



GASES POLUENTES DERIVADOS DE VEÍCULOS AUTOMOTORES NO PARQUE SÓLON DE LUCENA

MELO, Leonardo Silveira (IESP)

leosillveira@hotmail.com

BARROSO, Fábio de Andrade (IESP)

SOUZA, George Henriques de (IESP)

SOUSA, Marcelo Fernandes de (IESP)

ALMEIDA NETO, Odilon Carreiro de (IESP)

CAVALCANTI, Vladyr Yuri Soares de Lima (IESP)

RESUMO

Parte da poluição do ar gerada nos grandes centros urbanos tem origem, principalmente, pela queima de combustíveis fósseis, tais como gasolina e diesel, que são substâncias de origem mineral, formadas por hidrocarbonetos, provenientes da decomposição de materiais orgânicos. Baseado nesta informação, o monitoramento da qualidade do ar em grandes centros urbanos é condição básica para o acompanhamento dos índices de qualidade do ar, bem como, para estabelecer políticas públicas voltadas para o controle e melhoria da mesma e, conseqüentemente, da qualidade de vida da população. O monitoramento da qualidade do ar é de suma importância, pois fornece dados sobre a condição atual da qualidade do ar, bem como, constrói um histórico de dados que é a base para guiar o gerenciamento e avaliar a efetividade de um programa estabelecido. Baseado nos resultados obtidos com o monitoramento, pode surgir ajustes e melhorias nos instrumentos e habilitar tomadores de decisão a planejar ações e políticas públicas visando a melhoria da qualidade do ar; e caso a qualidade do ar esteja fora dos padrões, promover ações de controle complementares às previstas na norma e em paralelo comunicar a população dos possíveis riscos à saúde. Além do monitoramento, ressalta-se a transparência da informação, no que tange aos resultados, pois é fundamental dar visibilidade aos problemas de poluição atmosférica possibilitando com isso que os diversos órgãos e a sociedade os conheçam e se mobilizem com a finalidade de melhorar a qualidade do ar.

PALAVRAS-CHAVE: Teor de CO₂, Qualidade do ar, Poluição atmosférica.



ABSTRACT

Part of the air pollution generated in large urban centers is mainly due to the burning of fossil fuels, such as gasoline and diesel, which are substances of mineral origin, formed by hydrocarbons, from the decomposition of organic materials. Based on this information, the monitoring of air quality in large urban centers is a basic condition for the monitoring of air quality indexes, as well as to establish public policies aimed at controlling and improving air quality and, consequently, quality of life of the population. Air quality monitoring is of paramount importance as it provides data on the current air quality condition as well as builds a data history that is the basis for guiding management and evaluating the effectiveness of an established program. Based on the results obtained with monitoring, adjustments and improvements can be made to the instruments and enable decision makers to plan public actions and policies aiming at improving air quality; and if the quality of the air is out of the standards, promote control actions complementary to those foreseen in the standard and in parallel to communicate the population of the possible health risks. In addition to monitoring, the transparency of information is emphasized in terms of results, since it is fundamental to give visibility to the problems of atmospheric pollution so that the various bodies and society know them and mobilize them with the aim of improving the quality donate.

KEYWORDS: CO₂ content, Air quality, Atmospheric pollution.

1. INTRODUÇÃO

Patrick Gedes, escocês, tido como o pai da Educação ambiental, expressou sua preocupação com as consequências da Revolução Industrial, iniciada em 1779, na Inglaterra, pelo desencadeamento do processo de “urbanização e suas consequências para o ambiente natural” (DIAS, 2006).

A dinâmica de vida observada na maioria das cidades brasileiras, principalmente nos núcleos urbanos mais adensados, exige maior utilização de veículos automotores como meio de transporte. Pouco mais de 84% da população brasileira é urbana justificando com isso, a expressiva frota de veículos (IBGE, 2010).

A poluição dos solos, rios, mares e atmosfera é um grande desafio para a nossa sociedade combater. A poluição atmosférica é difícil de ser combatida, e uma vez emitida sobre diferentes condições meteorológicas pode vir alterar a qualidade do ar não apenas em nível local, mas até em âmbito regional e global (SILVA, 2012).

Dentre os diversos problemas ambientais existentes no mundo, ganha destaque a poluição atmosférica que, segundo dados da Organização Mundial da Saúde - OMS, foi responsável pela morte de 3,6 milhões de pessoas no mundo em 2012, o quádruplo do que há quatro anos (WHO, 2014).



O ar é o recurso natural que tem a característica de sofrer contaminação mais rápida do que os outros recursos naturais. Sua contaminação ocorre, principalmente, por substâncias expelidas para o ar atmosférico (emissões), que se espalham (transmissão) e podem acabar agindo sobre o homem, os animais e as plantas (imissão). Já a água sofre a contaminação de forma mais lenta através do lançamento de efluentes nos corpos d'água (ALVES, FELLEBERG 2006).

A contaminação do ar é provocada pela emissão de gases tóxicos e gerada por três tipos de combustão: de veículos automotores, que emitem óxido de nitrogênio, monóxido e dióxido de carbono, dióxido de enxofre, derivados de hidrocarbonetos e chumbo, responsáveis por 40% da poluição atmosférica nas grandes cidades; de indústrias químicas, siderúrgicas, fábricas de cimento e papel e refinarias de petróleo; e de queimadas e incineração de lixo doméstico e industrial, responsáveis por emissão de fumaça. (ASSUMPCÃO, QUELHAS, LIMA, SOUZA, 1999)

Em 2005, o óleo diesel foi o combustível responsável pela maior parte das emissões de CO₂. No setor de energia, o subsetor que mais contribuiu para as emissões de gases na atmosfera, foi o de transporte, com 44% das emissões de CO₂. (BRASIL, 2010)

O aumento dos índices de monóxido de carbono (CO) pode levar a altos níveis de carboxihemoglobina no sangue, afetando com isso, a capacidade física em pessoas saudáveis. Tem também, efeitos cardiovasculares, agravando seriamente o quadro de portadores de doenças cardíacas (BRAGA, 2002).

Nas áreas metropolitanas, o problema da poluição do ar tem-se constituído numa das mais graves ameaças à qualidade de vida de seus habitantes. As emissões causadas por veículos carregam diversas substâncias tóxicas que, em contato com o sistema respiratório, podem produzir vários efeitos negativos sobre a saúde. (CETESB, 2015).

