



UNIFACS

UNIVERSIDADE SALVADOR

LAUREATE INTERNATIONAL UNIVERSITIES

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENERGIA - PPGE
MESTRADO EM ENERGIA**

LUIZ AUGUSTO HEGOUET CARVALHO

**IMPACTOS AMBIENTAIS: EMISSÃO DE GASES POLUENTES POR VEÍCULOS
AUTOMOTORES NA AV. LUÍS VIANNA FILHO**

Salvador
2014

LUIZ AUGUSTO HEGOUET CARVALHO

**IMPACTOS AMBIENTAIS: EMISSÃO DE GASES POLUENTES POR VEÍCULOS
AUTOMOTORES NA AV. LUÍS VIANNA FILHO**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado em Energia da Universidade Salvador, como requisito parcial para obtenção do título de mestre.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Sérgio Rodrigues de Araújo.

Salvador
2014

FICHA CATALOGRÁFICA

(Elaborada pelo Sistema de Bibliotecas da Universidade Salvador - UNIFACS)

Carvalho, Luiz Augusto Hegouet

Impactos ambientais: emissão de gases poluentes por veículos automotores na Av. Luís Vianna Filho/Luiz Augusto Hegouet Carvalho. – Salvador, 2014. 137f.

Dissertação (mestrado) - Universidade Salvador – UNIFACS. Mestrado em Energia, 2014.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Sérgio Rodrigues de Araujo.

1. Poluição - Impactos ambientais. 2. Poluição – Ar – Veículos Automotores. 3. Ar – Qualidade. I. Araújo, Paulo Sérgio Rodrigues, orient. II. Título.

CDD: 363.7392

LUIZ AUGUSTO HEGOUET CARVALHO

IMPACTOS AMBIENTAIS: EMISSÃO DE GASES POLUENTES POR VEÍCULOS
AUTOMOTORES NA AV. LUÍS VIANNA FILHO

Dissertação apresentado ao curso de Mestrado em Energia da Universidade Salvador, como requisito parcial para obtenção do título de mestre, UNIFACS Universidade Salvador, Laureate International Universities, a seguinte banca examinadora:

Paulo Sérgio Rodrigues de Araújo _ Orientador_____

Doutor em Agronomia, Universidade de São Paulo
Universidade Salvador - Unifacs Laureate International Universities

Sueila Silva Araújo _____

Doutora em Ciências e Engenharia de Materiais, Universidade Federal de Campina Grande, Brasil.
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – Campus Feira de Santana
Centro de Energia e Sustentabilidade – CETENS

Victor Menezes Vieira _____

Mestre em Geologia, Universidade Federal da Bahia
Universidade Salvador - Unifacs Laureate International Universities

Salvador, 9 de dezembro de 2014

AGRADECIMENTOS

A energia presente nesse trabalho é um acúmulo de diversas fontes preciosas, que ao longo de todo processo me abasteceram de sabedoria, humildade, coragem, entusiasmo e amor.

As minhas mães, Maria Eulina, Maria Celina e Maria da Conceição, o meu obrigado por toda à criação e dignidade, que fez de mim um homem capaz de tornar adversidade em oportunidades.

A minha esposa, Sara, agradeço a paciência, compreensão e o amor dedicado nas horas mais árduas.

A meus filhos, Lucas e Isadora, obrigado por vocês serem a minha fonte de esperança.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Paulo Sérgio Rodrigues de Araújo, agradeço por todos os ensinamentos e confiança na elaboração do trabalho.

E a todos, que de forma direta e indireta, ajudaram a completar mais uma etapa do meu crescimento.

Nunca o homem inventará nada mais simples
nem mais belo do que a natureza.

Dada a causa, a natureza produz o efeito no
modo mais breve em que pode ser produzido.

Leonardo da Vinci

RESUMO

A expansão urbana desordenada, o crescimento da frota de veículos automotores, a matriz energética suportada por combustíveis fósseis, o descumprimento de processos regulatórios de manutenção, inspeção e fiscalização e a não renovação da frota têm sido fatores do aumento da concentração de gases poluentes na atmosfera. Pelos pressupostos, buscou-se caracterizar as interfaces entre as concentrações registradas dos índices de poluentes atmosféricos e alternativas para minimizar os impactos negativos num dos principais corredores de tráfego e de expansão imobiliária soteropolitana, a Av. Luís Vianna Filho. Foi utilizado dados públicos emitidos pela CETREL, obtidos da estação de monitoramento de qualidade do ar, no período entre os anos de 2012 e 2013. Constatou-se que as concentrações dos poluentes registradas, estiveram dentro dos padrões normais estabelecidos pela Resolução 03/90 do CONAMA, considerada BOA, acontecendo nesse período três eventos com qualidade de ar regular, destacando a eficácia dos programas PROCONVE e PROMOT ao estabelecer limites de emissão dos gases poluentes, surgimento de novas tecnologias e melhoria na qualidade dos combustíveis. Observa-se a necessidade de políticas públicas de diferentes ordens que impactam vários aspectos simultâneos nas questões da poluição urbana, da mobilidade urbana e da saúde pública, cujas ações podem ser resumidas da seguinte forma: prioridade de um transporte coletivo de qualidade, restrição à crescente circulação de veículos automotores individuais, incentivo a soluções urbanas que favoreçam a utilização de transporte não motorizado, maior controle de emissão de gases poluentes e programa de inspeção veicular. Essas ações proporcionarão a manutenção dos padrões de emissões de poluentes, ao mesmo tempo em que contribuirão para benefícios da qualidade de vida e saúde pública.

Palavras-chaves: Poluição - Impactos ambientais. Emissões veiculares. Qualidade do ar.

ABSTRACT

The unplanned urban expansion, the growth of the motor vehicle fleet, energy matrix supported by fossil fuels, noncompliance with regulatory processes maintenance, inspection and enforcement and non-renewal of the fleet have been factors in the increased concentration of greenhouse gases in the atmosphere. By assumptions, we sought to characterize the interfaces between the concentrations recorded rates of air pollutants and alternatives to minimize the negative impacts a major traffic corridors and housing boom soteropolitana, Av. Luis Vianna Filho. We used public data issued by CETREL, obtained from air quality monitoring station, the period between the years 2012 and 2013. It was observed that the concentrations of pollutants recorded, were within the normal range established by Resolution CONAMA 03/90, considered good, three events happening during this period with regular air quality, highlighting the effectiveness of PROCONVE and PROMOT programs, to establish emission limits for gases, emergence of new technologies and improved fuel quality. Note the need for planning and prevention in relation to emission of pollutants, in order to ensure a good air quality for the benefit of urban citizens, the need for public policies are swarming - of different orders that impact multiple simultaneous aspects on issues, urban pollution , urban mobility and public health, whose actions can be summarized as follows : priority of a public transport quality, increasing restriction on movement of individual motor vehicles, encouraging urban solutions favoring the use of non-motorized transport, greater greenhouse gas emission control and inspection program vehicular. These actions will provide the maintenance of pollutant emissions standards, at the same time which will contribute to the benefits of quality of life and health.

Keywords: Polution - Environmental impacts. Vehicular emissions. Quality air.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação do efeito estufa	23
Figura 2 - Consumo de combustíveis fósseis 2012	43
Figura 3 - Região do porto de Salvador em 1860.....	63
Figura 4 - Campo Grande, Centro de Salvador, década de 70 do século XIX.....	64
Figura 5 - Abertura da Avenida Paralela	66
Figura 6 – Ligação Paralela / Cabula – Salvador – BA, 2014.....	66
Figura 7 – Av. Jorge Amado – Salvador – BA, 2014.....	67
Figura 8 - Acesso para Av. Luís E. Magalhães – Salvador- BA, 2014	67
Figura 9 - Conj. Habitacional Guilherme Marback. Salvador – BA, 2014	69
Figura 10 - Bairro da Paz. Salvador – BA, 2014.....	69
Figura 11 - Comunidade Bate – Facho. Salvador – BA, 2014	70
Figura 12 - Concessionária de veículos TOYOTA. Salvador – BA, 2014.....	70
Figura 13 - Universidade do Salvador – Laureate International Universities. Salvador – BA, 2014	71
Figura 14 - Av. Luiz Vianna Filho	72
Figura 15 - Le Parc – Salvador. Salvador – BA, 2014	73
Figura 16 - Parque Metropolitano de Pituaçu.....	74
Figura 17 - Vegetação – Parque Metropolitano de Pituaçu. Salvador – BA, 2014.....	74
Figura 18 - Fiscalização eletrônica Av. Paralela. Salvador – BA, 2014	77
Figura 19 – Trânsito no horário das 12 h 00min na Av. Paralela. Salvador – BA, 2014.....	78
Figura 20 – Complexos dos viadutos do Imbui.....	79
Figura 21 - Estação de monitoramento Av. Paralela. Salvador – BA, 2014	81

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Consumo de combustíveis fósseis, no setor de transportes	44
Gráfico 2 - Evolução do consumo setorial de combustíveis fósseis.....	44
Gráfico 3 – Intensidade de uso de referência para veículos do ciclo Otto	49
Gráfico 4 – Intensidade de uso de referência para veículos do ciclo	49
Gráfico 5 - Composição da frota de veículos automotores no Brasil - 2001.....	50
Gráfico 6 - Composição da frota de veículos automotores no Brasil - 2012.....	50
Gráfico 7 – Taxa de Motorização Metropolitana do Brasil – 2012.....	51
Gráfico 8 - Evolução do consumo nacional de gasolina C, por categoria de veículos.....	52
Gráfico 9 - Evolução do consumo nacional de etanol hidratado, por categoria de veículos....	53
Gráfico 10 - Evolução do consumo nacional de diesel por categoria de veículos	53
Gráfico 11 - Emissões de CO por categoria de veículos	54
Gráfico 12 – Emissão de CO por tipo de combustível	54
Gráfico 13 – Emissão de NO _x por categoria de veículos	55
Gráfico 14- Emissões de NO _x por tipo de combustível	55
Gráfico 15 – Emissões de MP por combustão por categoria de veículos.....	56
Gráfico 16 - Emissões de MP por combustão por tipo de combustível	56
Gráfico 17 - Emissões totais de MP por tipo de emissão	57
Gráfico 18 - Emissões de N ₂ O por categoria de veículos.....	58
Gráfico 19 - Emissões de N ₂ O por tipo de combustível.....	58
Gráfico 20- Frota nacional de veículos circulantes	59
Gráfico 21 - Frota estimada de veículos pesados por categoria	59
Gráfico 22 - Frota estimada de automóveis por tipo de combustíveis	60
Gráfico 23 – Frota de comerciais leves por tipo de combustíveis.....	60
Gráfico 24– Frota de motocicleta por tipo de combustíveis.....	61
Gráfico 26 - Valores máximo CO (ppm) média 1h.....	86
Gráfico 27 - Valores máximo CO (ppm) média 8h.....	86
Gráfico 28 - Valores máximo SO ₂ (ppb) média 24 h.....	87
Gráfico 29 – Valores máximo de PI (µg/m ³) média 24h.....	88
Gráfico 30 - Valores máximo de O ₃ (ppb) média 1h.....	89
Gráfico 31 - Valores máximo NO ₂ (ppb) média 1h.....	90

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Poluentes Primários e Secundários.....	25
Quadro 2 - Padrões nacionais de qualidade do ar.....	26
Quadro 3 - Partículas Totais em Suspensão	27
Quadro 4 - Faixas de classificação das medições de concentração dos poluentes para cálculo do	30
Quadro 5 – IQAr associado a efeitos sobre a saúde humana.....	30
Quadro 6 - PROCONVE para veículos leves (Fases “L”)	32
Quadro 7 - PROCONVE para veículos pesados (Fases “P”)	33
Quadro 8 - Veículos Leve de Passageiros	35
Quadro 9 - Veículos Leves Comerciais - massa referência para ensaio menor que 1700kg....	35
Quadro 10 -Veículos Leves Comerciais - massa referência para ensaio maior que 1700 kg...	36
Quadro 11 - Veículos Pesados – Ciclo Diesel – Convencional e com Pós-tratamento.....	36
Quadro 12 - Veículos Pesados - Ciclo Diesel – Convencional e com Pós-tratamento	37
Quadro 13 - Veículos Pesados – Movidos a GNV	37
Quadro 14 - Ciclomotores	37
Quadro 15 – Motocicletas	38
Quadro 16 – Resoluções do CONAMA. (Referente - PROCONVE/PROMOT)	39
Quadro 17 – Resoluções do CONAMA.	41
Quadro 19 - Frota de veículos registrada por ano	75
- Salvador, 2011-2012-2013 Gráfico 25 – Frota de veículos em Salvador	75
Quadro 20 - Frota de Veículos em Salvador - 2013	76
Quadro 21 - Estações de monitoramento e respectivos parâmetros	82
Quadro 22 – Eventos qualidade do ar na Estação Paralela.....	91

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACM	Antônio Carlos Magalhães
ANP	Agência Nacional do Petróleo
BNH	Banco Nacional de Habitação
CAB	Centro Administrativo da Bahia
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CETREL	Central de Tratamento e Efluentes Líquidos
CFC	Clorofluor Carbono
CH ₄	Metano
CO	Monóxido de Carbono
CO ₂	Dióxido de Carbono
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
CONDER	Companhia de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia
COVNM	Composto Orgânico Voláteis Não Metânicos
DENATRAN	Departamento Nacional de Trânsito
DETRAN-BA	Departamento Estadual de Trânsito da Bahia
GEE	Gases do Efeito Estufa
GNV	Gás Natural Veicular
HC	Hidrocarboneto
H ₂ O	Água
H ₂ S	Gás sulfúrico
H ₂ SO ₄	Ácido Sulfúrico
H ₂ SO ₃	Ácido Sulfuroso
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPVA	Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores
INEMA	Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
IQAr	Índice de Qualidade do Ar
LOUOS	Lei de Ordenamento do Uso e Ocupação do Solo
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MP	Material Particulado

NMHC	Hidrocarbonetos Não Metano
NO ₂	Dióxido de Nitrogênio
NO _x	Óxidos de Nitrogênio
O ₂	Oxigênio
O ₃	Ozônio
OMS	Organização Mundial de Saúde
PCPV	Plano de Controle de Poluição Veicular
PDDU	Plano de Desenvolvimento Diretor Urbano
PROCONVE	Programa de Controle de Veículos Automotores
PROMOT	Programa de Controle da Poluição do Ar por Motocicletas
PRONAR	Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar
PTB	Peso Total Bruto
PTS	Partículas Totais em Suspensão
RCHO	Aldeídos
RMS	Rede de Monitoramento de Salvador
SEEG	Sistema de Estimativa de Emissão de Gases do Efeito Estufa
SO ₂	Dióxido de Enxofre
STP	Secretaria de Transporte Público
SUDENE	Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste
TRANSALVADOR	Superintendência de Trânsito e Transporte de Salvador

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 OBJETIVOS.....	18
1.1.2 Objetivos Específicos	18
1.2 JUSTIFICATIVA	18
1.3 METODOLOGIA.....	19
1.4 ESTRUTURA.....	20
2 POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA.....	21
2.1 CICLO DO CARBONO, NITROGÊNIO, OXIGÊNIO E EFEITO ESTUFA	22
2.2 PRINCIPAIS POLUENTES ATMOSFÉRICOS	24
2.2.1 Padrões Nacionais de Qualidade do Ar	25
2.2.2 Poluentes Padronizados no Brasil	26
2.3 ÍNDICE DE QUALIDADE DO AR	29
2.4 ASPECTOS LEGAIS SOBRE POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA DEVIDO A EMISSÃO VEICULAR	31
3 CONSUMO ENERGÉTICO: SETOR DE TRANSPORTES	42
3.1 TAXA DE EMISSÃO DE POLUENTES NO SETOR DE TRANSPORTES	45
3.1.1 Fatores de emissão	46
3.1.2 Intensidade de uso.....	47
3.2 CARACTERIZAÇÃO DA FROTA DE VEÍCULOS AUTOMOTORES NO BRASIL (2001-2012)	50
3.2.1 Consumo de combustíveis	52
3.3 TAXA ANUAL DE EMISSÃO DOS GASES	54
3.3.1 Emissões de CO por categoria de veículo, por tipo de combustível.....	54
3.3.2 Emissões de NO_x por combustão por categoria de veículos, por tipo de combustível.....	55

3.3.3 Emissões de MP por combustão por categoria de veículos, por tipo de combustível.....	56
3.3.4 Emissões de óxido nitroso (N₂O) por categoria de veículos, por tipo de combustível.....	57
3.4 ANÁLISE DA FROTA DE VEÍCULOS	58
3.4.1 Frota de veículos em circulação.....	58
4 URBANIZAÇÃO DE SALVADOR.....	62
4.1 PROCESSO DE URBANIZAÇÃO DE SALVADOR	62
4.2 PLANEJAMENTO DA AV. LUÍS VIANNA FILHO.....	65
4.3 TRÁFEGO DE VEÍCULOS NA AV. LUÍS VIANNA FILHO.....	75
5 MONITORAMENTO DO AR	80
5.1 ESTAÇÃO DE MONITORAMENTO E PARÂMETROS MONITORADOS.....	80
5.2 SISTEMATIZAÇÃO DA ANÁLISE DE DADOS	83
6 ANÁLISE DE ÍNDICE DE QUALIDADE DO AR – IQAr	85
6.1 RESULTADOS DA REDE MONITORAMENTO DA PARALELA	85
6.1.1 Monóxido de carbono	85
6.1.2 Dióxido de enxofre	87
6.1.3 Partículas inaláveis	88
6.1.4 Ozônio	89
6.1.5 Dióxido de nitrogênio	90
6.2 DISCUSSÃO E ESTRATÉGIAS PARA REDUZIR A POLUIÇÃO VEÍCULAR	92
7 CONCLUSÃO.....	97
REFERÊNCIAS	100
ANEXO A - RESOLUÇÃO Nº 256, DE 30 DE JUNHO DE 1999.....	109
ANEXO B - RESOLUÇÃO CONAMA Nº 017, DE 13 DEZEMBRO DE 1995	113
ANEXO C- Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981	117
ANEXO D - Emissões de CO por veículos movidos à gasolina C e etanol hidratado (t/ano)	119
ANEXO E - Emissões de CO por veículo movido a diesel e GNV	120

ANEXO F - Emissões de NO _x por veículos movidos à gasolina C e etanol hidratado (t/ano)	121
ANEXO G - Emissões de NO _x por veículos movidos a diesel e GNV (t/ano)	122
ANEXO H - Emissões de MP de escapamento por veículos movidos à gasolina C (t/ano) ..	123
ANEXO I - Emissões de MP de escapamento por veículos do ciclo Diesel (t/ano)	124
ANEXO J - Emissões de MP (combustão e desgaste) por veículos movidos à gasolina C e etanol hidratado (t/ano).....	125
ANEXO K - Emissões de MP, combustão e desgaste, por veículos movidos a diesel e GNV (t/ano)	126
ANEXO L - Emissões de N ₂ O por veículos movidos à gasolina C e etanol hidratado (t/ano)	127
ANEXO M - Emissões de N ₂ O por veículos movidos a diesel (t/ano)	128
ANEXO N - Fatores de emissões evaporativas de automóveis e veículos comerciais leves movidos à gasolina C e a etanol hidratado	129
ANEXO O - Fatores de emissão de MP por desgaste de pneus, freios e pista por categoria	131
ANEXO P - Fatores de emissão de escapamento de CO, NO _x , RCHO, NMHC, CH ₄ e MP _{comb} , para automóveis e veículos comerciais leves novos, movidos a gasolina C e a etanol hidratado, em g/km	132
ANEXO Q - Fatores de emissão de N ₂ O por categoria e por combustível para veículos leves, em g/km	134
ANEXO R - Fatores de emissão por categoria para veículos leves e pesados do ciclo Diesel, movidos a GNV e motocicletas	135

1 INTRODUÇÃO

No momento atual a sociedade desperta para uma visão de que a preservação ambiental não pode estar desassociada do progresso e de uma melhor qualidade de vida do homem. É clara a necessidade de mudança do comportamento do homem em relação à natureza, visando um modelo de desenvolvimento sustentável, para garantir uma gestão eficiente dos recursos do planeta de forma a preservar os interesses atuais e futuros.

Sem dúvida, vivemos em um mundo superpovoado, onde as pessoas destroem os recursos naturais, poluem águas, terras e ar, desmatam, indiscriminadamente, utilizam a terra esgotando seus recursos, abandonando-a desertificada; isso, em função do processo de urbanização descontrolado (HELENE; BICUDO, 1994).

As grandes concentrações populacionais que se formam no planeta, necessitam consumir energia para realizar as suas atividades e assim assegurar a perpetuação e condições de vida. A sociedade como um todo, consome energia para sua alimentação, seu deslocamento e nas necessidades habitacionais. Todo esse consumo gera resíduos que precisam ser eliminados de forma consciente para não degradar o meio ambiente. O acúmulo desses resíduos devido à má utilização, ao excesso de produção ou até mesmo pelo descarte inadequado, gera a poluição do meio ambiente.

No Brasil, a Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981, no Art. 3º, definiu poluição como a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente:

- a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;
- c) afetem desfavoravelmente a biota;
- d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente;
- e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos (BRASIL, 2013).

Dos diversos tipos de poluição identificados no meio ambiente, a poluição atmosférica é um dos temas de grande interesse no meio científico, em função da sua alusão na qualidade da saúde dos seres humanos, dos ecossistemas, das tecnologias geradas, estabelecendo meios para estudos na busca de um desenvolvimento sustentável.

No século XIX, com o despertar para uma nova forma de produzir energia através dos motores a combustão, queima de combustíveis fósseis, e surgimento dos parques industriais, fez com que o desenvolvimento tecnológico tivesse uma prioridade maior em relação à qualidade de vida. Essas mudanças não foram acompanhadas de análises que pudessem avaliar ao longo dos anos os seus impactos ambientais negativos sobre o meio ambiente. Por isso, nos últimos se têm enfrentado os efeitos produzidos por esse desequilíbrio. Nos centros

urbanos onde as atividades antropogênicas são mais efetivas, em virtude da alta densidade populacional, o uso indevido do solo, dos transportes a combustíveis fósseis e outros, gera-se um produto indesejável mais visível a população: a poluição urbana.

No passado, nas cidades um dos problemas que a população enfrentou foi a dificuldade em obter recursos para sua sobrevivência como: água de boa qualidade, infraestrutura básica, higiene e alimentação necessária para todos. Não existia uma política de preservação do meio ambiente, pois a própria sociedade não era educada sobre poluição ambiental. O uso da força animal para o deslocamento de cargas e de pessoas nas vias públicas infestava as vias de dejetos e odores em virtude da grande circulação, comprometendo a saúde pública e a degradação do meio ambiente. Com a evolução, a sociedade modificou seus hábitos, principalmente o meio de transporte, aperfeiçoando sua capacidade de locomoção que, atualmente, se baseia principalmente do uso dos veículos automotivos que funcionam com motores a explosão (ciclo Otto e Diesel). Com esta mudança as comunidades passaram a conviver com outro tipo de poluição, gerada pela emissão dos gases poluentes. Os gases lançados no ambiente, dentre eles inclusive os Gases do Efeito Estufa (GEE), alterando de forma significativa a qualidade do ar.

O aumento da concentração de gases poluentes na atmosfera é uma preocupação constante dos órgãos públicos, que tem a competência para legislar na proteção ambiental e preservação da qualidade do ar. A gestão do controle da poluição atmosférica está, então, relacionada com medidas mitigadoras que têm como objetivo estabelecer limites permissivos de concentração de gases poluentes na atmosfera, restrição de emissão de gases, e aplicação dos instrumentos de comando, controle, licenciamento e monitoramento. Nesse contexto, ressalta-se a importância do Programa Nacional de Qualidade do AR (PRONAR) estabelecido por meio da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 05 de 15 de junho de 1989, com o intuito de:

[...] 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 o não comprometimento da qualidade do ar nas áreas consideradas não degradada (CONAMA, 1989).

Para instrumentalizar suas medidas o CONAMA incorporou o Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE) e Programa de Controle da Poluição do Ar por Motocicletas (PROMOT), fixando prazos, limites máximo de emissão e estabelecendo normas tecnológicas para veículos automotivos nacionais e importados.

Neste trabalho foram analisados os impactos ambientais negativos oriundos das concentrações de gases poluentes no ar, da descarga dos veículos automotivos na Av. Luís Vianna Filho, localizada na cidade do Salvador. Cidade com população estimada em 2,8 milhões de habitantes, área de 693.276 km², densidade demográfica 3.859,44 hab/km² (IBGE, 2013) e 785.257 veículos (DENATRAN, 2013a).

1.1 OBJETIVOS

Analisar os impactos ambientais negativos na Av. Luís Vianna Filho, situada na cidade do Salvador- Bahia, provocados pela poluição da emissão de gases poluentes e material particulado por veículos automotores, de forma a relacionar as medidas de controle da poluição do ar utilizadas e avaliar os resultados obtidos.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Classificar as fontes móveis e as emissões totais;
- Identificar os principais poluentes emitidos na área em estudo;
- Analisar os efeitos dos programas de controle sobre as taxas de emissão.

1.2 JUSTIFICATIVA

A poluição do ar passou a ser considerada como um problema social, a partir da Revolução Industrial, quando a tração animal foi substituída pela tração motora, devido a queima do carvão, lenha e logo após óleo combustível. Essa mudança de tecnologia gerou ganho de produtividade, porém perda na qualidade do ar nos grandes centros urbano-industriais, com reflexo na saúde da população e no meio ambiente.

A falta de planejamento urbano acompanhado das crescentes taxas de urbanização, a incapacidade dos gestores públicos em uma política eficiente na qualidade dos transportes públicos de massa e os estímulos a produção e aquisição de veículos particulares, tem gerado um aumento significativo na frota de veículos individuais.

Observa-se o mesmo efeito para os veículos pesados (caminhões), onde boa parte da circulação de carga no país é realizada por rodovias, negligenciando o transporte ferroviário e aquaviário com potencial de escoamento de carga. Isto configura a condição dos veículos automotores rodoviários como fontes móveis de emissão de gases poluentes para atmosfera,

no que implica um estudo mais cuidadoso para ação de medidas de controle e monitoramento do ar atmosférico.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) adverte que respirar um ar impuro é prejudicial à saúde e, dependendo da concentração dos poluentes, a população pode apresentar sintomas como irritação no trato respiratório, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta (OMS, 2000). Desta forma, o poder público possui a obrigação não só de realizar o monitoramento do ar divulgando o nível de concentração dos gases poluentes, mas de adotar as medidas mitigadoras necessárias para manter a qualidade do ar em índices que garantam a saúde e o bem estar da população.

Verifica-se, dessa forma, a necessidade de uma pesquisa para analisar os dados do monitoramento do ar, os impactos ambientais negativos em um dos vetores de maior expansão na cidade do Salvador- Bahia.

1.3 METODOLOGIA

Revisão Bibliográfica: Revisão por meio da literatura dos conceitos teóricos referentes a poluição atmosférica, poluentes gasosos emitidos pelos veículos automotores, à legislação ambiental brasileira, consumo energético no setor de transporte, urbanização da cidade do Salvador-BA e monitoramento de concentração de gases.

Delimitação da área de estudo: Área de pesquisa, trecho compreendido entre a Avenida Antônio Carlos Magalhães (ACM) e a Av. Luís Vianna Filho, por se tratar de uma das artérias principais no fluxo de veículos automotivos na cidade do Salvador, estado da Bahia, como também por ser uma nova fronteira imobiliária.

Pesquisa de Campo: Observar a área em que se encontra a estação de monitoramento da Av. Paralela, a fim de analisar a sua localização em relação, ao fluxo de veículos, a presença de fatores que possam afetar o monitoramento dos poluentes atmosféricos, as mudanças topográficas ao longo da via devido a expansão urbana e os problemas de mobilidade, conforme registros fotográficos. Verificar os horários de maior fluxo de veículos automotores ao longo do dia para poder estimar os tipos de veículos circulantes e o total de veículos ao longo do mês e ano.

Coleta de informações: Análise e interpretação dos dados registrados pela Rede de Monitoramento do Ar da Central de Tratamento de Efluentes Líquidos (Cetrel) durante o período de 2012/2013, identificando a concentração de cada poluente, registrar os eventos

ocorridos devido aos níveis de concentração de gases poluentes prejudiciais à saúde humana. Verificar se as medidas para o controle de poluição veicular surtiram efeitos.

1.4 ESTRUTURA

Após a Introdução, a dissertação está organizada em seis Capítulos e um Apêndice, descritos sumarizadamente, conforme segue.

O 1º capítulo consta informações sobre a poluição atmosférica, descrevendo os principais poluentes padronizados no Brasil pela Resolução nº03/90 CONAMA, os impactos negativos da emissão de poluentes dos veículos automotivos e os aspectos legais sobre a poluição atmosférica decorrente da poluição veicular.

No 2º capítulo se discorreu sobre os dados do consumo de energia do setor de transporte, de acordo com os dados do Balanço Energético Nacional (BEN-2012), a taxa anual de emissão de poluentes no período de 1980 a 2012, em função da frota de veículos, dos fatores de emissão de poluentes e do consumo de combustíveis.

O 3º capítulo consta a caracterização da cidade do Salvador-BA, descrevendo a sua estrutura arquitetônica, seu processo de urbanização. Descreve, ainda, o planejamento da Av. Luís Vianna Filho, os aspectos referentes ao transporte público e individual, como a ocupação imobiliária de sua área.

O 4º capítulo se caracteriza a rede de monitoramento do ar da RMS e análise dos dados secundários. Na sequência, o capítulo 5 apresenta resultados obtidos da estação de monitoramento Paralela no período de janeiro de 2012 a dezembro de 2013, assim como, discussão dos dados apresentados, possíveis estratégias e ações para reduzir a poluição veicular.

Finalmente, no capítulo 6 são apresentadas as conclusões e algumas considerações finais do trabalho. O Apêndice expõe as Resoluções do CONAMA e planilhas de emissões realizados para o inventário de emissões.

2 POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA

A poluição do ar atmosférico caracteriza-se pela alteração da sua composição ou em suas propriedades, devido a emissão de poluentes, tornando-o impróprio ao bem estar da população, à fauna e flora. Os agentes poluentes podem ser de origem natural, como as brumas marinhas (bactérias e micro cristais de cloreto e brometos alcalinos), produtos vegetais (grãos de pólen, hidrocarbonetos e alérgenos), produtos de erupções vulcânicas (enxofre, óxidos de enxofre, vários tipos de partículas, ácido sulfúrico, dentre outros) e poeiras extra-terrestres (material pulverizado de meteoritos que chegam à atmosfera); enquanto que os de origem artificial podem ser representados pelos radionúcleos, derivados plúmbicos e os derivados halogenados de hidrocarbonetos (COELHO, 1977).

A emissão de poluentes para a atmosfera cresce progressivamente desde a grande revolução industrial, quando se foi possível a troca da força animal pela força motriz gerada pelas máquinas a vapor, seu funcionamento básico ocorria devido a queima de carvão mineral. O crescimento industrial elevou de forma significativa o consumo de energia. A demanda de energia nos países em desenvolvimento vem crescendo 3,5% ao ano, muito mais rápido do que nos países desenvolvidos. De forma global, as emissões de gases poluentes deverá ultrapassar em média 35 bilhões até 2020 (IPCC, 2009).

A OMS estima que aproximadamente 100 milhões de pessoas na América Latina estão expostos a poluentes atmosféricos acima do nível permitido (OMS, 2000). Segundo Wehrhahn (1996) as causas da poluição atmosférica nas cidades latino americanas são provenientes da concentração do tráfego de veículos num espaço cada vez mais limitado, devido à intensa atividade econômica da população urbana e à ausência de um planejamento eficiente das cidades; o alto consumo de combustíveis fósseis e a ausência de equipamento para reduzir as emissões que caracterizam os países mais pobres; a ocupação de áreas de produção industrial ou trechos próximos das vias intensas de circulação para residências ou local de trabalho, expondo grande parcela da população, diariamente, à emissão de poluentes liberados por veículos automotores ou industriais.

A relação existente entre meio ambiente e energia é o tema principal das investigações ocorridas atualmente no mundo, pois se observa que a grande variação de temperatura no planeta está relacionada com a emissão de gases do efeito estufa, devido ao aumento do consumo de energia proveniente do uso dos combustíveis fósseis. Conforme Mussa (2003), em artigo publicado no *Institute for International Economics*, a demanda de energia no mundo indica um aumento de 1,7% ao ano de 2000 a 2030. Até 2030 os combustíveis fósseis

responderão por 90% do aumento da demanda projetada, caso não aconteça mudança na matriz energética mundial. Para barrar tal crescimento são desenvolvidas soluções de mitigação nas mudanças climáticas com o intuito de diminuir a liberação de gases poluentes no meio ambiente.

A atmosfera é constituída principalmente de gases como o nitrogênio (78,1 %), o oxigênio (20,94%), o argônio (0,93%) e o dióxido de carbono (00,3%). Participam também da sua composição outros gases, mas em pequena concentração: hélio, hidrogênio, metano, neônio, ozônio, xenônio entre outros, que, somados representam menos de 0,003% (30 ppm) da composição total da atmosfera (composição em volume de ar seco). Várias substâncias naturais e artificiais, como por exemplo, os clorofluorcarbonos (CFCs), estão se concentrando na atmosfera, modificando a sua concentração básica (ALMEIDA, 1999).

As diversas atividades antrópicas tem alterado o ciclo biogeoquímico do carbono, oxigênio e nitrogênio de diversas formas. Conforme Roscoe (2003) as maiores perturbações são resultantes da queima de combustíveis fósseis, da utilização de rocha carbonada para a produção de cimento e da retirada da cobertura vegetal associadas aos desmatamentos.

Segundo Berner e Lasaga (1989) a liberação dos gases poluentes, devido as atividades antrópicas é mais rápida e intensa que a liberação natural, logo tais interferências humanas estão provocando um curto-circuito no ciclo do carbono, oxigênio e nitrogênio.

2.1 CICLO DO CARBONO, NITROGÊNIO, OXIGÊNIO E EFEITO ESTUFA

O carbono é um dos elementos químicos essenciais de toda matéria viva, pois é essencial no processo de fotossíntese, na respiração e controle de temperatura do planeta. O dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), hidrocarbonetos e monóxido de carbono são compostos de carbono presente na natureza. As trocas de CO_2 entre a atmosfera e a biosfera terrestre ocorrem principalmente através da fotossíntese e respiração por plantas. A fixação do CO_2 pelos oceanos se dá através da dissolução do gás na água e por fotossíntese.

O nitrogênio livre N_2 (gás), compõe 78% do ar, sendo esse elemento químico indispensável à vida, pois participa da formação dos ácidos nucléicos e das proteínas, porém uma grande parcela dos seres vivos não consegue absorver no seu metabolismo (EADY, 1973).

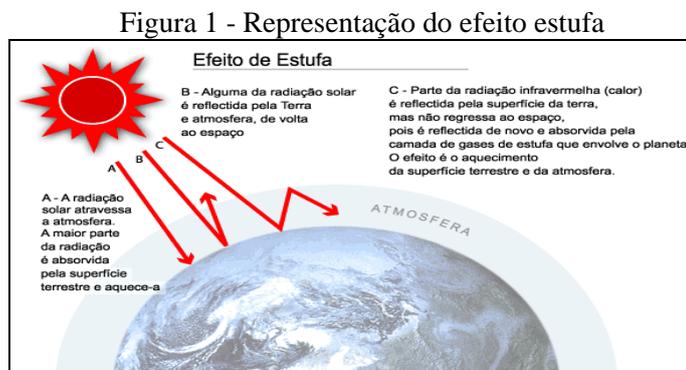
O equilíbrio do ciclo de nitrogênio depende de fatores bióticos e abióticos. O excesso de nitrogênio sintetizado artificialmente, muitas vezes é carregado para os rios, lagos e lençóis freáticos provocando o fenômeno da eutroficação (alterações de um corpo de água como

resultado de adição de azoto ou fósforo), prejudicando dessa forma a qualidade das águas.

O ciclo do oxigênio está associado aos processos de fotossíntese e respiração. O oxigênio é liberado para atmosfera pela fotossíntese e consumido pelo processo de respiração e combustão. Parte do O_2 da estratosfera é transformado pela ação de raios ultravioletas em ozônio (O_3). Este forma uma camada que funciona como um filtro, evitando a penetração de 80% dos raios ultravioletas. A liberação constante de clorofluor carbono (CFC) leva a destruição da camada de ozônio, permitindo que os raios ultravioletas com comprimento de onda na faixa de 290 a 320 nanômetros incida na superfície do planeta de forma a causar danos a saúde humana (ANDRADE, 1990).

As alterações significativas no ciclo de carbono, oxigênio e nitrogênio na atmosfera terrestre vem alterando, ou na verdade aumentando a quantidade de gases poluentes ocasionando uma maior intensidade do efeito estufa (GRALLA, 1998).

Burnie (1997) ressaltou que o efeito estufa é um fenômeno essencial à vida no planeta, para a manutenção e estabilidade da temperatura na superfície. As ondas eletromagnéticas atravessam a atmosfera que corresponde a um meio transparente para a passagem da luz, ao incidir na superfície acontece o fenômeno de absorção e reflexão da luz. Parte dessa radiação é refletida pela superfície e devolvida ao espaço, e outra parte, absorvida (Figura 1). A radiação absorvida contribui para aquecer a superfície da Terra e aquecer os gases do efeito estufa (GEE). Os gases funcionam como um filtro sendo uma superfície opaca para os raios infravermelhos, que são refletidos e retornam a superfície do planeta, mantendo uma temperatura adequada para a vida. O agravamento desse efeito aumenta a cada período a temperatura média da superfície terrestre.



Fonte: Carvalho (2002, p. 54).

Com o crescimento e ocupação desordenada nas grandes cidades, evidencia-se uma concentração de fontes fixas e móveis de emissão de substâncias poluentes contribuindo para um aumento da poluição atmosférica.

