

## **ESTUDO DO OZÔNIO NA TROPOSFERA DAS CIDADES DO INTERIOR DO ESTADO DE SÃO PAULO: SOROCABA E SÃO JOSÉ DOS CAMPOS**

Thalita Rangueri de Barros<sup>1</sup>, Maria Lucia Pereira Antunes<sup>1</sup>

<sup>1</sup> UNESP Campus Experimental Sorocaba

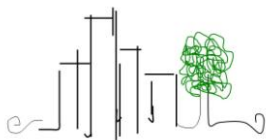
### **RESUMO**

A poluição do ar é um problema ambiental que afeta a humanidade desde seus primórdios e vem agravando-se com o desenvolvimento tecnológico e o surgimento dos grandes centros urbanos. Os poluentes além de causar danos à saúde humana, podem ser encontrados no ar sob a forma de material particulado (MP), vapores ou gases, sendo ozônio um dos mais críticos. Este trabalho realiza uma avaliação do ozônio troposférico na cidade de Sorocaba (SP) e São José dos Campos (SP) e identifica as possíveis fontes que contribuem para a formação desse poluente, utilizando-se de medidas de concentração de O<sub>3</sub> e MP e registros relativos à direção dos ventos. Através da análise dos dados constatou-se que as principais fontes industriais das regiões contribuem para os episódios críticos de ozônio nas duas cidades e que se destacam duas fontes poluidoras: a combustão veicular local e regiões industriais localizadas nos quadrantes O e SE, e ESE, respectivamente para Sorocaba e São José dos Campos.

### **INTRODUÇÃO**

Com o desenvolvimento tecnológico da humanidade e o surgimento de grandes centros urbanos, os problemas de poluição atmosférica foram sempre se agravando, culminando com desastres históricos que evidenciaram e permitiram sustentar a associação entre poluentes do ar e danos à saúde humana, à vegetação e à degradação dos materiais. Os poluentes são encontrados, no ar, sob a forma de gases e vapores ou material particulado (aerossóis: partículas sólidas ou líquidas em suspensão na atmosfera), os quais são injetados na atmosfera por fontes naturais e antropogênicas [SEINFELD, J.H.; PANDIS, S.N., 1998].

Entre os gases, um dos poluentes mais críticos é o ozônio (O<sub>3</sub>). Embora este poluente seja benéfico na estratosfera, tem efeitos tóxicos na camada mais baixa da atmosfera, pois apresenta risco para saúde humana, provocando problemas como tosse e diminuindo a capacidade pulmonar. O ozônio não é um poluente emitido diretamente pelas fontes, sendo formado através de reações que ocorrem na atmosfera. Essas reações ocorrem a partir de substâncias precursoras, emitidas na atmosfera, que absorvem fótons a partir da radiação solar (reações fotoquímicas) e se converte em



ozônio. Os precursores característicos associados à formação do ozônio são óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>) e os compostos orgânicos voláteis (COV) [JR. CARVALHO, 2003].

O ozônio é um poluente típico de cidades de clima seco, quente e ensolarado e já se observa que seu Padrão de Qualidade do Ar (PQAR) é ultrapassado, várias vezes ao ano, em algumas cidades do interior do Estado de São Paulo. Procurando contribuir com a melhoria da qualidade do ar do Estado de São Paulo, a legislação estadual (DECRETO N. 48.523) definiu áreas de saturação para determinados poluentes, e estabeleceu compensações de emissões nessas áreas para a implantação de novas indústrias ou para renovação de licenças de operação.

Procurando contribuir com informações sobre o poluente ozônio nas áreas saturadas do Estado de São Paulo, este trabalho tem como objetivo avaliar as concentrações de ozônio (O<sub>3</sub>) na troposfera das cidades de Sorocaba e São José dos Campos desde o ano de 2006 até 2009, identificando as possíveis fontes que contribuem para a formação do ozônio através da análise dos parâmetros: concentração de ozônio (O<sub>3</sub>), material particulado inalável (MP10) e direção dos ventos.

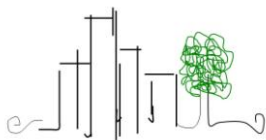
## **METODOLOGIA**

Foram utilizadas, neste trabalho, medidas da direção, concentração de O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub> e material particulado (MP10) obtidos hora a hora pelo monitoramento da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB (COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL) realizado na estação de monitoramento de Sorocaba (localizada à Rua Nhonhô Pires, 260 – Bairro Santa Terezinha), São José dos Campos (localizada à Rua Ana G. da Cunha, 40-J. Jussara) durante o período de estudo.

As concentrações de ozônio foram obtidas pelo método de absorção molecular ultravioleta [SKOOG et al., 2002] e para a determinação da concentração de óxidos de nitrogênio utilizou-se o método de quimiluminescência [BAIRD, 2002]. O MP10 foi determinado através do método de radiação beta [UNEP/WHO, 1994].

