

## **Estimativa das Emissões Veiculares para CO, HC e NOx na Avenida Beira Mar Norte em Florianópolis/SC**

Melissa Cavichioli Fernandes  
melissacavichiolif@gmail.com

Orientador: Mst. Leonardo Hoinaski  
leohoinaski@gmail.com  
Co-orientador: Prof. Doutor Henrique de Melo  
Lisboa  
h.lisboa@ufsc.br

2014/2



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E  
AMBIENTAL

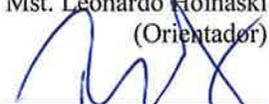
ESTIMATIVA DAS EMISSÕES VEICULARES PARA CO, HC E  
NO<sub>x</sub> NA AVENIDA BEIRA MAR NORTE EM FLORIANÓPOLIS/SC

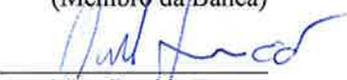
MELISSA CAVICHIOLI FERNANDES

Trabalho submetido à Banca Examinadora como parte  
dos requisitos para Conclusão do Curso de Graduação  
em Engenharia Sanitária e Ambiental–TCC II

BANCA EXAMINADORA:

  
Mst. Leonardo Hoinaski  
(Orientador)

  
Prof. Dr. Paulo Belli Filho  
(Membro da Banca)

  
Prof. Dr. Davide Franco  
(Membro da Banca)

FLORIANÓPOLIS/SC  
DEZ/2014

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao meu orientador Leonardo Hoinaski por toda a orientação e ensinamentos transmitidos durante o desenvolvimento deste trabalho, mas principalmente, por sua incansável dedicação.

Agradeço aos meus pais pela participação e auxílio em mais uma das etapas de minha vida. Por nunca estarem ausentes em momento algum. Por terem dedicado suas vidas e todo o seu amor a mim e a minha irmã. Agradeço a ela também, por todo o companheirismo, amizade e por ser o meu grande exemplo como pessoa e como profissional.

Agradeço ao meu namorado Anderson Korbes pela paciência e compreensão. Por ter permanecido ao meu lado em todos os momentos, bons e ruins. Por toda a preocupação com as minhas preocupações, por todo o carinho e palavras de conforto. Principalmente, por sempre notar as flores do meu jardim.



## RESUMO

A preocupação com o crescente aumento nas emissões de poluentes na atmosfera, ocasionando impactos a qualidade do ar e colocando em risco a saúde da população, tem sido a motivação para a elaboração de estudos de avaliação da qualidade do ar. As emissões veiculares, sendo elas apontadas como a principal fonte de poluição em centros urbanos, tem sido o foco dessas avaliações. Rodovias movimentadas, com grande intensidade de fluxo de veículos são as regiões de maior preocupação. Este estudo, visa a estimativa das emissões veiculares localizadas na Avenida Beira Mar Norte em Florianópolis, Santa Catarina. O primeiro passo para uma avaliação da qualidade do ar, sobre qualquer fonte, é necessário uma avaliação de emissões. Nesse contexto, o estudo faz, primeiramente, uma avaliação da intensidade de fluxo veicular na avenida, a partir de uma contagem veicular local. Essa base de dados aponta que para um cenário mediano, o número de veículos que passam na Avenida Beira Mar Norte é de 112.850 ao dia. Para a aplicação dos fatores de emissão, a frota local foi categorizada, segundo automóveis, veículos comerciais leves, motocicletas, ônibus e caminhões. De acordo com a abordagem *Bottom-up*, as estimativas das emissões são verificadas para a extensão total da avenida, igual a 5,91 km. Nessas condições, estima-se que o local do estudo emita 53,90, 7,78 e 13,07 kg/h de CO, HC e NO<sub>x</sub>.

**Palavras chave:** poluição do ar, fluxo de veículos, emissões veiculares, estimativas de emissões.



## **ABSTRACT**

The concern over the increase in pollutant emissions into the atmosphere, causing impacts to air quality and health risks of the population, has been the motivation for the development of studies to assess the air quality. Vehicle emissions, which they identified as the main source of pollution in urban centers, has been the focus of these reviews. Busy roads, with large traffic flow intensity are the regions of greatest concern. This study aims to estimate vehicle emissions located at Avenida Beira Mar Norte in Florianópolis, Santa Catarina. The first step for an assessment of air quality, on any source, it is necessary to evaluate emissions. In this context, the study is, first, a evaluation of the vehicular flow intensity on the avenue, from a local car count. The database shows that for the average scenario, the number of vehicles passing on Avenida Beira Mar Norte is 112,850 a day. For the application of emission factors, the local fleet was categorized according cars, light commercial vehicles, motorcycles, buses and trucks. According to the bottom-up approach, estimated emissions are checked for the total length of the avenue, equal to 5.91 km. Under these conditions, it is estimated that the study site issue 53.90, 7.78 and 13.07 kg / h of CO, HC and NOx.

**Key words:** air pollution, traffic flow, vehicle emissions, estimated emissions.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da Avenida Beira Mar Norte.....	32
Figura 2 - Fluxograma das etapas da metodologia aplicada. ....	35
Figura 3 – Box Plot do total de veículos que passam na avenida de acordo com os dias da semana.....	45
Figura 4 - Comportamento do fluxo de veículos leves dentre horas do dia e dias da semana avaliados para rodovias na Califórnia ...	48
Figura 5 - Comportamento do fluxo de veículos caracterizado por quatro picos diferentes observado em rodovia nos Países Baixos.....	49
Figura 6 - Gráficos do comportamento do fluxo de veículos leves e pesados em rodovias na Califórnia .....	52



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Intensidade de uso por idade e categoria de veículos.	25
Tabela 2 - Incremento dos fatores de emissão.....	26
Tabela 3 - Normas que determinam os procedimentos dos ensaios segundo as categorias de veículos leves, pesados e motocicletas. ....	29
Tabela 4 - Número de veículos que podem ser abastecidos com os tipos de combustíveis existentes em Florianópolis e suas respectivas porcentagens para o ano 2014. ....	33
Tabela 5 - Contagem veicular de Florianópolis por tipo de veículo no mês de dezembro de 2010. ....	37
Tabela 6 - Relação das categorias do DENATRAN/SC consideradas nas categorias do inventário.....	38
Tabela 7 - Número de veículos e porcentagens por categoria selecionada.....	38
Tabela 8 - Quantidade e porcentagem da cada ano-modelo de Florianópolis. ....	39
Tabela 9 - combustível utilizado por categoria do inventário.....	40
Tabela 10 – Número de veículos segundo os cenários avaliados e dias da semana.....	46
Tabela 11 - Picos horários de veículos durante a semana.....	47
Tabela 12 - Número de veículos segundo os dias da semana e a categoria de veículos.....	50
Tabela 13 - Número de veículos segundo a categorização por tipo.....	52
Tabela 14 - Resultados da categorização por ano-modelo e tipo de veículo, para o cenário médio.....	53



## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Distribuição do número total de veículos por dia da semana.....	43
Gráfico 2 - Distribuição do número de veículos por hora do dia e dias da semana.....	44
Gráfico 3 - Número de veículos, dentre leves e pesados, a cada hora do dia e dias da semana.....	51
Gráfico 4 - Emissões para o cenário mediano de fluxo veicular.....	55
Gráfico 5 - Emissões segundo as horas do dia .....	58
Gráfico 6– Emissões de cada poluente de acordo com os dias da semana.....	59



## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	17
2.	OBJETIVOS.....	19
2.1	Objetivo geral.....	19
2.2	Objetivos específicos.....	19
3.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	20
3.1	Poluição Atmosférica.....	20
3.2	Emissões Veiculares.....	20
3.3	Inventário de emissões veiculares.....	21
3.3.1	Principais fatores de interferência nas emissões veiculares	22
3.3.2	Estimativas de emissões veiculares.....	26
3.4	Legislação.....	30
4.	MATERIAIS E MÉTODO.....	32
4.1	Local de estudo.....	32
4.2	Estimativa das emissões na Avenida Beira Mar Norte	34
4.2.1	Avaliação quantitativa do tráfego local.....	35
4.2.2	Avaliação qualitativa do tráfego local.....	36
4.2.3	Trajetos considerados.....	40
4.2.4	Fatores de emissão empregados.....	40
5.	RESULTADOS.....	42
5.1	Estimativa das emissões.....	42
5.1.1	Avaliação quantitativa do tráfego local.....	42
5.1.2	Avaliação qualitativa do tráfego local.....	50
5.1.3	Cenário de emissões.....	53
6.	CONCLUSÃO.....	60
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	61
8.	BIBLIOGRAFIA.....	62

APÊNDICE A - Fatores de emissão aplicados segundo a categorização veicular.....	67
APÊNDICE B - Categorização completa da frota local para a intensidade de fluxo mediana.....	69
APÊNDICE C - Categorização completa da frota local para a intensidade de fluxo máxima e mínima .....	71
APÊNDICE D - Emissões de acordo com os cenários de medianas, máximas e mínimas por categoria e poluente .....	74
ANEXO A - Fatores de Emissão - CETESB, 2012.....	81
ANEXO B - Legislação brasileira relacionada a qualidade do ar por fontes móveis.....	95
ANEXO C - Consumo de gasolina e álcool em Santa Catarina - ANP .....	102
ANEXO D - Contagem veicular local- Estudo de Mobilidade Urbana EIA/RIMA PARQUE HOTEL MARINA - PONTA DO CORAL.....	103
ANEXO E – Imagem do Local das Contagens .....	110
ANEXO F - Contagem veicular de Florianópolis - DENATRAN/SC.....	111

## 1. INTRODUÇÃO

A preocupação com a qualidade do ar teve início com as descobertas dos efeitos causados pelos poluentes da atmosfera sobre a saúde humana. A poluição atmosférica é apontada como causa de morte por doenças cardiorrespiratórias e câncer de pulmão (POPE et al, 2002). Segundo a Organização Mundial da Saúde (2005), 2 milhões de pessoas morrem por ano devido a este tipo de poluição.

