

# CONCENTRAÇÕES DE OZÔNIO TROPOSFÉRICO – ANÁLISE DA BASE DE DADOS EM SÃO JOSÉ DOS CAMPOS DE 2003 A 2010.

Silvia Garcia de Castro<sup>1</sup>; Rafael Henrique Mauro Moreira<sup>2</sup>; Rauda Lúcia Mariani<sup>3,4</sup>.

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. DSA/CPTEC-INPE.

<sup>2</sup>Faculdade de Tecnologia de São José dos Campos – FATEC – Bolsista IC –INPE.

<sup>3</sup>Universidade Federal Fluminense, pesquisador visitante no Instituto Espacial de Pesquisas Espaciais- INPE,

<sup>4</sup>Instituto Nacional de Análise Integrado de Risco Ambiental (INAIRA)- Projeto do Conselho Científico e Tecnológico (CNPq), Ministério da Ciência e Tecnologia, para Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia.

## Resumo

Neste trabalho são analisados os valores médios horários das concentrações de ozônio, medidos pela Cetesb, em São José dos Campos, durante oito anos, de 2003 a 2010. Os resultados foram avaliados frente aos padrões de qualidade do ar (PQA) vigentes e os mais rigorosos, recomendados pela Organização Mundial da Saúde. Os dados mostram um grande número de ocorrências de eventos acima dos limites recomendados, sugerindo uma exposição crônica da população. A avaliação da distribuição das médias horárias nos dias úteis e nos finais de semana, não indica as emissões veiculares como principal fonte dos precursores de ozônio no Município.

**Palavras-chave:** qualidade do ar; PQA; estatística.

## Introdução

O ozônio é um dos poluentes mais agressivos nos centros urbanos, sendo reconhecidamente responsável pelo agravamento de diversas doenças respiratórias e cardiovasculares (Saldiva et al, 1994; Martins et al 2002). Os efeitos prejudiciais à saúde humana manifestam-se de forma aguda (horas ou dias após a exposição) ou crônica (após longos períodos de exposição). Os principais efeitos incluem: decréscimo das funções pulmonares, agravamento de sintomas respiratórios, asma, inflamações nos pulmões e vários outros efeitos no sistema respiratório.

A Organização Mundial da Saúde recomenda o valor de 120 µg de ozônio por metro cúbico de ar amostrado, considerando período de exposição de 8 horas, como valor limite para preservação da saúde pública. Já o valor de referência para proteção da vegetação, em climas temperados é de 80 µg.m<sup>-3</sup>-h (WHO, 1999). Os padrões nacionais de qualidade do ar foram estabelecidos através da Portaria Normativa n° 348 de 1990, do IBAMA e transformados na Resolução CONAMA n° 03/90 (Cetesb, 2009). Para o ozônio, o padrão de qualidade do ar (PQA) estabelece a concentração máxima de ozônio em 160 µg.m<sup>-3</sup> h e como nível de atenção 200 µg.m<sup>-3</sup>-h.

São José dos Campos, com uma densidade demográfica de 575,20 hab/km<sup>2</sup>, localizado no Vale do Paraíba, entre Rio de Janeiro e São Paulo, e com tendências à baixa dispersão devido sua localização geográfica, é um Município já considerado em situação de saturação séria em ozônio, de acordo com Relatório da Cetesb em 2009.

Neste trabalho são analisados os dados de concentração de ozônio referentes ao período 2003-2010, disponibilizados pela Cetesb, considerando os Padrões de Qualidade do Ar estabelecidos pelo CONAMA em função dos efeitos do ozônio na saúde humana.

