

Caracterização e utilização de três espécies da arborização urbana no biomonitoramento de material particulado

Warley Silva Jardim^{1*}, Kaíque Mesquita Cardoso², Carla Pereira de Jesus³

¹Graduado em Gestão Ambiental, Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – IFNMG – Campus Araçuaí, Brasil. (*Autor correspondente: silvawarley53@gmail.com)

²Engenheiro Florestal, doutorando em Agronomia (Fitotecnia) e Professor EBTB do Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – IFNMG – Campus Araçuaí, Brasil.

³Graduada em Gestão Ambiental, Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – IFNMG – Campus Araçuaí, Brasil.

Histórico do Artigo: Submetido em: 22/10/2020 – Revisado em: 22/02/2021 – Aceito em: 07/04/2021

RESUMO

O presente artigo teve como objetivo caracterizar e avaliar a concentração de material particulado disponibilizado no ambiente urbano de Araçuaí, Minas Gerais, utilizando as folhas das árvores da arborização urbana como biomonitores. Estratificaram-se três zonas estratégicas: Zona AAI - Áreas com Atividades Intensas, caracterizada pela alta intensidade de veículos; Zona AAM - Áreas com Atividades Moderadas, e Zona ANP - Área Não Pavimentada e com baixo trânsito automotivo. Coletaram-se folhas dos indivíduos arbóreos durante o mês de agosto do ano de 2019 (sem ocorrência de chuvas). As amostras compostas foram construídas por 10 indivíduos em cada zona estratégica. No laboratório, pesou-se $20,00 \pm 0,005$ g das folhas homogeneizadas e em seguida foram submergidas em becker com capacidade para 500 mL contendo água destilada deionizada. Foi possível inferir que a espécie *Azadirachta indica* possui uma menor capacidade de retenção dos poluentes. As espécies que conseguiram uma maior retenção de material particulado foram a *Caesalpinia peltophoroides* e a *Licania tomentosa*, as quais não apresentaram diferenças significativas entre si. O formato da copa e a perenidade das folhas das espécies podem contribuir para a acumulação de material particulado. A zona ANP apresentou uma quantidade superior de material particulado comparado as outras duas zonas.

Palavras-Chaves: Poluição ambiental, Biomonitoramento passivo, *Azadirachta indica*, *Caesalpinia peltophoroides*, *Licania tomentosa*.

Characterization and use of three species from urban afforestation in the biomonitoring of particulate material

ABSTRACT

This article aimed to characterize and evaluate the concentration of particulate material available in the urban environment of Araçuaí, Minas Gerais, using the leaves of urban afforestation trees as biomonitors. Three strategic zones were stratified: Zone AAI - Areas with Intense Activities, characterized by the high intensity of vehicles; AAM Zone - Areas with Moderate Activities, and ANP Zone - Unpaved Area and with low automotive traffic. Leaves were collected from arboreal individuals during the month of August of the year 2019 (without rain). The composite samples were constructed by 10 individuals in each strategic zone. In the laboratory, 20.00 ± 0.005 g of the homogenized leaves were weighed and then they were submerged in a 500 ml beaker with deionized distilled water. It was possible to infer that the species *Azadirachta indica* has a lower capacity to retain pollutants. The species that achieved greater retention of particulate matter were *Caesalpinia peltophoroides* and *Licania tomentosa*, which did not present significant differences between them. Differentiations such as the shape of the crown and the perennality of the leaves of the species contributed to the discrepancies in particulate material found. The ANP zone showed a higher amount of particulate material compared to the other two zones.

Keywords: Environment pollution, Passive biomonitoring, *Azadirachta indica*, *Caesalpinia peltophoroides*, *Licania tomentosa*.

Jardim, W. S., Cardoso, K. M., Jesus, C. P. (2021). Caracterização e utilização de três espécies da arborização urbana no biomonitoramento de material particulado. Revista Brasileira de Meio Ambiente. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v.9, n.2, p.23-32.



1. Introdução

O biomonitoramento consiste no um conjunto de técnicas que se utilizam de organismos vivos para apontar e monitorar possíveis alterações ambientais oriundas de fontes poluidoras (Cardoso et al., 2017). Tais técnicas não requerem um alto custo na sua realização e reprodução, o que, no entanto, não retiram delas o mérito de confiabilidade e comprovação dos resultados. A utilização de biomonitores, segundo Wolterbeek et al. (1995), são organismos vivos capazes de dar respostas quantitativas sobre a qualidade do meio em que estão inseridos, se torna viável na medida em que técnicas convencionais requerem menos a utilização de equipamentos mais sofisticados e de profissionais previamente capacitados.

