

REVISTA AIDIS

de Ingeniería y Ciencias Ambientales:
Investigación, desarrollo y práctica.

CONTRIBUIÇÃO DO TRAFEGO URBANO NA QUALIDADE DO AR EM CIDADE BRASILEIRA DE PORTE MÉDIO

Denise Daris¹
*Luciana Londero Brandli²
Eduardo Pavan Korf³
Francisco Dalla Rosa²

URBAN TRAFIC CONTRIBUTION TO THE AIR QUALITY IN
MID-SIZED BRAZILIAN CITY

Recibido el 27 de abril de 2015; Aceptado el 1 de diciembre de 2015

Abstract

Urban air pollution became one of the main factors of degradation and preoccupation of the quality of life in cities. The urban traffic is one of the most important causes of this pollution. The pollutants carry several toxic substances that can cause acute and chronic effects to the human health, besides causing local and global environmental impacts. The difficulty of monitoring pollution in urban areas, as in Passo Fundo city, arises due to the high demand for investments, especially when resorting to the techniques of active monitoring. Thus, this study aims to use inexpensive passive samplers to monitor and diagnose emissions of nitrogen oxide and ozone in the city of Passo Fundo – Brazil. The data collection monitored six points located in the urban area of this city, during the period one year. The concentrations found for NO₂ and O₃ were below to the values presented by the legislation, therefore, it should not impact to the human health. The data show that three points monitored presented the highest concentrations of NO₂ and O₃, which they are also the points with the greatest flow end congestion, confirming the direct relation with the pollutant concentration level. Considering that Passo Fundo don't have monitoring forms of pollutant emissions, this research is important to diagnose the impacts and if necessary provide control measures in generating sources.

Key Words: Atmospheric Emission, Passive samplers, Pollution, Urban traffic.

¹ Universidade de Passo Fundo, Brasil.

² Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental – ppgENG, Passo Fundo, Brasil.

³ Universidade Federal da Fronteira Sul, Erechim – RS, Brasil.

*Autor correspondente: Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental – ppgENG, Passo Fundo – RS, Brasil, BR 285, São José | Passo Fundo/RS/Brasil | CEP: 99052-900, Email: brandli@upf.br

36 Resumo

37 A poluição atmosférica urbana tornou-se um dos principais fatores de degradação e preocupação da qualidade de
38 vida nas cidades. O tráfego urbano é uma das grandes causas desta poluição. Os poluentes carregam grande
39 variedade de substâncias tóxicas que podem causar efeitos agudos e crônicos à saúde humana, além de causarem
40 impactos ambientais locais e globais. A dificuldade de monitoramento da poluição no meio urbano, como no caso
41 de Passo Fundo/Brasil, decorre em função da demanda de altos investimentos, principalmente quando se recorre a
42 técnicas de monitoramento ativo. Neste sentido, este estudo visa monitorar e diagnosticar por meio de
43 amostradores passivos de baixo custo, as emissões de NO₂ e O₃ gerado na cidade de Passo Fundo/Brasil durante
44 os meses de Abril/14 a Maio/15, em seis pontos de monitoramento, localizados na área urbana de Passo
45 Fundo/Brasil. As concentrações encontradas para NO₂ e O₃ foram inferiores à legislação, portanto não deverão
46 causar impacto a saúde humana. Os dados revelam que dos seis pontos monitorados, três apresentaram maiores
47 concentrações de NO₂ e O₃ os quais também apresentam maior fluxo e congestionamento, confirmando a relação
48 direta quanto ao nível de concentração de poluentes. Considerando que não se possui formas de monitoramento
49 das emissões poluidoras em Passo Fundo/Brasil, este trabalho é de fundamental importância para diagnosticar os
50 impactos e caso necessário prover medidas de controle nas fontes geradoras.

51

52 **Palavras chave:** Amostradores Passivos, Emissões Atmosféricas, Poluição, Tráfego urbano.

53

54

55

56 Introdução

57 Apesar do aumento de automóveis e do surgimento do transporte coletivo terem trazido muitas
58 vantagens no que diz respeito à utilização total do espaço urbano, facilitando o transporte de
59 um número maior de pessoa utilizando apenas um veículo, estes trouxeram também uma série
60 de problemas para as cidades, tais como: congestionamentos de veículos, acidentes de trânsito,
61 poluição sonora e atmosférica, prejuízo à saúde e a qualidade de vida da população, entre
62 outros (Rodrigues, 2006).

