

**A URBE E AS ÁRVORES: POLÍTICA DE PROMOÇÃO DA QUALIDADE DO AR E DA SAÚDE**

**JESSICA MIEKO OTA ALVES**  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

**ANA FLAVIA MARQUES DE SOUSA**

**JOÃO VICTOR DA SILVA ALVES**  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

**JULIANA BÁRBARA DA SILVA OLIVEIRA**  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

**JOSE EDUARDO FERREIRA LOPES**  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

# A URBE E AS ÁRVORES: POLÍTICA DE PROMOÇÃO DA QUALIDADE DO AR E DA SAÚDE

## 1 Introdução

A urbanização é um fenômeno caracterizado pela transformação do espaço rural em espaço urbano, com efeito sob a migração de pessoas do campo para a cidade e com impacto direto no crescimento populacional e extensional da cidade (BRITO, HORTA, AMARAL, 2018).

A urbe, no que lhe concerne, é o local em que predominam edificações públicas contínuas, é onde a vida social e econômica se desenvolvem com mais pujança e é ali que estão concentradas a maioria das forças de trabalho e habitação organizadas, simbolizando um campo fértil para o progresso (CORRÊA, 1989).

Para Cano e Semeghini (2016), é na área urbana em que ocorrem as principais manifestações culturais da modernidade, é aonde o processo de industrialização se intensifica, o comércio se diversifica e é também o cenário dos embates políticos mais calorosos, dos quais resultam as diligências administrativas.

A pólis representa ainda a base da prosperidade, a estrutura máxima da criatividade e racionalidade humanas, o ponto de encontro dos cidadãos independentes e iguais, o espaço da expressão da liberdade, entre outros (DE BARROS CORREIA, 1993; FERNANDES, 2017)

Contudo, em meio a tantas características favoráveis, da Costa e Simões (2018) creem que estas imagens referentes às cidades não aparentam ser tão verdadeiras assim, já que na realidade o que eles percebem é um desequilíbrio generalizado, desigualdade para todo lado e muitas consequências desastrosas, como: problemas ambientais sérios, favelização e desemprego.

Westpahl (2000) confia que apesar de a cidade ser um atrativo em função das inúmeras possibilidades culturais, econômicas, educativas e empregatícias que oferece, ela também é criadora de muitos contratemplos.

Na visão de Azambuja et al. (2015), a urbanização sempre vem acompanhada de uma piora dos “ares, águas e lugares” das cidades e o processo de urbanização, em si, cada vez expõe mais a população socialmente vulnerável a situações nocivas, com reflexos no nível e distribuição de adoecimento e mortes.

O fato é que no Brasil, o crescimento acelerado das cidades gerou, dentre tantos outros inconvenientes, a poluição, que torna o ar ofensivo à saúde e piora a qualidade de vida das pessoas, animais e plantas, contribuindo para o aumento dos índices de doenças respiratórias e cardíacas (BEZERRA, 2017). As principais fontes de poluição são veículos automotores, além das partículas provenientes de processos florestais e industriais, incêndios urbanos e incineração de materiais orgânicos (SALICIO, BOTELHO, 2018).

Santos (1997) diz que a cidade é cada vez mais um meio artificial, pois se até mesmo no início dos tempos modernos as cidades ainda contavam com jardins, isso vai se tornando cada vez mais raro: “o meio ambiente urbano é cada vez mais um meio artificial, fabricado com restos da natureza primitiva crescentemente encoberta pelas obras dos homens”.

Tal qual as estruturas das cidades estão se distanciando cada vez mais dos aspectos naturais originais, a preocupação das pessoas com o meio ambiente parece seguir o mesmo fluxo, cabendo então uma intervenção pontual, na tentativa de evitar maiores prejuízos.

Por esse aspecto, formas de amenizar o impacto causado pela industrialização e urbanização se fazem urgentes, principalmente no que diz respeito ao desmatamento e a impermeabilização dos solos, os quais interferem negativamente nos ciclos biogeoquímicos da natureza (OLIVEIRA, 2008).

## **2. Problema de pesquisa e objetivo**

Segundo Mascaró (2009), quando se substitui as plantas por asfalto, tijolos e concreto, favorecem-se a absorção de radiação solar diurna e a reflexão noturna, formando assim o que se chama de “ilhas de calor”.

As ilhas de calor geram desconforto nos indivíduos, contribuem para os problemas de saúde, geram contas de energias mais elevadas e maior poluição (GARTLAND, 2011).

Nesse contexto, por anos o homem vem sendo o principal responsável pela mudança na paisagem natural e pela piora de sua saúde, devido as inúmeras interferências que faz no meio ambiente, quer seja retirando árvores para construir residências, quer seja para desenvolver atividades econômicas, como agricultura e pecuária, por exemplo (CABRAL, 2013).

Então, sabe-se que a melhoria da qualidade ambiental e de vida da população devem perpassar a consciência humana e a compreensão de que os recursos são finitos, portanto, é fundamental que se encontrem meios para que se mitiguem fenômenos prejudiciais, como os citados acima, e que todos os seres humanos estejam envolvidos.

Em sendo assim, por ter modificado profundamente os pilares naturais (solo, clima, água e ar) da paisagem, o elemento antrópico tem adotado medidas compensatórias, inserindo-se aí a arborização urbana (OLIVEIRA, 2009)

Tido como um dos recursos para amenizar os problemas causados pela urbanização, o plantio de vegetação em vias públicas e o cultivo de áreas de preservação, praças e parques, podem favorecer a permanência, o desenvolvimento de atividades sociais e, consequentemente, a vitalidade urbana (OLIVEIRA et al., 2013).