A dinâmica de vida observada na maioria das cidades brasileiras, principalmente nos núcleos urbanos mais adensados, exige maior utilização de veículos automotores como meio de transporte. Pouco mais de 84% da população brasileira é urbana (IBGE, 2010). A proximidade das emissões veiculares com a população dos centros urbanos agrava seus efeitos patológicos. Os riscos de morte em decorrência da poluição do ar são maiores para a população que mora perto de estradas com intenso fluxo de veículos (HOEK et al, 2002).

Em regiões metropolitanas, a crescente frota de veículos automotores é responsável pelo aumento da concentração de poluentes atmosféricos (MISRA; ROORDA; MACLEAN, 2013). De acordo com o relatório da qualidade do ar elaborado em 2012 pela CETESB (2012), os veículos foram responsáveis pela emissão de mais de 226 mil t/ano de poluentes, dentre monóxido de carbono, hidrocarbonetos, óxidos de nitrogênio, material particulado e óxidos de enxofre, na atmosfera, em 2011, no estado de São Paulo. Isso indica que, do total de emissões contabilizadas no estado, 86% é ocasionada pelos veículos automotivos.

Em Florianópolis a população urbana corresponde a pouco mais de 96% do total da população do município. É considerada uma das capitais com a maior qualidade de vida do país, por esse motivo atrai turistas e novos moradores para a cidade. Seu crescimento populacional, nos últimos anos, foi de aproximadamente 19% entre os censos de 2000 e 2010 (IBGE, 2010). De maneira acelerada, a frota veicular também cresce. Desde o início das medições, em 2002, o DENATRAN registrou em Florianópolis um aumento médio da frota veicular de 13.057 veículos/ano (DENATRAN, 2013).

A Avenida Beira Mar Norte, além de ser uma das vias que concentra grande fluxo de veículos diariamente; é, também, um dos pontos turísticos mais visitados da cidade. Além disso, a disponibilidade para a prática de atividades físicas em sua marginal, atrai muitos

moradores ao local. Embora seja de grande relevância para a cidade e haja proximidade entre os pedestres e o tráfego de veículos, não existe qualquer avaliação acerca da composição da atmosfera da região ou estudo que investigue a influência das emissões veiculares na saúde das pessoas que frequentam o local.

Quando não há monitoramento, o primeiro passo para um estudo de avaliação da qualidade do ar, é a estimativa de emissões. Neste contexto, este estudo visa estimar a quantidade de emissões da frota veicular de ocorrência na avenida, para os poluentes CO, HC e NOx. O trabalho foi realizado com o apoio do Laboratório de Controle da Qualidade do Ar – LCQAr, pertencente ao Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, coordenado pelo Professor Doutor Henrique de Melo Lisboa.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Estimar emissões veiculares na Avenida Beira Mar Norte para os poluentes CO, HC e NO<sub>x</sub> em Florianópolis/SC.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Avaliar quantitativamente e qualitativamente a frota veicular circulante na Avenida Beira Mar Norte;
- Verificar cenários de intensidade de fluxo veicular;
- Avaliar as emissões veiculares de acordo com os fatores de influência considerados.

### **3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1 Poluição Atmosférica**

Os conhecimentos adquiridos acerca dos efeitos da poluição atmosférica na saúde da população impulsionaram a necessidade de controle da qualidade do ar. Para tal, foram desenvolvidos conceitos que fundamentassem o assunto. A poluição atmosférica é definida como a presença de substâncias, matéria ou energia, em quantidades suficientes para causar a degradação da qualidade do ar, ocasionar o impedimento à legítima utilização dos recursos naturais (CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE, 1990) e trazer riscos à saúde humana (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 2004). Especificamente, a poluição atmosférica urbana pode ser indicada como uma complexa mistura de poluentes tóxicos presentes no ar (COHEN et al, 2004). Além disso, a poluição atmosférica pode ser entendida, também, como o lançamento de substâncias em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos (SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS, 2006).

#### **3.2 Emissões Veiculares**

A maior fonte de poluição atmosférica em grandes cidades é proveniente do tráfego de veículos (MAGE et al, 1995). A composição de poluentes presentes nessas emissões é diversificada e interage com o meio ambiente de maneira complexa (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 2000). A relevância dos poluentes, relacionadas às medidas de controle, é fundamentada no potencial risco de comprometimento da saúde humana, degradação ambiental (CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE, 1989) e de acordo com seus níveis de emissão (COMPANHIA DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL, 2012).

Os poluentes atmosféricos decorrentes das emissões veiculares são, principalmente (EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY, 2013):

- Monóxido de Carbono(CO), Óxidos de Nitrogênio (NO<sub>x</sub>) e os Compostos Orgânicos Voláteis Não Metânicos (COVNM), conhecidos como precursores do Ozônio (O<sub>3</sub>);

- Gás Carbônico (CO<sub>2</sub>), Metano (CH<sub>4</sub>) e Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O), denominados de agravadores do efeito estufa;
- Amônia (NH<sub>3</sub>), Dióxido de Enxofre (SO<sub>2</sub>), caracterizados pela ação acidificante no meio ambiente;
- Material Particulado (MP);
- Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPA), Poluentes Orgânicos Persistentes (POP), que contém espécies carcinogênicas;
- Outras substâncias tóxicas e metais pesados.

Segundo a Organização Mundial da Saúde (2005) os principais poluentes restringidos pelos padrões de qualidade do ar são: Material Particulado, Dióxido de Enxofre, Dióxido de Nitrogênio e Ozônio.

Segundo a Resolução CONAMA nº 3 de 28 de junho de 1990, que estabelece os padrões de qualidade do ar no Brasil, os principais poluentes indicadores da qualidade do ar são: Partículas Totais em Suspensão, Fumaça, Partículas Inaláveis, Dióxido de Enxofre, Monóxido de Carbono, Dióxido de Nitrogênio e Ozônio.

No Brasil, os principais poluentes contabilizados nos estudos de emissões veiculares são: Monóxido de Carbono, Hidrocarbonetos, Monóxido de Nitrogênio, Material Particulado e Aldeídos (SOUZA et al, 2012).

### **3.3 Inventário de emissões veiculares**

Para a avaliação dos efeitos na qualidade do ar, segundo uma fonte de emissão, é necessária a elaboração de um inventário de emissões. Os inventários catalogam e quantificam todas as informações necessárias acerca dos poluentes atmosféricos relevantes. Por esse motivo, são essenciais para o entendimento sobre a qualidade do ar, tanto em escala local como, global (PARRISH, 2006).

Os inventários são utilizados como o subsídio para a aplicação de modelos matemáticos de dispersão de poluentes atmosféricos. Auxiliam na interpretação de dados e fornecem informações para a aplicação de políticas e ações de mitigação dos impactos relacionados (BUTLER et al, 2007).

Especificamente a partir dos inventários de emissões veiculares, são obtidas respostas da quantidade de poluentes que tem sido emitidos por veículos automotores e qual a contribuição de cada uma das categorias de veículos avaliadas (XIE; CAI, 2007).

Os fatores que interferem na quantidade de emissão de poluentes são diversos e, por vezes, complexos de serem estimados. O grau de complexidade está relacionado ao nível de aprofundamento que se deseja avaliar, bem como a disponibilidade e qualidade dos dados. De maneira genérica, os fatores considerados interferentes na quantidade de poluentes emitidos são o tipo de motor, manutenção, forma de conduzir (ZIELINSKA et al, 2012). Além disso, também influencia na emissão de poluentes, o porte do veículo, seu sistema de alimentação, tempo de vida, tipo de combustível utilizado, composição da frota veicular e fluxo do tráfego de ocorrência (BRASIL, 2011).

### **3.3.1 Principais fatores de interferência nas emissões veiculares**

De acordo com os dados disponíveis, no Brasil, acerca das emissões veiculares, os principais fatores de influência são: tipo e idade dos veículos e os combustíveis utilizados.

- **Influência do tipo de veículo nas emissões**

No Brasil, os veículos são divididos principalmente em dois grandes grupos: leves e pesados. Esse conceito está relacionado ao seu peso, capacidade de passageiros e forma de utilização. Os veículos leves são aqueles utilizados para o transporte de passageiros, ou carregamento, ou ambas as utilizações, com capacidade de até doze passageiros ou de massa menor ou igual a 2.800 quilogramas. Já os veículos pesados são diferenciados como os veículos com capacidade de transportar mais de doze passageiros, bem como, ter massa superior a 2.800 quilogramas (CONAMA, 1986).

Outra classificação, mais recente, é a categoria dos veículos conhecidos como ciclomotores e motocicletas. São definidos como veículos de até quatro rodas, com motor de combustão interna, cuja cilindrada, no primeiro caso, seja de até cinquenta centímetros cúbicos e velocidade máxima de cinquenta quilômetros por hora. Já para as motocicletas a diferença está na cilindrada, sendo acima de cinquenta centímetros cúbicos e velocidade máxima superior a cinquenta quilômetros por hora (CONAMA, 2002). Essa categoria é conhecida também apenas como moto.

Além da legislação restringir as emissões veiculares de acordo com o porte do automóvel, estudos indicam significativas diferenças entre as emissões de veículos pesados e leves, tanto na quantidade,

quanto nos tipos de poluentes lançados. Os veículos pesados são apontados como os responsáveis pela maior parte dos lançamentos de poluentes nitrogenados, sulfurados e material particulado fino (MP<sub>2,5</sub>). Já os veículos leves são indicados como os responsáveis pela maior parte das emissões de CO e HC (TEIXEIRA; FELTES; SANTANA, 2006).

