

# OSZÔNIO TROPOSFÉRICO EM ÁREAS VERDES E PARQUES ARBORIZADOS

**DELABIO, José Cristiano; SOBAGE, Milton Norio**

[cristianodelabio@hotmail.com](mailto:cristianodelabio@hotmail.com)

Centro de Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão Oswaldo Cruz

**Resumo:** *O crescimento urbano na cidade de São Paulo tem aumentado a poluição atmosférica, potencializando os danos à saúde humana, principalmente pelo poluente secundário mais perigoso, o ozônio troposférico. O mesoclima formado pelas biotas locais tende a influenciar na dissipação ou concentração de poluentes atmosféricos. Diante disso, a probabilidade de contato através, principalmente, das vias aéreas superiores por inalação aumenta. O objetivo deste trabalho foi comparar as concentrações de ozônio troposférico entre o Ibirapuera e a Cidade Universitária (USP) entre os anos de 2010 a 2014. Os dados de concentração de ozônio troposférico foram obtidos no site da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) no mês de novembro de 2015. As áreas de estudo foram o Parque do Ibirapuera e a USP. Os valores de concentração de ozônio foram significativamente maiores entre os anos de 2010 a 2013 na área do Ibirapuera em comparação à USP. Em 2014, por outro lado, os valores não apresentaram distinção significativa entre os locais. As análises de correlação de Pearson indicaram que as variáveis abióticas com maior influência sobre a concentração de ozônio foram a irradiância, temperatura e vento. No ano de 2014, a influência do macroclima possa ter favorecido maior interação das variáveis abióticas com as concentrações de ozônio tanto no Ibirapuera quanto na USP, podendo indicar menor efeito tamponante ou condicionador dos mesoclimas de ambas as áreas. A hipótese levantada entre 2010 a 2013 não foi rejeitada. Em 2014, a hipótese foi rejeitada, provavelmente pelo período de seca anormal neste ano.*

**Palavras-chave:** *Ozônio troposférico, Mesoclima, Doenças respiratórias*

**Abstract:** *Urban growth in the city of São Paulo has increased air pollution, increasing the damage to human health, especially the most dangerous secondary pollutant, tropospheric ozone. The mesoclima formed by biota tends to influence the dissipation or concentration of air pollutants. Faced with this, the contact probability primarily through the upper respiratory tract by inhalation increases. The objective of this study was to compare the tropospheric ozone concentrations between Ibirapuera and the University City (USP) between the years of 2010 to 2014. The data of tropospheric ozone concentration were obtained from the Environmental Company site of the São Paulo State (CETESB) in month November 2015. The study areas were the Ibirapuera Park and University City. The ozone concentration values were significantly higher in the years 2010-2013 in the Ibirapuera area compared to University City. In 2014, on the other hand, the values showed no significant difference between locations. The Pearson correlation analysis indicated that abiotic variables with the greatest influence on the ozone concentration were irradiance, temperature and wind. In 2014, the influence of macroclima may have favored greater interaction of abiotic variables with ozone concentrations both Ibirapuera as the USP, which may indicate lower buffering*

effect or conditioner of mesoclimas of both areas. The hypothesis of 2010 to 2013 was not rejected. In 2014, the hypothesis was rejected, probably by abnormal drought this year.

**Keywords:** Tropospheric ozone, Mesoclima, Respiratory diseases

## INTRODUÇÃO

O crescimento urbano na cidade de São Paulo tem pontos positivos e negativos. Um dos pontos negativos é a alta densidade populacional e os impactos ambientais decorrentes dela (De Almeida et al., 1993; Tommasi, 1994; Fernandez, 2004). De acordo com a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), 90% da poluição do ar tem origem da frota de veículos em circulação. Com o crescimento desordenado da cidade, a falta de qualidade do transporte público e a facilidade de aquisição de um automóvel, os veículos particulares se tornaram a principal opção da população da Região Metropolitana de São Paulo (CETESB, 2015).

A Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE) divulgou que de 2010 para 2014 houve um aumento populacional de mais de 600 mil pessoas na RMSP. Já a frota de veículos, incluindo os leves, ônibus, caminhões, tratores e outros, aumento em 2 milhões; assim em 2010 havia 2,01 habitantes por veículo, e em 2014 essa razão caiu para 1,71hab/veículo, (Tabela 1).

Tabela 1. Dados divulgados pelo SEADE para população, frota de veículos e relação habitantes/veículos na região metropolitana de São Paulo.