Desta forma, a questão da arborização surge como um elemento necessário ao planejamento urbano, pois ela é capaz de promover a melhoria das condições climáticas, em especial, em viabilizar a atenuação da poluição atmosférica, pois através das plantas há uma filtragem do ar contaminado, que favorece a remoção de gases tóxicos do ambiente e gera maior purificação do oxigênio (ROPPA et al., 2019)

Além disso, conforme Shams, Giacomeli e Sucomine (2019), o plantio de novas árvores e a manutenção da vegetação antiga proporciona à população uma maior proteção contra os ventos, sobreamento, redução de ruídos sonoros, embelezamento paisagístico e absorção de alguns raios ultravioletas.

Como diria Santos (1997), o ar mais limpo é em si um santo remédio para a saúde, porque a respiração saudável garante a restauração dos órgãos e do sistema nervoso, que revigora. Por tal lógica, vê-se que a qualidade do ar interfere nas condições de conforto e bem-estar, por isso é tão importante fazer o acompanhamento dos poluentes dispersos no ar.

Nesse sentido, estes poluentes são monitorados constantemente por órgãos públicos, com o intuito de proteger a saúde da população e do ambiente. E para isso, há padrões de qualidade do ar, definindo níveis máximos toleráveis e níveis desejados de concentração para estes poluentes (MUNEROLI, MASCARÓ, 2019).

Com isso, o objetivo do presente trabalho é avaliar o impacto da arborização urbana sobre a qualidade do ar em diferentes cidades do Brasil, percebendo de que maneira esses aspectos relacionados interferem na promoção da saúde da população.

## **3. Justificativa**

A investigação da relação entre os dados de: porcentagem de arborização, qualidade do ar, quantidade de óbitos ocasionados por doenças respiratórias, índice populacional e taxa de urbanização de 44 municípios espalhados pelo Brasil (principalmente nas metrópoles) se justifica, pois, conforme estudos anteriores na mesma área, a arborização urbana se apresenta

como uma alternativa viável à melhoria da qualidade do ar, com consequentes reflexos positivos sobre a saúde e bem-estar dos seres humanos, sendo um tema de grande relevância para a população, pela sua grande capacidade de gerar benefícios ao homem.

#### **4. Fundamentação Teórica**

Para Freitas (2003) a preocupação com os efeitos na saúde provocados pelas condições ambientais e/ou urbanas é evidente desde a Antiguidade. Nas últimas décadas vem sendo registrado um significativo aumento nas concentrações de substâncias perigosas no ambiente atmosférico, o que é motivo de preocupação global (SALICIO, BOTELHO, 2018).

Situações de aceleração das mudanças climáticas decorrem, especialmente, das atividades desenvolvidas pela espécie humana. Poluentes atmosféricos causam efeitos verdadeiramente adversos, principalmente em cidades com elevado grau de urbanização e atividade industrial (CASTRO et al., 2013).

Estudos epidemiológicos e toxicológicos conduzidos pela Organização Mundial de Saúde (OMS) demonstram uma forte relação entre a ocorrência da poluição atmosférica e o aumento de casos de doenças respiratórias, como asma, bronquite e infecção pulmonar. Da mesma forma, existe a relação com casos de desconforto físico como irritação nos olhos, nariz e garganta, dor de cabeça, tosse e sensação de cansaço (ALVIM, 2013).

Segundo Bonametti (2000), a humanidade caminha para uma vida cada vez mais urbana. Como consequência desse fato, as pessoas buscam maior qualidade de vida e procuram resgatar o que ficou porventura esquecido no passado e que agora está defasado em muitos aspectos da vida dos cidadãos.

Nucci (2001) cita que um atributo muito importante, porém negligenciado no desenvolvimento das cidades, é o da cobertura vegetal, pois além de todas as necessidades que o ser humano tem em relação à vegetação, é importante lembrar que as cidades estão cada vez mais poluídas, e esta poluição, principalmente no ar e nos rios, pode ser reduzida substancialmente preservando-se a vegetação local.

Westphal (2000) adverte que compete ao gestor das cidades a adoção de políticas públicas saudáveis, que ajudem a minimizar as desigualdades, através da escolha de estratégias que impactem diretamente sobre os determinantes dos problemas de saúde, nos múltiplos setores em que se localizam.

Nesse sentido, a arborização exerce função importante nos centros urbanos, sendo responsável por uma série de benefícios ambientais e sociais que melhoram a qualidade de vida nas cidades e a saúde física e mental da população (RIBEIRO, 2009).

A Organização Mundial de Saúde (OMS) define saúde não apenas como a ausência de doença, mas como a situação de perfeito bem-estar físico, mental e social, sendo a promoção de saúde um processo onde a população se capacita e busca meios para conseguir controlar os fatores que favorecem o seu bem-estar. Entre os requisitos básicos citados pela OMS, para que uma cidade se torne saudável, salienta-se a construção de um ambiente físico limpo e saudável e um ecossistema estável e sustentável (ADRIANO et al. 2000).

De acordo com Tadini (2006):

A arborização é um componente de grande importância urbana. Além da função paisagística, ela proporciona outros benefícios à população tais como: purificação do ar pela fixação de poeiras e gases tóxicos e pela reciclagem de gases através dos mecanismos fotossintéticos; melhoria do microclima da cidade, pela retenção de umidade do solo e do ar e pela geração de sombra, evitando que os raios solares incidam diretamente sobre as pessoas; redução na velocidade do vento,

influência no balanço hídrico, favorecendo a infiltração da água no solo e provocando evapotranspiração mais lenta; abrigo à fauna, propiciando uma variedade maior de espécies, e o que influencia positivamente ao ambiente, pois propicia maior equilíbrio das cadeias alimentares e diminuição de pragas e agentes vetores de doenças e amortecimento de ruídos.

