Dispersão de material particulado atmosférico em área urbana às margens da BR-153 no Município de Goiânia-GO

Airborne particulate matter dispersion in urban area along BR-153 Highway in Goiânia-GO

Adriano Francisco dos Reis
Karla Emmanuela Ribeiro Hora
Emiliano Lôbo de Godoi
Universidade Federal de Goiás

adrianoreis2002@yahoo.com.br

Resumo
A BR-153 tem 15 quilômetros de extensão dentro do perímetro urbano de Goiânia, portanto, a avaliação dos níveis de poluição do ar relacionados à presença da rodovia constitui-se objeto de notável importância. Para tal, foi analisada a situação de duas variáveis relacionadas à degradação ambiental: a massa de material particulado atmosférico (MP) adsorvido em superfície foliar e a concentração de metais presentes nesse MP. O MP foi coletado da superfície de folhas de sete exemplares de monguba (*Pachira aquatica*), encontrados em diferentes distâncias a partir do eixo da rodovia: próximo ao eixo e a 100, 200 e 300 m do eixo da via, em ambos os lados; os dados relativos à concentração de metais foram obtidos a partir de análise por espectrometria de absorção atômica. Não se observaram diferenças significativas na massa de MP e na concentração de metais entre as folhas das diferentes árvores. Observou-se decréscimo na massa de MP com maiores índices de pluviosidade, mas, para as concentrações de Zn, Ni e Fe, observou-se maior concentração em período chuvoso.
Palavras-chave: Poluição do ar. Rodovias. Dispersão de poluentes. Planejamento urbano. Goiânia.

Abstract
The BR-153 is 15 kilometers long within Goiânia city , therefore, the evaluation of the levels of air pollution and noise related to the presence of the highway is an object of considerable importance. To this end, the situation in txo variables related to environmental degradation was analyzed: the airborne particulate matter mass (PM) adsorbed on the leaf surface and the metals concentration presents in PM. The PM was collected from the leaves surface of seven copies of monguba (*Pachira aquatica*), which are found at different distances from the highway axis: near the axis and at 100, 200 and 300 meters from the track, on both sides; the metals concentration data were obtained from analysis by atomic absorption. No significant differences were observed in the mass PM and the metal concentration in the leaves of different trees. There was a decrease in the mass of PM with the highest rainfall, but for Zn, Ni and Fe concentrations , a higher concentration was observed in the rainy season.
Keywords: Air pollution. Highways. Dispersion of pollutants. Urban planning. Goiânia.

1. Introdução

Dentre os efeitos deletérios causados pelas rodovias inseridas de forma inadequada em tecido urbano, encontram-se aqueles relacionados à poluição e a processos de degradação ambiental. O estudo das relações entre a qualidade do meio ambiente urbano e as vias de tráfego intenso que os atravessam torna-se plenamente justificável, principalmente, no cenário da urbanização intensa pela qual a configuração demográfica de nossa população tem passado

nos últimos 50 anos. A análise do meio ambiente urbano ao longo de rodovias tem valor inequívoco, uma vez que o crescimento populacional, aliado às políticas e às dinâmicas de ocupação de solo urbano, fez com que a área urbanizada de inúmeras cidades incorporasse as áreas ocupadas pelas rodovias (SILVA JÚNIOR, 2006).

Em Goiânia, o aumento da frota e da ocupação e adensamento urbano das áreas lindeiras à BR-153 são fatores que tornam o estado do meio ambiente motivo de preocupação de dezenas de milhares de pessoas. A urbanização as margens desta rodovia já se encontra estabelecida em quase toda a sua extensão dentro do perímetro urbano, e o processo ainda continua.

Neste município verifica-se, ainda, uma produção tímida de análises sobre a ambiência urbana local, destacando-se os seguintes estudos: Hora (2000); Mesquita; Luiz (2004), Pasqualetto (2002), Freiberg; Pasqualetto (2008). À carência de trabalhos existentes, soma-se o fato de que uma análise específica da influência da rodovia sobre tal ambiência, objeto desta proposta, ainda inexiste. A qualificação e quantificação dos agentes poluidores ainda carecem de levantamento. As características das vias, sua geometria e tipologia de tráfego (volume e velocidade de operação), aliadas às características variáveis dos tecidos urbanos lindeiros que podemos encontrar em nosso país, exigem levantamento específico e local da degradação ambiental para instrumentalizar futuras medidas a serem tomadas para a reversão do processo.

A BR-153 é considerada uma rodovia arterial da Classe I-A, de pista dupla, com controle parcial de acesso (BRASIL, 1999). Possui duas faixas de rolamento em cada sentido - dependendo do trecho, uma faixa adicional pode estar presente. As suas pistas são separadas entre si por canteiro central, com largura variável, com alguns trechos guarnecidos por defensas metálicas ou uso de mureta de concreto tipo *New Jersey*. Servindo aos maiores mercados consumidores do Centro-Oeste - a Região Metropolitana de Goiânia, Anápolis e o Distrito Federal - assiste à passagem de cargas tão distintas como gado, grãos, cimento, combustível e insumos para as indústrias situadas às suas margens, especialmente químico-farmacêuticas. Dados da Polícia Rodoviária Federal, publicados pela Secretaria de Estado de Infraestrutura, indicam que seu volume de tráfego situa-se entre 50 mil e 60 mil veículos por dia (GOIÁS, 2012). Esta via estende-se por 15 quilômetros dentro do perímetro urbano de Goiânia e por mais sete quilômetros dentro do perímetro urbano de Aparecida de Goiânia - o segundo mais populoso município da Região Metropolitana. Assim, nesse trecho, aproximadamente 70% dos veículos que a utilizam efetuam viagens que têm como origem e destino pontos situados dentro desta própria região. Nota-se, também, que o tráfego na rodovia apresenta fenômenos típicos de vias urbanas, como variação no volume durante o dia, coincidentes com os "horários de pico" observados nas principais avenidas da cidade. Já há trechos que apresentam lentidão e até retenção no fluxo veicular em alguns horários do dia, especialmente no início da manhã e no final da tarde (op. cit.).

