



**Uso de espécie vegetal *Lolium multiflorum* Lam. como bioindicador de poluição atmosférica: Análise de COT**  
**Débora Laranjeira<sup>1</sup>, Priscila Beckenbach Barth<sup>2</sup>, Suellen Schröpfer<sup>3</sup>**

**Daniela Montanari Migliavacca Osório<sup>4</sup>, Liane Bianchin<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Feevale (dezzy\_xxi@hotmail.com) / <sup>2</sup>Universidade Feevale (priscibbarth@gmail.com) / <sup>3</sup>Universidade Feevale (suellenbrs@yahoo.com.br) /

<sup>4</sup>Universidade Feevale (danielaosorio@feevale.br) / <sup>5</sup>Universidade Feevale (lianebianchin@feevale.br)

**Resumo**

O presente trabalho trata de pesquisa científica desenvolvida na Universidade Feevale, localizada em Novo Hamburgo/RS, com intuito de determinar a viabilidade de utilização da espécie *Lolium multiflorum* Lam., popularmente conhecido como Azevém, como bioindicador de poluição atmosférica para determinação de Carbono Orgânico Total (COT) de forma a definir indiretamente a existência de contaminantes no ar e sua origem. O Monóxido de Carbono é considerado um dos principais poluentes atmosféricos, um dos vilões do aquecimento global e motivo de agravamento de doenças respiratórias, principalmente quando consideramos o volume de emissões. A partir desta realidade, buscamos novas formas de quantificar sua presença e meios de determinar a qualidade do ar através de bioindicadores. Portanto, os resultados obtidos com análises realizadas em uma gramínea (Azevém), dispostas em 3 pontos de exposição, alocados em cidades da Região Metropolitana de Porto Alegre/RS, ao longo de 2014. Através das amostragens foi observado baixa variação nos resultados e considera-se necessária a continuidade do estudo, que ainda encontra-se em andamento, para aprofundamento na pesquisa e, assim, obtenção de resultados mais conclusivos e assertivos.

Palavras-chave: Poluição do ar, azevém, análise de carbono, biomonitoramento.

Área Temática: Poluição atmosférica

**Plant species use *Lolium multiflorum* Lam as bioindicator of air pollution: Analysis TOC**

**Abstract**

*This study presents looks after about a scientific research developed at the University Feevale in Novo Hamburgo/RS, aiming to determine the feasibility of using the species *Lolium multiflorum* Lam. as bioindicator of air pollution for the determination of Total Organic Carbon (TOC) to indirectly determine the existence of contaminants in the air and its origin. Carbon Monoxide is considered as one of the major air pollutants and, one of the villains of global warming and aggravation's cause of respiratory diseases, especially when considering the volume of emissions. From this reality, we seek new ways to quantify the presence and ways of determining the air's quality through bio-indicators. Therefore, throughout the results obtained from analyzes on a grassy (Ryegrass), arranged in three points of exposure, allocated in cities of the metropolitan area of Porto Alegre/RS, over 2014. Through samples was observed low variation in the results and is considered necessary the continuity of the study, which is still in progress, to deepen the research and thereby obtain more conclusive and assertive results.*

*Key words: Air pollution, Ryegrass, carbon analysis, biomonitoring.*

*Theme Area: Atmospheric pollution*



## 1 Introdução

Uma pessoa adulta inala, em torno de 10 mil litros de ar por dia (IAP, [201-?]) em seu estado *in natura*, ou seja, sem nenhum tratamento prévio que garanta sua qualidade, como ocorre no consumo de água. Por isso a importância em discutir a manutenção da qualidade do ar, a fim de assegurar a saúde pública.

Diferentes estudos realizados nas últimas décadas demonstram a relação direta entre doenças respiratórias e a poluição atmosférica, como descrito por Fajardo, Rodríguez & Tellez (2006), Contaminación por Monóxido de Carbono: un Problema de Salud Ambiental.

Dentre as diferentes formas de monitoramento da qualidade do ar encontra-se o biomonitoramento, realizado através de espécies vegetais, que consiste na análise da absorção de compostos por meio de espécies específicas e, comprovadamente, suscetíveis.