Período	População	Frota Total de Veículos	Número de Habitantes por Total de Veículos
2010	19.667.558	9.787.712	2,01
2011	19.819.577	10.354.471	1,91
2012	19.973.125	10.847.327	1,84
2013	20.128.227	11.344.074	1,77
2014	20.284.891	11.858.293	1,71

Em cidades muito populosas com grandes centros urbanos, como a cidade de São Paulo, é comum ocorrer um fenômeno chamado *smog fotoquímico*, este ocorre pela grande quantidade de veículos movidos por motores de combustão que liberam para a atmosfera poluentes gasosos, como hidrocarbonetos, monóxido de carbono, óxidos de nitrogênio (NOx) e carbono orgânico voláteis (COV) (Botkin & Keller, 1998; Salazar, 2006). Esses gases liberados reagem com os gases presentes na atmosfera, com gases liberados por outros geradores de contaminação formando, por exemplo o ozônio (O<sub>3</sub>); essas reações ocorrem na presença de luz, por isso se chama fotoquímico e ocorre, principalmente, no verão (Baird & Cann, 2011). No *smog fotoquímico* há formação de

uma “nuvem” de fumaça com neblina, gases tóxicos e material particulado (Baird & Cann, 2011).

O ozônio formado nas reações que ocorrem na atmosfera é um problema ambiental grave, porque esse é um forte oxidante e causa diversos problemas para a saúde humana e para agricultura. O O<sub>3</sub> troposférico causa efeitos na função respiratória de crianças e adultos, aumento na frequência das crises de asma, redução do desempenho de atletas, estresse adicional em pacientes com doenças pulmonares obstrutivas crônicas e inflamação dos pulmões (Miraglia, 2002; CETESB, 2015).

O mesoclima formado pelas biotas locais tende a influenciar de forma conspícua na dissipação e concentração de poluentes atmosféricos. Diante desse cenário, a probabilidade de contato através, principalmente, das vias aéreas superiores por inalação, torna-se um risco cada vez mais provável e significativo.

As informações até aqui contidas sustentam a necessidade de se estudar a poluição atmosférica nas grandes metrópoles e as principais consequências ao meio ambiente e à saúde humana, principalmente quanto à presença de poluentes atmosféricos secundários. Dois locais com tráfegos consideráveis e que apresentam uma composição vegetal significativa são o Parque do Ibirapuera e a Cidade Universitária (USP). Além disso, são locais que concentram grande número de pessoas tanto por serem locais de passeio, quanto por estarem próximos de bairros residenciais. Diante disso, foi levantada a seguinte pergunta: A concentração de ozônio troposférico no Ibirapuera é maior do que a encontrada na USP nos últimos 5 anos? A hipótese é de que haja uma relação positiva entre o mesoclima do Ibirapuera com a concentração de ozônio troposférico. A previsão é que as concentrações sejam maiores no Ibirapuera em relação à USP.

## **OBJETIVO GERAL**

Comparar as concentrações de ozônio troposférico entre o Ibirapuera e a Cidade Universitária (USP) entre os anos de 2010 a 2014.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Correlacionar os fatores climáticos com as concentrações de ozônio troposférico nas duas áreas de estudo para possíveis inferências de relação de causa e efeito.
- Inferir sobre possíveis particularidades dos mesoclimas das duas áreas de estudo.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Os dados de concentração de ozônio troposférico foram obtidos no site da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) no mês de novembro de 2015 (<http://ar.cetesb.sp.gov.br/qualar>). Os dados são referentes às estações da CETESB localizadas tanto no Ibirapuera (Setor 25, Pq. Ibirapuera- São Paulo) quanto na Cidade Universitária (Avenida Professor Lineu Prestes, 2242, Cidade Universitária-USP). Os dados das variáveis climáticas foram coletados do Instituto de Astronomia, Geofísica e

Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo (IAG/USP, 2015). O conteúdo literário foi retirado de dissertações e teses, assim como de artigos científicos relacionados ao tema. Esta pesquisa ocorreu entre 20 de novembro a 4 de dezembro de 2015.

## ÁREAS DE ESTUDO

O Parque do Ibirapuera localiza-se no bairro do Ibirapuera, Distrito de Moema, na região centro-sul da cidade de São Paulo. Ele possui uma área de 1.545.000m<sup>2</sup> e topograficamente está inserido em uma região de várzea, sendo fundado em 1954 (Macedo, 2002). Desde então, este tem sido um dos parques mais procurados pela população paulista.