Pesquisas feitas nos Estados Unidos e na Europa têm associado à presença de altos índices de poluição do ar ao tráfego rodoviário. Para BRUGGE, DURANT e RIOUX (2007), o MP, monóxido de carbono, óxidos de nitrogênio e outros poluentes atingem índices de concentração nas proximidades das rodovias de forma que as pessoas que vivem dentro de uma faixa de 30m de largura a partir de suas margens são suscetíveis de receber a exposição muito maior de poluentes do que pessoas que residem a uma distância de aproximadamente 200 m. Os autores, também, indicam um incremento na ocorrência de doenças cardiopulmonares e de câncer nas populações residentes ao longo das rodovias com volume de tráfego superior a 30 mil veículos por dia.

O presente trabalho pretendeu analisar de forma comparativa os índices de poluição atmosférica na BR-153 e no seu entorno urbano imediato, especificamente nos bairros Vila Morais e Setor Morais, situados na região leste de Goiânia (vide Figura 1). O estudo serviu para compor um quadro que apresenta a forma de dispersão dos poluentes associados ao tráfego rodoviário em tecido urbano adjacente: o material particulado atmosférico - coletado da superfície de folhas de árvores encontradas na área de estudo - e as concentrações de zinco (Zn), manganês (Mn), chumbo (Pb), níquel (Ni), ferro (Fe), cromo (Cr), cobre (Cu) e cádmio (Cd) que se encontram nesse material. Presença de tais elementos em relação inequívoca com o tráfego veicular. A presença de tais elementos tem relação inequívoca com o tráfego veicular (COSTA, E., 2011; RAMÍSIO; VIEIRA, 2008; ALBUQUERQUE, M; BARBOSA, A. E.; ALBUQUERQUE, A., 2006).

2. Material e Métodos

A análise do MP nas regiões selecionadas objetivou determinar a sua quantidade em relação à superfície de folhas em que se encontra adsorvido e as respectivas concentrações de Zn, Mn, Pb, Ni, Fe, Cr, Cu e Cd. A coleta de folhas foi feita em exemplares de monguba (*Pachira aquatica*), situados na área de estudo, de franca urbanização ao longo da rodovia, com prevalência de imóveis residenciais e comerciais de baixa altura (vide Figura 2). De todos os exemplares encontrados no local, selecionaram-se sete para a coleta, localizados conforme a Figura 3, estabelecidas como mongubas biomonitoras. Como é possível observar, os exemplares encontram-se às margens da rodovia, em ambos os lados, situados dentro da faixa de domínio da BR-153 e a distâncias aproximadas de 100, 200 e 300 m do eixo da rodovia, representadas na figura em forma de faixas. A árvore localizada próximo ao eixo da BR-153 foi denominada E, as árvores situadas a oeste da rodovia foram denominadas O100, O200, O300 e as árvores a leste, L100, L200 e L300. A seleção das árvores foi feita mediante possibilidade de coleta das folhas sem o auxílio de escadas, com a finalidade de verificação da presença dos poluentes à altura próxima da estatura humana. Foram coletadas folhas em manhãs de sábado, entre 8:00 e 10:00 h, mensalmente, entre julho e dezembro de 2013: dias 20 de julho, 17 de agosto, 7 de setembro, 5 de outubro, 9 de novembro e 7 de dezembro. O município de Goiânia encontra-se em uma região com clima do tipo Aw (clima tropical com estação seca de inverno), segundo a classificação de Köppen, a qual apresenta precipitações médias anuais entre 1.200 e 1.800 milímetros (mm), com período chuvoso de novembro a março e o período seco, de junho a agosto, com abril, maio e setembro representando os meses de transição pluviométrica. Assim, a coleta das folhas efetuou-se em período de tempo que abrange os distintos regimes de chuvas.

De cada árvore foram coletadas três folhas, denominadas A, B e C, todas da parte inferior das copas, a altura máxima de 2,4 m do solo. Foram acondicionadas individualmente em caixas plásticas rígidas com tampa, a fim de evitar que o atrito da superfície anterior da folha com a sua embalagem pudesse provocar perda excessiva do MP.

As folhas coletadas foram encaminhadas na segunda-feira subsequente ao Laboratório de Análises de Solos e Foliar (LASF), da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Goiás, em Goiânia. Em laboratório, era extraído de cada folha o folíolo que, sob exame visual, apresentava maior quantidade de MP em sua superfície superior. Os folíolos eram, então, pesados em balança analítica da Marca KERN, modelo 400, com precisão de 0,1 mg. Um pequeno chumaço de algodão seco, com massa aproximada de 0,01 g, era pesado e, em seguida, utilizado para recolher parte do MP aderido à sua superfície superior, com auxílio de pinça. O chumaço sujo passava por nova pesagem, determinando-se a massa de MP destinada à análise da concentração de metais. Este chumaço

era colocado em tubo de ensaio seco, devidamente rotulado. Com chumaço maior de algodão seco, toda a superfície superior do folíolo era limpa manualmente; então, novamente pesava-se o folíolo, determinando a quantidade total de MP que estava adsorvida. O folíolo tinha a sua imagem digitalizada e, com auxílio de software AutoCAD®, sua superfície era medida. Assim, obtinha-se a relação entre a massa de MP e a área de deposição, expressa em µg/mm². Semelhante técnica foi utilizada recentemente por COSTA, E. (2011) para monitoramento de metais em MP adsorvido em superfície foliar no município de Goiânia. Assim, obtiveram-se os dados para análise quantitativa do MP.

Os pequenos chumaços de algodão com o MP retirado do folíolo, os quais foram colocados nos tubos de ensaio, eram submetidos, então, à digestão nitroperclórica, com o objetivo de eliminar matéria orgânica; o material restante era conduzido à análise por espectrometria de absorção atômica em aparelho da marca PERKIN ELMER, modelo AAnalyst 100, com a finalidade de se obterem dados referentes à concentração de Zn, Mn, Pb, Ni, Fe, Cr, Cu e Cd, obtendo-se resultados em mg/kg, os quais encontram-se expressos em parte por milhão (ppm). Desta forma, obtiveram-se os dados para análise qualitativa do MP.