63

64 Diante disso, a poluição atmosférica urbana vem sendo considerada uma questão ambiental
65 importante, tanto em países em desenvolvimento como o Chile, além de países desenvolvidos
66 nos continentes da América e Europa que também sofrem com a poluição. De acordo com a
67 Organização Mundial da Saúde – OMS, os veículos podem ser responsáveis pela emissão de 90 a
68 95% de carbono, 60 a 70% de nitrogênio e hidrocarbonetos provenientes de fontes
69 antropogênicas. Embora os veículos leves e/ou pesados ainda sejam considerados os melhores
70 meios de transporte, estão cada vez mais associados a impactos negativos (Loo, 2002).

71

72 A Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA, 2014) apresentou
73 um estudo que mostra que a população brasileira vai saltar dos atuais 201 milhões de
74 habitantes para 266 milhões habitantes em 2034 e o PIB brasileiro passará de US 2.243 trilhões
75 para US 4.035 trilhões. Em consequência disto, a tendência de mercado brasileiro de
76 automóveis sairá da taxa de 5.1 habitantes por veículo em 2013 e chegará a 2.4 habitantes por
77 veículo em 2034. Isto significa que a frota circulante, segundo o estudo, crescerá 140%, ou seja,
78 passará de 39.7 milhões para 95.2 milhões.

79
80
81 Os principais poluentes atmosféricos são produzidos pela queima incompleta durante a
82 combustão realizada pelos motores dos veículos. Ao longo do funcionamento desses motores a
83 combustão, diferentes gases poluentes são liberados na atmosfera, entre eles o óxido de
84 enxofre (SO_x), o monóxido de carbono (CO), o óxido de nitrogênio (NO_x), os hidrocarbonetos
85 (CH), os oxidantes fotoquímicos (O_3) e o chumbo (Karavalakis *et al.*, 2009).

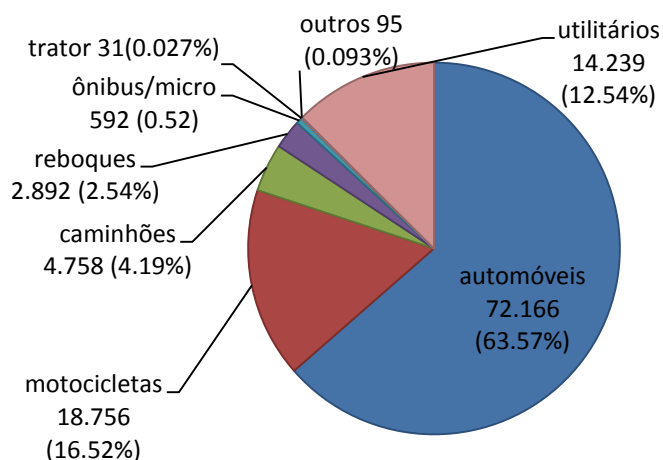
86
87 Estudos realizados sobre o tema mostram que na composição do tráfego, os veículos pesados
88 (ônibus e caminhões) são as fontes potencialmente poluidoras. Nos centros urbanos, a
89 circulação destes veículos nas vias de tráfego é intensa, principalmente os ônibus, pois são
90 partes integrantes dos sistemas urbanos de transporte coletivo (Rodrigues *et al.*, 2005).

91
92 No Brasil, observa-se um acelerado aumento das emissões de poluentes atmosféricos em áreas
93 urbanas nas últimas décadas. Em algumas cidades, os níveis de concentrações de poluentes do
94 ar passaram a atingir níveis que colocam em risco a saúde das pessoas, obrigando as
95 autoridades a tomarem decisões para controlar esse problema (Mendes, 2004). Conforme
96 pesquisa realizada pela Organização Mundial da Saúde – OMS (2011), o Brasil ocupa a 44^o
97 posição com maior índice médio de poluição do ar. Entre as 1.1 mil cidades avaliadas, a situação
98 mais preocupante no Brasil é a do Rio, na 144^a colocação entre as mais poluídas, seguida de São
99 Paulo em 268^a posição.

100
101 Além dos grandes centros urbanos, cidades de porte médio também cada vez mais tem
102 experimentado o acréscimo de poluente no ar. Passo Fundo/Brasil é uma cidade de porte
103 médio, que tem como característica ser polo regional, concentrando várias universidades e
104 faculdades. Conforme dados do DETRAN (2014), há um crescimento anual significativo na frota
105 de veículos no estado do Rio Grande do Sul, na cidade de Passo Fundo/Brasil, até novembro de
106 2014, a frota em circulação era em torno de 113529 veículos, distribuída conforme
107 apresentados na Figura 1. Em relação ao Brasil, a cidade se destaca pelo elevado índice de
108 motorização, o qual se aproxima de 1.76 hab/veículo.