O grande problema ocasionado pelo aumento na frota de veículos, não é apenas o prejuízo na qualidade do ar, mas sim o que acarreta essa poluição que são: as doenças respiratórias, aumento na temperatura com o efeito estufa, câncer de pele ocasionado pela degradação da camada de ozônio e outras mais (CETESB, 2014).

Dentre os países que sofreram um vertiginoso aumento na motorização individual, está o Brasil. Esse fato tem como consequência a intensificação do tráfego de veículos nos grandes centros urbanos, gerando congestionamentos cada vez mais frequentes, tendo como consequências, impactos negativos ao meio ambiente causados pela poluição do ar (FILIZOLA, 2004).



A qualidade do ar de uma região é influenciada diretamente pelos níveis de poluição atmosférica, os quais estão vinculados a um complexo sistema de fontes emissoras (veículos automotores, aviões, trens, indústrias, queima de lixo, emissões naturais, entre outras). A quantidade das emissões, seu transporte e sua dissipação na atmosfera determinam a qualidade atual do ar atmosférico. (CUNHA, 2002).

Uma das principais fontes causadoras de danos ao meio ambiente são os combustíveis fósseis utilizados pelo homem para os mais diversos fins energéticos, como por exemplo: transporte, indústria e geração de energia elétrica (MENDES, 2004).

Os poluentes atmosféricos são classificados em dois grandes grupos: poluentes primários e poluentes secundários. Os poluentes primários são emitidos diretamente pelas fontes emissoras, já os secundários, ocorrem através de reações e transformações fotoquímicas (LOUREIRO, 2005).

O material particulado pode ser utilizado como meio de transporte para substâncias como metais e hidrocarbonetos, que se agregam a outras partículas (QUITERIO, 2004).

De acordo com VIANNA (2009), o uso do etanol em relação à gasolina gera um aumento de 20 % na queima de combustível, mas mesmo com esse aumento existe um decréscimo de cerca de 39 % na emissão de poluentes.

Os veículos automotores movidos a combustíveis fósseis emitem inúmeros poluentes. O que talvez seja o mais prejudicial à saúde é a combinação de material orgânico e substâncias inorgânicas (SMITH, 2013).

A poluição atmosférica causa sérios impactos negativos não só na vida humana, como também prejudicando o meio ambiente e as mais variadas formas de vida, além da depreciação de bens culturais e da inutilização ou escassez dos recursos naturais (AZUAGA, 2000).

Outro impacto muito conhecido, porém evidente apenas nas grandes cidades é a diminuição da visibilidade, fenômeno facilmente observado (efeito Smog). A redução da visibilidade pode ser causada por materiais particulados, por neblinas, nevoeiros, vapores que absorvem e dispersam luz (MOREIRA, 2007).

A poluição do ar é um somatório de vários problemas distintos, porém possui características próprias, estes podem ser abordados estabelecendo as escalas de poluição do ar (BOUBEL, 1994).

As emissões de gases poluentes podem ser controladas durante o próprio processo de combustão, com a utilização de filtros ou outros métodos, ou depois, com a



introdução de reagentes em regime específico de temperatura e com a ação de catalisadores (LACAVA, 2003).

A diminuição do nível de enxofre no diesel vem permitindo aos veículos comerciais utilizarem equipamentos pós-tratamento de gases, que estão reduzindo ainda mais as emissões dos poluentes. O enxofre é responsável pela formação das chuvas ácidas que poluem rios, lagos, florestas e plantações, além de degradar os imóveis urbanos (CARVALHO, 2011).

A qualidade ambiental é a consequência dos processos dinâmicos e interativos dos elementos do sistema ambiental, podendo ser definida como o estado do meio ambiente, numa determinada área ou região (VEROCAI, 2007).

Não é fácil estabelecer uma relação direta entre certos poluentes e os efeitos que o mesmo pode provocar ao meio ambiente. A dispersão do poluente no ar, a distância que alcança sua concentração e o tempo de exposição são alguns fatores que influem diretamente nos impactos. Podendo a poluição atmosférica resultar em impactos de alcances locais, regionais e globais (MOTA, 2000).

Com base nessas afirmativas, investigou-se qual a contribuição dos transportes coletivos, enquanto fonte poluidora do ar atmosférico nesta capital, segundo padrões estabelecidos pela resolução CONAMA 003/90.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Com a necessidade de impor limites e garantir a qualidade do ar, algumas legislações foram e ainda estão sendo implantadas a níveis mundiais, nacionais e regionais, tornando-se cada vez mais restritiva.

Alguns dos principais objetivos do monitoramento da qualidade do ar são: fornecer dados para efetivar ações de emergência durante períodos de estagnação atmosférica, quando os níveis de poluentes concentrados na atmosfera possam representar risco à saúde pública, avaliar a qualidade do ar perante limites estabelecidos pelos órgãos competentes para proteger a saúde e o bem estar da população e acompanhar as tendências e mudanças na qualidade do ar ocorridas em virtude de emissões de poluentes.

Segundo a Resolução CONAMA N° 05/1989, que dispõe sobre o monitoramento da qualidade do ar, cabe aos estados o estabelecimento de Programas Estaduais de Controle da Poluição do Ar. Desse modo, o monitoramento da qualidade do ar em âmbito estadual é necessário para que se cumpram os marcos legais estabelecidos.



A resolução CONAMA 03/1990 em seu artigo 1, define poluente atmosférico como qualquer forma de matéria ou energia, com intensidade, em quantidade ou concentração tempo ou característica em desacordo com os níveis estabelecidos, e que possam tornar o ar:

- Impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde;
- Inconveniente ao bem estar público;
- Danoso aos materiais, fauna e flora;
- Prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade.

Foram estabelecidos dois tipos de padrões de qualidade do ar: primários e secundários.

Padrões Primários de Qualidade do Ar são as concentrações de poluentes que, ultrapassadas, poderão afetar a saúde da população.

Padrões Secundários de Qualidade do Ar são as concentrações de poluentes abaixo das quais se prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem-estar da população, assim como o mínimo dano à fauna, à flora, aos materiais e ao meio ambiente em geral.

Os padrões de qualidade do ar fixados pela resolução CONAMA 03/1990 são os seguintes: partículas totais em suspensão, fumaça, partículas inaláveis, dióxido de enxofre, monóxido de carbono, ozônio e dióxido de nitrogênio. Esses padrões foram estabelecidos após terem sido levados em consideração os efeitos adversos à saúde da população, dificuldade de visibilidade, entre outros.