A este pensamento corroboram Shams, Giacomeli e Sucomine (2019), que afirmam que a manutenção das áreas verdes urbanas sempre foi justificada pelo seu potencial em propiciar qualidade ambiental à população. Ela interfere diretamente na qualidade de vida dos seres por meio das funções sociais, ecológicas, estéticas e educativas, que elas exercem para amenização das consequências negativas da urbanização.

Entre outros benefícios propiciados pela arborização estão: bem-estar psicológico ao homem, sombra para pedestres e veículos, redução da poluição sonora, proteção e direcionamento do vento, melhoria na qualidade do ar, redução da amplitude térmica, abrigo para pássaros e equilíbrio estético que ameniza a diferença entre a escala humana e outros componentes da cidade. Muitos desses benefícios foram e estão sendo estudados por pesquisadores de diversas partes do mundo (DA SILVA FILHO et al. 2002).

## 5. Metodologia

O método utilizado para levantamento dos dados foi o estudo informacional, em que se intencionou buscar a porcentagem de arborização, a qualidade do ar, a quantidade de óbitos ocasionados por doenças respiratórias, o índice populacional e a taxa de urbanização de 44 municípios espalhados pelo Brasil, os quais, em sua grande maioria, estavam concentrados nos Estados de São Paulo e Rio de Janeiro.

Trata-se de uma pesquisa de abordagem quantitativa, de natureza aplicada, com objetivo descritivo e cujo método de pesquisa é experimental, com análise de dados *ex-post-facto*, em que se formulou o problema e operacionalizaram-se as variáveis.

A pesquisa experimental é o método de investigação que envolve a manipulação de tratamentos na tentativa de estabelecer relações de causa-efeito nas variáveis investigadas. A variável independente é manipulada para julgar seu efeito sobre uma variável dependente. A relação de causa-efeito não pode ser estabelecida através de técnicas estatísticas, mas somente pela aplicação de pensamento lógico para experimentos bem delineados. O processo lógico estabelece que nenhuma outra explicação razoável pode existir para as mudanças na variável dependente exceto a manipulação da variável independente.

Os sistemas de referência utilizados para a consulta foram os sítios eletrônicos da Organização Mundial da Saúde (OMS) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que serviram de base de dados para o trabalho.

A princípio, os dados foram estruturados em uma tabela, de forma a possibilitar a análise quantitativa. Para isto, elaborou-se uma planilha no Excel, que em seguida foi exportada para o software IBM SPSS *Statistics*<sup>i</sup>, na qual os dados ficaram expostos em linhas e colunas representadas por dados numéricos e descritivos. Nota-se que a primeira coluna possui dados descritivos (variáveis nominais) e o restante são todos numéricos. Porém, os dados da última coluna foram transformados em variáveis ordinais, para fins de separação de grupos para comparação.

Em seguida, utilizou-se para o estudo de análise multivariada, a matriz de variância e covariância no cálculo dos componentes. Os métodos de análise multivariada são aplicados quando várias variáveis são medidas em cada elemento amostral, cujo objetivo é analisá-las

simultaneamente sem perda significativa das informações contidas em todas elas (MINGOTI, 2007).

A covariância pode ser entendida como uma variância conjunta entre duas variáveis. Assim, para que haja covariância, é necessário que existam pelo menos duas variáveis aleatórias. A covariância nos dá uma ideia da relação de dependência entre as variáveis, ou seja, é influenciada pela importância que uma variável tem sobre a outra, de tal modo que variáveis independentes terão:  $cov(X, Y) = 0$ , que é quando as variações não variam conjuntamente.

A análise de componentes principais busca reduzir o conjunto original de variáveis em um conjunto menor, preservando as informações relevantes expressas nos autovalores da matriz de covariância, que geram através de combinações lineares das variáveis originais, os autovetores que são os componentes principais. É medida a importância de cada variável em um componente principal bem como a quantidade da variabilidade original retida em cada componente.

No caso da pesquisa, inicialmente construiu-se uma matriz ( $n \times p$ ), em que  $n$  eram as 44 cidades avaliadas e  $p$  os respectivos dados de urbanização, qualidade do ar, população, óbitos e porcentagem de arborização. A seguir, obteve-se a matriz simétrica ( $p \times p$ ) de covariância, chamada de matriz “S”.

Na análise, foi percebida a necessidade de realização da padronização dos dados de população, a fim de corrigir problemas de escala de medida. Para comparação das variáveis, a correlação de Pearson foi utilizada. O coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ) ou coeficiente de correlação produto-momento ou o  $r$  de Pearson mede o grau da correlação linear entre duas variáveis quantitativas. É um índice adimensional com valores situados entre -1.0 e 1.0, inclusive, que reflete a intensidade de uma relação linear entre dois conjuntos de dados.

Utilizou-se ainda de estatística descritiva por meio da análise dos seguintes parâmetros:

- Medidas de tendência central: média e mediana;
- Medidas de dispersão: variância e desvio padrão;
- Medidas de forma: curtose, assimetria e intervalos máximo e mínimo;
- Valores de percentil

A partir da análise dos dados, foram gerados resultados que possibilitaram interessantes conclusões.

