

## **AVALIAÇÃO SAZONAL DA CONCENTRAÇÃO DE OZÔNIO E SEUS PRECURSORES NA REGIÃO METROPOLITANA DE PORTO ALEGRE**

OTÁVIO VOLOSKI COUTINHO<sup>1</sup>; JONAS DA COSTA CARVALHO<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – otavio.voloski@hotmail.com

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – jonas.carvalho@ufpel.edu.br

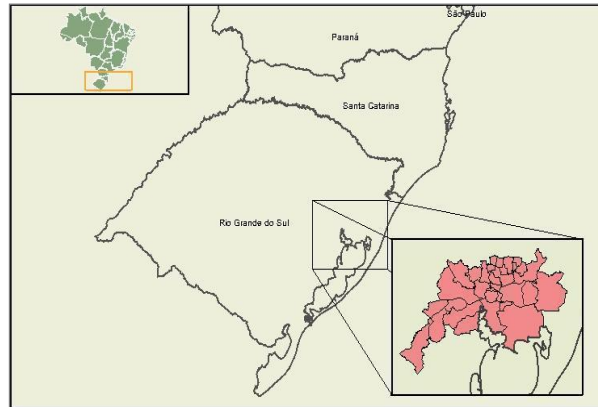
### **1. INTRODUÇÃO**

A emissão de poluição de origem antrópica urbana é um grave problema de saúde pública nas grandes cidades, as quais apresentam deficiências de infraestrutura ocasionadas pelo rápido crescimento demográfico combinado com a falta de planejamento urbano. Dependendo do nível em que esses poluentes se encontram na atmosfera, podem produzir efeitos significativos nos seres humanos, aos animais e inclusive à vegetação. Em função do aumento na taxa de urbanização e do desenvolvimento industrial durante as últimas décadas, ocorreram acréscimos nas emissões atmosféricas antrópicas de precursores de ozônio nas regiões do Brasil altamente urbanizadas e desenvolvidas.

No Estado do Rio Grande do Sul (RS), a Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA) é uma delas. Através de diversos estudos realizados, conclui-se que um dos maiores problemas originados pela poluição do ar em áreas urbanas é o provocado por oxidantes fotoquímicos, sendo o principal deles o ozônio (O<sub>3</sub>). O ozônio em superfície é formado por uma série de reações fotoquímicas complexas entre óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub> = NO + NO<sub>2</sub>) e compostos orgânicos voláteis (COVs) na presença de luz solar. Outra possibilidade é a formação de O<sub>3</sub> por reações envolvendo a ação catalítica de NO<sub>x</sub> na oxidação de monóxido de carbono (CO). Os automóveis são as principais fontes de emissão dos precursores de ozônio, não descartando a contribuição destes por fontes estacionárias e biogênicas. Este trabalho tem como objetivo realizar uma análise da concentração sazonal de ozônio troposférico e seus precursores RMPA durante o ano de 2006, bem como avaliar correlação dos poluentes com dados meteorológicos.

### **2. METODOLOGIA**

A RMPA está localizada no meio-leste do Rio Grande do Sul, compreendendo 33 municípios distribuídos sobre uma área de 10.097,196 km<sup>2</sup> (Figura 1). É considerada a 3ª região metropolitana mais desenvolvida no Brasil e uma das áreas de maior densidade populacional, com aproximadamente 4 milhões de habitantes. É caracterizada por diferentes tipologias industriais, incluindo diversas fontes fixas (refinarias, siderúrgicas, termoelétricas) e fontes móveis (aproximadamente 620 mil veículos circulando).



**Figura 1:** Área de estudo - Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA)

Para a análise apresentada neste trabalho, foram utilizados dados de concentração médios horários de monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio ( $\text{NO}_x$ ) e ozônio ( $\text{O}_3$ ) monitorados por uma estação de qualidade do ar instalada pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler (FEPAM) na cidade de Esteio.

A análise leva em conta o comportamento das variáveis meteorológicas temperatura do ar, radiação solar e altura da camada limite, as quais influenciam diretamente a formação e concentração de poluentes em áreas urbanas e industriais, e são rotineiramente observadas por estações meteorológicas ou simuladas por modelos numéricos de meteorologia.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

