

## AVALIAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS PADRÕES DE POLUENTES EMITIDOS PELO TRANSPORTE COLETIVO DE MACEIÓ - AL

### CHARACTERIZATION AND EVALUATION OF POLLUTANTS EMISSION STANDARDS FOR TRANSPORTATION OF COLLECTIVE MACEIÓ - AL

Mikael Timóteo Rodrigues<sup>1</sup>  
Bruno Timóteo Rodrigues<sup>2</sup>  
Benício Emanuel Omena Monte<sup>3</sup>  
Jessica Moraes Malheiros<sup>4</sup>  
Wendell Max Barbosa Fialho<sup>5</sup>

**Resumo:** A emissão de fumaça preta dos veículos automotores movidos a combustível Diesel é uma das mais prejudiciais, devido ao seu conteúdo de material particulado (PM). Por serem pequenas, estas partículas ao serem inaladas, são facilmente penetradas nos pulmões e assim intoxicando as vias sanguíneas (WHO, 1990). Alguns estudos vêm sendo realizados em Maceió com este foco, impulsionados pelo aumento da frota automotiva e sua concentração em algumas avenidas da cidade, juntamente com o crescimento populacional. Este trabalho teve como objetivo principal analisar a emissão de fumaça preta dos veículos movidos a diesel (ônibus), investigando se os padrões de qualidade do ar estão dentro do padrão. O local estudado foi a Av. Fernandes Lima, por ser a avenida com maior circulação de automóveis de Maceió, monitorado no período entre os dias 01 a 05 de novembro de 2011 das 13 às 17 horas, incluindo dias de pouco trânsito devido ao feriado. Este monitoramento foi realizado utilizando a escala de Ringelmann, que classifica a fumaça preta em diferentes teores de densidade. Diante dos resultados obtidos, foi utilizado o conteúdo da legislação vigente atualmente (Resolução CONTRAN 510 DE 15/02/77; Portaria MINTER GM/Nº 100 de 14/07/80; Instrução Normativa SEMA/SACT/SPART Nº 01 de 12/06/81).

**Palavras chave:** Fumaça Preta; Maceió; Avenida Fernandes Lima.

**Abstract:** The black smoke emissions from motor vehicles powered by diesel fuel is one of the most damaging due to its content of particulate matter (PM). Because they are small, these particles to be inhaled, they are easily penetrated in the lungs and thus intoxicating blood pathways (WHO, 1990). Some studies have been conducted in Maceió with this focus, driven by increased automotive fleet and its concentration in some avenues of the city, along with population growth. This study aimed to analyze the emission of black smoke from diesel vehicles (buses), investigating whether the air quality standards are within the standard. The site studied was the Av Fernandes Lima, to be the avenue to greater movement of car Maceió, monitored in the period between 01 a November 5, 2011 from 13 to 17 hours, including days of little traffic due to the holiday. This monitoring was performed using the Ringelmann scale, which classifies the black smoke at different levels of density. Based on these results, we used the content of existing legislation currently (Resolution 510

<sup>1</sup> Geógrafo, Doutorando em Agronomia pela UNESP - Campus de Botucatu. E-mail: mikaelgeo@gmail.com;

<sup>2</sup> Gestor Ambiental, Especializando em Análise Ambiental pela UFAL. E-mail: brunogta21@gmail.com;

<sup>3</sup> Geógrafo, Mestre em Recursos Hídricos pela UFAL. E-mail: benicio\_monte1@hotmail.com;

<sup>4</sup> Zootecnista, Mestranda em Genética e Melhoramento Animal pela UNESP - Campus de Jaboticabal. E-mail: jessicamalheiros@yahoo.com.br

<sup>5</sup> Meteorologista, Mestrando em Meteorologia pela USP. E-mail: wendellmax@gmail.com

CONTRAN OF 15/02/77; Ordinance MINTER GM / N ° 100 of 14/07/80; Instruction SEMA / SACT / SPART N ° 01 of 12 / 06/81).

**Keywords:** Black Smoke; Maceió; Fernandes Lima Avenue.

## **Introdução**

Um dos grandes obstáculos das futuras gerações é sem dúvida a poluição atmosférica. Sua natureza possui as mais diversas fontes antropogênicas, como indústrias, urbanização e agricultura, ou naturais como erupções vulcânicas, oceanos, etc. No entanto, o foco da preocupação global neste assunto é sobre a poluição atmosférica nas cidades, já que é onde se concentra maior parte da população mundial.

