



Análise de background da poluição veicular na cidade de Curitiba

Background analysis of vehicle pollution in Curitiba

Yara Goulart de Aquino (orientado)*, Yara de Souza Tadano (orientador)†

RESUMO

A poluição atmosférica é responsável pelo contínuo aumento das internações por doenças respiratórias, podendo até levar à mortes prematuras. Portanto estudos nesta área estão em constante crescimento. Atuando como grandes contribuintes, encontram-se os poluentes emitidos por veículos automotores. O presente trabalho possui como foco analisar a concentração de poluentes background gerada pelos veículos em uma região central de Curitiba-PR, com o auxílio de variáveis meteorológicas. Neste sentido, foi realizada a contagem dos veículos na região de estudo durante dias de isolamento social, visando a análise da influência da redução de veículos em decorrência da pandemia da COVID-19. Por meio da contagem, foi estimada a vazão mássica de oxido de carbono, dióxido de nitrogênio, aldeídos, hidrocarbonetos não metano, metano, material particulado e dióxido de carbono. Através da comparação dos valores de vazão mássica de CO de Ponta Grossa com Curitiba, concluiu-se que a região de central de Curitiba possui uma taxa de emissão elevada, mesmo em condição de fluxo restrito de veículos.

Palavras-chave: poluição atmosférica, poluição veicular, cálculo de emissões, Curitiba.

ABSTRACT

Atmospheric pollution is responsible for continuously increasing hospital admissions for respiratory diseases, leading even to premature deaths. Therefore, studies in this field are constantly growing. Acting as significant contributors, are the pollutants emitted by motor vehicles. The present work focuses on analyzing the pollutants background concentration generated by vehicles in a central area of Curitiba-PR with the aid of meteorological variables. In this way, vehicle counting in the study region during some days of social isolation was performed to analyze the influence of vehicle reduction due to the COVID-19 pandemic. The mass flow of carbon oxide, nitrogen dioxide, aldehydes, non-methane hydrocarbons, methane, particulate matter and carbon dioxide was estimated by counting vehicles. By comparing the mass flow values for CO from Ponta Grossa with Curitiba, we conclude that the central part of Curitiba has a high emission rate, even in a condition of restrictive vehicles flow.

Keywords: air pollution, vehicular pollution, emissions calculation, Curitiba.

1 INTRODUÇÃO

A poluição do ar suscita inúmeras doenças originadas da inalação dos gases e partículas contidas no ar, dependendo do seu tamanho, as partículas podem se instalar em diferentes regiões do sistema respiratório. As partículas inaláveis grossas (fração inalável) são as que possuem diâmetro aerodinâmico menor ou igual a 10 μm (MP_{10}) e as partículas finas ou respiráveis (fração torácica) são as inferiores a 2,5 μm ($\text{MP}_{2,5}$). Estudos epidemiológicos associaram a exposição às partículas à incidência de mortes prematuras, asma crônica e aumento de internações hospitalares de crianças e pessoas idosas (HAINES et al., 2009).

* Engenharia Química, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil; yaraaquino@alunos.utfpr.edu.br

† Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa; yarataadano@utfpr.edu.br



A relevância do tema “Impacto da poluição atmosférica na saúde” foi analisada por meio do crescente número de artigos publicados. Segundo AQUINO (2020), as pesquisas nesta área cresceram quase exponencialmente nos últimos anos. Foram selecionados 10 artigos dentre os 389 selecionado pelo Methodi Ordinatio (PAGANI; KOVALESKI; RESENDE, 2015) para uma análise minuciosa. Dentre eles, 90% possuíam relação com algum tipo de material particulado, sendo que destes, todos incluíam o $MP_{2.5}$.

É de suma importância analisar a origem destas partículas. Segundo BRAGA et al. (2001), a presença cada vez maior dos automóveis, vieram a somar com as indústrias, como fontes poluidoras, trazendo consequências sérias para a saúde.

Segundo HAINES (2009), os indicadores comumente utilizados para classificação da qualidade do ar são: óxido de enxofre (SO_x), material particulado (MP), monóxido de carbono (CO), ozônio (O_3) e óxidos de nitrogênio (NO_x). Estes poluentes são classificados como primários e secundários; sendo os primários emitidos diretamente pelo escapamento automotivo, como os óxidos de carbono, NO_x , SO_x , alcoóis, aldeídos, hidrocarbonetos (HC), ácidos orgânicos e MP. Os poluentes secundários são: o O_3 , nitratos de peroxiacetila (PAN), entre outros.