As alterações no meio ambiente da qual o biomonitoramento investiga são advindas dos poluentes, sendo ele definido como toda e qualquer substância com capacidade de provocar prejuízos aos seres vivos e materiais (Freedman, 1995). O material particulado, um tipo de poluente, é advindo principalmente da queima de combustíveis fósseis, podendo ser lançado por fontes de resíduos industriais e veículos automotores. Ele também pode se formar a partir de partículas sólidas do solo, presente em locais desprovidos de pavimentação. Dessa forma, observa-se o grau de implicação do ambiente citadino no que diz respeito a estas substâncias, uma vez que a população está exposta a estas partículas em tempo integral (Brasil, 2011).

Não obstante a esta exposição estão também as plantas utilizadas na arborização. A arborização urbana se constitui a cobertura vegetal de porte arbóreo, arbustiva e herbácea presentes nas cidades e que abrangem as áreas de espaço público ou particulares, com acompanhamento de sistema viário, desempenhando um papel primordial no ecossistema (Duarte et al., 2018).

Percebe-se então a importância das áreas verdes no ambiente citadino, pois além de proporcionar bem-estar ao ser humano, tem a capacidade de reduzir a amplitude térmica, poluição atmosférica, sonora e visual (Gonçalves et al., 2018). De acordo com Pauw e Vanhooren (1983), a arborização urbana interage com as condições ambientais durante toda a sua vida no meio em que ela está localizada, possibilitando que a avaliação biológica possa ser empregada na constatação da disponibilidade de poluentes. Por isso, é efetiva a utilização do biomonitoramento na arborização urbana, sobretudo não apenas de caráter quantitativo, mas também a observação da ação direta das substâncias tóxicas sobre estes organismos vivos.

O objetivo deste trabalho foi o de analisar e utilizar espécies da arborização urbana como biomonitoras de material particulado, e identificar os níveis de poluição na cidade.

2. Material e Métodos

2.1 Local de estudo

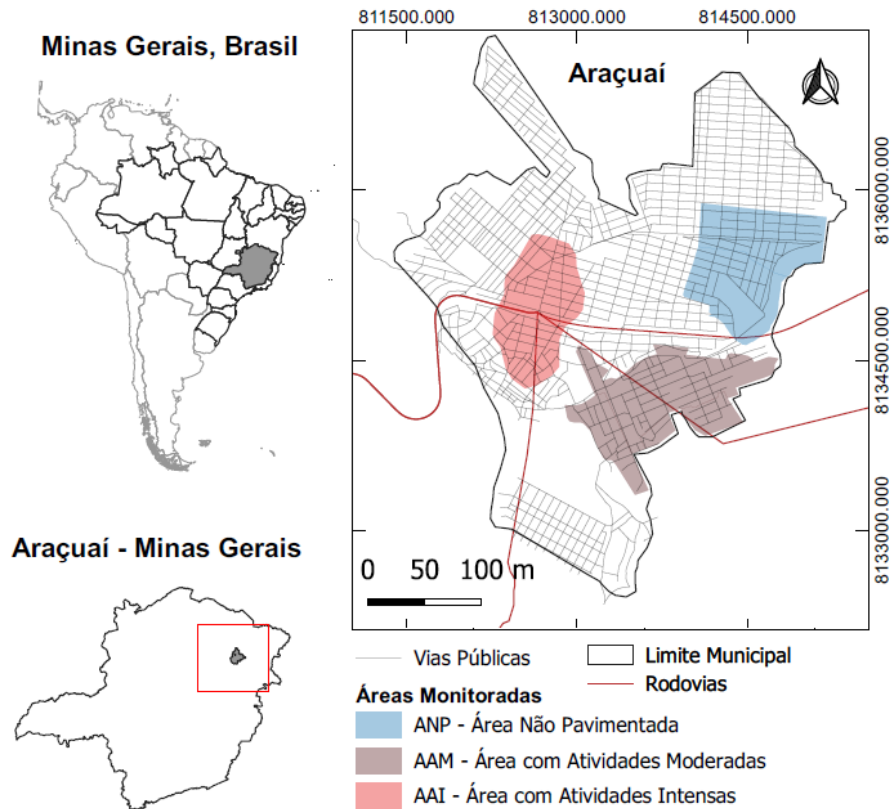
O trabalho foi realizado na cidade de Araçuaí - MG, situada no médio Vale do Jequitinhonha. Segundo o IBGE (2017), a estimativa populacional do ano de 2018 foi de 36.705 habitantes, com uma densidade populacional de 16 hab./km². Apesar de possuir um pequeno território, o ambiente urbano de Araçuaí possui domicílios com arborização (IBGE, 2017). A frota total de veículos no município foi de 12.840 em novembro de 2018, com a representação de automóveis, caminhões, microônibus e motocicletas (Brasil, 2018).

