

EMISSÃO DE FUMAÇA PRETA POR VEÍCULOS DA FROTA DE ÔNIBUS DO SISTEMA DE TRANSPORTE COLETIVO DE UBERLÂNDIA E IMPACTOS NA QUALIDADE DO AR

BLACK SMOKE EMISSION BY VEHICLES IN BUS FLEET OF COLLECTIVE TRANSPORTATION SYSTEM OF UBERLÂNDIA AND IMPACTS ON AIR QUALITY

Adonys Pereira Costa¹

Boscolli Barbosa Pereira²

RESUMO

Os processos industriais, a geração de energia e os veículos automotores são, dentre as atividades antrópicas, as maiores causas da introdução de substâncias poluentes à atmosfera, sendo muitas delas tóxicas à saúde humana. Dada a importância de conhecer a qualidade do ar das cidades, é necessário identificar e avaliar as fontes e os níveis de poluição emitida. Considerando que os veículos automotores de grande porte, como os ônibus e caminhões são uma importante fonte geradora de poluentes, dentre eles a fumaça preta, o presente trabalho avalia as condições de uso, manutenção e emissão de fumaça preta dos veículos movidos a diesel que realizam o transporte público na cidade de Uberlândia, MG. Para tanto, foi realizada pesquisa exploratória-descritiva com abordagem quanti-qualitativa para caracterização dos veículos que compõem a frota das três concessionárias que realizam o transporte coletivo na cidade. Os veículos foram avaliados quanto à quantidade por empresa, marca, idade média, periodicidade de revisões e regulagens, consumo médio, dentre outros indicadores e, posteriormente, foi realizado um diagnóstico acerca da emissão de fumaça preta com utilização da escala Ringelmann. Os resultados revelam um cenário preocupante, em que mais de 40% da frota está fora dos padrões ambientais de emissão de fumaça preta.

Palavras-chave: Fumaça Preta, Ringelmann, Transporte Público, Poluição Atmosférica

ABSTRACT

Industrial processes, power generation and motor vehicles are, among the human activities, the main causes for the introduction of pollutants to the atmosphere, many of which are toxic to human health. Given the importance of knowing the quality of urban city air, it is necessary to identify and evaluate the sources and levels of pollution emitted. Whereas the large motor vehicles, such as buses and trucks are a major source of pollutants, including black smoke, this study evaluates the conditions of use, maintenance and emission of black smoke from diesel vehicles that perform public transport in the city of Uberlândia, MG. To this end, exploratory and descriptive research was conducted with quantitative and qualitative approach to characterizing the vehicle in the fleet of the three utilities that perform public transportation in

¹ Bacharel em Gestão em Saúde Ambiental. Técnico de Trânsito e Transportes da Prefeitura Municipal de Uberlândia. Av. Anselmo Alves dos Santos, 600 - Santa Mônica, Uberlândia - MG, 38408-150.

² Doutor em Genética e Bioquímica. Docente da Universidade Federal de Uberlândia. Coordenador do Laboratório de Vigilância em Saúde Ambiental. Av. João Naves de Ávila, 2121 - Santa Mônica, Uberlândia - MG, 38408-100. boscolli86@hotmail.com

the city. The vehicles were evaluated for the amount by company, brand, average age, frequency of revisions and adjustments, average consumption, among other indicators and, later, was made a diagnosis about the black smoke emission with use of Ringelmann scale. The results reveal a worrying scenario in which more than 40% of the fleet is out of the environmental standards of emission of black smoke.

Key-words: Black Smoke, Ringelmann, Public Transportation, Air Pollution

1. INTRODUÇÃO

A poluição atmosférica é um sério problema ambiental e de saúde que afeta toda a humanidade (YANAGI; ASSUNÇÃO; BARROZO, 2012), principalmente após a revolução industrial, período em que foram desenvolvidas novas tecnologias que buscavam maximizar a produção em grande escala e a utilização de motores movidos por derivados do petróleo. Contudo, estas tecnologias não se restringiram apenas às indústrias, estendendo-se aos meios de locomoção, que se tornaram, conseqüentemente, fontes de poluição atmosférica.