### • Principais combustíveis

Os combustíveis, utilizados como fontes de energia para o movimento dos veículos automotores, são os precursores dos poluentes que chegam até a atmosfera. A composição das emissões atmosféricas está intimamente relacionada a constituição do combustível empregado. Muitos inventários e estudos relacionados às emissões veiculares estão baseados nas estimativas de emissões a partir de dados sobre a utilização e consumo de combustível, apenas (SINGER; HARLEY, 1999).

No Brasil, os principais combustíveis são a gasolina, o etanol e o diesel. O consumo deles está relacionado, dentre outros fatores, ao porte dos veículos. Em veículos leves, são mais utilizados a gasolina e o etanol, com maior destaque para a gasolina. Já os veículos pesados, são abastecidos, principalmente, com o diesel (CETESB, 2012).

Em função das diferenças entre as emissões de motores a diesel e a gasolina, a legislação brasileira classifica os veículos em dois grupos: os motores conhecidos como do Ciclo Otto e os motores do Ciclo Diesel (CONAMA, 1986). A diferença básica entre os dois tipos de motores, além da utilização de combustíveis diferentes, está na ignição. Nos motores do Ciclo Diesel as condições de combustão ocorrem pela compressão de ar no interior dos cilindros. Já a ignição dos motores do Ciclo Otto ocorre a partir de uma centelha (LOUREIRO, 2005).

Segundo o relatório da CETESB sobre o monitoramento da qualidade do ar no estado de São Paulo, no primeiro semestre de 2012, os veículos pesados do Ciclo Diesel foram destaque pela grande parcela de emissões de NO<sub>x</sub>, com uma contribuição de 60,3% do total de emissões desse poluente, e também, 35,4% das emissões de MP<sub>10</sub>, considerando emissões móveis (veículos) e fixas. Já os veículos leves do Ciclo Otto foram apontados como os principais responsáveis pelas emissões de CO, HC e SO<sub>x</sub>, através de 72,2%, 59,9% e 26,5% dos totais de emissões desses poluentes, considerando-se as mesmas condições apresentadas para os veículos do Ciclo Diesel (CETESB, 2012).

- **Influência da idade veicular nas emissões**

Como já mencionado, as emissões veiculares variam de acordo com a idade do veículo. Esse fator interfere nas emissões, por duas razões. A primeira delas, pelo fato de que os veículos mais recentes apresentam tecnologias mais eficientes na otimização do motor em relação ao consumo de combustível. O outro motivo é a deterioração do veículo, que por sua vez é influenciada pela intensidade de uso. Isso significa que quanto mais o veículo é utilizado maiores serão os níveis de emissão de poluentes (SPITZLEY et al, 2005).

A quantificação das condições de deterioração são avaliadas a partir dos quilômetros rodados. Considera-se que, quanto maior a quilometragem do veículo e tempo de utilização, maior o grau de deterioração. Através de intensidades de uso ( $I_u$  [km/ano]) médias, conforme apresentado na Tabela 1, em conjunto com informações da idade dos veículos, consegue-se uma previsão da quilometragem rodada da frota veicular em análise. Assim, em média, no primeiro ano de utilização os veículos estão com aproximadamente 10 mil km rodados. Após o primeiro ano a utilização é intensificada, sendo correspondente 19,4 mil km/ano. Dessa forma, quando o veículo chega ao segundo ano de idade sua quilometragem rodada média é de aproximadamente 29,4 mil quilômetros.

Ainda que, a deterioração ocorra para toda a frota circulante, as exigências e avaliações da influência dessa deterioração são verificadas apenas para a categoria de veículos leves do Ciclo Otto.

O Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE) prevê, conforme Resolução CONAMA nº 14 de 13 de dezembro de 1995, que a partir de 80.000 km rodados há um incremento nas emissões estabelecidas, em relação aos veículos zero quilômetro. Além disso, determina os ensaios para a verificação de durabilidade dos fatores de emissão para veículos homologados, os quais devem seguir as recomendações da Norma Brasileira ABNT 5:17,01-007.

**Tabela 1 - Intensidade de uso por idade e categoria de veículos.**

<b>Intensidade de uso (Iu) [mil Km/ano]</b>	
<b>Idade</b>	<b>Automóveis e comerciais leves ciclo Otto</b>
0	10,0
1	19,4
2	18,8
3	18,2
4	17,6
5	17,0
6	16,4
7	15,8
8	15,2
9	14,6
10	14,0
11	13,4
12	12,8
13	12,2
14	11,6
15	11,0
16	10,4
17	9,8
18	9,2
19	8,6
20	8,0

Fonte: Adaptado (CETESB, 2012)

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (2011), através do Primeiro Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores (PINEAVA), que realizou análises, através dos ensaios de

durabilidade, em uma amostra de veículos, o incremento identificado para CO, NOx e NMHC é apresentado Tabela 2.

**Tabela 2 - Incremento dos fatores de emissão**

<b>Poluente</b>	<b>Incremento no Fator de Emissão (g/80.000km)</b>
CO	0,263
NOx	0,030
NMHC	0,023

Fonte: Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2011).

De acordo com os resultados obtidos para o incremento dos fatores de emissão, em conjunto com a lu, indica que a partir do quarto ano de utilização, em média (Tabela 1), os veículos estão sujeitos ao incremento de até aproximadamente de 80% dos níveis de emissão originais. Este é o caso dos automóveis, cujos fatores de emissão para veículos a partir de quatro anos, para CO, é de 0,33 g/km. Essa sensibilidade no incremento dos fatores de emissão são maiores nos veículos mais novos, uma vez que seus fatores de emissão são menores.

Ainda que a deterioração dos veículos influencie significativamente nas emissões de poluentes, é pouco explorada nas estimativas de emissões.

Para que seja possível incluir os efeitos da deterioração na avaliação das emissões veiculares, é preciso minimamente, que o incremento seja aplicado à toda a frota avaliada.

#### **• Influência da velocidade nas emissões**

Outro fator de grande importância para os níveis de poluição emitidos nas emissões veiculares é a velocidade. Muitos estudos relacionados ao assunto consideram esse parâmetro para a avaliação da influência das emissões veiculares no ar. Mais importante que a velocidade em si, é a sua variação, ou seja, no momento da aceleração ou desaceleração são emitidos mais poluentes do que a constância de determinada velocidade (TONG; HUNG; CHEUNG, 2011).

### **3.3.2 Estimativas de emissões veiculares**

Para a estimativa de emissões de poluentes veiculares existem duas metodologias tradicionais e bem consolidadas: a metodologia *Top-*

*down*, que determina as estimativas de emissões a partir do consumo de combustível; e a, *Bottom-up*, que utiliza a quilometragem percorrida (EGGLESTON et al., 2006).

Ambas as metodologias são utilizadas para a quantificação das emissões de uma fonte de poluição. A abordagem *Top-down*, determina as emissões de maneira abrangente, a partir do potencial de poluição específico ao combustível utilizado, sem considerar a tecnologia ou forma de utilização da fonte energética. Já a abordagem *Bottom-up* considera tanto a tecnologia, como a forma de utilização e, além disso, a ocorrência espacial das emissões (BRASIL, 2010).

A escolha da metodologia de aplicação para a estimativa de emissões depende do tipo de dados disponíveis em conjunto com os objetivos da avaliação. A metodologia *Top-down* é mais indicada para a aplicação em macroescala e a *Bottom-up* em escalas locais. A especificidade dessa aplicação é influenciada pelos fatores de emissões utilizados. A abordagem em macro escala utiliza fatores de emissão abrangentes, através de médias e/ou padrões. Já a abordagem de escala local, utiliza fatores de emissão específicos. Por essa razão, as estimativas determinadas pela metodologia *Bottom-up* fornecem mais detalhes sobre emissões locais, podendo caracterizar, inclusive, as emissões específicas a uma rodovia (WANG et al, 2009).

Segundo a metodologia *Bottom-up*, as emissões são estimadas a partir da fórmula descrita abaixo:

$$E_x = \sum N_{ij} \times FE_{xij} \times D$$

Onde,

$E_x$  - emissões veiculares para o poluente x [g]

$N_{ij}$  - número de veículos da frota do ano-modelo i e combustível j

$FE_{xij}$  - fator de emissão para a do ano-modelo i, combustível j e poluente x [g/km]

$D$  - distância do trecho em questão [km]

A determinação do número de veículos é realizada a partir da avaliação da frota local, onde são identificadas as principais categorias de veículos. A criticidade desse parâmetro é limitada pelos níveis de categorias dos fatores de emissão ( $FE_{xij}$ ). Sendo assim, cada uma das categorias analisadas deve dispor de um fator de emissão correspondente.

Os fatores de emissão são obtidos a partir de avaliações específicas de cada categoria de veículos, através de análises ou estimativas. Correspondendo aos princípios da metodologia em questão,

os fatores de emissão retratam as condições de utilização dos veículos, como a tecnologia aplicada, combustíveis utilizados, por exemplo. Sua unidade é de massa de poluente/comprimento.

A distância é utilizada para a compilação das emissões totais do trecho avaliado e não apenas de taxas de emissões.

Segundo a metodologia *Top-down*, as emissões são estimadas a partir da fórmula descrita abaixo:

$$E_x = \sum C_m \times FE_{xm}$$

Onde,

$E_x$  - emissões veiculares para o poluente x

$C_m$  - quantidade de combustível m

$FE_{xm}$  - fator de emissão para cada combustível m e poluente x

Para a abordagem acima, a utilização dos parâmetros envolvidos na estimativa das emissões é diferenciada. Os fatores de emissão correspondem restritamente ao potencial de poluição de cada combustível empregado, sem considerar as especificidades de sua utilização. Dessa forma, sua unidade é de massa de poluente/volume de combustível. A quantidade de combustível é correspondente a unidade do fator de emissão, sendo em volume de combustível.