## 6. Resultados

A revisão bibliográfica foi realizada entre os meses de outubro e novembro de 2018. Todos os bancos de dados escolhidos nessa pesquisa possuem acesso público, os quais não ofereceram dificuldade alguma para a consulta por parte dos pesquisadores.

A fonte de dados secundários principal foi o relatório da OMS intitulado ‘Base de dados global de poluição atmosférica ambiental urbana’. Referente a esse relatório, a OMS cita que “[n]os últimos dois anos, o banco de dados - que agora abrange 3000 cidades em 103 países - quase dobrou, com mais cidades medindo os níveis de poluição do ar e reconhecendo os impactos associados à saúde” (OMS, 2017).

A partir dos domínios eletrônicos escolhidos, foram gerados dados quantitativos estatísticos, cuja base de dados principal orientou a seleção da área de trabalho, que concentrou os estudos primariamente nos Estados de São Paulo e Rio de Janeiro, as duas regiões mais urbanizadas do Brasil.

Dos resultados obtidos após a análise de suas correlações, observou-se que a média do índice da qualidade do ar foi  $15,34 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , sendo que na base de dados analisada, o menor e o maior índice dessa variável foram  $5,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e  $44 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , respectivamente. Por sua vez, a taxa de arborização das vias públicas dos municípios constantes do relatório analisado apresentou a

média de 82,05%, sendo o menor e o maior índice dessa variável os valores 25,7% e 98,8% respectivamente.

A Figura 1 apresenta a tabela completa contendo os resultados gerados no software utilizado pelos pesquisadores.

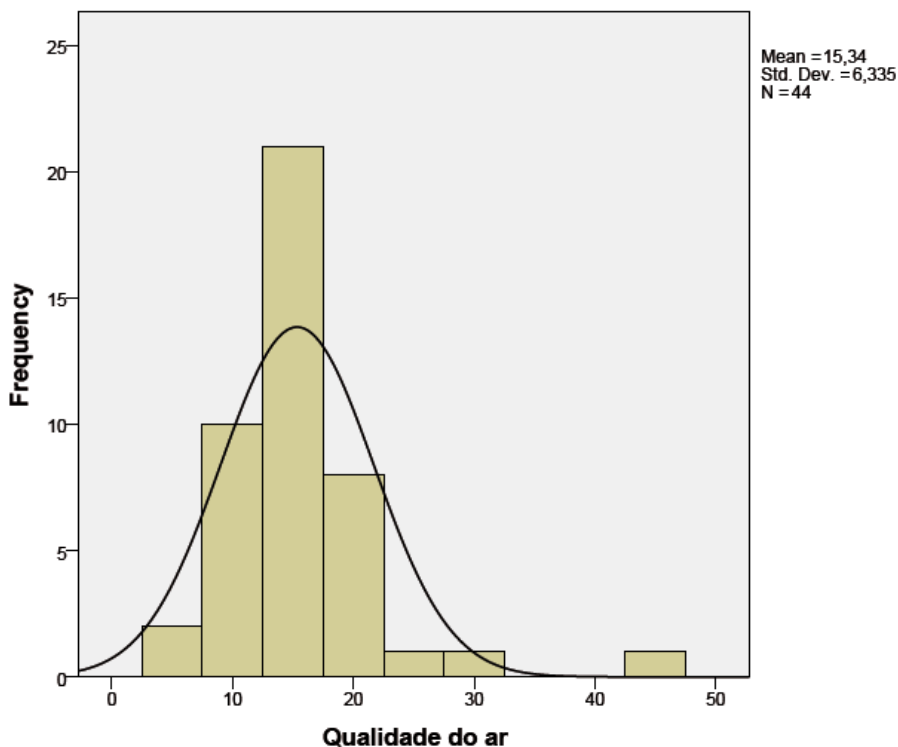
Figura 1 - Valores estatísticos de três variáveis analisadas

		Qualidade do ar	Taxa de arborização das vias públicas	Taxa de urbanização de vias públicas
N	Valid	44	44	44
	Missing	0	0	0
Mean		15,34	76,670	44,709
Std. Error of Mean		,955	3,3742	3,1599
Median		14,50	82,050	38,100
Std. Deviation		6,335	22,3816	20,9607
Variance		40,137	500,937	439,352
Skewness		2,464	-,964	,399
Std. Error of Skewness		,357	,357	,357
Kurtosis		9,605	-,360	-,837
Std. Error of Kurtosis		,702	,702	,702
Range		39	73,1	80,4
Minimum		5	25,7	10,6
Maximum		44	98,8	91,0
Percentiles	5	7,25	30,300	15,275
	10	9,50	36,200	18,100
	20	11,00	55,700	26,200
	25	12,00	63,400	26,800
	30	13,00	68,150	27,900
	40	14,00	81,300	34,700
	50	14,50	82,050	38,100
	60	16,00	89,400	50,100
	70	16,50	95,050	57,900
	75	17,75	95,600	59,475
	80	18,00	95,800	66,400
90	19,00	97,100	75,100	
95	29,75	98,550	82,825	

Fonte: autores, 2017.

A Figura 2 apresenta o gráfico histograma gerado contendo os índices da qualidade do ar nas cidades elencadas no banco de dados utilizado na pesquisa, na qual é possível observar a média e o desvio padrão da referida variável, considerando-se os 44 municípios brasileiros integrantes do relatório da OMS.