Podemos classificar em dois grupos as fontes de poluição atmosférica, sendo elas fixas ou móveis. A primeira é representada principalmente por indústrias e usinas termoelétricas que utilizam carvão mineral, óleo combustível ou gás em seus processos de obtenção de energia e incineradores de resíduos. Enquanto as fontes móveis são representadas por veículos automotores, trens, aviões e embarcações marítimas, sendo os primeiros as principais fontes de poluição nas cidades (BRAGA et al., 2005).

Nos centros urbanos, a poluição do ar provocada por veículos configura-se como importante problema ambiental, sendo um dos principais agentes causadores de transtornos e doenças em populações expostas aos contaminantes atmosféricos (YANAGI; ASSUNÇÃO; BARROZO, 2012).

As emissões geradas pelos veículos, em especial a fumaça preta, contém, entre outros elementos, contaminantes como monóxido de carbono (CO), hidrocarbonetos (HC ou CnHm), óxidos de enxofre (SOx), óxidos de nitrogênio (NOx) e grande proporção de Material Particulado (MP). O MP é o poluente atmosférico mais apontado em estudos relacionados à saúde de populações expostas ao ambiente poluído por esse tipo de contaminante (MARTINS et al., 2006; JASINSKI; PEREIRA; BRAGA, 2011; YANAGI; ASSUNÇÃO; BARROZO, 2012; DE PAULA SANTOS et al., 2005).

A fumaça preta, popularmente conhecida como fuligem, ao ser emitida, tem em

sua composição cerca de 80% de material particulado, que é classificado em porções de material particulado respirável, apresentando partículas com até 2,5µm (MP_{2,5}) e material particulado inalável, que corresponde ao conjunto de partículas com dimensões menores que 10 µm (MP₁₀). Desse modo, a fumaça preta penetra facilmente nos pulmões de indivíduos expostos, carreando toxinas à corrente sanguínea (CONPET, 2007).

De acordo com a ABNT (NBR 6065/86), a coloração da fumaça emitida pelos veículos movidos à diesel por ser indicadora de problemas relacionados ao funcionamento do motor e que, conseqüentemente, emitem poluentes para a atmosfera.

Segundo essa classificação, a emissão de fumaça branca – caracterizada por um grande número de partículas de óleo diesel maiores que 1 micrón de diâmetro - indica combustível não queimado passando pelo sistema; a fumaça azul – que consiste num grande número de partículas de óleo diesel com cerca de 0,5 microns de diâmetro ou menor – indica a presença de combustível não queimado ou parcialmente queimado; a fumaça preta – que consiste em partículas de carbono formadas quando o combustível é aquecido em regiões da câmara de combustão pobres em oxigênio – indica combustão incompleta de óleo diesel.

Diante dessas evidências, apesar de algumas limitações e subjetividades, como a dependência da participação humana, a Escala de Ringelmann foi adotada como uma forma oficial (prevista em lei) de avaliar o funcionamento e as emissões dos motores alimentados a diesel no país.

Além disso, o emprego da Escala de Ringelmann em programas de diagnóstico e monitoramento das emissões veiculares contribui diretamente para redução das concentrações de poluentes atmosféricos que, quando ultrapassadas, podem afetar a saúde, a segurança e o bem-estar da população, bem como ocasionar danos à flora e à fauna, aos materiais e ao meio ambiente em geral (CONAMA nº003/90).

Diante do exposto, a avaliação da emissão de fumaça preta consiste em um parâmetro útil na medida em que os dados obtidos por meio do monitoramento da frota de veículos permitem investigar as causas dessas emissões e atuar, de forma preventiva, no controle delas.