Com este âmbito, o monitoramento das fontes poluidoras é cada vez mais presente, seja nas grandes indústrias ou grandes centros urbanos, como São Paulo. A emissão de fumaça preta dos veículos automotores movidos a combustível Diesel é uma das mais prejudiciais, devido ao seu conteúdo de material particulado (PM).

Esta fuligem, outra nomeação dada a fumaça preta, representa 80% do material particulado emitido, e é altamente nocivo à saúde. Sua composição é caracterizada por partículas minúsculas com diâmetro de 2,5 µm (PM<sub>2,5</sub>) e ainda 10µm (PM<sub>10</sub>) (CARVALHO, ROSA E MARINHO JUNIOR, 2007). Por serem pequenas, estas partículas ao serem inaladas, são facilmente penetradas nos pulmões e assim intoxicando as vias sanguíneas. Saldiva (2007) afirma que os idosos, as crianças e fetos são os que mais sofrem com este material particulado, e também as pessoas que possuem tendências a doenças cardíacas e respiratórias.

Alguns estudos vêm sendo realizados em Maceió com este foco, impulsionados pelo aumento da frota automotiva e sua concentração em algumas avenidas da cidade, juntamente com o crescimento populacional.

## **Materiais e Procedimentos Metodológicos**

O local estudado foi a Av. Fernandes Lima, mais precisamente em frente ao Centro Educacional de Pesquisas Aplicada - CEPA (9°38'20"S, 35°44'08"W) por ser a avenida com maior circulação de automóveis de Maceió. O período de monitoramento foi entre os dias 01 a 05 de novembro de 2011 das 13 às 17 horas, incluindo um dia com baixo fluxo de automóveis devido ao feriado.

Este monitoramento foi realizado utilizando a escala de Ringelmann (figura 1), que classifica a fumaça preta em diferentes teores de densidade.

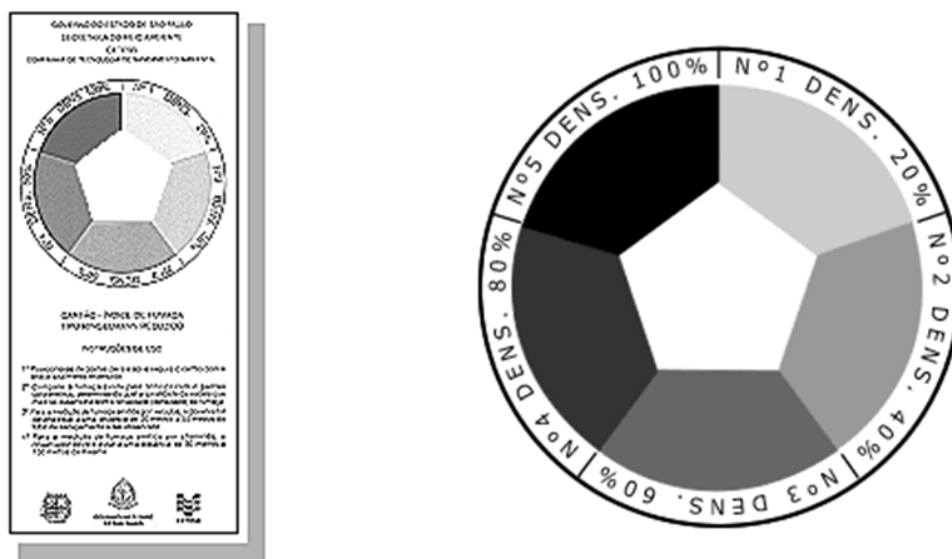


Figura 1: Ilustração da Escala de Ringelmann no padrão Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB.

Fonte: CETESB

A coleta dos dados foi realizada seguindo as rotinas a seguir, ilustradas na fotografia da figura 2.

- 1) O observador deve-se posicionar de costas para o sol, distanciando de 20 a 50m do tubo de escapamento do veículo, e segurar o cartão com o braço totalmente estendido;
- 2) Comparou-se a fumaça (vista pelo o orifício do cartão) com o padrão colorimétrico, determinando qual a tonalidade da escala que mais se assemelha com a tonalidade (densidade) da fumaça;
- 3) Após determinação do nível da densidade da fumaça, os dados são anotados numa planilha.
- 4) Com os dados já trabalhados nas planilhas, é realizada uma classificação das empresas que emitem maior descarga de fumaça preta do que o permitido.