#### • Fatores de emissão

Ambas as abordagens contam com um fator comum, denominado de fator de emissão. Conforme apresentados nas fórmulas anteriores, os fatores de emissão são valores representativos, que tentam relacionar a quantidade de poluentes emitidos com os fatores que influenciam nas emissões. Eles são específicos à metodologia aplicada. São expressos normalmente em massa por volume, distância ou tempo (AP42, 1995).

Basicamente, existem duas formas para a sua determinação, por medições *in loco*, ou por estimativas. Elas também estão associadas com a disponibilidade de dados, objetivos e a compatibilização com a metodologia de estimativas de emissões utilizada, conforme apresentado anteriormente.

Uma maneira de estimar o valor dos fatores de emissão é através do software MOBILE. Sua utilização é muito difundida nos Estados Unidos, pela da Agência de Proteção Ambiental (Environmental Protection Agency - EPA). Os fatores de emissão são calculados a partir de informações sobre a frota veicular de interesse e de estimativas da distância percorrida. O programa é continuamente atualizado e melhorado, sendo atualmente disponibilizado pelo site da EPA

(<http://www.epa.gov/otaq/mobile.htm>). O respectivo software estima os fatores de emissão de hidrocarbonetos, monóxido de carbono, óxidos de nitrogênio, material particulado, dióxido de enxofre, amônia, dióxido de carbono e outros poluentes perigosos de veículos a gasolina, diesel, gás natural e veículos elétricos. O MOBILE tem sido utilizado como estratégia de controle de emissões de poluição por fontes móveis, através da elaboração de inventários por organizações governamentais, com o objetivo de melhoramento da qualidade do ar (ARBOR, 2003).

As estimativas dos fatores de emissões geradas pelo MOBILE, por serem calibradas e estimadas apenas nas condições dos padrões americano, é previsto erros quando aplicado a outro país (WANG, 2008).

Parrish (2006) utilizou o programa em um estudo que compara a evolução das estimativas de emissões dos inventários de emissões veiculares, inclusive comparando os resultados obtidos a partir do MOBILE6 com uma versão anterior, MOBILE5. Wang et al, (2008) também utilizou o programa para a realização de um inventário de emissões veiculares e para analisar as incertezas envolvidas nas estimativas dessas emissões.

No Brasil, o PROCONVE exige que os fabricantes de veículos automotores realizem ensaios para a verificação das emissões, segundo as exigências de emissões estabelecidas, denominados de ensaios de homologação. Através da Resolução CONAMA nº 299 de 25 de outubro de 2001, exige que os fabricantes apresentem os fatores de emissão medidos através dos Relatórios de Valores de Emissão da Produção (RVEP) específico a cada frota analisada.

Existem três ensaios diferentes para a homologação de veículos automotores que sejam fabricados no Brasil, ou importados. São aplicados aos veículos automotores leves, incluindo os veículos comerciais leves, veículos automotores pesados, tanto para ônibus como para caminhões e, por fim, para motocicletas. A Tabela 3 apresenta os ensaios existentes, as categoriais aplicáveis de acordo com esse inventário e as normas que os regulamentam.

**Tabela 3 - Normas que determinam os procedimentos dos ensaios segundo as categorias de veículos leves, pesados e motocicletas.**

<b>Veículos Leves</b>	NBR 6601
<b>Veículos Pesados</b>	NBR 14489
<b>Motocicletas</b>	Directiva da Comunidade Europeia nº 97/24/EC

Fonte: próprio autor.

O IBAMA é responsável pelo recebimento dos relatórios mencionados. Eles são disponibilizados para a CETESB, onde são compilados e publicados através dos Relatórios de Emissões Veiculares, com frequência anual. Os fatores de emissão disponibilizados nesses relatórios são a nível nacional, porém as estimativas de emissões apresentadas são compatíveis com a frota veicular do estado de São Paulo. Os fatores de emissão utilizados pela CETESB estão apresentados no ANEXO A.

### **3.4 Legislação**

As iniciativas legais em território nacional sobre as emissões veiculares tiveram início com a Instituição da Política Nacional de Meio Ambiente - PNMA, em 1981. As exigências e restrições das emissões veiculares tornaram-se mais específicas com a instituição do Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores - PROCONVE, em 1986. A princípio, limitavam-se às categorias de veículos automotores leves e pesados, do Ciclo Otto e, Diesel, respectivamente. As restrições para as emissões das motocicletas tiveram início apenas em 2002, através do Programa de Controle da Poluição do Ar por Motociclos e Veículos Similares – PROMOT.

Os programas sofrem alterações periódicas, onde as exigências e restrições tornam-se maiores. Essas revisões são divididas em fases. Nelas são estabelecidos os novos limites de restrições das emissões, prazos para a adequação dos veículos e a validade da fase em questão. As fases do PROCONVE e PROMOT são validadas através de Resoluções CONAMA.

As restrições estabelecidas são para os fatores de emissão, em g/km, por categoria e por poluente avaliado. Os poluentes restringidos pela legislação são:

- Monóxido de carbono
- Hidrocarbonetos totais
- Hidrocarbonetos não metano
- Óxidos de nitrogênio
- Aldeídos
- Material Particulado

Para o controle dos fatores de emissão, são exigidos que os fabricantes e importadores nacionais realizem os ensaios de homologação, conforme apresentado no item anterior (Fatores de Emissão). Além disso, eles devem apresentar o Relatório de Valores para o Controle das Emissões de veículos automotores ao IBAMA, a uma frequência semestral. Neles devem ser apresentados os resultados obtidos nos ensaios, a identificação dos laboratórios responsáveis pelas análises. Ficam dispensados da apresentação do relatório os volumes semestrais menores do que mil unidades por configuração de veículo leve e volumes menores do que cem unidades por configuração de motor para veículo pesado.

Além das restrições estabelecidas para o lançamento de poluentes por emissões veiculares, são previstas restrições nos padrões de qualidade do ar, segundo Resolução CONAMA nº 3 de 28 de junho de 1990. Os limites estabelecidos para a qualidade do ar restringem as concentrações em dois níveis: padrões primários e secundários. O primeiro nível, considerado de maior relevância, é estabelecido para a proteção da saúde da população. Já o padrão secundário estabelece os limites máximos de poluentes para a prevenção de efeitos adversos sobre o meio ambiente, considerando fauna e flora.

O ANEXO B apresenta, de maneira resumida, o histórico da legislação relacionada ao controle da qualidade do ar por fontes móveis, o conjunto de Resoluções CONAMA que estabelecem as fases dos programas e destaca os pontos principais.

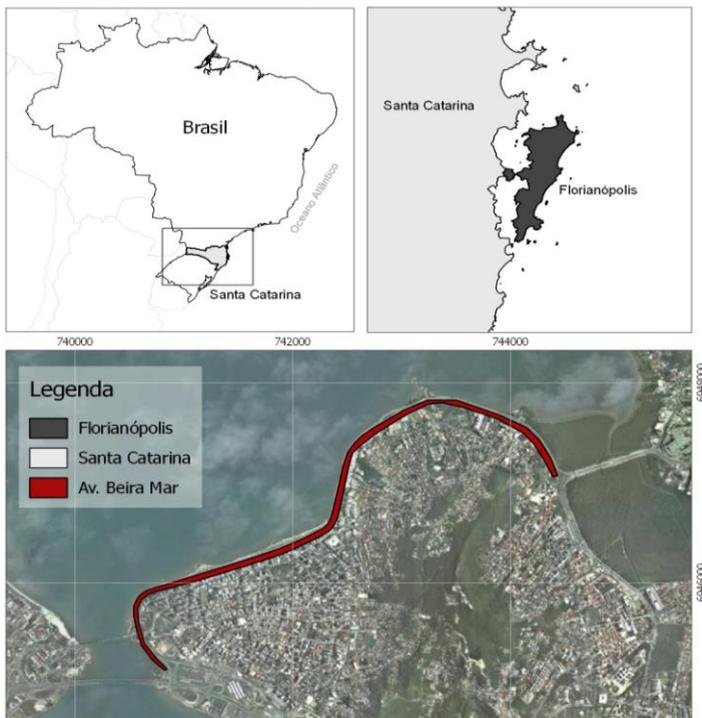
## 4. MATERIAIS E MÉTODO

### 4.1 Local de estudo

A Avenida Beira Mar Norte está localizada na cidade de Florianópolis. O município é a capital de Santa Catarina, um dos três estados integrantes da Região Sul do país. Entre as coordenadas geográficas 27°10' e 27°50' de latitude sul e 48°25' e 48°35' de longitude oeste, seu território ocupa a área de 438,5 km<sup>2</sup>, dividido em uma parte insular, que corresponde a uma área de 426,6 km<sup>2</sup>, e uma parte continental, de 11,9 km<sup>2</sup> de área (FLORIANÓPOLIS, 2011).

A metodologia foi aplicada na Avenida Beira Mar Norte, de extensão total igual a 5.91 km, considerando-se que ela é composta pela Avenida Jornalista Rubens de Arruda Ramos e Avenida Governador Irineu Bornhausen, conforme indicado na Figura 1.

**Figura 1 - Localização da Avenida Beira Mar Norte**



Fonte: próprio autor.