Durante todo o processo avaliaram-se alguns parâmetros meteorológicos, a saber, a temperatura do ar e velocidade dos ventos. Tais dados foram obtidos em campo com o uso de multímetro digital da marca INSTRUTEMP, modelo MS6300. A estação meteorológica que forneceu os dados foi a Estação Meteorológica de Observação de Superfície Automática de Goiânia, do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), a aproximadamente três quilômetros de distância. Tal estação foi a única fonte de dados referentes à pluviosidade.

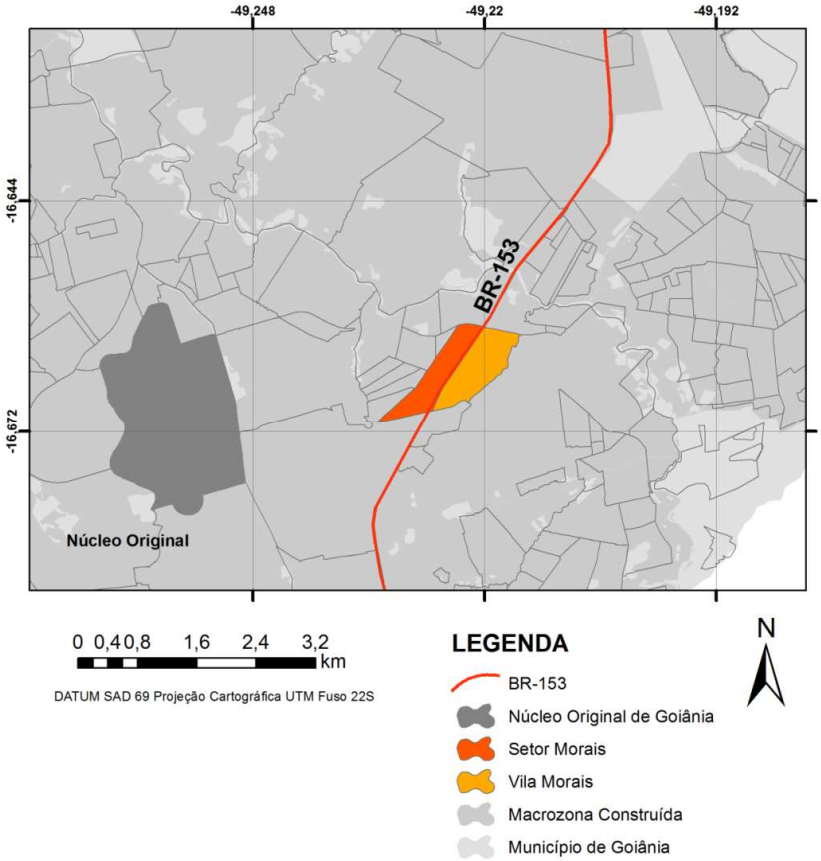

FIGURA 1 - Mapa de localização: Setor Morais e Vila Morais, no Município de Goiânia. Fonte: Base Cartográfica do Estado de Goiás Escala 1:1.000.000 – SIEG 2012. Elaborado por REIS.

FIGURA 2 - BR-153, Vila Morais. Foto: A. REIS, 16 ago 2012. Fonte: arquivo pessoal.

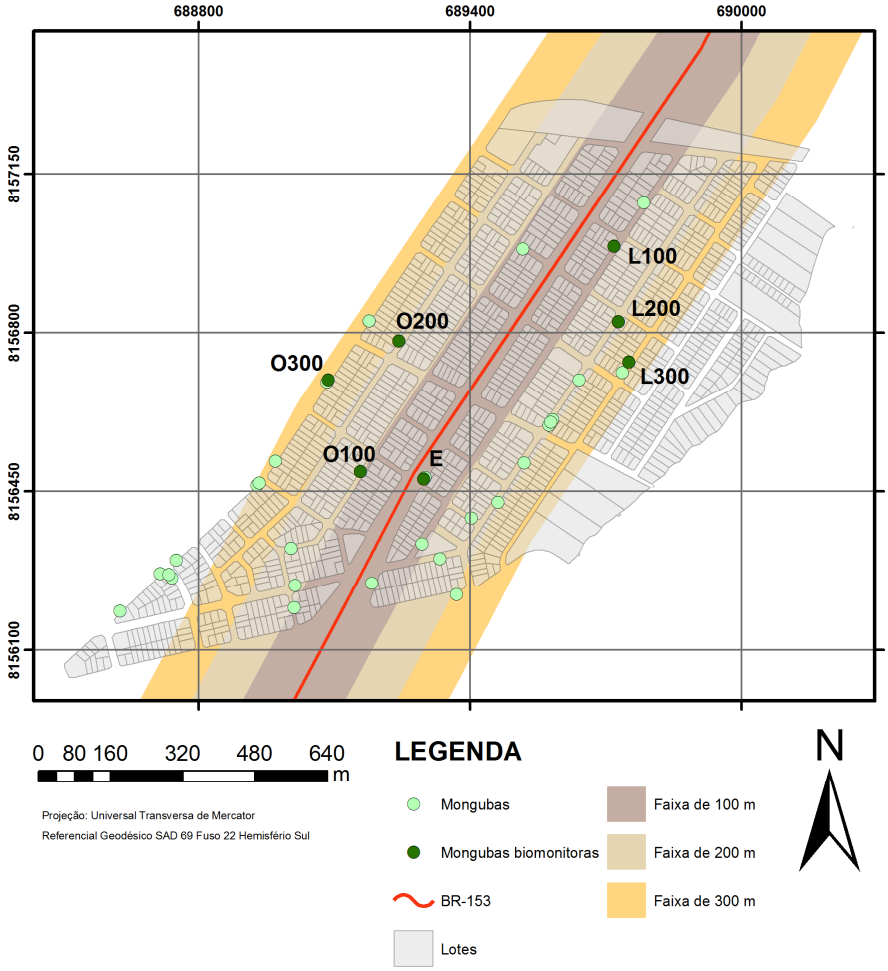

FIGURA 3 - Mapa de localização de mongubas na área de estudo, com destaque às árvores selecionadas para o biomonitoramento. Fonte: Base Cartográfica do Estado de

Goiás Escala 1:1.000.000 – SIEG 2012. Elaborado por REIS.