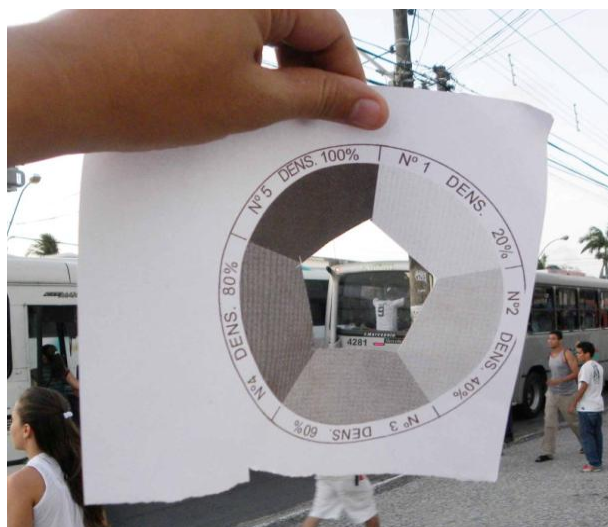


Figura 2: Representação do método utilizado na medição da fumaça preta emitida pelos ônibus através da Escala de Ringelmann.

Diante dos resultados obtidos, foi utilizado o conteúdo da legislação vigente atualmente, descrita a seguir:

- I. Resolução CONTRAN 510 DE 15/02/77;
- II. Portaria MINTER GM/Nº 100 de 14/07/80;
- III. Instrução Normativa SEMA/SACT/SPART Nº 01 de 12/06/81;
- IV. Padrões: O grau de enegrecimento da fumaça preta de veículos movidos a óleo diesel em qualquer regime de funcionamento, não poderá exceder:

**Nº2 – DENS 40%:** Veículos em localidade até 500 (quinhentos) metros de altitude e veículos de circulação restrita a centros urbanos, em qualquer altitude.

**Nº3 – DENS 60%:** Veículos em localidades acima de 500 (quinhentos) metros de altitude.

Existe uma relação da escala de Ringelmann com a concentração de particulados correspondente a cada unidade, sendo possível estimar a emissão da fumaça preta emitida para a atmosfera pelo ônibus, através da equação 1.

$$C_p = \sum n \times E_R \quad (1)$$

Onde:

$C_p$  = Estimativa de concentração de particulados por nível de enegrecimento da fumaça analisado nos ônibus de cada empresa ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$  por 20seg);

$n$  = Número de ônibus;

$E_R$  = classificação dos ônibus na Escala de Ringelmann.

Em seguida, os valores obtidos pela equação 1 foram convertidos para gramas/dia, para efeito de análise. Na tabela 1 tem-se outra relação, agora com a concentração de particulados.

Tabela 1: Relação entre a escala de Ringelmann e a concentração de particulados ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$  por 20seg)

Escala	Concentração ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ por
	20seg)
1	480,38
2	1289,62
3	2063,94
4	3575,54
5	4548,24

Diante dessa relação, estabeleceu-se uma regra para classificação dos resultados, conforme a tabela 2.

Tabela 2: Classificação da frota de ônibus em relação à tabela 1.

Classificação	Níveis na Escala de Ringelmann
PADRÃO	1
ALERTA	2
INFRAÇÃO	3, 4 e 5

A situação PADRÃO segue a Portaria nº 100, de 14/07/80, onde a emissão de fumaça por veículos movidos a óleo diesel, em qualquer regime de trabalho, não deve exceder ao padrão nº 2, na Escala Ringelmann.

Padrões de nebulosidade, radiação solar e velocidade do vento também foram considerados no trabalho, e serão discutidos nos resultados.

Por fim, os resultados serão discutidos na forma de gráficos e tabelas, separando a análise por empresas, níveis de alerta e quantidade de partículas emitidas em gramas/dia.

## Resultados e Discussão

A figura 3 ilustra a quantidade total de ônibus monitorados durante o estudo, totalizando 610 veículos observados. O domínio da frota da empresa Real Alagoas é vidente, seguido pela Piedade, e os demais não ultrapassaram as 100 unidades no período estudado.