A Escala de Ringelmann é um instrumento gráfico para avaliação colorimétrica de densidade de fumaça, constituída de cinco padrões com variações uniformes de

tonalidade entre o branco e o preto, conforme definido no item 3.6 da NB-225 da Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Os órgãos de fiscalização utilizam a escala em um modelo padronizado, que consiste em um cartão com um furo no centro, sendo que ao redor deste são impressos 5 padrões de cinza, que variam do mais claro até o preto. Ao olhar através do orifício presente no cartão em direção ao veículo que está sendo avaliado, é possível, então, comparar a cor da fumaça aos padrões da escala, de maneira que veículos cujas emissões de fumaça tenham cor igual ou acima do padrão 2 da escala, estão em desconformidade com a legislação.

É de suma importância que tenhamos conhecimento à respeito da qualidade do ar de nossas cidades e, para isso, é necessário identificar e avaliar as fontes e os níveis de poluição emitida. Considerando os veículos do transporte público como uma importante fonte geradora de poluentes e a carência de estudos que considerem a influência dessas emissões no ambiente, o presente trabalho ao diagnosticar os níveis de emissões de fumaça preta oriundos dos veículos que realizam o transporte público coletivo da cidade de Uberlândia, Minas Gerais, contribui, diretamente, para o preenchimento dessa lacuna, na medida em que enfatiza a importância de ações de controle e prevenção da poluição atmosférica.

2. METODOLOGIA

2.1. Local, tipo de estudo e abordagem metodológica

O presente estudo foi realizado por meio de pesquisa exploratória-descritiva, de abordagem quanti-qualitativa, com base na análise documental e levantamento de informações em campo na cidade de Uberlândia, Minas Gerais.

2.2. Identificação e caracterização dos veículos da frota de ônibus do sistema de transporte coletivo de Uberlândia, Minas Gerais.

Para identificação e caracterização da frota de ônibus do sistema de transporte

coletivo de Uberlândia, foram coletados dados referentes à marca, modelo e ano de fabricação dos veículos, bem como o tipo de sistema de alimentação de combustível e porte (comprimento).

Os dados foram coletados e organizados separadamente para cada empresa prestadora do serviço de transporte público da cidade.

2.3. Diagnóstico dos veículos da frota de ônibus do sistema de transporte coletivo de Uberlândia, MG

O diagnóstico das condições de funcionamento, manutenção e emissão de poluentes referentes aos veículos da frota monitorada foi realizado com base no levantamento de informações acerca da frequência de revisões, regulagens e inspeções veiculares, quilometragem e consumo médio de combustível por veículo.

A emissão de fumaça preta foi analisada pela avaliação comparativa dos padrões colorimétricos da Escala Ringelmann e a cor observada pelas emissões de fumaça proveniente dos veículos, estando o observador a uma distância de 20 metros a 50 metros do tubo de escapamento a ser observado.

Foi estabelecido como parâmetro de avaliação o critério de que o grau de enegrecimento da fumaça dos veículos monitorados não poderia exceder o padrão nº 2 por mais de 5 (cinco) segundos consecutivos.

As avaliações foram realizadas entre os dias 01 e 03 de junho de 2015, no período da manhã, em 4 diferentes locais, sendo os entornos dos terminais Central, Umuarama, Santa Luzia e Planalto.

2.4. Análises estatísticas

Para avaliar se houve diferenças entre as empresas quanto à frequência de veículos em desconformidade com os padrões de emissão de fumaça preta, foi empregado o teste de Qui-quadrado. Para todas as análises, valores de $P > 0.05$ foram considerados significativos.

3. RESULTADOS

Com base nos dados e documentos disponibilizados pela Secretaria de Trânsito e Transporte de Uberlândia e, por meio de informações fornecidas pelas empresas que realizam o transporte público coletivo na cidade de Uberlândia, foi possível avaliar e caracterizar a frota de veículos.