A CIDADE UNIVERSITÁRIA Armando de Salles Oliveira no bairro Butantã sedia a Universidade de São Paulo (USP), fazendo parte do campus da capital. É o local onde estão a maioria das unidades de ensino, pesquisa e extensão da universidade. A Cidade Universitária possui aproximadamente 8 milhões de metros quadrados. De uma forma geral, os edifícios da Cidade Universitária possuem implantação isolada, apresentando grandes distâncias entre uns e outros. A vegetação é composta por inúmeras árvores nativas formando mosaicos mais ou menos adensados.

## ANÁLISE DE DADOS

Para avaliar as premissas de normalidade dos valores das variáveis na amostragem foi empregado o teste de Kolmogorov-Smirnov, sendo verificada a premissa de distribuição normal e homocedasticidade das variâncias. A existência de outliers não foi evidenciada. Foi feita análise descritiva dos dados propiciando a comparação entre as médias e desvio padrão.

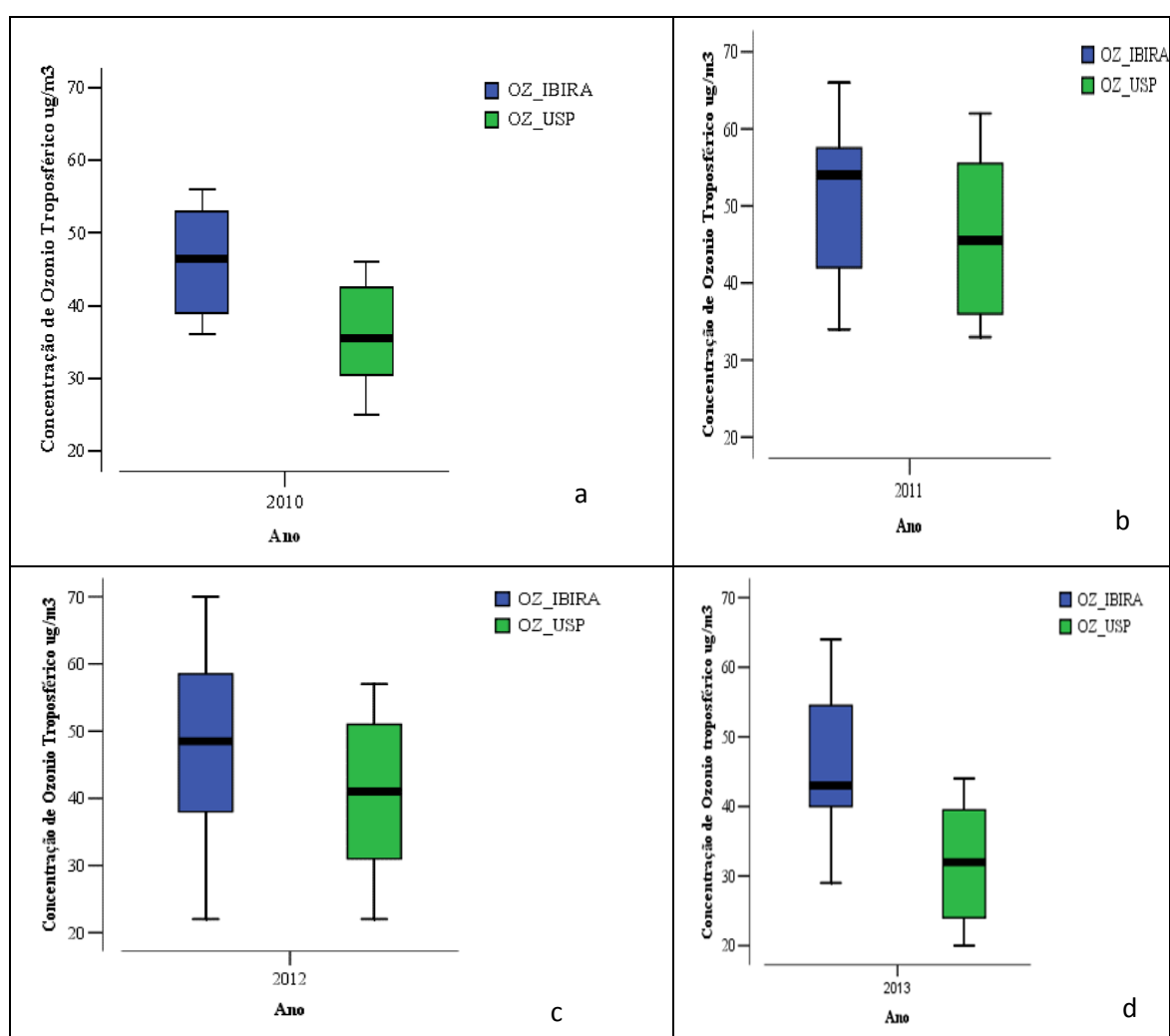
Foram realizadas análises de variância (*two-way*) a fim de verificar possíveis diferenças entre os valores médios encontrados para os locais (fator A) e os anos (fator B). Para todas as análises estatísticas foi considerado o alfa crítico de 0,05. Para verificar quais variáveis ambientais explicariam melhor a variabilidade de respostas em relação à concentração de ozônio troposférico em relação aos próprios mesoclimas, foram feitas análises de correlação de Pearson durante os cinco anos. As análises foram realizadas no pacote estatístico SPSS 13.0.