As causas das agressões ao meio ambiente podem ser classificadas como de ordem política, econômica e cultural. A sociedade ainda não absorveu a importância do meio ambiente para sua sobrevivência. O homem “moderno” tem usado seus recursos naturais inescrupulosamente, priorizando o lucro em detrimento das questões ambientais. Entretanto, essa ganância tem um alto custo visível: a poluição do ar e da água, que ainda podem gerar doenças. (CARVALHO; OLIVEIRA, 2010, p. 16).

Em virtudes dessas condições é de fundamental importância o monitoramento da qualidade do ar nas zonas urbanas com grande fluxo de pessoas expostas ao ambiente, com níveis de poluição acima do permitido. Assim, possibilita avaliar a qualidade do ar, controlar a elevação de temperatura local e acompanhar as alterações das emissões de poluentes de forma que não apresentem riscos à saúde pública.

2.2 PRINCIPAIS POLUENTES ATMOSFÉRICOS

A poluição ambiental abrange todas as formas pelas quais se polui o meio ambiente, seja pela emissão de gases no ar, pelo envenenamento da água através de substâncias nocivas, impregnação de agrotóxicos no solo, acúmulo de sucatas na superfície, o ambiente é poluído de diversas maneiras. Atualmente existe uma necessidade humana de controle e consciência da poluição ambiental, pois todas essas consequências estão sendo notado constantemente ao redor do planeta, com catástrofes, aumento no aquecimento da Terra, e doenças que eclodiram em função do planeta doente. Kurz (1996) afirmou que “as condições elementares da vida, como água, o ar e a terra, estão expostos a um crescente processo de envenenamento”.

De acordo com a resolução nº 03, de 28 de junho de 1990, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), poluente atmosférico é

qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos, e que tornem ou possam tornar o ar impróprio, inconveniente ao bem-estar público, danoso aos materiais, à fauna e a flora ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e as atividades normais da comunidade. (CONAMA, 1990).

O nível de poluição atmosférica é estabelecido pela concentração de substâncias poluentes presentes no ar. Devido há grande variedade de substâncias presentes na composição do ar, torna-se difícil estabelecer uma classificação dos poluentes, que dessa forma são divididos em duas categorias (Quadro 1): Poluentes Primários, emitidos diretamente pelas fontes de emissão, como SO₂, NO₂, etc, e Secundários (O₃, aldeídos, H₂SO₄, etc.) formados na atmosfera devido a reação química entre poluentes primários e componentes naturais da atmosfera, (SEINFELD; PANDIS, 1998).

Quadro 1 – Poluentes Primários e Secundários

Tipo	Poluente Primário	Poluente Secundário	Fontes
Compostos de Enxofre	SO ₂ , H ₂ S	SO ₃ , H ₂ SO ₄ , Sulfatos	Combustão
Compostos de Nitrogênio	NO, NH ₃	NO ₂ , Nitratos	Combustão a Altas Temperaturas
Compostos de Carbono	Hidrocarbonetos	Aldeídos, Cetonas, Ácidos Orgânicos	Combustão
Compostos Halogenados	HF, HCl	-	Indústria Petroquímica
Óxidos de Carbono	CO, CO ₂	-	Combustão
Material Particulado	Partículas Totais em Suspensão e Inaláveis	-	Petroquímica, Metalúrgicas, Combustão, Fertilizantes

Fonte: Seinfeld e Pandis (1998, p. 34).

2.2.1 Padrões Nacionais de Qualidade do Ar

Os Padrões de Qualidade do Ar (PQAr) variam de acordo com a abordagem adotada para balancear riscos à saúde, viabilidade técnica, considerações econômicas e vários outros fatores políticos e sociais, que por sua vez dependem, entre outras coisas, do nível de desenvolvimento e da capacidade nacional de gerenciar a qualidade do ar (OMS, 2005).

De acordo com a resolução do CONAMA nº 3, de 28 de junho de 1990, são **padrões principais** de qualidade do ar, as concentrações de substâncias poluentes que, ultrapassadas poderão afetar a saúde da população. Sendo esses níveis máximos toleráveis de concentração de substâncias poluentes atmosféricos, constituindo-se em metas de curto e médio prazo, e **padrões secundários**, as concentrações de substâncias poluentes abaixo das quais se estima 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 (Quadro 2) (CONAMA, 1990).

Quadro 2 - Padrões nacionais de qualidade do ar

Poluentes	Tempo de Amostragem	Padrão Primário $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Padrão Secundário ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Método de Medição
Partículas totais em suspensão	24 horas ¹	240	150	Amostrador de grandes volumes
	MGA ²	80	60	
Partículas inaláveis	24 horas ¹	150	150	Separação inercial/filtração
	MAA ³	50	50	
Fumaça	24 horas ¹	150	100	Refletância
	MAA ³	60	40	
Dióxido de Enxofre	24 horas ¹	365	100	Pararosanilina
	MAA ³	80	40	
Dióxido de Nitrogênio	1 hora	320	190	Quimiluminescência
	MAA ³	100	100	
Monóxido de Carbono	1 hora ¹	40.000	40.000	Infravermelho não dispersivo
		35 ppm	35 ppm	
	8 horas ¹	10.000	10.000	
		9 ppm	9 ppm	
Ozônio	1 hora ¹	160	160	Quimiluminescência

Fonte: CONAMA (1990)

Nota: 1 - Não deve ser excedido mais que uma vez ao ano.

2 - Média geométrica anual.

3 - Média aritmética anual.

2.2.2 Poluentes Padronizados no Brasil

De acordo com a resolução do CONAMA nº 03/90 os gases, dióxido de enxofre, monóxido de carbono, ozônio, dióxido de nitrogênio, partículas totais em suspensão constituem poluentes padronizados no Brasil. A sua escolha como indicadores de qualidade do ar está relacionada a incidência de ocorrências e aos efeitos adversos que causam ao meio ambiente e saúde pública (CONAMA, 1990).

No Quadro 3 constam as partículas totais em suspensão em função das suas características, fontes de emissão e efeitos gerais ao meio ambiente.

Quadro 3 - Partículas Totais em Suspensão

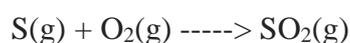
Partículas	Características	Fontes Principais	Efeitos Gerais ao Meio Ambiente
Inaláveis Finas (MP_{2,5})	Partículas de material sólido ou líquido suspensas no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fumaça, fuligem, etc., que podem permanecer no ar e percorrer longas distâncias. Faixa de tamanho < 2,5 micra.	Processos de combustão (industrial, veículos automotores), aerossol secundário (formado na atmosfera) como sulfato e nitrato, entre outros.	Danos à vegetação, deterioração da visibilidade e contaminação do solo e da água.
Inaláveis (MP₁₀) e Fumaça	Partículas de material sólido ou líquido que ficam suspensas no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fumaça, fuligem, etc. Faixa de tamanho < 10 micra.	Processos de combustão (indústria e veículos automotores), poeira ressuspensa, aerossol secundário (formado na atmosfera).	Danos à vegetação, deterioração da visibilidade e contaminação do solo e da água.
Totais em Suspensão (PTS)	Partículas de material sólido ou líquido que ficam suspensas no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fumaça, fuligem, etc. Faixa de tamanho < 50 micra.	Processos industriais, veículos motorizados (exaustão), poeira de rua ressuspensa, queima de biomassa. Fontes naturais: pólen, aerossol marinho e solo.	Danos à vegetação, deterioração da visibilidade e contaminação do solo e da água.

Fonte: CETESB (2014)

As partículas pequenas de diâmetros aerodinâmicos menores que 2,5µm (MP_{2,5}) emitidas pela combustão de fontes estacionárias ou móveis, como veículos de motores a combustão, tem uma maior probabilidade de se alojar nas porções mais inferiores do aparelho respiratório (bronquíolos), provocando problemas respiratórios (CANÇADO e cols., 2006).

SO₂ (dióxido de enxofre)

O dióxido de enxofre é um gás que naturalmente é expelido devido as erupções vulcânicas e pela combustão de materiais que contém enxofre na sua composição básica, como por exemplo, os combustíveis fósseis, descrito pela reação:



O SO₂ está também presente na emissão veicular como resultado da queima de combustíveis fósseis e seu nível ambiental vem decrescendo em razão do maior controle das

emissões e redução no teor de enxofre nos combustíveis. Tem como característica ser um gás de alta densidade, incolor, tóxico e odor bem acentuado, solúvel em água, que em contato com gotículas de água na atmosfera forma o ácido sulfuroso (H_2SO_3), dando origem a chuva ácida, um dos principais componentes das partículas inaláveis (MP_{10}). Os sulfatos incorporados aos aerossóis são associados à acidificação de corpos d'água, redução da visibilidade, corrosão de edificações, monumentos, estruturas metálicas e condutores elétricos (CETESB, 2012).

Quando absorvido pelo muco nas membranas do aparelho respiratório se transforma em ácido sulfuroso. No processo de respiração normal aproximadamente 5% atingem o trato respiratório inferior. Porém, na respiração oral uma maior quantidade pode atingir de forma significativa o trato respiratório inferior, provocando espasmos passageiros dos músculos lisos dos bronquíolos pulmonares, conseqüentemente o aumento da secreção mucosa nas vias respiratórias superiores, inflamações graves da mucosa e redução do movimento ciliar do trato respiratório (INEMA, 2013).

CO (Monóxido de carbono)

O monóxido de carbono é um gás incolor, inodoro e insípido, resultado da combustão incompleta (pouca presença de oxigênio) de hidrocarbonetos CH_n . Na atmosfera o composto pode sofrer oxidação por radicais livres formando dióxido de carbono. Na água e no solo existem microrganismos capazes de utilizar o composto como fonte de energia (CETESB, 2014).

Resultado da combustão incompleta de combustíveis fósseis, oxidação de compostos metânicos e não metânicos, da queima de biomassas, este gás é muito prejudicial à saúde humana. Associa-se rapidamente a hemoglobina, ocupando o lugar do oxigênio, tendo como consequência a diminuição da capacidade do fluxo sanguíneo em transportar o oxigênio para as células, provocando assim morte por asfixia. A sua exposição crônica poderá causar danos nos sistemas cardiovascular, pulmonar e nervoso (CETESB, 2014).

O₃ (Ozônio)

Forma instável triatômica do oxigênio, O_3 . É um oxidante fotoquímico (mistura de poluentes secundários formados pelas reações entre os óxidos de nitrogênio e compostos orgânicos voláteis), responsável pela chamada névoa fotoquímica ou “smog fotoquímico”, que possui este nome porque causa na atmosfera diminuição da visibilidade (CETESB, 2014).

Este gás poluente reduz a capacidade do aparelho respiratório e diminui a sua resistência a infecções. Agravando a incidência de tosse, asma, irritações nas narinas e nos olhos. Em relação ao meio ambiente esse gás age como inibidor do processo de fotossíntese reduzindo a colheita e o crescimento das árvores (INEMA, 2013).

NO_x

Os óxidos de nitrogênio são formados nos processos de combustão como resultado da dissociação de nitrogênio (N₂) e oxigênio (O₂) em N e O, respectivamente.

O NO (óxido de nitrogênio) é um gás venenoso, inodoro e incolor, produzidos nos processos de combustão a alta temperatura, em contato com o ar atmosférico reage rapidamente com o oxigênio resultando o NO₂ (dióxido de nitrogênio). Em grandes cidades, os veículos geralmente são os principais responsáveis pela emissão dos óxidos de nitrogênio (CETESB, 2014).

O NO₂ é um gás tóxico de coloração marrom escura com baixa solubilidade. Produz irritações nos olhos, na mucosa das narinas e na pele. Em altas concentrações, afeta o aparelho respiratório. Ao ser inalado pode se transformar em nitrosaminas, substâncias cancerígenas (CETESB, 2014).

2.3 ÍNDICE DE QUALIDADE DO AR

O exame periódico da qualidade do ar, ou seja, seu monitoramento, proporciona um conjunto de dados essencial à orientação das políticas públicas de controle e substituição de tecnologias utilizadas nas atividades antrópicas. Aponta, também, a necessidade de introdução de novos processos menos poluentes. Atendendo a essas necessidades, o Índice de Qualidade do Ar – IQAr é o indicador utilizado para simplificar o processo de divulgação da qualidade do ar entre os diversos segmentos envolvidos, sejam esses a população, gestores públicos, representantes do setor privado, ONGs e outros.

Caracterizado como uma ferramenta matemática desenvolvida para simplificar processo de divulgação da qualidade do ar, este índice é utilizado desde 1980, e foi criado usando como base uma longa experiência desenvolvida no Canadá e EUA (CETESB, 2014).

A estrutura de IQAr estabelece a comparação com os limites legais de concentração dos poluentes: monóxido de carbono (CO), dióxido de enxofre (SO₂), dióxido de nitrogênio (NO₂), ozônio (O₃) e material particulado (MP₁₀), sendo calculado por uma função linear segmentada, em que os pontos de inflexão são os padrões nacionais e os critérios para

episódios agudos estabelecidos pela Resolução CONAMA n.º 3, de 28 de junho de 1990. A divulgação é feita por meio de boletins diários de cada estação monitorada. Como os valores e unidades de medição apresentam diferenças, cada um deles é relacionado a um valor índice definido por uma escala de intervalos relacionados aos níveis de qualidade do ar (Quadro 4). Os intervalos utilizados consideram a categorização da Resolução CONAMA 03/90, associada aos efeitos sobre a saúde da população (Quadro 5). Para divulgação dos dados utiliza-se o índice mais elevado, observando o conjunto de poluentes monitorados em um dado local no período de 24 horas.

Quadro 4 - Faixas de classificação das medições de concentração dos poluentes para cálculo do Índice de Qualidade do Ar – IQAr

Qualidade	Índice	MP ₁₀ (µg/m ³)	O ₃ (µg/m ³)	CO (ppm)	NO ₂ (µg/m ³)	SO ₂ (µg/m ³)
Boa	0 – 50	0 – 50	0 – 80	0 - 4,5	0 – 100	0 – 80
Regular	51 – 100	50 - 150	80 - 160	4,5 - 9	100 - 320	80 - 365
Inadequada	101 – 199	150 – 250	160 – 200	9 - 15	320 - 1130	365 - 800
Má	200 – 299	250 – 420	200 – 800	15 - 30	1130 – 2260	800 – 1600
Péssima	>299	>420	>800	>30	>2260	>1600

Fonte: CETESB (2014)

Quadro 5 – IQAr associado a efeitos sobre a saúde humana

Qualidade	Índice	Significado
Boa	0 - 50	Praticamente não há riscos à saúde.
Regular	51 - 100	Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas), podem apresentar sintomas como tosse seca e cansaço. A população, em geral, não é afetada.
Inadequada	101 - 199	Toda a população pode apresentar sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta. Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas), podem apresentar efeitos mais sérios na saúde.
Má	200 - 299	Toda a população pode apresentar agravamento dos sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta e ainda apresentar falta de ar e respiração ofegante. Efeitos ainda mais graves à saúde de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas).
Péssima	>299	Toda a população pode apresentar sérios riscos de manifestações de doenças respiratórias e cardiovasculares. Aumento de mortes prematuras em pessoas de grupos sensíveis.

Fonte: CETESB (2014)

2.4 ASPECTOS LEGAIS SOBRE POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA DEVIDO A EMISSÃO VEICULAR

A questão ambiental no Brasil passou a ser regida pela Lei 6.938/81, com o principal objetivo de alinhar o desenvolvimento econômico e social do país com a preservação ambiental. Estabelecendo regras para a política ambiental brasileira e a criação do Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA) (BRASIL, 1981).

O SISNAMA é constituído pelos órgãos e entidades da União, dos Estados, do Distrito Federal, dos Municípios e pelas Fundações instituídas pelo Poder Público, responsáveis pela proteção e melhoria da qualidade ambiental. Fazem parte da sua estrutura o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), órgão consultivo e deliberativo, que tem a responsabilidade de estabelecer diretrizes, padrões e métodos, regras e regulamentações relativas ao meio ambiente. O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), órgão executor, responsável pela execução da legislação além de outras atividades operacionais. O Ministério do Meio Ambiente (MMA), órgão central. Os Órgãos ou Entidades Estaduais, órgão seccionais, responsáveis pela execução de programas, projetos e pelo controle e fiscalização de atividades capazes de provocar a degradação ambiental. Os Órgãos ou Entidades Municipais, órgãos locais, responsáveis pelo controle e fiscalização dessas atividades, nas suas respectivas jurisdições (BRASIL, 1981).

Tendo como objetivo a prevenção e o controle da poluição atmosférica, a Resolução CONAMA nº 05 de 15 de junho de 1989, instituiu o Programa Nacional de Controle da Qualidade do AR (PRONAR) (CONAMA, 1989).

O PRONAR tem estratégia básica o estabelecimento de limites nacionais para as emissões, por tipologia de fontes e poluentes prioritários, reservando o uso dos padrões de qualidade do ar como ação complementar de controle.

Com a finalidade de reduzir e controlar a concentração de gases poluentes na atmosfera, devido a emissão de veículos automotores, em 6 de maio de 1986, o CONAMA pela Resolução nº 18 criou o Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE), coordenado pelo IBAMA, com o objetivo de estabelecer limites de emissão de gases poluentes para veículos automotores e atingir os padrões de qualidade do ar instituídos pelo Programa Nacional de Controle de Qualidade do Ar (PRONAR), constando as seguintes disposições:

- Certificações de protótipos;
- Acompanhamentos estatísticos em veículos novos produzidos;

- Recolhimento ou reparo de veículos e motores encontrados em desconformidade com a produção ou projeto;
- Proibição da comercialização de modelos de veículos não homologados;
- Autorização do IBAMA para uso de combustíveis alternativos;
- A eficiência do programa se dá a partir da classificação dos veículos automotores em função do seu peso bruto total (PBT), sendo que as fases caracterizadas por “L” para veículos leves e “P” para veículos pesado.

O programa foi desenvolvido, tendo como base os resultados obtidos em países desenvolvidos, que tem como meta atingir limites máximos de emissão de gases, provenientes de veículos automotores.

Uma das determinações do PROCONVE é a certificação de protótipos, veículos, combustíveis alternativos, manutenção dos veículos automotores que não condizem com as especificações estabelecidas no seu projeto e a proibição da comercialização de veículos não homologados pelos critérios. São analisados os parâmetros de engenharia do motor e do veículo em relação a emissão de gases poluentes, onde as emissões reais do motor, são comparados com os limites estabelecidos. Essas medidas impõem as montadoras assegurar projetos de baixo potencial poluidor aos veículos, e uma taxa de deterioração das emissões ao longo do tempo de uso o mais baixo possível (IBAMA, 2011).

O controle do PROCONVE acontece a partir da classificação dos veículos em razão do seu Peso Bruto - PBT, conforme Quadros 6 e 7.

Quadro 6 - PROCONVE para veículos leves (Fases “L”)

Fase	Implantação	Característica / Inovação
L1	1988-1991	Caracterizada pela eliminação dos modelos mais poluentes e aprimoramento dos projetos dos modelos já em produção. Iniciou-se também nesta fase o controle das emissões evaporativas. As principais inovações tecnológicas que ocorreram nesta fase foram: reciclagem dos gases de escapamento para controle das emissões de óxidos de nitrogênio (NOx); injeção secundária do ar no coletor de exaustão para o controle de monóxido de carbono (CO) e hidrocarbonetos (HC); implantação de amortecedor da borboleta do carburador para controle do HC e otimização do avanço da ignição
L2	1992-1996	A partir dos limites verificados na Resolução CONAMA nº 18 de 1986, nessa fase investiu-se na adequação de catalisadores e sistemas de injeção eletrônica para uso com mistura de etanol, em proporção única no mundo. As principais inovações nos veículos foram a injeção eletrônica, os carburadores assistidos eletronicamente e os conversores catalíticos. Em 1994 iniciou-se o controle de ruído dos veículos

L3	1997-2004	Em face da exigência de atender aos limites estabelecidos a partir de 1º de janeiro de 1997 (Resolução CONAMA nº 15 de 1995), ocorreram reduções bastante significativas em relação aos limites anteriores, e o fabricante/importador empregou, conjuntamente, as melhores tecnologias disponíveis para a formação de mistura e controle eletrônico do motor como, por exemplo, o sensor de oxigênio (denominado "sonda lambda")
L4	2005-2008	Tendo como referência a Resolução CONAMA nº 315 de 2002, a prioridade nesta fase que teve início no ano de 2005 é a redução das emissões de HC e NOx, poluentes precursores da formação de ozônio. Para o atendimento desta fase, se deu o desenvolvimento de motores com novas tecnologias como a otimização da geometria da câmara de combustão e dos bicos de injeção, o aumento da pressão da bomba injetora e a injeção eletrônica
L5	2009-2013	Com os limites de emissão da Resolução CONAMA nº 315 de 2002, da mesma forma que na fase L4, a prioridade na fase L5 é a redução das emissões de HC e NOx. De maneira análoga à fase L4, 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
L6	A partir de 2013	Em 2009, o CONAMA, ao aprovar a Resolução nº 415, introduziu a Fase L6 que entrará em vigor em 2013. L6 estabelece, basicamente, novos limites máximos para a emissão de escapamento de veículos automotores leves novos de passageiros de massa menor ou igual a 1.700 quilogramas e veículos leves comerciais com massa superior a 1.700 quilogramas. Ambas as categorias são para uso rodoviário, e contemplam tanto veículos do ciclo Otto quanto veículos do ciclo Diesel

Fonte: IBAMA (2011)

Quadro 7 - PROCONVE para veículos pesados (Fases "P")

Fase	Implantação	Característica / Inovação
P1 e P2	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 P1 e P2). Nesse período, os limites para emissão gasosa – fase P1 – e material particulado (MP) – fase P2 – não foram exigidos legalmente
P3	1994-1997	O desenvolvimento de novos modelos de motores visa a redução do consumo de combustível, aumento da potência e redução das emissões de 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%)
P4	1998-2002	Reduziu ainda mais os limites criados pela fase P3
P5	2003-2008	Teve como objetivo a redução de emissões de MP, NOx e HC
P6	2009-2011	Em janeiro de 2009 deveria ter se dado o início à fase P6, conforme Resolução CONAMA nº 315 de 2002, e cujo objetivo principal, assim como na fase P5, era a redução de emissões de MP, NOx e HC

P7	A partir de 2012	Resolução CONAMA nº 403 de 2008 introduz uma fase que demanda sistemas de controle de emissão pós-combustão (catalisadores de redução de NOx e/ou filtros de MP)
-----------	------------------	--

Fonte: IBAMA (2011)

Com a elevação nas vendas de motocicletas foi instituído o Programa de Controle da Poluição do Ar por Motociclos e Veículos Similares (PROMOT), pela Resolução CONAMA nº 297, de 2002. A fiscalização pela emissão dos gases poluentes para atmosfera oriundo das motocicletas passou a ser mais uma preocupação, principalmente pelos elevados índices de emissão quando comparados aos automóveis novos. O PROMOT foi idealizado de acordo com as legislações vigentes na Europa (Diretiva das Comunidades Europeias de nº97/24/EC).

Seguiram-se fases posteriores com reduções significativas nas emissões, em equivalência aos limites estabelecidos pela Comunidade Econômica Europeia (CEE) (limites EURO II e EURO III). Subsequentemente foram publicadas a Instrução Normativa IBAMA nº 17, de 2002, e a Resolução CONAMA nº 342, de 2003, complementando a Resolução CONAMA nº 297, de 2002, estabelecendo limites EURO III para os motociclos, e cuja entrada em vigor se deu em 2009. Tais marcos posicionaram o Brasil apenas uma fase de controle atrás da Comunidade Europeia, e resultaram na redução de 2/3 da emissão de monóxido de carbono (CO), em relação aos modelos anteriores sem controle de emissão. (BRASIL, 2014).

Os Quadros 8 a 15 apresentam a evolução dos limites de emissão de poluentes para os veículos, estabelecidos pelo PROCONVE e PROMOT.

Quadro 8 - Veículos Leve de Passageiros

POLUENTES	LIMITES	
	Fase L-5	Fase L-6 ⁽¹⁾
	Desde 1º/1/2009	A partir de 1º/1/2014
Monóxido de carbono (CO em g/km)	2,00	1,30
Hidrocarbonetos (HC em g/km)	0,30 ⁽²⁾	0,30 ⁽²⁾
Hidrocarbonetos não metano (NMHC em g/km)	0,05	0,05
Óxidos de nitrogênio (NOx em g/km)	0,12 ⁽³⁾ ou 0,25 ⁽⁴⁾	0,08
Material particulado ⁽⁴⁾ (MP em g/km)	0,05	0,025
Aldeídos ⁽³⁾ (CHO g/km)	0,02	0,02
Emissão evaporativa (g/ensaio)	2,0	1,5 ⁽⁶⁾ ou 2,0 ⁽⁵⁾⁽⁶⁾
Emissão de gás no cárter	nula	Nula

Fonte: IBAMA (2011)

Nota: (1) Em 2014 -> para todos os novos lançamentos

A partir de 2015 -> para todos os veículos comercializados

(2) Aplicável somente a veículos movidos a GNV;

(3) Aplicável somente a veículos movidos a gasolina ou etanol;

(4) Aplicável somente a veículos movidos a óleo diesel;

(5) Aplicável aos ensaios realizados em câmara selada de volume variável

(6) Aplicado a todos os veículos a partir de 1º/1/2012

Quadro 9 - Veículos Leves Comerciais - massa referência para ensaio menor que 1700kg

POLUENTES	LIMITES		
	Fase L-4 ⁽¹⁾	Fase L-5	Fase L-6 ⁽²⁾
	Desde 1º/1/2005	Desde 1º/1/2009	A partir de 1º/1/2012
Monóxido de carbono (CO em g/km)	2,00	2,00	1,30
Hidrocarbonetos (HC em g/km)	0,30 ⁽³⁾	0,30 ⁽³⁾	0,30 ⁽³⁾
Hidrocarbonetos não metano (NMHC em g/km)	0,16	0,05	0,05
Óxidos de nitrogênio (NOx em g/km)	0,25 ⁽⁴⁾ ou 0,60 ⁽⁵⁾	0,12 ⁽⁴⁾ ou 0,25 ⁽⁵⁾	0,08
Material particulado ⁽⁵⁾ (MP em g/km)	0,08	0,05	0,03
Aldeídos ⁽⁴⁾ (CHO g/km)	0,03	0,02	0,02
Emissão evaporativa ⁽⁴⁾ (g/ensaio)	2,0	2,0	1,5 ⁽⁷⁾ ou 2,0 ⁽⁶⁾⁽⁷⁾
Emissão de gás no cárter	Nula	nula	Nula

Fonte: IBAMA (2011)

Nota: (1) **Permanece em vigor nos anos de 2009, 2010 e 2011, somente para os veículos Diesel, por força de Acordo Judicial homologado pelo Juízo federal no estado de São Paulo**

(2) Em 2012 -> Inicia para os veículos Diesel dos signatários do Acordo Judicial;

A partir de 2013 -> para todos os veículos Diesel;

A partir de 2014 -> para os novos lançamentos de veículos do ciclo Otto;

A partir de 2015 -> para todos os veículos comercializados.

- (3) Aplicável somente a veículos movidos a GNV;
 (4) Aplicável somente a veículos movidos a gasolina ou etanol;
 (5) Aplicável somente a veículos movidos a óleo diesel;
 (6) Aplicável aos ensaios realizados em câmara selada de volume variável
 (7) Aplicável a todos os veículos a partir de 1º/1/2012

Quadro 10 - Veículos Leves Comerciais - massa referência para ensaio maior que 1700 kg

POLUENTES	LIMITES		
	Fase L-4 ⁽¹⁾	Fase L-5	Fase L-6 ⁽²⁾
	desde 1º/1/2005	a partir de 1º/1/2009	a partir de 1º/1/2012
Monóxido de carbono (CO em g/km)	2,70	2,70	2,00
Hidrocarbonetos (HC em g/km)	0,50 ⁽³⁾	0,50 ⁽³⁾	0,50 ⁽³⁾
Hidrocarbonetos não metano (NMHC em g/km)	0,20	0,06	0,06
Óxidos de nitrogênio (NOx em g/km)	0,43 ⁽⁴⁾ ou 1,00 ⁽⁵⁾	0,25 ⁽⁴⁾ ou 0,43 ⁽⁵⁾	0,25 ⁽⁴⁾ ou 0,35 ⁽⁵⁾
Material particulado ⁽⁵⁾ (MP em g/km)	0,10	0,06	0,04
Aldeídos ⁽⁴⁾ (CHO g/km)	0,06	0,04	0,03
Emissão evaporativa (g/ensaio)	2,0	2,0	1,5 ⁽⁴⁾⁽⁷⁾ ou 2,0 ⁽⁴⁾⁽⁶⁾⁽⁷⁾
Emissão de gás no cárter	Nula	nula	Nula

Fonte: IBAMA (2011)

Nota: (1) Permanece em vigor nos anos de 2009, 2010 e 2011, somente para os veículos Diesel, por força de Acordo Judicial homologado pelo Juízo federal no estado de São Paulo

(2) Em 2012 -> Inicia para os veículos Diesel dos signatários do Acordo Judicial;

A partir de 2013 -> para todos os veículos Diesel;

A partir de 2014-> para os novos lançamentos de veículos do ciclo Otto;

A partir de 2015 -> para todos os veículos comercializados.

(3) Aplicável somente a veículos movidos a GNV;

(4) Aplicável somente a veículos movidos a gasolina ou etanol;

(5) Aplicável somente a veículos movidos a óleo diesel;

(6) Aplicável aos ensaios realizados em câmara selada de volume variável

(7) Aplicável a todos os veículos a partir de 1º/1/2012

Quadro 11 - Veículos Pesados – Ciclo Diesel – Convencional e com Pós-tratamento

POLUENTES	LIMITES		
	Fase P-5 ⁽¹⁾	Fase P-6	Fase P-7
	desde 1º/1/2004	a partir de 1º/1/2009	a partir de 1º/1/2012
Monóxido de carbono (CO em g/kW.h)	2,10	1,50	1,50
Hidrocarbonetos (HC em g/kW.h)	0,66	0,46	0,46
Óxidos de nitrogênio (NOx em g/kW.h)	5,00	3,50	2,00
Material particulado (MP em g/kW.h)	0,10 ou 0,13 ⁽²⁾	0,02	0,02
Opacidade ELR (m ⁻¹)	0,80	0,50	0,50

Fonte: IBAMA (2011)

Nota: (1) Permanece em vigor nos anos de 2009, 2010 e 2011 por força de Termo de Ajustamento homologado pelo Juízo Federal no estado de São Paulo

(2) Aplicável somente a motores de cilindrada unitária inferior a 0,75 dm³ e rotação à potência nominal superior a 3000 m⁻¹;

Quadro 12 - Veículos Pesados - Ciclo Diesel – Convencional e com Pós-tratamento

POLUENTES	LIMITES		
	Fase P-5 ⁽¹⁾	Fase P-6	Fase P-7
	desde 1º/1º/2004 ⁽²⁾	a partir de 1º/1º/2009	a partir de 1º/1º/2012
Monóxido de carbono (CO em g/kW.h)	5,45	4,00	4,00
Hidrocarbonetos não metano (NMHC - g/kW.h)	0,78	0,55	0,55
Metano (CH ₄ em g/kW.h)	NE	NE	NE
Óxidos de nitrogênio (NOx em g/kw.h)	5,0	3,50	2,00
Material particulado (MP em g/kW.h)	0,16 ou 0,21 ⁽³⁾	0,03	0,03

Fonte: IBAMA (2011)

Nota: **(1) Permanece em vigor nos anos de 2009, 2010 e 2011 por força de Termo de Ajustamento homologado pelo Juízo Federal no estado de São Paulo**

(2) Aplicável somente para veículos com pós-tratamento

(3) Aplicável somente a motores de cilindrada unitária inferior a 0,75 dm³ e rotação à potência nominal superior a 3000 m⁻¹;

(NE) não exigível.

Quadro 13 - Veículos Pesados – Movidos a GNV

POLUENTES	LIMITES	
	Fase P-6	Fase P-7
	desde 1º/1/2009	a partir de 1º/1/2012
Monóxido de carbono (CO em g/kW.h)	4,00	4,00
Hidrocarbonetos não metano (NMHC - g/kW.h)	0,55	0,55
Metano (CH ₄ em g/kW.h)	1,10	1,10
Óxidos de nitrogênio (NOx em g/kw.h)	3,50	2,00
Material particulado (MP em g/kW.h)	NE	NE

Fonte: IBAMA (2011)

Nota: **(NE)** não exigível.

Quadro 14 - Ciclomotores

POLUENTES	LIMITES
	Desde 1º/1/2005 ⁽¹⁾⁽²⁾
Monóxido de carbono (CO em g/km)	1,0
Hidrocarbonetos + óxidos de nitrogênio (HC + NOx em g/km)	1,2

Fonte: IBAMA (2011)

Nota: **(1)** a produção ou importação de até 50 unidades de um modelo por ano, num total máximo de 100 unidades de diferentes modelos por importador ou fabricante, poderá ser isenta da apresentação do atendimento aos limites;

(2) em 1/1/2005 iniciou para todos os novos lançamentos de modelos.
em 1/1/2006 exigido para todos os modelos.

Quadro 15 – Motocicletas

POLUENTES		LIMITES			
		Desde 1º/1/2005 ⁽¹⁾⁽²⁾		a partir de 1º/1/2009 ⁽¹⁾	
		Motorização			
		< 150 cc	≥ 150 cc	< 150 cc	≥ 150 cc
Monóxido de carbono (CO em g/km)		5,5	5,5	2,0	2,0
Hidrocarbonetos (HC em g/km)		1,2	1,0	0,8	0,3
Óxidos de nitrogênio (Nox em g/km)		0,3	0,3	0,15	0,15
Monóxido de carbono em marcha lenta (CO _{Marcha Lenta})	≤ 250 cc	6,0%			
	> 250 cc	4,5%			

Fonte: IBAMA (2011)

Nota: **(1)** a produção ou importação de até 50 unidades de um modelo por ano, num total máximo de 100 unidades de diferentes modelos por importador ou fabricante, poderá ser isenta da apresentação do atendimento aos limites;

(2) – em 1/1/2005 -> iniciou para todos os novos lançamentos de modelos.
em 1/1/2006 -> exigido para todos os modelos.

Os programas estabelecem limites de emissão com cronogramas bem elaborados de acordo com a realidade social e tecnológica brasileira. Os dados acima apresentados revelam a eficácia desses programas, traduz à evolução do parque industrial, o surgimento de novas tecnologias, a melhoria na qualidade dos combustíveis automotivos, redução da emissão dos gases poluentes em até 98%, formação e especialização de mão-de-obra, geração de novos empregos e o estímulo para novos investimentos na indústria automotiva.

Os estados brasileiros têm autonomia para estabelecer uma legislação própria do controle ambiental baseada na Constituição da República Federativa do Brasil, constituída por Leis, Decretos, Portarias e Resoluções. O Quadro 16 apresenta as principais regulamentações da legislação ambiental brasileira (CONAMA, 2012).

Quadro 16 – Resoluções do CONAMA. (Referente - PROCONVE/PROMOT)

Resolução nº 5, de 15/06/1989	Dispõe sobre o Programa Nacional de Controle da Poluição do Ar – PRONAR.
Resolução nº 3, de 28/06/1990	Dispõe sobre padrões de qualidade do ar, previstos no PRONAR
Resolução nº 299, de 25/10/2001	Estabelece procedimentos para elaboração de relatório de valores para o controle das emissões dos veículos novos produzidos e/ou importados.
Resolução nº 315, de 29/10/2002	Dispõe sobre novas etapas para o Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores - PROCONVE, para serem atendidas nas homologações dos veículos automotores novos, nacionais e importados, leves e pesados, destinados exclusivamente ao mercado interno brasileiro.
Resolução nº 342, de 25/09/2003	Estabelece novos limites para emissões de gases poluentes por ciclomotores, motocicletas e veículos similares novos, em observância à Resolução nº 297, de 26 de fevereiro de 2002, e dá outras providências.
Resolução nº 403, de 11/11/2008	Dispõe sobre a nova fase de exigência do Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores- PROCONVE para veículos pesados novos (Fase P-7) e dá outras providências.
Resolução nº 414, de 24/09/2009	Altera a Resolução Conama nº 18, de 06 de maio de 1986, e reestrutura a Comissão de Acompanhamento e Avaliação do PROCONVE – CAP, em seus objetivos, competência, composição e funcionamento.
Resolução nº 415, de 24/09/2009	Dispõe sobre nova fase (PROCONVE L6) de exigências do Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores- PROCONVE para veículos automotores leves novos de uso rodoviário e dá outras providências
Resolução nº 435, de 16/12/2011	Altera a redação do art. 20 e do art. 33 da Resolução nº 418, de 25 de novembro de 2009, alterada pela Resolução nº 426, de 14 de dezembro de 2010, e regulamenta a entrada em vigor nos estados e nos municípios dos programas de inspeção e manutenção dos motocicletas e veículos similares com motor do ciclo Otto de 4 tempos.
Resolução nº 18, de 06/05/1986	Dispõe sobre a criação do Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores – PROCONVE.
Resolução nº 8, de 31/08/1993	Complementa a Resolução nº 18/86, que institui, em caráter nacional, o Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores - PROCONVE, estabelecendo limites máximos de emissão de poluentes para os motores destinados a veículos pesados novos, nacionais e importados.
Resolução nº 14, de 13/12/1995	Estabelece prazo para os fabricantes de veículos automotores leves de passageiros equipados com motor do ciclo Otto apresentarem ao IBAMA um programa trienal para a execução de ensaios de durabilidade por agrupamento de motores.
Resolução nº 15, de 13/12/1995	Dispõe sobre a nova classificação dos veicular automotores para o controle de emissão de gases, material particulado e evaporativo, e dá outras providências.
Resolução nº 16, de 13/12/1995	Dispõe sobre os limites máximos de emissão de poluentes para os motores destinados a Veículos pesados novos nacionais e importados e determina a homologação e certificação de veículos novos do ciclo Diesel quanto ao índice de fumaça em aceleração livre.
Resolução nº 226, de 20/08/1997	Estabelece limites máximos de emissão de fuligem de veículos automotores.
Resolução nº 241, de 30/06/1998	Dispõe sobre os prazos para o cumprimento das exigências relativas ao PROCONVE para os veículos importados.
Resolução nº 282, de 12/07/2001	Estabelece os requisitos para os conversores catalíticos destinados a reposição, e dá outras providências.

