteorological Society*. vol 89, n. 6, p. 805-821, 2008.

Nascimento, L. F. C. Efeitos da poluição atmosférica na saúde infantil: um estudo ecológico no Vale do Paraíba. *Rev. Bras. Saúde Matern. Infant.*, Recife, 4 (4): 367-374, out. / dez. 2004.

Peres, F. F. Meio Ambiente e Saúde: os efeitos fisiológicos da poluição do ar no desempenho físico - o caso do monóxido de carbono (CO). *Arquivos em Movimento*, Rio de Janeiro, v.1, n.1, p.55-63, 2005.