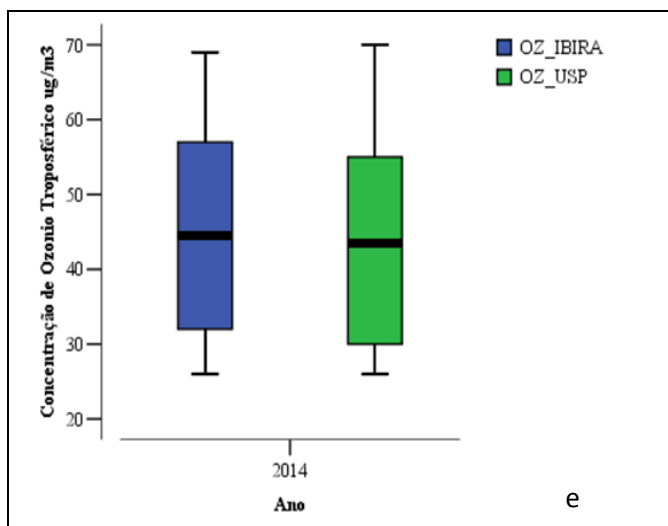
## RESULTADOS

Os valores médios e seus respectivos desvios para as concentrações de ozônio troposférico no ano de 2010 para a área do Ibirapuera e da USP foram, respectivamente: 46,16±1,17µg/m<sup>3</sup> e 36±2,12µg/m<sup>3</sup>. O fator local para este período foi significativamente maior para a área do Ibirapuera ( $p=0,00$ ) (Figura 1a). No ano de 2011, o valor médio e seu desvio padrão para a concentração de ozônio troposférico na área do Ibirapuera foi de 50,33±3,00µg/m<sup>3</sup> e para a área da USP os valores foram de 46,08±3,16µg/m<sup>3</sup>. O fator local para este período apresentou diferença significativa ( $p=0,00$ ) (Figura 1b).

Em 2012, os valores médios de ozônio troposférico encontrados no Ibirapuera continuaram mais altos dos que os valores na USP. No Ibirapuera os valores foram de  $47,91 \pm 4,24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , enquanto que na USP foram de  $40,83 \pm 3,41 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Houve, novamente, diferença média significativa entre as áreas ( $p=0,00$ ) (Figura 1c). Os resultados no ano de 2013 evidenciaram significância estatística entre os locais, ( $p=0,00$ ). Por mais um ano, os valores médios encontrados no Ibirapuera foram maiores quando comparados à USP. Os resultados, respectivamente foram:  $45,91 \pm 2,92 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e  $31,91 \pm 2,52 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Figura 1d).

Em relação ao ano de 2014, diferentemente do esperado, não houve diferença significativa entre os locais ( $p=0,12$ ), mesmo que os valores médios do Ibirapuera ainda fossem maiores do que na USP. No Ibirapuera os valores foram de  $44,91 \pm 4,22 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e na USP foram de  $43,58 \pm 4,09 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Figura 1e).





**Figura 1.** Diagrama de caixas representando os valores médios da concentração de ozônio troposférico no Ibirapuera e na Cidade Universitária (USP) entre os anos de 2010 a 2014. As caixas azuis representam o ozônio troposférico no Ibirapuera e as caixas verdes, o ozônio troposférico na USP. As linhas centrais das caixas representam a mediana da distribuição e o intervalo entre a barra inferior e superior das linhas representa 95% dos dados.