109
110 Considerando o grande número de automóveis e principalmente o número de ônibus que
111 circulam pelo centro da cidade percebeu-se a necessidade de elaborar um diagnóstico da
112 qualidade do ar das emissões atmosféricas procedente do tráfego urbano de Passo
113 Fundo/Brasil. Nesse sentido, este trabalho tem o objetivo de avaliar a qualidade do ar na cidade
114 de Passo Fundo/Brasil, utilizando amostradores passivos e de baixo custo como ferramenta de
115 coleta de dados.

116



117
118 **Figura 1:** Frota em circulação da Cidade de Passo Fundo/Brasil

119
120
121 **Metodologia**

122
123 Local do Estudo

124 O estudo foi realizado na cidade de Passo Fundo/Brasil, localizada no centro-norte do Estado do
125 Rio Grande do Sul, região de clima temperado com característica subtropical úmido, com
126 temperatura média anual de 17.5°C. O município é considerado cidade polo de mais de 100
127 municípios na região de abrangência, sua população é de 184128 habitantes.

128
129 Poluentes Monitorados

130 Foram analisados os poluentes Dióxido de Nitrogênio (NO₂) e Ozônio (O₃) por serem resultantes
131 de emissões oriundas dos veículos e que, portanto, refletem o nível de poluição gerado pelo
132 tráfego. Esta delimitação foi definida em função dos vários tipos de emissões atmosféricas
133 geradas por diversos tipos de poluentes, os quais podem causar efeitos agudos e crônicos a
134 saúde humana, além de causarem impactos ambientais locais e globais.

135
136 Para a escolha dos locais de monitoramento nas vias da cidade de Passo Fundo/Brasil, foram
137 considerados os seguintes aspectos:

- 138 • Pontos em uma situação onde os efeitos negativos do tráfego sobre as pessoas são
139 críticos;
- 140 • Vias com padrões residenciais e comerciais para avaliar o impacto dos níveis de
141 concentração dos poluentes sobre as pessoas;
- 142 • Pontos com influência de outras fontes que afetam os níveis de concentração, como
143 indústrias, não foram considerados;

- 144 • Pontos com lombada eletrônica e/ou semáforo foram priorizados, para facilitar o
- 145 controle do tráfego através da contagem dos veículos;
- 146 • Pontos de grande fluxo de veículos selecionados através dos relatórios fornecidos pela
- 147 Prefeitura Municipal de Passo Fundo/Brasil.

148

149 Desta forma, a Figura 2 apresenta os seis locais onde foi realizado o monitoramento da

150 qualidade do ar dentro da cidade de Passo Fundo/Brasil. Cinco pontos foram posicionados em

151 áreas sujeitas a grande volume de tráfego de veículos, ao longo da principal avenida do

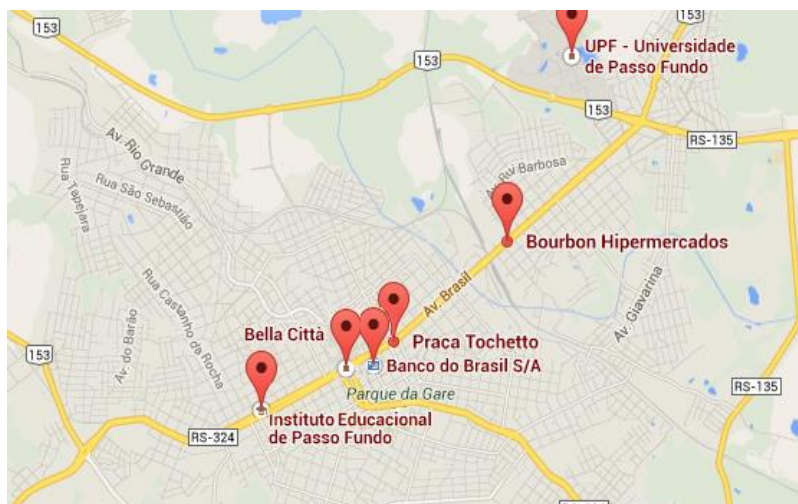
152 município e abrangendo uma extensão de 7.5 km. Um sexto ponto comparativo foi instalado

153 junto a Universidade de Passo Fundo/Brasil, uma vez que, o fluxo de veículos no local se

154 apresenta em volume relativamente inferior aos demais pontos monitorados, como identificado

155 na Tabela 1.