2.2 Amostragem e coleta de dados

Primeiramente, o universo amostral foi estratificado em três zonas estratégicas (Figura 1), sendo: Zona AAI – Área com Atividades Intensas, caracterizada pela alta intensidade do tráfego de veículos na parte central da cidade; Zona AAM – Área com Atividades Moderadas (bairros periféricos) e Zona ANP - Área Não Pavimentada e de baixo trânsito automotivo. De acordo com Silva e Cardoso (2020), diagnosticaram que *Caesalpinia peltophoroides*, *Azadiractha indica*, e *Licania Tomentosa* são as três espécies mais abundantes na arborização urbana na cidade de Araçuaí-MG. Deste modo, a escolha das espécies seguiu as recomendações

dos autores supracitados.

Figura 1 – Representação do limite territorial de Araçuaí com as respectivas zonas estratégicas amostradas.



Fonte: Autores (2020).

Tabela 1 – Características das espécies coletadas

Espécie	Características da folha	Perenidade de folhas	Copa	Referências
<i>Caesalpinia peltophoroides</i>	Compostas, bipinadas, com folíolos elípticos e verdes	Perene (semidecídua)	Arredondada; ampla	Gonçalves (2012)
<i>Azadiractha indica</i>	Compostas, alternas, imparipinadas	Decidual	Densa	Amede et al. (2015)
<i>Licania Tomentosa</i>	Simplex	Perene	Fechada; arredonda e densa	Castilho e; Kaplan (2008)

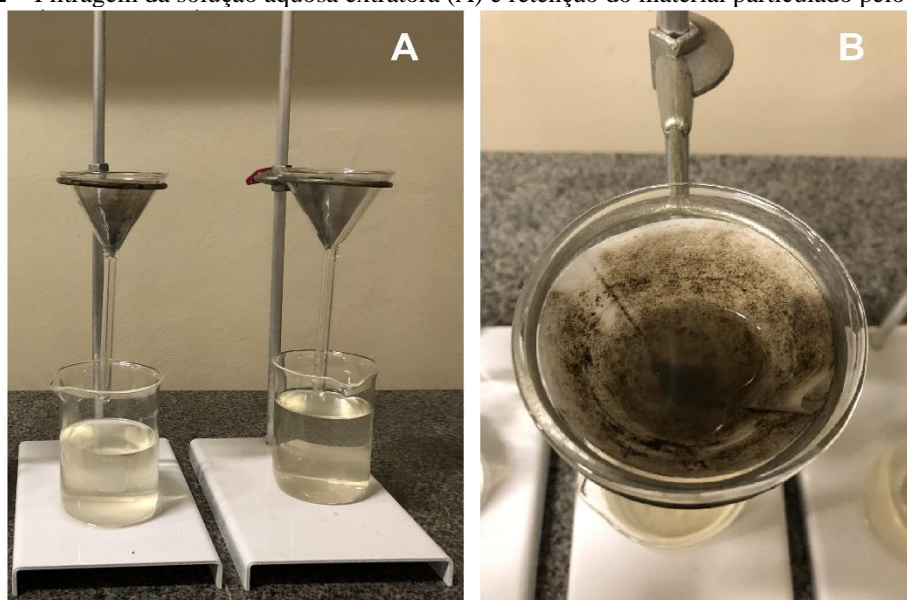
Fonte: Autores (2020).