As análises de correlação entre as variáveis climáticas e o ozônio troposférico, não apresentaram nenhuma interação no ano de 2010 tanto no Ibirapuera quanto na USP. Em 2011, por outro lado, a variável irradiância apresentou correlação positiva com o ozônio em ambas as áreas, sobretudo na área da USP. A variável temperatura, no entanto, apresentou relação positiva com o ozônio apenas na área do Ibirapuera (Tabela 2).

Em 2012, a temperatura do ar continuou a apresentar forte correlação com o ozônio troposférico nas duas áreas. Em um caminho inverso, a umidade relativa do ar (URA) demonstrou uma interação negativa com a concentração de ozônio nas duas áreas. A variável vento, neste ano, foi outro fator que apresentou possível relação com a poluição do ar, mais especificamente com o ozônio, no Ibirapuera. No ano de 2013, a temperatura continuou a apresentar possível influência nas concentrações de ozônio no Ibirapuera. A URA mais uma vez apresentou correlação significativa, mas negativa, com a concentração de ozônio na USP. A variável vento e a concentração de ozônio na USP também apresentaram interações positivas nesse ano.

No ano de 2014, último ano de análise, foi verificada uma maior interação entre as variáveis abióticas com a variável ozônio. A irradiância, a temperatura e o vento apresentaram correlações positivas com o ozônio nos dois locais de comparação. Por outro lado, a URA e precipitação, foram correlacionadas negativamente com a concentração de ozônio troposférico (Tabela 2).

**Tabela 2.** Correlação de Pearson entre as variáveis climáticas e a concentração de ozônio troposférico no Ibirapuera e na Cidade Universitária (USP) entre os anos de 2010 a 2014. Os valores com um \* e dois \*\* significam respectivamente:  $p \leq 0,05$  e  $p \leq 0,01$ .

Periodo	Irradiância	Temperatura	URA	Vento	Precipitação
<b>2010</b>					
O <sub>3</sub> _Ibirapuera	ns	ns	ns	ns	ns
O <sub>3</sub> _Usp	ns	ns	ns	ns	ns
<b>2011</b>					
O <sub>3</sub> _Ibirapuera	0,30*	0,66**	ns	ns	ns
O <sub>3</sub> _Usp	0,60*	ns	ns	ns	ns
<b>2012</b>					
O <sub>3</sub> _Ibirapuera	0,31*	0,62*	-0,58*	0,32**	ns
O <sub>3</sub> _Usp	0,40*	0,83**	-0,55*	ns	ns
<b>2013</b>					
O <sub>3</sub> _Ibirapuera	ns	0,71**	ns	0,36**	ns
O <sub>3</sub> _Usp	ns	ns	-0,58*	ns	ns
<b>2014</b>					
O <sub>3</sub> _Ibirapuera	0,77**	0,74**	-0,69*	0,28**	- 0,45 *
O <sub>3</sub> _Usp	0,66*	0,68*	-0,65*	0,32**	- 0,49 *

ns= não significativo

URA= Umidade Relativa do ar

## DISCUSSÃO

Entre os anos de 2010 a 2013, as concentrações médias de ozônio troposférico no Ibirapuera foram maiores, e de forma significativa, quando comparados com os da Cidade Universitária (USP). Por outro lado, o observado em 2014 foi diferente do esperado, mesmo havendo maiores valores médios de ozônio no Ibirapuera, tal diferença não se confirmou estatisticamente em relação à concentração de ozônio na USP. Os 5 anos de comparação, quando associados com as correlações de Pearson (Tabela 2), sugerem a importância das variáveis meteorológicas nas concentrações de ozônio troposférico e o quanto o mesoclima local, decorrente da composição vegetal de cada um dos locais de estudo, possa ter relação com a maior ou menor presença desse poluente secundário.

### **Relação entre variáveis abióticas e mesoclimas locais nas concentrações de ozônio**

Em 2011, a análise de correlação indicou que a irradiância e a temperatura foram as variáveis abióticas que mais possam ter influenciado na concentração de ozônio tanto no Ibirapuera quanto na USP. A irradiância, por sinal, apresentou interação mais forte com o ozônio na USP, enquanto que, no Ibirapuera, a temperatura foi a variável climática de maior importância. A irradiância é fundamental para a formação do ozônio troposférico (Ferreira, 2007), principalmente no comprimento de onda maior do que 430 nanômetros (Braga *et al.*, 2006). Possivelmente, devido ao mosaico vegetacional disjuncto que ocorre em vários pontos na USP, a irradiância, principalmente a radiação direta, possui maior facilidade de penetração e de ação em comparação à vegetação do Ibirapuera, que é mais fechada em vários pontos. A maior concentração de ozônio no Ibirapuera, então, pode ser devida tanto a ação da irradiância, mesmo que tenha apresentado correlação mais baixa, quanto pela ação potencializadora da temperatura, que pela ação mesoclimática do Ibirapuera, possa favorecer temperaturas maiores e mais constantes, conseqüentemente, maiores reações químicas. Além disso, como descrito por Ferreira (2007), maiores valores de temperatura, favorecem maiores taxas de trocas gasosas das folhas podendo contribuir com maior liberação de hidrocarbonetos no Ibirapuera, poluentes primários precursores de ozônio (Ferreira, 2007).

