

Análise de concentração de dióxido de nitrogênio (NO₂) indoor em ônibus municipais de Caxias do Sul

Sandra Magali Heberle¹
Débora Inês Corso²
Nelson Azevedo Barros³
Michele Gomes da Rosa⁴

Resumo: O dióxido de nitrogênio é um gás agressivo ao trato respiratório e sua presença no ambiente, em altas concentrações, está relacionada a casos de infecções respiratórias; além disso, pode ser transformado nos pulmões em nitrosaminas, sendo algumas destas conhecidas como potencialmente carcinogênicas. **Objetivo:** Quantificar a concentração de dióxido de nitrogênio (NO₂) indoor em ônibus municipais, comparando com a concentração encontrada no escritório da empresa. **Métodos:** Estudo prospectivo, do tipo observacional, transversal, composto por 30 motoristas de ônibus e 29 trabalhadores do setor administrativo de uma empresa de transporte municipal de Caxias do Sul/RS. Todos os indivíduos participantes foram submetidos a uma análise de concentração de dióxido de nitrogênio, onde foram verificados os valores de concentração encontrados durante a jornada de trabalho, utilizando-se o método de difusão passiva, por meio de amostradores passivos. **Resultados:** Participaram 59 indivíduos, 30 motoristas (50,8%) e administrativo 29 (49,2%), com média de idades no grupo administrativo de 33,25 (+/- 9,876), e nos motoristas, de 46,07 (+/-8,3). **Conclusões:** Foi encontrado maior concentração de NO₂ no ar inalado pelos motoristas (p<0,001). De acordo com várias pesquisas, o dióxido de nitrogênio (NO₂) tem relação direta com doenças respiratórias, por isso, o interesse no tema. Sugere-se que novos estudos sejam desenvolvidos para comprovar a influência que os poluentes atmosféricos de origem automotivas, possam gerar doenças respiratórias e carcinogêneas.

Palavras-chave: Motoristas de ônibus; Dióxido de nitrogênio; Ar interior.

1 INTRODUÇÃO

A poluição atmosférica está relacionada com o tráfego, e pode atingir níveis elevados devido à dificuldade de difusão e ao aumento das emissões nos centros de transporte,

¹ Membro do FP-ENAS, Universidade Fernando Pessoa, Porto (Portugal). Docente do curso de Fisioterapia do Centro Universitário da Serra Gaúcha e Cesuca- Faculdade Inedi. E-mail: sandra.heberle@cesuca.edu.br.

² Fisioterapeuta, Centro Universitário da Serra Gaúcha. E-mail: debicorso86@gmail.com.

³ PhD - membro do FP-ENAS, Universidade Fernando Pessoa, Porto (Portugal). E-mail: nelson@ufp.edu.pt.

⁴ Centro Cardiovascular - CCUL: Universidade de, Lisboa, Portugal. E-mail: milkasg@gmail.com.

principalmente em grandes cidades. No entanto, a exposição neste ambiente de tráfego fechado provoca mudanças agudas na função pulmonar dos indivíduos que estão expostos (HUANG et al., 2016).

O dióxido de nitrogênio (NO_2) é emitido diretamente para a atmosfera por fontes antrópicas, tais como escapamentos de veículos, plantas geradoras de energia térmica, indústrias de fertilizantes, agricultura, embora a oxidação do óxido nítrico (NO) constitua a principal fonte geradora desse gás na atmosfera. Pode também ser gerado naturalmente, por relâmpagos (CAMPOS et al., 2006).

O NO_2 é um gás agressivo ao trato respiratório e sua presença no ambiente está relacionada a casos de infecções respiratórias; além disso, pode ser transformado nos pulmões em nitrosaminas, sendo algumas destas conhecidas como potencialmente carcinogênica. Este gás pode participar na atmosfera de uma série de reações fotoquímicas, por ex., na formação de “smog” fotoquímico, que reduz a visibilidade. Pode também reagir com a umidade do ar formando ácido nítrico, contribuindo assim para a formação de chuva ácida. Indiretamente, o NO_2 contribui para o aquecimento global por participar de complexas reações com compostos orgânicos voláteis, levando à formação de ozônio troposférico (CAMPOS et al., 2006).