2.3 Procedimento Analítico

O método adotado para a determinação do material particulado seguiu as recomendações descritas por Cardoso et al. (2017) com adaptações. Prepararam-se filtros de papel J.Prolab, de 14 μm de diâmetro de poro, espessura de 205 μm e gramatura de 80 g cm^{-2} . Os filtros foram previamente identificados e pesados. Realizou-se o procedimento em quadruplicata. Manteve-se os filtros em estufa com temperatura de 60 °C até obtenção de peso constante. Resfriaram-se os filtros em dessecador e a aferição da massa aconteceu logo em seguida.

Pesou-se 20,00 \pm 0,005 g das folhas e em seguida foram submergidas em bécker com capacidade para 500 mL contendo água destilada. O procedimento não provoca atrito nas folhas, apenas as movimentam dentro do recipiente de modo que o material particulado se desprenda. Retirou-se as folhas do bécker e a solução contendo o material desprendido foi filtrada (Figura 2). Os filtros foram enviados novamente para estufa (60 °C), e secas até peso constante. Por diferença entre as massas inicial e final, obteve-se a massa do material particulado.

Figura 2 – Filtragem da solução aquosa extratora (A) e retenção do material particulado pelo filtro (B).



Fonte: Autores (2020).

2.4 Análise Estatística dos dados

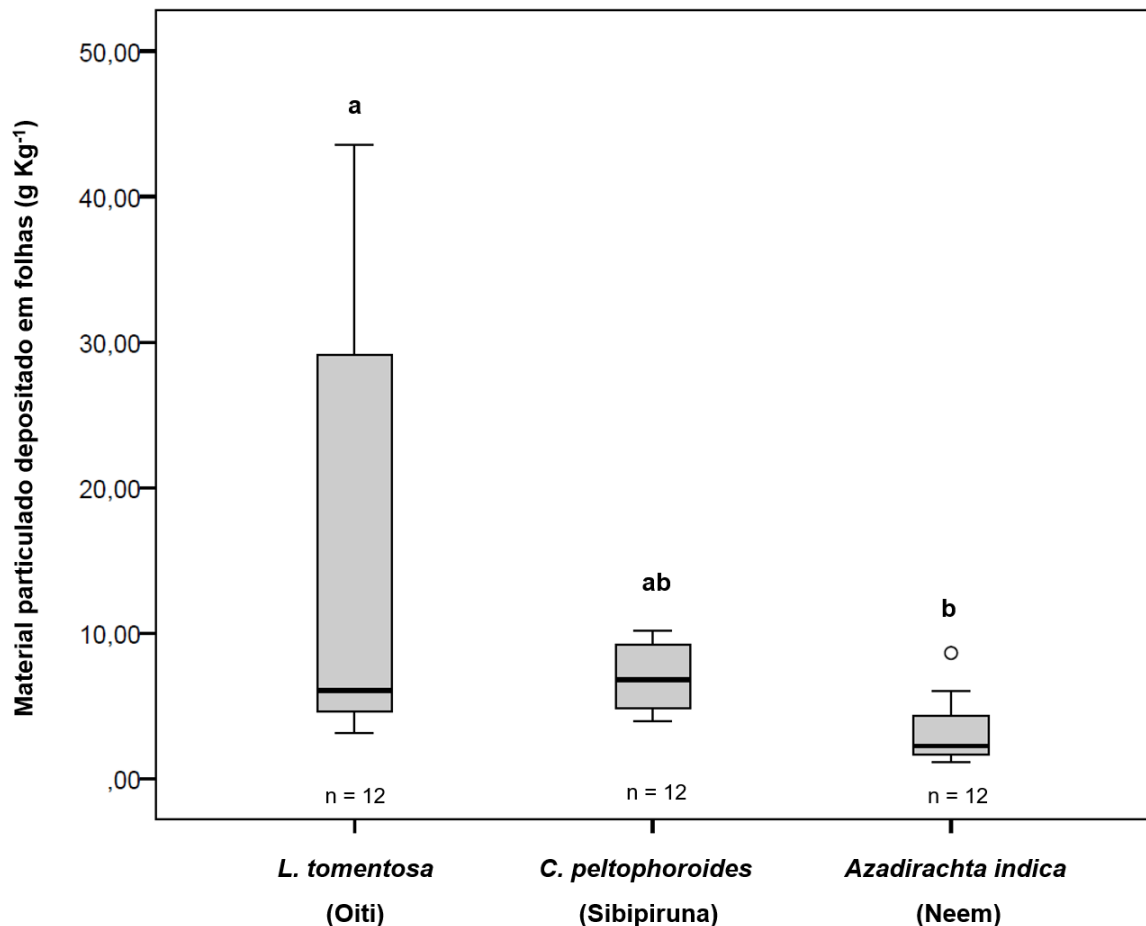
O conhecimento do tipo de distribuição da probabilidade de uma variável aleatória é indispensável para alguns testes estatísticos. Assim, para verificar a aderência à distribuição normal, aplicou-se o teste de Anderson-Darling (1952,1954) a 5% de probabilidade de erro (Torman, Coster e Riboldi, 2012).