## Metodologia

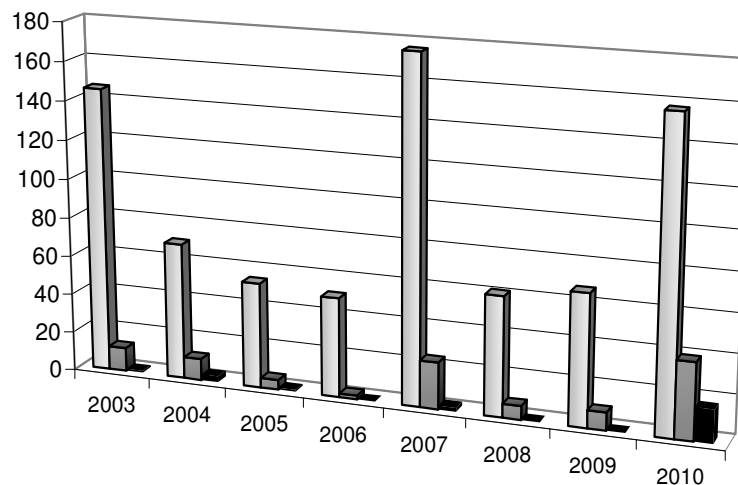
A base de dados analisada neste trabalho é disponibilizada pela Cetesb, através do site [www.cetesb.sp.gov.br](http://www.cetesb.sp.gov.br). Os dados são da Estação de qualidade do ar localizada em São José dos Campos, no bairro Jardim Paulista. É uma estação automática com sensores para ozônio ( $O_3$ ), material particulado (PM10), dióxido de enxofre ( $SO_2$ ), umidade relativa do ar, precipitação, temperatura, velocidade e direção dos ventos, disponibilizando os dados em intervalos horários. O ozônio é medido com metodologia baseada na absorção UV. Os dados horários são utilizados para cálculo dos índices e boletins da qualidade do ar, e a Cetesb também alerta que esses dados são sujeitos a validação posterior. A avaliação da frequência de ultrapassagens dos padrões de qualidade do ar ao longo dos últimos oito anos e avaliação das médias horárias dos últimos dois anos, foi feita utilizando tabelas dinâmicas e ferramentas de estatística descritiva disponíveis no programa Excel.

## Resultados e Discussões

A base de dados utilizada ficou em torno de 62.671 dados de concentração de ozônio referentes aos anos de 2003 a 2010, com aproximadamente 10% de ausência de dados.

A Figura 1 mostra a distribuição de frequência do número de ocorrências de concentração de ozônio nas faixas entre 120 e 160  $\mu g.m^{-3}$ ; entre 161 e 220 e valores acima de 220  $\mu g.m^{-3}$ . O número de ultrapassagens do PQA (160  $\mu g.m^{-3}$ ), que não deveria ser excedido mais de uma vez ao ano varia de 2 a 39 ocorrências considerando o período de 2003 a 2010. Porém, se tomarmos o valor de 120  $\mu g.m^{-3}$ , que já é adotado como valor limite em alguns países na Europa, observa-se uma variação de 13 a 48% dos dias do ano com valores acima desse limite, sugerindo uma exposição crônica da população aos efeitos deletérios do ozônio.

**Análise de Frequência Anual da Concentração de  $O_3$**



|           | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| □ 120-160 | 146  | 70   | 54   | 51   | 176  | 61   | 67   | 157  |
| ■ 161-200 | 12   | 11   | 5    | 2    | 24   | 7    | 9    | 39   |
| ■ >200    | 1    | 3    | 1    | 0    | 2    | 0    | 0    | 17   |

Figura 1: Distribuição de frequência de ocorrências de concentração de ozônio com valores entre 120 e 160  $\mu\text{g.m}^{-3}$ ; entre 161 e 200  $\mu\text{g.m}^{-3}$  e maiores que 200  $\mu\text{g.m}^{-3}$ .

O ozônio é um poluente secundário, isto é ele é formado na atmosfera através de reações fotoquímicas (na presença de radiação solar), entre os óxidos de nitrogênio ( $\text{NO}_x$ ) e os compostos orgânicos voláteis (COV's). Esses precursores, por sua vez, podem ser procedentes de emissão veicular, processos industriais, evaporação e (re) distribuição de combustíveis. A figura 2 mostra o valor médio para cada hora do dia durante o ano de 2010, separando os dias úteis dos finais de semana.