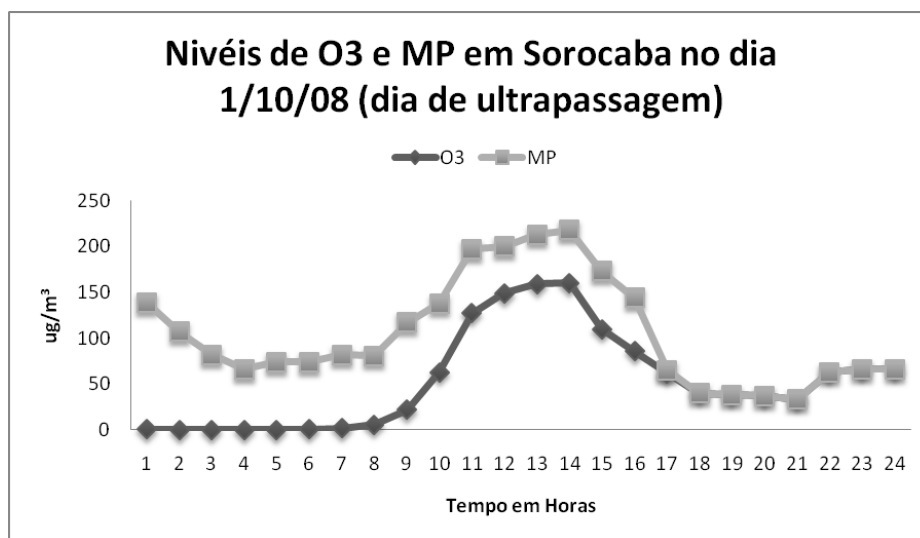
## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Foram avaliados o número de dias em que o padrão de qualidade do ar para ozônio (160 µg/m<sup>3</sup> - RESOLUÇÃO CONAMA nº 3, 1990) foi ultrapassado desde o ano de 2006 a 2009. Em todo o período estudado a cidade de São José dos Campos apresentou um total de quinze dias em que os padrões de qualidade do ar para ozônio foram ultrapassados, já para Sorocaba um total de dezoito dias.



A média mesal das concentrações de O<sub>3</sub> e Material Particulado, durante todos os anos, mostram que as maiores concentrações de material particulado nas duas cidades ocorrem no mês de julho (período de inverno), já para o ozônio a média permanece praticamente constante durante todos os meses.

A figura 1 apresenta uma comparação das concentrações de ozônio e material particulado em função do tempo, ao longo de um dia de ultrapassagem dos padrões de qualidade do ar em Sorocaba.

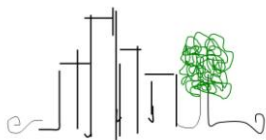


**Figura 1.** Comportamento horário das concentrações de O<sub>3</sub> e MP em Sorocaba em dia de ultrapassagem. (Fonte: Cetesb)

Observa-se na figura 1 que ambos os poluentes apresentam ao longo do dia picos em torno das 13hs (horário de maior insolação) e queda em suas concentrações à noite e pela manhã. Observa-se também, a mesma tendência no comportamento desses poluentes, o que pode indicar que o MP provém da mesma fonte poluidora que o ozônio: os veículos - já que as concentrações diminuem à medida que diminuem a circulação dos mesmos nas cidades.

A fim de se analisar a direção predominante média dos ventos nos dias de ultrapassagem do O<sub>3</sub> nas duas cidades em estudo, foi feita uma análise comparativa hora a hora do O<sub>3</sub> e direção do vento respectivo para todos os dias de ultrapassagem do poluente nos anos de 2008 e 2009 nas duas cidades. A figura 2 (os mapas), apresenta a predominância dos ventos nas cidades de São Jose dos Campos e Sorocaba nos dias em que se observaram ultrapassagem nos padrões de qualidade do ar para ozônio.





poluição causada pelo O<sub>3</sub>. Para São José dos Campos, o quadrante é-sudeste (2009), corresponde à cidade de Jambuí.

## REFERÊNCIAS

BAIRD, 2002 - BAIRD, C. **Química Ambiental**. Porto Alegre: Bookman, 2002.

JR. CARVALHO A. João, LACAVA T. Pedro, **Emissões em Processos de Combustão**, UNESP, 2003

IBGE. Cidades. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>> Acessado em: 02 março 2010.

Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA n°3. Disponível em :<<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res90/res0390.html>>. Acessado em: 24 outubro 2008.

SEINFELD, J.H.; PANDIS, S.N. Atmospheric Chemistry and Physics from Air Pollution to Climate Change. Wiley. New York, USA, 1998.

SKOOG et al., 2002 - SKOOG, D.A.; HOLLER, F.J.; NIEMAN, T.A. **Princípios de Análise Instrumental**. Porto Alegre: Bookman, 2002.11

UNEP/WHO, 1994 - UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME/ WORLD HEALTH ORGANIZATION. Gem/Air Methodology Review Handbook Series: **Measurement of suspended particulate matter in ambient air**. Nairobi: UNEP/WHO, 1994.