Segundo o Departamento Nacional de Transito - DENATRAN (2014), em Florianópolis, existem veículos capacitados a rodarem com diversos combustíveis, dentre álcool/gás natural veicular, elétrico/fonte externa, elétrico/fonte interna, gás metano, gás natural veicular, gasogênio, gasol/gás natural combustível, gasolina/álcool/gás natural, gasolina/elétrico, gasolina/gás natural veicular, que juntos não chegam a 5% da frota existente na cidade. Já os veículos abastecidos com álcool apenas, álcool ou gasolina, diesel apenas e gasolina apenas, constituem mais de 95% da frota local. A Tabela 4 apresenta o número de veículos por tipo de combustível, e sua porcentagem correspondente em relação à frota completa, de 310.301 veículos. Esses dados convergem com o comportamento nacional, onde os combustíveis em destaque são álcool, gasolina e diesel. Ainda assim, os automóveis abastecidos apenas com álcool possuem uma representatividade reduzida, de 2,47%. O restante dos veículos que aceitam as formas alternativas de combustíveis, mencionadas, são apresentadas em "outros".

**Tabela 4 - Número de veículos que podem ser abastecidos com os tipos de combustíveis existentes em Florianópolis e suas respectivas porcentagens para o ano 2014.**

<b>Combustíveis</b>	<b>Número de veículos</b>	<b>Porcentagem</b>
<b>Álcool</b>	7.651	2,4%
<b>Álcool/gasolina</b>	132.498	42,7%
<b>Diesel</b>	16.344	5,3%
<b>Gasolina</b>	140.382	45,2%
<b>Outros (ver texto)</b>	13.426	4,3%

Fonte: Adaptada de DENATRAN, 2014

Segundo a Agência Nacional de Petróleo (ANP), o consumo de álcool como combustível de veículos automotores, em Santa Catarina é 1/3 do consumo de gasolina, considerando-se os dados fornecidos de 2000 a 2014. O ANEXO C apresenta os dados de consumo para o estado, em barril equivalente de petróleo (BEP). Por essa razão, neste estudo considerou-se apenas diesel e a gasolina.

## 4.2 Estimativa das emissões na Avenida Beira Mar Norte

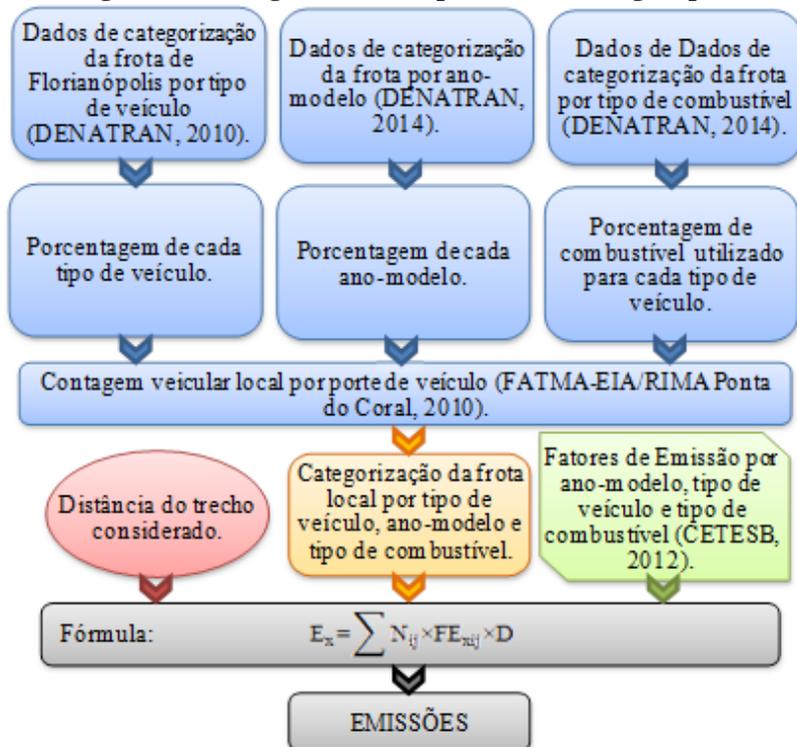
As emissões veiculares foram estimadas segundo a metodologia *Bottom-up*, por ser mais adequada, considerando-se a disponibilidade de dados e a avaliação das emissões em escala local. Os poluentes considerados foram o CO, HC e NOx.

Conforme a metodologia aplicada, as estimativas são obtidas a partir de três informações:

- Categorização da frota veicular (número, ano de fabricação, tipo de combustível e quantidade de veículos que trafegam o local);
- Comprimento da Avenida;
- Fatores de emissão para cada categoria.

Para os dados de categorização da frota local foram utilizados a base de dados do DENATRAN (<http://www.denatran.gov.br/frota.htm>) referentes a cidade de Florianópolis e o Estudo de Mobilidade Urbana do EIA/RIMA PARQUE HOTEL MARINA - PONTA DO CORAL, disponibilizado pela Fundação do Meio Ambiente de Santa Catarina – MPB Engenharia (2010). Os fatores de emissão foram obtidos dos Relatórios de Emissões Veiculares do Estado de São Paulo, publicados pela CETESB (2012). A Figura 2 apresenta onde cada uma das bases de dados utilizadas foi aplicada, segundo cada uma das etapas para a determinação das estimativas.

**Figura 2 - Fluxograma das etapas da metodologia aplicada.**



Fonte: próprio autor.

#### 4.2.1 Avaliação quantitativa do tráfego local

Os dados disponíveis pelo DENATRAN sobre número de veículos utiliza como referência a divisão político e administrativa do Brasil. Conforme os objetivos deste estudo, é necessário o conhecimento do número específico de veículos que trafegam na Avenida Beira Mar Norte. Por essa razão, através da utilização dos dados da contagem veicular realizada na Beira Mar, foi possível estimar as emissões específicas a ela.

A contagem utilizada para o estudo foi realizada dentre os dias 14 e 20 de dezembro de 2010. Cada um dos dias contabilizou um dia da semana diferente, contemplando uma amostragem da semana completa.

O ciclo de contagem foi organizado de hora em hora, iniciado às 6 horas da manhã até às 23 horas da noite, período considerado de fluxo significativo de automóveis. Os resultados foram apresentados para cada uma das faixas de pistas, dentre as três que compõem a avenida. Além disso, o número de veículos foi apresentado para veículos leves e pesados. O ANEXO D apresenta os resultados originais apresentados no EIA/RIMA e utilizados neste estudo. O ANEXO E apresenta a região da contagem veicular e cada uma das faixas de pistas consideradas no local.

#### **4.2.2 Avaliação qualitativa do tráfego local**

A avaliação qualitativa é realizada através da categorização da frota local. Conforme apresentado na **Figura 2** a categorização baseia-se nos dados de tipo de veículo, ano-modelo e combustíveis, fornecidos pelo DENATRAN. Através desses dados, foram obtidos os percentuais de cada uma das categorias e aplicadas na contagem realizada na Avenida Beira Mar Norte. Dessa forma, obteve-se o número de veículos locais de cada uma das categorias analisadas.

- **Categorização por tipo de veículo**

A categorização do DENATRAN, segundo o tipo de veículo, é realizada em frequência mensal. Foi utilizado os dados fornecidos para dezembro de 2010, período coincidente com o período em que foi feita a contagem veicular local. A Tabela 5 apresenta o número de veículos, segundo os tipos, que foram utilizados.

**Tabela 5 - Contagem veicular de Florianópolis por tipo de veículo no mês de dezembro de 2010.**

<b>Categorias DENATRAN</b>	<b>Número de veículos</b>
Automóvel	189008
Caminhão	3446
Caminhão trator	277
Caminhonete	8708
Camioneta	15691
Chassi/plataforma	2
Ciclomotor	509
Microonibus	819
Motocicleta	36034
Motoneta	5921
Motor-casa	78
Ônibus	1680
Quadriciclo	1
Reboque	4639
Semi-reboque	446
Side-car	8
Trator de rodas	332
Trator esteiras	47
Trator misto	58
Triciclo	85
Utilitário	2674
<b>Total</b>	<b>270463</b>

Fonte: Adaptada de DENATRAN, 2010.

Por questões de simplificação, nesse estudo foi definida uma categorização específica, apresentada na Tabela 6, de acordo com as definições de veículos leves, pesados e comerciais do PROCONVE.

**Tabela 6 - Relação das categorias do DENATRAN/SC consideradas nas categorias do inventário.**

<b>Categorização deste estudo</b>	<b>Categorização DENATRAN/SC</b>
Automóveis	Automóveis
Veículos comerciais leves	Caminhonete, camioneta e utilitário
Motocicletas	Ciclomotor, motocicleta, motoneta, quadriciclo, side-car e triciclo
Caminhões	Caminhão, caminhão trator, chassi/plataforma, reboque, semi-reboque, trator de rodas, trator de esteiras e trator misto
Ônibus	Microônibus, motor-casa e ônibus

Fonte: próprio autor.

Através do número de veículos, dentre os tipos apresentados, foram obtidas porcentagens relacionadas a frota veicular de Florianópolis. Para determinar as porcentagens de cada frota foi feita a divisão entre veículos leves (automóveis, veículos comerciais leves e motocicletas) e pesados (caminhões e ônibus). O número total de veículos de Florianópolis, segundo a categorização selecionada e suas respectivas porcentagens, é apresentado na Tabela 7.

**Tabela 7 - Número de veículos e porcentagens por categoria selecionada**

<b>Classe</b>	<b>Categoria</b>	<b>Quantidade total</b>	<b>Porcentagem da categoria</b>
Veículos leves	Automóveis	189.008	73%
	Veículos comerciais leves	27.073	11%
	Motocicletas	42.558	16%
Veículos pesados	Caminhões	9.247	78%
	Ônibus	2.577	22%

Fonte: próprio autor.