As principais fontes de óxidos de nitrogênio (NO_x) são os motores dos automóveis. As usinas termoeletricas e indústrias que utilizam combustíveis fósseis contribuem em menor escala. Durante a combustão sob elevadas temperaturas, o oxigênio reage com o nitrogênio formando óxido nítrico (NO), dióxido de nitrogênio (NO_2) e outros óxidos de nitrogênio (NO_x). Estes compostos são extremamente reativos e na presença de oxigênio (O_2), ozônio (O_3) e hidrocarbonetos (HC), o NO se transforma em NO_2 . Por sua vez, NO_2 na presença de luz (no caso o sol) reage com hidrocarbonetos e oxigênio formando ozônio (O_3) considerado um poluente secundário cujo NO_x são os seus principais precursores (FIGUEIREDO et al., 2013).

O dióxido de nitrogênio é composto por 90% de monóxido de nitrogênio (NO) e 10% de dióxido de nitrogênio (NO_2). O NO é uma substância incolor, inodora e insípida. Ainda não se comprovou que o NO constitua perigo à saúde nas concentrações em que é encontrado nas cidades. Porém, em dias de radiação intensa, o NO é oxidado, transformando-se em NO_2 (FIGUEIREDO et al., 2013).

Apresenta alta toxicidade, sua cor é marrom-avermelhada, possui cheiro e gosto desagradáveis e é muito irritante aos olhos e a pele, e reage com a água presente no ar, formando um dos principais componentes da chuva ácida: o ácido nítrico (HNO_3). Nas reações atmosféricas secundárias, o NO_2 associado ao HC, é também responsável pelo surgimento do smog fotoquímico (FIGUEIREDO et al., 2013).

Os dióxidos de nitrogênio são importantes contaminantes ambientais que podem causar graves danos à saúde do homem e à natureza em geral. Estes óxidos podem ser decompostos cataliticamente utilizando catalisadores de três vias para motores de gasolina convencionais e mediante o processo de redução catalítica seletiva, no caso dos motores à diesel e à combustão em caldeiras e fornos (CÔNSUL et al., 2003).

E no caso da determinação da qualidade do ar em ambiente de trabalho ao longo do dia ou da necessidade de mapear uma cidade em busca da região onde a concentração de um determinado poluente é maior, os amostradores passivos têm sido utilizados com vantagens com relação às técnicas ativas. O uso destes amostradores em ambientes fechados, na maioria das vezes passa despercebido aos usuários já que eles possuem dimensões pequenas e não emitem ruído, portanto, não interferem nas atividades diárias (MELCHERT et al., 2006).

A poluição do ar causa uma resposta inflamatória no aparelho respiratório induzida pela ação de substâncias oxidantes, as quais acarretam aumento da produção, da acidez, da viscosidade e da consistência do muco produzido pelas vias aéreas, levando, conseqüentemente, à diminuição da resposta e/ou eficácia do sistema mucociliar (CANÇADO et al., 2006).

Há pouco mais de uma década, inúmeros estudos epidemiológicos têm demonstrado existir uma consistente associação entre a poluição do ar atmosférico e o aumento do risco para eventos cardiovasculares, não somente morte por causa cardiovascular, mas também a ocorrência de infarto agudo do miocárdio e de arritmias. Entretanto, alguns efeitos decorrentes da exposição aos diferentes poluentes atmosféricos têm sido evidenciados, e os mais significativos envolvem resposta inflamatória pulmonar, sistêmica e alteração da coagulabilidade sanguínea (SILVA et al., 2014).

Sabe-se que os motoristas estão expostos a quantidades significativas de poluentes atmosféricos prejudiciais para a saúde no seu trabalho. Os combustíveis têm propriedades cancerígenas e as emissões de gases de escape da frota total de veículos contêm poluentes, todos os quais podem danificar o sistema respiratório e estão associados com asma, bronquite e uma série de outros problemas de saúde.

Estudos têm investigado cada vez mais os malefícios que a emissão de toxinas no ar está contribuindo com o aumento de doenças respiratórias. A partir disso, busca-se analisar a concentração de dióxido de nitrogênio indoor nos ônibus municipais. Contudo, este estudo busca pesquisar a existência de achados relevantes sobre os riscos que uma determinada população possa estar exposta.

2 METODOLOGIA

Estudo prospectivo, do tipo observacional, transversal, com população composta por 30 motoristas de ônibus e 29 trabalhadores do setor administrativo de uma empresa de transporte municipal de Caxias do Sul/RS, com idade entre 20 e 60 anos, de ambos os sexos e que exercem esta função a mais de um ano. Para a escolha dos indivíduos foram analisados os critérios de inclusão e de exclusão, e em seguida eles foram contatados para receberem os devidos esclarecimentos sobre os objetivos e procedimentos a serem utilizados. Foi solicitado a todos os motoristas e setor administrativo convidados que estivessem de acordo, que assinassem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Este projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da FSG (CEP-FSG) com número de aprovação 1.489.252 e foi aprovado.