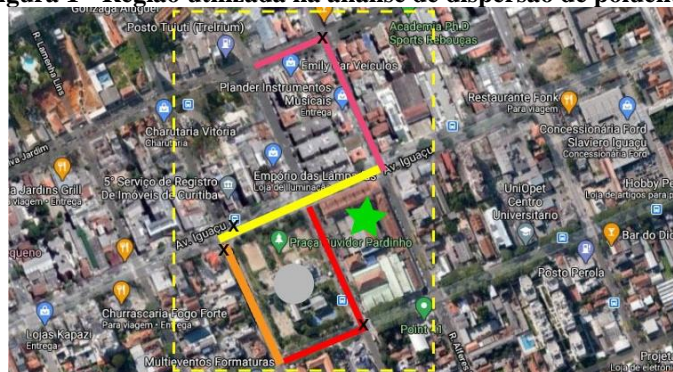
Obter um background da poluição de uma determinada região é de extrema importância, pois culmina na contribuição da emissão veicular, deste modo torna-se necessário o questionamento, qual o background da concentração de poluentes atmosféricos gerada pelos transportes terrestres na região central de Curitiba-PR?

2 PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS DA PESQUISA

No intuito de identificar a concentração background em uma região central da cidade de Curitiba, Paraná, foi realizada a contagem de veículos em janeiro de 2021, período de isolamento social devido à pandemia da COVID-19.

A região de estudo é localizada no centro da cidade de Curitiba/PR ao redor da praça ouvidor pardinho, que possui uma estação de monitoramento automática da qualidade do ar do Instituto Água e Terra (IAP, 2015). A extensão de estudo compreende as ruas Nunes Machado, 24 de Maio e Alferes Poli e as avenidas Silva Jardim, Iguazu e Presidente Getúlio Vargas. A Figura 1 aponta os pontos de coleta de dados representados pela letra x. A Praça Ouvidor Pardinho está simbolizada pela bola cinza, o Mercado representado pela estrela verde, a Av. Iguazu expressa pela faixa de cor amarela, a rua Nunes Machado expressa pela faixa de cor laranja, o cruzamento entre a rua Alferes Poli com a avenida Silva Jardim representada pela cor rosa, e o cruzamento da rua 24 de Maio com a avenida Presidente Getúlio Vargas representada pela cor vermelha.

Figura 1 - Região utilizada na análise de dispersão de poluentes.



FONTE: Adaptado de Google Maps (2021)

Após a análise e definição da região de interesse passou-se para a fase da coleta de dados da frota veicular na região. O processo de contagem dos veículos foi realizado dividindo a frota em 3 categorias principais: carros, veículos pesados (caminhões e ônibus) e motos. Para a execução da contagem foi utilizado o aplicativo MultiCounter (AKIBONN, 2011). A Figura 2 mostra a interface do aplicativo contendo os dados para contagem.

Figura 2 - Interface do aplicativo MultiCounter com os dados a serem analisados.



FONTE: MultiCounter (2021)

Segundo TOBERGTE e CURTIS (2014), os fatores de emissão (FE) dependem do ano, modelo do veículo e do tipo de combustível utilizado. Como não é possível identificar o ano dos veículos na coleta dos dados, utilizou-se valores médios adaptados de CANCELLI e DIAS (2014), ilustrados na Tabela 1.

Tabela 1 - Fatores de emissão alternativos quando há somente o número total de veículos por categoria.

Categorias/Poluentes	CO (g.km ⁻¹)	NO ₂ (g.km ⁻¹)	RCHO (g.km ⁻¹)	NMHC (g.km ⁻¹)	CH ₄ (g.km ⁻¹)	MP (g.km ⁻¹)	CO ₂ (g.km ⁻¹)
Automóveis e veículos comerciais leves	1,2	0,4	0,01	0,4	0,15	0,015	210
Motocicletas	3	0,15	-	0,5	0,1	0,01	210
Caminhões leves, médios e pesados	1	0,4	-	5	-	0,15	445
Ônibus urbanos e rodoviários	1,1	0,5	-	9	-	0,2	445

FONTE: Cancelli e Dias (2014)

Segundo OKE TR (2002), existem dois fatores que determinam o montante de poluição em uma determinada localização: a natureza da emissão e o estado da atmosfera. Portanto, torna-se necessária a avaliação das condições atmosféricas no local da coleta. Para isto, obteve-se dados de precipitação; umidade relativa do ar; temperatura; velocidade e direção do vento, radiação solar e pressão atmosférica da cidade de Curitiba fornecidos pelo SIMEPAR (PARANÁ, 2021).