- Categorização pela idade do veículo

Em relação a categorização por ano-modelo foi utilizada outra base de dados do DENATRAN (<http://www.denatran.gov.br/frota2014.htm>), disponível desde 2014 para todo o país. Foram considerados veículos de até 20 anos, a partir do ano de fabricação, iniciando em 2014. Ainda que não seja uma base de dados coincidente com o período da contagem local, pode-se supor que a porcentagem de veículos em relação a sua idade não variou de forma significativa de 2010 para 2014.

As porcentagens dos veículos segregados de acordo com sua idade, em relação a frota total, são apresentadas na Tabela 8.

**Tabela 8 - Quantidade e porcentagem da cada ano-modelo de Florianópolis.**

<b>Idade dos veículos</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Porcentagem</b>
0 - 4	115.453	37,48%
5 - 9	84.086	27,30%
10 - 14	40.560	13,17%
15 - 20	30.564	9,92%
>20	37.372	12,13%

Fonte: Adaptada de DENATRAN, 2014.

- Categorização por combustível

A divisão da frota local de acordo com o combustível utilizado foi feita de forma similar a categorização pela idade dos veículos. Foram considerados os dados do DENATRAN (<http://www.denatran.gov.br/frota2014.htm>), disponibilizados a partir de 2014. Para que fosse possível realizar tal segregação, foi considerado que não houve alteração significativa da frota de 2010 para 2014.

Por questões de simplificação e relevância dos dados apresentados, foram considerados os combustíveis Gasolina e Diesel, seguindo os critérios de utilização de acordo com o porte dos veículos. A Tabela 9 apresenta a relação entre os combustíveis considerados e os tipos de veículos correspondentes.

**Tabela 9 - combustível utilizado por categoria do inventário.**

<b>Categoria</b>	<b>Combustível utilizado</b>
Automóveis	Gasolina
Veículos comerciais leves	Gasolina
Motocicletas	Gasolina
Caminhões	Diesel
Ônibus	Diesel

Fonte: próprio autor.

#### **4.2.3 Trajeto considerado**

Conforme a metodologia aplicada, é necessário o conhecimento do comprimento do trajeto considerado, no caso, a extensão total da Avenida Beira Mar Norte. A Figura 1 apresenta a sua localização, correspondente a um comprimento de 5,91 km.

#### **4.2.4 Fatores de emissão empregados**

Os fatores de emissão utilizados nesse inventário, são disponibilizados pela CETESB. Eles são obtidos a partir de médias ponderadas dos fatores de emissão determinados pelos ensaios de homologação, com o número de vendas de cada uma das categorias avaliadas na homologação. Estes ensaios são realizados rotineiramente como pré-requisito para a comercialização dos automóveis.

Os veículos pesados possuem diversas categorias. Basicamente, são divididos entre ônibus e caminhões. Além dessa categorização, existem subcategorias, que aprofundam-se ainda mais nas peculiaridades de cada tipo de veículo em relação a emissão de poluentes atmosféricos. Nos Relatórios de Emissões Veiculares, a CETESB, utiliza fatores de emissão diferenciados para ônibus urbanos e rodoviários. No caso dos caminhões, são utilizados fatores de emissão para leves, médios e pesados. Além disso, na última atualização do

Relatório de Emissões Veiculares de São Paulo 2012, foram acrescentadas as categorias semi-leves e semi-pesados para os caminhões.

As novas categorias para ônibus e caminhões é de fato diferenciado. No caso dos ônibus, a categoria com o maior potencial de poluição foi a dos urbanos. Para os caminhões, a categoria com maior potencial de poluição foi a dos leves.

Por questões de simplificação e falta de dados sobre a categorização da frota local a esse nível, foi utilizada a categorização mais simples para veículos pesados, apenas ônibus e caminhões. O restante das categorias foi desconsiderado.

A base de dados consultada para a determinação dos fatores de emissão utilizados neste estudo foi o relatório da CETESB (2012). Assim, para a compatibilização dos fatores de emissão entre a categorização da fonte de dados consultada e aqueles aplicados no presente estudo, foi realizada uma média aritmética que representa os fatores de emissão de ônibus e caminhões, conforme apresentado no APÊNDICE A.

Para a determinação dos fatores de emissão das motocicletas sua categorização é feita de acordo com as cilindradas, dentre aquelas menores de 150 cc, de 151cc até 500cc e maiores que 501cc. O Ministério do Meio Ambiente (2011) desconsidera a categoria de motocicletas acima de 501 cc, por não apresentar uma frota muito relevante. Já dentre as outras duas categorias foi considerada uma ponderação de 90% e 10% de representatividade na frota, para a categoria de motocicletas menores de 150 cc e de 151 cc até 500 cc, respectivamente. Sendo assim, neste estudo foram utilizados os fatores de emissão fornecidos pela CETESB, através dos mesmos procedimentos de aplicação dos fatores de emissão realizados pelo PINEAVA, ou seja, desconsiderou-se a participação das emissões das motocicletas acima de 501cc e utilizou-se a mesma ponderação na participação das emissões para as outras duas categorias.

Os fatores de emissão utilizados são correspondentes aos combustíveis avaliados para cada uma das categorias de veículos avaliadas. Dessa forma, o APÊNDICE A apresenta os fatores de emissão utilizados neste inventário.

## **5. RESULTADOS**

### **5.1 Estimativa das emissões**

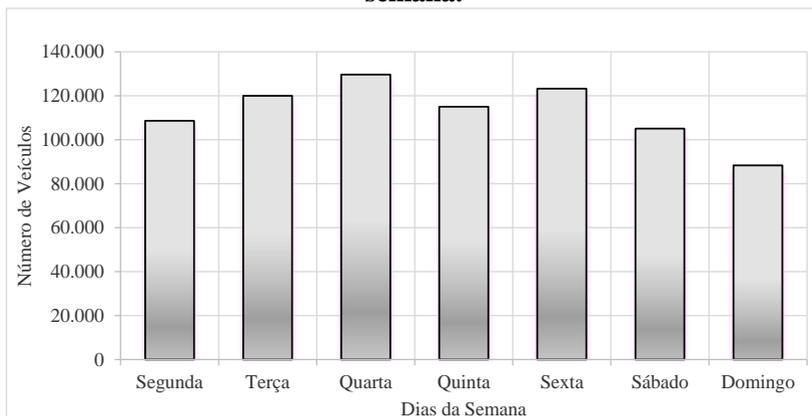
Os resultados das estimativas de emissões foram obtidos a partir da contagem veicular local. A quantidade de veículos que trafegam na avenida é um fator determinante para os resultados obtidos. Além disso, a categorização da frota é importante devido a variabilidade do potencial de poluição dos veículos. Inicialmente, a frota foi avaliada para uma categorização simplificada de veículos leves e pesados. Para a utilização dos fatores de emissão disponíveis, foi necessária a categorização conforme apresentado na Tabela 6. Ao final destas etapas, foi aplicada a metodologia *Bottom-up*. Assim, serão apresentados, neste tópico, os resultados parciais de número de veículos na avenida, categorização da frota e ao final as emissões totais, as quais foram determinadas a partir de cenários de intensidade de fluxo veicular.

#### **5.1.1 Avaliação quantitativa do tráfego local**

De acordo com a contagem veicular local, apresentada no ANEXO D, em média, passam aproximadamente 112.850 veículos/dia na Avenida Beira Mar Norte. Segundo uma avaliação inicial da frota obtida, o fluxo de veículos varia consideravelmente de acordo com os dias da semana e a hora do dia.

Em relação aos dias da semana, aqueles que apresentaram maior fluxo de veículos são concentrados nos dias úteis (de segunda à sexta), onde a quarta-feira apresenta o pico de fluxo veicular e a quinta-feira a menor contagem desse período. No final da semana (sábado e domingo), ambos os dias, apresentaram menor circulação de veículos. Dentre eles, o domingo é o dia em que foi contado o menor número de veículos do período todo, como pode ser observado no Gráfico 1.

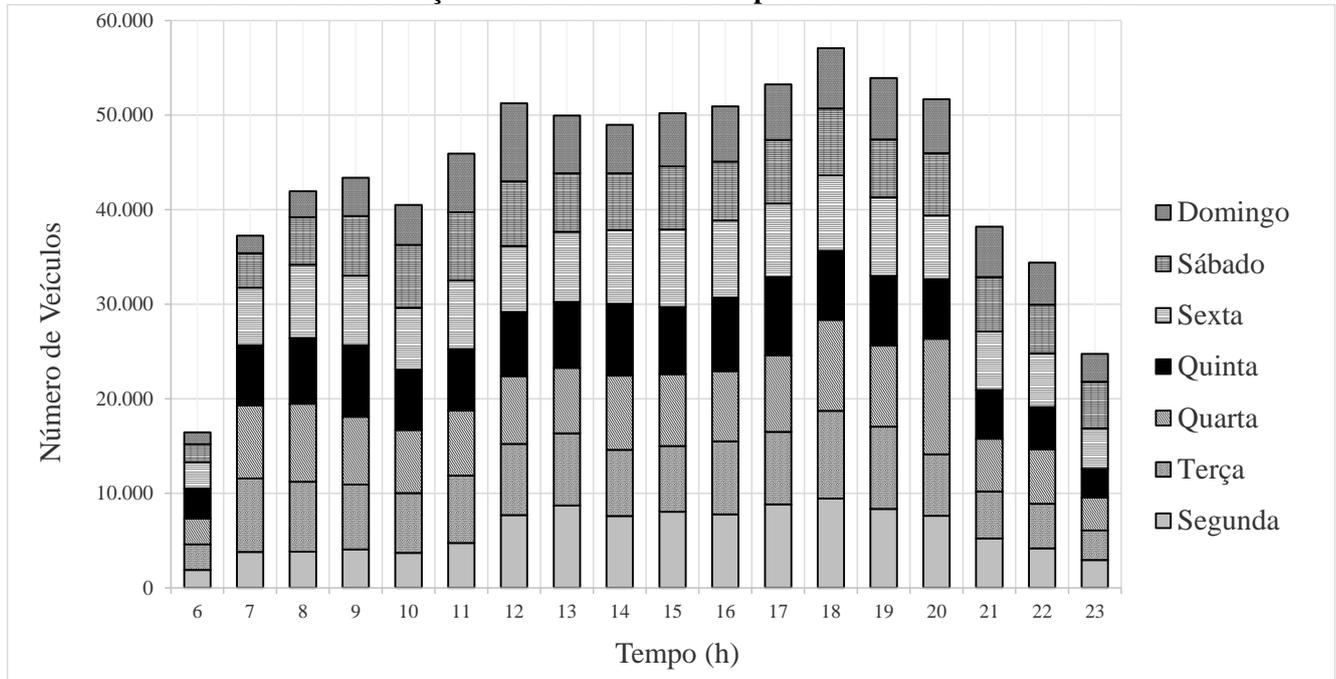
**Gráfico 1 – Distribuição do número total de veículos por dia da semana.**



Fonte: próprio autor.