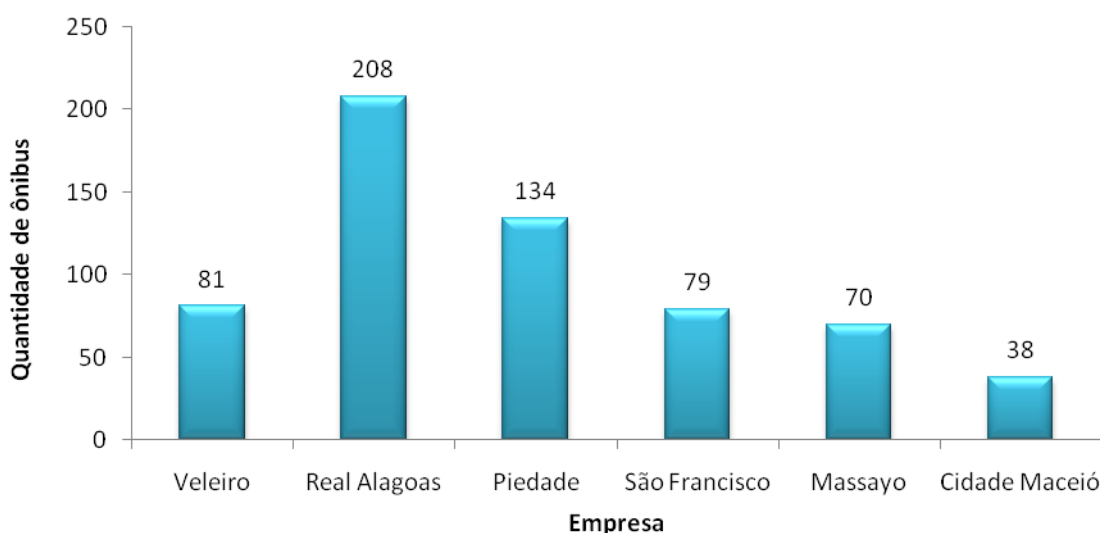


Figura 3: Quantidade de ônibus observados durante 01 a 05 de novembro entre 13:00 e 17:00 horas na Av. Fernandes Lima.

Em uma análise geral, os níveis de poluição foram satisfatórios, com mais de 60% da frota monitorada possuindo o nível padrão de emissão, conforme a legislação em vigor (figura 4). No entanto, quase 20% do total possuem índice de

infração, evidenciando que parte da frota precisa se regularizada, passando por revisão técnica, ou ainda, este resultado pode ser atribuído a ônibus antigos ainda em circulação.

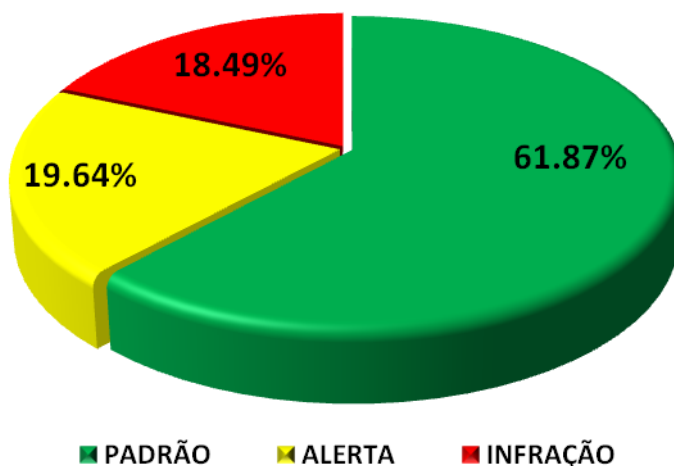


Figura 4: Porcentagem total do nível de alerta durante todo o período estudado para todas as empresas.

Na figura 5 têm-se os resultados dos níveis de alerta para cada empresa, destacando a grande quantidade de valores de nível PADRÃO para Real Alagoas, com 166 casos. É possível visualizar também o alto índice de INFRAÇÃO das empresas Veleiro e Piedade, com mais 30 ocorrências. Este grau de irregularidade deve ser combatido nestas empresas, pois os riscos à saúde que essas emissões implicam são sérios.