2.1 ESCALA DE RINGELMANN

Na década de 1890, um engenheiro Francês de nome Maximilian Ringelmann, precisando regular a queima nas caldeiras das indústrias, formulou uma escala que leva seu nome, e que permitia o ajuste da quantidade de combustível consumido em um dado momento, a partir da visualização da fumaça saída pela chaminé. Essa escala é na verdade uma lâmina de papel com perfuração central, de cinco lados, dos quais existem tonalidades cinza progressivamente mais escuras, desde o branco até o preto, e numeradas de 1 a 5.

Ao observar a fumaça saindo da chaminé contra o fundo criado pelo céu, escolhia-se a tonalidade de cinza que melhor representava a fumaça emitida, 1, 2, 3, etc., permitindo então corrigir-se a queima da caldeira, aumentando ou diminuindo o fornecimento de combustível.



O sucesso desse invento foi marcante, e extrapolou a área de caldeiras. Assim, quando começaram a surgir os primeiros veículos práticos movidos a diesel, por volta dos anos 1920, a Escala de Ringelmann, passou a ser adotada como forma de avaliar o funcionamento desses veículos.



Imagem 1 Escala de Ringelmann

Fonte: Governo do Estado de São Paulo, 2017

2.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E DO OBJETO

Localizado no leste da região Nordeste do Brasil, o Estado da Paraíba possui uma área aproximada de 56.450 km², com população de mais de 3,9 milhões de habitantes, constituindo-se no 13º estado mais populoso. A cidade de João Pessoa possui área de 211,475 km², situam-se entre as coordenadas geográficas de 07°06' 54" latitude Sul e 34° 51' 47" de longitude Oeste, apresentando uma população estimada em 2015 pelo IBGE, de 791.438 habitantes, com uma densidade demográfica de 3.421,28 hab/km².

O Parque Sólon de Lucena em João Pessoa/PB é um espaço público formado por uma Lagoa rodeada por palmeiras imperiais e ricamente arborizada em todo entorno. A Lagoa, como popularmente é chamada, é uma área tombada como patrimônio histórico pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico da Paraíba (IPHAEP) através do Decreto nº 8.653 de 26 de agosto de 1980.



Imagem 4 Parque Sólon de Lucena

O Parque Sólon de Lucena tem uma área total de 150 mil e 490 metros quadrados, sendo 120 mil metros correspondentes à área alagada e representa o lugar mais central do bairro. Ponto de convergência de muitas ruas promove grande circulação de pessoas e veículos atraídos pelo comércio de seu entorno.

Com tais características, o Parque Sólon de Lucena foi escolhido como local adequado para coleta dos dados.

Vale registrar que o presente estudo limitou-se a investigar se os veículos coletivos desta cidade emitem contaminantes acima do padrão aceitável.

3 METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho foi utilizada uma amostra constituída de 50 ônibus, selecionados por conveniência, em função de limitações de tempo e de recursos – fatores comuns no desenvolvimento de trabalhos acadêmicos.

A mensuração da emissão de gases poluentes por veículos coletivos, foi realizada no período da manhã. Foi escolhido um dia útil para evitar que a redução da frota de ônibus urbanos em finais de semana e feriados para não interferir nos resultados.

Os dados foram coletados no anel externo do parque Sólon de Lucena (Lagoa) em João Pessoa-PB, em um ponto estratégico do corredor de coletivos, local de superfície plana e de fácil visibilidade, conforme se depreende da ilustração.

A observação ocorreu com os ônibus em movimento, ou seja, com o motor em funcionamento, circunstância propícia à emissão de fumaça, em qualquer condição de pressão e temperatura do ambiente, utilizando-se a Escala de Ringelmann, obedecendo à norma regulamentadora NBR 6016 da ABNT, que disciplina os procedimentos de utilização da referida escala, Figura 6.

A Escala de Ringelmann consiste em uma lâmina de papel com uma perfuração central, de cinco lados, ao redor dos quais existem tonalidades cinza progressivamente mais escuras, desde o branco até o preto, que são numeradas de 1 a 5.

n

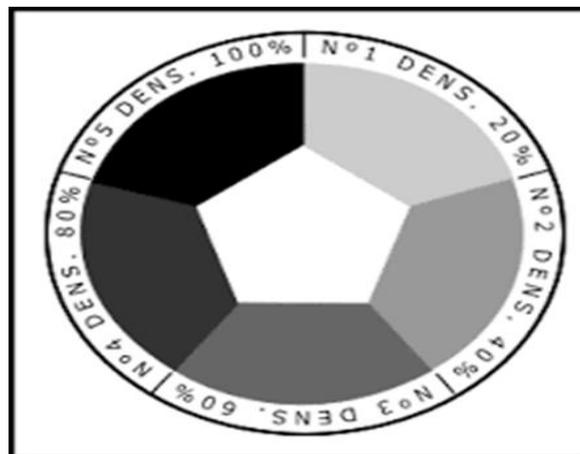


Imagem 6 Detalhe da Escala de Ringelman

Os padrões da Escala Ringelmann numerados de 1 a 5 são assim definidos:

- Padrão 1 - reticulados com linhas pretas de 1 mm de espessura, deixando, como intervalos, quadrados brancos de 9 mm de lado, até 20% de névoa (Veículo está CONFORME).
- Padrão 2 - reticulado com linhas pretas de 2,3 mm de espessura, deixando, como intervalos, quadrados brancos de 7,7 mm de lado, até 40% de névoa (Veículo está CONFORME).
- Padrão 3 - reticulado com linhas pretas de 3,7 mm de espessura, deixando, como intervalos, quadrados brancos de 6,3 mm de lado, até 60% de névoa (Veículo está DESCONFORME).

- Padrão 4 - reticulado com linhas pretas, de 5,5 mm de espessura, deixando, como intervalos, quadrados brancos com 4,5 mm de lado, até 80% de névoa (Veículo está DESCONFORME).
- Padrão 5 - inteiramente preto; até 100% de névoa (Veículo está DESCONFORME).

Para uso da Escala de Ringelmann, o observador olha pelo orifício central, em forma de pentágono, em direção ao veículo que está sendo verificado e compara a cor da fumaça emitida pelo escapamento aos padrões de cinza. Estando a cor da fumaça igual aos padrões 3, 4 ou 5 da escala, o veículo está passível de penalidade.

Foi respeitada a distância entre 20 e 50 metros do ponto de medição e evitada a incidência direta da luz do sol.

No presente estudo, os veículos coletivos foram numerados de 1 a 50 em uma planilha e registrado, ao lado de cada um, o padrão de emissão de fumaça observado. Não foram levados em consideração a empresa proprietária e o ano de fabricação do veículo.