3. Dados meteorológicos

O regime pluviométrico do período é apresentado na Figura 4, com os índices referentes à pluviosidade a cada dia. Como já se destacou, a distância entre a estação meteorológica e a área de estudo é de aproximadamente dois quilômetros, significando que o regime pluviométrico possa ser distinto, tanto na frequência quanto na intensidade das chuvas.

O gráfico ilustra a natureza do regime de chuvas na região, com inverno seco, primavera e verão chuvosos. A indicação diária de chuva permite concluir que não houve registro de chuva antes da primeira e da segunda coleta de folhas, dias 20 de julho - na realidade, o último registro foi no dia 3 de junho. Não há registro de nenhuma outra até o dia da segunda coleta, em 17 de agosto. Antes da coleta de 7 de setembro registrou-se uma precipitação de 2 mm em 18 de agosto, enquanto que antes da coleta do dia 5 de outubro registraram-se precipitações de 21 mm em 1º de outubro, 8 mm em 3 de outubro e 3 mm em 4 de outubro, dentre outras em dias anteriores. Registraram-se chuvas de 11 mm em 5 de novembro e de 30 mm em 6 de novembro, às vésperas da coleta do dia 9 de novembro. Antecederam a coleta de 7 de dezembro chuvas em 4 de dezembro (11 mm) e 6 de dezembro (34 mm).

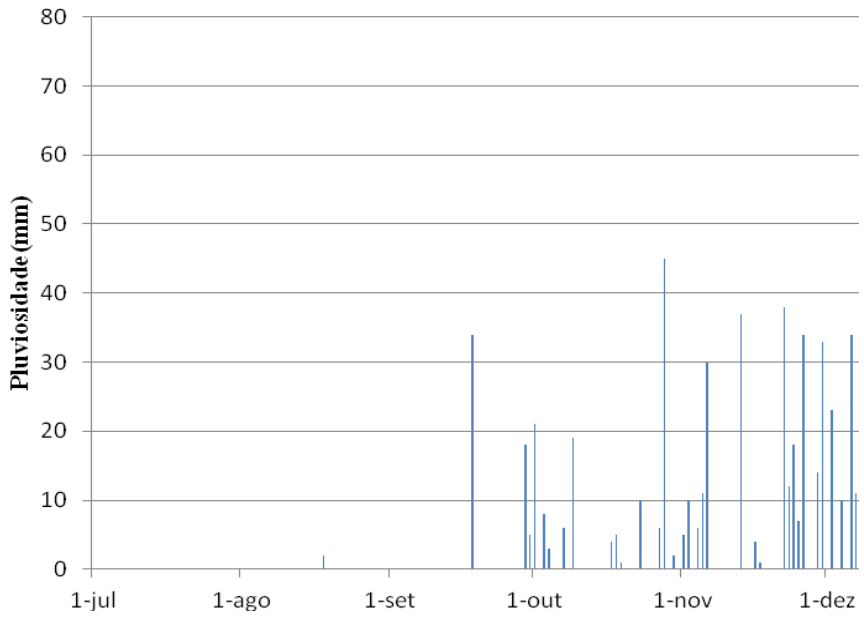

FIGURA 4 - Pluviosidade no Município de Goiânia entre 1 jul e 31 dez. Fonte: Estação Meteorológica de Observação de Superfície Automática do INMET. Elaborado por REIS.

Os dados relativos à velocidade dos ventos demonstraram preponderância de ventos mais rápidos na faixa de domínio da rodovia - em E - e em O100; também mostra melhor distribuição os ventos ao longo do período de estudo em L200. O período de seca apresentou registros mais numerosos de movimentação do ar em relação ao período chuvoso. A preponderância dos ventos em E evidenciou-se no período vespertino, que apresentou ventos mais intensos.

4. Resultados e discussão

4.1. Análise quantitativa

A variação quantitativa do MP adsorvido na superfície dos folíolos selecionados apresenta-se na tabela 1, na qual a quantidade do material se expressa na relação entre a sua massa e a superfície de cada um dos três folíolos selecionados em cada uma das árvores, em µg/mm². Os dados também podem ser expressos na forma de gráficos (vide Figuras 5 a 7), que apresentam a variação da quantidade de MP encontrada nas árvores em julho, agosto e setembro, meses nos quais os índices de pluviosidade foram mais baixos. As Figuras seguintes (8 a 10) apresentam variação da quantidade de MP encontrada nos meses seguintes, com níveis de pluviosidade mais altos. As barras verticais referentes a cada árvore apresentam a quantidade de MP em cada folíolo, sendo o menor valor encontrado indicado por sua borda inferior, o maior valor por sua borda superior e o valor intermediário indicado pela linha horizontal dentro da barra.

TABELA 1 - Massa de material particulado adsorvido em superfície foliar (µg/mm²).

Árvore	**Dia de coleta**					
	20 jul	**17 ago**	**7 set**	**5 out**	**9 nov**	**7 dez**
O300	7,66	8,71	6,06	4,33	1,60	0,35
	2,01	4,86	6,39	2,24	0,48	1,73
	4,51	5,60	2,63	1,80	1,24	1,33
O200	1,56	5,04	5,22	1,47	1,47	1,10
	2,99	5,40	3,17	0,89	3,53	0,97
	3,79	1,79	3,12	2,56	1,57	1,15
0100	1,25	3,96	5,78	0,89	5,37	0,67
	0,00	3,93	2,74	0,97	1,58	0,62
	1,63	1,50	4,68	4,49	0,90	0,35
E	2,77	1,37	10,8	1,19	1,43	2,66
	3,92	4,04	2,83	1,15	1,07	0,97
	2,51	5,93	5,39	1,92	2,36	1,55
L100	2,52	1,94	3,88	1,79	0,45	2,68
	3,62	0,22	4,70	0,84	1,21	0,57
	1,27	19,1	2,10	1,16	1,14	0,59
L200	1,44	4,73	3,08	0,89	1,14	0,69
	2,00	1,62	1,49	1,50	0,30	0,40
	1,44	2,25	2,18	2,26	0,88	0,80
L300	1,35	5,71	4,58	6,30	1,27	2,32
	0,14	4,16	4,20	1,71	0,26	0,42
	2,56	4,96	2,31	1,56	1,12	0,34

Fonte: Elaborado por REIS a partir de pesquisa de campo.

