

## ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DO OZÔNIO TROPOSFÉRICO

Wellington Vinicius Batista<sup>1</sup>, Iara da Silva<sup>1</sup>, Leila Droprinchini Martins<sup>1</sup>

### Ações antrópicas sobre o meio ambiente

#### Resumo

O ozônio (O<sub>3</sub>) troposférico é um dos poluentes atmosféricos comumente associado a doenças do aparelho respiratório, altas concentrações de O<sub>3</sub> estão relacionadas com áreas muito urbanizadas e industriais. Este trabalho tem por objetivo, apresentar a caracterização do poluente ozônio em uma área pouco urbanizada, e discutir conceitos mais relevantes diante do cenário atual relacionado a poluição atmosférica. Para a caracterização, realizou-se a amostragem do poluente em área afastada do centro urbano da cidade de Londrina, organizou-se os dados, e posteriormente realizou-se a análise exploratória. Através de gráficos de perfil e estatísticas descritivas obteve-se o comportamento do poluente na área estudada. As concentrações foram mais elevadas em dias de semana, e no período logo após o pico de radiação solar, características estas esperadas.

Palavras-chave: Análises Exploratórias; Ozônio; Poluição Atmosférica; Urbanização.

### INTRODUÇÃO

A qualidade do ar é padronizada, referindo-se às concentrações de poluentes atmosféricos que, quando ultrapassados, poderão afetar a saúde, a segurança e o bem estar da população, bem como ocasionar danos à flora e fauna, aos materiais e ao meio ambiente em geral (MMA, 2020).

Os problemas envolvendo a poluição atmosférica vão além de ocasionar efeitos adversos ao meio ambiente, sendo atualmente um dos principais fatores correlacionados a doenças respiratórias, cardiovasculares e mentais (LANDRIGAN et al., 2018; DA SILVA et al., 2020). Diversos estudos apresentam a existência de relação entre a qualidade do ar e a ocorrência de doenças; estima-se que 3 milhões de mortes por ano são decorrentes da má qualidade do ar (CHEN et al., 2015).

Os poluentes atmosféricos podem ser divididos em duas categorias, os poluentes primários e os secundários. Os primários são caracterizados por serem emitidos diretamente da fonte de emissão, e os secundários por serem formados a partir de reações químicas entre poluentes primários e componentes naturais da atmosfera. Dentre os principais poluentes secundários tem-se o ozônio, que é formado a partir de reações entre óxidos de nitrogênio e compostos orgânicos voláteis na

<sup>1</sup>Universidade Tecnológica Federal do Paraná – PR – Campus Londrina. wellington.bt-1@hotmail.com

presença de luz (CETESB, 2020).

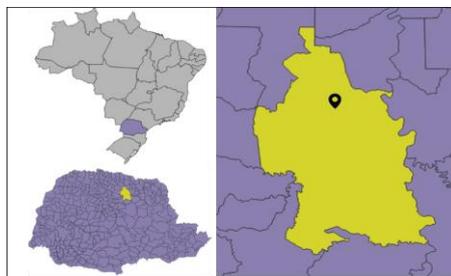
Na estratosfera (a cerca de 25 km de altitude) o ozônio tem a importante função de proteger a Terra, como um filtro, dos raios ultravioletas emitidos pelo Sol (MMA, 2020). Entretanto, o ozônio encontrado na faixa de ar próxima do solo, onde respiramos, é considerado tóxico, transformado-se em um gás poluente, responsável pelo aumento da temperatura da superfície e danoso a saúde (SHEN et al., 2019).

## METODOLOGIA

Os dados utilizados nesse trabalho foram medidos na UTFPR - câmpus Londrina no período de 2016 a 2018, através do equipamento ThermoScientific, O<sub>3</sub> Analyzer, modelo 49i, com resolução temporal de 1 minuto. Londrina é a segunda maior cidade do estado do Paraná, com área urbana de 165 km<sup>2</sup> e densidade populacional de 307 hab./km<sup>2</sup> (IBGE, 2018; IPARDES, 2018). O clima local segundo a classificação de Koppen é subtropical Cfa, com verões quentes e úmidos (ALVARES et al., 2013).

A UTFPR-LD está localizada na região leste da cidade (lat:-23.30°,lon:-51.11°), em uma área pouco urbanizada. O fluxo veicular principal da área é devido a movimentação de alunos e servidores da instituição, entretanto recentemente com a construção de prédios residenciais essa movimentação se tornou maior.

Figura 1- Área de coleta de dados.



Fonte: autoria própria, 2020.