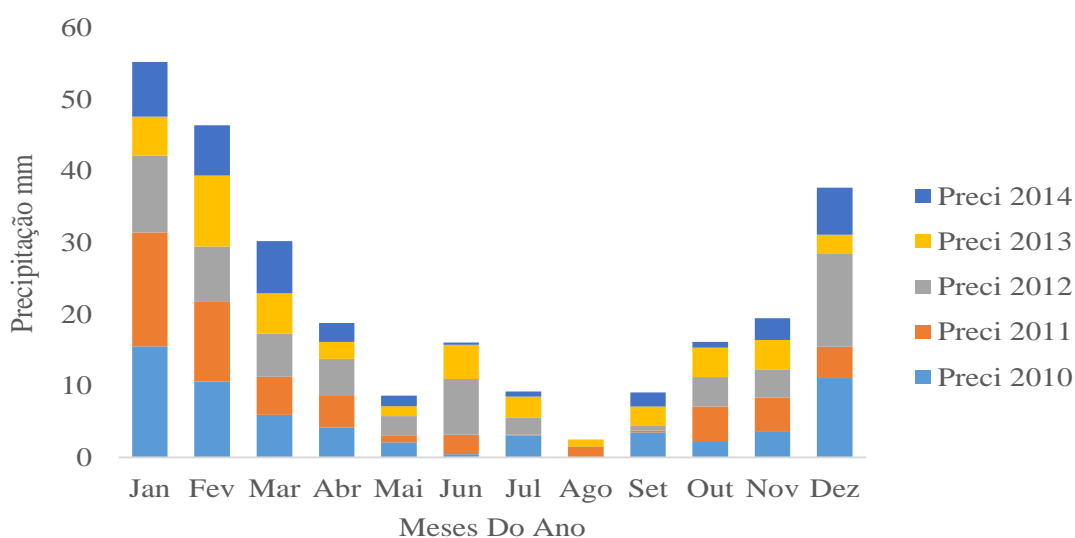
As correlações ambientais no ano de 2012 continuaram a indicar a importância da radiação e da temperatura nos processos de formação de ozônio como descrito por (Kehrl *et al.*, 1999). Novamente, a irradiância foi importante, mas menos importante do que a temperatura na área da USP, padrão este, similar ao encontrado no Ibirapuera. A associação desses fatores com a interação negativa com a URA, indicam um ambiente possivelmente mais seco e menos nebuloso nas duas áreas (IAG/USP, 2015) e, por isso, os valores médios encontrados nos dois locais de comparação tenham sido maiores do que os do ano passado, devido ao favorecimento das reações químicas na atmosfera e, possivelmente, das plantas. O fator preponderante, neste ano, para concentrações maiores de ozônio troposférico no Ibirapuera possa ter sido o vento. Esta variável possa ter agido como um carreador de poluentes primários e precursores de ozônio, como o (NO<sub>x</sub> e COV), assim como do próprio O<sub>3</sub>. Tais poluentes poderiam, pela própria topografia do local que se assemelha a um vale, associada a uma composição vegetal mais adensada (Macedo, 2002), ficar retidos e propícios às transformações químicas. Por conseguinte, aumentando as concentrações de O<sub>3</sub> no local.