Foram feitos os registros das medidas da concentração de NO₂ durante a jornada de trabalho, utilizando-se o método de difusão passiva, por meio de amostradores passivos, que os indivíduos utilizaram junto ao corpo durante todo o período da jornada de trabalho, por 3 semanas, registrando as datas e os horários de início e término de suas jornadas de trabalho dentro do ônibus, e após as três semanas de coleta, esses difusores foram enviados para a análise laboratorial, identificando-se assim, os níveis de concentração de dióxido de nitrogênio a que essas pessoas estão submetidas durante a jornada de trabalho. Os amostradores são fabricados pela empresa Passam, localizada em Mannedorf, na Suíça.

3 RESULTADOS

Participaram do estudo 59 indivíduos que foram separados em 2 grupos: 30 motoristas (50,8%) e administrativo 29 (49,2%) indivíduos. Identificamos que em relação ao gênero, 22 (37,3%) são do gênero feminino, e 37 (62,7%) são do gênero masculino. Pode se observar que no grupo de motoristas, a maioria é do gênero masculino (93,5%) enquanto o grupo administrativo, a maioria é do gênero feminino (69%). A média de idades no grupo administrativo é de 33,25 (+/- 9,876), e nos motoristas é de 46,07 (+/-8,3). A seguir estão apresentadas as tabelas de frequência, análises descritivas e testes para comparação de médias, foi utilizada a análise de variância e para comparação de proporção o teste qui-quadrado. Foi utilizado o nível de significância de 0,05. As análises foram feitas no software estatístico SPSS.

Tabela 1: Caracterização da amostra (n=59)

| | N (%) | Motoristas | Administrativo (MD±DP) | P |
|---------------------------------|------------|--------------------|------------------------|--------------------|
| Gênero masculino | 37 (62,7%) | 93,5% | | |
| Gênero feminino | 22 (37,3%) | | 69% | |
| Idade | | 46,07(+/- 8,375) | 33,25 | (+/-9,876) |
| Concentração (NO ₂) | | 53,64 (+/-25,245) | 26,12 | (+/-13,525) 0,001 |
| Tempo de exposição | | 137,31 (+/- 19,91) | 123,07 | (+/- 20,076) 0,008 |

N(%): Frequências absolutas e relativas; MD±DP: Média e desvio padrão; NO₂: Concentração de Dióxido de Nitrogênio; P: Prevalência

Na tabela 1, segundo as análises realizadas durante as 3 semanas de uso dos amostradores passivos, podemos afirmar que há maior concentração de NO₂ no ar inalado pelos motoristas (p<0,001) dentro dos ônibus. A análise de variância utilizando ANOVA, indica que há diferença significativa entre os tempos médios de exposição dos funcionários do

administrativo e do grupo de motoristas ($p=0,008$). Os motoristas têm tempo de exposição média maior, pois acabam tendo uma rotina de mais horas trabalhadas. Existe uma diferença forte intra e entre grupos, onde o $p \leq 0,001$ quando analisamos tempo de exposição e concentração de NO_2 .

Calculando a correlação separadamente para o grupo de motoristas e o grupo do administrativo também não foi encontrada correlação significativa entre exposição e concentração de NO_2 nos grupos ($p=0,074$).

A tabela 2 apresenta o cruzamento entre as categorias de NO_2 e a função exercida por estes profissionais. Foi utilizado o Teste Qui-quadrado, e observa-se que há, proporcionalmente, mais motoristas com níveis de concentração de NO_2 maior de 40 ug/m^3 ($p < 0,001$), sendo que o valor aceitável para a saúde humana seria até 40 ug/m^3 ,

Tabela 2: Função tabulação cruzada ($n=59$)

| NO_2 | Administrativo | Motorista | Total |
|------------------------------|----------------|------------|------------|
| Até 40 ug/m^3 | 26 (96,3%) | 8 (28,6%) | 34 (61,8%) |
| Acima de 40 ug/m^3 | 1 (3,7%) | 20 (71,4%) | 21 (38,2%) |
| Total | 29 (100%) | 29 (100%) | 58 (100%) |

N(%): Frequências absolutas e relativas; NO_2 : Concentração de Dióxido de Nitrogênio.