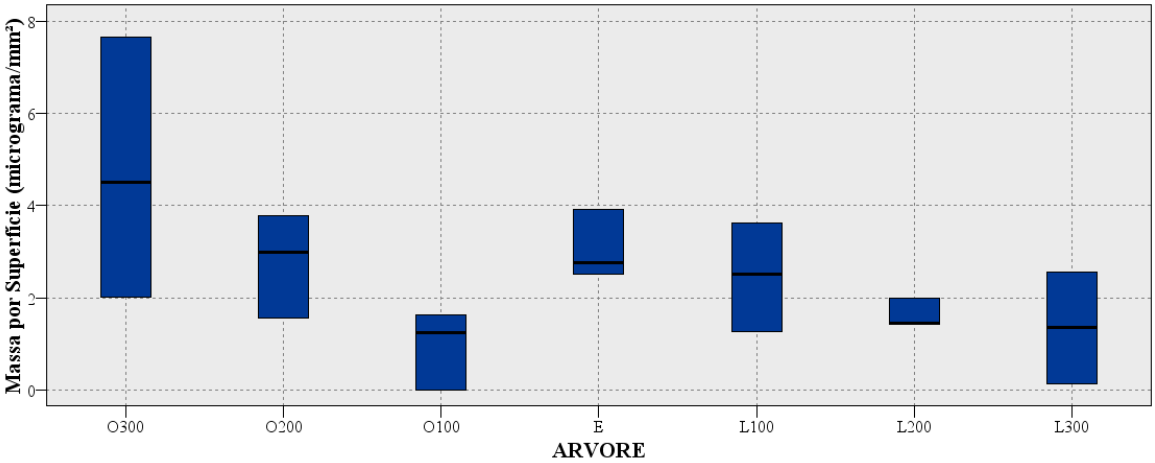

Figura 2 - Massa de material particulado por superfície foliar - coleta de 20 jul 2013. Fonte: pesquisa de campo.

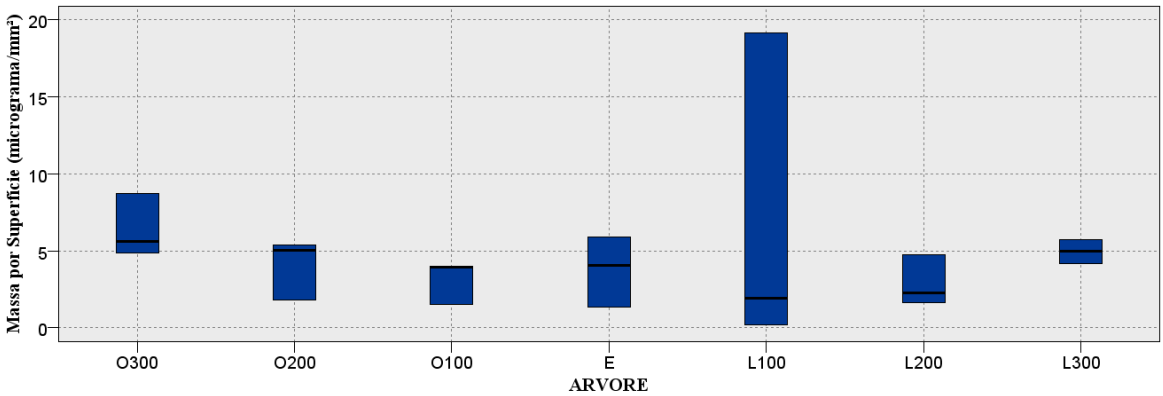

FIGURA 6 - Massa de material particulado por superfície foliar - coleta de 17 ago 2013. Fonte: pesquisa de campo.

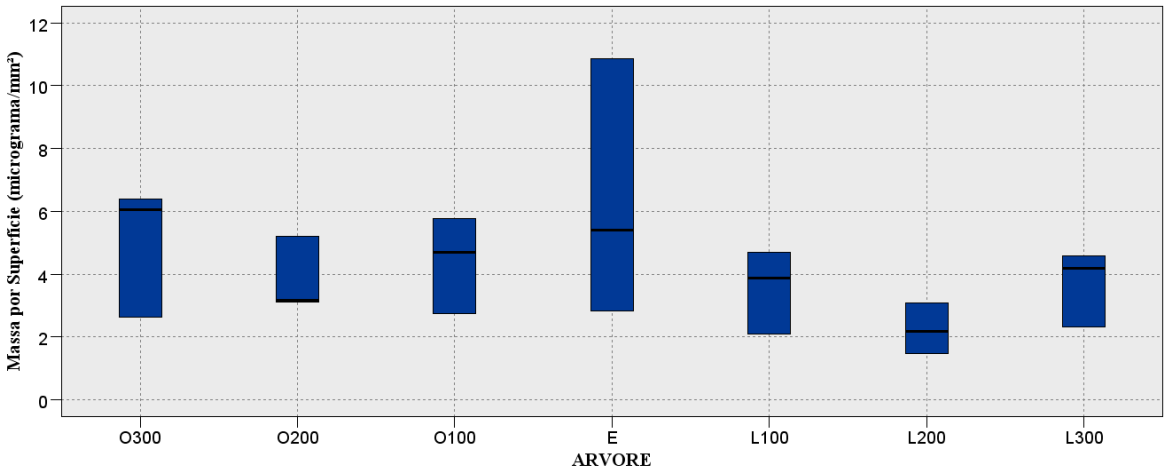

FIGURA 3. Massa de material particulado por superfície foliar - coleta de 7 set 2013. Fonte: pesquisa de campo.