O serviço de transporte público em Uberlândia é realizado, desde 2009, por três concessionárias, sendo Viação Sorriso de Minas Limitada; Turilessa Limitada e Transporte Urbano São Miguel de Rezende Limitada, que transportam, juntas, uma média de 177.730,58 passageiros por dia (SETTRAN, 2014).

Conforme mostra a Tabela 1, dos 418 veículos que realizam o transporte coletivo no município de Uberlândia, há relativa equidade na distribuição de ônibus por empresa, sendo que a Turilessa, que é a concessionária que apresenta maior número de veículos, possui apenas 3 e 8 ônibus a mais que as empresas Sorriso de Minas e São Miguel, respectivamente, que contam com 140 e 135 veículos cada uma.

Com relação às marcas dos veículos que compõem a frota de cada empresa, existem variações importantes, uma vez que, enquanto a empresa Sorriso de Minas possui frota com distribuição quase igualitária entre ônibus de marca Volkswagen e Mercedes Benz, a Turilessa apresenta predomínio de veículos Mercedes Benz (83.9%) e a São Miguel conta com apenas veículos da marca Volkswagen.

Quanto ao porte (tamanho), dentre as três empresas responsáveis pelo transporte público no município, duas apresentam veículos de portes pequenos, médios e grandes, com tamanhos que variam de 11 a 18 metros. Apenas a empresa de transporte urbano São Miguel não apresenta veículos de porte pequeno, contando apenas com veículos de porte médio e grande na composição de sua frota.

De acordo com a Tabela 1, a idade média da frota entre as empresas varia de 5,3 a 6,2 anos, sendo que a empresa Transporte Urbano São Miguel apresenta frota com veículos mais novos e a Viação Sorriso de Minas S.A conta com os veículos mais velhos, sendo que a empresa Turilessa LTDA apresenta frota com idade média de 5,9 anos.

Com relação ao sistema de alimentação de combustível, toda a frota das três empresas que realizam o transporte público no município de Uberlândia tem, em seus veículos, sistema de alimentação de combustível por meio de injeção eletrônica.

A tabela 2 apresenta os resultados do diagnóstico dos veículos quanto à emissão de fumaça preta; periodicidade de inspeções; consumo médio de combustível e média de quilometragem mensal realizada.

Quanto à emissão de fumaça preta, conforme mostra a tabela 2, mais da metade da frota dos veículos de cada empresa foi avaliada por meio de medições realizadas com a escala Ringelmann.

Os resultados revelam que, dentre as concessionárias avaliadas, a empresa São Miguel apresentou o menor índice de veículos (25,3%) fora dos parâmetros permitidos por lei, seguido pelas empresas Sorriso de Minas e Turilessa, com 46,7% e 53,1% dos ônibus emitindo fumaça preta acima do nível 2 da Escala Ringelmann, que representa o limite da normalidade.

Analisando a situação da frota municipal como um todo, a figura 1 mostra que, dos 231 veículos avaliados, que representam uma amostra de 55,3% do total de ônibus utilizados no transporte coletivo da cidade, 43,3% estão em desconformidade com os limites preconizados pela legislação brasileira para prevenção de emissão de poluentes na atmosfera urbana.

No que diz respeito ao regime de inspeções, ambas as empresas realizam as inspeções necessárias em regime semestrais.

Em referência ao consumo, a empresa que apresenta o consumo mais elevado é a Transporte Urbano São Miguel, mas este consumo pode ser atribuído ao fato desta empresa ser a única, dentre as três, que não apresenta veículos de porte pequeno em sua frota, tendo em sua composição apenas veículos de médio e grande porte, o que eleva o consumo médio total de combustível.

Quanto à quilometragem, os dados disponíveis são apresentados apenas para a frota total de veículos, os quais apresentam uma quilometragem média de 6.409,38 km por mês.

Tabela 1. Dados relacionados à caracterização dos veículos.