4 DISCUSSÃO

Os estudos epidemiológicos são úteis para caracterizar a qualidade do ar e os efeitos na saúde, o Brasil precisa acompanhar a tendência mundial no controle dos poluentes do ar e no estímulo à identificação dos agravos dela decorrentes. Torna-se necessário o desenvolvimento de estratégias à fim de reduzir o crescimento das emissões de poluentes, como, por exemplo, desestimulando o uso de automóveis nas metrópoles, investindo em transporte público de qualidade, não-poluente, e encorajando alternativas como o ciclismo assim como, campanhas de prevenção e de conscientização da população, principalmente, em relação aos efeitos decorrentes da exposição excessiva a estes poluentes (CASTRO et al., 2003).

Em um estudo, foram associados com mortalidade não-acidental e por causa específica em modelos de poluentes únicos. A exposição a material particulado (MP) $_{2,5}$, isoladamente, não foi suficiente para caracterizar completamente a toxicidade da mistura atmosférica ou para explicar completamente o risco de mortalidade associado à exposição à poluição ambiental. A contabilização da mobilidade residencial teve apenas um impacto limitado na associação entre

mortalidade e PM_{2,5} e O₃, mas aumentou a associação com o NO₂. Nesse estudo, encontraram associações positivas entre várias causas comuns de morte e exposição a PM_{2,5}, O₃ e NO₂ (BRAGA et al., 2001).

A qualidade do ar foi classificada em seis categorias: como boa quando as concentrações de todos os poluentes estão abaixo de 50% de seus padrões de qualidade; como regular quando a concentração de pelo menos um dos poluentes atinge o seu padrão de qualidade; como inadequada quando a concentração de pelo menos um dos poluentes está entre o seu padrão de qualidade e os níveis de atenção; como má, quando a concentração de pelo menos um dos poluentes está entre os seus níveis de atenção e de alerta; como péssima, quando a concentração de pelo menos um dos poluentes está entre os seus níveis de alerta e de emergência e como crítica, quando a concentração de pelo menos um dos poluentes está acima do seu nível de emergência (CROUSE et al., 2001). Em comparação aos nossos resultados, verificamos uma condição do ar no interior dos ônibus inadequada, porque os valores encontrados em vários veículos estão acima dos valores considerados aceitáveis, evidenciando a importância de um controle maior dos poluentes, visto serem prejudiciais à saúde respiratória das pessoas expostas.

Em outra pesquisa onde monitoraram algumas ruas, os pontos de amostragem situados nas ruas principais de maior intensidade de tráfego, a concentração anual média de NO₂ foi de 63 µg/m³, nas ruas adjacentes foi de 58 µg/m³ e nas ruas principais e residenciais do subúrbio foi de 38 e 30 µg/m³. Outro estudo bastante elaborado, o monitoramento foi feito com amostradores passivos em estações, e os pontos de amostragem foram divididos em três grupos: nos pontos próximos às ruas principais, obteve-se 41 µg/m³, nos locais intermediários, obteve-se 36 µg/m³ e nos locais afastados, obteve-se 30 µg/m³. A média mensal obtida para todos os pontos foi de (36 µg/m³) (KURIYAMA et al., 1997).

Cinco anos mais tarde, num estudo similar conduzido nos mesmos locais, observou-se que os níveis de concentração de NO₂ eram 34% maiores e que esse aumento se deu por toda a região. As concentrações urbanas médias ficaram na faixa de 19 µg/m³ nos pontos de amostragem afastados da rua principal e cerca de 94 µg/m³ em locais próximos às ruas principais. Foram utilizados amostradores passivos, e as médias semanais de NO₂ variaram de 76 µg/m³ ao norte, e a 13 µg/m³, ao sul (KURIYAMA et al., 1997).

De acordo com diversos estudos relativos aos efeitos prejudiciais do NO₂ ao homem, pode-se sugerir que, embora os níveis de exposição sejam considerados baixos para provocar algum tipo de sintoma clínico significativo de imediato, a longo prazo podem induzir alterações em parâmetros bioquímicos e estruturais pulmonares, que podem levar a algum tipo de doença pulmonar crônica (KURIYAMA et al., 1997).