Para constatação de que os grupos das concentrações de material particulado pertenciam ou não à mesma população, ou seja, para verificar a distinção de amostras alocadas nas diferentes zonas estratégicas foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade de erro, o teste foi realizado no software estatístico Minitab® Statistical Software.

3. Resultados

Os conjuntos de dados não possuem distribuição normal. Na zona AAI (área de atividades intensas) há um fluxo de 2.364 veículos por hora, na zona AAM (área de atividades moderadas) 1.032 veículos por hora, e na zona ANP (área não pavimentada) 54 carros por hora. A espécie *A. indica* se distinguiu da espécie *L. tomentosa* com menor capacidade de retenção de material particulado (Figura 3). É possível observar ainda que a espécie *L. tomentosa* possui uma maior amplitude dos dados, ou seja, de forma geral, as concentrações de material particulado aferidos por essa espécie possui maior dispersão do que a *C. peltophoroides*.

Figura 3 – Box-plot das concentrações de material particulado depositado em folhas de espécies arbóreas na cidade de Araçuaí, MG. A linha horizontal interna das caixas representa a mediana, as extremidades da caixa o primeiro e terceiro quartil e os limites das barras verticais representam os valores máximos e mínimos. Medianas seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade [$X^2(64) = 22,71$] (comparação em pares *post-hoc*).



Fonte: Autores (2020).

A espécie *C. peltophoroides* apontou valores com menor dispersão e com mediana similar a espécie *L. tomentosa*. A concentração mediana de material particulado depositado nas folhas da *A. indica* (2,07 g Kg⁻¹) foi 3 vezes menor comparada a *L. tomentosa* (6,07 g Kg⁻¹) e *C. peltophoroides* (6,81 g Kg⁻¹).

Os níveis de poluição da cidade diferiram-se em função das zonas amostrais e de acordo com as espécies utilizadas (Tabela 1). Enquanto a espécie *L. tomentosa* foi capaz de apontar diferença significativa na concentração de material particulado em folhas de espécies arbóreas presentes na zona ANP em relação as demais zonas, a espécie *C. peltophoroides* apontou diferença significativa na concentração de material particulado nas folhas de árvores da zona AAI em relação a zona AAM. O material particulado retido pela espécie *A. indica* não se diferiu significativamente entre as zonas de amostragem pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade.

Tabela 2 – Medianas das concentrações de material particulado depositados em folhas de espécies da arborização urbana de Araçuaí comparadas entre as zonas de amostragem (AAI – Área de Atividades Intensas; AAM – Área de Atividades Moderadas e ANP – Área Não Pavimentada)

Espécies Biomonitoras	Material particuladoA (g Kg ⁻¹)			X ²
	AAI	AAM	ANP	
<i>L. tomentosa</i>	4,33 b	5,97 b	33,56 a	8,35
<i>C. peltophoroides</i>	9,54 a	5,55 b	5,90 ab	6,58
<i>A. indica</i>	3,01 a	1,83 a	1,86 a	4,15

Medianas seguidas de mesma letra em cada linha não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade (comparação em pares *post-hoc*).

Fonte: Própria (2020).

A maior concentração média de material particulado depositado em folhas foi detectada pela espécie *L. tomentosa* na zona ANP (33,56 g Kg⁻¹), sendo cerca de 7 vezes superior às zonas AAI (4,33 g Kg⁻¹) e AAM (5,97 g Kg⁻¹).