Figura 2 - Histograma dos índices da qualidade do ar

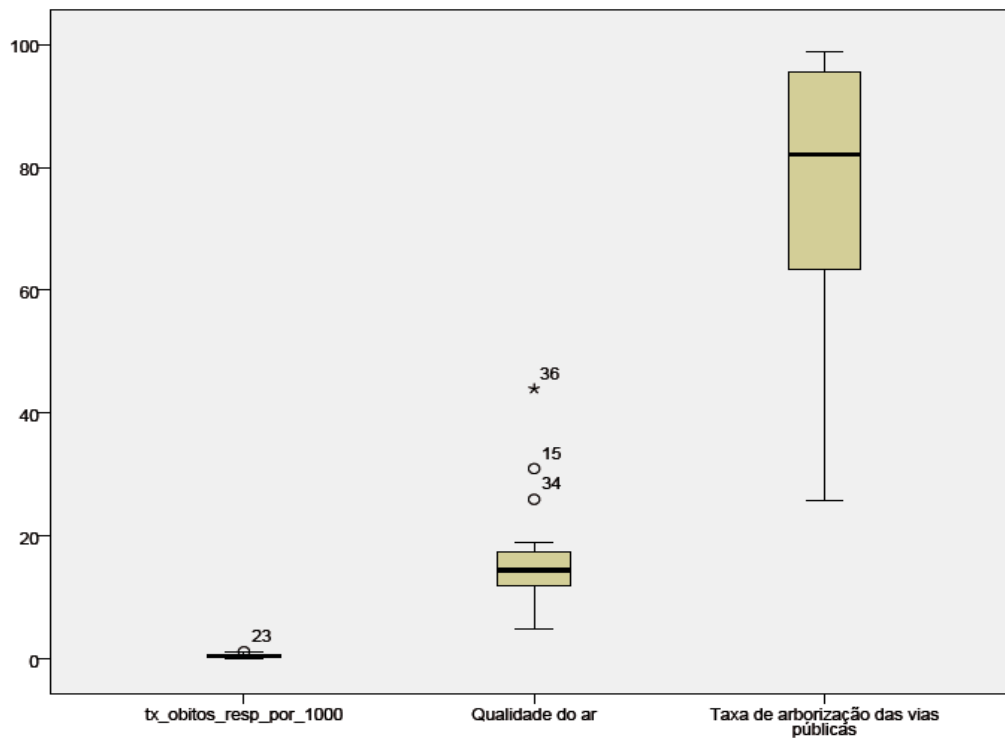


Fonte: autores, 2017.

A Figura 3 apresenta os diagramas de caixas contendo as taxas de óbitos relacionadas a doenças respiratórias para cada 1000 habitantes, os índices de qualidade do ar e as taxas de arborização das vias públicas dos municípios presentes no banco de dados pesquisado. Nela, é interessante verificar a presença da cidade 23 (Jaú/SP) como *outlier* das taxas de óbitos por doenças respiratórias *per capita*, bem como das cidades 36 (Santa Gertrudes/SP), 15 (Cubatão/SP) e 34 (Rio Claro/SP) como *outliers* dos índices da qualidade do ar. Segundo Rousseu e Zomeren (1990, p. 633), “*outliers* são observações que não seguem o padrão da maioria dos dados”. Muñoz-Garcia et al. (1990, p. 217) apresenta que um “*outlier* é uma observação que é atípica e/ou desvio erroneo [...] do comportamento geral dos dados experimentais em relação aos critérios a serem analisados.”



Figura 3 - Diagrama de caixas de três variáveis analisadas



Fonte: autores, 2017.

A Figura 4 apresenta o resultado da correlação de Pearson para os índices de qualidade do ar e taxas de óbitos por doenças respiratórias *per capita* para as cidades dos Estados de São Paulo e Rio de Janeiro. Essa correlação foi realizada devido ao fato de se observar que, das 44 cidades brasileiras presentes no relatório global da OMS, 26 (59,1%) são de São Paulo, 13 (29,5%) são do Rio de Janeiro e 5 (11,4%) da região sul. Dessa análise, resultou-se que, estatisticamente, não há diferença das taxas de óbitos por doenças respiratórias *per capita* para os municípios paulistanos e fluminenses relacionadas aos índices da qualidade do ar nas mesmas.

Figura 4 - Correlação de Pearson entre a qualidade do ar e taxa de óbitos por doenças respiratórias *per capita* entre cidades de SP e RJ

**Correlations**

		UF	Qualidade do ar	tx_obitos_res p_por_1000
UF	Pearson Correlation	1	-,309*	,171
	Sig. (2-tailed)		,041	,266
	N	44	44	44
Qualidade do ar	Pearson Correlation	-,309*	1	-,278
	Sig. (2-tailed)	,041		,068
	N	44	44	44
tx_obitos_resp_por_1000	Pearson Correlation	,171	-,278	1
	Sig. (2-tailed)	,266	,068	
	N	44	44	44

\*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Fonte: autores, 2017.

Trabalhos que relacionam dados de arborização urbana, qualidade do ar e saúde estão presentes em todo o mundo, em quase todos os continentes, com uma grande maioria das pesquisas sendo realizadas na China e nos Estados Unidos da América. A China vem enfrentando diversos problemas com a poluição, sendo sua capital Pequim considerada uma das cidades com maiores concentrações por Material Particulado do mundo. Outras metrópoles chinesas como Hong Kong e Xangai apresentam alta densidade populacional, intensivo uso do solo urbano e ruas em cânions, todos fatores que contribuem para a má qualidade do ar (JIN et al., 2014; NGUYEN et al., 2015; WANG et al., 2012). No Brasil os problemas com o ar são mais amenos que em países asiáticos, mas não menos preocupantes.