Para a observação do perfil do poluente ozônio posteriormente a amostragem, realizou-se a estruturação do banco de dados e a normalização, em que as médias horárias do dia foram divididas pelo valor médio do período, para a realização da análise exploratória afim de resumir suas principais características ao longo dos dias da semana. Dados discrepantes foram removidos do banco de dados, denotados como

inválidos devido a problemas operacionais do equipamento. As medidas de posição e dispersão foram obtidas descrevendo o comportamento dos dados. Por fim uma análise do perfil temporal foi realizada. Os dados foram organizados e trabalhados no *Software R* versão 3.6.1 (The R Foundation EUA).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 descreve os valores centrais de concentração do poluente analisado. De acordo com a EPA - Environmental Protection Agency (2020), a exposição prolongada a concentrações a partir de 5 ppb pode causar irritação nos olhos, nariz e garganta.

Tabela 1 – Análise descritiva das concentrações de ozônio (ppb).

Mínimo	Média	Máximo	Mediana	Desvio Padrão
0	17,33	99,84	16,46	9,7

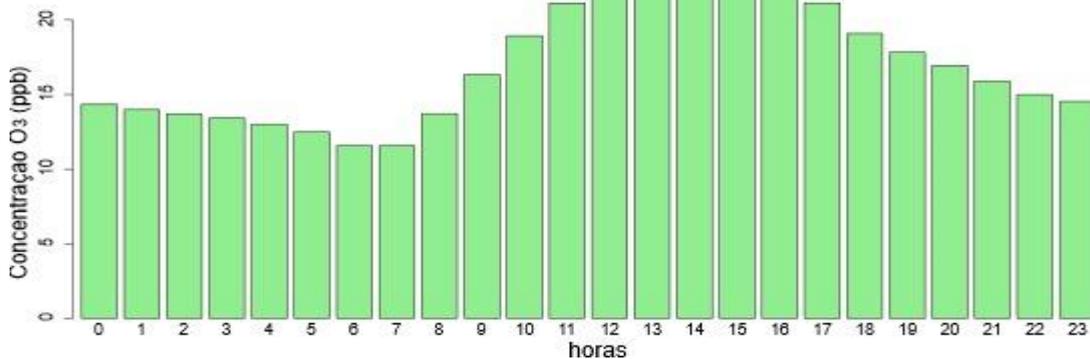
Fonte: Autoria própria, 2020.

O gráfico de perfil horário (Figuras 2 e 3) apresenta a caracterização horária do  $O_3$ , com maior concentração registrada após cerca de 2 horas do pico de radiação solar, já que a formação desse poluente secundário depende da luz. Percebe-se que o pico às 15 horas, tem uma boa representatividade, pois o horário de maior radiação solar é próximo às 12 horas, mas leva um tempo para que a reação ocorra, caracterizando a maior concentração de ozônio, tempo depois. Esse perfil também foi observado em outros estudos para áreas com alto índice de urbanização (ANDRADE et al., 2017; SCHUCH et al., 2019).

Os dias com concentrações mais altas foram nos dias de semana, por conta da circulação maior de veículos, em horários de pico na região. Como há maior circulação de veículos nos dias úteis no local há também maior emissão dos compostos primários essenciais para a reação de produção do poluente ozônio ( $NO_x$ , CO e compostos orgânicos voláteis) (ALVIM et al., 2011). No entanto, não se observou a ocorrência de efeito de final de semana. Já as médias mensais apresentaram maior concentração em setembro/outubro, meses em que o céu em geral permanece com menor tempo coberto por nuvens, concordando com o observado para outros locais (SCHUCH et al., 2019).