156



157

158 **Figura 2.** Localização dos pontos de análises

159

160

161 **Tabela 1.** Localização dos pontos de estudos e o fluxo de veículos correspondentes

162

163

164

165

166

167

168

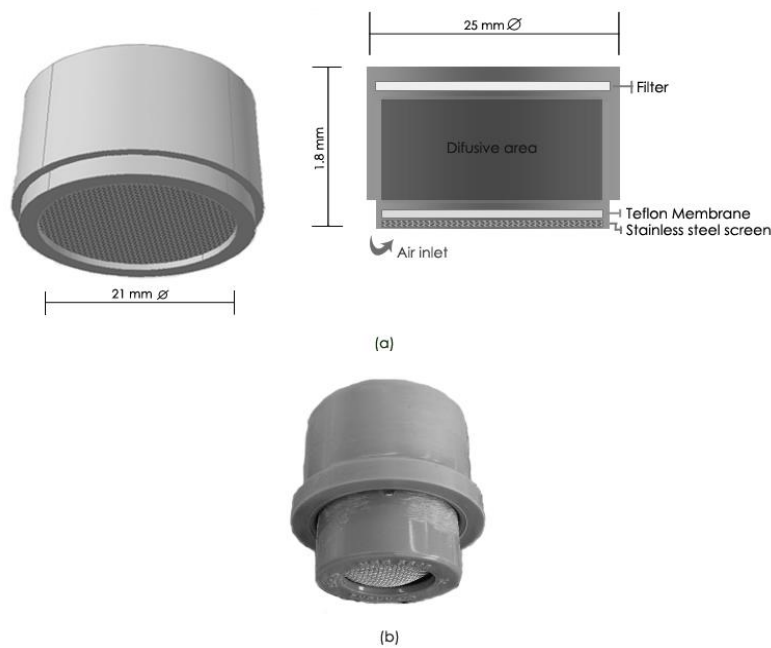
169

170

Ponto	Local	Fluxo de veículos (média/dia)
P1	Avenida Brasil x Posto Ipiranga Boquerão (IE)	7535
P2	Avenida Brasil x Avenida Sete de Setembro (Bella Cita)	5916
P3	Avenida Brasil x Rua Bento Gonçalves (Banco do Brasil)	6440
P4	Avenida Brasil x Rua Fagundes dos Reis (Praça Tochetto)	5790
P5	Avenida Brasil x Rua Ângelo Preto (Bourbon)	6070
P6	Universidade de Passo Fundo	20

171
172 Amostradores da qualidade do ar
173 Os amostradores passivos foram produzidos com base nas configurações propostas de Campos
174 *et al.* (2006), conforme Figura 3. O processo básico do dispositivo de amostragem é a difusão
175 molecular de gás através de uma camada de ar estático e sua estrutura é composta de
176 tubulação de PVC, que são fechadas na parte superior para evitar o transporte convectivo.

177
178
179



180
181 **Figura 3.** Configuração do amostrador passivo
182
183

184
185 Uma membrana de Teflon (Millipore, PTFE, 0.5 μm , 25 mm de diâmetro, hidrofóbicos),
186 encontrada na entrada do ar, é utilizada para minimizar a interferência de partículas e difusão
187 turbulenta. Abaixo disso, existe uma tela de aço inoxidável (0.08 x 0.125 mm), com a finalidade
188 de proteger a membrana de danos mecânicos. Depois do espaço de difusão há um filtro, que é
189 imerso em uma solução absorvedora, ambos característicos para cada poluente, conforme
190 Tabela 2. Para o poluente NO_2 , as soluções foram produzidas de acordo com a Campos *et al.*
191 (2006), sendo utilizado um filtro de celulose (Whatman 40). As soluções do poluente O_3 foram
192 preparadas de acordo com Bucco (2010) e utilizou-se filtro de fibra de vidro (GF 50/A).