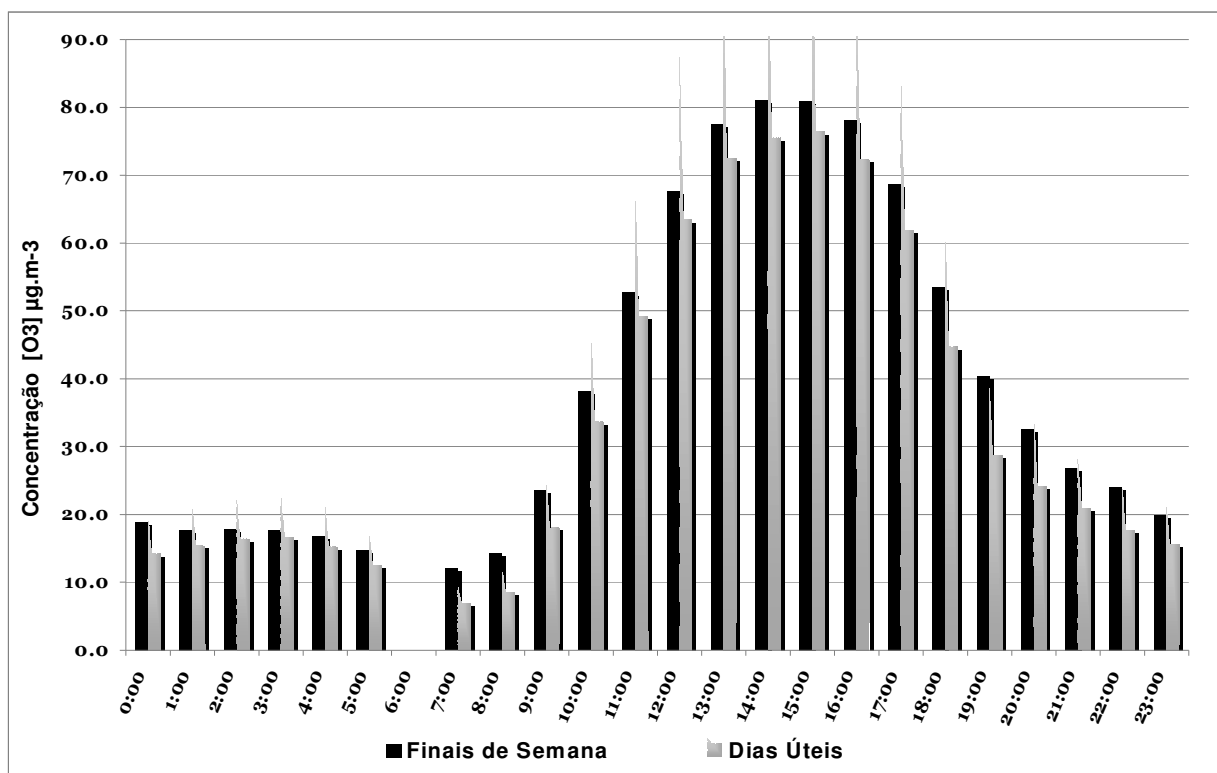


Figura 2 – Valores médios horários da concentração de ozônio ( $\mu\text{g.m}^{-3}$ ) em São José dos Campos, evidenciando os valores referentes aos finais de semana (preto) e dias úteis (verde).  
Fonte: Dados da estação de qualidade do ar da Cetesb

Como o processo de formação do ozônio depende da radiação solar, é natural que as ocorrências de ozônio comecem a partir das 10:00 da manhã, com valores mais elevados a partir das 15:00 hs. Observa-se que os valores correspondentes aos finais de semana não mostram redução quando comparados aos valores médios horários dos dias úteis. Esse comportamento, apesar de não ilustrado no trabalho, também se apresenta no ano de 2009. Isso sugere que as emissões veiculares podem não ser as principais fontes dos precursores do ozônio em São José

dos Campos. A proximidade da Refinaria Henrique Lage, a REVAP, instalada no Município com processamento de 251 mil barris/dia, pode ser uma fonte significativa de COV's para o município.

### **Conclusões**

São José dos Campos, já apresenta comprometimento da qualidade do ar, pois é um centro com elevada concentração populacional, grande diversidade industrial e intenso fluxo rodoviário, com severas influências regionais, por situar-se entre as duas maiores metrópoles brasileiras. O número de ultrapassagens do Padrão Nacional de Qualidade do Ar ( $160 \mu\text{m}.\text{m}^{-3}$ ) varia de 2 a 39 ocorrências, entre 2003 e 2008, porém apresenta uma grande quantidade de concentrações de ozônio com valores acima de  $120 \mu\text{g}.\text{m}^{-3}$ , o que caracteriza uma exposição crônica da população aos efeitos do poluente. Os efeitos dessa exposição crônica precisam ser avaliados para direcionar políticas públicas voltadas ao controle da poluição atmosférica.

### **Referências**

Cetesb - Relatório de qualidade do ar no Estado de São Paulo 2009/ CETESB. São Paulo: CETESB,2009. 209p.. Série Relatórios / Secretaria de Estado do Meio Ambiente, ISSN 0103-4103).

Martins L. C. et al. Air pollution and emergency room visits due to pneumonia and influenza in São Paulo, Brazil. *Rev. Saúde Pública* vol.36 no.1 São Paulo Feb. 2002

Saldiva PH, et al. Association between air pollution and mortality due to respiratory diseases in children in São Paulo, Brazil: a preliminary report. *Environ Res.* 1994;65(2):218-25.

WHO.Monitoring ambient air quality for health impact assessment .WHO regional publications. European series ; No. 85-World Health Organization 1999.