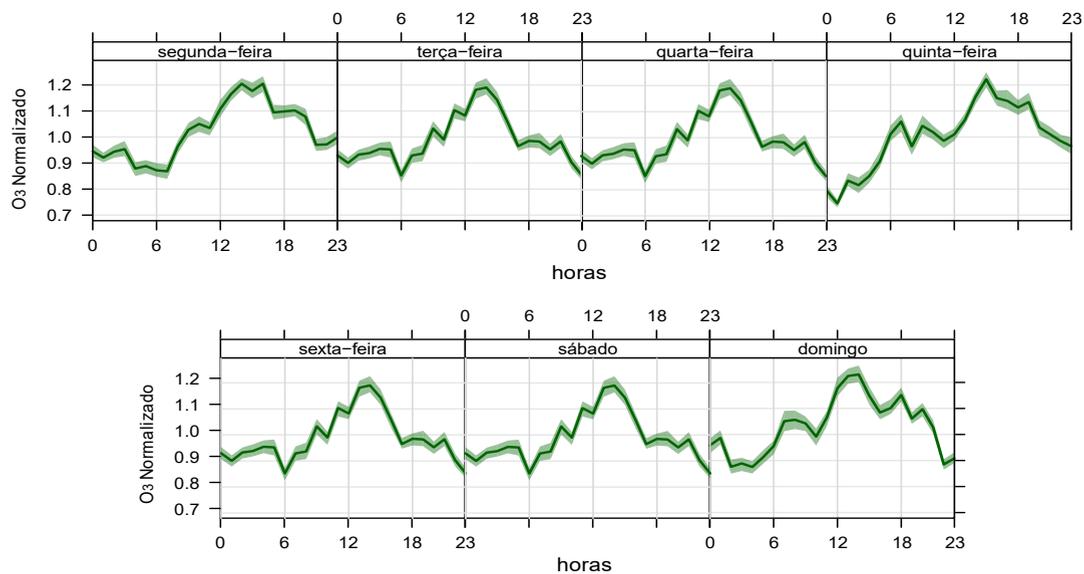
Outra característica interessante que pode ser observada (Figura 3) nos perfis diários é a ocorrência de relativas altas concentrações no período noturno, possivelmente podendo estar associado ao transporte e a ausência de NO para consumir o O<sub>3</sub>.

Figura 2 - Gráfico horário da concentração média de O<sub>3</sub> (ppb) para o período.



Fonte: Autoria própria, 2020.

Figura 3 - Perfil da série hóraria média de O<sub>3</sub> (ppb) normalizada para o período.



Linha sólida – médias; sombreamento – intervalo de confiança 95%. Fonte: Autoria própria, 2020.

## CONCLUSÃO

A partir das análises realizadas com as concentrações de O<sub>3</sub> é possível observar

que as maiores concentrações estão diretamente relacionados com a disponibilidade de radiação solar, com pico em torno das 15:00 h local, porém com valores expressivos a noite, possivelmente associado a transporte e ausência de NO. Não foi observado efeito de final de semana nas concentrações de O<sub>3</sub> como característicos de locais com alto grau de urbanização. Por fim, a primavera é a estação que ao longo do ano apresentou as maiores médias de concentração no local. Estudos adicionais são recomendados para avaliar a influência do transporte regional nas concentrações noturnas.

## REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.
- ALVIM, D. S. et al. Estudos dos compostos orgânicos voláteis precursores de ozônio na cidade de São Paulo. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 16, n. 2, p. 189–196, 2011.
- ANDRADE, M. de F. et al. Air quality in the megacity of São Paulo: Evolution over the last 30 years and future perspectives. **Atmospheric Environment**, v. 159, p. 66–82, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.atmosenv.2017.03.051>>.
- CETESB. Poluentes/Qualidade do ar; Acesso em: 18/06/2020. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/ar/poluentes/>.
- CHEN, Chi-Hsien; CHAN; Chang-Chuan; CHEN, Bing-Yu; CHENG, Tsun-Jen; GUO, Yue L. Effects of particulate air pollution and ozone on lung function in non-asthmatic children. **Environmental Research**, v. 137, p. 40 - 48, 2015
- DA SILVA, IARA; MARTINS, LEILA D.; ALMEIDA, DANIELA S.; HASHIMOTO, E. M. RISK ASSESSMENT OF TEMPERATURE AND AIR POLLUTANTS ON HOSPITALIZATIONS FOR MENTAL AND BEHAVIORAL DISORDERS IN CURITIBA, BRAZIL. **Environmental Health**, 2020.
- IBGE. **Panorama Curitiba**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/curitiba/panorama>>. Acesso em: 25 mar. 2019.
- IPARDES. **Cadernos IparDES**.
- LANDRIGAN, P. J. et al. The Lancet Commission on pollution and health. **The Lancet**, v. 391, n. 10119, p. 462–512, 2017.
- Ministério do Meio Ambiente (MMA) /A camada de ozônio; Acesso em: 18/06/2020. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/clima/protecao-da-camada-de-ozonio/a-camada-de-ozonio>.
- SCHUCH, D.; DE FREITAS, E. D.; ESPINOSA, S. I.; et al. A two decades study on ozone variability and trend over the main urban areas of the São Paulo state, Brazil. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 26, n. 31, p. 31699–31716, 2019.
- SHEN, L.; JACOB, D. J.; LIU, X.; et al. An evaluation of the ability of the Ozone Monitoring Instrument (OMI) to observe boundary layer ozone pollution across China: Application to 2005–2017 ozone trends. **Atmospheric Chemistry and Physics**, v. 19, n. 9, p. 6551–6560, 2019.