Resolução nº 291, de 25/10/2001	Regulamenta os conjuntos para conversão de veículos para o uso do gás natural e dá outras providências.
Resolução nº 297, de 26/02/2002	Estabelece os limites para emissões de gases poluentes por ciclomotores e veículos similares novos
Resolução nº 299, de 25/10/2001	Estabelece procedimentos para elaboração de relatório de valores para o controle das emissões dos veículos novos produzidos e/ou importados.
Resolução nº 315, de 29/10/2002	Dispõe sobre novas etapas para o Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores-PROCONVE, para serem atendidas nas homologações dos veículos automotores novos, nacionais e importados, leves e pesados, destinados exclusivamente ao mercado interno brasileiro.
Resolução nº 321, de 29/01/2003	Dispõe sobre alteração da Resolução CONAMA nº 226, de 20 de agosto de 1997, que trata sobre a especificação do óleo diesel comercial bem como das regiões de distribuição.
Resolução nº 342, de 25/09/2003	Estabelece novos limites para emissões de gases poluentes por ciclomotores, motocicletas e veículos similares novos, em observância à Resolução nº 297, de 26 de fevereiro de 2002, e dá outras providências.
Resolução nº 354, de 13/12/2004	Dispõe sobre os requisitos para adoção de sistemas de diagnose de bordo – OBD nos veículos automotores leves objetivando preservar a funcionalidade dos sistemas de controle de emissão.
Resolução nº 373, de 09/05/2006	Define critérios de seleção de áreas para recebimento de óleo diesel com Menor Teor de Enxofre – DMTE, e dá outras providências.
Resolução nº 403, de 11/11/2008	Dispõe sobre a nova fase de exigência do Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores-PROCONVE para veículos pesados novos (Fase P-7) e dá outras providências.
Resolução nº 414, de 24/09/2009	Altera a Resolução Conama nº 18, de 06 de maio de 1986, e reestrutura a Comissão de Acompanhamento e Avaliação do PROCONVE – CAP, em seus objetivos, competência, composição e funcionamento.
Resolução nº 415, de 24/09/2009	Dispõe sobre nova fase (PROCONVE L6) de exigências do Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores- PROCONVE para veículos automotores leves novos de uso rodoviário e dá outras providências.
Resolução nº 432, de 13/07/2011	Estabelece novas fases de controle de emissões de gases poluentes por ciclomotores, motocicletas e veículos similares novos, e dá outras providências.
Resolução nº 433, de 13/07/2011	Dispõe sobre a inclusão no Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores--PROCONVE e estabelece limites máximos de emissão de ruídos para máquinas agrícolas e rodoviárias novas.

Fonte: CONAMA,2012

Quadro 17 – Resoluções do CONAMA.

Resolução nº 418, de 25/11/2009	Dispõe sobre critérios para a elaboração de Planos de Controle de Poluição Veicular - PCPV e para a implantação de Programas de Inspeção e Manutenção de Veículos em Uso - I/M pelos órgãos estaduais e municipais de meio ambiente e determina novos limites de emissão e procedimentos para a avaliação do estado de manutenção de veículos em uso.
Resolução nº 426, de 14/12/2011	Altera o art. 5º e o art. 12 da Resolução CONAMA nº 418, de 2009, estabelecendo novos prazos para o Plano de Controle da Poluição Veicular e o Programa de Inspeção e Manutenção de Veículos em Uso.
Resolução nº 435, de 16/12/2011	Altera a redação do art. 20 e do art. 33 da Resolução nº 418, de 25 de novembro de 2009, alterada pela Resolução nº 426, de 14 de dezembro de 2010, e regulamenta a entrada em vigor nos estados e nos municípios dos programas de inspeção e manutenção dos motocicletos e veículos similares com motor do ciclo Otto de 4 tempos.

Fonte: CONAMA, 2012

3 CONSUMO ENERGÉTICO: SETOR DE TRANSPORTES

O processo de transformação urbana nos grandes centros, desenvolve uma economia competitiva, na busca de respostas rápidas as necessidades impostas pelo mercado, promovendo no setor de transporte uma expansão e aprimoramento de forma a atender as necessidades de mobilidade de carga e passageiro.

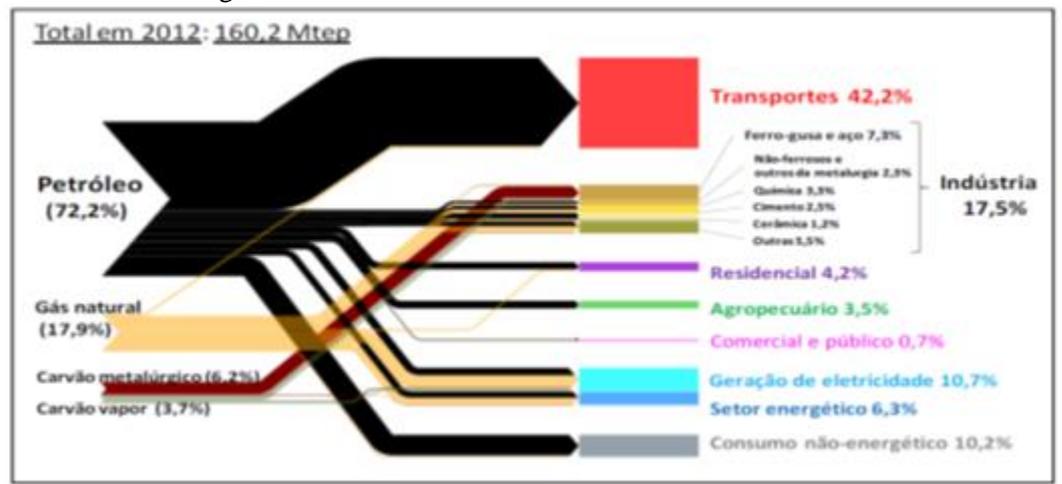
A estrutura no setor de transporte pode ser caracterizada pelos modais que a compõe, são eles: rodoviário, ferroviário, aquaviário, aeroviário e, por fim, o dutoviário. A distribuição destes modais em uma economia tem diversos impactos no que diz respeito à integração do espaço e mercados, a eficiência com que esta integração se dá (em termos de velocidade, flexibilidade e gasto de energia), além da comodidade, e impacto ambiental que vão determinar em grande parte a qualidade de vida de uma determinada região (MORAES, 2005).

Cada modal apresenta uma intensidade energética, ou seja, a capacidade de realizar trabalho em função da energia consumida. Sendo assim, certos modais para um mesmo trabalho pode consumir maior ou menor quantidade de energia. Diversos fatores influenciam o consumo de energia no setor de transporte, além da distribuição dos modais, os números de viagens, a distância percorrida e a tecnologia empregada.

O setor de transportes se diferencia dos outros pela dependência de um único tipo combustível, o derivado de petróleo, que representa cerca 97% do total de energia consumida pelos transportes, enquanto os setores residencial e industrial usam diversos tipos de combustível (BTS, 1999).

Segundo dados do Sistema de Estimativas de Emissão dos Gases do Efeito Estufa (SEEG) para o ano de 2012, 57,6% de toda energia ofertada foi proveniente das fontes primárias, destacando-se o petróleo com 39,2%, cana-de-açúcar com 15,4%, energia hidráulica 13,8%, gás natural 11,5%, lenha 11,5% e outras, um conjunto de 11%. Consumo Final Energético por Queima de Combustíveis Fósseis em 2012, por setor, tem como resultado expressivo Transporte com 42,2%, seguido, pelo setor industrial (17,5%), geração de energia elétrica (10,7%) e consumo não energético (10,2%). Os outros setores respondem, no conjunto, pela parcela restante (19,3%). (Figura 2).

Figura 2 - Consumo de combustíveis fósseis 2012



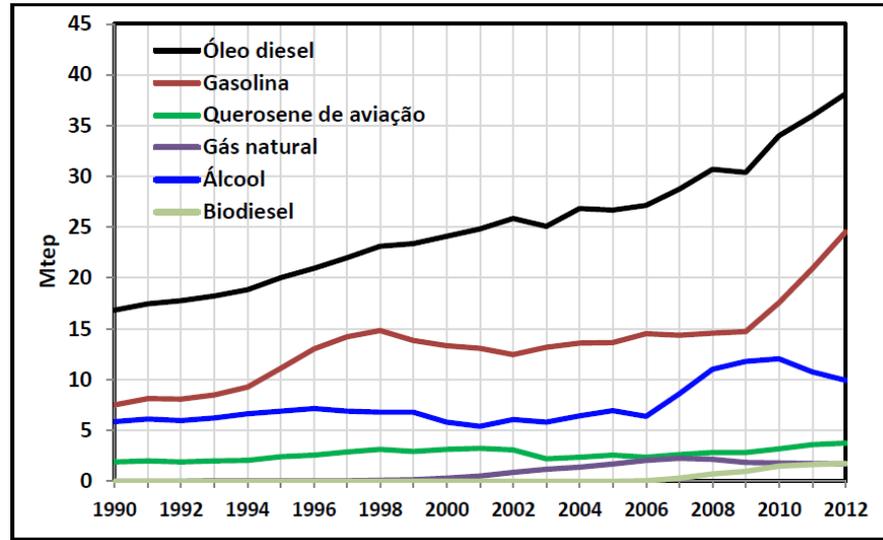
Fonte: SEEG (2013, p. 5).

De acordo com os dados do Balanço Energético Nacional – BEN, em 2013 a oferta interna de energia (total de energia demandada no país) atingiu 296,2 Mtep (milhões de toneladas equivalentes de petróleo), totalizando um crescimento de 4,5% em relação a 2012, superando o PIB que cresceu 2,3% (EPE, 2013).

O setor de transporte liderou o crescimento da demanda energética em 2013, consumindo mais de 4,1 Mtep. O aumento foi suprido pelo diesel e pelo etanol, onde o uso do etanol foi 19,9%, contribuindo para suprir a elevada demanda dos veículos leves e resultando uma diminuição do consumo de gasolina em torno de 0,2%. Em parte, este resultado se deve ao restabelecimento da proporção de 25% de álcool anidro na gasolina a partir de maio/2013 (EPE, 2013).

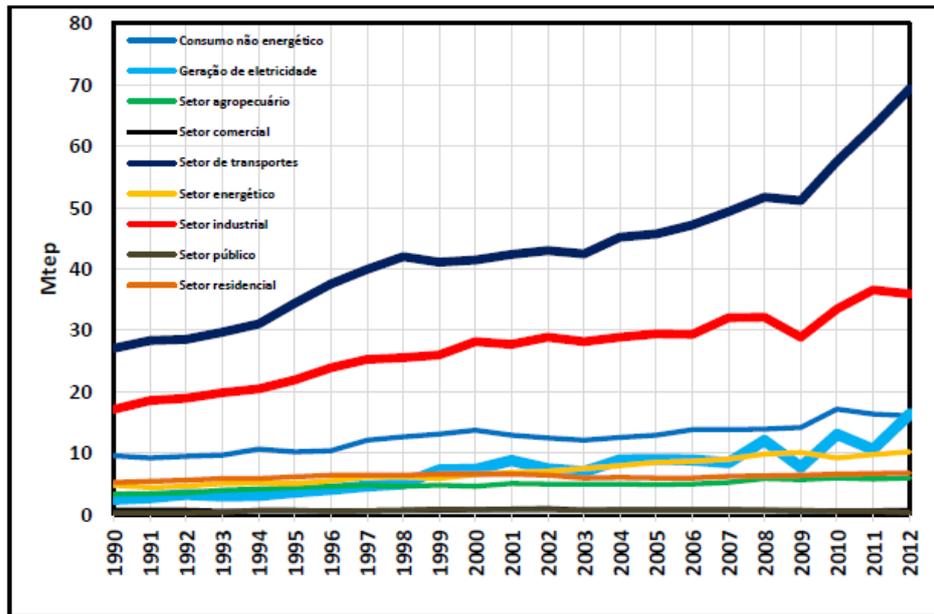
Observa-se no Gráfico 1 a dependência dos combustíveis fósseis, no período de 1990 a 2012, no setor de Transporte do Brasil, tendo como destaque o aumento no consumo do diesel e da gasolina, em virtude do modal rodoviário de carga e o incremento nas vendas de veículos urbano. No mesmo período a evolução do consumo setorial de combustíveis fósseis foi mais expressiva para o setor de transporte, atingindo em 2012 um valor de 70 Mtep (Gráfico 2).

Gráfico 1 - Consumo de combustíveis fósseis, no setor de transportes



Fonte: SEEG (2013, p. 6)

Gráfico 2 - Evolução do consumo setorial de combustíveis fósseis



Fonte: SEEG (2013, p. 6)

3.1 TAXA DE EMISSÃO DE POLUENTES NO SETOR DE TRANSPORTES

O crescente aumento no consumo de combustíveis fósseis no Brasil pelo setor de transporte, determinou o registro de eventos associados a qualidade do ar, em função da elevada emissão de substâncias poluentes, o que torna o meio inadequado a uma boa qualidade de vida

Nos veículos de motores a combustão, utilizados no transporte de passageiros e de carga, a energia química contida no combustível é liberada na forma de calor, que é convertida em energia mecânica. Nestes processos são emitidos os gases: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), monóxido de carbono (CO) e compostos orgânicos voláteis não-metânicos (COVNM) (SEEG, 2013).

As emissões de CH₄, N₂O, CO, NO_x e COVNM no transporte rodoviário brasileiro estão ligados a categoria dos veículos, da tecnologia dos motores e da intensidade de uso, sendo assim, apenas os dados de consumo de combustível apresentados pelo Balanço Energético Nacional (BEN) não seriam suficientes para realizar as estimativas dessas emissões e, desta forma, ter uma ideia mais ampla da concentração desses gases em determinado período. As estimativas das emissões de gases pelo setor de transporte representam um subsídio valioso para a atuação do poder público e da própria sociedade no planejamento, implantação e acompanhamento de políticas voltadas à melhoria da qualidade ambiental e à mitigação das mudanças climáticas (BRASIL, 2014).

As emissões de escapamento da frota circulante num determinado ano calendário, para cada poluente e ano modelo de veículo, são estimadas a partir da Equação 1. (BRASIL, 2014).
Onde:

$$E = F_r \cdot I_u \cdot F_e$$

Equação 1

- **E** = Taxa anual de emissão do poluente considerado (g/ano).
- **F_e** = Fator de emissão do poluente considerado, expresso em termos da massa de poluentes emitida por km percorrido (g poluente/Km). É específico para o ano modelo de veículo considerado e depende do tipo de combustível utilizado.
- **F_r** = Frota circulante de veículos do ano modelo considerado (número de veículos).
- **I_u** = Quilometragem por litro de combustível do veículo do tipo (Km/L)

A comercialização de veículos novos movidos a GNV é pouco expressiva em relação aos veículos movidos a gasolina, diesel e etanol. A frota circulante, composta por veículos

convertidos para GNV, não existe informações precisas e detalhadas, especialmente quanto ao número de conversões anuais por ano-modelo e o combustível original dos veículos convertidos. Dessa forma, não é possível utilizar a modelagem da emissão de gases provenientes da gasolina, diesel e etanol para o GNV.

Utilizando-se assim, a Equação 2.

Onde:

$$\mathbf{E = F_e \cdot C_{GNV}}$$

Equação 2

- **E** = taxa anual de emissão do poluente considerado, expressa em termos da massa de poluente emitida por ano (g/ano).
- **F_e** = fator de emissão do poluente considerado, expresso em termos da massa de poluente emitida por volume de GNV consumido (g/m³).
- **C_{GNV}** = consumo anual de GNV (m³/ano).

Conforme o Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores (BRASIL, 2014), a taxa anual de emissão dos poluentes, depende de um conjunto de dados, entre eles: a frota de veículos em circulação, os fatores de emissão de poluentes, a intensidade de uso e o consumo de combustíveis, que quando relacionados estabelecem o procedimento para as estimativas das emissões.

3.1.1 Fatores de emissão

Os fatores de emissão adotados para o cálculo da taxa de emissão dos poluentes, divide-se em três grupos de acordo com o tipo de veículo e combustível, conforme segue:

- Veículos Leves: automóveis e veículos comerciais leves (Ciclo Otto)
- Motocicletas
- Veículos Ciclo Diesel.

Os valores referentes ao fator médio de emissão dos poluentes regulamentados pelo PROCONVE, para veículos leves (zero Km) que operem no ciclo Otto, são disponibilizados pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). Estimam-se os fatores médio de emissão por ano de fabricação, ponderados pelo volume de vendas de cada modelo de veículo. Para as motocicletas os fatores de emissão média são apresentados por ano/modelo, nacionais /importadas e pela divisão de motorização (cilindradas do motor). Nos veículos

ciclo Diesel as emissões são medidas em termos da massa de poluentes gerados por unidade de energia realizada pelo motor, expressas em (g.poluente/kWh) (CETESB, 2010).

Abaixo, encontram-se relacionados os fatores de emissão por grupo. Os seus respectivos valores estão disponíveis no anexo a esse trabalho dissertativo.

Fatores de emissão:

- Evaporativas de automóveis e veículos comerciais leves movidos à gasolina C e a etanol hidratado.
- MP por desgaste de pneus, freios e pista por categoria.
- Escapamento de CO, NO_x, RCHO, NMHC, CH₄ e MPcomb, para automóveis e veículos comerciais leves novos, movidos a gasolina C e a etanol hidratado, em g/km.
- CO₂ por ano-calendário e combustível.
- N₂O por categoria e por combustível para veículos leves, em g/km.
- N₂O por categoria para veículos do ciclo Diesel.
- CO, NO_x, RCHO, NMHC, CH₄ e N₂O para veículos movidos a GNV, em g/km.
- CO, NO_x, NMHC, CH₄ e MPcomb para motocicletas, em g/km.
- CO, NO_x, NMHC e MPcomb para motores Diesel, em g.poluente/kWh.
- CO, NO_x, NMHC e MPcomb para motores Diesel, em g.poluente/km.
- CH₄ para motores Diesel.
- Comerciais leves homologados como veículos leves, em g.poluente/km.

3.1.2 Intensidade de uso

A intensidade de uso é um dos dados importantes para se estimar a taxa de emissão dos poluentes, através do uso dos automóveis, motocicletas e caminhões semipesados e pesados, que funcionam com a queima de combustíveis fósseis, essas máquinas térmicas trabalham em ciclos termodinâmicos.

Esses motores de combustão interna funcionam devido ao movimento de seus pistões, que devido a combustão da mistura ar/combustível gera energia suficiente para o movimento rotativo do seu eixo principal (manivelas). Os motores de ciclo Otto, utilizam combustíveis de média volatilidade (gasolina e o álcool), onde o sistema de ignição é a centelha produzida por um sistema elétrico. Os motores de ciclo Diesel utilizam como combustível o óleo diesel, que é injetado na câmara de combustão a alta pressão e conseqüente elevação de temperatura. Muitos veículos que funcionam a partir do ciclo diesel não utilizam a penas o diesel como combustível, o uso do Bio-diesel já é uma realidade na matriz energética brasileira.

[...] quando Rudolph Diesel, inventor do motor à combustão interna que leva seu nome, utilizou em seus ensaios petróleo cru e óleo de amendoim. Devido ao baixo custo e alta disponibilidade do petróleo nessa época, este passou a ser o combustível largamente usado nestes motores. Com o passar do tempo, tanto o motor quanto o combustível foram evoluindo na busca de maior eficiência e menor custo, a tal ponto que, atualmente, não mais é possível utilizar petróleo ou óleos vegetais *in natura* diretamente. Os problemas de abastecimento de petróleo no mercado mundial, gerados pelos conflitos armados que se iniciaram na década de 30, aliados à tentativa de países europeus de desenvolverem alternativas energéticas para as suas colônias tropicais, levaram à busca por soluções viáveis para a substituição do combustível fóssil. (SUAREZ; MENEGHETTI, 2007, p. 36).

Para uma análise mais qualitativa da emissão de poluentes é importante que seus resultados possam ser apresentados de forma desagregada por tipo de combustível utilizado, por tipo de aplicação – transporte de carga ou passageiros, bem como por sua capacidade ou porte. O Quadro 18 apresenta a categorização da frota de veículos.

Quadro 18 – Categorização da frota de veículos

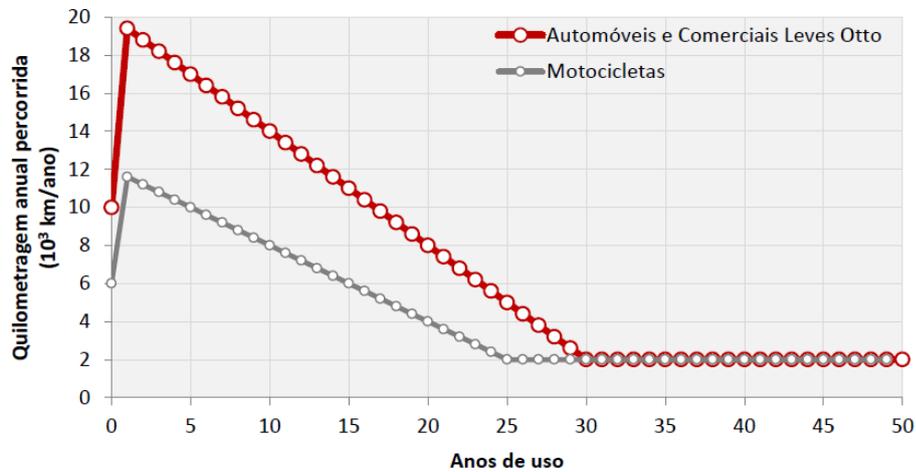
Categoria	Motor
Motocicletas - Veículo automotor de duas rodas, com ou sem <i>side-car</i> ..	Otto / Gasolina C
	Otto / Flex Fuel
Automóveis - Veículo automotor destinado ao transporte de passageiros, com capacidade para até oito pessoas, exclusive o condutor.	Otto / Gasolina C
	Otto / Etanol
	Otto / Flex Fuel
	Otto / GNV
Comerciais leves - Veículo automotor destinado ao transporte de pessoas ou carga, com peso bruto total de até 3.500 kg	Otto / Gasolina C
	Otto / Etanol
	Otto / Flex Fuel
	Diesel
Micro-ônibus Veículo automotor de transporte coletivo, capacidade para 20 passageiros	Diesel
Ônibus urbanos Veículo auto motor de transporte coletivo	Diesel
Ônibus rodoviários - Veículo auto motor de transporte coletivo	Diesel
Caminhões semileves - Veículo automotor destinado ao transporte de carga (PBT > 3,5 t. < 6 t.)	Diesel
Caminhões leves - Veículo automotor destinado ao transporte de carga (PBT ≥ 6t. < 10 t.)	Diesel
Caminhões médios - Veículo automotor, destinado ao transporte de carga (PBT ≥ 10 t. < 15 t.)	Diesel
Caminhões semipesados Veículo automotor, transporte de carga (PBT ≥ 15 t.; PBTC < 40 t.)	Diesel
Caminhões pesados Veículo automotor, transporte de carga (PBT ≥ 15 t.; PBTC ≥ 40 t.)	Diesel

Fonte: BRASIL (2014)

Pesquisas realizadas em parceria entre a CETESB e o *International Sustainable Systems Research Center* (ISSRC) indicaram uma correlação entre a idade de veículos comerciais leves do ciclo Otto e a intensidade de uso. Observou-se, que nas faixas de maior

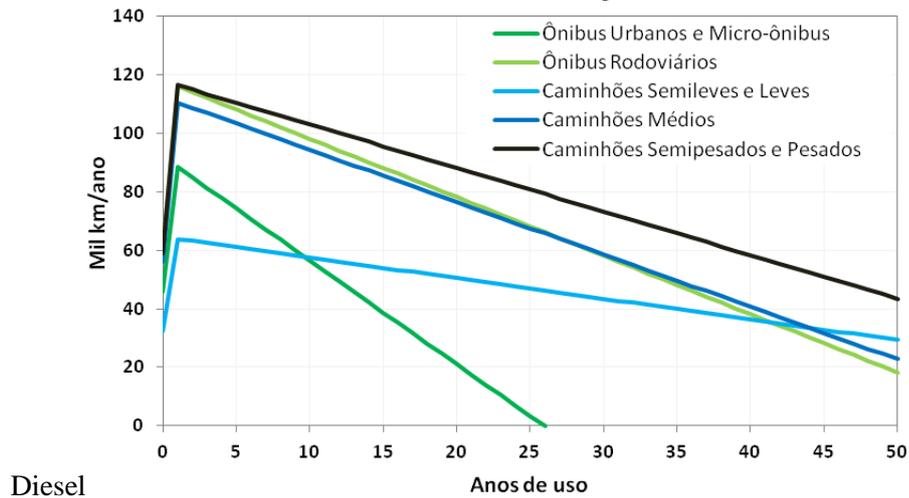
poder aquisitivo, detém os veículos mais novos e vice-versa, assim os veículos mais antigos rodam, na média, menos que os mais novos, levantamento esses, coletados dos hodômetro de 1.427 veículos em estacionamentos da cidade. A curva de quilometragem anual percorrida decrescente com a idade do veículo é representada no Gráfico 3. Em relação aos veículos com ciclo Diesel, a curva assemelha-se ao ciclo Otto, com destaque para os ônibus urbanos e micro-ônibus onde a quilometragem anual percorrida em função do ano de uso é muito menor que os caminhões pesados e semipesados (Gráfico 4).

Gráfico 3 – Intensidade de uso de referência para veículos do ciclo Otto



Fonte: BRASIL (2014)

Gráfico 4 – Intensidade de uso de referência para veículos do ciclo Diesel



Diesel

Fonte: BRASIL (2014)

3.2 CARACTERIZAÇÃO DA FROTA DE VEÍCULOS AUTOMOTORES NO BRASIL (2001-2012)

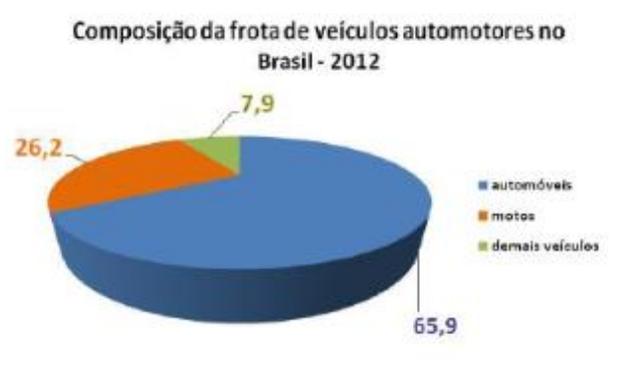
O Brasil cravou uma marca histórica na frota total de veículos automotivos no ano de 2012, atingindo 76.137.125 veículos automotores. O número de automóveis passou de 24,5 milhões, em 2001(Gráfico 5), para 50,2 milhões em 2012 (Gráfico 6). O de motocicletas passou de 4,5 milhões para 19,9 milhões e o dos demais veículos de 2,8 milhões para 5,9 milhões. Boa parte desse crescimento ocorreu principalmente nas regiões metropolitanas das grandes capitais, impulsionados por uma melhor política de créditos na aquisição dos bens. Segundo os dados, no crescimento da frota destaca-se o aumento significativo das motocicletas, por se tratar de um veículo com preços iniciais inferiores aos dos automóveis, pela melhora da renda média da classe menos favorecida, e também pela fácil mobilidade deste veículo nas grandes metrópoles (INCT, 2013).

Gráfico 5 - Composição da frota de veículos automotores no Brasil - 2001



Fonte: INCT (2013, p. 5)

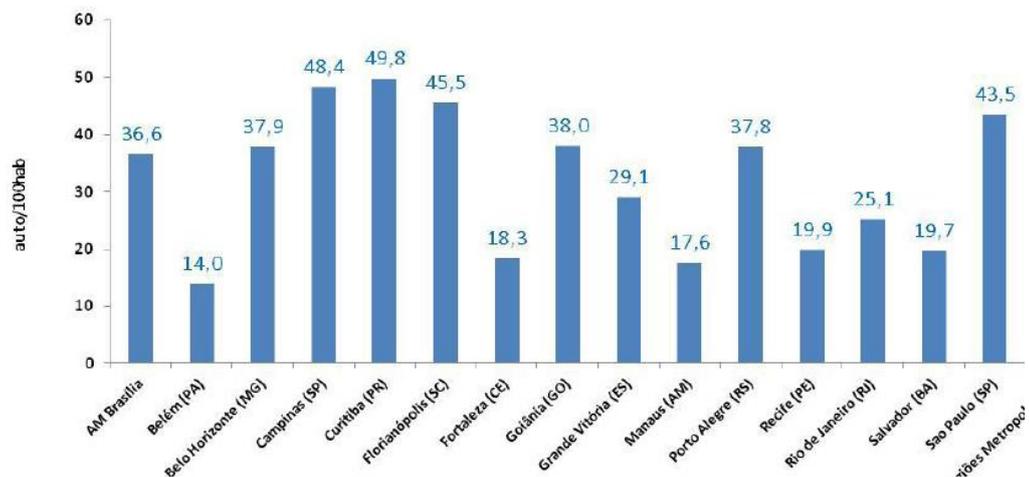
Gráfico 6 - Composição da frota de veículos automotores no Brasil - 2012



Fonte: INCT (2013, p. 5)

Conforme os dados do Instituto Nacional de Ciências e Tecnologia (INCT), a taxa de motorização no Brasil, é inferior a muitos países desenvolvidos, uma taxa que em 2012 alcançou 25,9 auto/100 hab, tende a crescer ao longo dos anos, mesmo com todos os problemas de mobilidade urbana. (INCT, 2013). Reflexo do ajuste econômico, incentivo a instalações de novos parques da indústria automobilística, com redução de tributos a fim de proteger o setor nos períodos de instabilidade econômica. Em 2012 as regiões metropolitanas com maior taxa de motorização/100 habitantes foram: Curitiba (49,8); Florianópolis (45,5); São Paulo (43,5) e as demais (média de 33,8). Em Salvador foi de 19,7, abaixo da média nacional (Gráfico 7).

Gráfico 7 – Taxa de Motorização Metropolitana do Brasil – 2012



Fonte: INCT (2013, p. 5)

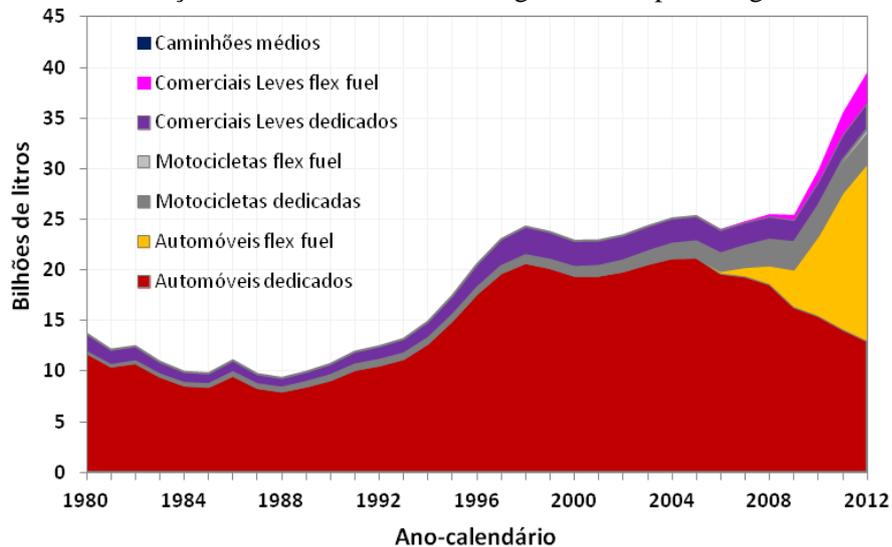
Vale salientar que a evolução da frota de motocicletas no Brasil aconteceu de forma difusa para cada região. Na região Sudeste, ocorreu um menor crescimento percentual na ordem de 283,9%, porém com uma maior concentração. No período de 2001 a 2012 o número de motocicletas passou de 2,0 milhões para 7,8 milhões. No Nordeste, houve um crescimento percentual de 508,75%, onde a frota aumentou de 836 mil para 5 milhões, enquanto no Sul ocorreu crescimento de 259,8%, com acréscimo na frota de 898 mil para 3,2 milhões. Nas regiões Norte e Centro-Oeste os percentuais registrados foram, 187,5 e 132,9%, respectivamente. A região Sudeste representa 37,9% de todo crescimento da frota, acompanhado da região Nordeste (27,6%), Sul (15,2%), Centro-Oeste (10,3%) e Norte (9%) (INCT, 2013).

3.2.1 Consumo de combustíveis

O consumo aparente de combustíveis dos veículos é utilizado para o ajuste da intensidade de uso, sendo também uma das variáveis utilizadas para o cálculo das emissões veiculares.

Observa-se, que o consumo nacional de gasolina C no transporte rodoviário aumentou a partir de 2009, principalmente devido aos veículos *flex fuel*, o mesmo não acontecendo para os automoveis dedicados, muito em função do sucateamento da frota. O aumento no consumo para os automóveis flex foi da ordem de 18 bilhões de litros para o período de 2012 (Gráfico 8).

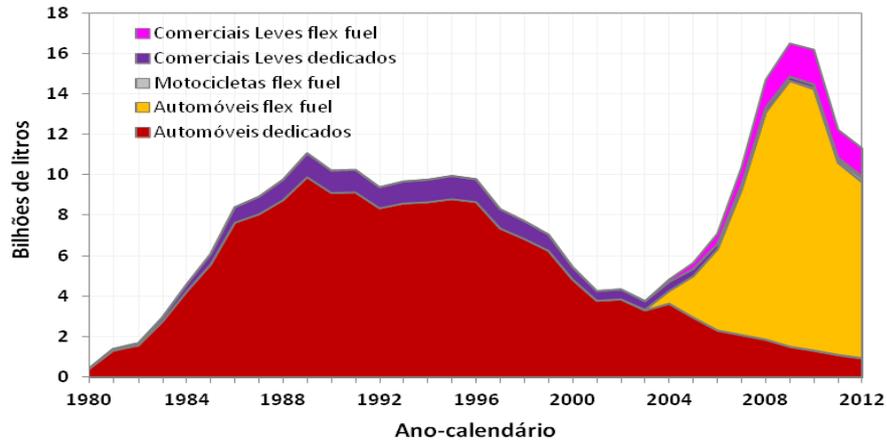
Gráfico 8 - Evolução do consumo nacional de gasolina C, por categoria de veículos



Fonte: BRASIL (2014, p. 53)

O consumo de etanol hidratado registrou um elevado crescimento a partir da entrada dos veículos *flex-fuel*, movido pelo aumento de renda e consumo, e substituição da gasolina pelo etanol. De acordo com dados da Agência Nacional do Petróleo (ANP), em 2009 as vendas de etanol hidratado cresceram 23,9%, desempenho esse devido à combinação entre baixo preço durante o ano e crescimento na venda de carros bicombustíveis, atingindo em 2012 um consumo aproximado de 9,5 bilhões de litros (Gráfico 9).

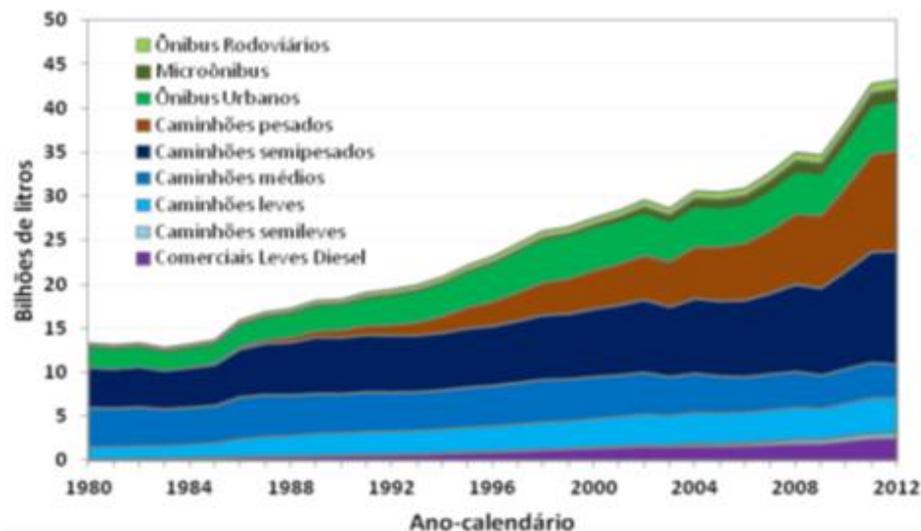
Gráfico 9 - Evolução do consumo nacional de etanol hidratado, por categoria de veículos



Fonte: BRASIL (2014 p. 54)

No início da década passada o consumo do diesel obteve uma grande elevação, tendo certo recuo no período de 2003 em virtude da estagnação na economia nacional, recuperando-se vagarosamente até 2006 em virtude do fraco desempenho do setor agrícola. A partir de 2007, com a retomada do crescimento econômico e consequentemente de um melhor desempenho dos agronegócios, aumentou o consumo, este sendo representado pelos caminhões semipesados, pesados e ônibus urbanos, os quais juntos apresentam um consumo da ordem de 42 bilhões de litros consumidos em 2012 (Gráfico 10).