193
194

195
196
197
198

Tabela 2. Especificações de filtros e solução absorvedora para cada poluente

Poluente	Filtro	Solução absorvedora
NO ₂	Filtro de celulose (Whatman 40)	8.3 g de KI + 1.12 g de KOH, dissolvidos em 100 mL de metanol.
O ₃	Filtro de papel de fibra de vidro (GF 50/A)	Deve ser amassado 5.0 g de amido em 20 mL de água destilada e despejado em 50 mL de água destilada em fervura, fervendo por cinco minutos. Descansar a solução por 24h e dissolver 1.0 g de carbonato de potássio e após 10.0 g de iodeto de potássio, dilui-se para 100 mL.

199
200

Análise dos poluentes

202 Para a análise da concentração de poluentes nos filtros, foram utilizados de métodos
203 espectrofotometria colorimétrica. Para o NO₂ foi utilizado o método proposto por Griess-
204 Saltzman (Saltzman, 1954) modificado e para O₃ o método utilizado por Bucco (2010). A
205 concentração de poluentes no ambiente externo foi determinada, seguindo o princípio da
206 primeira lei de difusão de Fick, como demonstrado na Equação 1, descrito por Campos et al.
207 (2006).

208

$$C = (m \cdot L) / (D \cdot A \cdot t)$$

Equação (1)

210

Onde:

212 C - Concentração externa (ambiente) de gás (mg.m⁻³);
213 m - Massa coletada Total (mg);
214 L - Comprimento da linha de difusão (m);
215 D - Coeficiente de difusão (m².h⁻¹), obtida a partir da literatura, de acordo com Massaman (1998). 0.3769 m² h⁻¹
216 para o NO₂ e 0.3999 m² h⁻¹ para O₃;
217 A- Transversal área da linha de difusão (m²);
218 t - Tempo de amostragem (h).

219

220

221 O total absorvido de massa de poluente (m) é a obtida pelos métodos de análise de laboratório,
222 anteriormente mencionados e determinado pela Equação 2.

223

$$m = C_{\text{extract}} \times V_{\text{extract}}$$

Equação (2)

224

225

Onde:

227 C_{extract} - é o resultado obtido nas análises que têm uma unidade de massa/volume;
228 V_{extract} - é a quantidade de extrato utilizado no método de análise, sendo 0.005 L de NO₂ e 0.025 L de O₃.

229

230 **Resultados**

231

232 Dióxido de Nitrogênio (NO₂)

233 Por meio da Figura 4 pode-se visualizar os resultados obtidos durante o período de

234 monitoramento, nos meses de Abril/14 a Março/15 para a concentração do poluente NO₂. Para

235 análise dos resultados foi desconsiderado o resultado do mês de dezembro, por se tratar de um

236 resultado atípico e que possivelmente refletiu um erro analítico, considerando a época do ano

237 com baixo fluxo de veículos e tendência de comportamento dos demais meses.

238

239 Nota-se que no mês de Maio/14, Abril/14 e Outubro/14, consecutivamente, os valores de NO₂

240 apresentaram menor concentração que o restante dos meses. Observa-se também uma certa

241 tendência na ocorrência de maiores concentrações para o P3 durante o período de

242 monitoramento, seguido de maiores valores para P4, P2, P1, P5 e P6, nessa ordem. Embora o P1

243 seja o ponto de maior fluxo, conforme apresentado na Tabela 1, o P3 além também de ser um

244 dos pontos de maior fluxo também é um dos pontos onde ocorre congestionamento no

245 trânsito, principalmente em horários de pico, o que justifica o comportamento observado. O

246 mesmo acontece para o P4, ponto que está localizado próximo a escolas, gerando lentidão no

247 trânsito nos horários de pico e ocasionando maior emissão dos poluentes. O ponto P6 por estar