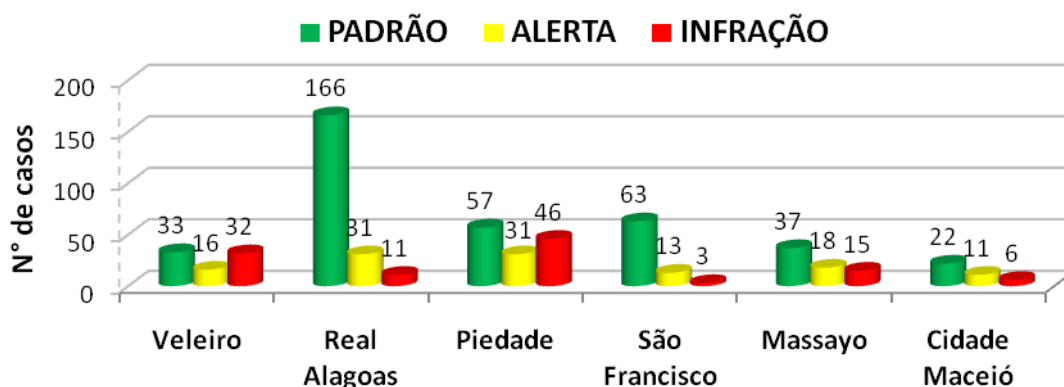


Figura 5: Relação entre número de casos analisados nos níveis de alerta para cada empresa.

A Avenida Fernandes Lima por possuir uma longa extensão e nos últimos anos, um tráfego intenso de veículos, acaba se tornando uma região com baixa qualidade do ar. Então, todas as empresas listadas ainda estão infringindo a lei em vigor, pois possuem parte da frota que ainda se enquadra no nível INFRAÇÃO. Para solucionar tal problema, medidas simples podem ser tomadas, como a exclusão de

unidades antigas da circulação ativa, e regularizar os ônibus com emissão problemática, em centros de regulagem mecânica espalhados por Maceió.

A figura 6 mostra a emissão em gramas por dia de cada empresa, onde pode-se observar que as três empresas que mais lançam fumaça preta são Piedade com 2079 g/dia, Real Alagoas com 1555 g/dia e Veleiro com 1336 g/dia. A empresa Real Alagoas atingiu tal valor não pela sua má qualidade de emissão, mas pela sua maior frota em circulação, diferentemente das outras empresas citadas, que com frota inferior, obtiveram uma quantidade de índices de INFRAÇÃO muito próximos aos de índice PADRÃO.

Diante destes resultados, é fundamental que esta análise seja feita com maior amplitude, e também com outros tipos de análise, instrumentos, em outros pontos da capital, e assim (CORREIA, 2001), alertar governos e órgãos competentes para fiscalização, empresas de ônibus para obedecerem às normas em rigor e à população sobre os riscos a exposto (VIGIAR, 2006).

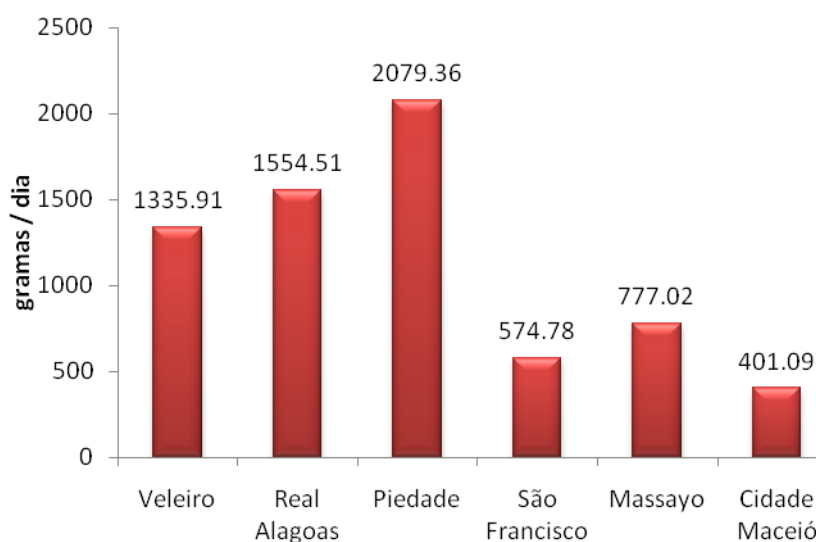


Figura 6: Emissão de material particulado em gramas/dia das empresas durante 01 a 05 de novembro entre 13 e 17 horas na Avenida Fernandes Lima.

Por possuir a maior frota presente durante o período estudado, a empresa Real Alagoas é que mais emite fumaça preta, aproximadamente 1555 g/dia. As demais empresas não atingem nem 1000g/dia, embora ainda seja um valor alto.