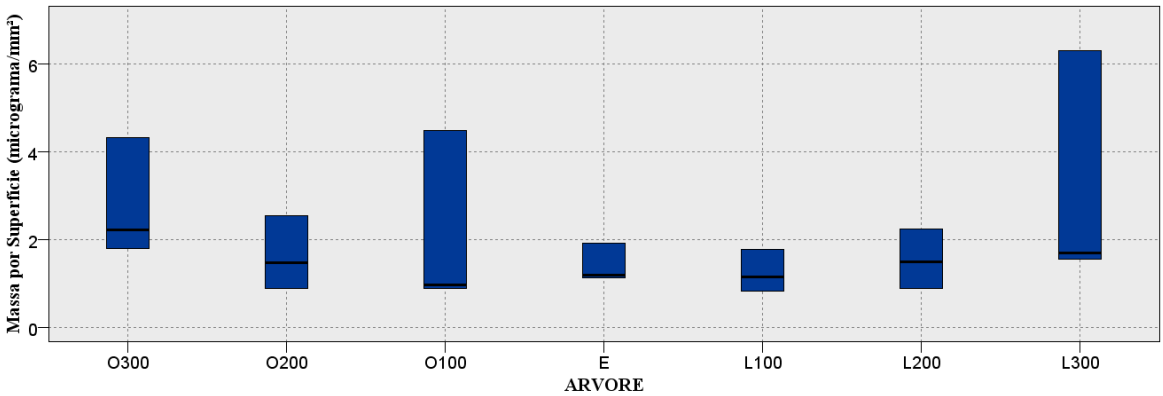

FIGURA 4 - Massa de material particulado por superfície foliar - coleta de 5 out 2013. Fonte: pesquisa de campo.

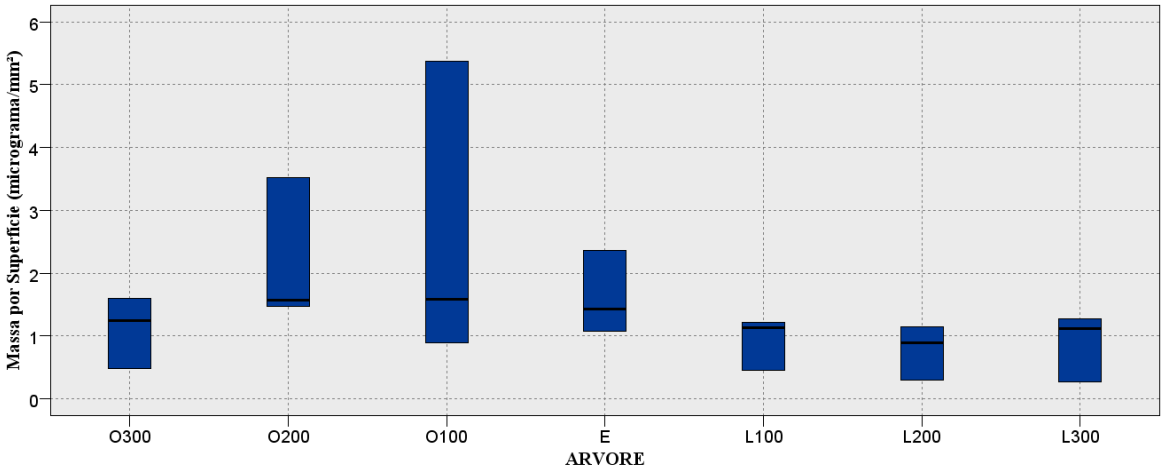

FIGURA 9 - Massa de material particulado por superfície foliar - coleta de 9 nov 2013. Fonte: pesquisa de campo.

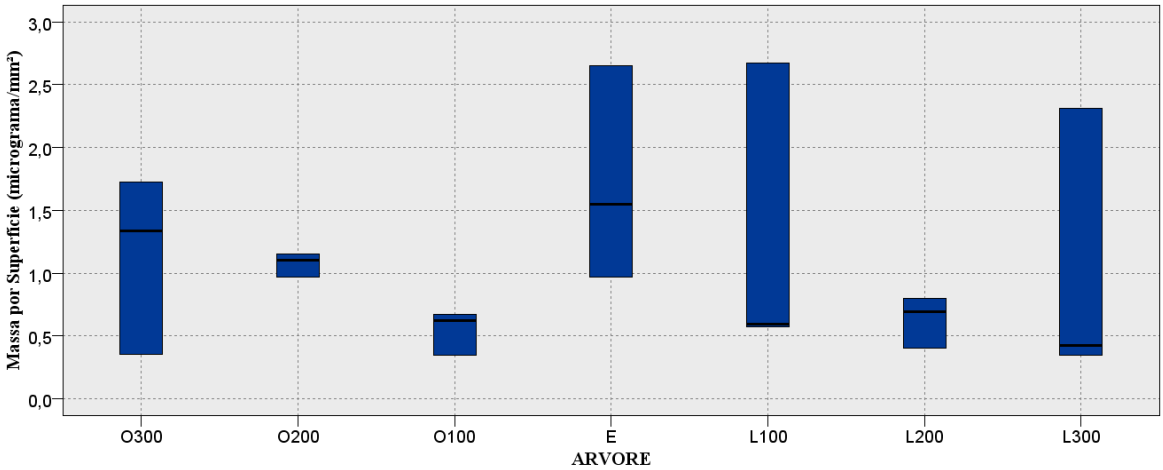

FIGURA 10 - Massa de material particulado por superfície foliar - coleta de 7 dez 2013. Fonte: pesquisa de campo.

Foi possível verificar queda significativa na quantidade do MP já sob as primeiras chuvas, em que os níveis de MP/superfície foliar apresentam, nos gráficos, intervalos bem distintos. Separados em dois grupos - de período chuvoso e de período seco - os dados foram submetidos ao teste de Mann-Whitney (HOLLANDER; WOLFE, 1973), indicando que há diferença significativa entre si. Tal distinção encontra-se expressa no gráfico do tipo *box-plot* mostrado na Figura 11.