Imagem 7 Corredores por onde os ônibus trafegam.

Fonte: autor

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 POLUIÇÃO

O transporte de pessoas e de mercadorias sempre esteve associado à geração de alguma forma de poluição, seja atmosférica, sonora ou pela intrusão visual nos centros urbanos, independente do modal predominante. Mesmo na época do transporte com a tração animal, os poucos centros urbanos do mundo sofriam com o excesso de dejetos animais nas vias, que causavam sujeira e mau cheiro. Na era do transporte motorizado e carbonizado, o nível de organização e controle das atividades de transporte público, privado e de cargas e a intensidade de utilização do transporte individual pela população



são condicionantes importantes para explicar os diferentes índices de poluição veicular observados em cidades com características demográficas semelhantes.

Geralmente as pessoas associam a poluição nas ruas à circulação de veículos grandes e velhos quanto maior a quantidade destes veículos no trânsito urbano maior é a percepção de poluição na cidade. Isso ocorre porque em geral estes veículos emitem mais fumaça preta que os demais, que é o poluente mais visível no ambiente urbano.

A poluição atmosférica é decorrente, principalmente, da emissão de gases que ao ocorrer em volumes superiores à capacidade da atmosfera de dissipá-los ou de dissipá-los, resultando na mudança da composição do ar atmosférico e tendo como consequência o comprometimento da qualidade do ar, causando com isso problemas à saúde dos seres vivos e a integridade dos bens materiais. (D'AGOSTO, 2015)

3.2 POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA CAUSADA POR VEÍCULOS AUTOMOTORES

O controle da poluição causada por veículos automotores não é uma tarefa fácil e vários fatores contribuem para dificultar tal ação. Dentre os diversos fatores, podemos citar: o tipo de combustível, a qualidade do combustível, a falta de manutenção e o uso inadequado do veículo, a quantidade de veículos, a precariedade dos transportes públicos, dentre outros.

É importante lembrar que a quantidade de poluentes emitidos pelos veículos, depende de alguns fatores como: o tipo do motor, sua regulagem e manutenção e também o modo de dirigir.

De acordo com Teixeira et al. (2008), nas regiões congestionadas, o tráfego de veículo é responsável por cerca de 90% de CO, 80 a 90% das emissões de NOx, hidrocarbonetos e boa quantidade de particulados. Os veículos pesados (caminhões e ônibus) são responsáveis por maior parte de óxidos de nitrogênio e enxofre, enquanto os veículos leves (veículos de passeio), movidos por gasolina e etanol, são os principais emissores de monóxido de carbono e hidrocarbonetos.

3.3 PROGRAMA DE CONTROLE DE POLUIÇÃO DO AR POR VEÍCULOS AUTOMOTORES – PROCONVE

Em 06 de maio de 1986, a Resolução CONAMA nº 18 criou o Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores – PROCONVE, coordenado pelo IBAMA, e que teve como um de seus objetivos, determinar os primeiros limites de



emissão para veículos leves, contribuindo para atender aos padrões de qualidade do ar instituídos pelo PRONAR.

A lei nº 8.723/1993 veio em seguida para endossar a obrigatoriedade da redução dos níveis de emissão dos poluentes originados pelos veículos, forçando com isso o desenvolvimento tecnológico dos fabricantes de combustíveis, motores e autopeças, para que com isso, os veículos nacionais e importados passem a atender aos limites estabelecidos.

Uma das funções do PROCONVE é a certificação de protótipos veiculares, o que obriga as montadoras a terem projetos com baixo potencial poluidor para novos veículos, além de uma taxa de deterioração das emissões ao longo de sua vida útil o mais baixo possível.

Os limites de poluentes são determinados de acordo com a classe do veículo. Para determinar essas classes, é levado em consideração o peso bruto total (PBT) do veículo (classificado em P para veículos pesados e L para veículos leves).

3.3.1 VEÍCULOS LEVES

É o veículo automotor com massa total máxima de 3.856 kg e massa do veículo em ordem de marcha de até 2.720 kg, projetado para o transporte de até 12 passageiros, ou seus derivados para o transporte de carga. O controle de emissão desses veículos foi escalonado nas seguintes fases:

- Fase L-1: de 1988 a 1991, com o aprimoramento dos projetos dos modelos já em produção e com a redução das tolerâncias na produção, quando do estabelecimento do PROCONVE. Iniciou-se também o controle da emissão evaporativa;
- Fase L-2: a partir dos limites para 1992, verifica-se a aplicação de tecnologias novas, tais como a injeção eletrônica ou carburadores assistidos eletronicamente e os conversores catalíticos para a redução de emissões que, usadas separadamente, atendiam a fase de exigências. Em 1994 começou o controle de ruído;
- Fase L-3: por meio do atendimento aos limites estabelecidos a partir de 1º de janeiro de 1997, o fabricante/importador empregou, conjuntamente, as melhores tecnologias disponíveis para a formação de mistura e controle eletrônico do motor;



- Fases L-4 e L-5: a prioridade nestas fases é a redução das emissões de HC e NOx, por serem precursores de Ozônio. De maneira análoga à fase, as inovações tecnológicas se deram na otimização da geometria da câmara de combustão e dos bicos, o aumento da pressão da bomba injetora e a injeção eletrônica. Não foi possível iniciar a comercialização dos veículos a diesel da Fase em janeiro de 2009 devido à indisponibilidade do diesel adequado, de tempo para o desenvolvimento e de logística de distribuição de combustível e ureia. A fase L-5 foi, então, substituída pela fase L-6;
- Fase L-6: para compensar esse atraso, o CONAMA entendeu que deveria adotar fase mais rígida que as anteriores.

3.3.2 VEÍCULOS PESADOS

É o veículo automotor para o transporte de passageiros e/ou carga, com massa total máxima maior que 3.856 kg ou massa do veículo em ordem de marcha maior que 2.720 kg, projetado para o transporte de passageiros e/ou carga.

Verifica-se uma constante preocupação em relação a esse tipo de veículo, uma vez que são os principais emissores de material particulado e óxidos de nitrogênio. Para tanto, a Resolução do CONAMA nº 18/86 deu, assim, os primeiros encaminhamentos para o controle da emissão de veículos a diesel.