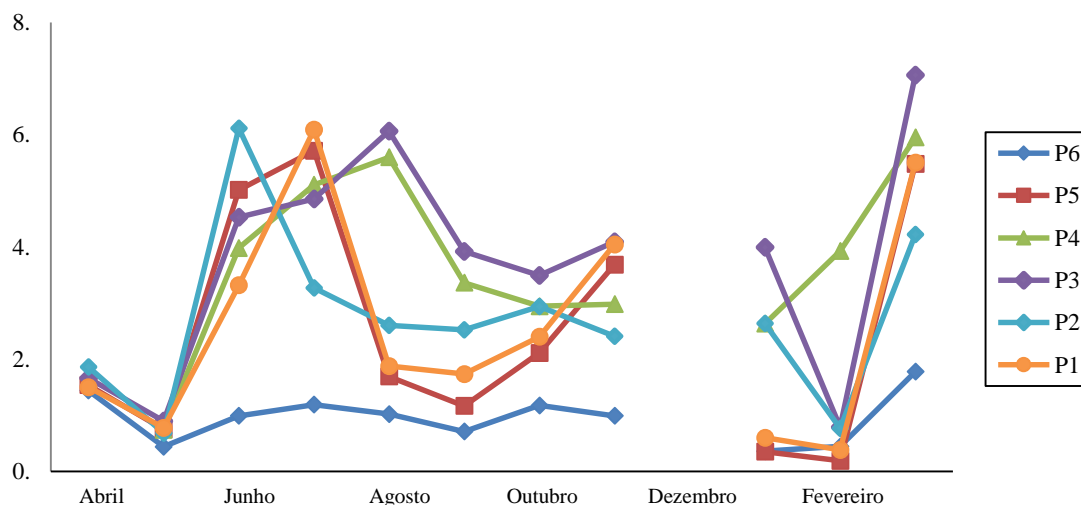
248 localizado em região de baixo fluxo de veículos, mantém a menor concentração do poluente,

249 comparado aos demais pontos.

250

251

252



253

254 **Figura 4.** Concentração Monitorada de NO₂ para os meses de Abril/14 a Março/15

255

256 Na pesquisa realizada por Bucco (2010) com amostrador passivo, na área urbana da cidade de
257 Curitiba, a maior concentração horária de NO₂ foi em Abril/10 de 80.0 µg/m³ considerado valor
258 de “qualidade boa”. Comparando-se com esta pesquisa, verifica-se que os valores são bem
259 menores, uma vez que refletem a qualidade do ar de uma cidade de menor porte do que
260 Curitiba. Campos *et al.* (2006) também em pesquisa com amostrador passivo encontrou os
261 valores variando na faixa de concentração de 2.3 – 11 µg/m³ para NO₂, muito próximos aos
262 desta pesquisa.

263
264 Outra pesquisa realizada por Vieira (2012) que monitorou a qualidade do ar no campus da
265 Universidade de Passo Fundo com o uso de amostradores passivos identificou para o mesmo
266 poluente NO₂, uma variação na concentração de 0.11 a 3.10 µg/m³ para os meses de Agosto,
267 Setembro e Outubro. Comparando os mesmos meses de pesquisa, os valores se mantêm muito
268 próximos aos de Vieira (2012), porém um pouco maiores como no mês Agosto para os pontos
269 P3 (6.06 µg/m³) e P4 (5.59 µg/m³), o que pode ser atribuído à existência de maior fluxo de
270 veículos.

271 Segundo Kuriyama (1997), o NO₂ é considerado um gás tóxico na baixa troposfera, resultante da
272 queima dos combustíveis fósseis como os veículos automotores que constitui a principal fonte
273 de emissão, segundo Perkauskas e Mikeliniskiene (1998). Seus níveis de concentração desse
274 poluente variam com a hora do dia, com a estação do ano e com os fatores meteorológicos.
275 Geralmente as concentrações máximas ocorrem nos horários matinais e vespertinos e são
276 atribuídos às emissões de origem veicular, o que possivelmente é o grande motivo pelas
277 maiores concentrações obtidas nos pontos de elevado fluxo de veículo e presença de
278 congestionamento conforme pode ser observado nos pontos P3 e P4.

279
280 Em comparação com a legislação, percebe-se que os valores encontrados para NO₂ são menores
281 que os padrões determinados para o padrão Primário 1 na resolução 03 do CONAMA (1990), a
282 qual fixa como limite para NO₂ a concentração média aritmética anual de 100 µg /m³.

283 284 Ozônio (O₃)

285 A Figura 5 apresenta os resultados obtidos nos meses de Abril/14 e Março/15 de coleta de
286 dados para a concentração de O₃. Da mesma forma que para o NO₂, para análise dos resultados
287 foi desconsiderado o resultado do mês de dezembro, para os pontos P1 e P4, por se tratar de
288 resultados negativos, atípicos e que possivelmente refletiram um erro analítico.

289
290 Percebe-se que nos meses de Maio/14, Janeiro/15 e Fevereiro/15 os valores de ozônio estão
291 em menor concentração para todos os pontos. Pode-se também ser observada uma certa
292 estabilidade nos meses Agosto/14, Setembro/14 e Outubro/14 e um pico no mês de Junho/14
293 apresentado pelo P1, ponto de maior fluxo de veículos conforme dados da Tabela 1.