As condições meteorológicas encontradas durante o estudo foram de temperatura do ar em torno de 30°C, velocidade do vento fraco a moderado e pouca nebulosidade.

## Conclusão

Durante o monitoramento e a caracterização transcorrido no presente trabalho, foi observado alguns problemas no que se diz respeito às normas ambientais da concentração de poluentes atmosféricos em uma das principais Avenidas de Maceió, como foram encontradas por Nakagawa *et. al.* (2010) em certas regiões Região Metropolitana de São Paulo.

Foram analisados os níveis de emissão de fumaça preta dos ônibus entre 01 a 05 de novembro de 2011 das 13 às 17 horas, através da Escala de Ringelmann na

Av. Fernandes Lima, Maceió. Os resultados mostraram que a empresa com maior frota observada foi a Real Alagoas, 208 vezes monitorado.

A empresa com menor frota observada foi a Cidade de Maceió, 38 observações. Níveis da Escala de Ringelmann para as 610 observações: 61,87% = PADRÃO, 19,64% = ALERTA, e 18,49% = INFRAÇÃO. Empresa com mais infrações = Piedade, com 46 num total de 134. Empresa com menos infrações = São Francisco, com 3 num total de 79. Empresa com maior emissão = Piedade, com 2079,36 g/dia. Empresa com menor emissão = Cidade de Maceió, com 401,09 g/dia. Com o crescimento populacional da capital alagoana, bem como todo entorno da Região Metropolitana de Maceió, a frota do transporte coletivo aumenta a cada dia, assim existindo uma predisposição para alargar os limites estabelecido dos padrões de concentração e qualidade do ar.

Vale à pena salientar que o padrão analisado correspondente a qualidade do ar no Brasil, tem como base modelos internacionais, onde os mesmo apenas consideram os principais poluentes atmosféricos, como NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub>, desconsiderando assim outros compostos que também influenciam na qualidade do ar. Também cabe cientificar que este trabalho, bem como outros artigos e relatórios referentes à qualidade e outras variáveis do ar, tem como base cálculos inclinados sobre médias, podendo assim existir uma falsa impressão das reais condições referentes aos poluentes e suas respectivas concentrações na atmosfera.

## Referências

BRASIL. Conselho Nacional de Trânsito - CONTRAN. **Resolução CONTRAN nº. 510 de 15 de fevereiro de 1977**. Dispõe sobre a circulação e fiscalização de veículos automotores diesel.

CARVALHO, A. D.; ROSA, H. A.; MARINHO JUNIOR, J. P. **Avaliação da intensidade de missão de fumaça preta pelo transporte coletivo na cidade de Campinas**. Revista Ciências do Ambiente On-Line. V. 3, n.2, 4p. 2007.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Fumaça Preta**. São Paulo, SP. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/ar/emissoes/fumaca.asp>>. Acesso em: 06 nov. 2011.

CORREIA, J.E. de M. **Poluição atmosférica urbana e fluxo exploratório de pico (Peak Flow) em crianças de 7 a 9 anos na cidade de São Paulo – SP**. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2001,123 f.

MINTER. Ministério de Estado do Interior. **Portaria MINTER nº. 100 de 14 de julho de 1980**. Estabelece os limites de emissão para fumaça preta para veículos movidos a diesel.



NAKAGAWA, L.; COMARÚ, F. A.; TRIGOSO, F. B. M. **Impactos na Qualidade do Ar e na Saúde Humana da Poluição Atmosférica na Região Metropolitana de São Paulo – SP**. Anais... V Encontro Nacional da Anppas, Florianópolis – SC. 2010.

NORMATIVA. **Instrução Normativa SEMA/SACT/SPART nº. 01 de 12 de junho de 1981**. Orienta os órgãos estaduais de controle de poluição e as empresas de transporte de cargas e passageiros, quanto ao atendimento da Portaria GM/100, de 14 de julho de 1980.

SALDIVA, P. **Poluição do ar e saúde humana**. 2007. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/EA/adm/admarqs/PauloSaldiva.pdf>>. Acesso em: 06 nov. 2011.

VIGIAR. **Programa Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental Relacionada à Qualidade do Ar**. In: MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Vigilância em Saúde. 2006. Disponível em: <<http://www.saude.gov.br>>. Acesso em: 11 nov. 2011.

WHO. World Health Organization. **Acute effects on health of smog episodes**. Ed. European Series, 43. 1990.