O controle de emissão desses veículos foi escalonado nas seguintes fases:

- Fase P-1 e P-2(1990-1993): Já em 1990 estavam sendo produzidos motores com níveis de emissão menores que aqueles que seriam requeridos em 1993 (ano em que teve início o controle de emissão para veículos deste tipo com a introdução das fases P-1 e P-2). Nesse período, os limites para emissão gasosa (fase P-1) e material particulado (fase P-2) não foram exigidos legalmente;
- Fase P-3(1994-1997): O desenvolvimento de novos modelos de motores visou a redução do consumo de combustível, aumento da potência e redução das emissões de óxidos de nitrogênio (NOx) por meio da adoção de intercooler e motores turbo. Nesta fase se deu uma redução drástica das emissões de CO (43%) e HC (50%);
- Fase P-4(1998-2002): Reduziu ainda mais os limites criados pela fase P-3;
- Fase P-5(2003-2008): Teve como objetivo a redução de emissões de material particulado (MP), NOx e HC;



- Fase P-6(2009-2011): Em janeiro de 2009 deveria ter se dado o início à fase P-6, conforme Resolução CONAMA nº 315/2002, e cujo objetivo principal, assim como na fase cinco, era a redução de emissões de material particulado (MP), NO_x e HC.

3.4 PROGRAMA NACIONAL DE CONTROLE DE QUALIDADE DO AR (PRONAR)

O crescente aumento das concentrações de substâncias contaminantes no meio aéreo foi influenciado pelo desenvolvimento industrial e urbano, crescimento da frota automotiva, altos níveis de padrão de consumo e pelo desmatamento.

O desenvolvimento ordenado associado com ações de gestão que visam à prevenção ou redução da emissão de poluentes atmosféricos e dos efeitos de degradação do meio ambiente, já demonstraram ser compatíveis com o crescimento econômico e social.

A gestão e controle da qualidade do ar contemplam medidas mitigadoras que tenham como fundamentos, a definição de limites permitidos de concentração de poluentes na atmosfera, restrições de emissões, como também uma otimização nos instrumentos de comando e fiscalização, como exemplo, o licenciamento e o monitoramento.

Em busca de um equilíbrio entre o crescimento econômico do País e a preservação da qualidade ambiental, surgiu a necessidade da criação de uma política nacional voltada para a prevenção e o controle da qualidade do ar no País.

Em 15 de Junho de 1989, o CONAMA criou por meio da Resolução 05, o Programa Nacional de Controle de Qualidade do Ar – PRONAR, que tinha como objetivo “permitir o desenvolvimento econômico e social do país de forma ambientalmente segura, pela limitação dos níveis de emissão de poluentes por fontes de poluição atmosférica, com vistas à melhora da qualidade do ar, ao atendimento dos padrões estabelecidos e ao não comprometimento da qualidade do ar nas áreas consideradas não degradadas”.

Para atingir os objetivos do PRONAR, determinou-se como estratégia o estabelecimento de limites para as emissões, por tipos de fontes poluidoras e poluentes prioritários. Foram previstas, também, medidas de classificação das áreas conforme o nível desejado de qualidade do ar, de monitoramento, licenciamento ambiental,



inventário nacional de fontes e poluentes do ar, interface com outras medidas de gestão e capacitação dos órgãos ambientais.

O PRONAR contemplou também, metas de aprimoramento da gestão da qualidade a serem cumpridas em curto, médio e longo prazo, sem definir os limites temporais de cada categoria. As metas de curto prazo seriam: (i) definição dos limites de emissão para fontes poluidoras prioritárias e dos padrões de qualidade do ar, (ii) enquadramento das áreas na classificação de usos pretendidos, (iii) apoio à formulação de programas similares nos Estados, (iv) capacitação laboratorial e capacitação de recursos humanos. As medidas de médio prazo deveriam contemplar: (i) a definição dos demais limites de emissão para fontes poluidoras, (ii) a implementação da Rede Nacional de Monitoramento da Qualidade do Ar; (iii) a criação do Inventário Nacional de Fontes e Emissões, (iv) a continuidade da capacitação laboratorial e de recursos humanos, esta última também colocada como meta de longo prazo.

O PRONAR teve como primeiro dispositivo legal, a resolução do CONAMA 03 de junho de 1990, que teve como objetivo estabelecer os padrões nacionais da qualidade do ar.

Outros programas foram lançados e incorporados ao PRONAR como: (i) Programa de Controle da Poluição por Veículos Automotores (PROCONVE); (ii) Programa Nacional de Controle da Poluição Industrial (PRONACOP); (iii) Programa Nacional de Avaliação da Qualidade do Ar; (iv) Programa Nacional de Inventário de Fontes Poluidoras do Ar e (v) Programas Estaduais de Controle da Poluição do Ar.

Foram desenvolvidas algumas ações para o fortalecimento do PRONAR, dentre elas destacam-se a Resolução 382/2006 que definiu limites de emissão para poluentes atmosféricos oriundos de fontes fixas novas, contemplando treze (13) tipologias industriais e sinalizando para as condições mínimas de gerenciamento dessas emissões pelos OEMA (Órgãos Estaduais de Meio Ambiente).

Para o controle da poluição por fontes móveis, destacam-se as novas fases do PROCONVE: P7 (Resolução CONAMA no 403/2008) e L6 (Resolução CONAMA no 415/2009) e dos Programas de Inspeção e Manutenção de Veículos em Uso (Resolução CONAMA no 418/2009) e a publicação do primeiro Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários (MMA, 2010).

Outra atuação importante foi a elaboração do Plano Nacional da Qualidade do Ar-PNQA (MMA, 2009), com o objetivo de “... proteger o meio ambiente e a saúde



humana dos efeitos da contaminação atmosférica, por meio da implantação de uma política contínua e integrada de gestão da qualidade do ar no país”.

O PNQA tem as seguintes metas: a redução das concentrações de contaminantes na atmosfera de modo a assegurar a melhoria da qualidade ambiental e a proteção à saúde; a integração das políticas públicas e instrumentos complementares, como planejamento territorial, setorial e de fomento e contribuir para a diminuição da emissão de gases do efeito estufa.

As principais linhas de ação do PNQA são:

- Fortalecimento do Sistema Nacional do Meio Ambiente- SISNAMA no trato da gestão de qualidade do ar;
- Redução de emissões geradas pelo setor de transportes;
- Redução de emissões da indústria e do setor de serviços (produção mais limpa);
- Redução e monitoramento das emissões causadas pelas atividades agrossilvopastoris;
- Integração de políticas de desenvolvimento urbano, transporte, saúde e qualidade do ar;
- Realinhamento e cumprimento dos marcos normativos e regulatórios, incluindo a revisão dos padrões de qualidade do ar e limites de emissão;
- Geração de conhecimento, desenvolvimento tecnológico e acesso à informação;
- Ampliação de co-benefícios decorrentes da redução de contaminantes locais e de gases de efeito estufa.