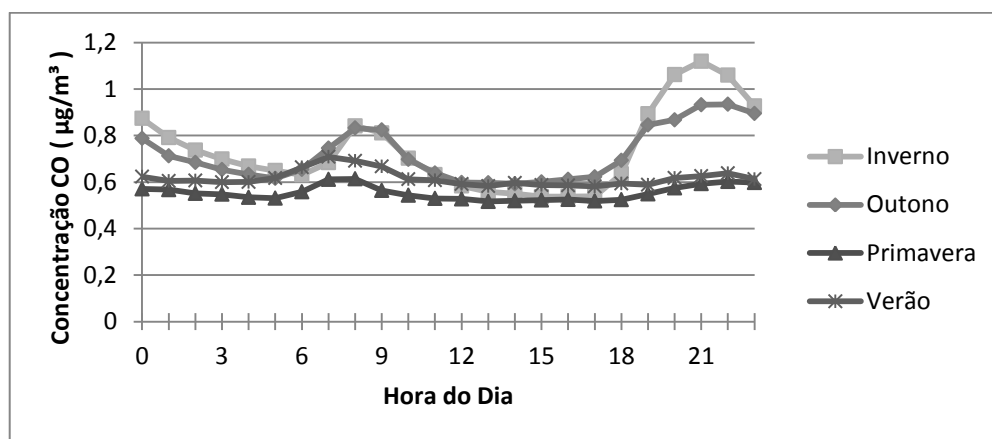
As figuras de 2 a 4 apresentam a variação sazonal da concentração dos poluentes CO,  $\text{NO}_x$  e  $\text{O}_3$ , respectivamente.

O CO é um poluente diretamente emitido por fontes na superfície e, uma vez na atmosfera, possui um tempo de vida de aproximadamente dois meses. Por consequência, este poluente é basicamente controlado pelos processos de emissão e transporte. O  $\text{NO}_x$  é formado pela soma de NO (presente em baixas concentrações na atmosfera, não representando perigo à saúde humana) e  $\text{NO}_2$  (precursor do *smog* fotoquímico, sendo encontrado em regiões urbanas e industriais). A união dos dois em conjunção com a luz solar e COVs, resulta na produção de  $\text{O}_3$ . O  $\text{NO}_x$  é também emitido diretamente por fontes na superfície e tem um tempo de vida de aproximadamente 1 a 2 dias. Sua distribuição é determinada pela combinação dos processos de química, transporte e emissão.

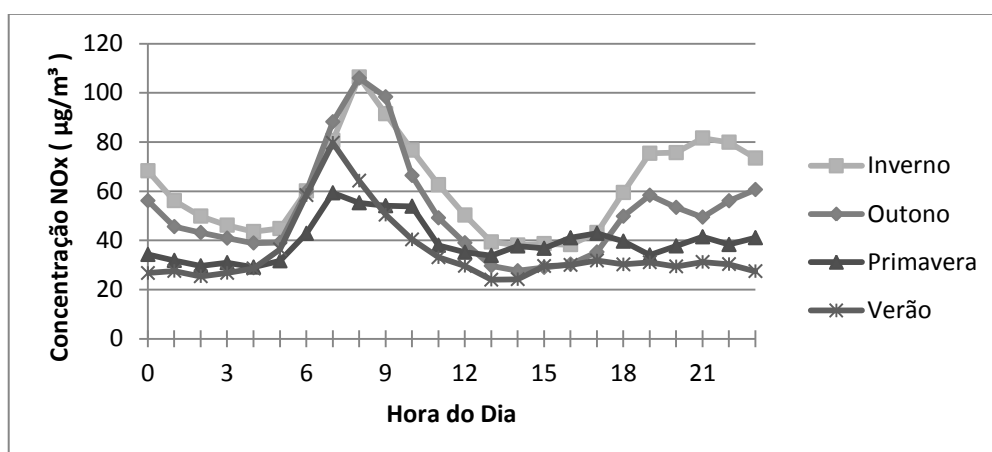
Observa-se que os poluentes CO e  $\text{NO}_x$  apresentam os maiores valores de concentração durante as estações frias (inverno e outono) e os menores valores durante as estações quentes (verão e primavera). O local de monitoramento em Esteio sofre forte influência de fontes móveis; consequentemente CO e  $\text{NO}_x$ , emitidos principalmente pela exaustão dos motores de veículos, estão presente em altas concentrações. Pode-se notar que CO e  $\text{NO}_x$  começam a aumentar a partir das 6 horas, juntamente com o aumento das emissões veiculares ou atividades industriais, mostrando um pico de concentração por volta das 8 horas. Este comportamento é típico de áreas urbanas com a influência de fontes móveis. A noite, ocorre um aumento das concentrações de CO e  $\text{NO}_x$ , começando às 18 horas, por influência

do trefego veicular durante a hora do *rush* e da estabilidade atmosférica devido a camada limite noturna.