A exposição a uma média anual abaixo de 40 mg de NO₂ / m³ foi associada a efeitos adversos à saúde (sintomas respiratórios /doenças, internações hospitalares, mortalidade e ótica média) fornecidos por achados geralmente consistentes em cinco fatores com algumas deficiências na qualidade do estudo. A evidência também foi moderada quando a pesquisa foi restrita a estudos em populações suscetíveis (crianças e adolescentes) e combinação com outros poluentes do ar (LATZA et al., 2008). Este estudo se contradiz aos outros, pois ainda não é um valor considerado tão alto de NO₂, mas concordamos que mesmo com esse valor, esses poluentes podem trazer agravos à saúde da população exposta, principalmente a população que

já apresenta problemas respiratórios, e que se agravam muito mais com a exposição desses poluentes.

Em uma pesquisa, foi mensurado a qualidade de ar no interior de ônibus parisienses, fazendo uma comparação entre os níveis de concentração de material particulado (PM_{2.5}) e dióxido de nitrogênio (NO₂) com os níveis externos. Eles verificaram que as concentrações no interior do veículo eram maiores, o que pode causar um prejuízo a saúde dos motoristas que estão expostos a altas concentrações durante sua jornada de trabalho (GHASSAN et al., 2015; MOLLE et al., 2013). Em nosso estudo, o nível de concentração de NO₂ indoor de ônibus, foram em maior concentração nos motoristas (acima de 40 µg/m³) do que no setor administrativo (até 40 µg/m³).

Pode se observar em um estudo, que as médias do PM₁₀ e do NO₂ ultrapassaram os padrões anuais de qualidade do ar (50 µg/m³ e 100 µg/m³). Em relação às internações registradas, vêm em primeiro lugar as doenças circulatórias em idosos 14%, em seguidas as doenças respiratórias em crianças aproximadamente 30%, e que a pneumonia foi o diagnóstico mais frequente (GOUVEIA et al., 2006). Em comparação com o nosso estudo, os nossos valores não estão tão acima como estes, mas se não forem tomadas medidas de controle e prevenção, podem sim chegar a estes valores extremos, que seriam de grande risco à população.

Os resultados obtidos em outra pesquisa, mostraram que a concentração de NO₂ varia entre cerca de 4 até 50 ppb, ao longo do dia. Quando é comparado estes resultados com experimento semelhante feito na cidade de Claremont, observa-se que os perfis de variações são bastante semelhantes, mas com valores menores para cidade de Araraquara, como era de se esperar para uma cidade de médio porte e sem grandes fontes significativas de NO₂ (UGUCIONE et al., 2002). Pesquisas devem ser feitas, assim como nesses estudos citados anteriormente, para se ter um controle maior da concentração desses poluentes nas cidades, para tentar diminuir ou até mesmo prevenir as concentrações altas.

Algumas publicações relatam que o tipo de combustível influencia muito na quantidade de poluentes emitidos, e em concentrações altas, dependendo do tempo de exposição, eles podem prejudicar a saúde e oferecer riscos a população, sendo um exemplo, o diesel que libera até cinco vezes mais dióxido de nitrogênio (COLOMBINI et al., 2008; MALHEIROS et al., 2014). No nosso estudo a concentração foi maior no grupo dos motoristas, justamente por estarem mais tempo expostos a esses poluentes. Faz-se necessário que os governantes de grandes cidades tenham a preocupação de realmente fazerem um controle do ar eficiente, pensando em prevenção de problemas decorrentes disso.

Os dados obtidos como o monitoramento e a quantificação do grau de poluição de cada segmento de automóveis, podem servir de base para ações municipais visando policiar o fluxo, local e horários de veículos, evitando o acúmulo de grandes concentrações de poluentes nessas áreas (OLIVEIRA et al., 2013). E podem fornecer dados para ativar ações de emergência por alguns períodos, quando os níveis de poluentes na atmosfera possam representar risco à saúde pública (CORTES et al., 2016). Segundo a rede social brasileira por cidades justas e sustentáveis, a média anual diária das concentrações de NO₂ em São Paulo, era em uma hora: 200 µg/m³ e a duração de exposição em um ano era de 40 µg/m³. Visto que a grande maioria da população desconhece a existência desses poluentes e suas consequências na saúde da

população exposta, tornando-se necessário que realmente haja um controle mais rigoroso desses poluentes.

Em razão disto, torna-se imprescindível que os grandes centros sejam mais monitorados quanto às concentrações de poluentes atmosféricos, pois muitos estudos relatam os agravos à saúde dos motoristas municipais por estarem muito tempo expostos. A partir desta pesquisa, concluiu-se que vem aumentando cada vez mais as frotas automotoras, e que isto contribui para a poluição atmosférica, que podem afetar a qualidade do ar, provocando possíveis problemas respiratórios e carcinogêneos dos indivíduos expostos, o que é comprovado por vários artigos e estudos citados.