Em relação às horas do dia, a intensidade de fluxo de veículos, é considerada mínima na primeira hora avaliada, às 6 horas da manhã. A partir das 7 horas o número de veículos em circulação aumenta consideravelmente, voltando a diminuir em uma intensidade próxima, apenas a partir das 21 horas. Os maiores picos são observados nas mudanças de períodos da manhã para a tarde e da tarde para a noite, sendo o maior pico às 18 horas. É observado ainda um pico de menor intensidade às 9 horas da manhã. No período da tarde, dentre 13 e 17 horas, o fluxo não apresenta grandes variações, esse comportamento é representado pelo Gráfico 2.

**Gráfico 2 - Distribuição do número de veículos por hora do dia e dias da semana.**

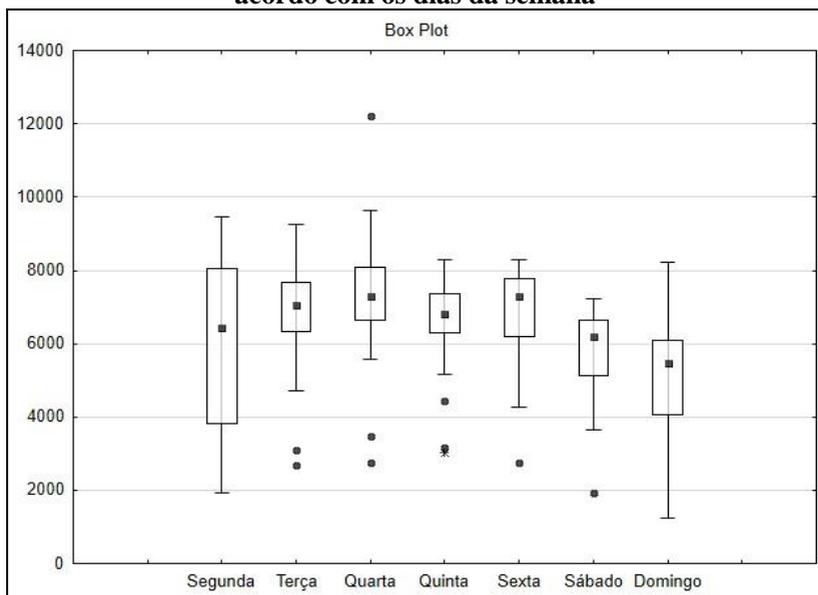


Fonte: próprio autor.

A Figura 3 apresenta uma avaliação estatística dos resultados da contagem veicular local, a partir do número de veículos total para cada dia da semana.

Conforme visualizado no Gráfico 2, o fluxo de veículos não segue uma distribuição normal. Seu comportamento é caracterizado por três picos de intensidade. Por esse motivo, a média aritmética não é a forma mais adequada para inferir sobre o fluxo veicular. Neste caso foi adotada a mediana.

**Figura 3 – Box Plot do total de veículos que passam na avenida de acordo com os dias da semana**



Fonte: próprio autor.

A Tabela 10 apresenta o número de veículos para cada um dos cenários avaliados, segundo os dias da semana. Conforme indicado na Figura 3, a maioria dos mínimos identificados são considerados eventos extremos. Em relação aos valores máximos, apenas o número de veículos identificado na quarta feira foi considerado extremo. Assim, o cenário de maior ocorrência, a mediana, é significativamente superior aos valores médios. Por essa razão, caso fosse utilizada a média aritmética, esta subestimaria a intensidade veicular e consequente as emissões que ocorrem com maior frequência.

**Tabela 10 – Número de veículos segundo os cenários avaliados e dias da semana**

<b>Cenários / dias da semana</b>	<b>Mediana</b>	<b>Mínima</b>	<b>Máxima</b>	<b>Total</b>
<b>Segunda</b>	6.427	1.921	9.455	108.655
<b>Terça</b>	7.058	2.679	9.270	119.962
<b>Quarta</b>	7.311	2.739	12.220	129.671
<b>Quinta</b>	6.829	3.041	8.293	115.021
<b>Sexta</b>	7.296	2.769	8.309	123.273
<b>Sábado</b>	6.212	1.930	7.222	105.041
<b>Domingo</b>	5.463	1.247	8.240	88.325

Fonte: próprio autor.

A Tabela 11 apresenta os valores dos picos identificados durante as horas avaliadas, de acordo com os dias da semana. Ainda que os picos totais ocorram nos horários indicados, alguns dias não apresentaram seus picos diários nesses mesmos horários, como a quinta-feira em que o número máximo de veículos por hora ocorreu às 17 horas, com 8.293 e a sexta-feira, às 19 horas, com 8.309. No final de semana, os picos concentraram-se ao final da manhã, às 11 horas no sábado, com 7.222 e às 12 horas no domingo, com 8.240. A maior contagem foi de 9.635 veículos/hora na quarta-feira às 18 horas.

**Tabela 11 - Picos horários de veículos durante a semana.**

<b>Horas do dia / Dias da semana</b>	<b>9</b>	<b>12</b>	<b>18</b>
<b>Segunda</b>	4.079	7.697	9.455
<b>Terça</b>	6.847	7.527	9.270
<b>Quarta</b>	7.174	7.192	9.635
<b>Quinta</b>	7.573	6.727	7.282
<b>Sexta</b>	7.359	6.995	7.972
<b>Sábado</b>	6.293	6.867	7.086
<b>Domingo</b>	4.051	8.240	6.362

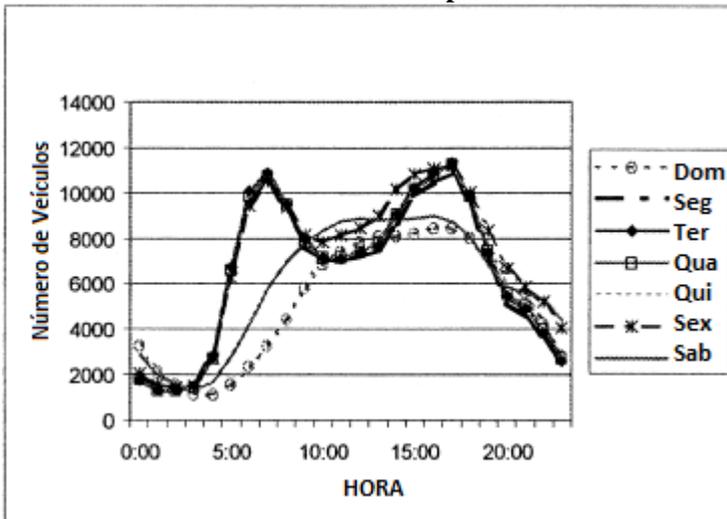
Fonte: próprio autor.

Outro resultado que ganha destaque ocorreu às 20 horas da quarta-feira, com 12.220 veículos. Esse resultado foi identificado como um valor extremo e pouco representativo sobre o comportamento do fluxo veicular local, segundo a amostra de dados utilizada.

O comportamento do tráfego de veículos é limitado por diversos fatores, principalmente a jornada de trabalho, renda, composição etária da população, períodos de temporada, etc. Chinkin et al (2012) avaliou o comportamento do tráfego de veículos leves e pesados, por dias da semana e horas do dia, em diversas rodovias na Califórnia. O comportamento do fluxo de veículos observado em seu estudo foi similar ao encontrado para a Avenida Beira Mar Norte. Na maioria dos casos, o comportamento do fluxo apresenta um perfil bi-modal, com picos no período da manhã e no final do dia, para os dias úteis. Nos finais de semana os picos de fluxo veicular aconteceram ao meio dia e o número de veículos observado é inferior ao observado em dias úteis.

A Figura 4 apresenta o gráfico do comportamento do fluxo de veículos em rodovias avaliadas em uma região de zona urbana na Califórnia. Pode-se observar que o número de veículos nas duas rodovias destacadas é menor do que na Avenida Beira Mar Norte. Além disso, dentre os dias úteis não foram observadas diferenças no número de veículos para as duas rodovias. Já na Avenida Beira Mar Norte, podem ocorrer variações diárias de até 20.000 veículos, conforme apresentado no Gráfico 1.