EMPRESA	QUANTIDADE	MARCA		COMPRIMENTO	IDADE (anos)	ALIMENTAÇÃO
		Volkswagen	Mercedes Benz			
Viação Sorriso de Minas S.A.	140	79	61	11 a 18 m	6,2	Injeção eletrônica
Turilessa LTDA	143	23	120	11 a 18 m	5,9	Injeção eletrônica
Transporte Urbano São Miguel	135	135	0	12 a 18 m	5,3	Injeção eletrônica

Tabela 2. Dados relacionados ao diagnóstico dos veículos.

EMPRESA	QUANTIDADE	EMIÇÃO DE FUMAÇA PRETA		INSPEÇÕES	CONSUMO (Km/L)	QUILOMETRAGEM* (Km/veículo/mês)
		Veículos avaliados	Veículos fora dos parâmetros (%)			
Viação Sorriso de Minas S.A.	140	75	38 (46,7)	Semestrais	2,08	6.409,38
Turilessa LTDA	143	81	43 (53,1)	Semestrais	2,02	6.409,38
Transporte Urbano São Miguel	135	75	19 (25,3)	Semestrais	1,96	6.409,38

*Só existem dados para a frota total de veículos.

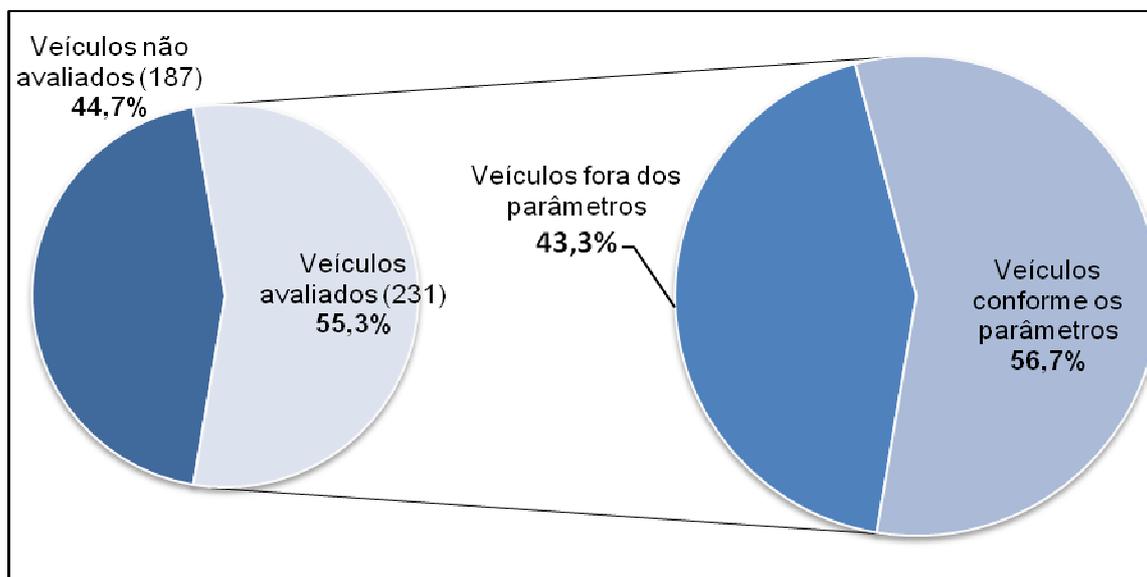


Figura 1. Avaliação da emissão de poluentes por veículos da frota de ônibus de Uberlândia, Minas Gerais.

4. DISCUSSÃO

Com os objetivos de reduzir a contaminação atmosférica por meio da fixação de limites de emissão e induzir o desenvolvimento tecnológico dos fabricantes, determinando que os veículos e motores atendam a limites máximos de emissão, em ensaios padronizados e com combustível de referência, o Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores – PROCONVE, foi estabelecido e regulamentado desde 1986 pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, através de várias Resoluções, e suportado pela Lei nº 8.723/93, que estabelece as diretrizes, prazos e padrões legais de emissão admissíveis para as diferentes categorias de veículos e motores, nacionais e importados (IBAMA, 2011).