Nosso objetivo foi quantificar a concentração de dióxido de nitrogênio (NO₂) indoor em ônibus municipais de Caxias do Sul, onde os motoristas estão diariamente expostos a poluentes atmosféricos durante suas jornadas de trabalho. Obtivemos resultados estatisticamente significativos, e a pesquisa teve dados relevantes e preocupantes.

Contudo, concluímos que o dióxido de nitrogênio (NO₂) tem correlação com a possibilidade de existência de doenças respiratórias, devido às altas concentrações encontradas nos ônibus municipais. Sugere-se então, que esta pesquisa seja continuada, para comprovarmos a influência que os poluentes atmosféricos de origem automotivas, exercem sobre o trato respiratório dos indivíduos que estão mais expostos.

Agradecimentos: Este trabalho foi financiado pela Portuguese National Funds through FCT – Fundação para a Ciência e Tecnologia (Portuguese Foundation for Science and Technology) como parte do Projeto UID/Multi/04546/2013.

REFERÊNCIAS

BRAGA A. et al., Poluição Atmosférica e Saúde Humana, 2001.

CAMPOS PV. et al., Monitoramento Atmosférico Passivo de SO₂, NO₂ E O₃ em Áreas Urbanas e de Influência Industrial como Prática de Química Ambiental para Alunos de Graduação, Quim. Nova, Vol. 29, N. 4, 872-875, 2006.

CANÇADO DJE. et al., Repercussões Clínicas da Exposição à Poluição Atmosférica, 2006.

CASTRO HA. et al., Questões Metodológicas para a Investigação dos Efeitos da Poluição do ar na Saúde, 2003.

COLOMBINI PM. et al., Poluição Atmosférica e seu Impacto no Sistema Cardiovascular, 2008.

CÓNSUL DMJ. et al., Decomposição Catalítica de Óxidos de Nitrogênio, 2003.

CORTES LP. et al., Comparação entre Crescimento da Frota de Veículos Automotores Movidos a Gasolina na Cidade de São Paulo e Níveis de Emissões de Poluentes.

CROUSE DL. et al., Ambient PM_{2.5}, O₃, and NO₂ Exposures and Associations with Mortality over 16 Years of Follow-Up in the Canadian Census Health and Environment Cohort (CanCHEC), v.123, n.11, Environmental Health Perspectives, 2015.

FIGUEIREDO PVL. et al., Impactos Da Restrição Da Circulação De Veículos De Carga Na Emissão De Poluentes: Um Estudo De Caso Em Belo Horizonte, 2013.

GHASSAN BH. et al., Lung Cancer and Exposure to Nitrogen Dioxide and Traffic: A Systematic Review and Meta-Analysis, v. 123, n. 11, Environmental Health Perspectives, 2015.

GOUVEIA N. et al., Hospitalizações por causas respiratórias e cardiovasculares associadas à contaminação atmosférica no Município de São Paulo, Brasil, 2006.

HUANG J. et al., Acute effects on pulmonary function in young healthy adults exposed to traffic-related air pollution in semi-closed transport hub in Beijing, 2016.

KURIYAMA SG. et al., Exposição Ocupacional ao Dióxido de Nitrogênio (NO₂) em Policiais de Trânsito na Cidade do Rio de Janeiro, 1997.

LATZA U. et al., Effects of Nitrogen Dioxide on Human Health: Systematic Review of Experimental and Epidemiological Studies Conducted Between 2002 and 2006, publicado em 2008.

MALHEIROS T. et al., Relatório Sobre Poluição Atmosférica De São Carlos, 2014.

MELCHERT WR. et al., Construção de Amostrador Passivo de Baixo Custo Para Determinação de Dióxido de Nitrogênio, 2006.

MOLLE R. et al. Indoor-outdoor relationships of airborne particles and nitrogen dioxide inside Parisian buses. Atmospheric Environment. v. 69, p. 240-248, 2013.

OLIVEIRA CS. et al., Educação Ambiental para Promoção da Saúde com Trânsito Solidário, 2013.

SILVA RF. et al., Diagnóstico das Emissões Atmosféricas de Origem Veicular na área urbana de Campo Mourão – PR, 2014.

UGUCIONE C. et al., Método Colorimétrico para Determinação de Dióxido de Nitrogênio Atmosférico com Preconcentração em coluna de c-18, 2002.