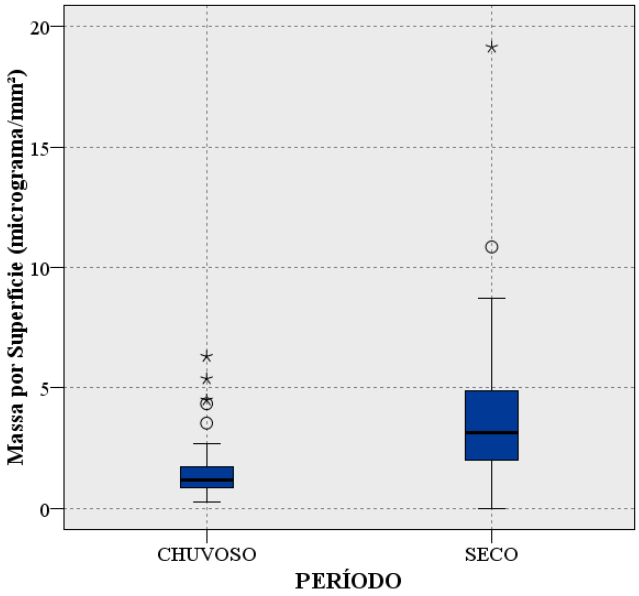

Figura 5 Massa de material particulado por superfície foliar em período chuvoso e período seco. Fonte: pesquisa de campo.

A análise prosseguiu com o estudo da dispersão do MP que, em tese, seria produzido pelo intenso tráfego veicular na BR-153. Para tal foram comparados os dados que cada uma das árvores apresentou em relação às demais, verificando de há influência da distância a partir da rodovia sobre a quantidade de MP adsorvido em superfície foliar. Após o tratamento estatístico dos dados, observou-se que foram detectadas diferenças significativas entre as massas de MP adsorvidas em superfície foliar encontradas nos folíolos das árvores da área de estudo apenas no mês de julho. A observação dos valores encontrados pode indicar que a diferença está associada à árvore O300. Entretanto, o teste de comparações múltiplas não detectou qualquer diferença significativa entre os pares de árvores, incluindo os pares formados com O300 no mês de julho, não sendo possível afirmar que as amostras procedam de populações com características distintas.

4.2 Análise qualitativa

A apresentação da concentração de Zn, Mn, Pb, Ni,Fe, Cr, Cu e Cd, que consta da tabela 2, limita-se à apresentação dos maiores índices detectados, acompanhados do local e do mês em que tais leituras foram obtidas. Em caso de leituras iguais em maiores concentrações, prevaleceu a concentração obtida no folíolo com menor massa/superfície. As menores concentrações não foram apresentadas na tabela abaixo, uma vez que foram comuns os menores resultados iguais a zero, especialmente para Cr, Cu e Cd. Interessante destacar a ausência da árvore E dentre as que apresentaram maiores concentrações de metais em MP.

TABELA 2 -. Concentração de metais (ppm).

Metal	maior concentração (ppm)	árvore	mês
Fe	639,1	L300	dez
Ni	250,0	L100	ago
Mn	140,0	L300	jul
Cr	96,8	L100	dez
Cu	73,3	L300	nov
Zn	43,8	O100	dez
Pb	31,2	O300	dez
Cd	5,0	O100	ago

Fonte: Pesquisa de campo.

As concentrações de metais encontradas em todos os folíolos apresentaram diferenças significativas em maior número do que a massa de MP nas comparações entre os dados obtidos por árvore em cada mês, demonstrando concentrações distintas entre as árvores de Mn em setembro e dezembro, de Ni em novembro e de Fe em julho e agosto. Contudo, sob comparação par a par, só se detectou diferença significativa na concentração de Fe em O300 no mês de julho, em relação à concentração encontrada no mesmo período em L300, do lado oposto à rodovia. Assim, conclui-se, portanto, que não há evidências de que os valores sejam diferentes entre as árvores. Reafirma-se a conclusão de que não há diferenças significativas entre as árvores em cada um dos meses do estudo, quadro similar ao que obtivemos com a análise estatística da massa de MP.

Para verificar se havia diferenças entre as concentrações dos metais e de massa por superfície por período seco ou chuvoso, os dados foram submetidos ao teste de *Mann-Whitney*. Com exceção do Mn e Pb, os metais apresentam diferenças significativas por período seco ou chuvoso, indicando que as concentrações no período chuvoso são maiores do que no período seco para Zn, Ni e Fe. É importante ainda destacar o Cd, que, em geral, foi medido como zero, apresentando apenas três leituras diferentes, sendo estas no mês de agosto - duas na árvore O100 e uma na árvore O200.

5. Considerações finais

No que se refere à análise do MP realizada mediante a análise foliar, é possível afirmar que a área de estudo apresenta condições favoráveis à sua dispersão, graças, especificamente, à presença dos ventos, os quais apresentaram-se mais intensos na faixa de domínio, especialmente durante as leituras feitas à tarde a à noite. A ocorrência dos ventos pode ser creditada à faixa de terreno sem barreiras importantes em que se constitui a faixa de domínio da rodovia, ao padrão de ocupação urbana na área de estudo e arredores - que ainda não sofreram o fenômeno de verticalização de edificações - à presença de grandes glebas desprovidas de edificações e de matas, bem como à topografia - a rodovia, na área de estudo, situa-se em uma crista do terreno. Tais condições acabam por favorecer a distribuição do MP originado pelo tráfego veicular na BR-153 por áreas maiores, não havendo diferenças

significativas em sua quantidade até a distâncias de 300 m a partir do eixo da rodovia, em ambos os lados.

As características da ocupação urbana ao longo da via têm influência direta sobre a qualidade ambiental da área. A construção de edifícios de maior altura, de uso comercial ou residencial, constituiria um cenário preocupante: ventos que sopram em direção a uma área edificada podem elevar a concentração de MP em suspensão atrás da barreira de edifícios, onde se forma uma zona de baixa pressão que pode sugar os poluentes para si através de redemoinhos. Tais redemoinhos podem, também, tornar a suspender MP já depositado sobre qualquer superfície (TORRES; MARTINS, 2005).