4. Discussão

4.1 Caracterização das espécies biomonitoras

Segundo Malavolta (2006), há vários aspectos que devem ser levados em conta na retenção foliar de uma espécie, tais como: tricomas, pêlos, cera cuticular, idade da folha, e até mesmo o meio em que a espécie está localizada. Dessa forma é possível que pelo fato da espécie *A. indica* possuir folhas glabras (lisas), a retenção de material particulado pode não ter sido efetiva como ocorreu com as outras espécies. A textura lisa das folhas de *A. indica* não permite alta deposição de material particulado e a deciduidade de folhas pode colaborar para que o material particulado seja perdido, o tipo de folha composta da espécie *C. peltophoroides* favorece o aumento da superfície de contato com os materiais em suspensão, favorecendo para uma maior acumulação.

A diferenciação na capacidade de retenção do poluente pode ser entendida devido as diferentes capacidades de acumulação do material particulado promovidas por diferenças morfológicas das folhas: textura foliar (*A. indica*), tipo de folha (*C. peltophoroides*) e estruturas epidérmicas (*L. tomentosa*).

A epiderme foliar da *L. tomentosa* possui estruturas (tricomas) que podem ter regulado a deposição diferenciada de material particulado. Alves et al. (2001) em seus estudos com uma espécie do gênero *Tradescantia* na cidade de São Paulo, observaram uma resposta semelhante ao que ocorreu com a *L. tomentosa*. Segundo os autores, submetidas a uma grande quantidade de poluentes primários, a espécie *L. tomentosa* diminuiu a sua espessura foliar. Os tricomas presentes na folha de *L. tomentosa* pode conduzir para um maior sucesso no biomonitoramento, no entanto deve-se estratificar o local de estudo quanto utilizá-la.

A espécie *L. tomentosa* possui uma resposta distinta na sua capacidade de retenção dos poluentes em função do local em que está inserida. Nas zonas sem pavimentação e com atividades moderadas, a espécie possui maior capacidade de retenção, como Brito (2016) também atestam em seu trabalho. Além disso, deve-

se levar em conta o fator de índice de área foliar, ele é a relação entre a área foliar do dossel e a sua respectiva projeção sobre o solo (Watson, 1947). Segundo Mendes et al. (2014), a espécie *Licania tomentosa* é aquela que apresenta em seus estudos uma maior IAF, superior a *C. peltophoroides*, o que corrobora como fator morfológico na maior retenção de material particulado por estas duas espécies.

Para Queiroz, Jacomino e Menezes (2007), na cidade de Sete Lagos – MG, a influência dos ventos foi um fator preponderante na análise de material particulado, a velocidade, e a direção dos ventos para o local em amostragem pode favorecer que áreas onde há a presença de indústrias, e um maior número de empreendimentos como a zona AAI, possa ter partículas levadas para áreas distintas dessa.

4.2 Nível de poluição das zonas amostradas na cidade

Cardoso et al. (2017) avaliaram a concentração de material particulado em área com trânsito de veículos e atividades antrópicas moderadas, encontrando a concentração de $7,281 \text{ g Kg}^{-1}$, enquanto em local provido de um fluxo populacional maior e portando atividades intensas, concentrações por volta de $11,362 \text{ g Kg}^{-1}$ desse poluente. Os valores superiores na área de atividades intensas sobre a área de atividades moderadas corroboram com os valores encontrados neste trabalho, o que mostra a influência de atividades antrópicas para a maior ou menor presença de material particulado.

A espécie *L. tomentosa* foi a única capaz de apontar diferenças, indicando que a zona não pavimentada (ANP) apesar de possuir o menor tráfego de veículos, apresenta maior concentração de poluentes em suspensão na atmosfera, que pode ser entendido devido as partículas de solo advindas da não pavimentação (Brasil, 2011).

É importante ressaltar que além das árvores, há outros tipos de agentes que também absorvem o material particulado. Para Lin et al. (2014), o amontoado de prédios presentes nas cidades gera sua verticalização, pode não parecer em suma um aspecto positivo, caso seja levado em conta que a presença deles substitui maciçamente aquilo que poderia ser uma área mais arborizada. Santamouris et al. (2011), dizem que, no entanto, os prédios, além de impedirem a circulação de ar em um determinado ambiente, podem também absorver poluentes atmosféricos. Dessa forma, a grande quantidade de material particulado que foi acumulado pela espécie *L. tomentosa* é em função de uma área desprovida de pavimentação e sobretudo desprovida de construção civil.