Gráfico 10 - Evolução do consumo nacional de diesel por categoria de veículos

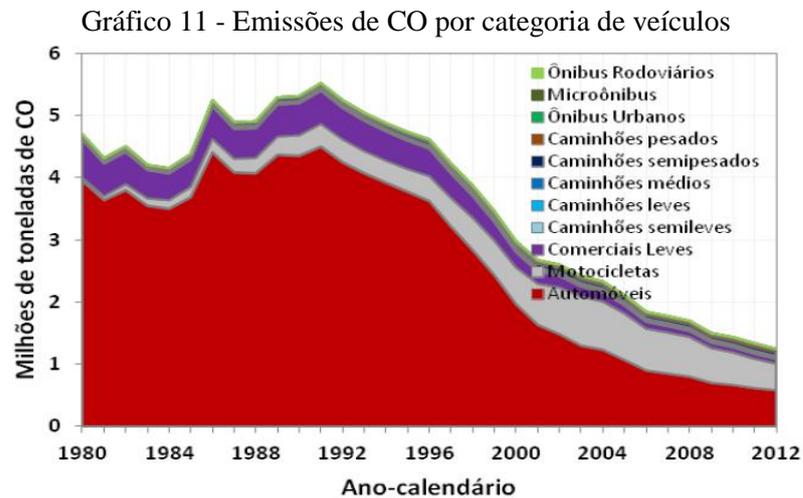


Fonte: BRASIL (2014, p. 54)

3.3 TAXA ANUAL DE EMISSÃO DOS GASES

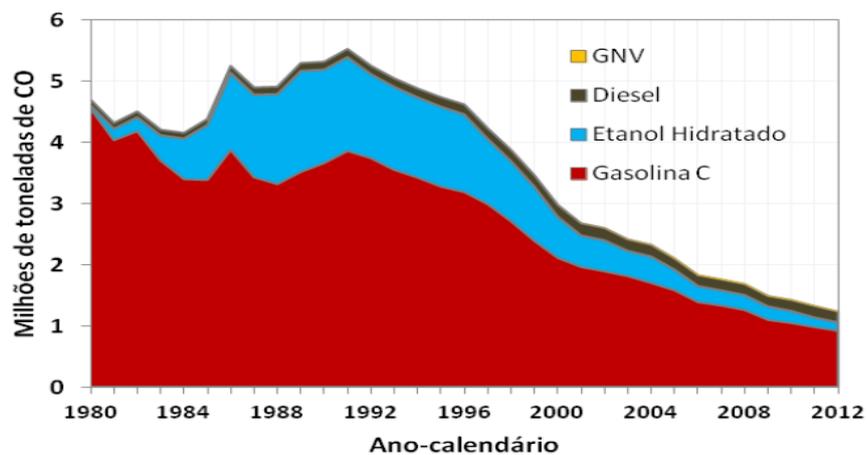
3.3.1 Emissões de CO por categoria de veículo, por tipo de combustível

Os veículos com ciclo Otto no ano de 2012, teve uma participação na emissão de CO, em torno de 88%, sendo destinados 47% das emissões aos automóveis, 34% as motocicletas e 7% aos comerciais leves. Vale salientar que a partir de 1991, aconteceu uma queda na emissão de CO, devido a implementação dos programas de controle de poluição veicular PROCONVE e o PROMOT, reduzindo de 5,5 milhões de toneladas para 1,6 milhões de toneladas de CO em 2012 (Gráfico 11). Destacam-se que 74% das emissões desse poluente foi devido a gasolina, 14% diesel, 11% etanol hidratado e 1% GNV (Gráfico 12).



Fonte: BRASIL (2014, p. 55)

Gráfico 12 – Emissão de CO por tipo de combustível



Fonte:

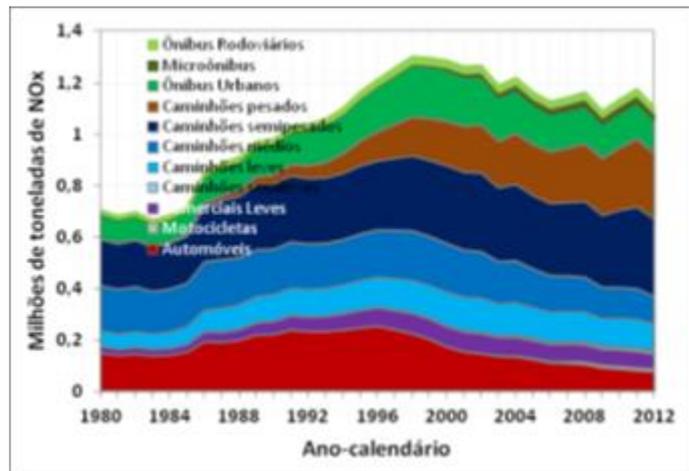
(2014, p. 56)

BRASIL

3.3.2 Emissões de NO_x por combustão por categoria de veículos, por tipo de combustível

A emissão de NO_x, teve o seu acréscimo em virtude do aumento de transporte de cargas pelas rodovias brasileiras a partir de 1985 com o uso de caminhões pesados e semipesados (veículos do ciclo diesel), atingindo um valor máximo de emissão em torno de 1,3 milhões de toneladas de emissão de NO_x no final do ano de 1990. Destaca-se, que 50% das emissões verificadas para o ano de 2012, são devido aos caminhões pesados (27%) e caminhões semipesados (23%) (Gráfico 13).

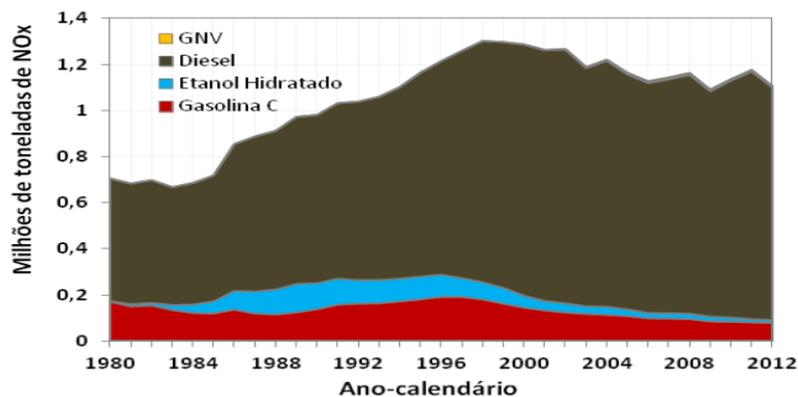
Gráfico 13 – Emissão de NO_x por categoria de veículos



Fonte: BRASIL (2014, p. 58)

A expressiva participação em 2012 do diesel na emissão de NO_x, correspondeu a 91% das emissões em relação a 7% da gasolina C, 1% do etanol hidratado e 1% do GNV (Gráfico 14).

Gráfico 14- Emissões de NO_x por tipo de combustível

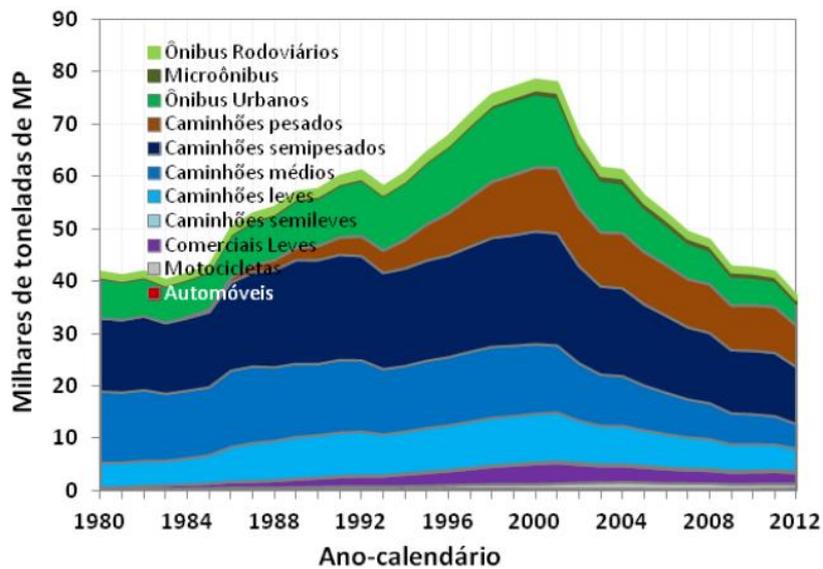


Fonte: BRASIL (2014, p. 58)

3.3.3 Emissões de MP por combustão por categoria de veículos, por tipo de combustível

Os veículos do ciclo diesel (Caminhões pesados e semipesados) tem uma participação especial na emissão de material particulado por combustão, com um percentual de 50% das emissões devido ao prolongado tempo de uso dos veículos (Gráfico 15).

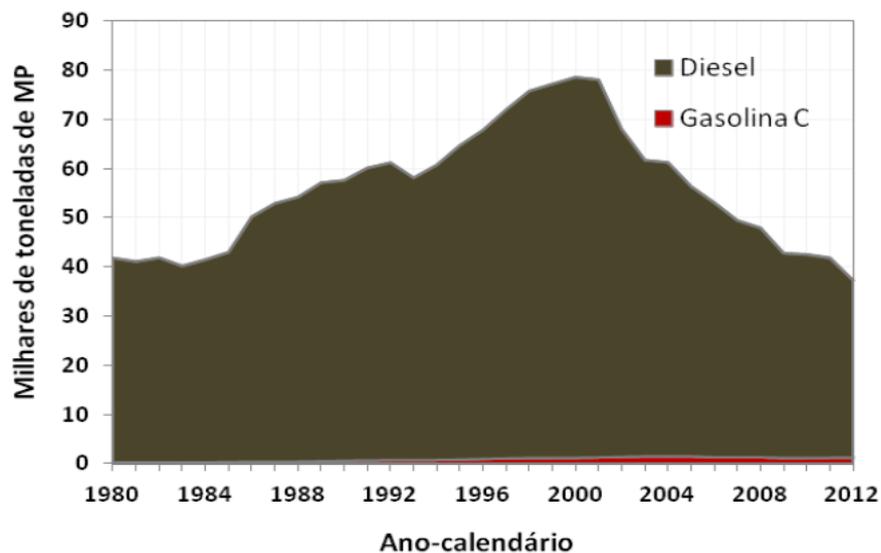
Gráfico 15 – Emissões de MP por combustão por categoria de veículos



Fonte: BRASIL (2014, p. 60)

Nota-se, que 96% de todo MP emitido em 2012 pelo setor de transporte rodoviário é oriundo dos motores a ciclo diesel (Gráfico 16).

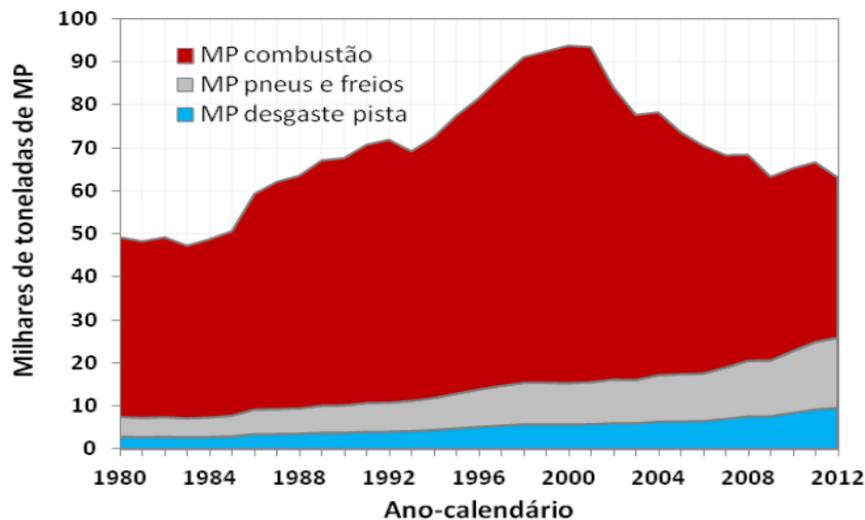
Gráfico 16 - Emissões de MP por combustão por tipo de combustível



Fonte: BRASIL (2014, p. 61)

A emissão total de MP corresponde a soma da emissão de MP por combustão mais a emissão de MP do desgaste das pistas, freios e pneus. A emissão por desgaste tem como consequência o aumento na quilometragem anual percorridas pelos veículos, com o constante crescimento da frota a emissão total de MP acumula em 2012 um total de 63 mil toneladas, sendo 59% por combustão, 26% devido aos desgastes nos pneus e 15% desgastes das pistas, (Gráfico 17).

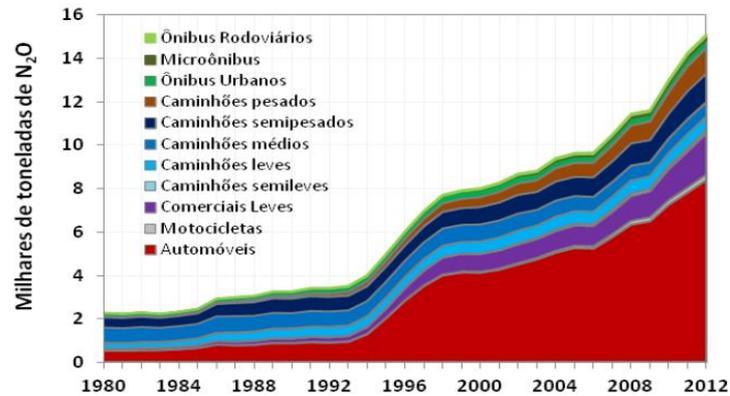
Gráfico 17 - Emissões totais de MP por tipo de emissão



Fonte: BRASIL (2014, p. 62)

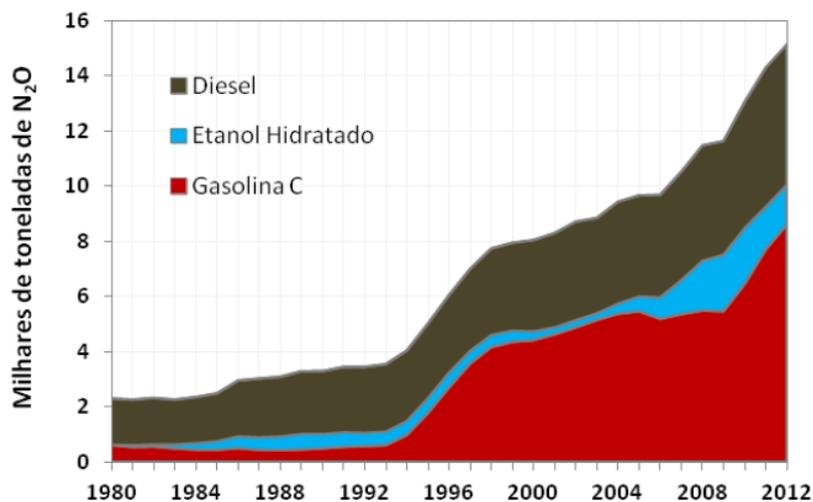
3.3.4 Emissões de óxido nitroso (N₂O) por categoria de veículos, por tipo de combustível

Entre 1980 a 2012 a emissão de N₂O cresceu alinhada com o aumento da frota de veículos circulantes. De acordo com as exigências estabelecidas pelos programas PROCONVE e PROMOT, a tendência é a redução das taxas em função das novas tecnologias nos motores a ciclo Otto e Diesel, com o uso de catalizadores mais eficientes. Para o ano de 2012 as emissões de N₂O registrada por veículos foram: 55% oriundas de automóveis, 2% de motocicletas (considerando apenas as movidas a gasolina C) e 12% de veículos comerciais leves, 17% de caminhões pesados e semipesados e 4% de ônibus urbanos e micro-ônibus (Gráfico 18).

Gráfico 18 - Emissões de N₂O por categoria de veículos

Fonte: BRASIL (2014, p. 69)

O aumento do consumo de gasolina C a partir de 1990 acarretou uma maior emissão do poluente, sendo que em 2012, 57% da emissão de N₂O foi devido a queima de gasolina C, 9% de etanol hidratado e 34% de óleo diesel (Gráfico 19).

Gráfico 19 - Emissões de N₂O por tipo de combustível

Fonte: BRASIL (2014, p. 69)

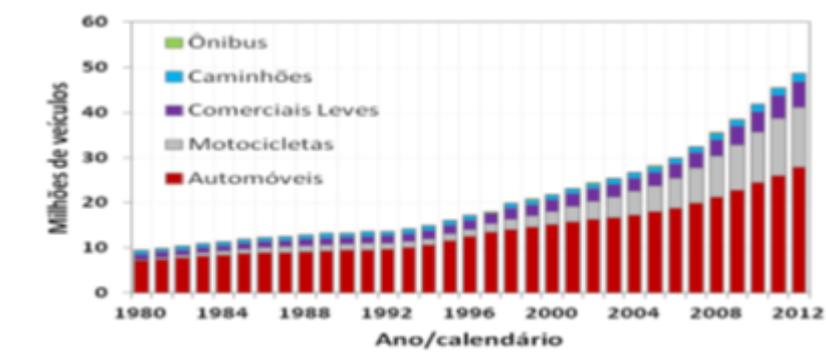
3.4 ANÁLISE DA FROTA DE VEÍCULOS

3.4.1 Frota de veículos em circulação

Entre os anos de 1980 a 2012 a frota de veículos circulantes no Brasil apresentou números crescentes, estimulada pela modernização da indústria automobilística, melhoria do padrão sócio econômico da população e das políticas adotadas para facilitar a aquisição de automóveis e motocicletas nos últimos anos. No ano de 2012 a frota de veículos atingiu um

patamar próximo de 49 milhões, sendo 57% automóveis, 28% motocicletas, 11% veículos comerciais leves, 3% caminhões e 1% ônibus (Gráfico 20) (BRASIL 2014).

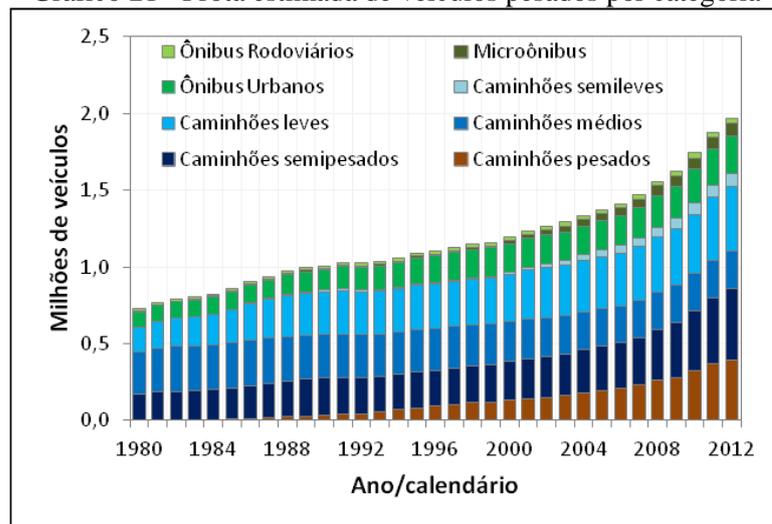
Gráfico 20- Frota nacional de veículos circulantes



Fonte: BRASIL (2014)

Quanto aos veículos de carga, os caminhões pesados representaram 19% da frota, semipesados 23%, médios 1%, leves 22%, semileves 4%, ônibus urbanos 13%, rodoviários 2% e micro-ônibus 4%. O crescimento dos caminhões pesados a partir do final dos anos 80 é estimulado pelo transporte de cargas em virtude da precariedade dos portos e ferrovias. Atingindo um total de 2 milhões de veículos pesados em 2012 (Gráfico 21).

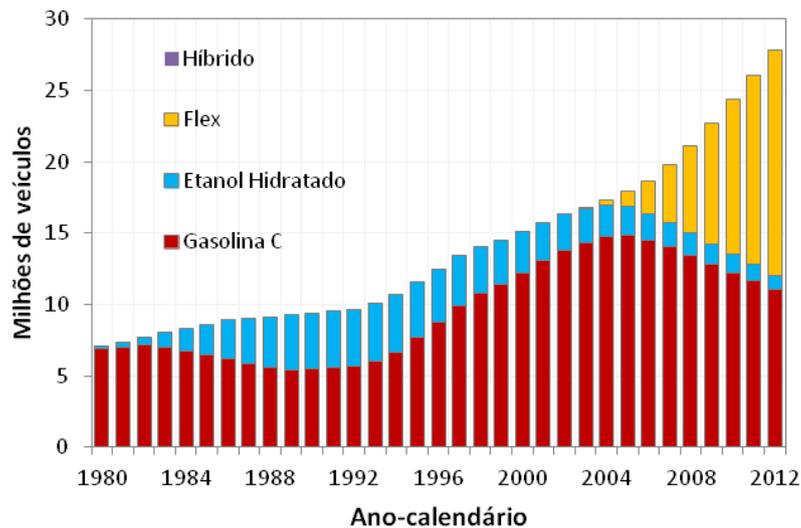
Gráfico 21 - Frota estimada de veículos pesados por categoria



Fonte: BRASIL (2014, p. 25)

Com uma melhor tecnologia na motorização dos automóveis, ao final de 2012 dos aproximados 27 milhões de automóveis que compõem a frota, 57% era com motorização *flex fuel*, 40% com motorização a gasolina e apenas 3% a etanol hidratado (Gráfico 22).

Gráfico 22 - Frota estimada de automóveis por tipo de combustíveis

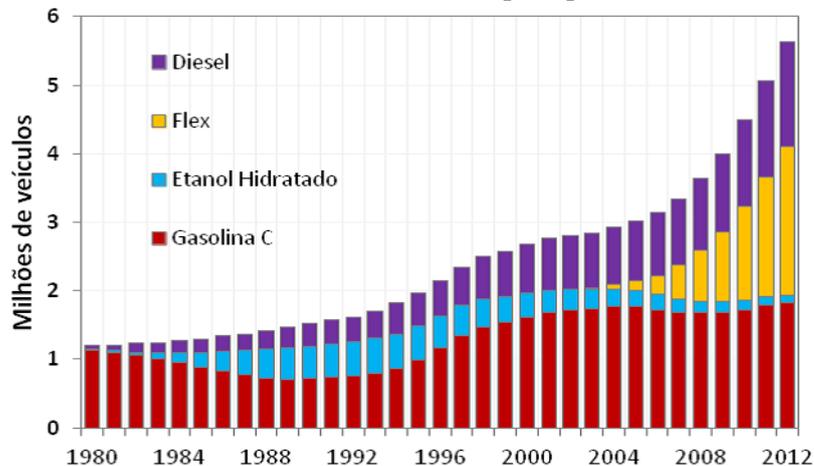


Fonte: BRASIL (2014, p. 26)

Destacando-se a tecnologia de motorização *flex fuel*, pela possibilidade de escolha do consumidor na utilização dos combustíveis (gasolina C e etanol hidratado), representando um fator de atratividade e diferenciação no mercado consumidor.

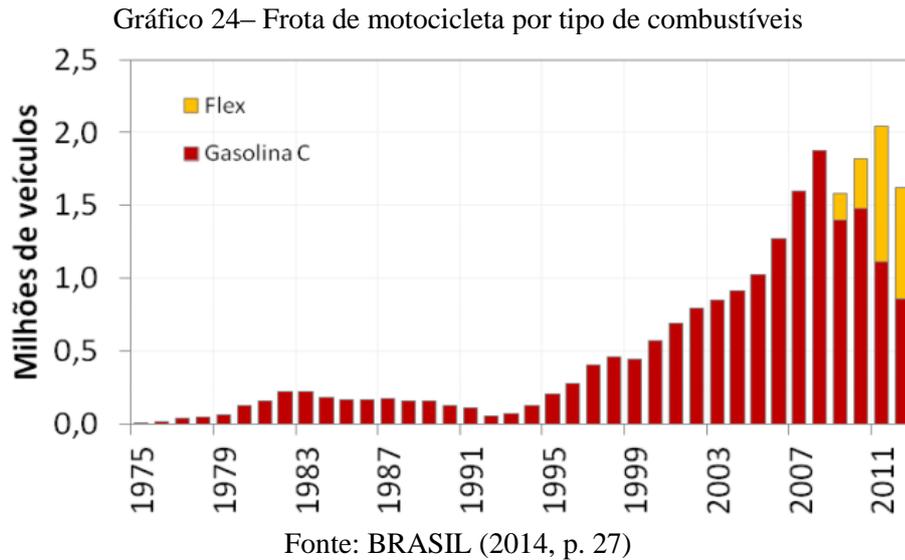
Esta tecnologia também impulsionou a venda de comerciais leves onde ao final de 2012 a frota estimada foi de 5,8 milhões, sendo 38% de veículos *flex fuel*, 36% a gasolina, 27% com motorização diesel e apenas 2% a etanol (Gráfico 23).

Gráfico 23 – Frota de comerciais leves por tipo de combustíveis



Fonte: BRASIL (2014, p. 27)

A frota de motocicleta obteve um crescimento elevado a partir dos anos 90, principalmente para pequenas cilindradas, onde o valor inicial para aquisição é muito atrativo, além de facilitar a mobilidade nos centros urbanos, acentuando esse movimento em 2009, com o surgimento dos motores *flex flue* para motocicletas. Alcançando um total aproximado de 1,6 milhões de motocicletas em 2012 (Gráfico 24).



A evolução da frota de veículos, do consumo de combustíveis, a estimativa da emissão de gases poluentes, são subsídios valiosos para atuação do poder público e da sociedade no planejamento, implantação de políticas que visam a melhoria da qualidade ambiental e a mitigação das mudanças climáticas numa dada área geográfica e em um certo período de tempo.

Baseado nos pressupostos acima, esse trabalho dissertativo, busca identificar as concentrações dos gases poluentes devido as emissões dos veículos automotores na Av. Luís Vianna Filho, localizada na cidade do Salvador-BA, que sofre um processo de urbanização acelerado e concentrador.

4 URBANIZAÇÃO DE SALVADOR

Nos centros urbanos o sistema de transporte é responsável pelo deslocamento da população, sendo um dos pontos fortes para crescimento e desenvolvimento de uma cidade. Faz-se necessário, uma frota que se desloque de forma rápida e organizada, fazendo com que o fluxo do comércio seja a cada momento mais intenso, produzindo e distribuindo seus produtos com uma máxima rapidez, deslocando a população de modo confortável em um menor tempo possível. Dessa forma, o sistema de transporte e as atividades são pontos essenciais para uma boa mobilidade urbana.

A cidade do Salvador, capital do estado da Bahia, com uma população estimada em 2.675.656 habitantes (IBGE, 2013), com área territorial de 693,276 km², latitude 12°58'16'' S e longitude 38°30'39''W, constitui elemento de pesquisa dessa dissertação, por se tratar da terceira cidade mais populosa do Brasil, com uma frota estimada de 785.257 veículos automotores (DENATRAN, 2013a), que circulam diariamente pelas ruas e avenidas principais do município sendo responsáveis por certa parcela da poluição ambiental em torno do perímetro urbano.

4.1 PROCESSO DE URBANIZAÇÃO DE SALVADOR

O processo de urbanização de Salvador tem o seu marco intensificador a partir do século XIX, onde a cidade começou a se transfigurar de uma região rural para uma zona urbana, principalmente pela posição geográfica da cidade em função da dinamização econômica exercida pelo porto (Figura 3). Nesse sentido, traços da modernidade pairavam pela cidade, especialmente na sua área de maior movimento, região portuária (cidade baixa) e administrativa/residencial de alta renda (cidade alta), a exemplo da implantação do sistema de transporte urbano sobre trilhos, da modernização e eletrificação de ascensores e expansão da cidade sobre o mar com o aterro do comércio ao final do século XIX (ANDRADE; BRANDÃO, 2009).

Figura 3 - Região do porto de Salvador em 1860



Fonte: Ferraz (1988, p.40)

Nesse período a cidade do Salvador-BA, não apresentava sistema de esgoto, as ruas eram constituídas de canaletas abertas por onde os esterquilínios circulavam provocando um mau cheiro e um péssimo aspecto sanitário. O sistema de esgoto existia apenas em alguns poucos pontos da cidade, sendo compostos de precárias galerias que desembocavam no riacho das Tripas e outros córregos, ou no mar. A limpeza e pavimentação das vias eram de responsabilidades dos moradores que aos poucos foi sendo transferida para o município. (DAVID, 1993).

Por volta de 1850 começaram a surgir os primeiros transportes públicos, os bondes puxados por animais, um serviço dispendioso para a grande maioria da população, que só atendia a classe mais abastarda (Figura 4). Foi durante a república (1912-1916) no governo de José Joaquim Seabra que medidas mais eficientes de urbanização começaram a melhorar a infraestrutura da cidade do Salvador-BA. Esse projeto modernizador tinha como finalidade um sistema de coleta de esgoto, abastecimento de água, ampliação e iluminação das vias, com a demolição de antigas edificações transformando áreas residenciais em comerciais (ANDRADE, 2009).

Figura 4 - Campo Grande, Centro de Salvador, década de 70 do século XIX



Fonte: Guia geográfico Salvador Antiga (2014)

Nesse processo atuaram representantes de destaque da sociedade (médicos, engenheiros, advogados, juízes) que juntos procuraram soluções para viabilizar obras de modernização da cidade. No decorrer desse período aconteceram diversas obras de melhoria nas vias, muitas delas executada por particulares, porém com falhas no seu projeto estrutural, não significando assim uma mudança essencial para a cidade. A estrutura, infraestrutura urbana e a qualidade das habitações significava a preocupação maior no projeto inicial, não tendo uma dimensão social, para educar a população em relação aos seus antigos hábitos de higiene. Evidenciando assim, para a época, impactos ambientais presentes no metabolismo urbano da capital (MATTOSO, 1992).

Com o início da concentração industrial na região centro-sul do Brasil, a economia local foi afetada, passando a região da Bahia por um processo de desaceleração econômica e populacional. Somente em meados dos anos 50, com a descoberta de petróleo na região do recôncavo baiano, o estado passou a ter um grande volume de investimento, alavancando um crescimento econômico, populacional e urbano na cidade do Salvador e entorno, surgindo assim as regiões metropolitanas. Com interesse do governo Federal em estimular a produção na década de 70 a 80, a Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) investiu na região e foi implementado o Polo Petroquímico de Camaçari. Andrade e Brandão (2009, p. 82) destacaram que:

Alguns acontecimentos de nível nacional foram fundamentais para superar esse período, a exemplo da criação da SUDENE, em 1959, que abriu mais uma via de financiamento para o desenvolvimento local, do qual a Bahia e, especialmente Salvador, se utilizou amplamente; a criação das regiões metropolitanas, em 1973, estimulando a descentralização da atividade industrial do eixo Rio de Janeiro - São Paulo; a criação do BNH, em 1964,

como alternativa para regular o intenso processo de urbanização espontânea (ilegal) que o país experimentava após a integração viária de rede urbana, repercutindo na produção de demanda para o setor de construção civil, com empreendimentos para a classe média e alta e expandindo as áreas de ganhos dos espaços metropolitanos.

Todos esses avanços não estavam em sintonia com as condições de infraestrutura local, que durante muitas décadas esteve inerte a todo o progresso das regiões do país. Para acompanhar a engrenagem do desenvolvimento, volumosas obras de foram realizadas, em grandes áreas estimulando o processo de urbanização de Salvador e regiões metropolitanas.

Comprometida com uma modernização excludente e com os interesses do capital imobiliário, a Prefeitura de Salvador, que detinha a maioria das terras do município, transferiu sua propriedade para (algumas poucas) mãos privadas através da Lei da Reforma Urbana. Promoveu uma ampliação substancial do sistema viário com a abertura das avenidas de vale, extirpando do tecido urbano um conjunto significativo de assentamentos de população pobre, que ocupavam tradicionalmente os fundos até então inacessíveis dos numerosos vales de Salvador, enquanto as classes médias e altas residiam nas suas cumeeiras. Além disso, erradicou invasões populares localizadas na orla marítima, área reservada ao turismo, outro componente da estratégia de crescimento e modernização da cidade (CARVALHO, 2013).

4.2 PLANEJAMENTO DA AV. LUÍS VIANNA FILHO

Com a criação de novas avenidas e vales e conseqüentemente uma diminuição de tempo para diversos pontos da cidade, o comércio expandiu-se para várias áreas que antes não tinha valor comercial, como também novas áreas residências começaram a despontar, elevando de maneira significativa a especulação imobiliária (PINHEIRO; COSTA, 2011).

Inicialmente a atividade comercial estava concentrada na região da Cidade Baixa, especificamente no Comércio, na Cidade Alta, região da Rua Chile e Avenida Sete de Setembro. No entanto, a ocupação de determinadas áreas do Vale do Camaragibe, as atividades comerciais e administrativas expandiram para esse novo polo gerador de serviços, área conhecida como região do Iguatemi (ANDRADE; BRANDÃO, 2009).

Um dos principais vetores da centralidade que se estabelecia no vale do Camaragibe foi o *Shopping Iguatemi*. [...] Inaugurado em 1975 com 57 lojas e capacidade para 105, possuía cerca de 1200 vagas de estacionamentos e contabilizava nos cinco primeiros anos um fluxo médio diário de 10 a 15 mil pessoas – número bastante expressivos para aquele tempo e espaço. Em 2003, com os mesmos três pisos, porém com a ampliação horizontal do espaço construído, contava com 520 lojas, 15 cinemas e um fluxo médio de 100 mil pessoas ao dia com vagas para 4.500 veículos (ANDRADE; BRANDÃO, 2009, p. 94).

A Av. Luís Vianna Filho, conhecida também como Paralela, em virtude de ser uma via paralela a orla marítima, foi construída em 1971 (Figura 5) com a necessidade de um vetor de expansão para ocupação da cidade no sentido norte, tendo sua primeira duplicação em 1974.

Figura 5 - Abertura da Avenida Paralela



Fonte: Scheinowitz, (1998, p. 62)

Com aproximadamente 14 km de extensão, duas pistas com fluxos opostos, liga a região do Iguatemi e Av. Tancredo Neves ao Aeroporto Internacional Luís Eduardo Magalhães. Na via de sentido ao aeroporto interliga com a Av. Jorge Amado (Figura 7), Av. Professor Pinto de Aguiar, Av. Orlando Gomes e Av. Edgar Santos (Figura 6).

Figura 6 – Ligação Paralela / Cabula – Salvador – BA, 2014



Figura 7 – Av. Jorge Amado – Salvador – BA, 2014



No sentido oposto (Aeroporto - Iguatemi), ligação com as avenidas Prof. Plínio Garcez de Sena, Av. São Marcos, Av. Luís Eduardo Magalhães e Rua Silveira Martins (Figura 8), vias com ligações a bairros de grande densidade demográfica, e ao Centro Administrativo da Bahia (CAB) (AZEVEDO, 2012).

Figura 8 - Acesso para Av. Luís E. Magalhães – Salvador- BA, 2014



A concepção inicial para Av. Paralela ser uma via expressa foi alterando ao longo do processo de urbanização. No início a sua ocupação teve como ponto de partida, edificações residenciais chamadas na época de conjuntos habitacionais, uma iniciativa do Governo do Estado da Bahia em parceria com o Banco Nacional de Habitação (BNH) e a Habitação e Urbanização do Estado da Bahia (URBIS), com moradias que atendessem as necessidades da classe média (Figura 9). Com a existência de grandes áreas não ocupadas e não havendo a valorização imobiliária da época, surge moradias de baixa renda, localizadas ao longo da via, como o bairro da Paz (Figura 10), comunidade do Bate-Facho (Figura 11), Vila Nova de Pituaçu, entre outras (LIMA, 2007).

Figura 9 - Conj. Habitacional Guilherme Marback. Salvador – BA, 2014



Figura 10 - Bairro da Paz. Salvador – BA, 2014



Figura 11 - Comunidade Bate – Facho. Salvador – BA, 2014



Hoje ao longo da via observa-se a existência de grandes condomínios residenciais, empresas de pequeno, médio e grande porte (Figura 12), instituições de Ensino Médio e Superior (Figura 13), *Shopping Center*, Parque de Exposição Agropecuária. Andrade e Brandão (2009, p. 119) destacou que:

Na faixa de expansão da Avenida Paralela grandes empreendimentos estão em construção, a exemplo de condomínios fechados (Alphaville e Le Parc), dois novos shoppings, além de outro, com uma única bandeira e voltado especificamente para a venda de materiais de construção. Esses novos empreendimentos juntam-se a outros já em funcionamento como faculdades particulares, revendedoras de automóveis e outros condomínios residenciais.

Figura 12 - Concessionária de veículos TOYOTA. Salvador – BA, 2014

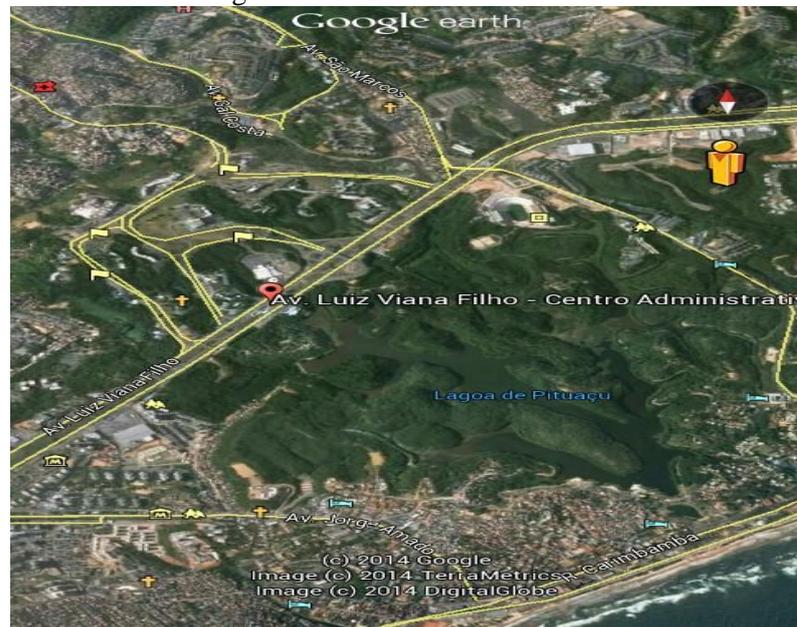


Figura 13 - Universidade do Salvador – Laureate International Universities. Salvador – BA, 2014



Apesar de toda expansão imobiliária ao longo da via, ainda é possível localizar algumas pequenas áreas de vegetação (Figura 14), como áreas próximas ao bairro de Mussurunga, cond. *Alphaville*, Parque Metropolitano de Pituvaçu, Centro Tecnológico da Bahia, 19º Batalhão de Caçadores – Exército Brasileiro. O grau de insularização (porcentagem de cobertura natural no entorno) vem diminuindo e tende a diminuir ainda mais em função da localização estratégica da região para o desenvolvimento econômico da metrópole em expansão acelerada rumo ao Litoral Norte. A degradação destes remanescentes de Mata Atlântica tem consequências extremamente graves no tocante aos, índices de qualidade do ar, mananciais, à fertilidade do solo e à proteção contra deslizamentos, além de riscos de extinção de espécies da fauna e da flora (SILVA e cols., 2008).