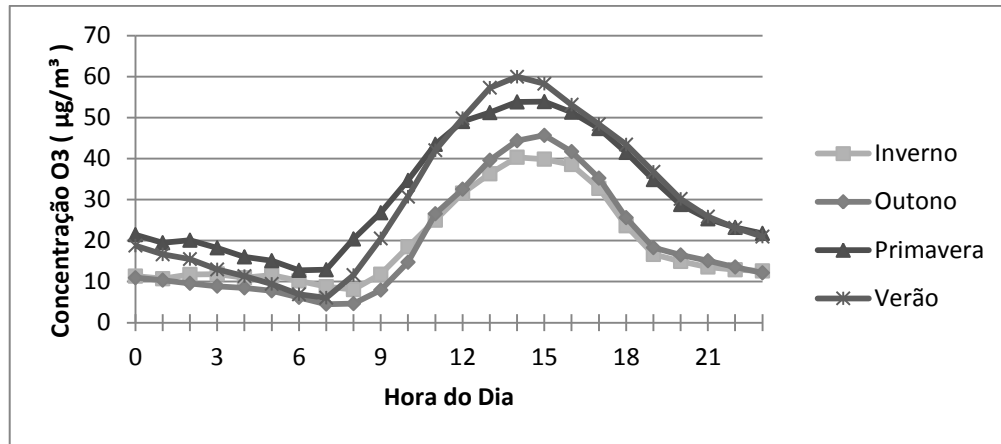
Diferentemente do que ocorre com os poluentes CO e NO<sub>x</sub>, o O<sub>3</sub> apresenta os maiores valores de concentração nos meses mais quentes (verão e primavera) e os menores valores nos meses mais frios (inverno e outono). Observa-se, também, um aumento na concentração de O<sub>3</sub> durante o dia, começando às 8 horas e alcançando seu máximo às 14 horas. O<sub>3</sub> em atmosferas urbanas alcança o valor máximo de concentração durante o dia, quando ocorre o máximo na intensidade da radiação solar e da temperatura do ar, desde que este poluente está diretamente associado com estas variáveis meteorológicas. Em adição, o aumento da altura da camada limite convectiva resulta em uma maior mistura de O<sub>3</sub> devido a atuação de vórtices térmicos, que provocam a transferência do poluente de níveis mais altos em direção à superfície. Depois de alcançar o pico de concentração às 14 horas, a concentração de O<sub>3</sub> cai lentamente devido a diminuição da atividade fotoquímica.



**Figura 2:** Variação sazonal de CO na Região Metropolitana de Porto Alegre em 2006 para a estação de Esteio.



**Figura 3:** Variação sazonal de NO<sub>x</sub> na Região Metropolitana de Porto Alegre em 2006 para a estação de Esteio.



**Figura 4:** Variação sazonal de O<sub>3</sub> na Região Metropolitana de Porto Alegre em 2006 para a estação de Esteio.

#### 4. CONCLUSÕES

Os resultados deste estudo mostraram a variabilidade sazonal das concentrações do O<sub>3</sub> e seus precursores. Apresentaram, também, a forte influência que algumas variáveis meteorológicas exercem sobre a evolução temporal da concentração dos poluentes na RMPA.

Os poluentes precursores do ozônio troposférico, CO e NO<sub>x</sub>, apresentaram os maiores valores de concentração durante inverno e outono e os menores valores durante verão e primavera. CO e NO<sub>x</sub> apresentaram picos de concentração pela manhã (8 horas) e no final da tarde (18 horas), principalmente por influência do tráfego veicular.

O O<sub>3</sub> apresentou os maiores valores de concentração durante verão e primavera e os menores valores durante inverno e outono. O<sub>3</sub> em atmosferas urbanas alcança o valor máximo de concentração durante o dia (por volta das 14 horas), quando ocorre o máximo na intensidade da radiação solar e da temperatura.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CUCHIARA, G. C. **Modelagem da Poluição do Ar por Reações Fotoquímicas Associada à Fontes Veiculares na Região Metropolitana de Porto Alegre**. Pelotas: UFPEL, 2011.

KALABOKAS, P. D. et al. **Analysis of the 11-year record (1987-1997) of air pollution measurements in Athens, Greece. Part I: Primary air pollutants**. Atenas, Grécia: Academia de Atenas, Centro de pesquisas de física da atmosfera e climatologia, 1999.

KALABOKAS, P. D. et al. **Analysis of the 11-year record (1987-1997) of air pollution measurements in Athens, Greece. Part II: Photochemical air pollutants**. Atenas, Grécia: Academia de Atenas, Centro de pesquisas de física da atmosfera e climatologia, 1999.