3.5.1 ELABORAÇÃO DE UM PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR

O monitoramento da qualidade do ar é o processo de medição repetitiva, discreta ou contínua, ou a observação sistemática da qualidade do recurso ar (NBR 9896/87).

O monitoramento da qualidade do ar pode ser realizado para atender a objetivos como: acompanhar as tendências da qualidade do ar devidas às alterações nas emissões de poluentes com o objetivo de fixar padrões de qualidade do ar, conhecer a qualidade do ar de uma dada região, permitir o desenvolvimento de estratégias e regulamentações para o controle da poluição do ar, avaliar os efeitos prováveis da poluição no ser humano, nos animais, nas plantas e nos materiais; fornecer dados para o planejamento



do uso e ocupação do solo, o planejamento urbano e de sistemas de transporte urbano, entre outros.

A realização de um programa de monitoramento da qualidade do ar pode ser efetivada por meio de algumas ações agrupadas da seguinte forma:

- identificação da região ou município com possível comprometimento da qualidade do ar;
- avaliação preliminar do grau de comprometimento da qualidade do ar;
- tomada de decisão para realização do monitoramento da qualidade do ar;
- identificação dos objetivos do monitoramento da qualidade do ar;
- definição do desenho da rede de monitoramento da qualidade do ar, e
- implantação do programa de monitoramento da qualidade do ar e divulgação dos resultados para a população.

O programa de monitoramento terá uma estrutura que na realidade será definida em função dos objetivos propostos e dos recursos financeiros e humanos disponíveis.

3.6 NÍVEIS DE EMISSÃO DE POLUENTES

Analisou-se a fumaça emitida por 50 ônibus. Segundo informações contidas no site da Prefeitura de João Pessoa, a idade média da frota de ônibus da cidade é de 4,3 anos. A fumaça emitida pelos ônibus contém gases como o monóxido de carbono, que é inodoro e pode vir a causar morte por asfixia, contém também material particulado, que pode causar problemas respiratórios quando acumulado nos pulmões.

Os dados obtidos na pesquisa estão dispostos na Tabela 1.

Tabela 1 Nível de emissão de poluentes em uma amostra de 50 ônibus - João Pessoa -2016

Nível de Poluição	Ônibus	%
Nº 1 Dens. 20%	48	96
Nº 2 Dens. 40%	2	4

Fonte: autor

Como pode ser percebido na tabela acima, dos 50 ônibus analisados, 96% apresentaram emissão de poluentes dentro do padrão 1 de conformidade, ou seja: na faixa colorimétrica de 20%. O restante da amostra foi classificado no padrão 2, com

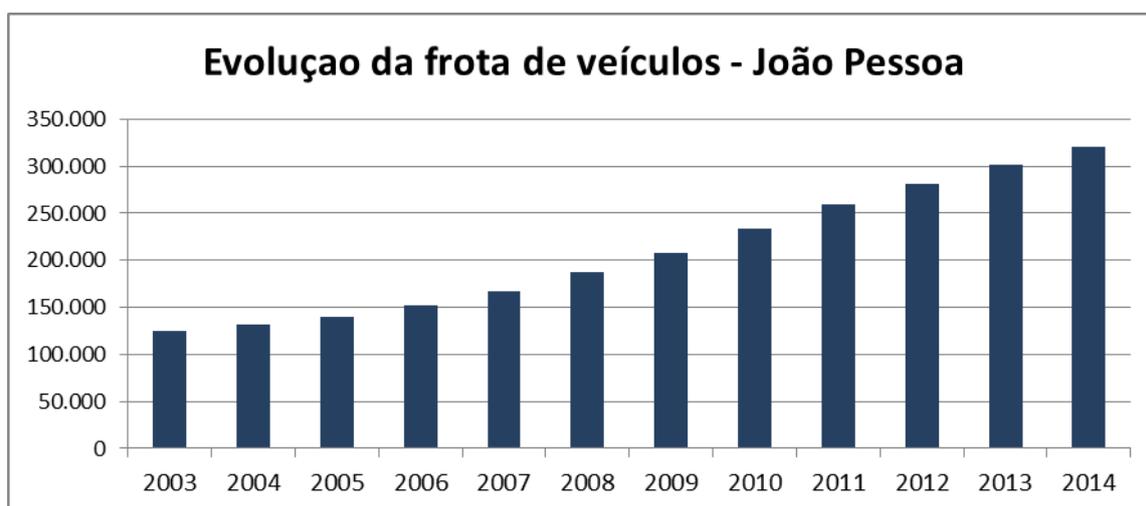
densidade colorimétrica de 40%, portanto, ainda dentro do nível permitido de poluição. Não houve registro nos demais padrões/níveis.

Um ponto importante e que tem de ser levado em consideração é a fiscalização e punição dos ônibus que não estejam atendendo aos limites estabelecidos por lei.

A cidade de João Pessoa não detém uma legislação própria que determine os níveis aceitáveis de poluição do ar, adotando assim os limites determinados pelo CONAMA.

Para esta cidade existem poucas informações a respeito da qualidade do ar. Contudo, sabemos que sua frota de veículos vem aumentando rapidamente e isso é preocupante se analisarmos em médio prazo. Como bem sabemos o transporte de massa não é estimulado no Nordeste, no entanto, a política de mobilização urbana vem tentando mostrar a importância para a sociedade da utilização de transportes em massa.

Gráfico 1 Evolução da Frota de Veículos



Fonte: Detran/PB.

O gráfico 01 demonstra o crescimento da frota de veículos em João Pessoa nos últimos anos. O aumento nos últimos 11 anos, com crescimento de mais de 300% sem o devido controle e monitoramento dos poluentes gerados na queima de combustível.

Segundo Quintella (2014), a frota de veículos que emitem poluentes é composta por 36% de caminhões, 13% de ônibus, 40% de automóveis e 3% de motocicletas. Esse crescimento também é resultado da baixa qualidade dos serviços de transporte públicos do município, resultando no aumento da frota e conseqüentemente, congestionamento das vias públicas e comprometimento da qualidade do ar.