Figura 14 - Av. Luiz Vianna Filho



Fonte: Google Earth (2014)

É evidente que a transformação arquitetônica que vem sofrendo as áreas da Av. Paralela, traz um novo conceito de modernidade e conforto nas edificações (Figura 15), contribuindo para o crescimento da construção civil, gerando emprego e urbanizando áreas não ocupadas. Porém essa bolha imobiliária, tem provocado um deslocamento de pessoas para essa região e entorno, descaracterizando o ambiente urbano, com um número grande de pedestre, concentração de comércio informal, precariedade de acesso, dificuldade para transporte público, aumento da marginalidade e consequentemente uma segregação social urbana.

Ao se privilegiar o vetor atlântico da cidade e a região do Iguatemi, ora de forma clara ora tácita, como áreas preferenciais para o recebimento de investimentos públicos e privados – infraestrutura urbana, empreendimento comerciais e de serviços (empresariais, educacionais, de saúde e de lazer e entretenimento, entre os principais) e obras de embelezamento urbano – em detrimento das regiões do “Miolo” e do vetor da Baía de Todos os Santos produziu-se uma cidade espacialmente segregada e socialmente excludente. (MENDES, 2006, p.187)

Figura 15 - Le Parc – Salvador. Salvador – BA, 2014



A degradação da área verde no entorno da Av. Luís Vianna Filho, tem sido constante ao longo dos últimos anos, muito em função da expansão urbana desordenada, como também pela valorização dos imóveis nessa região. De acordo com a Lei do Ordenamento do Uso e da Ocupação do Solo (LOUOS), a região da Av. Paralela está configurada como Área de Concentração Linear de Uso Múltiplo (C7) e como Zona de Concentração de Uso (ZR17), consistindo numa, grande variedade de usos do solo, devido a sua capacidade de atração de atividades e empreendimentos imobiliários (SALVADOR, 1984). O surgimento desses empreendimentos enquadrados ou não no Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (PDDU) tem provocado problema de macrodrenagem, em função da impermeabilização do solo, diminuição do processo fotossintético e degradação na bacia do Jaguaribe, grande manancial aquífero local (LIMA, 2007).

Margeando a Av. Paralela, está localizado o Parque Metropolitano de Pituvaçu (Figura 16 e 17). Remanescente da Mata Atlântica, Pituvaçu foi criado pelo **Decreto Estadual nº 23.666**, de 04 de setembro 1973, com 660 hectares, o Parque Metropolitano abrange uma área de 450 hectares, onde já foi catalogada uma grande diversidade de mamíferos, aves, répteis, anfíbios e peixes. Considerado um dos pulmões da área urbana, pela sua capacidade de renovação do ar atmosférico, vem sofrendo sérias degradações, conforme relatórios descritos pela Companhia de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia (CONDER) conforme descrito:

[...] Institucional e administrativamente, não havia estrutura capaz de barrar as invasões iniciadas pelas camadas de renda média e baixa, e o que se verifica, atualmente, é uma ocupação descontrolada, que acentua cada vez mais, que contrasta, fortemente, com a harmonia e vocação natural da área.[...] (CONDER, 1978).

Figura 16 - Parque Metropolitano de Pituáçu



Fonte: Lupa (2013)

Figura 17 - Vegetação – Parque Metropolitano de Pituáçu. Salvador – BA, 2014



A substituição da mata nativa pelos aglomerados de prédios, residenciais e comerciais, o desmatamento para ampliação das vias urbanas na tentativa do aumento da capacidade viária, tornam o espaço de habitat natural em um espaço artificial agredindo a fauna e flora local.

4.3 TRÁFEGO DE VEÍCULOS NA AV. LUÍS VIANNA FILHO

Sendo um dos principais corredores estruturantes da cidade do Salvador, a Av. Luís Vianna Filho (Av. Paralela), tem apresentado problemas de fluidez. O grande número de automotores circulantes, o processo de urbanização e o aumento da população, resulta em aproximadamente 7.000 veículos/h, pico/sentido, nas suas quatro faixas/sentido (TRANSALVADOR, 2013).

A Superintendência de Trânsito e Transporte de Salvador (TRANSALVADOR), tem como missão garantir mobilidade urbana à população, através do trânsito e do serviço de transporte público, com segurança e qualidade. Com quase três milhões de habitantes e uma topografia bem heterogênea, torna-se importante um bom planejamento no setor de transporte; ainda mais que, nas últimas décadas, foi aberto um número pequeno de novas vias, enquanto a taxa de motorização mais do que duplicou, prejudicando a mobilidade soteropolitana (TRANSALVADOR, 2013).

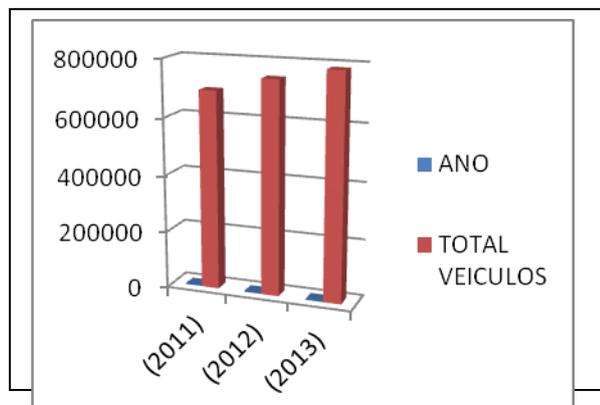
De acordo com a Transalvador (2013) circulam na Avenida Paralela, por hora, 195 ônibus que transitam entre o período das 4h da manhã até a zero hora, atingindo aproximadamente 75 linhas. Cerca de 1/3 da frota total de veículos da cidade circula por essa Avenida. A frota de veículos automotores registrada na Cidade do Salvador, até dezembro de 2013, era de 785.257 veículos (Quadro 19 e Gráfico 25), apresentando um crescimento anual de 5,460% (DENATRAN, 2013a).

Quadro 19 - Frota de veículos registrada por ano
- Salvador, 2011-2012-2013

MUNICIPIO	ANO	TOTAL VEICULOS
SALVADOR	2011	694309
SALVADOR	2012	744590
SALVADOR	2013	785257

Fonte: Detran-BA (2013)

Gráfico 25 – Frota de veículos em Salvador



Fonte: Denatran (2013a)

O crescimento acentuado na cidade e o aumento na frota de veículos faz com que o trânsito na Avenida Paralela se configure como um dos mais intensos em toda a extensão da cidade do Salvador - BA, gerando um desconforto e incomodo a todos que precisam se deslocar por essa via, como também travando acesso para outros locais que tem como ligação a avenida. A frota de Salvador triplicou nos últimos 20 anos. Em 1992, circulavam pela cidade aproximadamente 261 mil automóveis, atualmente 783 mil veículos circulam pelas ruas da capital baiana. A frota possui 68% de automóveis, 13,75% de caminhões e 14,21% de motocicletas (Quadro 20), verificando-se o grande percentual destinado aos automóveis, enfatizando a clara política do transporte individual em todo o centro urbano (DENATRAN, 2013a).

Quadro 20 - Frota de Veículos em Salvador - 2013

CATEGORIA	TOTAL
Automóvel	533990
Bonde	2
Caminhão	17747
Caminhão trator	2501
Caminhonete	53197
Camioneta	34540
Chassi Plataforma	121
Ciclomotor	706
Micro-ônibus	4039
Motocicleta	105207
Motoneta	6420
Ônibus	8194
Quadriciclo	0
Reboque	5887
Semi-reboque	3423
Side-car	17
Outros	47
Trator esteira	0
Trator de rodas	78
Triciclo	273
Utilitário	8868

Fonte: Denatran (2013a)

Para atender ao que estabelece o art. 250, § 2º do Código de Trânsito Brasileiro (CTB), ao longo de toda avenida existe sistema de fiscalização eletrônica, sendo oito radares fixos no sentido aeroporto e cinco no sentido centro. A utilização dos equipamentos eletrônicos instalados em locais definidos e em caráter permanente (Figura 18), detectam o avanço ao sinal vermelho, parada do veículo sobre a faixa de pedestre na mudança de sinal luminoso, velocidade superior à máxima permitida para a via e o controle do fluxo de veículos. As infrações são registradas por câmeras de vídeo acopladas a um sistema computadorizado, onde é gravada a imagem digitalizada do veículo detectado cometendo o avanço de sinal, a parada sobre a faixa de pedestre ou excesso de velocidade. As imagens são enviadas on-line para a central de processamento da Transalvador (TRANSALVADOR, 2013).

Figura 18 - Fiscalização eletrônica Av. Paralela. Salvador – BA, 2014



Através do sistema de fiscalização eletrônica foi registrado no mês de dezembro (2013) o fluxo de veículos automotivos nas quatro faixas que compõe uma das pistas da avenida, registrando, assim, a fluidez do trânsito. Um total de 1.674.569 veículos automotivos circularam no sentido Iguatemi - Aeroporto, sendo 43.848 motocicletas, 1.537.500 automóveis, 29.326 caminhões e 63.828 ônibus (TRANSALVADOR, 2013).

Figura 19 – Trânsito no horário das 12 h 00min na Av. Paralela. Salvador – BA, 2014



Todo esse cenário reflete a política de priorização do uso dos veículos automotivos (Figura 19), a precariedade do sistema de transporte de massa e uma rede viária que já não mais atende ao crescimento urbano. A estrutura urbana local é afetada a todo instante pela emissão de gases poluentes, como: material particulado, monóxido de carbono, óxido nitroso, dióxido de carbono entre outros, além da poluição sonora. Configurando para região um problema social-ambiental em uma das áreas mais valorizadas da cidade.

A visão de dezenas de edifícios sendo construídos ao mesmo tempo ao longo da Avenida Luiz Viana Filho (Paralela) é o prenúncio de que a região, já castigada por congestionamentos, poderá ser impactada ainda mais fortemente a partir de 2011. É quando a região deverá receber uma quantidade de moradores que se aproxima à de uma pequena cidade. Para o arquiteto Carl Von Hauenschild, membro da Comissão de Planejamento e Meio Ambiente do Instituto dos Arquitetos da Bahia (IAB-BA), um dos impactos será no trânsito. “São de 20 mil a 30 mil carros. Imagine todo mundo saindo do mesmo lugar, no mesmo horário, para a escola ou o trabalho (PARALELA, 2010).

Na busca de soluções para a mobilidade urbana na Avenida Paralela, o governador Sr. Jacques Fagner inaugurou no dia 27/09/2014 o Complexo de Viadutos do Imbuí e vias marginais da Avenida Paralela. Os viadutos (Figura 20) facilitarão a ligação entre a Paralela e os bairros do Imbuí, Boca do Rio e Stiep e a Orla Marítima. As vias marginais vão ligar o Centro Administrativo da Bahia (CAB) à Av. Luís Eduardo Magalhães e a Luís Eduardo ao bairro do Imbuí (CONDER, 2013).

Figura 20 – Complexos dos viadutos do Imbui



Fonte: Conder (2013, p. 23)

Diversas alternativas estão sendo tomadas para facilitar o fluxo de veículos, de modo a garantir o deslocamento das pessoas e bens por meio de um sistema de transporte de qualidade, integrado e rápido. É importante verificar que a velha política em relação ao setor de transporte continua em prática: investimento na infraestrutura viária, promovendo uma maior visibilidade para os executores.

Na realidade, constatou-se que, em média, cada 10% de melhoria na velocidade de tráfego causa 5% a mais de trânsito no curto prazo e 10% no longo prazo. O tempo economizado na via com menos trânsito é utilizado em mais circulação. Portanto, conclui-se que o aumento da infraestrutura viária acaba induzindo o aumento do tráfego. Ademais, esta estratégia, exige investimentos altos. Muitas vezes é preciso desapropriar terras, causando problemas sociais, e, no fim, de modo geral, a ampliação da capacidade viária acaba sendo absorvida pelo crescimento da frota e pelo aumento do número de viagens (MACEDO, 1999, p. 16).

Por esse vetor de expansão das regiões metropolitanas a tendência para os próximos anos é um aumento expressivo na área de ocupação do solo, na modalidade comercial e residencial, no aumento do fluxo de veículos, trazendo uma responsabilidade maior aos órgãos de planejamento e controle, pelo tráfego de veículos e monitoramento do índice de qualidade do ar.

5 MONITORAMENTO DO AR

A ação de monitorar poluentes atmosféricos deve ser entendido como um processo de amostragem e análise contínua de contaminantes existentes no ar. A apreciação periódica da qualidade do ar proporciona um conjunto de dados essencial à orientação de políticas públicas de controle e substituição de tecnologias utilizadas nas atividades antrópicas. Visando assim, a introdução de processos e tecnologias que minimizam a emissão de gases poluentes e material particulado.

5.1 ESTAÇÃO DE MONITORAMENTO E PARÂMETROS MONITORADOS

O monitoramento da qualidade do ar na cidade do Salvador-BA tem como objetivo observar de forma contínua os índices de concentração na atmosfera dos poluentes que podem afetar a qualidade do ar. Informando e esclarecendo a população o IQAr e as condições meteorológicas de superfícies, devido a emissão das fontes fixas e móveis.

No estado da Bahia, estão em operação duas redes de monitoramento da qualidade do ar: a rede de monitoramento da região metropolitana do Salvador e a rede de monitoramento do Polo Petroquímico e Industrial de Camaçari.

A rede de monitoramento da RMS é resultado de um acordo de cooperação técnica entre o Governo do Estado da Bahia, a Cetrel e Prefeitura Municipal da Cidade do Salvador. A rede atualmente possui 08 estações localizadas: Rio Vermelho, Paralela, Dique do Tororó, Campo Grande, Pirajá, Itaigara, Av. ACM, Av. Barros Reis.

A Central de Tratamento de Efluentes Líquidos (CETREL) é responsável pelo fornecimento de água, tratamento e disposição final dos efluentes e resíduos industriais, além de todo o monitoramento ambiental do Polo Industrial de Camaçari e de sua área de influência. Na área de monitoramento ambiental, a Cetrel realiza o diagnóstico, projeto, implantação e operação de redes de monitoramento da qualidade do ar em complexos industriais e centros urbanos, além de inventário de emissões atmosféricas e estudo de dispersão de poluentes atmosféricos. Oferece ainda serviços de consultoria em monitoramento ambiental, diagnóstico e remediação de solos e águas subterrâneas. Tem como principais acionistas a Odebrecht Ambiental, Brasken e o Governo do Estado da Bahia (CETREL, 2013b).

As estações de monitoramento da Cetrel (Figura 21) são compostas por torres meteorológicas capazes de determinar o sentido e velocidade do vento, umidade relativa do ar, temperatura e analisadores contínuos de poluentes atmosféricos: material particulado (MP10), dióxido de enxofre (SO₂), óxido de nitrogênio (NO₂), monóxido de carbono (CO), ozônio (O₃), além de *software* responsável pela coleta, armazenamento e tratamento de dados. As estações são interligadas por um sistema de telemetria que permite informações em tempo real de dados coletados, que são avaliados tecnicamente e disponibilizados pelos sistemas de informação da Cetrel (CETREL, 2013a).

Figura 21 - Estação de monitoramento Av. Paralela. Salvador – BA, 2014



As estações de monitoramento e os respectivos parâmetros de qualidade do ar e meteorologia são apresentados no Quadro 21.

A estação de monitoramento - Paralela foi a escolhida pela concentração de poluentes relacionadas ao fluxo de veículos na Av. Luís Vianna Filho, principal corredor urbano soteropolitano.

Quadro 21 - Estações de monitoramento e respectivos parâmetros

ESTAÇÕES	QUALIDADE DO AR					METEOROLOGIA				
	SO ₂	MP	NO _x	CO	O ₃	DV	VV	PA	TA	UR
CAMPO GRANDE	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
DIQUE DO TORORÓ	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
PARALELA	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
ITAIGARA	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
AV. ACM	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
AV. BARROS REIS	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
PIRAJÁ	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
RIO VERMELHO	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

Fonte: Cetrel, (2013a)

Legenda:

SO₂ – Dióxido de Enxofre
 NO_x – Oxido de Nitrogênio
 CO – Monóxido de Carbono
 O₃ – Ozônio
 MP – Material Particulado

PA – Pressão Atmosférica
 DV – Direção do Vento
 VV – Velocidade do vento
 TA - Temperatura do Ar
 UR – Umidade Relativa do Ar

5.2 SISTEMATIZAÇÃO DA ANÁLISE DE DADOS

A sistematização da análise de dados escolhido pela Cetrel depende de vários fatores, sendo os mais importantes as características químicas do agente contaminante e seu estado físico: sólido, líquido ou gasoso (CETREL, 2013a).

Atualmente existem vários analisadores para detectar a quantidade de poluentes convencionais: SO₂, CO, MP, NO_x e O₃ na atmosfera. Na estação de monitoramento da Paralela são utilizados os analisadores contínuos da marca Environment (NOBREGA, 2013).

Para o processo contínuo de medições do gás SO₂ é realizado a Fluorescência no ultravioleta, processo fotoluminescente, no qual o fluxo de ar passa por uma câmara onde um feixe de luz com comprimento de onda (λ) específico, que incide nas moléculas de SO₂. Após um intervalo de tempo as moléculas de SO₂ passam a emitir radiação na ausência do feixe de luz, que é identificado por um fotomultiplicador, que por sua vez emite um sinal proporcional a quantidade das moléculas de SO₂ existentes na câmara, o qual é interpretado eletronicamente fornecendo os dados da concentração de SO₂ (LYRA, 2008).

Com relação as medições do NO₂, adotam a metodologia da quimiluminescência, utiliza a reação do NO com o ozônio O₃ podendo gerar a moléculas de NO₂ excitadas no nível das camadas eletrônicas (NO₂* = molécula eletronicamente excitada, produzida pela absorção de luz (hv), principalmente nas regiões UV ou visível do espectro eletromagnético.).

O retorno espontâneo das moléculas de NO₂* excitadas, em relação ao seu estado normal de não excitada, se acompanha de uma emissão luminosa onde o comprimento de onda é característica desta reação; esta emissão é captada por um fotomultiplicador e amplificada (LYRA, 2008).

A monitoração do ozônio é realizada com analisadores fotométricos de ultravioleta, em virtude da propriedade do ozônio em absorver o comprimento de onda de 254 μ m, onde a concentração desse poluente está diretamente relacionada com a magnitude dessa atenuação. Como os padrões exigem médias expressas em termos de concentrações médias em uma ou oito horas é importante uma monitoração contínua (LYRA, 2008).

Os analisadores para medição do monóxido de carbono (CO), utiliza a metodologia Infra Vermelho não Dispersivo (NDIR), baseado na absorção de radiação na região do infravermelho pelo monóxido de carbono. A energia emitida na região do infravermelho é

dirigida diretamente para uma célula de referência e para uma célula com a amostra. A faixa do infravermelho escolhida é aquela em que o monóxido de carbono absorve a luz. Assim, quando o feixe percorre a câmara com ar, a intensidade da luz lançada será maior do que a intensidade da luz que atinge a célula de detecção, pois uma parte da luz foi absorvida pelas moléculas de CO, presentes na câmara. Dessa forma, a quantidade de radiação infravermelha absorvida será diretamente proporcional à concentração do CO existente na amostra de ar, de modo que, quanto menor a luz detectada pela célula, maior será a concentração do monóxido de carbono medido (LYRA, 2008).

“Princípio da Atenuação Beta” é um dos sistemas de monitoramento de material particulado mais avançado. Baseia-se no acúmulo de partículas contidas na atmosfera em uma fita filtrante de fibra de vidro. A emissão de partículas beta através de uma fonte incide na fita, que com o acúmulo de partículas depositadas, diminuem a intensidade dos raios beta na câmara de medição. Uma câmara de compensação recebe uma porção igual de partículas beta, utilizada como referência, comparando a medição da amostra coletada na câmara de medição com a energia transmitida através de uma lâmina de compensação, a qual apresenta a mesma atenuação que um filtro limpo. À medida que as partículas são coletadas e depositadas no filtro, a leitura diferencial muda e o sinal resultante é convertido pelo microprocessador do sistema de concentração das partículas inaláveis (LYRA, 2008).

Para medição de MP₁₀ existem dois processos: contínuo e descontínuo. A metodologia descontínua consiste em colocar um pré-filtro em um AGV (amostrador de grande volume) selecionando e separando as partículas com diâmetro entre 10 e 100 micra¹, deixando fluir para um segundo filtro, as menores de 10 micra. A amostragem é feita no intervalo de tempo de 24 horas, a cada seis dias. Este método atende a determinação de Partículas Inaláveis (LYRA, 2008).

1 MICRA = 10⁻³ mm

6 ANÁLISE DE ÍNDICE DE QUALIDADE DO AR – IQAr

6.1 RESULTADOS DA REDE MONITORAMENTO DA PARALELA

A qualidade do ar na cidade do Salvador é definida por uma série de variáveis, entre elas as emissões veiculares, obras ligadas a construção civil, desmatamentos, queimadas, dentre outras. Especialmente na região de pesquisa, ressalta-se a influência das emissões pelas fontes móveis (veículos automotores) e da construção civil que nos últimos anos tem contribuído de forma significativa para a degradação do ar.

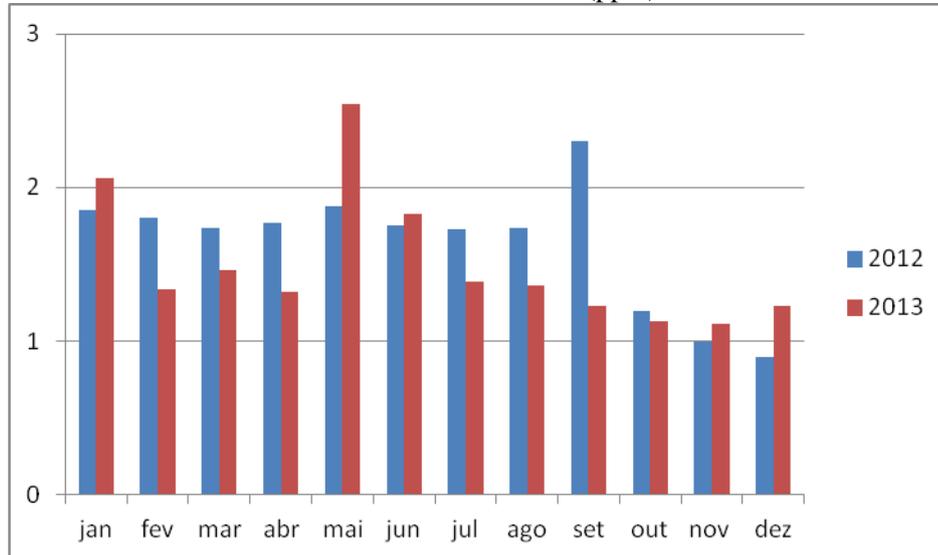
O monitoramento periódico realizado pela Cetrel, na estação Paralela, proporciona um conjunto de informações essenciais à orientação das políticas públicas de controle de poluição veicular. Portanto, o controle e a fiscalização dos limites legais de concentração de poluentes no ar atmosférico definem informações no intuito de alertar a sociedade, para o seu bem estar. As informações são divulgadas através de relatórios de qualidade do ar e pelo portal: [www:cetrel.com.br](http://www.cetrel.com.br). As informações seguem o padrão de cálculo do IQAr (Índice de Qualidade do Ar).

Para a estação de monitoramento na Av. Paralela, observou-se os dados referentes aos meses de janeiro a dezembro 2012/ 2013.

6.1.1 Monóxido de carbono

Os dados foram relacionados, obtendo os valores das médias de uma hora e de oito horas para o monóxido de carbono, em 2012 e 2013, verifica-se que as concentrações não ultrapassam os padrões estabelecidos pela Resolução 03/90 CONAMA, de 35 e 9 ppm para concentrações médias de 1 e 8 horas, respectivamente (Gráfico 26 e 27).

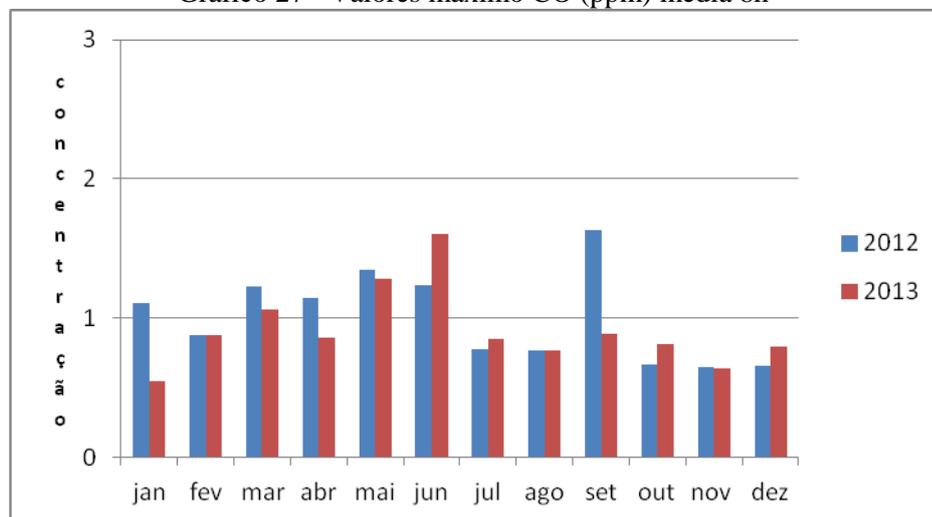
Gráfico 26 - Valores máximo CO (ppm) média 1h



Fonte: Adaptado Cetrel (2013a).

As concentrações mínimas e máximas de CO (1 hora) nos períodos 2012 e 2013, registradas foram 0,890 - 2,31 ppm e 1,1 – 2,54 ppm, respectivamente (Gráfico 26).

Gráfico 27 - Valores máximo CO (ppm) média 8h



Fonte: Adaptado Cetrel (2013a).

As concentrações mínimas e máximas de CO (8 horas), registrada nos períodos 2012 e 2013 (Estação Paralela) foram 0,69 – 1,55 ppm e 0,546 e 1,46 ppm, respectivamente (Gráfico 27). Ao longo do dia, as concentrações de monóxido de carbono se elevam em dois horários: às 08 horas e 17 horas, em decorrência do fluxo de veículos.

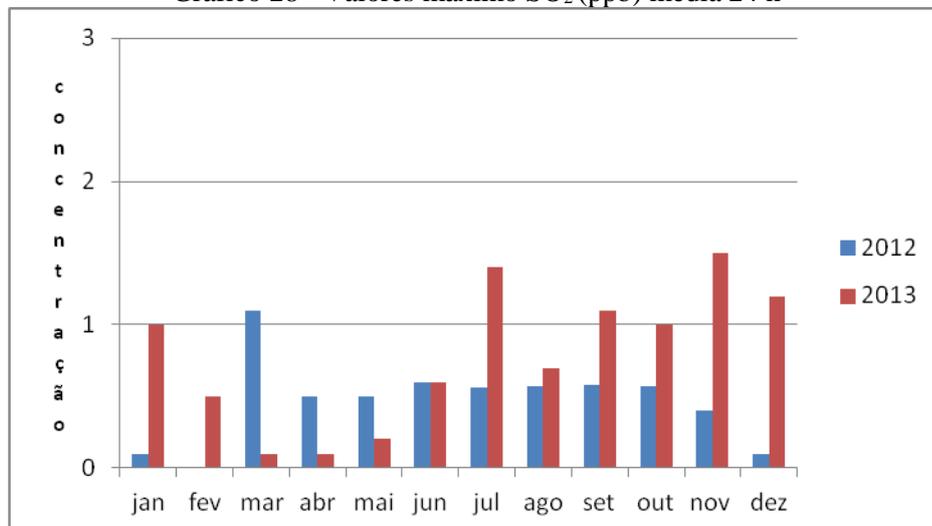
Os dados coletados na estação de monitoramento para concentração de CO, traduz de forma clara o aprimoramento das tecnologias nos motores dos veículos, em função dos programas PROCONVE e PROMOT. A velocidade do vento e a estabilidade térmica são outros fatores que favorecem a dispersão dos poluentes. É importante salientar que uma concentração de CO menor que a apresentada no ano anterior não significa necessariamente que foi lançada uma menor concentração para atmosfera. Isto pode ter acontecido pelas condições mais favoráveis de dispersão. A proximidade da estação de uma área onde ainda existem resquícios de vegetação, favorece a menor concentração do gás.

6.1.2 Dióxido de enxofre

As concentrações médias de 24 horas para o dióxido de enxofre, observadas durante os anos de 2012 e 2013, ficaram bem abaixo do padrão anual e diário, fixado pela Resolução CONAMA 03/90, que são de 30,5 e 139,8 ppb, respectivamente. A maior média diária para SO₂ correspondeu a 1,10 ppb (março 2012) e 1,5 ppb (novembro 2013), (Gráfico 28).

As concentrações do dióxido de enxofre se elevam no início da manhã, permanecendo mais altas até o início da tarde. Observa-se, que alguns dos valores registrados no monitoramento, encontram-se abaixo do Limite de Detecção do Analisador – LD (1,0 ppb) da metodologia utilizada para medidas do SO₂.

Gráfico 28 - Valores máximo SO₂ (ppb) média 24 h



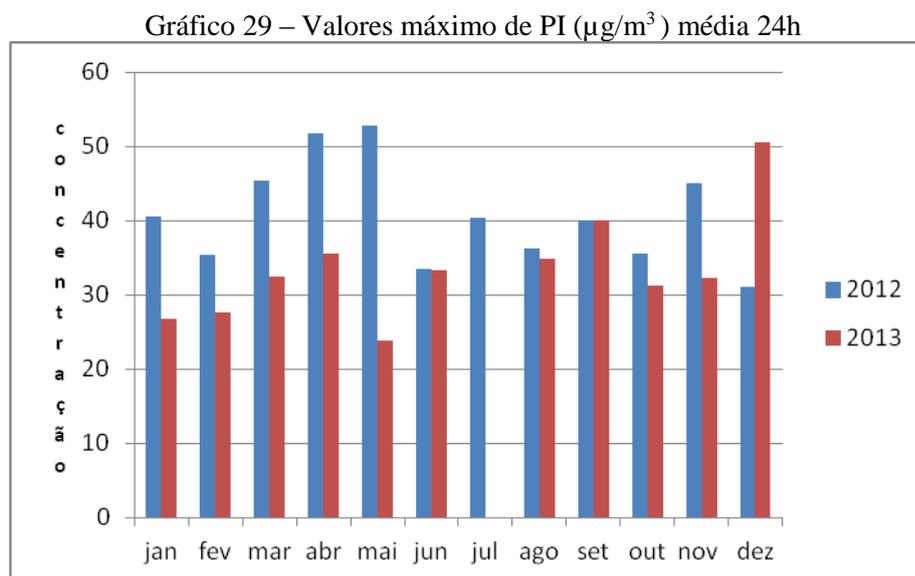
Fonte: Adaptado Cetrel (2013a).

Observa-se que os níveis de SO₂ vêm diminuindo lentamente, com valores abaixo do LD, principalmente em função da redução do teor de enxofre nos combustíveis. Os veículos que consomem óleo diesel estão sendo abastecidos com o óleo S50 (50 ppm de enxofre) em substituição ao S500 (500 ppm de enxofre) (ANP, 2011).

No segundo semestre de 2013, as concentrações aumentaram em relação ao mesmo período de 2012, fatores de difícil controle, como engarrafamento na via em função de obras, tempo de parada de ônibus em pontos próximos à estação, ou mesmo diferenças meteorológicas, entre os dois anos podem ter influenciado a variação apontadas pelos dados de concentração.

6.1.3 Partículas inaláveis

Para o material particulado, também não foram verificadas na estação de monitoramento da Paralela, ultrapassagens do limite estabelecido pelo CONAMA, de 150µg/m³. As concentrações médias de partículas inaláveis ao longo das horas do dia apresentam um aumento no período da manhã, seguido de queda suave, mantendo níveis ligeiramente elevados até o período da noite. Observa-se que, no final do ano de 2013 há um aumento das concentrações de PM₁₀, que podem estar associadas as obras realizadas na via, que fazem parte do Projeto: Mobilidade – Projetos Estruturantes em Salvador e regiões metropolitanas (Gráfico 29).



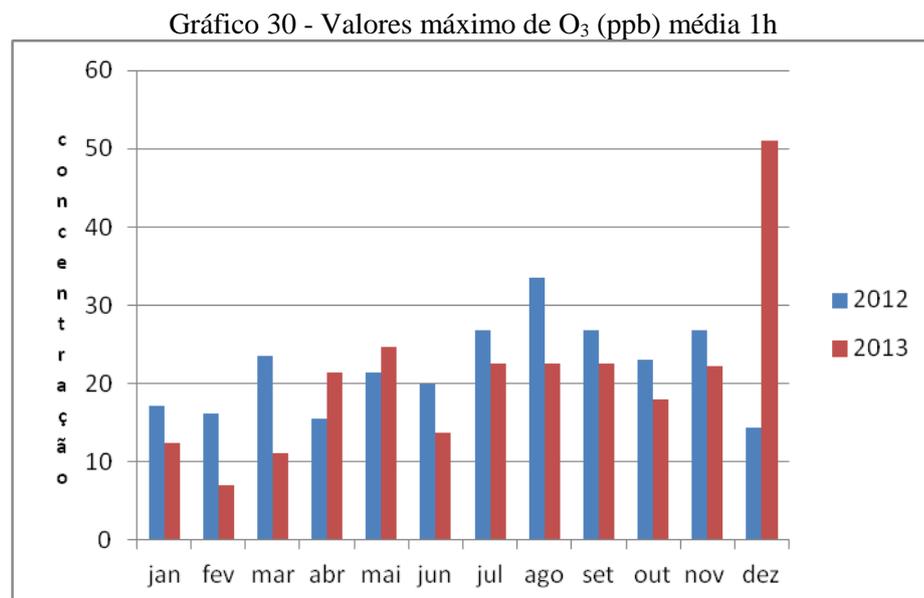
Fonte: Adaptados Cetrel (2013a).

Em julho/2013, problemas no analisador afetaram a coleta de dados (Gráfico 29). Os resultados observados corroboram a importância que esse poluente possui para a qualidade do ar no dia a dia da região. Os perfis de CO, SO₂ e PM₁₀ indicam o reflexo da intensidade do tráfego na qualidade do ar local.

Sendo a Av. Paralela uma das principais artérias de expansão urbana, é grande o fluxo de transporte diário, tanto de transportes público coletivo sobre pneus quanto de veículos individuais. Desta forma, há presença de MP nesses corredores devido a emissão dos veículos, provocando reflexos sobre a qualidade de vida da população. O transporte coletivo sobre pneus emite uma quantidade menor de poluentes por passageiros transportados do que os modais individuais. Desta forma, os gestores devem considerar como prioridade a busca de soluções para a redução de particulados desses sistemas.

6.1.4 Ozônio

O O₃ apresenta um perfil característico no decorrer das horas do dia, com elevação das concentrações pela manhã, decréscimo ao final da tarde, e aumento na madrugada. Na estação Paralela não foi verificada violação de concentração de acordo com o padrão CONAMA 03/90 que é de 81,6 ppb (Gráfico 30).



Fonte: Adaptado Cetrel (2013a).

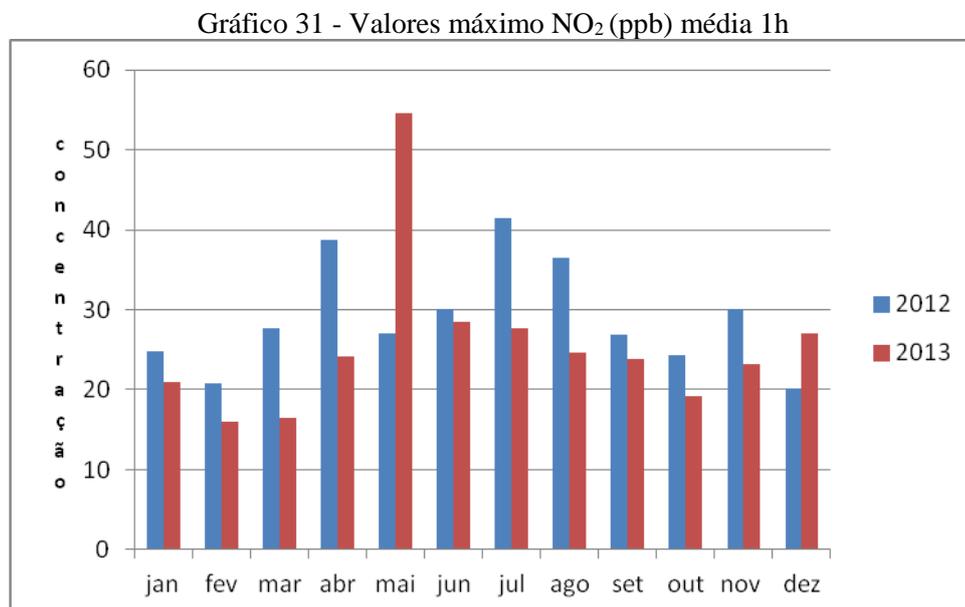
No período de 2012 e 2013, os valores obtidos para ozônio, considerando as médias de 01 (uma) hora ficaram abaixo do valor fixado pela Resolução CONAMA. Em virtude das

variações climáticas de cada período foi verificado uma elevação maior de concentração em dezembro/2013 com uma concentração de 51,1 ppb no dia quatro desse mês.

Ao longo das horas do dia, as concentrações de ozônio se elevam gradativamente, associadas ao aumento da incidência de radiação solar, atingindo um valor máximo por volta das 12 horas. Verifica-se, que as maiores concentrações de ozônio tenham ocorrido no verão, porém as médias sazonais indicam valores semelhantes nas diferentes estações. Os meses do verão e da primavera há aumento da concentração em virtude do aumento da radiação solar.