O comportamento do MP apresentou, ao longo do período de estudo, previsível influência do regime de chuvas, havendo sensível queda na quantidade de MP adsorvida pelas folhas nas coletas realizada nos meses mais chuvosos.

De forma semelhante, observou-se que não há predominância estatisticamente significativa na concentração de qualquer um dos metais dos quais avaliou-se a concentração em qualquer ponto de coleta de dados. Entretanto, as concentrações de Fe, Zn e Ni encontradas em período chuvoso foram maiores do que as de período seco.

Ainda que o presente estudo indique condições favoráveis à dispersão de poluentes na via, que possibilita a diminuição na concentração de substâncias às quais se associa ação deletéria sobre a qualidade do ar, recomenda-se monitoramento da qualidade do ar na área de estudo efetivo e sistemático, com a utilização de instrumentos, técnicas e métodos que permitam avaliar a presença de poluentes confrontando os índices detectados com a legislação ambiental em vigor. Somente assim será possível afirmar se a qualidade do ar na área de estudo oferece risco aos seus habitantes. O estudo de outros parâmetros, como a qualidade das águas de escorrência e dos níveis de pressão sonora, por exemplo, possibilitará o desenho de um quadro mais fiel da qualidade ambiental dos tecidos urbanos lindeiros.

Para os próximos anos, aguarda-se a construção de mais um trecho do Anel Viário Metropolitano, o Contorno Leste. A execução desta obra faz parte do contrato de concessão estabelecido em 2013, assinado entre o governo federal e a empresa Triunfo Participações e Investimentos (BRASIL, 2013). Com a construção do Contorno Leste, parte do tráfego deverá ser retirada do traçado atual da BR-153. Entretanto, os problemas no meio ambiente urbano podem não ser reduzidos significativamente por conta do grande volume de viagens cuja origem e destino encontram-se na Região Metropolitana: a BR-153 deve tornar-se uma via urbana com um volume de tráfego ao qual permaneceriam associados os impactos ambientais preexistentes, mesmo que algumas das funções hoje exercidas pela BR-153 devam ser transferidas para a outra via.

6. Referências

ALBUQUERQUE, M.; BARBOSA, A. E.; ALBUQUERQUE, A. **Avaliação do funcionamento de um sistema de tratamento da A23– Ligação Covilhã (Norte).** Actas do 12º ENaSB. Cascais: 2006. Disponível em: <http://www.cmade.ubi.pt/pdf/ a_national_conferences/aalb%20-%2012enasb%2006.pdf>. Acesso em: 14 mar 2012.

BRASIL. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. **Manual de projeto geométrico de rodovias rurais.** Rio de Janeiro: IPR, 1999.

_____. Ministério dos Transportes. Agência Nacional de Transportes Terrestres. **Contrato de Concessão - Edital nº 004/2013**. Brasília: ANTT, 2013. Disponível em: <http://3etapaconcessoes.antt.gov.br/upd_blob/0001/1836.pdf>. Acesso em: 14 nov 2013.

BRUGGE, Doug; DURANT, John L.; RIOUX, Christine. Near-highway pollutants in motor vehicle exhaust: A review of epidemiologic evidence of cardiac and pulmonary health risks. In: **Environmental Health Journal**.Vol. 6. 2007. Disponível em: <http://www.ehjournal.net/content/6/1/23#B1>. Acesso em: 17 abr 2012.

FREIBERG, Márcia Regina; PASQUALETTO, Antonio. **Diagnóstico da qualidade do ar de Goiânia-GO**. Goiânia: 2008. Disponível em: <http://www.ucg.br/ucg/prope/cpgss/ArquivosUpload/36/file/Continua/DIAGN%C3%93STICO%20DA%20QUALIDADE%20DO%20AR%20DE%20GOI%C3%82NIA-GO.pdf>. Acesso em: 19 abr 2012.

GOIÁS. Secretaria de Estado de Infraestrutura. **Rodovia com cara de avenida**. Goiânia: 2011. Disponível em: <http://www.seinfra.go.gov.br/post/ver/122416/br-153---rodovia-com-cara-de-avenida>. Acesso em: 12 mar 2012.

HOLLANDER, Myles; WOLFE, Douglas A. ***Nonparametric Statistical Methods***. New York: John Wiley & Sons, 1973.

HORA, Karla Emmanuela Ribeiro. **A relação entre formação de ilhas de calor e o concreto aplicado ao meio urbano**. Monografia. Universidade Católica de Goiás. Goiânia: 2000.

MESQUITA, Maria Elisabeth Alves; LUIZ, Gislaine Cristina. **Ensaio ao entendimento da poluição do ar em Goiânia – GO**: Anais do VI Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica. Aracaju: UFS, 2004.

PASQUALETTO, Antonio. **Níveis de poluição atmosférica em Goiás.** Goiânia: 2002. Disponível em: <http://www2.ucg.br/nupenge/pdf/artigo_08.pdf>. Acesso em: 19 abr 2012.

RAMÍSIO, Paulo J.; VIEIRA, José M. P. Avaliação da Retenção de Metais Pesados de Escorrências Rodoviárias por Filtração Reactiva. In: **Revista Engenharia Civil**, n° 33:[0], p. 75-86, 2008. Disponível em: <http://www.civil.uminho.pt/revista/ n33/Artigo07-Pag75-86.pdf>. Acesso em: 12 mar 2012.

SILVA JÚNIOR, Sílvio Barbosa. **Rodovias em áreas urbanizadas e seus impactos na percepção dos pedestres.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de São Carlos.São Carlos: 2006.

TORRES, Fillipe Tamiozzo Pereira; MARTINS, Luiz Alberto. Determinação dos fatores que influenciam a concentração do material particulado inalável na cidade de Juiz de Fora - MG. In: **Geoambiente On-Line**, n. 5. Universidade Federal de Goiás. Jataí: 2005.