294

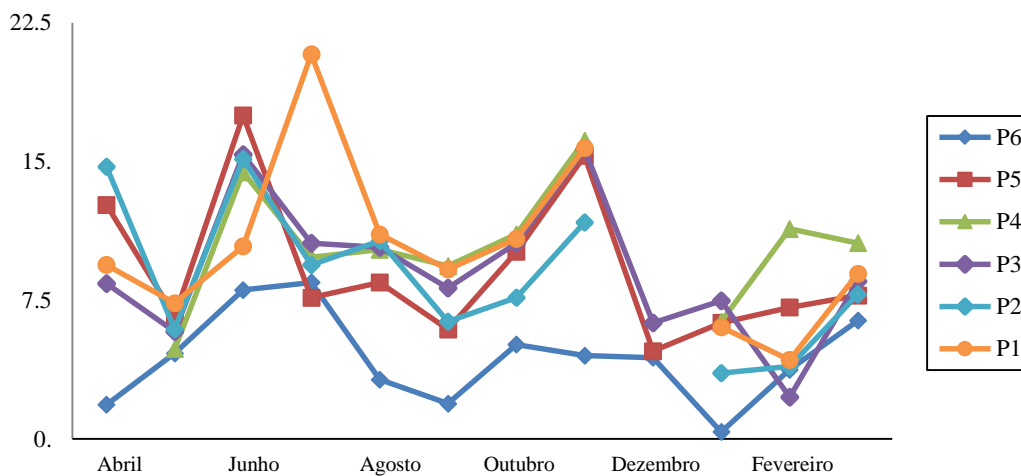


Figura 5. Concentração monitorada de O₃ para os meses de Abril/14 a Março/15.

Bucco (2010) em seu estudo encontrou maior concentração média, no mês de novembro/09 com 34.1 µg/m³. Comparando com Campos *et al.* (2006) que realizou a sua pesquisa em área urbana de Salvador e de Curitiba monitorando O₃ com amostradores passivos, os valores estiveram na faixa de 17 a 37µg/m³, os quais estão abaixo dos limites estabelecidos pela legislação brasileira. Comparando com os valores encontrados nesta pesquisa com os autores, há uma variação um pouco maior entre o mínimo e máximo 0.37 µg/m³ a 20.80 µg/m³.

O ozônio é um poluente secundário originado a partir de reações fotoquímicas que ocorrem na atmosfera, através de reações iniciadas na presença da luz solar e alta temperatura. É dependente da presença de emissões primárias de NO_x (NO+NO₂), podendo, portanto, este ser o fato que explica os maiores valores de O₃, para os pontos P1 e P5, pois são pontos que apresentam maior presença da luz solar, de acordo com dados fornecidos pela EMBRAPA (2015).

Em comparação com a legislação, os valores encontrados são menores que os padrões determinados para o padrão primário e secundário na resolução 03 CONAMA (1990), a qual fixa limite de concentração média para 1 hora de 160 µg /m³ que não deve ser exercida mais de uma vez por ano.

Conclusão

Este estudo teve como objetivo realizar um diagnóstico da qualidade do ar na cidade de Passo Fundo por meio do monitoramento das emissões atmosféricas oriundas do tráfego da cidade. As concentrações encontradas para NO₂ e O₃ foram inferiores ao estabelecido pela legislação,

323 portanto não deverão causar impacto a saúde humana. Os dados revelam que os pontos
324 monitorados que apresentaram maiores concentrações de NO₂ e O₃ são os pontos P1, P3 e P5
325 os quais também são os pontos que apresentam maior fluxo e congestionamento, confirmando
326 a relação direta quanto ao nível de concentração de poluentes.

327
328 Apesar dos níveis de poluentes estarem de acordo com a legislação, se fazem necessárias ações
329 de monitoramento da qualidade do ar, uma vez que Passo Fundo/Brasil é considerada cidade
330 polo regional, atingindo um conglomerado de 100 cidades, com aproximadamente um milhão
331 de pessoas (IBGE, 2013) e compreendendo várias rotas de passagem, com alto fluxo de veículos.
332 Além disso, municípios de porte médio como Passo Fundo/Brasil devem garantir que o
333 desenvolvimento socioeconômico ocorra de forma sustentável e ambientalmente seguro,
334 buscando controlar e manter o nível desejado dos poluentes e evitando-se a degradação do
335 ambiente atmosférico e impactos indesejados na saúde da população.