6.1.5 Dióxido de nitrogênio

A concentração de NO₂ não apresentou violações no padrão estabelecido pelo CONAMA 03/90, 170 ppb para médias de uma hora no período de 2012 e 2013. O perfil horário do NO₂ apresenta uma elevação das concentrações médias no início da manhã e no fim da tarde, horário no qual existe um grande fluxo de veículos automotivos.



Fonte: Adaptado Cetrel (2013a).

Nota-se uma elevação gradativa nos meses de abril a julho nos dois períodos, alcançando concentrações máximas de 41,5 e 54,6 ppb em julho/2012 e maio/2013, respectivamente, possivelmente associada a estação das chuvas (Gráfico 31). Em atendimento cada vez mais rígidos do PROCONVE e PROMOT, as concentrações de NO₂ não apresentam alterações em valores consideráveis.

A qualidade do ar na Av. Luís Vianna Filho, monitorada pela Estação Paralela, foi classificada como boa na maior parte dos períodos amostrais realizados ao longo de 2012 e 2013. Havendo apenas três eventos diários de qualidade do ar REGULAR, (Quadro 22), possivelmente associado a picos de fluxo e obras da construção civil no entorno.

Quadro 22 – Eventos qualidade do ar na Estação Paralela

PERÍODO	DATA	POLUENTE	CONCENTRAÇÃO	IQAr	QUALIDADE DO AR
2012	08/05	PI	59,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	56	REGULAR
2013	22/05	NO ₂	54,6 ppb	52	REGULAR
2013	04/12	O ₃	51,1 ppb	63	REGULAR

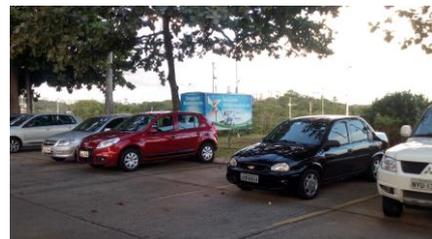
Fonte: Cetrel (2013a).

Os eventos ocorridos na Estação Paralela entre o período de 2012/2013 estão em concordância com os fatores climáticos, topográfico e estrutura local em que se encontra a estação. A mesma está localizada em uma área elevada em relação a pista da Av. Paralela (Figura 22), próxima ao estacionamento de veículos que serve a Secretaria do Planejamento, do Estado da Bahia – Seplan - BA onde durante os dias úteis a capacidade do estacionamento de aproximadamente 70 veículos é totalmente absorvida. Os veículos estacionados tendem a produzir emissões formadas a partir da evaporação do combustível, composta basicamente de hidrocarbonetos (HC) e tem sua formação vinculada ao processo de variação da temperatura do motor após o seu desligamento (Figura 23). A proximidade de árvores é outro fator que possivelmente afeta levemente as medidas referente a concentração de material particulado na região.

Figura 22 - Estação de Monitoramento Paralela. Salvador- BA, 2014



Figura 23 - Estacionamento Seplan- BA. Salvador – BA, 2014



6.2 DISCUSSÃO E ESTRATÉGIAS PARA REDUZIR A POLUIÇÃO VEÍCULAR

A presença da vegetação remanescente da Mata Atlântica em toda a extensão a frente da estação auxilia na dispersão dos poluentes, com ventos predominantes nas direções Sul-Sudoeste – SSW e Leste-Sudeste– ESE/ Leste – E, que ao longo do ano permanecem com sua velocidade praticamente constante em torno de 5 m/s (CETREL, 2013b). A velocidade do vento e a estabilidade térmica são parâmetros importantes para as condições de dispersão de poluentes. As boas condições de dispersão espalham os poluentes, evitando assim a concentração dos mesmos nas proximidades das fontes.

A prevenção pela qualidade do ar é uma constante em toda grande cidade. A conscientização e preocupação da população da cidade do Salvador com os danos à saúde humana, à flora, e a fauna, tem aumentado a pressão para que sejam estabelecidas medidas reguladoras visando o controle da poluição e a avaliação da qualidade ambiental.

Ações políticas de âmbito fiscal, de regulação e de investimento devem ser implementadas a fim de proporcionar uma melhor qualidade de vida urbana. Nesse sentido, são relacionadas algumas ações com objetivo de reduzir a poluição urbana:

a) Melhoria da qualidade do transporte coletivo.

É fundamental um transporte público que atenda a demanda da população, com modernização da frota, da infra estrutura, incluindo vias, terminais de passageiros, paradas e calçadas. Como por exemplo, o transporte urbano na cidade de Curitiba, pioneiro na modernização do sistema de transporte público no Brasil, onde há canaletas exclusivas para circulação de ônibus com terminais de transbordo em posições estratégicas ao longo da cidade, de forma que os ônibus possam circular sem congestionamentos transportando em cada viagem 180/250 passageiros nos veículos articulados/biarticulados. (PARANÁ, 2010).

b) Controle de emissão, inspeção veicular.

A inspeção veicular é uma importante ferramenta para o controle das emissões de veículos em uso. Essa avaliação pode ser periódica, compulsória e vinculada ao licenciamento, realizada por técnicos especializados em instalações exclusivas, equipadas com máquinas e sistemas especiais para a inspeção. Nestas inspeções são verificados o estado de conservação, o funcionamento correto e as emissões de gases e material particulado dos veículos. Os veículos que seguem o programa de manutenção do fabricante, e é inspecionado periodicamente tende a manter as emissões em níveis próximos aos definidos pelo fabricante,

ainda que se considere uma deterioração natural dos componentes e o conseqüente aumento das emissões.

O resultado esperado com a inspeção veicular é a redução da carga de poluentes lançada à atmosfera, correspondente àquela parcela gerada pela falta de manutenção dos veículos. Outro benefício é aquisição de dados das emissões da frota, visando um melhor acompanhamento da emissão de poluentes por tipo veículos, combustíveis e intensidade de uso. Esse conjunto de informações é fundamental para formatação de um inventário estadual das emissões atmosféricas por veículos automotores rodoviários. (PCPV-SP, 2013).

Vale salientar que o Código de Trânsito Brasileiro (CTB), aprovado em 1997, estabeleceu no Art. 104 a obrigatoriedade da inspeção dos veículos em circulação, responsabilizando o Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN) e o CONAMA pela definição da forma e periodicidade da medida.

Por falta de regulamentação deste artigo por parte desses órgãos, até hoje a inspeção veicular não se tornou obrigatória no Brasil, com exceção das cidades de São Paulo e Rio de Janeiro que criaram legislações próprias. A Resolução nº 418/2009 CONAMA estabeleceu prazo de 12 meses para que os estados e municípios com frota superior a 3 milhões de veículos elaborassem um Plano de Controle de Poluição Veicular (PCPV), que consta:

(...) deverá caracterizar, de forma clara e objetiva, as alternativas de ações de gestão e controle da emissão de poluentes e do consumo de combustíveis, incluindo-se um Programa de Inspeção e Manutenção de Veículos em Uso, quando este se fizer necessário (CONAMA, 2009).

Observa-se que o próprio decreto, contrariando a lei maior, não tornou a inspeção obrigatória, utilizando o termo “*quando este se fizer necessário*”. Isto abriu a possibilidade dos municípios e estados não implantarem a medida sob variadas justificativas.

c) Utilização de combustíveis mais limpos.

O uso de combustíveis mais limpo na matriz energética do transporte também se constitui em uma política importante para redução de poluentes atmosféricos. No Brasil essa iniciativa começou com o Pró-Álcool, um programa importante na redução da emissão de enxofre, carbono, chumbo e óxidos, principalmente pelo objetivo inicial de substituir a gasolina em função da crise do petróleo em 1970. Anos depois como forma de garantir um mercado mínimo para o álcool, o governo adotou a política de mistura do álcool na gasolina (IPEA, 2011).

O etanol além de reduzir a emissão dos gases poluentes, substitui os compostos de chumbo adicionados à gasolina aumentando a octanagem da mistura, fato que possibilitou ao

Brasil deixar de usar esses compostos desde janeiro de 1989, sendo o segundo país do mundo a conseguir isso, estando somente atrás do Japão (MARANHÃO, 2011).

O GNV é um dos combustíveis fósseis de melhor desempenho ambiental, por ter uma combustão mais completa libera apenas dióxido de carbono (CO_2) e água (H_2O). Sendo um combustível gasoso, possui um sistema de abastecimento e alimentação do motor isolado da atmosfera, reduzindo bastante as perdas por manipulação para abastecimento e estocagem (principalmente a evaporação dos combustíveis líquidos que naturalmente ocorrem pelos respiros dos tanques de combustível). Nas vias urbanas, o uso adequado do GNV, se comparado com os combustíveis tradicionais, podem reduzir as emissões de monóxido de carbono (CO) em 76%, de óxidos de nitrogênio (NO_x) em 84%, e de hidrocarbonetos pesados ($\text{C}_n \text{H}_m$) em 88%, praticamente eliminando as emissões de benzeno e formaldeídos, que são cancerígenos (MARANHÃO, 2011).

Apesar dos benefícios, o consumo de GNV no Brasil ainda é muito pequeno, representando menos de 1% do consumo total de álcool e gasolina. Isso ocorre em função de poucas cidades no Brasil disporem de oferta deste combustível. Porém recentemente estão sendo desenvolvidos kits diesel/gás que poderiam resolver o problema da confiabilidade energética, já que os veículos ciclo diesel poderiam migrar para o diesel em época de desabastecimento de gás. Este problema tende a se reduzir de importância quando houver autossuficiência na produção do gás natural no Brasil, fato já divulgado pelo governo (IPEA, 2011).

O uso do diesel S50 que possui 50 ppm de enxofre em relação ao diesel S500 (500 ppm de enxofre), é mais uma ação para redução das emissões dos poluentes. A vantagem do nível baixo do teor de enxofre, vai permitir aos veículos do ciclo diesel utilizarem equipamentos pós-tratamento de gases que irão reduzir ainda mais as emissões do SO_2 , responsável pela formação das chuvas ácidas que poluem rios, lagos, florestas e plantações, além de degradar os imóveis urbanos.

O biodiesel é outro avanço importante na política de investimento para criação de combustíveis mais limpos. O Programa Nacional de Biodiesel instituiu o percentual de 2% da mistura, em 2008, e, em 2010, subiu para 5%, atualmente (2014) a faixa é de 6% de biodiesel para 94% de diesel mineral. Sendo um produto renovável como o álcool, há uma reabsorção do CO_2 liberado na queima do combustível pelas próprias plantações das oleaginosas utilizadas como matéria-prima na produção (IPEA, 2011).

O diesel/biodiesel é essencial para o sistema de ônibus urbano, pela diminuição da emissão de fumaça preta (material particulado) nos corredores de transporte.

d) Incentivo ao transporte não motorizado.

O incentivo a utilização de transporte não motorizado constitui uma das importantes ações para a redução da poluição causada pelos veículos automotores nos centros urbanos.

Deve ser desenvolvido na população novos hábitos para a melhoria das suas condições ambientais, de forma a incentivar a utilização de modos não motorizados, como: encurtamento das distâncias para facilitar o deslocamento para a realização de viagens a pé, melhoria das calçadas com pistas e proteção ao pedestre; promover e facilitar as viagens por bicicleta, tanto para a mobilidade de pessoas como para a prestação de serviços; expansão da malha cicloviária, faixas compartilhadas, bicicletários em todo tipo de estabelecimento (público, privado) e nos terminais de passageiros para incentivo à intermodalidade, sinalização específica nas vias compartilhadas e sistemas de bicicletas compartilhadas.

e) Desincentivo a utilização do transporte individual.

Medidas como a redução do uso de veículos particulares se mostra como uma necessidade para se evitar não somente o aumento da emissão de gases poluentes, mas também o problema da mobilidade urbana. O incentivo do governo a indústria automobilística geradora de emprego e renda proporciona um aumento na frota de veículos particulares, porém políticas públicas devem incentivar a sociedade para o uso controlado do transporte individual, como por exemplo, o rodízio de veículos, o pedágio urbano ou a segregação de vias - temporárias ou não - apenas para o transporte público ou transporte não motorizado. Adotar estratégias que permitam transferir ao usuário do transporte individual motorizado os custos indiretos provocados pela utilização dos automóveis, de forma a evitar que suas externalidades continuem a recair integralmente sobre a sociedade; desenvolver mecanismos fiscais e financeiros para transferências de recursos do transporte individual para o desenvolvimento do transporte público de qualidade, por meio da modificação na regulamentação do licenciamento de veículos, Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores (IPVA), impostos sobre os combustíveis (gasolina e o álcool), restrição do transporte individual ao acesso de áreas centrais e encarecimento nas taxas relacionadas aos estacionamento públicos nas áreas urbanas (CETESB, 2011).

f) Promoção do uso de veículos de baixo impacto poluidor.

Desestimular o uso de veículos mais antigos é também uma das medidas importante para redução de emissões. O uso de tecnologias atrasadas e não tão eficientes em relação a poluição atmosféricas, faz dos veículos automotores antigos uma fonte móvel de alto nível de

emissão. Se faz necessário incentivar a renovação das frotas e a utilização de veículos com menor impacto poluidor – elétricos, híbridos, a gás natural, ou veículos a diesel que consumam diesel com menor teor de enxofre, ou que sejam equipados com sistemas modernos de controle de emissão. Privilegiar os veículos com tração elétrica, incentivar a criação de tarifa diferenciada de energia elétrica para o transporte público.

Assim, além da sensibilização da sociedade, medidas reguladoras poderia melhorar a concentração de poluentes no ar, elevando a qualidade de vida e contribuindo para um mundo mais sustentável.

7 CONCLUSÃO

A realização da pesquisa Impactos ambientais: emissão de gases poluentes devido a veículos automotores na Av. Luís Vianna Filho fornece base para a inferência de algumas considerações importantes. O ponto de partida do trabalho foi a análise da emissão de gases poluentes e material particulado por veículos auto motores, a partir de dados secundários.

Nas pesquisas realizadas e fontes consultadas relacionadas a expansão urbana, observa-se de forma marcante o crescimento da cidade do Salvador – BA, considerando-se a Av. Luís Vianna Filho como uma nova fronteira de expansão e/ou especulação e/ou zona de escape imobiliário ao padrão da nova classe média, pela localização, resquícios de concentração de áreas verdes aplainadas, via principal de acessibilidade às cidades dormitórias da Grande Salvador (Região Metropolitana de Salvador - RMS), pontos estratégicos como aeroporto, rodoviária e pelo menos três shoppings centers.

Se faz necessário um delineamento melhor planejado de uso e ocupação de solo, a partir do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (PDDU), com menor supressão de vegetação, ordenamento de mobilidade ao tráfego de veículos automotores, cumprimento de Termos de Ajustamento de Conduta e ampliação da oferta de transporte público de qualidade e com sustentabilidade.

Constatou-se um aumento na frota de veículos automotores privados no período de 2012 e 2013, sendo executado alguns ajustes viários somente a partir de 2014, até o momento com congestionamentos constantes sem áreas alternativas de escapes nos dois sentidos da referida via, promovendo maior consumo de combustível e emissão de gases poluentes e material particulado.

Quanto ao Índice de Qualidade do Ar (IQAr) no período analisado entre 2012 e 2013, foi classificado como BOM, havendo apenas três eventos espaçados considerados como REGULAR (08/05/12; 22/05 e 04/12/2013, respectivamente), possivelmente e ainda, em se tratando de zona litorânea e consequência do baixo PDDU e sem barreiras naturais, não

havendo impedimento de circulação do vento do mar ao continente durante o dia², bem como resquícios de áreas vegetadas, destacando-se o Parque Metropolitano de *Pituaçu* e a Reserva Cascão (19º Batalhão de Cavalaria), contribuem como filtro e para regular o clima, a temperatura, a umidade relativa do ar e a concentração de carbono na atmosfera através da fotossíntese.

Há necessidade de assegurar a eficácia dos programas instituídos pelo CONAMA, o PROCONVE e PROMOT, na medida que: i) Se conhece a qualidade do ar de determinada região; ii) amplia-se a fonte de dados para ativar ações de emergência durante períodos de estagnação atmosférica, quando os níveis de poluentes exceder seu limite; iii) se tem dados disponíveis ao planejamento do uso e ocupação do solo (PDDU e sistema de mobilidade); iv) possibilita-se as estratégias de regulamentações, implantação, execução, controle e eficácia dos programas de controle, em especial da poluição do ar.

Destaca-se a necessidade de negociação entre o Legislativo, Executivo e Judiciário municipal para implantação do PDDU (2014), mantendo-se baixa a cota das construções verticais da orla e entorno, com base na vigência da Lei 7.400/2008, que dispõe sobre o Plano Diretor de Desenvolvimento do Município de Salvador, que estabelece no Art. 20, *in verbis*:

- I - garantia de sustentabilidade ambiental no território municipal, mediante o manejo sustentado dos recursos naturais do subsolo, solo, cobertura vegetal, paisagem, recursos hídricos e do ar;
- II - proteção dos recursos hídricos, especialmente dos mananciais de abastecimento humano existentes no território municipal, no contexto das respectivas bacias hidrográficas;
- III - preservação dos ecossistemas associados ao domínio da Mata Atlântica, tais como manguezais, restingas, áreas alagadiças e florestas ombrófilas densas, considerando seu valor ecológico intrínseco e suas estreitas ligações com a cultura local, atendidas as disposições da Lei Federal nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006;
- IV - conservação, especialmente nas áreas densamente urbanizadas, dos remanescentes de vegetação natural e antropizada que contribuem para a qualidade urbano-ambiental, desempenhando importantes funções na manutenção da permeabilidade do solo, possibilitando a recarga dos aquíferos e a redução de inundações, na estabilização de

² O ar sempre se desloca do ponto onde a pressão é mais alta para onde ela é mais baixa. Isso explica porque a brisa marítima surge da diferença de temperatura entre o mar e o continente. Para se aquecer, a água precisa de mais energia solar do que a terra. Ambas recebem a mesma quantidade de energia, mas o mar aquece mais porque o solo é mau condutor e concentra o calor - enquanto a água é boa condutora e dispersa o calor para as profundezas. Assim, a temperatura mais alta da terra aquece o ar sobre ela, tornando a pressão atmosférica menor que sobre o oceano e fazendo o vento soprar para a terra. À noite, a situação se inverte: o mar demora para esfriar porque as águas profundas mantêm a temperatura noturna quase igual à diurna. O ar sobre o oceano é mais quente que na terra. Como a pressão sobre o continente é mais elevada, os ventos se dirigem para o mar, que tem pressão mais baixa.

encostas, na amenização do clima, na filtragem do ar, e na promoção do conforto visual e sonoro;

V - incorporação da dimensão ambiental nos projetos de urbanização e reurbanização, como questão transversal, conciliando a proteção ambiental às funções vinculadas à habitação, acessibilidade, economia, ao lazer e ao turismo;

VI - valorização da educação ambiental em todos os níveis, conscientizando a população dos direitos e deveres quanto à proteção do meio ambiente;

VII - articulação e compatibilização da política municipal com as políticas de gestão e proteção ambiental no âmbito federal e estadual, e com as diretrizes e demais políticas públicas estabelecidas nesta Lei;

VIII - elaboração e implementação de instrumentos de planejamento e gestão que habilitem o Município a exercer plenamente a sua competência na concepção e execução da Política Municipal de Meio Ambiente, entre os quais:

- a) o Plano Municipal de Meio Ambiente, instrumento básico da Política Municipal de Meio Ambiente;
- b) o Sistema Municipal de Meio Ambiente, SISMUMA, instrumento de gestão ambiental e controle social na formulação e monitoração da Política Municipal de Meio Ambiente;
- c) o Sistema de Áreas de Valor Ambiental e Cultural, SAVAM, para conservação das áreas do território municipal de reconhecido valor ecológico e urbano ambiental;
- d) o Programa Municipal de Qualidade Ambiental Urbana;
- e) a legislação ambiental.

Algumas ações referenciais de controle preventivo praticadas noutros municípios brasileiros (São Paulo – SP e Curitiba – PR), como banco de dados sistematizados e públicos, com acessibilidade e transparência, incentivo ao transporte coletivo de qualidade a base de energias/combustíveis alternativos e mais limpos, o controle anual da qualidade de emissão veicular, a implantação e/ou ampliação e/ou preservação de áreas verdes em áreas urbanas, o incentivo a carona solidária, a ampliação da parceria público privada materializada em conversão de impostos àqueles que contribuem efetivamente à qualidade e preservação ambiental e a mobilização da sociedade soteropolitana em reconhecer-se como parte integrante e contributiva à condição e representatividade vigente.

REFERÊNCIAS

- ABREU, Ruy Muricy de. **Qualidade e gestão ambiental da Bacia do Jaguaribe - BA**. 1998. 192f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal da Bahia, Salvador, 1998.
- ALMEIDA, Ivo Torres de. **A poluição atmosférica por material particulado na mineração a céu aberto**. 1999. 194f. Dissertação (Mestrado). Engenharia. Universidade de São Paulo - USP, São Paulo, 1999.
- ALONSO, C. D.; ROMANO, J.; GODINHO, R. Chumbo na atmosfera de São Paulo: uma comparação dos teores encontrados antes e depois da introdução de etanol como combustível. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 16., 1991, Goiânia. **Anais...** Rio de Janeiro: ABES, 1991.
- ANDRADE, Adriano Bittencourt; BRANDÃO, Paulo Roberto Baqueiro. **Geografia de Salvador**. 2. ed. Salvador: EDUFBA, 2009. 160 p.
- ANDRADE, Jailson. B. de; SARNO, Pedro. Química ambiental em ação: uma nova abordagem para tópicos de química relacionados com o ambiente, **Química Nova**, São Paulo, v.13, n.3, p.213-221, 1990.
- ANDRADE, José Célio Silveira. **Estratégias e tecnologias para redução das emissões dos poluentes convencionais: material particulado, óxido de enxofre e nitrogênio**. 1995. 278f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal da Bahia – UFBA, Salvador, 1995.
- AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCONBUSTIVEL – ANP. **Resolução ANP nº 63/2011**. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>>. Acesso em: 01 de dez. 2014.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES. **Estatísticas**. Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br/tabelas.html>>. Acesso em: 5 de mar. 2014.
- AZEVÊDO, Michele Conceição Marcelino de. **Planejamento urbano de Salvador: A Avenida Paralela e o CAB**. 2012. 106f. Dissertação (Mestrado) - Planejamento Territorial e Desenvolvimento Social. Universidade Católica do Salvador - UCSal, Salvador, 2012.
- BAHIA. Portaria nº 488, de 29 de junho de 2011. Dispõe sobre o plano de controle da poluição por veículos em uso no Estado da Bahia. **Diário Oficial [do Estado da Bahia]**. Salvador, 30 jun. 2011.
- BERNER, Robert A.; LASAGA, Antonio C. Modeling the geochemical carbon cycle. **Scientific American**, New York, v.260, n.3, p.54-61, 1989.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, DF, 2 set. 1981. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/ccivil03/leis/l6938.htm>>. Acesso em: 5 mar. 2013.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental. **1º Inventário nacional de emissões atmosféricas por veículos automotores rodoviários**: relatório final. Brasília, DF: Estação das Artes, 2011. 111 p. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/estruturas/163/publicacao/163publicacao27072011055200.pdf>>. Acesso em: 20 de fev. 2014.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental. **Inventário nacional de emissões atmosféricas por veículos automotores rodoviários 2013**: ano base 2012: relatório final. Brasília, DF: MMA, 2014. 114 p. Disponível em: <<http://www.feam.br/images/stories/inventario/inventarioAr/2014-05-27%20inventrio%202013.pdf>>. Acesso em: 17 fev. 2014.

BUREAU OF TRANSPORTATION STATISTICS. **Transportation statistics annual report**. Washington, DC: BTS, 1999. Disponível em: <http://www.bts.gov/transtu/tsar/tsar1999>. Acesso em 30 set. 2014.

BURNIE, David. **Dicionário temático de biologia**. São Paulo: Scipione, 1997. 192 p.

CANÇADO, José Eduardo Delfini et al. Repercussões clínicas da exposição à poluição atmosférica. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, São Paulo, v.32, supl.2, p.S5-S11, Maio 2006.

CARVALHO, Carlos Henrique Ribeiro de. **Emissões relativas de poluentes do transporte motorizado de passageiros nos grandes centros urbanos brasileiros**. Brasília: IPEA, 2011. 39 p. (IPEA - Texto para discussão, 1606).

CARVALHO, Inaiá de; CORSO-PEREIRA, Gilberto. A cidade como negócio. **EURE (Santiago)**, Santiago, v.39, n.118, p. 5-26, set. 2013.

CARVALHO, Anésio Rodrigues de; OLIVEIRA, Mariá Vendramini Castrignano de. **Princípios básicos do saneamento do meio**. 10. ed. rev. e ampl. São Paulo, SP: Senac São Paulo, 2010. 400 p.

CARVALHO, Wanderlei. **Biologia em foco**. São Paulo: FTD, 2002. 348 p.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Relatório de qualidade do ar no Estado de São Paulo 2009**. São Paulo: CETESB, 2010. 290 p. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/>>. Acesso em: 11 jan. 2013.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Relatório da qualidade do ar do Estado de São Paulo 2013**. São Paulo: CETESB, 2014. 110 p. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/>>. Acesso em: 13 fev. 2014.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Ficha de informação toxicológica:** dióxido de enxofre (SO₂). São Paulo: CETESB, 2012. Disponível: <http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/laboratorios/fit/dioxido_de_enxofre.pdf>. Acesso em: 03 abr. 2014.

CENTRAL DE TRATAMENTO E EFLUENTES LÍQUIDOS. **Relatório mensal das estações de monitoramento da qualidade do ar Salvador - Bahia:** período de 2012 a 2013. Salvador: Cetrel, 2013a.

CENTRAL DE TRATAMENTO E EFLUENTES LÍQUIDOS. **Rede de monitoramento do ar.** Salvador: Cetrel, 2013. Disponível em: <<http://www.cetrel.com.br/redeDeMonitoramentoDoAr.aspx>>. Acesso em: 3 nov. 2013b.

COELHO, A, P. Aspecto da poluição do ar e o meio ambiente brasileiro. In: RECURSOS naturais, meio ambiente e poluição: contribuições de um ciclo de debates. Rio de Janeiro: FIBGE; SUPREN, 1977. p. 155-169.

CONCEIÇÃO, Antônio Carlos Lima da. A Bahia e a “civilização”: a cidade do Salvador no Brasil republicano. **Revista Eletrônica Multidisciplinar Pindorama do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia – IFBA.** a.1, n.01, p.1-9, ago. 2010.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO URBANO DO ESTADO DA BAHIA. Apresenta informações institucionais e de utilidade pública. Salvador: Disponível em: <www.conder.ba.gov.br/>. Acesso em: 12 dez. 2013.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO URBANO DO ESTADO DA BAHIA. **Mobilidade projetos estruturantes em Salvador.** Salvador: Conder, 2013. Disponível em: <http://www.usuport.org.br/download.php?file=arquivos/texto/1947.pdf&filename=ap_mobilidade_FIEB_02092013.pdf>. Acesso em: 13 fev. 2014.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO URBANO DO ESTADO DA BAHIA. **Plano diretor do Parque Metropolitano de Pituçu.** Salvador: Conder, 1978.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 03, de 28 de junho de 1990. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar, previstos no PRONAR. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, DF, 22 ago. 1990. Seção 1, p. 15.937-15.939. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=100>>. Acesso em: 1dez. 2013. a

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 05, de 15 de junho de 1989. Dispõe sobre o Programa Nacional de Controle da Poluição do Ar – PRONAR. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, DF, 25 ago. 1989. Seção 1, p. 14.713-14.714. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=81>>. Acesso em: 1dez. 2013. b

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 08, de 31 de agosto de 1993. "Complementa a Resolução nº 018/86, que institui, em caráter nacional, o Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores - PROCONVE, estabelecendo limites máximos de emissão de poluentes para os motores destinados a veículos pesados novos, nacionais e importados". **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, DF,

31 dez. 1993, n. 250. Seção 1, p. 21536-21541. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=133>>. Acesso em: 1dez. 2013.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 416, de 30 de setembro de 2009. Dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada, e dá outras providências. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, DF, 1 out. 2009, n. 188. Seção 1, p. 64-65. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=616>>. Acesso em: 1 dez. 2013.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 418, de 25 de novembro de 2009. Dispõe sobre critérios para a elaboração de Planos de Controle de Poluição Veicular - PCPV e para a implantação de Programas de Inspeção e Manutenção de Veículos em Uso - I/M pelos órgãos estaduais e municipais de meio ambiente e determina novos limites de emissão e procedimentos para a avaliação do estado de manutenção de veículos em uso. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, DF, n. 226, 26 nov. 2009, p. 81-84. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=618>. Acesso em 1 dez. 2013.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resoluções do CONAMA**: resoluções vigentes publicadas entre setembro de 1984 e janeiro de 2012. Brasília: CONAMA, 2012. 1128 p.

CORRÊA, Roberto Lobato. O espaço metropolitano e sua dinâmica. **Anuário do Instituto de Geociências**, Rio de Janeiro, v. 17, p.24-29, 1994.

DAVID, Onildo Reis. **O inimigo invisível**: a epidemia do cólera na Bahia em 1855-1856. 1993. 176f. Dissertação (Mestrado) - História. Universidade Federal da Bahia - UFBA, Salvador, 1993.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Estatísticas da frota de veículos de Salvador**. Brasília: Denatran, 2013a. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br>>. Acesso em: 22 jan. 2014.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Frota de veículos de transporte de passageiro coletivo**. Brasília: Denatran, 2013b. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/frota.htm>>/. Acesso em: 22 jan. 2014.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Frota de veículos de transporte individual**. Brasília: Denatran, 2013c. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/frota.htm>>/. Acesso em: 22 jan. 2014.

EADY, Robert R. et al. The Nitrogenase of *Klebsiella pneumonia*. **Biochemical Society Transactions**, v.1, pt.1, p.37-38, 1973.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco Energético Nacional 2013**: ano base 2012. Rio de Janeiro: EPE, 2013. (Séries completas, cap. 3). Disponível em: <<https://ben.epe.gov.br/BENSeriesCompletas.aspx>>. Acesso em: 5 mar. 2013.

ESTEVEES, Francisco de Assis. **Fundamentos da limnologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998. 602 p.

FERRAZ, Gilberto. **Bahia: velhas fotografias 1858/1900**. Rio de Janeiro: Kosmos, 1988. 200. p.

FICHA de informação de segurança de produtos químicos nº P-4655-E - FISPQ. [S.l.], White Martins, dez. 2005.

FIORILLO, Celso Antonio Pacheco. **Curso de direito ambiental brasileiro**. 4. ed. rev. atual. e ampl. São Paulo: Saraiva, 2003. 532 p.

GOOGLE earth. **Av. Luis Vianna Filho**, 2014. 1 imagem, color. Disponível em: <<https://earth.google.com>>. Acesso em: 12 jun. 2014.

GRALLA, Preston. **Como funciona o meio ambiente**. São Paulo: Quark Books, 1998. 218 p.

GUERRA, Fernanda Pinto; MIRANDA, Regina Maura de. Influência da meteorologia na concentração dos poluentes atmosférico PM_{2,5} na RMRJ e na RMSP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 2., 2011, Londrina. **Anais...** Londrina, PR: IBEAS, 2011. p. 1-10.

GUIA Geográfico Salvador Antiga. Apresenta imagens, fotografias históricas da capital da Bahia. Disponível em: <<http://www.salvador-antiga.com/>>. Acesso em: 22 mar. 2014.

HELENE, Maria Elisa Marcondes; BICUDO, Marcelo Briza. **Sociedades sustentáveis**. São Paulo: Scipione, 1994.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate Change 2009: the scientific basis: third assessment report**. Geneva: IPCC, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Programa de controle da poluição do ar por veículos automotores** : Proconve/Promot/Ibama. 3.ed. Brasília: Ibama/Diqua, 2011. 584 p. (Coleção Meio Ambiente. Série Diretrizes - Gestão Ambiental, n.º 3).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades@**. O Cidades é uma ferramenta com informações gráficas, tabelas, históricos e mapas que traçam um perfil completo de cada uma das cidades brasileiras. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em: 7 jan. 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **População**. Projeções e estimativas da população do Brasil e das Unidades da Federação. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em 5 mar. 2014.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. **Relatório anual da qualidade do ar do Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: DIMAM, 2009. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/Portal/MegaDropDown/Monitoramento/Monitoramentodoar-EmiQualidade/Qualidoar/RelatorioAnualAr/INEA_017061>. Acesso em: 20 mar. 2013.

INSTITUTO NACIONAL DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA. Observatório das Metrôpoles. **Evolução da frota de automóveis e motos no Brasil 2001 - 2012**. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em : www.observatoriodasmetrolopes.net. Acesso em : 25 abr. 2014.

INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS. Monitoramento do ar. Salvador: Secretaria do Meio Ambiente, 2013. Disponível em: < <http://www.inema.ba.gov.br/> > Acesso em: 10 de fev. de 2013.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Apresenta informações meteorológicas. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br>>. Acesso 19 fev. 2014.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Poluição veicular atmosférica**. 2011. Disponível em <www.ipea.gov.br>. Acesso em: 13 set. 2014.

KURZ, Robert. O Programa suicida da economia. **Folha de S. Paulo**, São Paulo, 2 jun. 1996. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/fsp/1996/6/02/mais!/26.html>>. Acesso em: 5 de jan. 2014.

LENTS, J. et al. **Vehicle activity study**. California: International Sustainable Systems Research Center, 2004. 86 p.

LIMA, Claudia Brandão Vieira. **Paralela em movimento**: um estudo sobre a apropriação do espaço público do canteiro central da Avenida Luís Viana. 2007. 121 f. Dissertação (Mestrado) – Geografia. Universidade Federal da Bahia - UFBA, Salvador, 2007.

LUPA, Blog da. **Parque metropolitano de Pituacu**: Salvador não é só praia! Salvador, 27 set. 2013. Disponível em: < <http://www.blogdalupa.com/2013/09/parque-metropoli-tano-de-pituacu.html> >. Acesso em: 26 abr. 2014.

LYRA, Diógenes Ganghis Pimentel de. **Modelo integrado de gestão da qualidade do ar da Região Metropolitana de Salvador**. 2008. 262f. Tese (Doutorado) - Engenharia Química. Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas, 2008.

LYRA, Diógenes Ganghis Pimentel de; TOMAZ, E. A influência da meteorologia na dispersão dos poluentes atmosféricos da Região Metropolitana de Salvador. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 14., 2006, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis : SBMET, 2006.

MACEDO, Laura Silvia Valente de. **Problemas ambientais urbanos causados pelo trânsito na Região Metropolitana de São Paulo – RMSP**. [1999]. p. 1-30. Disponível em: <<http://www.nossasaopaulo.org.br/sites/default/files/biblioteca/problemasambientaisurbanos.pdf> >. Acesso em: 12 dez. 2013.

MARANHÃO. Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Naturais. **Plano de controle de poluição veicular-PCPV**. São Luís: SEMA, 2011. 76 p.

MATTOSO, Kátia. **Bahia século XIX**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1992. 747 p.

MENDES, Victor Marcelo Oliveira. **A problemática do desenvolvimento em Salvador: análise dos planos e práticas da segunda metade do século XX (1950-2000)**. 2006. [74f.]. Tese. (Doutorado) - Planejamento Urbano e Regional. Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, Rio de Janeiro, 2006.

MORAES, Natália Gonçalves de. **Avaliação das tendências da demanda de energia no setor de transportes no Brasil**. 2005. 167f. Dissertação (Mestrado) – Planejamento Energético. Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Rio de Janeiro, 2005.

MUSSA, Michael. A global growth rebound: how strong for how long?. **Institute for International Economics**, Washington, DC, p. 1-15, Sept. 9, 2003. Disponível em: <<http://www.iie.com/publications/papers/mussa0903.pdf>>. Acesso em: 2 dez. 2013.

OMS – Organización Mundial de la Salud. **Guías para la calidad del aire**. Ginebra, OMS; 2000

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Air quality guidelines: global update 2005**. Copenhagen: WHO, 2006. 496 p. Disponível em: <http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0005/78638/E90038.pdf>. Acesso em: 2 dez. 2013.

PAIM, Moacyr. **Trânsito lento nos principais pontos da cidade nesta segunda-feira**. Salvador, 12 dez. 2011. Disponível em: <<http://stellaportal.com/wp/index.php/2011/12/12/transito-lento-nos-principais-pontos-da-cidade-nesta-segunda-feira/>>. Acesso em: 4 mar. 2014.

PARALELA sofrerá ainda mais com o trânsito. **Política Livre**. 28 mar. 2010. Disponível em: <<http://www.politicalivre.com.br/2010/03/paralela-sofrera-ainda-mais-com-o-transito/>>. Acesso em: 22 abr. 2014.

PARANÁ. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Plano de controle de poluição veicular-PCPV**. São Luís: IAP, 2010. 154 p.

PCPV : Plano de Controle de Poluição Veicular do Estado de São Paulo 2011 - 2013. São Paulo: CETESB, [2013]. 48 p.

PEDRÃO, Fernando. A urbanização voraz em Salvador. **Revista VeraCidade**, Salvador, v.4, n.5, out. 2009. Disponível em: <<http://www.veracidade.salvador.ba.gov.br/v5/pdf/artigo1.pdf>>, Acesso em: 15 jan. 2014.

PINHEIRO, Eloísa Petti; COSTA, Isadora Novaes Scheffler B. As novas formas urbanas de Salvador: Região do Iguatemi e Av. Paralela - 1970-2010. In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPUR, 14., 2011, Rio de Janeiro. **Anais...** – Rio de Janeiro: ENANPUR, 2011. Disponível em: <http://www.anpur.org.br/revista/rbeur/index.php/anais/article/view/3367/3300>. Acesso em: 5 mar. 2014.

PINTO, Paulo Mozart Gonçalves da Costa. **Análise das emissões veiculares em regiões urbanas e metodologia para quantificação de poluentes**. 2005. 135f. Dissertação (Mestrado) - Engenharia Ambiental. Universidade Estadual do Rio de Janeiro - UERJ, Rio de Janeiro, 2005.