De acordo com esse programa, a partir de 2006, todos os modelos de veículos movidos a diesel, produzidos no Brasil, devem estar equipados com sistema de alimentação do tipo injeção eletrônica, pois só com esse dispositivo é possível atender aos limites de emissão de poluentes.

Segundo as informações obtidas no presente trabalho, todos os ônibus que constituem as frotas das três concessionárias de Uberlândia estão equipados com sistema de alimentação de combustível por injeção eletrônica, atendendo ao previsto pelo PROCONVE.

Como os níveis de emissão de poluentes provocadas pela fumaça de motores movidos a diesel é mais acentuado em relação aos demais tipos de combustível, a Portaria IBAMA nº 85/96 de 17/10/1996 dispõe sobre a criação e adoção de um Programa Interno de Auto-fiscalização da Correta Manutenção da Frota quanto a Emissão de Fumaça Preta a toda Empresa que possuir frota própria de transporte de carga ou de passageiro. Segundo essa portaria:

As empresas de transporte de cargas e de passageiros que possuem frota própria, cujos veículos sejam movidos a óleo Diesel, deverão criar ou adotar um Programa Interno de Autofiscalização da Correta Manutenção da Frota quanto a emissão de fumaça (IBAMA, Portaria nº 85/96, Anexo I).

Desse modo, a Portaria IBAMA nº 85/96 considera que a correta manutenção dos veículos é importante para permitir o controle de poluentes e auxiliar em programas de inspeção e manutenção de veículos em uso, minimizando os efeitos da poluição por fumaça preta, que contribuem para a degradação da qualidade do ar, principalmente nos centros urbanos.

Com base nos resultados apresentados, a frota da empresa São Miguel apresenta menor média de idade entre os veículos e maior consumo de combustível em relação às outras duas concessionárias, o que poderia sugerir que os veículos não estão regulados. Contudo, deve-se levar em consideração que a empresa São Miguel não possui veículos de pequeno porte, que são os mais econômicos.

Embora os dados acerca da quilometragem realizada pelos veículos não estejam disponíveis separadamente para cada concessionária, é possível constatar que os veículos são intensamente utilizados, requerendo maior frequência de inspeções.

Segundo as informações obtidas, os veículos passam por avaliações e inspeções semestrais. Contudo, considerando a média de quilometragem mensal, essas inspeções são realizadas a cada 38.456Km.

Nesse contexto, vale ressaltar que veículos desregulados consomem mais combustíveis e apresentam maior desgaste do motor, causando excesso de emissão de fumaça preta. Em outras palavras, a manutenção preventiva dos veículos traz contribuições econômicas e ambientais, pois ao trabalharem com mais eficiência, além de consumir menos combustível, os motores emitem menos poluentes.

Com relação ao diagnóstico realizado por meio da utilização da escala Ringelmann, foi possível constatar que quase a metade dos veículos da frota de ônibus que realizam o transporte coletivo na cidade apresentam níveis de emissão de fumaça preta em desacordo com a Portaria nº 100, de 14/07/80, do IPEF - Instituto de pesquisas e Estudos Florestais, que estabelece que a emissão de fumaça por veículos movidos a óleo diesel, em qualquer regime de trabalho, não pode exceder ao padrão nº 2 na Escala de Ringelmann.

Considerando a emissão de fumaça preta pelos veículos de cada empresa, separadamente, é possível notar que a empresa São Miguel apresenta baixo percentual de ônibus fora dos parâmetros, o que pode ser atribuído ao fato de ser a frota mais jovem.