Para Leandro et al. (2018) e Brito (2016), a *L. tomentosa* apresenta grande resistência a presença de poluentes veiculares, dessa forma se torna evidente os dados demonstrados nas Figuras 4 e 5. Ainda segundo Leandro et al. (2018), comparando a espécie *Licania tomentosa* com outra espécie biomonitora, apenas a *L. tomentosa* apresentou uma cor intacta da sua folha exposta a poluentes veiculares, como também pequenos resquícios de material particulado. Para Leandro et al. (2018), quanto mais adulta for a espécie arbórea, mais ela se torna resistente a ação de poluentes ou material particulado.

É de extrema importância o estudo de novas tecnologias que contribuam na melhor qualidade de vida cidadina, dessa forma a utilização de técnicas que obtenham uma qualidade no monitoramento de poluentes atmosféricos se faz necessário. O biomonitoramento de material particulado na arborização urbana auxilia na identificação desse tipo de poluente e mostra resultados expressivos sobre a qualidade do ar da cidade de Araçuaí, Minas Gerais.

5. Conclusão

As espécies *L. tomentosa* e *C. peltophoroides* presentes na arborização urbana de Araçuaí podem ser utilizadas como biomonitoras passivas e de acumulação.

A espécie *L. tomentosa* obtém maior capacidade de retenção de material particulado e maior variação dos resultados, se diferenciando da espécie *A. indica*, a qual possui menor capacidade de retenção.

Indica-se a espécie *C. peltophoroides* para o biomonitoramento entre zonas com atividades antrópicas e

a espécie *L. tomentosa* para o biomonitoramento em zonas sem pavimentação.

6. Agradecimentos

Ao IFNMG – Campus Araçuaí pelo fomento da bolsa de iniciação científica.

7. Referências

Alves, E.S., Giusti, P.M., Domingos, M., Saldiva, P.H.N., Guimarães, E.T., & Lobo, D.J.A. (2001). Estudo anatômico foliar do clone híbrido 4430 de *Tradescantia*: alterações decorrentes da poluição aérea urbana. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, 24(4), 567-576.

Brasil. Ministério do Meio Ambiente. (2011). **1º Inventário nacional de emissões atmosféricas por veículos automotores rodoviários**. Relatório final, Brasília: MMA, 114.

Brasil. Departamento Nacional de Trânsito (2018). **Frota por município 2018**. Disponível em <http://www.denatran.gov.br/estatistica/635-frota-2018>. Acesso em: 11/06/2019.

Brito, U. H. (2016). **Avaliação do potencial de *Licania tomentosa* (benth.) como bioindicadora de poluição atmosférica na cidade de Rio Verde – GO**. Monografia, Curso de Engenharia Ambiental, Universidade de Rio Verde, Rio Verde, GO, Brasil.

Cardoso, K. M., Paula, A., Santos, M. L. P., & Santos, J. S. (2017). Uso de espécies da arborização urbana no biomonitoramento de poluição ambiental. **Ciência Florestal**, 27(2), 535-547.

Amede, S. C., Ribeiro, A. R., Rezende, M. H., & Faria, M. T. (2015). Morfo-anatomia e histoquímica foliar de *azadirachta indica* a. juss (*Neem*) (Meliaceae), cultivadas em Goiás. **Revista Eletrônica de Educação da Faculdade Araguaia**, 7, 65-89.

Castilho, R.O., & Kaplan, M.A.C. (2008). Constituintes químicos de *Licania tomentosa* Benth. (Chrysobalanaceae), **Química Nova**, 31(1), 66-69.

Marques, E. V., Rocha, C. A., Santos, R. P. dos., Ramos, F. C. L., Lima, J. L. R., Cattony, C. M., Silva, M. V.C., Zanella, M. E., & Cavalcante, R. M. (2019). Influência da arborização e da edificação na dispersão de material particulado respirável em cidade costeira altamente urbanizada (Fortaleza, CE-Brasil) **Revista Brasileira de Geografia Física**, 12(3), 913-927.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente (2018). Resolução nº 491, de 19 de novembro de 2018. **Dispõe sobre padrões de qualidade do ar**. Brasília, DF, 155.

Pauw, N., & Vanhooren, G. (1983) Method for biological quality assessment of watercourses in Belgium. **Hydrobiologia**, Netherlands, 100(1),153-168.