## 7. Discussão

Estudos epidemiológicos no Brasil têm evidenciado associações de material particulado com a incidência de doenças (DAPPER, SPOHR, ZANINI, 2016). Pandya et al. (2002) ressaltam que os gases e partículas ultrafinas provenientes da queima de combustíveis, principalmente do diesel, são fatores responsáveis pela maior incidência de asma brônquica e outras doenças alérgicas em indivíduos.

Nesta seara, o termo material particulado refere-se a uma mistura física e química de diversos compostos presentes em suspensão no ar, tanto sólidos, como líquidos ou gasosos e o tamanho do particulado que vai determinar o destino dele, podendo este se depositar em superfícies, ficar suspenso no ar, ser retirado pelo sistema de ventilação, ou ainda ser inalado pela população, acumulando-se nas vias aéreas superiores ou mesmo nos alvéolos (SCHIRMER, 2011).

Gouveia et al. (2006), em seu estudo na cidade de São Paulo (SP), identificaram associação de material particulado inalável ao incremento de 4,6% nas internações por asma em crianças, de 4,3% por doença pulmonar obstrutiva crônica em idosos e de 1,5% por doença isquêmica do coração também em idosos.

Na cidade de Piracicaba, Cesar, Nascimento e Carvalho (2013) estimaram a associação entre material particulado de 2,5 micra e internações por doenças respiratórias em crianças. Verificou-se que o incremento de 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de material particulado implica o aumento de 7,9 a 8,6 pontos percentuais no risco relativo. Os autores concluíram que a exposição ao material particulado com menos de 2,5 micra mostrou-se associada às internações por doenças respiratórias em crianças.

Nicolussi et al. (2014) investigaram a prevalência de doenças respiratórias alérgicas em escolares, levando em conta regiões urbanas diferentes e o fluxo de veículos. Os resultados indicaram que onde há intenso tráfego veicular ocorreu à prevalência de asma, rinite e outros sintomas associados.

Também, a construção de edificações e indústrias em áreas urbanas cresce ocupando o lugar da arborização, que não é replantada, gerando um desconforto na ambiência urbana (MUNEROLI, MASCARÓ, 2019).

Espaços integrantes do sistema de áreas verdes de um município exercem, em função do seu volume, distribuição, densidade e tamanho, inúmeros benefícios ao seu entorno (NASCIMENTO, 2018). Com ênfase ao meio urbano, estes espaços proporcionam a melhoria da qualidade de vida, pelo fato de garantirem áreas destinadas ao lazer, paisagismo e preservação ambiental (LOBODA, DE ANGELIS, 2005).

As áreas verdes possuem funções de filtro de poluentes, tanto para o material particulado quanto para gases (SCHIRMER, 2011). Nowak, Crane e Stevens (2006) utilizaram modelagem computacional para avaliar o quanto florestas urbanas de 55 cidades dos Estados Unidos removeram de poluentes da atmosfera. A absorção de poluentes variou entre as cidades e foi retirado da atmosfera um total de 711.000  $\text{t}/\text{m}^3$  de  $\text{O}_3$ ,  $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CO}$ . No ano 2010,

Nowak et al. (2014) observaram que a área coberta por vegetação nas cidades americanas foi responsável pela remoção de 17,4 milhões de toneladas de poluentes, gerando uma economia de US\$ 6,8 bilhões com a redução da utilização de sistemas de saúde e dias de trabalho perdidos.

A contribuição da vegetação na atenuação da poluição atmosférica também pode ocorrer de forma indireta como na geração de O<sub>3</sub> devido à redução da temperatura. Durante a transpiração da vegetação ocorre a diminuição da temperatura e o aumento da umidade relativa do ar, diminuindo a emissão de hidrocarbonetos (MCPHERSON; SCOTT; SIMPSON, 1998).

De acordo com Medeiros (2007), a arborização proporciona muitos benefícios para a qualidade de vida das pessoas da área urbana, principalmente a melhoria do ar e o contato com áreas verdes, mesmo que isso seja cada dia mais limitado dentro das cidades.

Nesse contexto, um estudo holandês mostrado em Van Dillen et al. (2012) mostra que não só a quantidade, mas as qualidades das áreas verdes têm um papel aditivo importante nos desfechos relacionados à saúde. Também de modo importante, não só a presença de grandes áreas verdes, mas igualmente a arborização urbana se revelaram fatores consideráveis nos desfechos positivos de saúde.

A força deste estudo reside na utilização da modelagem com os dados estimados de PM<sub>2.5</sub>. Fica claro, portanto, que muitos pesquisadores têm feito este tipo de estudo sobre os poluentes do ar e as doenças respiratórias e, embora encontrem diferentes taxas percentuais do risco relativo, sempre chegam à conclusão da associação entre o aumento do Risco Relativo e um poluente específico.

## 8. Conclusões

O relatório da Organização Mundial da Saúde intitulado: ‘Base de dados global de poluição atmosférica ambiental urbana’, de 2016, investigou 44 municípios brasileiros, os quais foram utilizados como direcionadores desse estudo.

Nesta condição, a presente pesquisa avaliou a influência da arborização urbana na qualidade do ar, e, a interferência desses elementos combinados sobre a saúde pública das cidades em questão.

A partir da triangulação dos dados elencados no relatório, constatou-se que os índices de qualidade de vida são maiores em municípios que apresentam alto percentual de arborização. Do mesmo modo, identificou-se que as taxas de óbitos por doenças respiratórias *per capita* foram menores nas cidades que possuem índices de qualidade do ar mais elevados, ou seja, a saúde respiratória é menos afetada naqueles ambientes bastante arborizados.