A rosa dos ventos é um antigo instrumento que auxilia na localização relativa (como um ponto se posiciona em relação a outro) e serve de referência para a localização absoluta em mapas. A rosa dos ventos é composta por pontos cardeais (Norte, Sul, Leste e Oeste), colaterais (Nordeste, Sudeste, Noroeste e Sudoeste) e subcolaterais (nor-nordeste, nor-noroeste, sul-sudeste, sul-sudoeste, lés-nordeste, lés-sudoeste, oés-sudeste e oés-sudoeste). Para análise dos dados de vento, foi utilizado o software AERMOD View (THE' et al., 2020), que é um sistema integrado de modelização atmosférica capaz de realizar um modelo de dispersão projetado para alcances de até 50 km para a dispersão das emissões de poluentes atmosféricos oriundas de fontes industriais.

3 RESULTADOS

3.1 COLETA DE DADOS VEICULARES

A coleta dos dados de tráfego na região, ocorreu durante dias de isolamento social, visando a análise da influência da redução de veículos em decorrência da pandemia do COVID-19, na qualidade do ar, podendo representar uma situação background de poluição do ar. A Tabela 2, apresenta um exemplo dos dados coletados (quantidade de veículos em cada rua dentro do intervalo de tempo determinado) por meio do MultiCounter.

Tabela 2 - Dados de veículos do dia 20 de janeiro de 2021.

	Hora	Carro	Veículos Pesados	Motos
Av. Iguaçu	12:11 - 12:26	240	16	20
R. Nunes Machado	11:55 - 12:10	19	1	3
Av. Pres. Getúlio Vargas X R. 24 de maio	12:14 - 12:29	550	15	56
Av. Silva Jardim X R. Alf. Poli	11:53 - 12:08	671	23	78

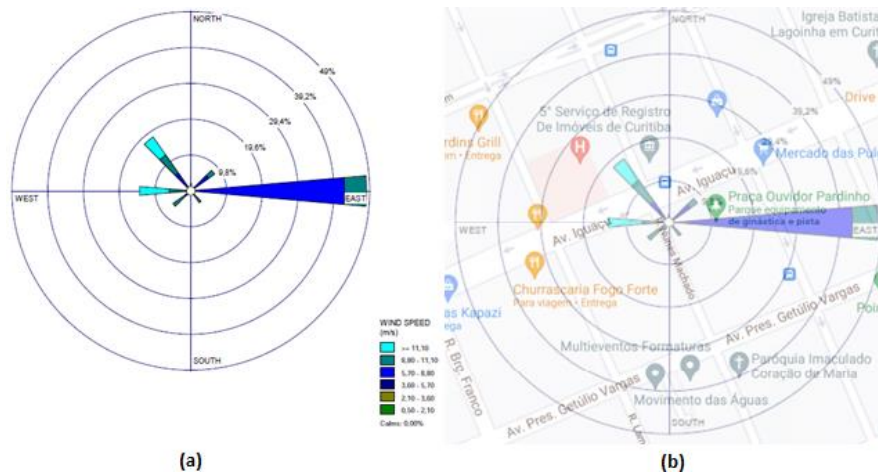
FONTE: Aatoria Própria (2021).

Considerando que a contagem foi realizada em um período de isolamento social, em horário de pico (12:00) e em ruas com alta concentração de veículos, os dados apresentados são condizentes pois, em dias comuns, o tráfego de veículos na região é intenso.

3.2 CARACTERÍSTICAS DOS VENTOS NA REGIÃO DE CURITIBA

Os dados disponibilizados pelo SIMPEAR foram inseridos no software WR-PLOTViewTM, gerando a rosa dos ventos da região analisada, representada pela Fig. 3(a). Pode-se observar que os ventos predominantes foram soprando do Leste (90°). Para melhor visualização da direção do vento na região de análise, a Fig. 3(b) foi construída unindo ambas as informações.

Figura 3 - Rosa dos ventos na região de análise.