Uma novidade que vem contribuindo para a diminuição dos poluentes lançados pelos veículos automotores com combustão a óleo



Diesel é a necessidade da utilização, pelos novos veículos pesados, de um agente redutor veicular denominado ARLA 32. Trata-se de um produto à base de ureia, específico para aplicação veicular. Esse produto não pode ser misturado ao óleo diesel. Os novos veículos pesados terão um tanque exclusivo para armazenar ARLA 32. Na prática, a substância será injetada, em dosagem controlada, na saída dos gases do escapamento dos veículos, antes do catalisador. Seu objetivo é neutralizar as emissões de NO_x e de materiais particulados. O ARLA 32 já se encontra disponível nas principais redes de distribuição de combustível do Brasil, bem como nas concessionárias de veículos pesados.

4. CONCLUSÃO

O aumento exponencial dos veículos em circulação somado à deficiência crônica dos sistemas de transporte de massa intensifica o tráfego no município de João Pessoa, gerando congestionamentos constantes e causando aumento da emissão de gases que causam poluição atmosférica.

Este estudo identificou aumento considerável da frota de veículos nos últimos 10 anos, sem que se tenha um programa de monitoramento da qualidade do ar e de inspeção veicular, devidamente implantado, ainda que esteja em vigência a lei estadual nº 9329 de 11.01.2011 que institui o Programa de Inspeção de Segurança Veicular e Emissões de Gases Poluentes e Ruídos, destinado à realização de vistoria obrigatória nos veículos automotores com mais de 10 anos de uso.

Com a utilização da escala de Ringelmann foi mensurada a emissão de gases poluentes, em uma amostra não probabilística de 50 ônibus que trafegam no parque Sólon de Lucena, selecionados por conveniência.

De fácil manuseio e a baixo custo, esta escala, largamente usada em cidades detentoras de grandes frotas de transportes pesados, permitiu constatar que 96% dos ônibus pesquisados apresentaram emissão de poluentes dentro do padrão 1 de conformidade, ou seja: na faixa colorimétrica de 20%. O restante da amostra foi classificado no padrão 2, com densidade colorimétrica de 40%, portanto, ainda dentro do nível permitido de poluição. Não foi observada nenhuma ocorrência nos demais padrões/ níveis.

Os resultados obtidos demonstraram que a poluição gerada pela emissão dos gases dos ônibus coletivos que circulam pelo Parque Sólon de Lucena não é preocupante em curto prazo porque as emissões de poluentes pelos ônibus estão dentro



dos limites permitidos pela legislação vigente. Isto não isenta os órgãos competentes de desenvolverem programas de Educação Ambiental voltados para os proprietários e condutores de veículos automotores, informando e conscientizando dos riscos que esses gases podem trazer, tanto para a saúde como também para o meio ambiente.

A este respeito, devem ser utilizadas medidas que minimizem as emissões desses gases, como exemplo: arborização das áreas mais movimentadas na cidade, criação de corredores de ventilação, criação e cumprimento de leis que regulamentem a emissão de poluentes veiculares, regulação e vistoria periódica dos transportes coletivos com menor tempo de uso.

A conscientização da sociedade por meio de campanhas para mudar o método de conduzir o veículo, adotando técnicas que reduzam a emissão de poluentes como: verificar e trocar o nível do óleo seguindo sempre o manual de manutenção do veículo, verificar a pressão dos pneus quinzenalmente e calibrá-los sempre que necessário, começar a conduzir logo após ligar o motor e desligar quando o veículo for ficar parado por mais de 1 minuto, conduzir de forma suave e com velocidade razoável, ao acelerar os veículos de câmbio manual efetuar as trocas de marcha com o veículo em baixa rotação e realizar a carona solidária.

Por ter sido utilizada uma amostra não probabilística, não é possível fazer nenhuma declaração definitiva ou precisa sobre os resultados obtidos, não devendo, portanto, generalizar tais resultados para a população, ou seja, para a frota de ônibus que circulam na Lagoa, tampouco para a emissão de gases poluentes pelos ônibus em João Pessoa. Isto não invalida o estudo, mas aponta para a necessidade de aprofundá-lo em uma amostra maior, com a mensuração mais frequente e a utilização de instrumento mais preciso que determine não só a cor da fumaça emitida pelos ônibus, mas também o nível dos gases nela presentes.

O trabalho não demonstrou um resultado preocupante, ao menos a curto prazo, mas é necessário o monitoramento da qualidade do ar em João Pessoa para atender às resoluções CONAMA, como também para evitar possíveis doenças causadas pela poluição do ar e para a manutenção do meio ambiente.

Portanto, existe a necessidade de ter monitoramento no Município de João Pessoa, além disso, é importante criar ou executar políticas de mobilidade urbana voltadas ao uso de transportes públicos e ao uso de biocombustíveis.

Algumas medidas já estão sendo adotadas nos grandes centros com a finalidade de diminuir a emissão de poluentes para a atmosfera. Dentre eles, podemos destacar o



transporte público eficiente, a inspeção veicular, corredor único para ônibus, utilização de combustível mais limpo, criação de motores menores e mais eficientes, redução de peso do veículo.

REFERÊNCIAS

_____. Resolução 382 de 26 de dezembro de 2006 - **Estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas**. Brasília, 2006. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama>>. Acesso em 12 de abril de 2016.

_____. Resolução N.º 003 de 28 de junho de 1990 Publicada no D. O.U, de 22/08/90, Seção I, Págs. 15.937 a 15.939. Ministério das cidades. Política de mobilização urbana, 2005. Disponível em: <www.cidades.gov.br>. Acesso em 12 de Abril de 2016.

_____. Resolução N.º 05 de agosto de 1989 **Dispõe sobre instituição do Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar – PRONAR**, Brasília, 1989. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama>>. Acesso em 12 de abril de 2016.

_____. Resolução N.º 315 de 29 de outubro de 2002 - **Dispõe sobre a nova etapa do Programa de Controle de Emissões Veiculares-PROCONVE**, Brasília, 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama>>. Acesso em 12 de abril de 2016.

_____. Resolução 403 de 11 de novembro de 2008 – **Dispõe sobre a nova fase de exigência do PROCONVE**. Brasília, 2008. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama>>. Acesso em 12 de abril de 2016.

_____. Resolução 415 de 25 de setembro de 2009 – **Dispõe sobre a nova fase do PROCONVE**. Brasília, 2009. Disponível em:<<http://www.mma.gov.br/port/conama>>. Acesso em 12 de abril de 2016.

ALVES, C. M., **Modelos Estocásticos para Tratamento da Dispersão de Material Particulado na Atmosfera**, Tese de Doutorado, LNCC, Rio de Janeiro, 2006.