Ademais, da análise realizada, foi possível concluir que, estatisticamente, os índices da qualidade do ar relacionados à taxa de óbitos por doenças respiratórias *per capita* não são diferentes entre as cidades paulistanas e fluminenses discriminadas no banco de dados pesquisado.

Uma limitação encontrada por esta pesquisa refere-se ao fato de haver poucas cidades brasileiras referenciadas no relatório da OMS, o que impediu uma discussão mais densa a respeito do impacto dos microclimas presentes em diferentes cidades do Brasil e a vegetação própria desses lugares sobre a saúde respiratória do povo.

Enfim, praticamente, o relatório só trata de regiões metropolitanas. Assim, sugere-se que nos próximos relatórios sejam investigados um número maior de municípios, em diferentes regiões do país, e que os 44 já avaliados permaneçam no informativo, a fim de averiguar se houve aumento ou declínio da inter-relação entre os elementos estudados aqui.

Outra sugestão que fica, é a realização de trabalhos que correlacionem mais variáveis, como por exemplo: temperatura média do município, altitude, qualidade da água, edificações, com a taxa de infecções respiratórias apresentadas pela população.

## Referências Bibliográficas

ADRIANO, J.R.; WERNECK, G.A.F.; SANTOS, M.A.; SOUZA, R.C. A construção de cidades saudáveis: uma estratégia viável para a melhoria da qualidade de vida? **Ciência e Saúde coletiva**, v.5, n.1, p. 53-62, 2000.

AZAMBUJA, Maria Inês et al. Cidades, saúde e desenvolvimento social: visão, iniciativas, desafios e algumas reflexões a partir do sul. **Rio de Janeiro: ABRASCO**, 2015.

BEZERRA, Yuri Charllub Pereira et al. Relação entre poluição do ar e internações de adultos por doenças cardiovasculares totais em São Paulo entre 2000 e 2013. 2017.

BONAMETTI, João Henrique. **Arborização Urbana**. In: Terra e Cultura, ano XIX, nº36, 2000. Disponível em: <[www.unifil.br/docs/revista.../terra%20e%20cultura\\_36-6.pdf](http://www.unifil.br/docs/revista.../terra%20e%20cultura_36-6.pdf)>. Acesso em: 25 nov 2018.

BRITO, Fausto; HORTA, Cláudia Júlia Guimarães; AMARAL, Ernesto FL. A urbanização recente no Brasil e as aglomerações metropolitanas. 2018.

CABRAL, Pedro Ivo Decurcio; PERÍCIA, Auditoria; AMBIENTAL, Governança. Arborização urbana: problemas e benefícios. **Revista Especialize On-line IPOG, Goiânia**, n. 06, p. 1-15, 2013.

CANO, Wilson; SEMEGHINI, Ulysses Cidade. Urbanização, crise social e o papel das entidades regionais em São Paulo. **Anais**, p. 271-283, 2016.

CESAR, G. C. A.; NASCIMENTO, C. F. L.; CARVALHO, A.J. Associação entre exposição ao material particulado e internações por doenças respiratórias em crianças. **Revista de Saúde Pública**, v.47, n.6, p.1209-12, 2013.

CORRÊA, Roberto Lobato et al. **O espaço urbano**. São Paulo: Editora Ática, 1989.

DAPPER, Steffani Nikoli; SPOHR, Caroline; ZANINI, Roselaine Ruviaro. Poluição do ar como fator de risco para a saúde: uma revisão sistemática no estado de São Paulo. **Estudos avançados**, v. 30, n. 86, p. 83-97, 2016.

DA COSTA, Mateus Stallivieri; SIMÕES, Matheus. O processo administrativo ambiental e o princípio da prevenção em um ambiente de necessidade de estruturação do decrescimento. **Captura Críptica: direito, política, atualidade**, v. 7, n. 1, p. 80-97, 2018.

DA SILVA FILHO, Demóstenes Ferreira et al. Banco de dados relacional para cadastro, avaliação e manejo da arborização em vias públicas. **Rev. Árvore**, v. 26, n. 5, 2002.

DE BARROS CORREIA, Telma. Habitação proletária: representações e projetos. **Cadernos de Estudos Sociais**, v. 9, n. 2, 1993.

DE OLIVEIRA, Ana Carolina Rodrigues. Levantamento da Arborização Urbana Viária no Bairro Jardim Carvalho, Ponta Grossa-PR. **A Pluralidade na Geografia**, p. 17, 2009.

FERNANDES, António Teixeira. Espaço social e suas representações. **Sociologia: Revista da Faculdade de Letras da Universidade do Porto**, v. 2, 2017. FREITAS, C. M. de. **Problemas ambientais, saúde coletiva e ciências sociais**. Ciência & Saúde Coletiva, 8(1):137-150, 2003.

GARTLAND, Lisa. **Ilhas de calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas**. Oficina de Textos, 2011.

GOUVEIA, N. et al. Hospitalizações por causas respiratórias e cardiovasculares associadas à contaminação atmosférica no Município de São Paulo. *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v.22, n.12, p.2669-77, 2006.

JIN, S. et al. Avaliação de impactos de árvores na dispersão de PM<sub>2,5</sub> em ruas urbanas. **Atmospheric Environment**, v. 99, p. 277-287, 2014.

LOBODA, Carlos Roberto; DE ANGELIS, Bruno Luiz Domingues. Áreas verdes públicas urbanas: conceitos, usos e funções. **Ambiência**, v. 1, n. 1, p. 125-139, 2005.

MASCARÓ, Lúcia; MASCARÓ, Juan José. **Ambiência urbana**. Masquatro Editora, 2009.