QUINTANILHA, Lilian. O universo das emissões atmosféricas e a atuação do setor industrial. **Revista Meio Ambiente Industrial**, São Paulo, p. 27-40, jul./ago. 2009. Acesso em: <www.ipt.br/download.php?filename=35-Emissoes_atmosfericas.pdf>. Acesso em: 1 dez. 2013.

RÓS, Vinicius Miranda da; SANTOS, Jullie Souza de Santana; Pinto, Elizete dos Anjos. Análise da expansão imobiliária e redução da Mata Atlântica através do uso do Google Earth: o caso da Avenida Paralela, Salvador - BA. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOGRAFIA URBANA, 13, 2013, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: UERJ, 2013.

ROSCOE, Renato. Rediscutindo o papel dos ecossistemas terrestres no seqüestro de carbono. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v.20, n.2, p. 209-223, maio/ago. 2003.

SALVADOR. Lei nº 7.400/2008. Dispõe sobre o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano do Município do Salvador – PDDU 2007 e dá outras providências. Disponível em: <<http://leismunicipa.is/kemtd>>. Acesso: 10 dez. 2013.

SALVADOR. Lei nº 3.377, de 23 de julho de 1984. Dispõe sobre o Ordenamento do Uso e da Ocupação do Solo no Município da Cidade do Salvador e dá outras providências. Disponível em: < [http://www.sucom.ba.gov.br/legislacao/LOUOS%20 COMPLETA-3377_84.pdf](http://www.sucom.ba.gov.br/legislacao/LOUOS%20COMPLETA-3377_84.pdf) >. Acesso em 6 mar. 2014.

SCHEINOWITZ, A. S. **O macro planejamento da aglomeração de Salvador**. Salvador: Secretaria da Cultura e Turismo; EGBA, 1998. 314 p. (Coleção Apoio, 24).

SEINFELD, John. H.; PANDIS, Spyros N. **Atmospheric chemistry and physics**. Denver: Wiley Interscience, 1998. 1234 p.

SILVA, Luciana Menezes da; RAMOS, Cláudio de Aragão; PIGOZZO, Camila Magalhães. Empreendimentos imobiliários em remanescentes da Mata Atlântica na região da Paralela, Salvador, Ba: uma abordagem socioambiental. **Camdobá: Revista Virtual**, Salvador, v.4, n.1, p. 36-45, jan./jun. 2008.

SILVA JUNIOR, Cesar; SASSON, Sezar. **Biologia**. São Paulo: Saraiva, 1998. 316 p.

SOARES, Carlos Pedro Boechat; OLIVEIRA, Marcio Leles Romarco de. Equações para estimar a quantidade de carbono na parte aérea de árvores de eucalipto em Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, v.26, n.5, p.533-539, out. 2002.

SISTEMA de Estimativa de Emissão dos Gases do Efeito Estufa – SEEG. 2013. Disponível: <<http://www.seeg.eco.br/>>. Acesso em: 2 mar. 2014.

SOUZA, Marcelo Lopes de. **O desafio metropolitano: um estudo sobre a problemática sócio espacial nas metrópoles brasileira**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

SUAREZ, Paulo A.; MENEGHETTI, Simoni M. Plentz. 70º aniversário do biodiesel em 2007: evolução histórica e situação atual no Brasil. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n.8, p.2068-2071, 2007.

TONHASCA Junior, Athayde. **Ecologia e história natural da Mata Atlântica**. Rio de Janeiro: Interciência, 2005.

TONHASCA Junior, Athayde. Os serviços ecológicos da Mata Atlântica. **Ciência Hoje**, v. 35, n. 295, p. 64-67, 2004.

TRANSALVADOR. Indicadores dos transportes coletivos. Salvador: Transalvador, 2013. Disponível em: <<http://www.transalvador.salvador.ba.gov.br/?pagina=onibus/onibus#/>>. Acesso em: 20 abr. 2014.

UNITED STATES ENVIRONMENT PROTECT AGENCY. **National air quality**: status and trends, office of air & radiation. Washington, DC: EPA, 1995. Disponível em: <www.epa.gov/oar/aqtrnd95/pm10.html>. Acesso em: 5 mar. 2013.

UNITED STATES ENVIRONMENT PROTECT AGENCY. **Automobile emissions**: an overview. Washington, DC: EPA, 1997. Disponível em: <<http://www.epa.gov/otaq/consumer/05-autos.pdf>>. Acesso em: 28 de jan. 2014.

VLASSOV, D. Fundamentos de combustão. In: CURSO de Especialização em Motores e Combustíveis, 8. Curitiba: UTFPR; Damec, 2008. Disponível em: <<http://www.damec.ct.utfpr.edu.br/motores/downloads/FUNDAMENTOS%20DA%20COMBUST%C3%83O.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2014.

WEHRHAHN, Rainer. Ecological problems in large latin American cities. **Applied Geography and Development**, v.47, p.48-70, 1996.

ANEXO A - RESOLUÇÃO Nº 256, DE 30 DE JUNHO DE 1999

O Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, no uso das atribuições que lhe são conferidas pela Lei 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto 99.274, de 06 de junho de 1990, alterado pelo Decreto 2.120, de 13 de janeiro de 1997, tendo em vista o disposto em seu Regimento Interno, e,

Considerando que a emissão de poluentes por veículos automotores contribui para a contínua deterioração da qualidade ambiental, especialmente nos centros urbanos;

Considerando a necessidade de implementação de medidas para a efetiva redução das emissões de poluentes por veículos automotores;

Considerando que as altas concentrações de poluentes – gases e partículas inaláveis - nos grandes centros urbanos resultam no incremento das taxas de morbidade e mortalidade, por doenças respiratórias, da população exposta, especialmente entre crianças e idosos;

Considerando que uma grande parcela de veículos da frota em circulação emite poluentes acima dos níveis aceitáveis;

Considerando que a manutenção adequada dos veículos automotores contribui significativamente para a redução das emissões de poluentes – gases e partículas inaláveis - bem como da poluição sonora; Considerando que as resoluções do CONAMA de nos 1 de 16 de fevereiro de 1993, 7 de 31 de agosto 1993, 8 de 10 de outubro de 1993, 16 de 13 de dezembro de 1995, 18 de 13 de dezembro de 1995, 227 de 19 de dezembro de 1997, 251 de 12 de janeiro de 1999 e 252 de 1 de fevereiro de 1999 estabelecem padrões de emissão para os Programas de Inspeção e Manutenção de Veículos em Uso - I/M, definem competências para estados e municípios, como executores dos Planos de Controle da Poluição por Veículos em Uso – PCPV, assim como estabelecem a forma e a periodicidade das inspeções de emissão de poluentes e ruído;

Considerando as diretrizes estabelecidas pela Resolução do Conselho Nacional de Trânsito CONTRAN n.º 84 de 19 de novembro de 1998 para inspeções de segurança veicular;

Considerando os artigos 104 e 131, entre outros dispositivos, da Lei 9.503 de 23 de setembro de 1997, que institui o Código de Trânsito Brasileiro – CTB;

Considerando, outrossim, que os Programas de I/M devem ser instituídos pelos órgãos ambientais dos estados e municípios no menor prazo possível a partir desta data, RESOLVE:

Art. 1º A aprovação na inspeção de emissões de poluentes e ruído prevista no Artigo n.º 104 da Lei 9.503 de 23 de setembro de 1997, que institui o Código de Trânsito Brasileiro – CTB, é exigência para o licenciamento de veículos automotores, nos municípios abrangidos pelo Plano de Controle da Poluição por Veículos em Uso – PCPV, nos termos do Artigo 131, parágrafo 3º, do CTB.

Parágrafo único. Nos termos desta Resolução, caberá aos órgãos estaduais e municipais de meio ambiente a responsabilidade pela implementação das providências necessárias a consecução das inspeções de que trata o "caput" deste artigo.

Art. 2º Fica concedido o prazo de 18 meses, a partir da data da publicação desta Resolução, para que estados e municípios atendam ao disposto nas resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, em especial às de nos 7, de 31 de agosto de 1993 e 18, de 13 de

dezembro de 1995, elaborando, aprovando e publicando os respectivos PCPV, e implantando os programas de inspeção e manutenção de veículos em uso – I/M definidos no PCPV.

§ 1º Na hipótese da entidade governamental optar pela execução indireta, fica estabelecido um prazo adicional de 01 (um) ano, prorrogável por mais seis meses, para a efetiva implementação do Programa de I/M.

§ 2º O Ministério do Meio Ambiente, por meio do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, fiscalizará o disposto no "caput" com vistas ao cumprimento dos prazos, auxiliando os Órgãos Seccionais e Locais do Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA que venham a encontrar dificuldades técnicas, administrativas ou jurídicas para a consecução dos objetivos desta Resolução.

§ 3º Vencido o prazo estabelecido no "caput" sem que os órgãos executores tenham conseguido atender às metas ou, antes disso, a pedido dos estados e municípios participantes dos estudos do PCPV, o IBAMA assumirá a tarefa de desenvolver o PCPV e/ou implantar o Programa de I/M, realizando todos os atos e formalidades técnicas, administrativas e jurídicas necessários.

§ 4º O IBAMA terá prazos idênticos aos definidos no "caput" a partir da data que assumir os serviços descritos no parágrafo anterior.

Art. 3º Os órgãos integrantes do SISNAMA, executores de Programas de I/M, poderão fixar a cobrança de percentual no valor de até quinze por cento das tarifas cobradas pelos executores indiretos do serviço, a ser destinada a fundos ou despesas para a preservação e proteção do meio ambiente e/ou para a cobertura dos custos efetivamente incorridos por força da presente Resolução.

Parágrafo único O percentual de que trata o "caput" será destinado, em partes iguais, aos órgãos estaduais (cinquenta por cento) e municipais (cinquenta por cento) de meio ambiente participantes do programa, descontadas eventuais despesas acordadas com terceiros referentes aos serviços de I/M e não cobertas pelo contratado, quando for o caso, conforme detalhamento de direitos e obrigações a serem estabelecidos entre as partes.

Art. 4º Os PCPV estabelecerão as frotas-alvo, por municípios, nos termos do artigo 4º e respectivos parágrafos da Resolução CONAMA n.º 7, de 1993, com base no comprometimento ambiental causado pelo tipo de frota.

§ 1º Os veículos integrantes de frotas de municípios com Programas de I/M devem ser inspecionados na circunscrição do Programa de I/M ao qual pertence o município.

§ 2º Os PCPV poderão estabelecer condições para circulação das frotas de ônibus e caminhões, oriundos de municípios não incluídos em Programas de I/M.

§ 3º O CONAMA regulamentará, mediante Resolução complementar à presente, as condições de circulação para outros veículos, oriundos de Municípios não incluídos em Programas de I/M.

§ 4º As condições previstas no parágrafo 2º deste artigo somente poderão ser implementadas caso existam postos de inspeção de I/M nas vias de acesso às regiões cobertas por Programas de I/M, a fim de inspecionar os veículos de tais frotas, cujos veículos aprovados nas inspeções serão liberados para circular em qualquer área coberta por Programa de I/M.

§ 5º O disposto nos parágrafos 2º e 3º deste artigo aplica-se exclusivamente aos veículos licenciados em municípios onde o Programa de I/M não tenha sido implantado.

Art.5º Os Programas de I/M instituídos e implantados para atender às Resoluções do CONAMA serão implementados de forma harmônica e em um único nível de competência entre o Estado e seus Municípios, princípio que também deve reger a elaboração dos PCPV.

§ 1º Caberá ao órgão estadual de meio ambiente, em articulação com os órgãos municipais de meio ambiente envolvidos, a elaboração dos respectivos PCPV's;

§ 2º Caberá ao órgão estadual de meio ambiente, em articulação com os órgãos ambientais envolvidos, conforme definido no PCPV, a responsabilidade pela execução de Programas de I/M.

§ 3º Os municípios, com frota total igual ou superior a três milhões de veículos poderão implantar Programas próprios de I/M, mediante convênio específico com o Estado.

Art. 6º O início efetivo das inspeções de emissões de poluentes e ruído será formalmente comunicado pelo poder público responsável ao órgão executivo de trânsito do Estado para que este adote as medidas previstas nos parágrafos 2º e 3º do artigo 131 do Código de Trânsito Brasileiro.

Parágrafo único. Para que os órgãos executivos de trânsito dos Estados possam operacionalizar os procedimentos de sua competência no Programa I/M, os órgãos ambientais executores deverão fornecer as seguintes informações: I. das multas ambientais aplicadas aos veículos;

II. dos veículos aprovados nas inspeções de emissões de poluentes e ruído.

Art. 7º As inspeções serão realizadas por profissionais regularmente habilitados em cursos de capacitação específicos para Programas de I/M.

Art. 8º O inspetor de controle de emissões veiculares, para atuar em uma estação, deve atender aos seguintes requisitos:

I. Possuir carteira nacional de habilitação; II. Ter escolaridade mínima de segundo grau; III. Ter curso técnico completo em automobilística ou mecânica, ou experiência comprovada no exercício de função na área de veículos automotores superior a um ano; IV. Ter concluído curso preparatório para inspetor técnico de emissões veiculares; V. Não ser proprietário, sócio ou empregado de empresa que realize reparação, recondicionamento ou comércio de peças de veículos;

Parágrafo único. A avaliação da qualificação técnica será realizada mediante exame de conhecimentos teóricos e práticos, de acordo com procedimentos estabelecidos pelo poder público responsável.

Art. 9º O valor dos serviços de inspeção I/M será cobrado como preço público fixado pelo órgão responsável que também definirá os procedimentos de reajuste e revisão.

Parágrafo único. Os veículos oficiais estarão igualmente obrigados à inspeção, podendo ser dispensados do pagamento da tarifa de inspeção pelo órgão público responsável.

Art. 10 Os serviços poderão ser contratados pelo poder público para execução indireta ou ser executados diretamente.

§ 1º Na hipótese da execução indireta, por concessão ou outra forma prevista em lei, não poderá haver sub-contratação dos serviços;

§ 2º Na hipótese da execução por administração direta não poderá haver terceirização dos serviços;

§ 3º Ressalva-se, em qualquer caso, a subcontratação ou a terceirização dos seguintes serviços acessórios:

I. construção civil e instalações correlatas; II. reformas e ampliações; III. manutenção corretiva e preventiva dos equipamentos; IV. instalações; V. controle de qualidade e auditoria administrativa e financeira; VI. segurança, limpeza e correlatos;

I. serviços de apoio em informática;

§ 4º Na hipótese da execução indireta, os sócios da concessionária ou outra forma de contratação prevista em lei, tanto pessoas físicas quanto jurídicas, não poderão ter qualquer vínculo societário com empresas de comércio de veículos, prestadoras de serviços de manutenção ou fornecimento de peças de reposição;

§ 5º As restrições dispostas no parágrafo anterior aplicam-se igualmente aos administradores públicos dos órgãos executores dos serviços, inclusive aos seus superiores hierárquicos.

Art. 11. Todo o processo de inspeção técnica de emissão de poluentes e ruído será submetido a auditoria por instituições idôneas .

Art. 12. O funcionamento das estações de inspeção obedecerá às normas estabelecidas nas resoluções do CONAMA.

Art. 13. Os Estados e/ou Municípios que já tenham concedido ou autorizado os serviços de I/M deverão adequar-se, no que couber, aos termos desta Resolução, ressalvadas as situações jurídicas consolidadas.

Art. 14. Os órgãos estaduais e municipais de meio ambiente poderão, mediante acordo específico, com a anuência de todos os partícipes, celebrar convênio, com o órgão executivo de trânsito da União, Departamento Nacional de Trânsito - DENATRAN, objetivando a execução, por delegação, das inspeções de emissões de poluentes e ruído, por meio de empresas por ele selecionadas, mediante processo licitatório.

Art. 15. Nos municípios ou regiões onde houver Programas de I/M, as empresas contratadas, no caso de regime de execução indireta, ou o Poder Público executor, deverão buscar, com forte determinação, o estabelecimento de acordos com as concessionárias das inspeções de segurança veicular, contratadas nos termos da regulamentação do Conselho Nacional de Trânsito - CONTRAN, para a realização, no mesmo local, das duas inspeções, mantidas as responsabilidades individuais de cada executor.

Art. 16. Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

ANEXO B - RESOLUÇÃO CONAMA Nº 017, DE 13 DEZEMBRO DE 1995

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA, no uso das atribuições que lhe são conferidas pela Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto nº 99.274, de 06 de junho de 1990 e suas alterações, tendo em vista o disposto em seu Regimento Interno, e,

Considerando as disposições das Resoluções CONAMA nºs 1, 2 e 8 (art.20) de 1993, que estabelecem as exigências para o atendimento de limites de emissão de ruído por veículos automotores;

Considerando que todos os veículos automotores comercializados no território nacional devem atender aos limites máximos de emissão de ruído;

Considerando que a realização de modificações em veículos podem alterar os níveis de emissão de ruído;

Considerando as dificuldades de previsão dos volumes anuais de produção no setor de encarroçadores de veículos de passageiros, para o atendimento dos requisitos das Resoluções CONAMA nºs 1 e 8 (art.20) de 1993; resolve:

Artigo 1º Ratificar os limites máximos de ruído e o cronograma para seu atendimento determinados no artigo 20 da Resolução CONAMA nº 08/93, excetuada a exigência estabelecida para a data de 1º de janeiro de 1996.

Artigo 2º Todos os veículos que sofrerem modificações ou complementações em relação ao seu projeto original deverão manter o atendimento às exigências do CONAMA relativas à emissão de ruído.

Artigo 3º Para fins desta Resolução, os responsáveis pelo encarroçamento, ou por complementações ou modificações em que sejam realizadas alterações nos itens diretamente relacionados a emissão de ruído, são considerados fabricantes finais do veículo e serão os responsáveis pelo atendimento às exigências estabelecidas pelo CONAMA.

§1º Nos casos em que sejam realizadas alterações nos sistemas diretamente relacionados à emissão de ruído, mas de forma que comprovadamente não se alterem os níveis de emissão de ruído e no caso de modificações decorrentes de outras exigências legais, o IBAMA poderá, a seu critério, dispensar a emissão dos relatórios de verificação de protótipo e relatórios de acompanhamento da produção.

§ 2º Caso o veículo seja produzido a partir de um chassi para ônibus ou plataforma rodante para ônibus, fornecido por terceiros, deve-se considerar, para todos os efeitos e nos termos das Resoluções CONAMA nºs 1 e 8 (art.20) de 1993, a adoção do anexo A1 desta Resolução em substituição ao anexo A da Resolução CONAMA nº 1 de 1993.

Artigo 4º Para fins desta Resolução, ficam estabelecidas as definições no Anexo B1.

Artigo 5º Caberá ao IBAMA deliberar sobre os casos omissos nesta Resolução.

Artigo 6º As infrações ao disposto nesta Resolução, serão aplicadas as penalidades previstas nas legislações em vigor no âmbito federal, estadual e municipal.

Artigo 7º Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação, revogando-se as disposições em contrário.

ANEXO A1

1. Marca do chassi/Plataforma Rodante:
2. Modelo do chassi/Plataforma Rodante/ano de fabricação/tipo de chassi/Plataforma Rodante:
 - 2.1. Lista das configurações representadas:
 - 2.2. Peso bruto total: (kg)
 - 2.3. Critérios técnicos para definição de configuração mestre e configuração representadas
3. Nome e endereço do fabricante do chassi/Plataforma Rodante;
4. Nome e endereço do Representante Legal do Chassi/Plataforma Rodante;
5. Nome e endereço do(s) importador(es) do chassi/Plataforma Rodante, se aplicável;
6. Marca da carroceria;
7. Nome e endereço do fabricante da carroceria;
8. Nome e endereço do representante legal da carroceria;
9. Nome e endereço do(s) importador(es) da carroceria, se aplicável;
10. Motor
 - 10.1 Fabricante:
 - 10.2 Tipo:
 - 10.2.1 Otto/Diesel;
 - 10.2.2 Ciclo: 2/4 Tempos;
 - 10.3 Modelo:
 - 10.4 Potência máxima:(kw) a (1/min) (rpm)
 - 10.5 Cilindradas: (cm³) (l)
11. Transmissão
 - 11.1 Caixa de Mudanças: mecânica/automática
 - 11.2 Número total de marchas (exceto marca ré), inclusive as relações de transmissão
12. Equipamentos/Materiais
 - 12.1 Sistema de Escapamento (esquema)
 - 12.1.1 Materiais Fibrosos em Contato com Gases: sim/não
 - 12.2 Silenciador de admissão de ar
 - 12.2.1 Fabricante
 - 12.3 Conversor catalítico (se aplicável)
 - 12.3.1 Fabricante
 - 12.4 Pneus designação (ABPA - Associação Brasileira de Pneus e Aros)

12.5 Especificações adicionais que o fabricante julgar necessárias para assegurar o cumprimento desta Resolução.

13. Medições

13.1 Níveis de ruído em aceleração conforme NBR 8433

Obs.: Os valores registrados para os níveis de ruído são os valores dados através da medição menos 1 dB(A).

13.2 Níveis de ruído na condição Parado conforme NBR 9714

13.3 Valor máximo permissível de contrapressão do sistema de escapamento conforme Anexo E) da Resolução CONAMA 01 de 1993:

_____ (kpa) (_____ mHg).

13.4 Valor medido de contrapressão do sistema de escapamento:

14. Dados do veículo ensaiado:

15. Data do relatório de ensaio:

16. Número do relatório de ensaio:

17. Local:

18. Data:

19. Nome e assinatura do Responsável pelos ensaios:

ANEXO B1

DEFINIÇÕES Alteração dos itens diretamente relacionados à emissão de ruído: são assim consideradas as alterações em qualquer dos itens abaixo:

- sistema de escapamento;
- sistema de redução de ruído;
- trem de força;
- chassi;
- adaptação de eixo veicular auxiliar;

Carroçaria: parte do veículo destinada a acomodar o condutor, passageiros, e/ou carga;

Chassi para ônibus: parte de um ônibus constituída dos componentes necessários para sua auto locomoção e que suporta a carroçaria;

Complementação do veículo: acréscimo de equipamento veicular (dispositivo incorporado a um veículo rodoviário para que possa desempenhar sua função ou aumentar sua capacidade de transporte);

dB(A): unidade do nível de pressão sonora em decibéis, ponderada pela curva de resposta em frequência A, para quantificação de nível de ruído;

Eixo veicular auxiliar: eixo veicular adaptado em veículo rodoviário automotor de dois eixos, mediante reforço do chassi com a finalidade de propiciar elevação de sua capacidade de carga, comumente chamado de terceiro eixo;

Encarroçamento: fabricação de veículos de passageiros ou de uso misto utilizando plataforma rodante ou chassi para ônibus fornecidos por terceiros;

Modificação do veículo: conjunto de operações realizadas em um veículo, que modifica qualquer dos seguintes itens:

- carroçaria;
- chassi;
- trem de força;
- sistemas de escapamento ou de redução de ruído.

Peso Bruto Total (PBT): Peso indicado pelo fabricante para condições específicas de operação, baseado em considerações sobre resistência dos materiais, capacidade de carga dos pneus etc, conforme NBR-6070.

Plataforma rodante para ônibus: parte de um ônibus contendo plataforma e/ou estrutura inferior de uma carroçaria (monobloco) e constituída dos componentes necessários para sua auto locomoção;

Potência máxima: potência efetiva líquida máxima, conforme NBR-5484, expressa em KW (quilowatts).

Sistema de escapamento: conjunto de componentes compreendendo o coletor de escapamento, tubo de escapamento, tubo de descarga, câmara(s) de expansão, silencioso(s) e conversor(es) catalítico(s) quando aplicável;

Sistema de redução de ruídos: dispositivos empregados com a finalidade de reduzir o ruído emitido pelo veículo, podendo ser constituído de barreiras ou isolamentos acústicos até encapsulamentos de componentes do trem de força.

Trem de força: conjuntos de componentes compreendendo motor (incluindo- se o sistema de alimentação de combustível, arrefecimento, admissão de ar e, se aplicável, sobre alimentação) e sistema de transmissão;

Verificação da conformidade de produção: confirmação de atendimentos dos veículos, ou dos sistemas de escapamento do mercado de reposição produzidos em série ou não, aos limites máximos de ruído estabelecidos e outras exigências desta Resolução.

Verificação de protótipo: verificação de veículo de pré-produção comercial, caracterizado pelo fabricante como configuração mestre, com os limites máximos de ruídos estabelecidos e outras exigências desta Resolução.

ANEXO C- Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981

**Presidência da República
Casa Civil
Subchefia para Assuntos Jurídicos**

LEI Nº 6.938, DE 31 DE AGOSTO DE 1981

Regulamento

Texto compilado

Mensagem de veto

(Vide Decreto de 15 de setembro de 2010)

Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.

O PRESIDENTE DA REPÚBLICA, faço saber que o CONGRESSO NACIONAL decreta e eu sanciono a seguinte Lei:

~~Art. 1º — Esta Lei, com fundamento no art. 8º, item XVII, alíneas e, h e i, da Constituição Federal, estabelece a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, constitui o Sistema Nacional do Meio Ambiente, cria o Conselho Nacional do Meio Ambiente e institui o Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental.~~

~~Art. 1º Esta Lei, com fundamento nos incisos VI e VII, do art. 23, e no art. 225 da Constituição Federal, estabelece a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, constitui o Sistema Nacional do Meio Ambiente — SISNAMA, cria o Conselho Superior do Meio Ambiente — CSMA, e institui o Cadastro de Defesa Ambiental. (Redação dada pela Lei nº 7.804, de 1989)~~

Art 1º - Esta lei, com fundamento nos **incisos VI e VII do art. 23** e no **art. 235 da Constituição**, estabelece a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, constitui o Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama) e institui o Cadastro de Defesa Ambiental. **(Redação dada pela Lei nº 8.028, de 1990)**

DA POLÍTICA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE

Art 2º - A Política Nacional do Meio Ambiente tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento sócio-econômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana, atendidos os seguintes princípios:

I - ação governamental na manutenção do equilíbrio ecológico, considerando o meio ambiente como um patrimônio público a ser necessariamente assegurado e protegido, tendo em vista o uso coletivo;

II - racionalização do uso do solo, do subsolo, da água e do ar;

III - planejamento e fiscalização do uso dos recursos ambientais;

IV - proteção dos ecossistemas, com a preservação de áreas representativas;

V - controle e zoneamento das atividades potencial ou efetivamente poluidoras;

VI - incentivos ao estudo e à pesquisa de tecnologias orientadas para o uso racional e a proteção dos recursos ambientais;

VII - acompanhamento do estado da qualidade ambiental;

VIII - recuperação de áreas degradadas; **(Regulamento)**

IX - proteção de áreas ameaçadas de degradação;

X - educação ambiental a todos os níveis de ensino, inclusive a educação da comunidade, objetivando capacitá-la para participação ativa na defesa do meio ambiente.

Art 3º - Para os fins previstos nesta Lei, entende-se por:

I - meio ambiente, o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas;

II - degradação da qualidade ambiental, a alteração adversa das características do meio ambiente;

III - poluição, a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente:

a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população;

b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;

c) afetem desfavoravelmente a biota;

d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente;

e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos;

IV - poluidor, a pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, responsável, direta ou indiretamente, por atividade causadora de degradação ambiental;

~~V - recursos ambientais, a atmosfera, as águas interiores, superficiais e subterrâneas, os estuários, o mar territorial, o solo, o subsolo e os elementos da biosfera.~~

V - recursos ambientais: a atmosfera, as águas interiores, superficiais e subterrâneas, os estuários, o mar territorial, o solo, o subsolo, os elementos da biosfera, a fauna e a flora. **(Redação dada pela Lei nº 7.804, de 1989)**

ANEXO D - Emissões de CO por veículos movidos à gasolina C e etanol hidratado (t/ano)



Ano	Automóveis				Comerciais Leves Otto				Motocicletas		
	Gasolina C	Etanol Hidratado	Flex Fuel		Gasolina C	Etanol hidratado	Flex Fuel		Gasolina C	Flex Fuel	
			Gasolina C	Etanol Hidratado			Gasolina C	Etanol Hidratado		Gasolina C	Etanol Hidratado
1980	3.902.671	52.155	-	-	613.093	3.601	-	-	42.689	-	-
1981	3.468.582	175.167	-	-	516.972	11.239	-	-	59.971	-	-
1982	3.592.795	211.496	-	-	507.177	14.989	-	-	92.529	-	-
1983	3.169.134	384.024	-	-	428.176	29.045	-	-	114.048	-	-
1984	2.894.785	609.683	-	-	380.283	51.048	-	-	133.730	-	-
1985	2.867.894	822.476	-	-	366.906	76.715	-	-	159.119	-	-
1986	3.267.172	1.145.406	-	-	407.226	113.762	-	-	212.489	-	-
1987	2.870.217	1.217.761	-	-	349.672	130.144	-	-	218.863	-	-
1988	2.754.945	1.319.858	-	-	329.033	149.868	-	-	243.645	-	-
1989	2.895.072	1.478.613	-	-	340.920	172.875	-	-	289.911	-	-
1990	2.993.119	1.364.272	-	-	352.287	161.482	-	-	326.810	-	-
1991	3.134.872	1.369.767	-	-	371.817	162.825	-	-	361.877	-	-
1992	3.028.294	1.225.794	-	-	361.025	146.275	-	-	362.903	-	-
1993	2.867.035	1.209.311	-	-	342.209	144.737	-	-	351.612	-	-
1994	2.754.477	1.169.810	-	-	328.493	140.432	-	-	350.304	-	-
1995	2.613.134	1.164.429	-	-	312.277	139.890	-	-	361.469	-	-
1996	2.495.936	1.132.722	-	-	302.160	135.716	-	-	398.767	-	-
1997	2.267.623	952.320	-	-	277.919	113.542	-	-	454.176	-	-
1998	1.962.929	876.409	-	-	241.614	103.946	-	-	515.962	-	-
1999	1.643.203	790.494	-	-	202.600	93.254	-	-	552.797	-	-
2000	1.366.052	599.995	-	-	168.372	70.393	-	-	586.726	-	-
2001	1.172.786	459.199	-	-	144.278	53.594	-	-	655.323	-	-
2002	1.027.374	450.443	-	-	125.788	52.348	-	-	748.360	-	-
2003	923.813	367.326	111	111	112.414	42.518	26	26	786.607	-	-
2004	838.630	382.415	-	2.358	101.450	44.038	-	449	771.275	-	-
2005	757.795	291.595	-	7.551	91.196	33.390	-	1.144	743.801	-	-
2006	650.399	218.115	1.456	15.753	77.963	24.870	178	1.981	668.742	-	-
2007	606.492	189.650	5.954	30.345	72.520	21.557	699	3.616	656.235	-	-
2008	555.648	162.441	12.983	53.878	66.514	18.418	1.546	6.499	632.508	-	-
2009	467.881	126.040	26.064	67.895	56.273	14.266	3.039	8.095	553.789	259	467
2010	425.781	104.906	54.365	69.063	51.733	11.864	6.167	8.220	515.214	1.551	1.299
2011	373.901	83.516	92.956	52.598	46.484	9.431	10.683	6.757	457.956	6.047	2.374
2012	330.765	66.899	121.832	49.688	42.457	7.542	14.462	7.107	406.768	11.846	3.723

ANEXO E - Emissões de CO por veículo movido a diesel e GNV



Ano	Diesel									GNV
	Comerciais Leves Diesel	Ônibus Urbanos	Microônibus	Ônibus Rodoviários	Caminhões Semileves	Caminhões Leves	Caminhões Médios	Caminhões Semipesados	Caminhões Pesados	
1980	496	16.807	541	2.305	-	10.394	30.528	31.313	-	-
1981	748	16.049	560	2.229	-	10.237	30.059	30.974	-	-
1982	1.148	16.057	599	2.267	-	10.475	30.290	31.582	-	-
1983	1.427	15.260	596	2.193	2	10.306	28.626	30.169	131	-
1984	1.713	15.470	630	2.267	15	11.034	28.906	31.026	489	-
1985	1.967	15.588	657	2.325	42	11.956	29.069	32.176	1.040	-
1986	2.444	17.641	753	2.665	116	14.722	32.596	37.732	1.998	-
1987	2.685	18.303	774	2.785	200	16.124	32.682	40.234	3.032	-
1988	2.896	18.879	787	2.876	255	16.670	31.482	41.604	4.113	20
1989	3.328	20.002	827	3.057	311	17.706	31.291	44.343	5.065	13
1990	3.642	20.193	818	3.106	358	17.889	30.461	44.411	5.961	13
1991	4.007	21.880	833	3.347	412	18.475	30.998	44.974	7.356	13
1992	4.246	23.512	833	3.569	432	18.529	30.501	44.545	8.471	-
1993	4.645	24.796	830	3.765	442	18.710	30.196	44.535	10.252	168
1994	5.263	26.031	823	3.959	454	19.242	30.329	45.180	13.119	309
1995	5.917	28.102	827	4.252	460	20.062	31.141	46.406	16.596	329
1996	6.387	30.225	833	4.543	454	20.511	31.588	46.984	19.461	242
1997	7.134	32.560	935	4.903	454	21.333	32.477	48.803	22.771	316
1998	8.100	34.491	1.177	5.047	452	22.109	33.307	50.957	26.134	887
1999	8.743	34.594	1.510	4.854	470	22.297	32.953	51.706	28.124	1.068
2000	9.501	34.581	2.153	4.871	563	23.105	32.919	53.633	30.441	2.103
2001	10.152	34.142	2.945	4.946	733	23.737	32.411	54.996	32.352	3.844
2002	10.542	33.569	3.578	5.036	932	24.215	32.026	55.864	33.939	6.586
2003	9.794	30.082	3.804	4.723	1.009	22.441	28.987	51.793	32.537	8.924
2004	9.970	29.541	4.333	4.853	1.178	22.807	28.710	53.086	34.788	10.618
2005	9.469	26.912	4.357	4.634	1.273	21.500	26.332	50.754	34.542	13.068
2006	9.252	25.349	4.414	4.539	1.385	20.734	24.773	49.545	34.674	15.500
2007	9.357	25.023	4.640	4.613	1.541	20.666	24.138	50.174	36.176	17.196
2008	9.487	24.735	4.877	4.646	1.687	20.451	23.327	51.157	38.315	16.482
2009	9.103	22.806	4.771	4.241	1.694	18.903	20.881	48.665	37.505	14.153
2010	10.033	23.735	5.227	4.264	1.877	19.520	20.809	52.034	40.448	13.491
2011	10.700	24.701	5.571	4.273	2.044	19.859	20.414	55.895	43.223	13.252
2012	9.873	22.928	5.206	3.938	1.961	18.364	18.266	53.767	41.155	13.049

ANEXO F - Emissões de NO_x por veículos movidos à gasolina C e etanol hidratado (t/ano)

Emissões de NO_x por veículos movidos à gasolina C e etanol hidratado (t/ano)

Ano	Automóveis				Comerciais Leves Otto				Motocicletas		
	Gasolina C	Etanol Hidratado	Flex Fuel		Gasolina C	Etanol hidratado	Flex Fuel		Gasolina C	Flex Fuel	
			Gasolina C	Etanol Hidratado			Gasolina C	Etanol Hidratado		Gasolina C	Etanol Hidratado
1980	147.099	2.850	-	-	22.669	196	-	-	217	-	-
1981	130.505	9.289	-	-	19.097	594	-	-	304	-	-
1982	134.648	11.096	-	-	18.664	789	-	-	470	-	-
1983	118.212	20.156	-	-	15.701	1.529	-	-	579	-	-
1984	107.333	33.436	-	-	13.902	2.881	-	-	679	-	-
1985	105.723	47.519	-	-	13.382	4.600	-	-	808	-	-
1986	120.062	73.287	-	-	14.885	7.665	-	-	1.079	-	-
1987	105.461	85.430	-	-	12.891	9.843	-	-	1.111	-	-
1988	101.523	96.533	-	-	12.308	11.925	-	-	1.237	-	-
1989	109.452	109.316	-	-	13.334	13.828	-	-	1.472	-	-
1990	120.780	100.269	-	-	15.155	12.785	-	-	1.659	-	-
1991	137.627	100.407	-	-	17.865	12.834	-	-	1.837	-	-
1992	141.463	90.088	-	-	18.684	11.553	-	-	1.842	-	-
1993	142.638	89.575	-	-	18.888	11.518	-	-	1.785	-	-
1994	150.022	87.672	-	-	19.688	11.309	-	-	1.778	-	-
1995	157.863	87.908	-	-	20.565	11.358	-	-	1.835	-	-
1996	166.767	85.907	-	-	21.990	11.066	-	-	2.024	-	-
1997	166.173	72.610	-	-	22.226	9.299	-	-	2.305	-	-
1998	156.229	67.183	-	-	20.974	8.550	-	-	2.619	-	-
1999	140.342	60.977	-	-	18.772	7.711	-	-	2.806	-	-
2000	125.002	46.613	-	-	16.569	5.857	-	-	2.978	-	-
2001	114.501	35.938	-	-	14.996	4.488	-	-	3.327	-	-
2002	106.221	35.513	-	-	13.679	4.413	-	-	3.799	-	-
2003	100.695	29.185	9	31	12.740	3.609	2	7	4.674	-	-
2004	95.841	30.624	-	664	11.944	3.762	-	124	6.024	-	-
2005	90.135	23.539	-	1.920	11.098	2.871	-	291	7.439	-	-
2006	79.967	17.749	160	3.151	9.755	2.152	20	409	8.706	-	-
2007	76.636	15.559	644	5.079	9.288	1.878	76	622	11.219	-	-
2008	71.811	13.443	1.336	7.240	8.671	1.616	159	881	13.521	-	-
2009	61.533	10.529	2.613	7.494	7.425	1.261	313	911	13.730	17	56
2010	56.745	8.855	5.532	6.901	6.868	1.057	689	847	14.164	103	157
2011	50.323	7.123	9.634	4.952	6.146	848	1.255	609	13.786	441	245
2012	44.831	5.768	12.822	4.441	5.550	684	1.745	577	13.307	831	305

ANEXO G - Emissões de NO_x por veículos movidos a diesel e GNV (t/ano)