AZUAGA. **Danos ambientais causados por veículos leves no Brasil**. Tese de mestrado em Engenharia – UFRJ, 2000.

BAI, N.; KHAZAEI, M.; EEDEN, S. F.van; LAHER, I. **The Pharmacology of Particulate Matter Air Pollution-Induced Cardiovascular Dysfunction**. Pharmacology therapeutics. v. 113, Issue:1, p.16-29, jan 2007.

BOUBEL, R.W. et al. **Fundamentals of Air Pollution, San Diego, Academic Press Inc., 1994**.

BRAGA, B; HESPANHOL, I; CONEJO, J, G, L; BARROS, M, T, L; SPENCER, S; PORTO, M; NUCCI, N; JULIANO, N; EIGER, S. **Introdução À Engenharia Ambiental**. 1a edição. São Paulo: Prentice Hall, 2002. p.173.



BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) Coordenação Geral de Mudanças Globais de Clima. Brasília, v.2. Disponível em <http://www.met.gov.br/upd_blob/0213/213909.pdf>. Acesso em: 08 Abril 2016.

CARVALHO, C. R. **Emissões relativas de poluentes do transporte motorizado de passageiros nos grandes centros urbanos brasileiros**. Brasília, abril de 2011.

CETESB. **Ficha de Informação Toxicológica**. São Paulo; Julho de 2015. Disponível em: Acesso em: 02 Abril 2016.

CONAMA Resolução Nº 18 de 06 de maio de 1986 – **Dispõe sobre a criação do Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores – PROCONVE**, Brasília, 1986. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama>>. Acesso em 12 de abril de 2016.

CUNHA, Kamyla Borges. **Padrões de qualidade do ar**. São Paulo Instituto de Energia e meio ambiente, 2002.

D'AGOSTO, M.A. **Transporte, uso de energia e impactos ambientais: uma abordagem introdutória**. 1ª ed. Elsevier. Rio de Janeiro, 2015.

DETRAN/PB - Departamento Estadual de Trânsito da Paraíba. **Dados sobre a frota de veículos no Município de João Pessoa**. Disponível em: <<http://detran.pb.gov.br/index.php/estatisticas.html>>. Acesso em 08 de abril 2016.

DIAS, G. F. D. **Educação Ambiental: Princípios e Práticas**. São Paulo: Gaia, 2006.

FELLENBERG, G. **Introdução aos problemas da poluição ambiental**. Ed. Epu, 1980.

FIZIOLA, I.M; YAMASHITA, Y; VERAS, C.A.G. 2004. **Nível de emissão de gases de veículos automotores leves do ciclo otto: valores referenciais**. Mestrado em Transportes. Universidade de Brasília.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: < www.ibge.gov.br >. Acesso em: 08 de abril de 2016.

LACAIVA, P. T; CARVALHO, J. **Emissões em processos de combustão**. São Paulo: Unesp, 2003.

Lei Estadual Nº 9329 de 11.01.2011. Disponível em: <<http://www.al.pb.gov.br/leis-estaduais>>. Acesso em 07 de maio de 2016.

Lei Nº 8723 de 28 de outubro de 1993 – **Dispõe sobre a redução de emissão de poluentes por veículos automotores**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8723.htm>. Acesso em 07 de maio de 2016.

MARTINS, M. S.; NEVES, A. A.; TERNEIRO, M. C. **A política Nacional do Meio Ambiente de Portugal V. 5, Nº 2, p. 67 - 88, 2011**.



MENDES, F. E. **Avaliação de Programas de Controle de Poluição Atmosférica por Veículos Leves no Brasil**. Tese de Doutorado. Programa de Planejamento Energético, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, **2004**.

MOREIRA, A. **Curso de Poluição Atmosférica na Indústria de Petróleo**. Rio de Janeiro, Universidade Corporativa da Petrobras, **2007**.

QUINTELLA, M. A. **Frota nacional de veículos e a mobilidade urbana**. Revista Plurale, **2014**.

QUITÉRIO, S. L., ARBILLA, G., SILVA, C.R.S., ESCALEIRA, V. e MAIA, L.F.P.G. **“Os Municípios da Baixada Fluminense do Estado do Rio de Janeiro e seus Problemas com a Qualidade do Ar”**. In: Anais da 26ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química. Poços de Caldas, Minas Gerais, Maio, **2003**.

REIGADA, C.; REIS, M. F. C. T. **Educação ambiental para crianças no ambiente urbano: uma proposta de pesquisa-ação**. Ciência & Educação, v. 10, n. 2, p. 149-159, **2004**

SEMOB – Secretaria de Mobilidade Urbana. Disponível em: <http://www.joaopessoa.pb.gov.br/secretarias/semob/onibus/>. Acesso em: 12 de abril de 2016.

SEWELL, G. H. **Administração e o Controle da Qualidade Ambiental: Original norte-americano: Environmental Quality Management**. São Paulo, EPU, EDUSP, CETESB, **1978**. 295p.

SILVA, H. V. **O Uso de Indicadores Ambientais para Aumentar a Efetividade da Gestão Ambiental Municipal** COPPE/ UFRJ: Rio de Janeiro – RJ, **2012**

SMITH, M. E. **Qual porcentagem da poluição do ar é devida aos carros**. Disponível em: <<http://ambiente.hsw.com.br/poluiacao-ar-carros.htm>>. Acesso em 12 de abril de 2016.

SOUZA, P. A; MELLO W. Z; MARIANI R. L; SELLA, S. M. **Caracterização do Material Particulado Fino e Grosso e Composição da Fração Inorgânica Solúvel em Água em São José dos Campos (SP)**. São Paulo: Quim. Nova, v. 33, n. 6, p. 1247-1253, **2010**.

TEIXEIRA, E. C; FELTES, S; SANTANA, E. R. R. **Estudo Das Emissões De Fontes Móveis Na Região Metropolitana de Porto Alegre, Rio Grande Do Sul**. Química Nova, Vol. 31, pag 244, **2008**.

VEROCAI **“O Licenciamento Ambiental em Outros Países”**. Palestra apresentada no Painel 2 do Seminário “Vinte Anos de Licenciamento Ambiental no Brasil”, coordenado pelo Ministério do Meio Ambiente, São Paulo, **2006**.

VEROCAI, I. **Licenciamento Ambiental em Unidades Industriais**, Belém, **2007**.

WHO. **Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide - Global update 2014 - Summary of risk assessment**.