Neste trabalho foi realizada análise de Carbono Orgânico Total em exemplares da espécie *Lolium multiflorum* Lam., popularmente conhecida como Azevém, a fim de determinar a viabilidade de utilização desta espécie como bioindicador de poluição atmosférica para Carbono, primordialmente CO e CO<sub>2</sub>.

## 2 Referencial

### 2.1 Poluição atmosférica

O advento da Revolução Industrial trouxe inúmeros avanços tecnológico e imensurável desenvolvimento social e econômico, porém, concomitantemente a isso, a degradação ambiental também avançou exponencialmente.

Com o surgimento da máquina a vapor, a carga de poluentes lançados à atmosfera foi superior a qualquer registro anterior, vindo apenas a aumentar com o passar das décadas e dos séculos. Os maquinários tendo como força motriz a energia produzida através da queima de combustíveis fósseis implicaram em grandes descargas de poluentes na atmosfera.

A partir de então tem-se cada vez mais registros de danos causados pela poluição do ar, como o *smog fotoquímico* registrado no inverno de 1952 em Londres, Inglaterra, acontecimento no qual 4.000 pessoas morreram em virtude de um evento meteorológico que impediu a dispersão dos poluentes lançados pela queima de carvão doméstica e industrial. (LEMOS, 2010).

Entretanto, este está longe de ser o único desastre ambiental com consequência direta e imediata à saúde humana. De acordo com Relatório publicado pela Organização Mundial da Saúde (OMS), ocorrem, por ano, mais de 3 milhões de mortes de bebês prematuros relacionados a poluição do ar, além de 150.000 mortes por doenças respiratórias devido exposição ao Ozônio (O<sub>3</sub>). (OMS, 2015).

Segundo Valle (2004), poluição pode ser definida como “toda ação ou omissão do homem que, pela descarga de material ou energia, cause um desequilíbrio nocivo, seja ele de curto ou longo prazo”. Da mesma forma, a Política Nacional do Meio Ambiente descreve poluição como sendo uma degradação ambiental que resulte em prejuízo à saúde pública, criação de condições adversas às atividades sociais e econômicas e impacto negativo à biota, por exemplo. (BRASIL, 1981).

### 2.2 Poluição veicular

A Fundação Estadual De Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler (FEPAM) e também o Ministério do Meio Ambiente, consideram como principais poluentes: Monóxido de Carbono (CO), Óxidos de Nitrogênio (NO<sub>x</sub>), Óxidos de Enxofre (SO<sub>x</sub>), Material Particulado (MP), Aldeídos (R-CHO) e Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>). (MMA, [201-?]).



Boa parte destes poluentes atmosféricos tem sua fonte nas emissões veiculares, portanto este tema torna-se importante para determinar a proporção e impacto ambiental proveniente dele.

Gouveia, Habermann & Medeiros (2011 *apud* Marcílio & Gouveia, 2007) estimam que 5% do total de óbitos, ocasionados por problemas respiratórios, são decorrentes de poluição atmosférica, a qual recebe grande contribuição de emissões veiculares.

O estado do Rio Grande do Sul possui frota veicular de mais de 4 milhões e apresenta crescimento médio anual de, aproximadamente, 5%. A região metropolitana, onde estão inseridos os pontos amostrados para desenvolvimento do trabalho, é responsável por 40% das emissões de poluentes de todo o estado. (FEPAM, 2010). Na tabela 1 são apresentados as emissões por tipo de poluente proveniente dos diferentes tipos de combustíveis veiculares.

Tabela 1 – Emissões em 1000t/ano por tipo de poluente

Combustível	NO <sub>x</sub>	CO	HC	RCHO	MP
<b>Gasolina</b>	14,80	283,81	19,11	0,21	1,62
<b>Álcool</b>	7,59	54,03	2,03	--	--
<b>Diesel</b>	36,84	6,52	2,09	--	0,78

Fonte: Adaptado FEPAM, 2010.

A partir da tabela 1 podemos concluir que, apesar do diesel ser considerado o combustível com maior potencial poluidor, como demonstrado nos dados de NO<sub>x</sub> para diesel, a maior quantidade de veículos leves torna a soma de CO muito superior, como apresentado nos valores de CO para gasolina, combustível predominante deste tipo de veículo.