FONTE: Adaptado de WR-PLOTViewTM (2021)

Por meio da Figura 3, pode-se concluir que as ruas selecionadas para a coleta de dados foram satisfatórias, pois compreende uma ampla faixa de coleta, na qual os dados coletados não serão os mesmos pôr o vento soprar na extensão longitudinal e as ruas estarem distribuídas latitudinalmente.

3.3 CÁLCULO DE EMISSÕES BASEADO NA CONTAGEM DE VEÍCULOS

Utilizando os dados da Tab. 1 dos fatores de emissão veicular, juntamente com os dados de contagem de veículos, foi estimada a vazão mássica de CO, NO₂, RCHO, NMHC, CH₄, MP e CO₂ (Tab. 3) para utilização como parâmetro de entrada nas simulações numéricas futuras.

Tabela 3 - Fluxo mássico nas vias analisadas.

Via	Quantidade emitida por poluente						
	CO (g.h-1)	NO ₂ (g.h ⁻¹)	RCHO (g.h-1)	NMHC (g.h-1)	CH ₄ (g.h-1)	MP (g.h-1)	CO ₂ (10 ⁻³ g.h-1)
Av. Iguaçú	6605	1869	463	3672	677	112	1089
R. Nunes Machado	474	125	42	164	48	5	71
Av. Pres. Getúlio Vargas / R. 24 de Maio	33439	7972	3978	12958	3062	404	4800
Av. Silva Jardim / R. Alf. Poli	38123	10422	3018	16253	3905	520	5990

FONTE: Arquivo próprio (2021)

Segundo MACHADO (2019), o fluxo mássico de CO na região de Ponta Grossa – PR estudada variou de 141 à 747 g/h. Comparando com os valores da Tab. 3, pode-se observar que o fluxo mássico de CO na cidade de Curitiba, em um período típico de concentração background foi muito mais elevado, variando de 475 à 38.123 g/h.



CONCLUSÃO

Com este trabalho, pôde-se analisar o fluxo mássico proveniente da frota de veículos em uma região central de Curitiba em um período de isolamento social, podendo então, ser caracterizado como concentração background. De acordo com a literatura consultada, esta é a primeira vez que se obtém informações próximas ao background de poluição da cidade. Através da comparação dos valores de vazão mássica de CO de Ponta Grossa com Curitiba, conclui-se que a região de central de Curitiba possui uma taxa de emissão elevada, mesmo em condição de fluxo restrito de veículos. Os resultados do presente trabalho permitirão dar continuidade ao estudo, pois se tratam dos dados de entrada para realizar a simulação da dispersão atmosférica na região estudada e, assim, obter mapas de concentração background da região.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) pela bolsa concedida durante o desenvolvimento do projeto, fazendo parte do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC 2020 - 2021).

REFERÊNCIAS

AKIBONN. **MULTI COUNTER**, 2011.

AQUINO, Y. G. DE et al. Revisão bibliográfica sistemática sobre riscos à saúde humana por poluição atmosférica Systematic bibliographic review about risks to human health by atmospheric pollution. p. 1–9, 2020.

CANCELLI, D. M.; DIAS, N. L. BRevê: Uma metodologia objetiva de cálculo de emissões para a frota brasileira de veículos. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 19, p. 13–20, 2014.

HAINES, A. et al. Public health benefits of strategies to reduce greenhouse-gas emissions: overview and implications for policy makers. **The Lancet**, v. 374, n. 9707, p. 2104–2114, 2009.

IAP. **RELATÓRIO ANUAL DA QUALIDADE DO AR DE CURITIBA E REGIÃO METROPOLITANA ANO DE 2015**. Disponível em: <http://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2020-08/rel_anual_iap_2015_0.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2021.

MACHADO, V. **Estudo numérico da dispersão de poluente veicular em uma microrregião urbana**. [s.l: s.n.].

OKE TR. **Boundary Layer Climates**. 2002. ed. Routledge: [s.n.].

PAGANI, R. N.; KOVALESKI, J. L.; RESENDE, L. M. Methodi Ordinatio: a proposed methodology to select and rank relevant scientific papers encompassing the impact factor, number of citation, and year of publication. **Scientometrics**, v. 105, n. 3, p. 2109–2135, 2015.

THE', J. et al. **AERMOD View**, 2020.

TOBERGTE, D. R.; CURTIS, S. Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários. **Journal of Chemical Information and Modeling**, v. 53, n. 9, p. 1689–1699, 2014.