336
337

338 Rerefêrncias bibliográficas

- 339 ANFAVEA, Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (2013) *Anfave apresenta estudo sobre o*
340 *mercado brasileiro de automóveis em 2034*. Acesso em 18 dez. 2013, disponível em:
341 http://www.anfavea.com.br/docs/06%2011%2014_PressRelease_Estudo_2034.pdf
- 342 Bucco, M.V.S. (2010) *Construção e testes de validação de amostradores passivos para dióxido de nitrogênio e*
343 *ozônio*. Tese de mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Meio Ambiente Urbano e
344 Industrial, Departamento de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 114 pp.
- 345 Campos, V.P., Santos, L.P., Tavares, T.M. (2006) Development and validation of passive samplers for atmospheric
346 monitoring of SO₂. *Microchemical Journal*, **96**(1), 132-138
- 347 CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente (1990) Resolução n°. 003, de 28 de junho de 1990 - *Programa*
348 *Nacional de Controle da Qualidade do Ar*. Publicação Diário Oficial da União, Brasília - DF 22 de agosto de
349 1990. Acesso em 22 nov 2014, disponível em:
350 <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=100>
- 351 DETRAN, Departamento Estadual de Trânsito (2015) *Frota em Circulação no RS*. Acesso em 10 jan. 2015, disponível
352 em: <http://www.detran.rs.gov.br/conteudo/27453/frota-do-rs>
- 353 EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2015) *Informações Meteorológicas*. Acesso em 10 jan
354 2015, disponível em: <http://www.embrapa.br>
- 355 Goularte, B.S., Alvin, A.M. (2011) A comercialização de créditos de carbono e seu impacto econômico e social. *A*
356 *Revista Acadêmica da FACE*, Porto Alegre, **22**(1), 72-88.
- 357 IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2015) *Cidades*. Acesso em 21 dez 2015, disponível em:
358 <http://cidades.ibge.gov/cidadesat/topwindw.htm?1>
- 359 Karavalakis G., Alvanou F., Stournas S., Bakeas, E. (2009) Regulated and unregulated emissions of a light duty
360 vehicle operated on diesel/palm-based methyl ester blends over NEDC and a non-legislated driving cycle.
361 *Fuel*, **88**, 1078-1085.
- 362 Loo, B.P.Y. (2002) Role of Stated Preference Methods in Planning for Sustainable Urban Transportation: State of
363 Practice and Future Prospects. *Journal of Urban Planning and Development*, **128**, Canada EU.
- 364 Mendes, F.E. (2010). *Avaliação de programa de controle de poluição atmosférica por veículos leves no Brasil*, Tese
365 (Doutorado em Ciências em Planejamento Energético) Programa de Pós-Graduação da Universidade
366 Federal do Rio de Janeiro, COPPE. Rio de Janeiro. Ministério do Meio Ambiente (MMA). *Registros de*
367 *Emissão e Transferências de Poluentes –RETP*. Manual descritivo. 7, Mar 2004. 189 pp.

- 368 Perkauskas, D., Mikelinskiene, A. (1998) Evaluation of SO₂ and NO₂ concentration levels in Vilnius (Lithuania) using
369 passive diffusion samplers. *Environmental Pollution*, **102**, 249-252.
- 370 Rodrigues, F., Faria, C.A., Magalhães, M.D.C. (2005) Assessment of Noise Levels in Terminals at Bus Stations. In:
371 *Anais do congresso de engenharia de controle de ruído, Internoise*. Rio de Janeiro, Brazil.
- 372 Rodrigues, F. (2006) *Analysis of noise in urban bus station: development of models of prediction*, Tese de mestrado,
373 Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Uberlândia, 136 pp.
- 374 Saltzman, B.E. (1954). Colorimetric microdetermination of nitrogen dioxide in the atmosphere. *Analytical*
375 *Chemistry*, **26**, 1949-1955.
- 376 Teixeira, E.C., Santana, E.R., Wiegand, F., Fachel, J. (2009) Measurement of surface ozone and its precursors in an
377 urban area in South Brazil. *Atmospheric Environment*, **43**, 2213- 2220.
- 378 Vieira, L. (2012) *Avaliação do uso de amostradores passivos para monitoramento do Ar*, Monografia (Graduação em
379 Engenharia Ambiental), Universidade de Passo Fundo, 62 pp.
- 380 Vingarzan, R. (2004) A review of surface ozone background levels and trends. *Atmospheric Environment*, **38**, 3431-
381 3142.