Das fontes produtoras de monóxido de carbono, 80% são atribuídas às emissões veiculares. Tendo em vista a grande participação deste gás em problemáticas ambientais, como efeito estufa e da sua característica tóxica no que diz respeito a saúde humana, levantamos um importante aspecto a ser abordado.

Por suas características químicas e físicas, o CO, quando na corrente sanguínea, compete com o Oxigênio (O<sub>2</sub>), tomando seu lugar e se combinando com a hemoglobina, o que dificulta o transporte de O<sub>2</sub> e causa deficiências cardiorespiratórias e envenenamento por Monóxido de Carbono, podendo resultar, inclusive, em morte. (Fajardo, Rodríguez & Tellez, 2006)

Com base nos estudos realizados e nos dados obtidos nas últimas décadas, no âmbito tanto de impactos ambientais quanto de danos à saúde pública, em 1993 foi promulgada a Lei nº 8.723 que prevê a redução e instaura limites de emissões de poluentes para veículos automotores (BRASIL, 1993). Ação reforçada e intensificada a partir da aprovação da Resolução CONAMA nº 418 de 2009 que determina Planos de Controle de Poluição Veicular (PCPV) e a implantação de Programas de Inspeção e Manutenção de Veículos em Uso (I/M) pelos órgãos estaduais e municipais de meio ambiente, além de definir novos limites de emissão (BRASIL, 2009).

### 2.3 Padrões de qualidade do ar

De acordo com Branco & Murgel (1995) os Padrões de Qualidade do Ar são “representados pelas concentrações máximas de cada poluente que podem existir na atmosfera sem causar problemas à saúde das pessoas mais sensíveis ou danos à flora, à fauna ou a determinados materiais”. Essencialmente, o que irá determinar o prejuízo à saúde ou ao meio ambiente está diretamente relacionado à concentração em que o poluente em questão encontra-se presente na atmosfera. Seguindo este pensamento, iniciaram-se as ações normativas para prevenção da segurança pública e qualidade ambiental.

A primeira iniciativa legal para controle da qualidade do ar, a nível nacional, foi a



criação da Portaria nº 231 de 1976 pelo Ministério do Interior. E a partir de então, foram estabelecidos novos programas e parâmetros a serem seguidos. (FRONDIZI, 2008).

Em 1989 foram promulgadas as Resoluções CONAMA nº 003 e CONAMA nº 005 que estabeleciam padrões de qualidade do ar e instituiu o Programa Nacional de Controle da poluição do Ar (PRONAR), respectivamente. O PRONAR foi concebido como um instrumento básico para garantir o desenvolvimento econômico e social do país limitando os níveis de emissão de poluentes por fontes de poluição atmosférica (BRASIL, 1989).

Já em 1998, foi aprovada a Resolução CONAMA nº 242, a qual dispõe sobre limites de emissão de material particulado para veículo leve comercial e limite máximo de ruído emitido por veículos com características especiais para uso fora de estradas. (BRASIL, 1998).

Depois, em 2006, houve aprovação da Resolução CONAMA nº 382, que estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas. (BRASIL, 2006). E por último, em 2011, A Resolução CONAMA nº 436, estabelece novos parâmetros de monitoramento para fontes fixas instaladas ou com pedidos de licença de instalação anteriores a 02 de janeiro de 2007. (BRASIL, 2011).

Com o norteamento dado pela legislação, instauram-se programas de monitoramento da qualidade do ar. Segundo Derisio (2007), estas avaliações possuem como principais objetivos:

- Fornecer dados para aplicação de ações emergenciais, em caso de necessidade;
- Avaliar a qualidade do ar a fim de garantir a segurança à saúde pública;
- Determinar e acompanhar tendências oriundas das alterações de emissões dos poluentes;

Para melhor entendimento da população a FEPAM desenvolveu o Índice de qualidade do Ar (IQAr) que é a ferramenta utilizada para transformar as concentrações medidas dos poluentes em um único valor. Os poluentes atmosféricos contemplados neste índice são os mesmo estabelecidos pela Resolução CONAMA 03/90 conforme apresentado na figura 01, a saber: Partículas Inaláveis, Dióxido de Enxofre, Dióxido de Nitrogênio, Ozônio e Monóxido de Carbono. (FEPAM, 2015)

Figura 01: Índice de Qualidade do Ar.