À guisa de conclusão, ainda que o presente estudo tenha sido realizado como forma de diagnóstico, os resultados evidenciam a importância de que seja implementado um programa de monitoramento das condições de uso, manutenção e emissão de fumaça preta dos veículos movidos a diesel que realizam o transporte público.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. NBR 6016/86,
**Regulamenta emissões de Veículos Pesados, Veículos rodoviários automotores –
Gás de escapamento de motor Diesel - Avaliação de teor de fuligem com a fumaça.**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. NBR 6065/86, **Determinação do grau de enegrecimento do gás de escapamento emitido por veículos.**

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J. G. L.; MIERZWA, J. C.; BARROS, M. T.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S. **Introdução à Engenharia Ambiental**. 2ª Edição. São Paulo: Pearson Prentice Hall. 2005. 318p.

CARVALHO-OLIVEIRA, R.; POZO, R.M.K.; LOBO, D.J.A.; LICHTENFELS, A.J.F.C.; MARTINS-JUNIOR, H.A.; BUSTILHO, J.O.W.V.; SAIKI, M.; SATO, I.M.; SALDIVA, P.H.N. Diesel emissions significantly influence composition and mutagenicity of ambient particles: a case study in São Paulo, Brazil. **Environmental Research**, 2005, v.98, p.1-7.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 003, de 28 de junho de 1990. **Dispõe sobre o estabelecimento de padrões nacionais de qualidade do ar determinando as concentrações de poluentes atmosféricos**. In: MMA. Livro das Resoluções do CONAMA. Brasília, 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiano>> (accessed 07/06/2015).

CONPET, 2004 – Programa Nacional da Racionalização do Uso dos derivados do petróleo. **A saúde da população e a poluição**. Disponível em <<http://www.conpet.gov.br/>>. Acesso em: 07/06/2015.

CONSELHO NACIONAL DE TRANSITO (CONTRAN). Resolução 510, de 15 de fevereiro de 1977. **Dispõe sobre a circulação e fiscalização dos veículos Automotores movidos à Diesel**.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA), Resolução n.º 005, de 15 de junho de 1989. **Institui o Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar**.

DE PAULA SANTOS, U.; BRAGA, A.L.; GIORGI, D.M.; PEREIRA, L.A.; GRUPI, C.J.; LIN, C.A. Effects of air pollution on blood pressure and heart rate variability: a panel study of vehicular traffic controllers in the city of São Paulo, Brazil. **European Heart Journal**, 2005; v.26, p.193-200.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRANSITO E FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE (DETRAN-RJ & FEEMA), Portaria conjunta Nº 02, de 05 de fevereiro de 2001. **Dispõe sobre os procedimentos de controle de emissão de opacidade e gases poluentes.**

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Air Pollution Control Program by Motor Vehicles**. 2011. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/areas-tematicas-qa/programa-proconve>> Acesso em: 20/05/2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVAVEIS (IBAMA). Portaria nº 85/96. **Dispõe sobre a utilização de veículo diesel para transporte de passageiros ou mercadorias.**

INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS (IPEF). Portaria nº. 100, de 14/07/80. **Dispõe sobre o limite de emissão de fumaça por veículos movidos a óleo diesel.**

JASINSKI, R.; PEREIRA, L.A.; BRAGA, A.L.F. Poluição atmosférica e internações hospitalares por doenças respiratórias em crianças e adolescentes em Cubatão, São Paulo, Brasil, entre 1997 e 2004. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 27, n. 11, nov. 2011.

MARTINS, L.C.; PEREIRA, L.A.; LIN, C.A.; SANTOS, U.P.; PRIOLI, G.; LUIZ, O.D.O.C. The effects of air pollution on cardiovascular diseases: lag structures. **Revista de Saúde Pública**, 2006; v.40, p. 677-683.

YANAGI, Y.; ASSUNCAO, J. V.; BARROZO, L.V. The impact of atmospheric particulate matter on cancer incidence and mortality in the city of São Paulo, Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**. 2012, v.28, n.9, pp. 1737-1748.