Os maiores valores médios de concentração de ozônio no Ibirapuera em 2013, podem estar relacionados com a maior interação desse poluente com a temperatura e vento, assim como ocorreu no ano de 2012. Embora a irradiância não tenha apresentado

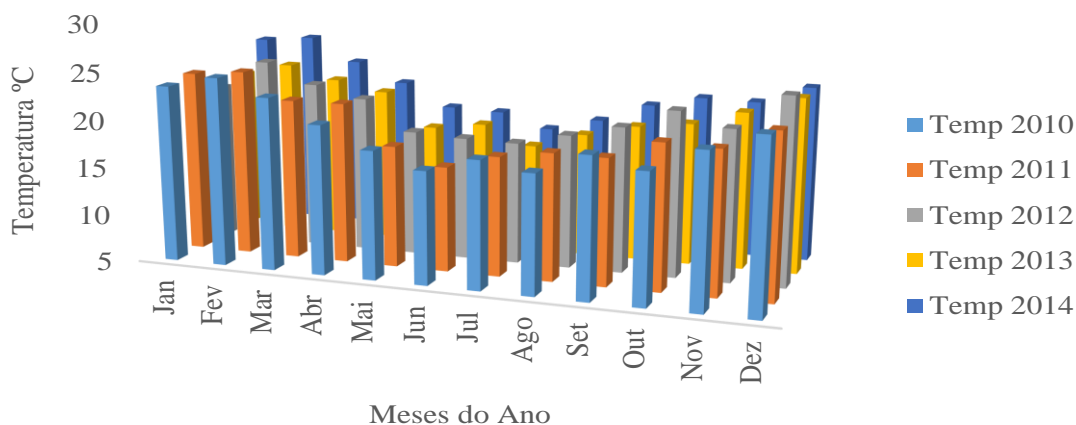


correlação significativa com o ozônio em ambos os locais, sabe-se que ela é necessária à reação química (Botkin & Keller, 1998; Ferreira, 2007; Baird & Cann, 2011). A relação inversa entre URA e concentração de ozônio na USP, assim como ocorreu em 2012, continuaria indicando uma atmosfera mais dessecante neste local e um efeito auto-regulatório mais limitado de seu mesoclima em relação ao do Ibirapuera. Sendo assim, não seria incomum esperar um controle mais efetivo da transpiração foliar por parte das árvores da USP e, com isso, evitar o balanço hídrico negativo. As consequências disso seriam menores taxas evaporativas e menores taxas de uma possível liberação de hidrocarbonetos por parte dos vegetais na área da USP em comparação com a vegetação do Ibirapuera.

O ano de 2014 foi climaticamente atípico quanto aos níveis de precipitação principalmente (Figura 2) em comparação aos anos anteriores de estudo. Ao mesmo tempo, os valores de temperaturas médias foram, em muitos meses, maiores do que os anos anteriores (Figura 3). A influência do macroclima, nesse caso, favoreceu maior interação das variáveis abióticas com as concentrações de ozônio tanto no Ibirapuera quanto na USP (Tabela 2), podendo indicar menor efeito tamponante ou condicionador dos mesoclimas de ambas as áreas.



**Figura 2.** Diagrama de colunas representando os valores médios mensais de precipitação (mm) na cidade de São Paulo entre os anos de 2010 a 2014. Fonte: (IAG/USP, 2015).



**Figura 3.** Diagrama de colunas representando os valores de temperaturas médias °C de Jan a Dez entre os anos de 2010 a 2014. Fonte: (IAG/USP, 2015).

A irradiância e a temperatura, em ambos os locais, foram as variáveis abióticas de maior impacto de interação com o ozônio, mesmo quando comparadas aos anos anteriores. Esta situação foi potencializada, provavelmente, por um ano mais seco e com menores diluições de poluentes atmosféricos pela precipitação chuvosa, fato este que pode ser corroborado pelas correlações negativas, nas duas áreas, com a precipitação e URA (Tabela 2). Tal condição meteorológica, associada com efeito transportador dos poluentes aglomerados na atmosfera pelo vento (Tabela 2), favoreceu o período de maior incidência de altos valores de concentração de ozônio tanto no Ibirapuera quanto na USP (figura 1e).

A ausência de distinção significativa entre as médias nas duas áreas de estudo, neste ano, possivelmente seja em decorrência da alteração do clima e do efeito deste sobre as duas áreas, minimizando as diferenças mesoclimáticas entre as duas áreas, principalmente, pela maior frequência de altos valores nos dois locais. Entretanto, as análises como um todo sugerem que, no Ibirapuera, as concentrações do ozônio podem ser maiores devido ao tamponamento proporcionado pela vegetação do local, e sua topografia, principalmente em condições climáticas não tão severas. De um modo contrário, o mesoclima da USP pode exercer menor condicionamento dos poluentes atmosféricos, o que não é ruim dentro da perspectiva de poluição ambiental. Tal fato indicaria uma auto-regulação mesoclimática mais limitada, mas que favoreceria a dispersão da poluição atmosférica e a diminuição na concentração de ozônio troposférico neste local.