ÍNDICE DA QUALIDADE DO AR (IQAr)								
Qualidade	Índice	Níveis de Cautela sobre a Saúde	PTS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	PI10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	S02 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	NO2 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	CO (ppm)	O3 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Boa	0-50	Seguro à Saúde	0-80	0-50	0-80	0-100	0-4,5	0-80
Regular	51-100	Tolerável	81-240	51-150	81-365	101-320	4,6-9,0	81-160
Inadequada	101-199	Insalubre para Grupos Sensíveis	241-374	151-249	366-799	321-1129	9,1-14,9	161-399
Má	200-299	Muito Insalubre (Nível de Atenção)	375-624	250-419	800-1599	1130-2259	15,0-29,9	400-799
Péssima	300-399	Perigoso (Nível de Alerta)	625-874	420-499	1600-2099	2260-2999	30,0-39,9	800-999
Crítica	400 ou maior	Muito Perigoso (Nível de Emergência)	$\geq 875$	$\geq 500$	$\geq 2100$	$\geq 3000$	$\geq 40$	$\geq 1000$
Os índices, até a classificação REGULAR, atendem aos Padrões de Qualidade do Ar estabelecidos pela Resolução CONAMA 03 de 28/06/1990.								

Fonte: FEPAM, 2015.

Apesar dos esforços em regulamentar as emissões atmosféricas, os diferentes sistemas de monitoramento disponíveis e as inúmeras ferramentas criadas, como o IQAr, bem como os incontáveis estudos desenvolvidos a cerca de biomonitoramento e bioindicadores, ainda não há legislação vigente atuando neste âmbito.



### **3 Metodologia**

#### **3.1 Preparação das amostras**

##### **3.1.1 Cultivo**

As gramíneas *Lolium multiflorum* Lam foram cultivadas em vasos plásticos. Em torno de 0,3 g da semente da espécie foram semeadas. Após um período de cultivo de duas semanas, os vasos foram expostos, em triplicata, em uma estrutura, a 1,5 m do solo.

A estrutura possui uma prateleira na qual uma caixa plástica de 5 L foi presa. Os vasos foram cortados no fundo, para que três pedaços de corda pudessem ser fixados, a fim de garantir a umidade do substrato.

Após o período de trinta dias, os vasos contendo o Azevém foram recolhidos e substituídos por novos vasos com as gramíneas já plantadas, que ficaram expostas pelo mesmo período. O material vegetal recolhido foi levado ao laboratório da Central Analítica da Universidade Feevale, onde se separou a parte foliar do substrato.

##### **3.1.2 Coleta**

As amostragens foram realizadas nos municípios de Novo Hamburgo, São Leopoldo, e Canoas. Esses municípios estão localizados nos trechos médio e inferior da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, na Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA) e apresentam níveis distintos de urbanização.

Novo Hamburgo possui uma população estimada de 248.694 habitantes, área total de 223,82 km<sup>2</sup>. Neste município o ponto de amostragem (-29°39'48.2", -51°07'04.5") fica localizado no Laboratório de Biotecnologia Vegetal da Universidade Feevale, em ambiente controlado, a fim de atuar como Ponto Controle.

São Leopoldo possui uma população de 214.087 habitantes, área territorial de 102,31 km<sup>2</sup>. Neste município, o ponto de amostragem (-29°46'19.01", -51°9'7.17") está localizado em zona residencial. Mas, ainda assim, é há proximidade com uma rodovia de tráfego intenso (BR 116).

Canoas apresenta uma população de 323.827 habitantes e área territorial de 131.096 km<sup>2</sup>, constituída apenas por área urbana. Neste município, o ponto de amostragem está localizado há, aproximadamente, 50m da rodovia BR 116 (-29°55'19.79", -51°10'43.05").

##### **3.1.3 Preparação das amostras para análise**

A área foliar do Azevém foi lavada com água ultrapurificada (Purelab Classic, ELGA), colocada em sacos de papel e seca em estufa de circulação (MA035, MARCONI) por 72 horas a 70 °C. Em seguida, maceradas e pesadas.