MEDEIROS, Lidiane Soares de. Danos causados ao patrimônio público e particular na cidade de Campina Grande/PB por espécies indevidamente utilizadas na arborização urbana. **Revista de Biologia e Farmácia**, vol. 01, n.01, 2007.

MCPHERSON, E. G.; SCOTT, K. I.; SIMPSON, J.R. Estimando a efetividade de custo de árvores de quintal residenciais para melhorar a qualidade do ar em Sacramento, Califórnia, usando modelos existentes. *Atmospheric Environment*, v.32, n.1, p.75-84, 1998.

MINGOTI, S.A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2007. 297p.

Ministério da Saúde 1996. Carta de Ottawa, Declaração de Adelaide, Sundsvall e Santa Fé de Bogotá. Brasília. (Originais publicados pela Organização Mundial de Saúde).

Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/qualidade-do-ar> > Acesso em 22 nov 2018.

MUNEROLI, Clenara Citron; MASCARÓ, Juan José. Arborização urbana: uso de espécies arbóreas nativas na captura do carbono atmosférico. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 5, n. 1, p. 160-182, 2019.

MUÑOZ-GARCIA, J.; MORENO-REBOLLO, J. L.; PASCUAL-ACOSTA, A. Outliers: uma abordagem formal. **International Statistical Review/Revue Internationale de Statistique**, p. 215-226, 1990.

NASCIMENTO, Janduy Gonçalves do. Avaliação do índice de conforto térmico em pontos representativos da malha urbana da cidade de Bayeux (PB). 2018.

NGUYEN, T. et al. Relação entre os tipos de floresta urbana e captura de PM<sub>2,5</sub> em três estádios de crescimento das folhas. **Journal of Environmental Science (China)**, v. 27, n. C, p. 33-41, 2015.

NICOLUSSI, F. H. et al. Poluição do ar e doenças respiratórias alérgicas em escolares. *Revista de Saúde Pública*, v.48, n.2, p.326-30, 2014.

NOWAK, D. J.; CRANE, D. E.; STEVENS, J.C. Remoção da poluição do ar por árvores e arbustos urbanos nos Estados Unidos. *Urban Forestry & Urban Greening*, v.4, n.3, p.115-23, 2006.

NOWAK, D. J. et al. Efeitos da árvore e da floresta na qualidade do ar e na saúde humana nos Estados Unidos. *Environmental Pollution*, v.193, p.119-29, 2014.

NUCCI, J.C. **Qualidade ambiental e adensamento urbano**. São Paulo, SP: Humanitás, 2001.

OMS. Organização Mundial da Saúde. Disponível em: <[http://www.who.int/phe/health\\_topics/outdoorair/databases/cities/en/](http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases/cities/en/)> Acesso em 27 nov 2017.

OLIVEIRA, Virgênia Maria Bezerra de. O papel da educação ambiental na gestão dos recursos hídricos: caso da Bacia do Lago Descoberto/DF. 2008.

OLIVEIRA, A.S. de et al. Benefícios da arborização em praças urbanas-o caso de Cuiabá/MT. *Rev Elet Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, v. 9, n. 9, p. 1900-15, 2013.

PANDYA, R. J. et al. Exaustão de diesel e asma: hipóteses e mecanismo molecular de ação. *Environmental Health Perspect*, v.110, n. suppl 1, p.103-12, 2002

RIBEIRO, F. A. B. S. Arborização urbana em Uberlândia: percepção da população. *Revista da Católica, Uberlândia*, v. 1, n. 1, p. 224-237, 2009.

ROPPA, Cristiane et al. Diagnóstico da percepção dos moradores sobre a arborização urbana na Vila Estação Colônia–Bairro Camobi, Santa Maria–RS. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, v. 2, n. 2, p. 11-30, 2019.

ROUSSEUW, Peter J.; VAN ZOMEREN, Bert C. C. Desvendar exceções multivariadas e pontos de alavancagem. *Journal of the American Statistical association*, v. 85, n. 411, p. 633-639, 1990.

SALICIO, Marcos Adriano; BOTELHO, Clovis. A prática de exercício físico por idosos em Cuiabá-MT e influência ambiental nos níveis exalados de monóxido de carbono e sintomas respiratórios. *Seminário Transdisciplinar da Saúde*, n 03, 2018.

SANTOS, M. **Espaço do cidadão**. 3ª ed. São Paulo: Nobel, 1997.

SCHIRMER, Waldir Nagel et al. A poluição do ar em ambientes internos e a síndrome dos edifícios doentes. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 16, p. 3583-3590, 2011.

SHAMS, Juliana Cristina Augusto; GIACOMELI, Daniele Cristina; SUCOMINE, Nivia Maria. Emprego da arborização na melhoria do conforto térmico nos espaços livres públicos. *REVSBAU, Piracicaba–SP*, v. 4, n. 4, p. 1-16, 2019.

TUDINI, O. G. A arborização de acompanhamento viário e a verticalização na zona 7 de Maringá-PR. 2006. 74 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2006.

VAN DILLEN, S. M. et al. O espaço verde nos bairros urbanos e a saúde dos moradores: agregando qualidade à quantidade. **Journal of Epidemiology & Community Health**, v.66, n.6, 2012.

WANG, H. et al. Absorção de ozônio por árvores urbanas adultas com base na medição de vazão do SAP. **Environmental Pollution**, v. 162, p. 275-286, 2012.

WESTPHAL, Márcia Faria. O movimento cidades/municípios saudáveis: um compromisso com a qualidade de vida. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 5, p. 39-51, 2000.

---