## CONCLUSÕES

As concentrações médias de ozônio troposférico entre 2010 a 2013 foram significativamente maiores na área do Ibirapuera em comparação à Cidade Universitária. Diante disso, a hipótese levantada dentro deste período não foi rejeitada.

Em 2014, a hipótese foi rejeitada, provavelmente pelo período de seca anormal nesse ano, havendo um maior efeito do macroclima sobre os mesoclimas locais.

As comunidades vegetais dos dois locais apresentam, em condições climáticas não extremas, interações importantes e distintas com as variáveis abióticas. A influência da temperatura e do vento tendem a serem maiores no Ibirapuera. A irradiância, no entanto, apresentou maior interação positiva com o mesoclima da USP. A URA foi a variável com maior efeito negativo em ambos os locais, com maior interação na área da USP.

Os mesoclimas locais podem ter influências sobre maior ou menor concentração de ozônio nas áreas de estudo. Enquanto o mesoclima do Ibirapuera possa favorecer maiores concentrações médias de ozônio através de uma ação mais tamponante, potencializado, também, pela sua topografia. O mesoclima da USP, por outro lado, possibilitaria menor síntese e maior dispersão de ozônio no local.

Os moradores e visitantes do Parque do Ibirapuera, possivelmente estavam mais expostos ao ozônio troposférico ao longo dos anos em comparação aos moradores e visitantes e estudantes da USP. Sendo assim, estes estariam mais propensos a doenças cardiorrespiratórias e problemas de imunidade, principalmente crianças e idosos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Baird, C.; Cann, M. *Química Ambiental*. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

Botkin, D. B.; Keller, E. A.; *Environmental Science*, 2a ed., John Wiley & Sons, Inc.; New York, 1998; p 477.

Braga B, Hespanhol I, Conejo J G L, Mierzwa J C, Barros M T L, Spencer M, Porto M, Nucci N, Juliano N, Eiger S. 2006. Introdução à engenharia ambiental. 2ª edição. Pearson Prentice Hall, São Paulo, pp 318.

De Almeida, J.R.; Orsolon, A.M.; Malheiros, T.M.; Pereira, S.R.B.; Amaral, F. & Silva, D.M. 1993. Planejamento ambiental – caminho para participação popular e gestão ambiental para nosso futuro comum. Uma necessidade, um desafio. Ed. Thex Ltda/Biblioteca Estácio de Sá, Rio de Janeiro, 154p.

Fernandez, F. A. dos S. O poema imperfeito: crônicas de Biologia, conservação da natureza, e seus heróis. 2. ed. Curitiba: UFPR, 2004.

Ferreira, M.L. Relações entre Antioxidantes e Sintomas Visíveis Bioindicadores de Ozônio em *Ipomea nil* (L.) Roth cv. Scarlet O Hara sob Efeito da Poluição em Área Urbana de São Paulo. São Paulo, Instituto Botânico, 118p. 2007 (Dissertação de Mestrado).

<http://ar.cetesb.sp.gov.br/qualar>. Acessado no dia 26 de novembro de 2015.

<http://www.imp.seade.gov.br/frontend/#/>. Acessado no dia 05 de dezembro de 2015.

Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências (IAG) da Universidade de São Paulo (USP). Boletim Climatológico Anual da Estação Meteorológica do IAG/USP – 2012.

Kehrl HR, Peden DB, Ball B, Folinsbee LJ, Horstman D. Increased specific airway reactivity of persons with mild allergic asthma after 7.6 hours of exposure to 0,16 ppm ozone. *J Allergy Clin Immunol* 1999;104:1198-204.

Macedo, S. S.; Sakata, F. M. G. **Parques Urbanos no Brasil**. São Paulo. Edusp; Imprensa Oficial, 2002, v. 1, 208 p.

Miraglia, Simone Georges El Khouri, O Ônus da Poluição Atmosférica sobre a População do Município de São Paulo: uma aplicação do Método Daly; estimativa em Anos de vida perdidos e vividos com incapacidades. São Paulo: Faculdade De Medicina, Universidade de São Paulo, 2002, 126p. Tese (Doutorado).

Salasar, C.J. Estudo sobre emissão de compostos orgânicos voláteis (COVs) em tintas imobiliárias a base de solvente e água. 2006. 83p. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

Tommasi, L.R. 1994. Estudo de Impacto Ambiental. Ed. CETESB: Terragraph Artes e Informática, 354p.