Foram selecionadas 18 amostras dos pontos de amostragem e quantificadas em balança analítica, com massas amostradas entre 0,5015g e 0,5178g.

#### **3.2 Análise de Carbono Orgânico Total**

O carbono orgânico total (COT) representa toda a matéria orgânica que se encontra em uma amostra, na forma de compostos orgânicos. Existem hoje, na química analítica, diversas formas de determinação do COT, tanto em amostras líquidas, como sólidas, entretanto neste trabalho apenas foi utilizado o Analisador de Carbono Multi N/C 3100, da marca AnalytikJena.

O método utilizado para analisar COT em plantas é baseado na determinação da fração orgânica por meio de calcinação em forno de oxidação, acoplado externamente ao detector, a temperatura de 800°C (módulo HT 1300). A injeção da amostra é realizada de forma manual, com o auxílio de barcas de cerâmica, que são inseridas para o interior do forno de oxidação. A determinação ocorre em detector de infravermelho não dispersivo (NDIR), que quantifica o

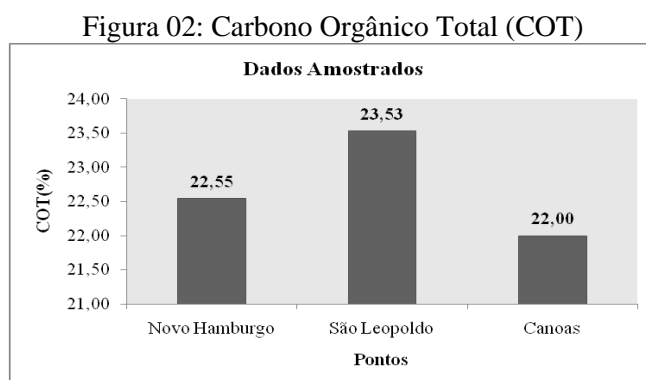




teor de CO<sub>2</sub> resultante da queima da amostra. A queima por sua vez, acarreta na quebra das moléculas de C-C dupla ligação ou tripla, C-N e C-O, gerando assim o CO<sub>2</sub>.

#### 4 Resultados

A partir das amostragens realizadas no período de 2014 foram obtidas as médias de COT demonstrados na Figura 02. É possível constatar nos dados obtidos, pouca variação nos valores amostrados entre os pontos de amostragem, observa-se a maior média (23,53 %) em São Leopoldo, que pode estar relacionado a proximidade da BR-116, via de intenso fluxo veicular.



Fonte: Autores, 2015.

É importante ressaltar que a pesquisa ainda está em andamento, portanto as análises não foram concluídas e estes são resultados preliminares.

#### 5 Conclusão

Os resultados obtidos através das análises realizadas demonstram certa paridade nos valores, indicando que são necessários maiores estudos e aprofundamentos para conclusões mais plausíveis.

Ainda, foi possível observar maiores valores médios de COT nos pontos de amostragem de São Leopoldo e Canoas, os quais são os locais de exposição mais próximos a rodovia com tráfego intenso, o que pode indicar correlação entre os fatos. Porém, novamente, reforça-se a necessidade de implantação de novos testes laboratoriais para conclusões mais assertivas.

Visto que o presente estudo é precursor nesta área de estudo, não tendo ainda nenhum trabalho publicado quanto à utilização de *Lolium multiflorum* Lam. para determinação de COT, a metodologia necessita de otimizações e adequações a fim alinhar a pesquisa aos objetivos buscados.

#### Agradecimento

Agradecemos ao CNPq (Projeto Universal MCTI/CNPQ/Universal 14/2014 – Processo 449928/2014-4) pelo suporte financeiro e a FAPERGS pelo auxílio de bolsas (IC) para o desenvolvimento da pesquisa.

#### Referências

Analizador de Carbono Orgânico Total - **Multi N/C 3100**. Disponível em: <[www.polimate.com.br/poli/cot-carbono-organico-total/111-multi-n-c-3100.html](http://www.polimate.com.br/poli/cot-carbono-organico-total/111-multi-n-c-3100.html)>.