Duarte, T. E. P. N., Angeoletto, F., Santos, J. W. M. C., Silva, F. B., Bohrer, J. F. C., & Massad, L. (2018) Reflexões sobre arborização urbana: desafios a serem superados para o incremento da arborização urbana no Brasil. **Rev Agro. Meio Amb.** 11(1), 327-341.

Franzin, B. T., Guizzellini, F. C., Babos, D. V., Hojo, O., Pastre, I. A., Marchi, M. R. R.; Fertonani, F. L., & Oliveira, C. M. R. R. (2020). Characterization of atmospheric aerosol (PM10 and PM2.5) from a medium sized city in São Paulo state, Brazil. **Journal Of Environmental Sciences**, 89, 238-251.

Freedman, Bill. (1994). *Environmental Ecology: The Ecological Effects of Pollution, Disturbance, and Other Stresses*. **San Diego: Academic Press**. 2, 606.

Gonçalves, I. F. S. (2012). **Resposta de três espécies nativas de mata atlântica a diferentes condições de luminosidade**. Dissertação de Mestrado, Curso de Ciências Ambientais e Florestais, Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, Brasil.

Gonçalves, L. M., Monteiro, P. H. S., Santos, L. S., Maia, N. J. C., & Rosal, L. F. (2018). Arborização urbana: a importância do seu planejamento para qualidade de vida nas cidades. **Ensaio Cienc.**, 22(2), 128-136.

Habermann, M.; Medeiros, A. P. P.; & Gouveia, N. (2011). Tráfego veicular como método de avaliação da exposição à poluição atmosférica nas grandes metrópoles. **Rev. Bras. Epidemiologia**, 14(1), 120 – 130.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2017). **Cidades**. Disponível em <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/aracuai/panorama>. Acesso em 16/06/2019.

Leandro, D. S., Lessa, D., Silva, R. A., Mendes, S. O., & Duarte, T. E. P. N. (2018). Estudos para uso de organismos potencialmente bioindicadores e biomonitores. **Biodiversidade**, Rondonópolis, 17(2), 115-130.

Lin, J.; Chen, M.; Huang, B.; & Huang, Z. (2014) Modeling urban vertical growth using cellular automata—Guangzhou as a case study. **Applied Geography**, 53, 172-186.

Lorenzi, H. (1992). **Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil** (5a ed.). Nova Odessa: Plantarum. 352.

Malavolta, E. (2006). **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 639.

Mendes, F. H., Cella, A. C., Silva Filho, D. F., & Polizel, J. L. (2014). Estimativa do Índice de Área Foliar para diferentes espécies arbóreas urbanas. **ESALQ/USP**, Piracicaba, 2(1), 1-10.

Moreira, T. C. L. (2010). **Interação da vegetação arbórea e poluição atmosférica na cidade de São Paulo**. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, Brasil.

Queiroz, P. G. M., Jacomino, V. M. F., & Menezes, M. Â. B. (2007). Composição elementar do material particulado presente no aerossol atmosférico do município de Sete Lagoas, Minas Gerais. **Química Nova**, 30(5), 1233-1239.

Santamouris, M. (2011). **Energy and climate in the urban built environment**. London: Routledge, 410.

Silva, A. A., & Cardoso, K. M. (2020). Diagnóstico e caracterização da arborização urbana de vias públicas da cidade de Araçuai, Semiárido de Minas Gerais. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana** 15, 4, 73-92.

Silva, M. F. (2011). **Avaliação da qualidade do ar utilizando espécies arbóreas na cidade de Patos-PB**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Campina Grande, Patos, MG, Brasil.

Torman, V. B. L., Coster, R., & Riboldi, J. (2012). Normalidade de variáveis: Métodos de verificação e comparação de alguns testes não-paramétricos por simulação. **Rev. HCPA**, 32(2).

Watson, D.J. (1947). Comparative physiological studies on growth of field crops: I. Variation in net assimilation rate and leaf área between species and varieties, and within and between years. **Annals of Botany**, 11, 41-76.

Wolterbeek H.; Kuik P.; Verburg T. G.; Herpin U.; Markert B.; & Thöni. L. (1995). Moss interspecies comparisons in trace element concentrations. **Environmental Monitoring And Assessment**, 286.