Ano	Diesel									GNV
	Comerciais Leves Diesel	Ônibus Urbanos	Microônibus	Ônibus Rodoviários	Caminhões Semileves	Caminhões Leves	Caminhões Médios	Caminhões Semipesados	Caminhões Pesados	
1980	2.853	96.684	3.110	13.260	-	59.795	175.617	180.131	-	-
1981	4.303	92.322	3.219	12.825	-	58.889	172.921	178.183	-	-
1982	6.604	92.374	3.443	13.040	-	60.262	174.248	181.680	-	-
1983	8.208	87.789	3.426	12.614	14	59.286	164.674	173.553	756	-
1984	9.854	88.993	3.625	13.040	86	63.477	166.286	178.484	2.811	-
1985	11.317	89.671	3.778	13.374	244	68.778	167.228	185.098	5.984	-
1986	14.059	101.482	4.333	15.331	668	84.689	187.513	217.058	11.497	-
1987	15.444	105.292	4.455	16.021	1.149	92.757	188.012	231.453	17.439	-
1988	16.660	108.602	4.529	16.543	1.466	95.898	181.109	239.332	23.661	10
1989	19.144	115.062	4.759	17.588	1.789	101.855	180.005	255.093	29.137	7
1990	20.949	116.161	4.706	17.868	2.062	102.911	175.232	255.482	34.293	7
1991	23.052	125.871	4.793	19.256	2.372	106.282	178.320	258.722	42.316	7
1992	24.424	135.258	4.793	20.530	2.485	106.589	175.461	256.254	48.733	-
1993	26.722	142.643	4.776	21.660	2.544	107.634	173.706	256.197	58.978	87
1994	30.277	149.751	4.737	22.777	2.611	110.695	174.476	259.904	75.467	160
1995	34.040	161.661	4.758	24.458	2.648	115.408	179.147	266.961	95.469	171
1996	36.741	173.875	4.790	26.134	2.615	117.994	181.714	270.285	111.951	125
1997	41.039	187.308	5.381	28.203	2.609	122.724	186.830	280.750	130.996	164
1998	46.596	198.416	6.770	29.033	2.601	127.183	191.607	293.138	150.338	459
1999	50.298	199.006	8.686	27.926	2.706	128.266	189.570	297.450	161.788	553
2000	53.782	196.727	11.539	27.707	3.112	131.304	187.940	304.535	172.250	1.089
2001	55.885	189.949	14.515	27.520	3.754	131.725	182.128	304.810	177.674	1.991
2002	57.768	185.628	17.944	27.929	4.850	133.546	179.118	307.785	185.516	3.410
2003	54.414	168.024	20.476	26.570	5.589	125.009	163.189	288.536	181.186	4.621
2004	55.928	166.245	24.257	27.581	6.736	127.969	162.350	298.495	196.744	5.498
2005	53.509	152.240	24.764	26.506	7.411	121.219	149.322	287.358	197.317	6.767
2006	52.695	144.358	25.393	26.135	8.171	117.442	140.909	282.274	199.639	8.027
2007	53.733	143.751	27.008	26.748	9.183	117.626	137.807	287.792	210.005	8.905
2008	55.005	143.533	28.721	27.133	10.147	117.054	133.745	295.944	224.698	8.535
2009	51.539	131.867	27.939	25.069	10.045	108.017	120.084	282.078	220.878	7.329
2010	53.109	134.212	29.783	25.677	10.764	111.256	119.998	300.646	242.124	6.986
2011	53.735	137.254	31.165	26.397	11.303	113.562	118.035	318.881	263.845	6.863
2012	48.846	126.494	28.969	24.742	10.687	105.283	106.153	303.223	254.086	6.757

ANEXO H - Emissões de MP de escapamento por veículos movidos à gasolina C (t/ano)



Ano	Automóveis		Comerciais Leves Otto		Motocicletas	
	Dedicados	Flex Fuel	Dedicados	Flex Fuel	Dedicadas	Flex Fuel
1980	252	-	39	-	62	-
1981	224	-	33	-	87	-
1982	231	-	32	-	135	-
1983	203	-	27	-	166	-
1984	184	-	24	-	195	-
1985	181	-	23	-	232	-
1986	205	-	25	-	310	-
1987	179	-	22	-	319	-
1988	172	-	21	-	355	-
1989	184	-	22	-	422	-
1990	202	-	25	-	476	-
1991	232	-	30	-	527	-
1992	248	-	33	-	529	-
1993	269	-	36	-	512	-
1994	310	-	41	-	510	-
1995	366	-	48	-	527	-
1996	435	-	58	-	581	-
1997	465	-	63	-	662	-
1998	453	-	62	-	752	-
1999	420	-	57	-	805	-
2000	387	-	52	-	855	-
2001	370	-	49	-	955	-
2002	362	-	46	-	1.090	-
2003	359	0	44	0	1.182	-
2004	357	-	43	-	1.219	-
2005	349	-	42	-	1.195	-
2006	316	3	38	0	1.071	-
2007	307	12	37	1	1.059	-
2008	291	24	36	3	1.044	-
2009	252	47	33	6	944	1
2010	235	102	33	13	915	7
2011	212	175	33	23	852	28
2012	192	229	33	31	789	55

ANEXO I - Emissões de MP de escapamento por veículos do ciclo Diesel (t/ano)



Ano	Comerciais Leves Diesel	Ônibus Urbanos	Microônibus	Ônibus Rodoviários	Caminhões Semileves	Caminhões Leves	Caminhões Médios	Caminhões Semipesados	Caminhões Pesados
1980	222	7.529	242	1.033	-	4.656	13.676	14.028	-
1981	335	7.190	251	999	-	4.586	13.466	13.876	-
1982	514	7.193	268	1.015	-	4.693	13.569	14.148	-
1983	639	6.836	267	982	1	4.617	12.824	13.515	59
1984	767	6.930	282	1.015	7	4.943	12.949	13.899	219
1985	881	6.983	294	1.042	19	5.356	13.023	14.414	466
1986	1.095	7.903	337	1.194	52	6.595	14.602	16.903	895
1987	1.203	8.199	347	1.248	89	7.223	14.641	18.024	1.358
1988	1.297	8.457	353	1.288	114	7.468	14.104	18.638	1.843
1989	1.491	8.960	371	1.370	139	7.932	14.018	19.865	2.269
1990	1.631	9.046	367	1.391	161	8.014	13.646	19.895	2.671
1991	1.795	9.802	373	1.500	185	8.277	13.886	20.148	3.295
1992	1.902	10.533	373	1.599	193	8.300	13.664	19.955	3.795
1993	1.924	10.268	344	1.559	183	7.748	12.504	18.443	4.246
1994	2.180	10.780	341	1.640	188	7.968	12.560	18.709	5.433
1995	2.450	11.637	342	1.761	191	8.308	12.896	19.217	6.872
1996	2.644	12.514	345	1.881	188	8.493	13.080	19.455	8.057
1997	2.942	13.426	386	2.022	187	8.800	13.396	20.130	9.388
1998	3.314	14.113	481	2.066	185	9.050	13.634	20.859	10.691
1999	3.576	14.152	616	1.987	193	9.126	13.487	21.161	11.502
2000	3.807	13.946	802	1.965	219	9.311	13.343	21.588	12.191
2001	3.924	13.384	984	1.940	258	9.280	12.875	21.464	12.472
2002	3.463	11.257	940	1.685	256	8.092	10.987	18.639	11.081
2003	3.133	9.859	927	1.534	257	7.351	9.797	16.905	10.290
2004	3.095	9.428	996	1.526	279	7.306	9.551	16.833	10.532
2005	2.836	8.330	964	1.405	282	6.722	8.612	15.560	9.991
2006	2.672	7.574	947	1.329	293	6.340	7.963	14.747	9.689
2007	2.475	6.819	884	1.238	287	5.909	7.311	13.802	9.233
2008	2.389	6.368	893	1.194	302	5.679	6.890	13.467	9.287
2009	2.154	5.449	821	1.050	285	5.034	5.984	12.106	8.549
2010	2.217	5.167	833	1.022	295	4.966	5.776	12.170	8.706
2011	2.265	4.865	831	984	303	4.825	5.475	12.139	8.768
2012	2.056	4.122	733	862	277	4.276	4.749	10.903	7.924

ANEXO J - Emissões de MP (combustão e desgaste) por veículos movidos à gasolina C e etanol hidratado (t/ano)



Ano	Automóveis				Comerciais Leves Otto				Motocicletas		
	Gasolina C	Etanol Hidratado	Flex Fuel		Gasolina C	Etanol hidratado	Flex Fuel		Gasolina C	Flex Fuel	
			Gasolina C	Etanol Hidratado			Gasolina C	Etanol Hidratado		Gasolina C	Etanol Hidratado
1980	2.490	61	-	-	384	4	-	-	83	-	-
1981	2.209	198	-	-	323	13	-	-	116	-	-
1982	2.279	236	-	-	316	17	-	-	179	-	-
1983	2.001	429	-	-	266	33	-	-	221	-	-
1984	1.816	685	-	-	235	58	-	-	259	-	-
1985	1.788	930	-	-	226	88	-	-	308	-	-
1986	2.025	1.302	-	-	251	132	-	-	411	-	-
1987	1.772	1.388	-	-	216	152	-	-	423	-	-
1988	1.699	1.522	-	-	204	178	-	-	471	-	-
1989	1.819	1.732	-	-	219	210	-	-	561	-	-
1990	1.999	1.602	-	-	248	197	-	-	632	-	-
1991	2.292	1.610	-	-	295	199	-	-	700	-	-
1992	2.453	1.473	-	-	324	185	-	-	702	-	-
1993	2.659	1.517	-	-	354	194	-	-	680	-	-
1994	3.060	1.528	-	-	401	198	-	-	677	-	-
1995	3.613	1.552	-	-	469	203	-	-	699	-	-
1996	4.295	1.526	-	-	572	200	-	-	771	-	-
1997	4.853	1.296	-	-	663	169	-	-	878	-	-
1998	5.138	1.205	-	-	708	157	-	-	998	-	-
1999	5.063	1.102	-	-	693	143	-	-	1.069	-	-
2000	4.910	851	-	-	659	110	-	-	1.135	-	-
2001	4.953	665	-	-	648	85	-	-	1.267	-	-
2002	5.071	675	-	-	637	87	-	-	1.447	-	-
2003	5.242	576	5	4	635	75	1	1	1.595	-	-
2004	5.397	633	-	97	640	80	-	18	1.694	-	-
2005	5.416	513	-	328	637	63	-	48	1.735	-	-
2006	5.011	402	64	655	591	48	8	80	1.664	-	-
2007	4.939	362	239	1.183	590	43	28	139	1.782	-	-
2008	4.739	323	483	1.836	587	38	58	219	1.918	-	-
2009	4.156	261	965	2.139	549	30	116	258	1.870	4	8
2010	3.923	227	2.070	2.133	570	26	256	264	1.934	27	21
2011	3.582	190	3.567	1.595	586	22	462	207	1.903	103	35
2012	3.292	161	4.662	1.485	605	18	631	201	1.842	203	50

ANEXO K - Emissões de MP, combustão e desgaste, por veículos movidos a diesel e GNV (t/ano)



Ano	Diesel									GNV
	Comerciais Leves Diesel	Ônibus Urbanos	Microônibus	Ônibus Rodoviários	Caminhões Semileves	Caminhões Leves	Caminhões Médios	Caminhões Semipesados	Caminhões Pesados	
1980	236	8.069	271	1.130	-	4.898	16.045	15.536	-	-
1981	357	7.705	281	1.093	-	4.824	15.799	15.368	-	-
1982	547	7.709	300	1.111	-	4.937	15.920	15.669	-	-
1983	680	7.326	299	1.075	1	4.857	15.045	14.968	65	-
1984	817	7.427	316	1.111	7	5.200	15.193	15.394	242	-
1985	938	7.484	330	1.140	21	5.634	15.279	15.964	516	-
1986	1.165	8.469	378	1.307	56	6.938	17.132	18.721	992	-
1987	1.280	8.787	389	1.366	97	7.599	17.178	19.962	1.504	-
1988	1.381	9.064	395	1.410	124	7.856	16.547	20.642	2.041	1
1989	1.587	9.603	415	1.499	151	8.344	16.446	22.001	2.513	1
1990	1.736	9.694	410	1.523	174	8.431	16.010	22.035	2.958	1
1991	1.911	10.505	418	1.641	200	8.707	16.292	22.314	3.650	1
1992	2.024	11.288	418	1.750	210	8.732	16.031	22.101	4.203	-
1993	2.058	11.065	388	1.719	200	8.184	14.848	20.588	4.739	6
1994	2.331	11.616	385	1.807	205	8.416	14.914	20.886	6.064	12
1995	2.621	12.540	387	1.941	208	8.775	15.313	21.453	7.672	13
1996	2.828	13.483	389	2.073	206	8.970	15.530	21.717	8.992	9
1997	3.146	14.467	435	2.229	204	9.295	15.911	22.476	10.479	12
1998	3.546	15.213	543	2.286	202	9.563	16.210	23.305	11.940	34
1999	3.826	15.253	694	2.212	210	9.642	16.033	23.639	12.844	41
2000	4.079	15.050	917	2.199	241	9.848	15.890	24.165	13.649	80
2001	4.217	14.481	1.145	2.181	287	9.835	15.393	24.125	14.035	146
2002	3.775	12.360	1.156	1.938	297	8.671	13.515	21.400	12.773	250
2003	3.437	10.884	1.188	1.780	307	7.905	12.143	19.562	12.005	339
2004	3.418	10.474	1.323	1.789	342	7.889	11.931	19.678	12.487	404
2005	3.158	9.323	1.312	1.667	355	7.291	10.849	18.411	12.053	497
2006	3.004	8.559	1.315	1.596	377	6.907	10.126	17.653	11.860	590
2007	2.829	7.853	1.288	1.520	385	6.495	9.485	16.882	11.613	654
2008	2.768	7.459	1.334	1.490	414	6.281	9.065	16.781	11.959	627
2009	2.538	6.510	1.264	1.331	399	5.610	8.003	15.420	11.304	538
2010	2.654	6.313	1.323	1.321	420	5.586	7.873	15.899	11.897	513
2011	2.759	6.114	1.361	1.305	439	5.490	7.624	16.344	12.460	504
2012	2.572	5.381	1.250	1.182	412	4.932	6.779	15.214	11.746	496

ANEXO L - Emissões de N₂O por veículos movidos à gasolina C e etanol hidratado (t/ano)



Ano	Automóveis				Comerciais Leves Otto				Motocicletas		
	Gasolina C	Etanol Hidratado	Flex Fuel		Gasolina C	Etanol hidratado	Flex Fuel		Gasolina C	Flex Fuel	
			Gasolina C	Etanol Hidratado			Gasolina C	Etanol Hidratado		Gasolina C	Etanol Hidratado
1980	525	20	-	-	81	1	-	-	4	-	-
1981	466	65	-	-	68	4	-	-	6	-	-
1982	481	78	-	-	67	6	-	-	9	-	-
1983	422	141	-	-	56	11	-	-	12	-	-
1984	383	219	-	-	50	18	-	-	14	-	-
1985	377	286	-	-	48	27	-	-	16	-	-
1986	426	392	-	-	53	39	-	-	22	-	-
1987	372	413	-	-	45	44	-	-	22	-	-
1988	356	449	-	-	43	52	-	-	25	-	-
1989	377	507	-	-	45	60	-	-	29	-	-
1990	407	468	-	-	49	57	-	-	33	-	-
1991	455	469	-	-	57	57	-	-	37	-	-
1992	476	428	-	-	61	53	-	-	37	-	-
1993	504	440	-	-	65	55	-	-	36	-	-
1994	838	457	-	-	105	59	-	-	36	-	-
1995	1.545	484	-	-	194	65	-	-	37	-	-
1996	2.349	483	-	-	313	66	-	-	40	-	-
1997	3.095	413	-	-	429	56	-	-	46	-	-
1998	3.614	386	-	-	506	52	-	-	52	-	-
1999	3.781	356	-	-	523	48	-	-	56	-	-
2000	3.843	279	-	-	519	37	-	-	60	-	-
2001	4.037	221	-	-	528	30	-	-	67	-	-
2002	4.270	234	-	-	534	32	-	-	76	-	-
2003	4.515	210	5	3	543	29	1	1	88	-	-
2004	4.722	243	-	77	556	32	-	15	101	-	-
2005	4.794	209	-	262	560	26	-	38	115	-	-
2006	4.475	170	60	523	525	20	7	64	126	-	-
2007	4.440	157	218	944	528	19	26	111	154	-	-
2008	4.290	144	436	1.465	532	17	52	175	186	-	-
2009	3.789	120	869	1.708	509	14	105	206	197	1	-
2010	3.601	107	1.847	1.702	555	12	228	210	217	4	-
2011	3.305	92	3.147	1.273	598	10	421	165	224	16	-
2012	3.049	80	4.081	1.185	625	9	606	160	224	31	-

ANEXO M - Emissões de N₂O por veículos movidos a diesel (t/ano)



Ano	Diesel								
	Comerciais Leves Diesel	Ônibus Urbanos	Micro-ônibus	Ônibus Rodoviários	Caminhões Semileves	Caminhões Leves	Caminhões Médios	Caminhões Semipesados	Caminhões Pesados
1980	13	167	9	30	-	249	733	466	-
1981	20	159	9	29	-	246	721	461	-
1982	31	159	10	30	-	251	727	470	-
1983	39	152	10	29	0	247	687	449	2
1984	46	154	10	30	1	265	694	462	7
1985	53	155	11	30	2	287	698	479	15
1986	66	175	13	35	5	353	782	562	30
1987	73	182	13	36	8	387	784	599	45
1988	78	187	13	38	10	400	756	620	61
1989	90	199	14	40	12	425	751	661	75
1990	99	201	14	41	14	429	731	662	89
1991	108	217	14	44	16	443	744	670	110
1992	115	234	14	47	17	445	732	664	126
1993	126	246	14	49	17	449	725	663	153
1994	142	259	14	52	18	462	728	673	195
1995	160	279	14	56	18	482	747	691	247
1996	173	300	14	59	18	492	758	700	289
1997	192	322	15	64	18	511	778	726	337
1998	218	340	19	66	18	529	797	756	386
1999	234	341	24	63	18	533	787	766	415
2000	255	341	35	64	22	554	788	797	451
2001	275	339	50	65	30	572	779	823	483
2002	294	341	67	68	42	597	782	854	523
2003	285	317	81	67	51	572	725	822	530
2004	304	324	101	72	65	601	736	880	605
2005	303	307	108	72	75	587	692	882	638
2006	312	305	114	74	87	585	669	899	671
2007	332	320	125	79	101	604	672	953	736
2008	357	338	137	84	115	621	673	1.025	826
2009	360	328	137	80	117	594	624	1.025	852
2010	410	354	152	86	129	639	649	1.153	987
2011	464	386	164	93	140	685	665	1.300	1.142
2012	484	389	160	93	139	676	628	1.333	1.182

ANEXO N - Fatores de emissões evaporativas de automóveis e veículos comerciais leves movidos à gasolina C e a etanol hidratado



Ano/modelo	Combustível	e_d (g/dia)	e_s (g/viag)	e_r (g/viag)
Até 1989	Gasolina C	4,90	15,04	12,67
	Etanol hidratado	2,13	6,54	5,51
1990	Gasolina C	0,49	1,42	0,14
	Etanol hidratado	0,33	0,94	0,06
1991	Gasolina C	0,49	1,42	0,14
	Etanol hidratado	0,33	0,94	0,06
1992	Gasolina C	0,63	0,94	0,14
	Etanol hidratado	0,28	0,42	0,06
1993	Gasolina C	0,53	0,81	0,14
	Etanol hidratado	0,34	0,52	0,06
1994	Gasolina C	0,51	0,75	0,14
	Etanol hidratado	0,29	0,42	0,06
1995	Gasolina C	0,51	0,75	0,14
	Etanol hidratado	0,29	0,42	0,06
1996	Gasolina C	0,39	0,56	0,14
	Etanol hidratado	0,26	0,37	0,06
1997	Gasolina C	0,33	0,46	0,14
	Etanol hidratado	0,36	0,51	0,06
1998	Gasolina C	0,27	0,37	0,14
	Etanol hidratado	0,45	0,60	0,06
1999	Gasolina C	0,26	0,36	0,14
	Etanol hidratado	0,54	0,75	0,06
2000	Gasolina C	0,24	0,33	0,14
	Etanol hidratado	0,45	0,61	0,06
2001	Gasolina C	0,23	0,31	0,14
	Etanol hidratado	0,44	0,60	0,06
2002	Gasolina C	0,20	0,28	0,14
	Etanol hidratado	0,30	0,57	0,16
2003	Gasolina C	0,24	0,35	0,14
	Etanol hidratado	0,29	0,54	0,15
	Flex – Gasolina C	0,13	0,36	0,14
	Flex – Etanol hidratado	0,23	0,54	0,06
2004	Gasolina C	0,23	0,32	0,14
	Etanol hidratado	0,27	0,52	0,15
	Flex – Gasolina C	0,09	0,27	0,14
	Flex – Etanol hidratado	0,18	0,54	0,06

Ano/modelo	Combustível	e_d (g/dia)	e_s (g/viag)	e_r (g/viag)
2005	Gasolina C	0,29	0,41	0,14
	Etanol hidratado	0,26	0,50	0,14
	Flex – Gasolina C	0,14	0,23	0,14
	Flex – Etanol hidratado	0,15	0,31	0,06
2006	Gasolina C	0,15	0,21	0,14
	Etanol hidratado	0,25	0,48	0,13
	Flex – Gasolina C	0,41	0,59	0,06
	Flex – Etanol hidratado	0,20	0,29	0,14
2007	Gasolina C	0,15	0,21	0,14
	Etanol hidratado	0,24	0,46	0,13
	Flex – Gasolina C	0,41	0,59	0,06
	Flex – Etanol hidratado	0,20	0,29	0,14
2008	Gasolina C	0,21	0,31	0,14
	Flex – Gasolina C	0,35	0,51	0,06
	Flex – Etanol hidratado	0,13	0,20	0,14
2009	Gasolina C	0,21	0,31	0,14
	Flex – Gasolina C	0,35	0,51	0,06
	Flex – Etanol hidratado	0,13	0,20	0,14
2010	Gasolina C	0,07	0,08	0,06
	Flex – Gasolina C	0,11	0,22	0,12
	Flex – Etanol hidratado	0,19	0,33	0,20
2011	Gasolina C	0,16	0,15	0,10
	Flex – Gasolina C	0,25	0,28	0,18
	Flex – Etanol hidratado	0,35	0,37	0,24
2012	Gasolina C	0,14	0,14	0,06
	Flex – Gasolina C	0,16	0,21	0,07
	Flex – Etanol hidratado	0,25	0,32	0,11

ANEXO O - Fatores de emissão de MP por desgaste de pneus, freios e pista por categoria



Categoria	MP 10 desgaste de pneus e freios (g/km)	MP 10 desgaste de pista (g/km)
Motocicletas	0,0064	0,0030
Automóveis	0,0138	0,0075
Comerciais Leves	0,0138	0,0075
Caminhões Semileves	0,0216	0,0075
Caminhões Leves	0,0216	0,0075
Caminhões Médios	0,5900	0,0380
Caminhões Semipesados	0,5900	0,0380
Caminhões Pesados	0,5900	0,0380
Ônibus Rodoviários	0,5900	0,0380
Ônibus Urbanos / Micro-ônibus	0,5900	0,0380

ANEXO P - Fatores de emissão de escapamento de CO, NO_x, RCHO, NMHC, CH₄ e MP_{comb}, para automóveis e veículos comerciais leves novos, movidos a gasolina C e a etanol hidratado, em g/km



Ano/modelo	Combustível	CO	NO _x	RCHO	NMHC _{escap}	CH ₄	MP _{comb}
Até 1983	Gasolina C	33,00	1,40	0,0500	2,55	0,45	0,0024
	Etanol hidratado	18,00	1,00	0,1600	1,36	0,24	-
1984-1985	Gasolina C	28,00	1,60	0,0500	2,04	0,36	0,0024
	Etanol hidratado	16,90	1,20	0,1800	1,36	0,24	-
1986-1987							
Gasolina							
CEtanol hidratado	2216,0000	11,9080	0,0400	0,1100	1,7036	0,3024	0,0024
1988	Gasolina C	18,50	1,80	0,0400	1,45	0,26	0,0024
	Etanol hidratado	13,30	1,40	0,1100	1,45	0,26	-
1989	Gasolina C	15,20	1,60	0,0400	1,36	0,24	0,0024
	Etanol hidratado	12,80	1,10	0,1100	1,36	0,24	-
1990	Gasolina C	13,30	1,40	0,0400	1,19	0,21	0,0024
	Etanol hidratado	10,80	1,20	0,1100	1,11	0,20	-
1991	Gasolina C	11,50	1,30	0,0400	1,11	0,20	0,0024
	Etanol hidratado	8,40	1,00	0,1100	0,94	0,17	-
1992	Gasolina C	6,20	0,60	0,0130	0,51	0,09	0,0024
	Etanol hidratado	3,60	0,50	0,0350	0,51	0,09	-
1993	Gasolina C	6,30	0,80	0,0220	0,51	0,09	0,0024
	Etanol hidratado	4,20	0,60	0,0400	0,60	0,11	-
1994	Gasolina C	6,00	0,70	0,0360	0,45	0,15	0,0024
	Etanol hidratado	4,60	0,70	0,0420	0,51	0,19	-
1995	Gasolina C	4,70	0,60	0,0250	0,45	0,15	0,0024
	Etanol hidratado	4,60	0,70	0,0420	0,51	0,19	-
1996	Gasolina C	3,80	0,50	0,0190	0,30	0,10	0,0024
	Etanol hidratado	3,90	0,70	0,0400	0,44	0,16	-
1997	Gasolina C	1,20	0,30	0,0070	0,15	0,05	0,0011
	Etanol hidratado	0,90	0,30	0,0120	0,22	0,08	-
1998	Gasolina C	0,79	0,23	0,0040	0,11	0,03	0,0011
	Etanol hidratado	0,67	0,24	0,0140	0,14	0,05	-
1999	Gasolina C	0,74	0,23	0,0040	0,11	0,03	0,0011
	Etanol hidratado	0,60	0,22	0,0130	0,12	0,05	-
2000	Gasolina C	0,73	0,21	0,0040	0,10	0,03	0,0011
	Etanol hidratado	0,63	0,21	0,0140	0,13	0,05	-
2001	Gasolina C	0,48	0,14	0,0040	0,08	0,03	0,0011
	Etanol hidratado	0,66	0,08	0,0170	0,11	0,04	-

2002	Gasolina C	0,43	0,12	0,0040	0,08	0,03	0,0011
		0,74	0,08	0,0170	0,12	0,04	-
	Etanol hidratado						
2003	Gasolina C	0,40	0,12	0,0040	0,08	0,03	0,0011
	Etanol hidratado	0,77	0,09	0,0190	0,12	0,04	-
		0,50	0,04	0,0040	0,04	0,01	0,0011
	Flex - Gasolina C						
	Flex - Etanol hidratado	0,51	0,14	0,0200	0,11	0,04	-
2004	Gasolina C	0,35	0,09	0,0040	0,08	0,03	0,0011
	Etanol hidratado	0,82	0,08	0,0160	0,12	0,05	-
	Flex - Gasolina C	0,39	0,05	0,0030	0,06	0,02	0,0011
	Flex - Etanol hidratado	0,46	0,14	0,0140	0,10	0,04	-
2005							
	Flex - Etanol hidratado	0,39	0,10	0,0140	0,10	0,04	-
2006	Gasolina C	0,33	0,08	0,0020	0,06	0,02	0,0011
	Etanol hidratado	0,67	0,05	0,0140	0,09	0,03	-
	Flex - Gasolina C	0,48	0,05	0,0030	0,08	0,02	0,0011
	Flex - Etanol hidratado	0,47	0,07	0,0140	0,08	0,03	-
	Gasolina C	0,33	0,08	0,0020	0,06	0,02	0,0011
	Flex - Gasolina C	0,48	0,05	0,0030	0,08	0,02	0,0011
2007							
	Flex - Etanol hidratado	0,47	0,07	0,0140	0,08	0,03	-
2008	Gasolina C	0,37	0,04	0,0014	0,03	0,01	0,0011
	Flex - Gasolina C	0,51	0,04	0,0020	0,05	0,02	0,0011
	Flex - Etanol hidratado	0,71	0,05	0,0152	0,04	0,01	-
2009	Gasolina C	0,24	0,02	0,0018	0,023	0,007	0,0011
	Flex - Gasolina C	0,32	0,03	0,0019	0,034	0,006	0,0011
	Flex - Etanol hidratado	0,53	0,03	0,0113	0,044	0,026	-
2010	Gasolina C	0,22	0,03	0,0015	0,023	0,007	0,0011
	Flex - Gasolina C	0,28	0,03	0,0015	0,031	0,009	0,0011
	Flex - Etanol hidratado	0,51	0,04	0,0093	0,040	0,050	-
2011	Gasolina C	0,26	0,03	0,0020	0,027	0,013	0,0011
	Flex - Gasolina C	0,28	0,03	0,0010	0,032	0,008	0,0011
	Flex - Etanol hidratado	0,49	0,03	0,0090	0,048	0,042	-

ANEXO Q - Fatores de emissão de N₂O por categoria e por combustível para veículos leves, em g/km

Ano/modelo	Combustível	Automóveis	Comerciais Leves	Motocicletas
Até 1983	Gasolina C	0,005	0,005	0,002
	Etanol hidratado	0,007	0,007	-
1984-1993	Gasolina C	0,004	0,004	0,002
	Etanol hidratado	0,006	0,006	-
1994-2002	Gasolina C	0,022	0,022	0,002
	Etanol hidratado	0,017	0,017	-
2003	Gasolina C	0,021	0,021	0,002
	Etanol hidratado	0,017	0,017	-
	Flex - Gasolina C	0,023	0,023	-
	Flex - Etanol hidratado	0,017	0,017	-
2004	Gasolina C	0,021	0,021	0,002
	Gasolina C	0,021	0,021	0,002
	Etanol hidratado	0,017	0,017	-
	Etanol hidratado	0,017	0,017	-
	Flex - Gasolina C	0,021	0,021	-
	Flex - Gasolina C	0,022	0,022	-
	Flex - Etanol hidratado	0,017	0,017	-
2005	Flex - Etanol hidratado	0,017	0,017	-
2006	Gasolina C	0,021	0,021	0,002
	Etanol hidratado	0,017	0,017	-
	Flex - Gasolina C	0,020	0,020	-
	Gasolina C	0,021	0,021	0,002
	Flex - Gasolina C	0,020	0,020	-
	Flex - Etanol hidratado	0,017	0,017	-
2007	Flex - Etanol hidratado	0,017	0,017	-
2008	Gasolina C	0,024	0,024	0,002
	Flex - Gasolina C	0,020	0,020	-
	Gasolina C	0,025	0,025	0,002
	Flex - Gasolina C	0,020	0,020	0,002
	Flex - Etanol hidratado	0,017	0,017	-
2009	Flex - Etanol hidratado	0,017	0,017	-
2010	Gasolina C	0,023	0,034	0,002
	Flex - Gasolina C	0,019	0,019	0,002
	Flex - Etanol hidratado	0,017	0,017	-
2011	Gasolina C	0,021	0,024	0,002
	Flex - Gasolina C	0,019	0,024	0,002
	Flex - Etanol hidratado	0,017	0,017	-
2012	Gasolina C	0,021	0,024	0,002
	Flex - Gasolina C	0,019	0,026	0,002
	Flex - Etanol hidratado	0,017	0,017	-

ANEXO R - Fatores de emissão por categoria para veículos leves e pesados do ciclo Diesel, movidos a GNV e motocicletas

Fatores de emissão de N₂O por categoria para veículos do ciclo Diesel

Categoria	N ₂ O (g/km)
Comerciais Leves Diesel	0,02
Ônibus	0,03
Caminhões	0,03

Fatores de emissão de CO, NO_x, RCHO, NMHC, CH₄ e N₂O para veículos movidos a GNV, em g/km

CO	NO _x	RCHO	NMHC	CH ₄	N ₂ O
0,56	0,29	0,0038	0,026	0,22	0,0313

Fatores de emissão de CO, NO_x, NMHC, CH₄ e MPcomb para motocicletas, em g/km

Ano/modelo	Combustível	CO	NO _x	NMHC _{escap}	CH ₄	MP _{comb}
Até 2002	Gasolina C	19,70	0,10	2,21	0,39	0,0287
2003	Gasolina C	5,03	0,15	0,65	0,12	0,0140
2004	Gasolina C	6,17	0,18	0,72	0,13	0,0140
2005	Gasolina C	2,65	0,16	0,40	0,07	0,0035
2006	Gasolina C	2,18	0,18	0,29	0,05	0,0035
2007	Gasolina C	1,82	0,17	0,28	0,05	0,0035
2008	Gasolina C	1,40	0,12	0,20	0,04	0,0035
	Gasolina C	1,09	0,10	0,14	0,02	0,0035
2009	Flex - Gasolina C	0,75	0,05	0,13	0,02	0,0035
	Flex - Etanol hidratado	0,58	0,07	0,14	0,02	-
2010	Gasolina C	0,74	0,07	0,14	0,02	0,0035
	Flex - Gasolina C	0,75	0,05	0,13	0,02	0,0035

	Flex - Etanol hidratado	0,58	0,07	0,14	0,02	-
	Gasolina C	0,70	0,08	0,15	0,03	0,0035
2011	Flex - Gasolina C	0,76	0,06	0,12	0,02	0,0035
	Flex - Etanol hidratado	0,68	0,06	0,14	0,02	-
	Gasolina C	0,57	0,08	0,16	0,03	0,0035
2012	Flex - Gasolina C	0,74	0,04	0,12	0,02	0,0035
	Flex - Etanol hidratado	0,9	0,04	0,14	0,02	-

Fatores de emissão de CO, NO_x, NMHC e MP_{comb} para motores Diesel, em gpoluente/kWh

Ano/modelo	Fase PROCONVE	Categoria	CO	NMHC	NO _x	MP _{comb} *	
Até 1999	Pré-PROCONVE, P1/ P2/P3/P4	-	1,86	0,68	10,70	0,660	
2000-2001	P3/P4	-	1,62	0,54	6,55	0,318	
2002-2003	P4	-	0,85	0,29	6,16	0,120	
2004-2008	P4/P5	-	0,85	0,23	5,42	0,100	
2009	P5	Caminhões	Semileves	1,08	0,17	4,45	0,075
			Leves	0,97	0,17	4,70	0,086
			Médios	0,76	0,11	4,56	0,088
			Semipesados	0,87	0,09	4,72	0,080
			Pesados	0,81	0,09	4,65	0,070
		Ônibus	Urbanos	0,98	0,14	4,61	0,081
			Micro-ônibus	0,98	0,14	4,61	0,081
			Rodoviários	0,51	0,14	4,69	0,070
		Comercias Leves**	1,36	0,30	4,40	0,095	
		2010	P5	Caminhões	Semileves	1,07	0,21
Leves	0,76				0,15	4,57	0,074
Médios	0,74				0,14	4,61	0,078
Semipesados	0,83				0,12	4,71	0,090
Pesados	0,59				0,14	4,64	0,060
Ônibus	Urbanos			1,05	0,17	4,68	0,084
	Micro-ônibus			1,05	0,17	4,68	0,084
	Rodoviários			0,55	0,16	4,49	0,072
Comercias Leves	1,82			0,38	4,76	0,106	
2011	P5			Caminhões	Semileves	1,22	0,15
		Leves	0,73		0,13	4,36	0,0730
		Médios	0,79		0,16	4,68	0,0860
		Semipesados	0,95		0,09	4,47	0,0810
		Pesados	0,95		0,09	4,47	0,0810

				0,70	0,13	4,54	0,0620
		Ônibus	Urbanos	0,90	0,11	4,73	0,0800
			Micro-ônibus	0,90	0,11	4,73	0,0800
			Rodoviários	0,51	0,16	4,52	0,0600
			Comercias Leves	1,36	0,30	4,19	0,0900
			Semileves	0,01	0,01	1,35	0,0074
			Leves	0,18	0,04	1,15	0,0110
		Caminhões	Médios	0,08	0,01	1,61	0,0116
			Semipesados	0,26	0,03	1,56	0,0147
			Pesados	0,10	0,01	1,39	0,0122
			Urbanos	0,27	0,02	1,29	0,0125
		Ônibus	Micro-ônibus	0,27	0,02	1,29	0,0125
			Rodoviários	0,26	0,02	1,36	0,0144

2012***

P7

Fatores de emissão para comerciais leves homologados como veículos leves, em $g_{poluente}/km$.

Ano/modelo	Combustível	CO	NO _x	NMHC _{escap}	CH ₄	MP _{comb}
2008	Diesel	0,30	0,75	0,046	0,014	0,057
2009	Gasolina C	0,22	0,03	0,019	0,001	0,0011
	Flex - Gasolina C	0,22	0,03	0,038	0,032	0,0011
	Flex - Etanol hidratado	0,46	0,03	0,014	0,005	nd
	Diesel	0,28	0,68	0,025	0,008	0,060
2010	Gasolina C	0,26	0,02	0,023	0,008	0,0011
	Flex - Gasolina C	0,20	0,04	0,011	0,049	0,0011
	Flex - Etanol hidratado	0,47	0,04	0,023	0,008	nd
	Diesel	0,21	0,72	0,050	0,020	0,068
2011	Gasolina C	0,30	0,02	0,024	0,006	0,0011
	Flex - Gasolina C	0,23	0,03	0,029	0,011	0,0011
	Flex - Etanol hidratado	0,68	0,02	0,037	0,053	nd
	Diesel	0,15	0,61	0,043	0,004	0,052
	Gasolina C	0,28	0,01	0,019	0,006	0,0011
2012	Flex - Gasolina C	0,24	0,04	0,029	0,009	0,0011
	Flex - Etanol hidratado	0,73	0,05	0,056	0,045	nd
	Diesel	0,05	0,31	0,017	0,012	0,020