BENEDETTI, Stella. **Avaliação do teor de carbono orgânico total na qualidade da água: aplicação para radiofarmácia**. Dissertação de mestrado – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em: <[www.teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85131/tde-12022014-104943/pt-br.php](http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85131/tde-12022014-104943/pt-br.php)>.

BRANCO, Samuel Murgel; MURGEL, Eduardo. **Poluição do Ar**. Editora Moderna. São Paulo, 1995.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Brasília, DF, 31 de ago. de 1981. Disponível em: <[www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/16938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/16938.htm)>.

BRASIL. **Lei nº 8.723, de 28 de outubro de 1993**. Brasília, DF, 28 de out de 1993. Disponível em: <[www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L8723.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8723.htm)>.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 3, de 28 de junho de 1990**. Disponível em: <[www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=100](http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=100)> Acesso em 07 dez. 2015.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 05, de 15 de junho de 1989**. Brasília, DF. 31 de ago de 1993. Disponível em: <[www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=130](http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=130)>.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 242, de 30 de junho de 1998**. Brasília, DF. 05 de ago de 1988. Disponível em: <[www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=242](http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=242)>.

BRASIL. **Resolução CONAMA 382, de 26 de dezembro de 2006**. Brasília, DF. 02 de jan de 2007. Disponível em: <[www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=520](http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=520)>.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 418, de 26 de novembro de 2009**. Brasília, DF, 26 de Nov de 2009. Disponível em: <[www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=618](http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=618)>.

BRASIL. **Resolução CONAMA 436, de 22 de dezembro de 2011**. Brasília, DF. 26 de dez, 2011. Disponível em: <[www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=660](http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=660)>.

FAJARDO, Álvaro; RODRÍGUEZ, Alba; TÉLLEZ, Jairo. **Contaminación por Monóxido de Carbono: un Problema de Salud Ambiental**. Revista de Salud Pública. Vol 8, nº 1. Bogotá, 2006. Disponível em: <[www.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0124-00642006000100010&lang=pt](http://www.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-00642006000100010&lang=pt)>.

FEPAM – Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Hoessler, 2015. Disponível em: <[www.fepam.rs.gov.br/qualidade/iqar.asp](http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/iqar.asp)>.

FEPAM – Fundação Estadual De Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler. **Plano de Controle de Proteção Veicular**. Porto Alegre, 2010. Disponível em: <[www.detran.rs.gov.br/upload/20150311111719pcpv3.pdf](http://www.detran.rs.gov.br/upload/20150311111719pcpv3.pdf)>.

FRONDIZI, Carlos Alberto. **Monitoramento da qualidade do ar: teoria e prática**. Editora E-papers. Rio de Janeiro, 2008.

GOUVEIA, Nelson; HABERMANN, Mateus; MEDEIROS, Andrea Paula Peneluppi. **Tráfego veicular como método de avaliação da exposição à poluição atmosférica nas**



**grandes metrópoles.** Revista Brasileira de Epidemiologia. Vol 14, nº 1. São Paulo, 2011. Disponível em: <[www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1415-790X2011000100011&lang=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-790X2011000100011&lang=pt)>.

IAP – Instituto Ambiental do Paraná. **Fontes de Poluição Atmosférica.** Instituto Ambiental do Paraná. Curitiba, [201-?]. Disponível em: <[www.iap.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=130](http://www.iap.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=130)>.

LEMOS, Joewander Fernandes. **Poluição veicular: impactos e benefícios ambientais com a renovação da frota veicular leve na cidade de São Paulo.** Dissertação de Mestrado. USP. São Paulo, 2010.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Poluentes Atmosféricos.** Ministério do Meio Ambiente. Brasília, [201-?]. Disponível em: <[www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/qualidade-do-ar/poluente-atmosf%C3%A9ricos](http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/qualidade-do-ar/poluente-atmosf%C3%A9ricos)>.

OMS – Organização Mundial da Saúde. **Reducing Global Health Risks: Through mitigation of short-lived climate pollutants.** World Health Organization. Genebra, 2015.

VALLE, Cyro Eyer do. **Qualidade Ambiental: ISO 14000.** 5ª ed. Editora SENAC. São Paulo, 2004.