**Figura 4 - Comportamento do fluxo de veículos leves dentre horas do dia e dias da semana avaliados para rodovias na Califórnia**

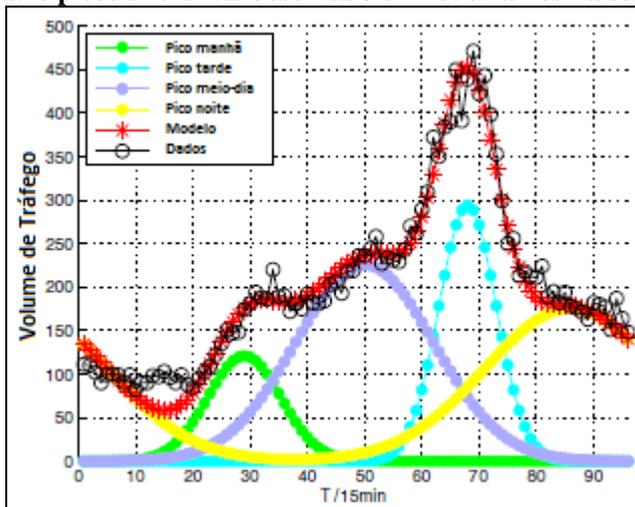


Fonte: (CHINKIN et al, 2012).

Hu e Hellendoorn (2013) também avaliaram o comportamento do fluxo de veículos de rodovias nos Países Baixos. Foi observado um comportamento com quatro picos. Os dois picos principais apresentam-se no período da manhã e final da tarde. Eles são associados ao horário de chegada e saída do trabalho. Os outros dois picos ocorrem ao meio dia e no período da noite. Eles são associados ao deslocamento da população que não possui uma jornada de trabalho convencional ou não está trabalhando, como no caso da população aposentada.

A Figura 5 apresenta o gráfico do comportamento do fluxo de veículos observado para rodovia nos Países Baixos.

**Figura 5 - Comportamento do fluxo de veículos caracterizado por quatro picos diferentes observado em rodovia nos Países Baixos**



Fonte: (HU; HELLENDORN, 2013)

O comportamento de fluxo de veículos apresenta quatro picos distintos. Algumas semelhanças podem ser identificadas no comportamento do fluxo veicular da Avenida Beira Mar Norte. Seus picos foram identificados, no período da manhã, ao meio dia e ao final do dia, conforme a Tabela 11, conforme o estudo citado. O pico ao final do dia, no local avaliado para este estudo, é o maior do período, da mesma forma que foi identificada por Hu e Helleendoorn (2013), porém não é caracterizado de maneira tão acentuada.

No caso da Avenida Beira Mar Norte os picos identificados no período da manhã e ao final do dia são atribuídos ao trajeto entre a casa e o trabalho. O pico significativo identificado ao meio dia, pode ser associado ao término do período matutino e início do período vespertino, relacionado aos horários de aula das escolas.

### 5.1.2 Avaliação qualitativa do tráfego local

Os resultados obtidos na avaliação qualitativa são provenientes, dos percentuais da categorização da frota, apresentados na Tabela 7 e Tabela 8. Para obter os valores do fluxo de veículos categorizado, as porcentagens de cada categoria foram multiplicadas pela mediana da intensidade de fluxo.

A base de dados utilizada apresentou os resultados da contagem local dentre as categorias de veículos leves e pesados. Identificou-se que o número de veículos pesados, durante a semana, é de aproximadamente 4% da frota total local, já no final de semana essa proporção variou entre 3% e 1% para o sábado e o domingo, respectivamente. A superioridade no número de veículos leves, indica maior representatividade desta categoria nas emissões de poluentes. A Tabela 12 apresenta os valores obtidos em relação ao dia da semana, para os veículos leves e pesados, onde ficam evidenciados os extremos, entre as duas categorias. O maior extremo para os veículos leves é observado na quarta-feira, em que foram contados 124.913 veículos leves no dia, já o menor extremo foi identificado no domingo com 1.081 veículos pesados.

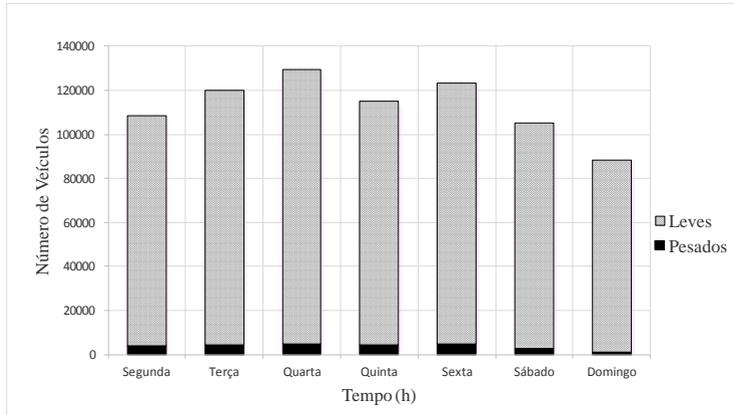
**Tabela 12 - Número de veículos segundo os dias da semana e a categoria de veículos**

<b>Dias da semana/ categoria veicular</b>	<b>Leves</b>	<b>Pesados</b>	<b>Total</b>
<b>Segunda</b>	104.662	3.993	108.655
<b>Terça</b>	115.464	4.498	119.962
<b>Quarta</b>	124.913	4.758	129.671
<b>Quinta</b>	110.820	4.201	115.021
<b>Sexta</b>	118.330	4.943	123.273
<b>Sábado</b>	102.367	2.674	105.041
<b>Domingo</b>	87.244	1.081	88.325

Fonte: próprio autor.

A maior diferença entre as duas categorias ocorreu na quarta-feira e a menor no domingo, de acordo com o Gráfico 3, que apresenta a variação do número de veículos durante a semana, segundo a categoria de veículos leves e pesados.

**Gráfico 3 - Número de veículos, dentre leves e pesados, a cada hora do dia e dias da semana.**

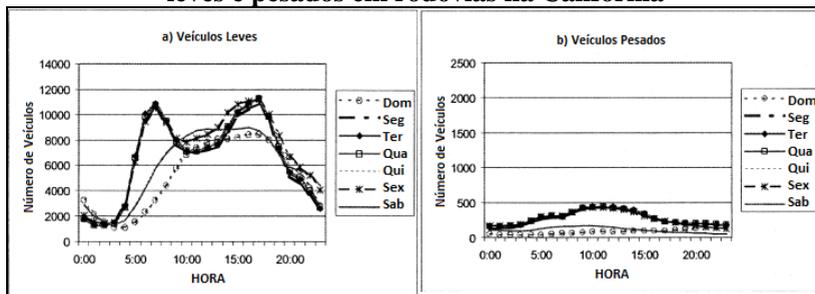


Fonte: próprio autor.

Como já mencionado, Chinkin et al (2012) avaliaram o comportamento do fluxo de veículos segundo a categoria de veículos leves e pesados. Os resultados indicaram uma variação no comportamento do fluxo de veículos pesados, em relação ao comportamento identificado para os veículos leves. Em geral, o maior fluxo de veículos pesados foi observado ao meio dia e nas primeiras horas da tarde. Em relação aos dias úteis e finais de semana, o número de veículos pesados apresentou-se menos intenso nos finais de semana. Esses resultados são similares aos resultados obtidos para Avenida Beira Mar Norte.

A Figura 6 apresenta à esquerda o gráfico do comportamento de veículos leves na mesma região da Califórnia apresentada na Figura 4 e à direita o gráfico correspondente aos veículos pesados.

**Figura 6 - Gráficos do comportamento do fluxo de veículos leves e pesados em rodovias na Califórnia**



Fonte: (CHINKIN et al, 2013)

Conforme a contagem veicular local, apresentado no ANEXO D, os veículos foram contabilizados dentre leves e pesados, para cada uma das três pistas que constituem a Avenida Beira Mar Norte. Para a determinação do número mediano de veículos no local, segundo a categorização proposta por este estudo, foi realizado o somatório da contagem veicular das três pistas, sendo desinteressante para este trabalho a sua diferenciação. A partir disso foi determinada a mediana para veículos leves, 6.456 veículos, e para os veículos pesados, 224. Na sequência foram aplicadas as porcentagens de cada uma das categorias, apresentadas na Tabela 7. A mediana da quantidade de veículos de cada uma das categorias avaliadas é apresentada na Tabela 13.

**Tabela 13 - Número de veículos segundo a categorização por tipo**

<b>Categoria de Veículos</b>	<b>Número de veículos/hora</b>
Automóveis	4.718
Veículos comerciais leves	676
Motocicletas	1.062
Caminhões	175
Ônibus	49

Fonte: próprio autor.

Conforme apresentado na Tabela 12, o número de veículos leves é muito superior ao número de veículos pesados. Analisando-se a

categorização mais específica, a categoria de veículos que apresenta a maior frota é a dos automóveis e a menor a dos ônibus. As motocicletas também apresentaram um número significativo na composição da frota veicular local.

Para a categorização completa da frota local, para posterior aplicação da metodologia e utilização dos fatores de emissão correspondentes, é aplicada a segregação por ano-modelo.

Os números dos veículos da frota local de acordo com as categorias e ano-modelo para cada cenário de intensidade de fluxo analisada é apresentado na Tabela 14.

**Tabela 14 - Resultados da categorização por ano-modelo e tipo de veículo, para o cenário médio**

<b>Idade dos veículos</b>	<b>0 - 4</b>	<b>5 - 9</b>	<b>10 - 14</b>	<b>15 - 20</b>	<b>&gt;20</b>
<b>Automóveis</b>	1.388	1.288	621	468	572
<b>Veículos comerciais leves</b>	199	184	89	67	82
<b>Motocicletas</b>	312	290	140	105	129
<b>Caminhões</b>	51	48	23	17	21
<b>Ônibus</b>	14	13	6	5	6

Fonte: próprio autor.

Para todos os tipos de veículos analisados a faixa etária dos veículos na região está entre 0 - 4 anos, sendo considerada uma frota composta por veículos consideravelmente novos. A faixa etária de menor representatividade está entre 15 e 20 anos.

A categorização completa para cada idade entre 0 e 20 anos referente ao fluxo mediano de veículos é apresentada no APÊNDICE B.

### **5.1.3 Cenário de emissões**

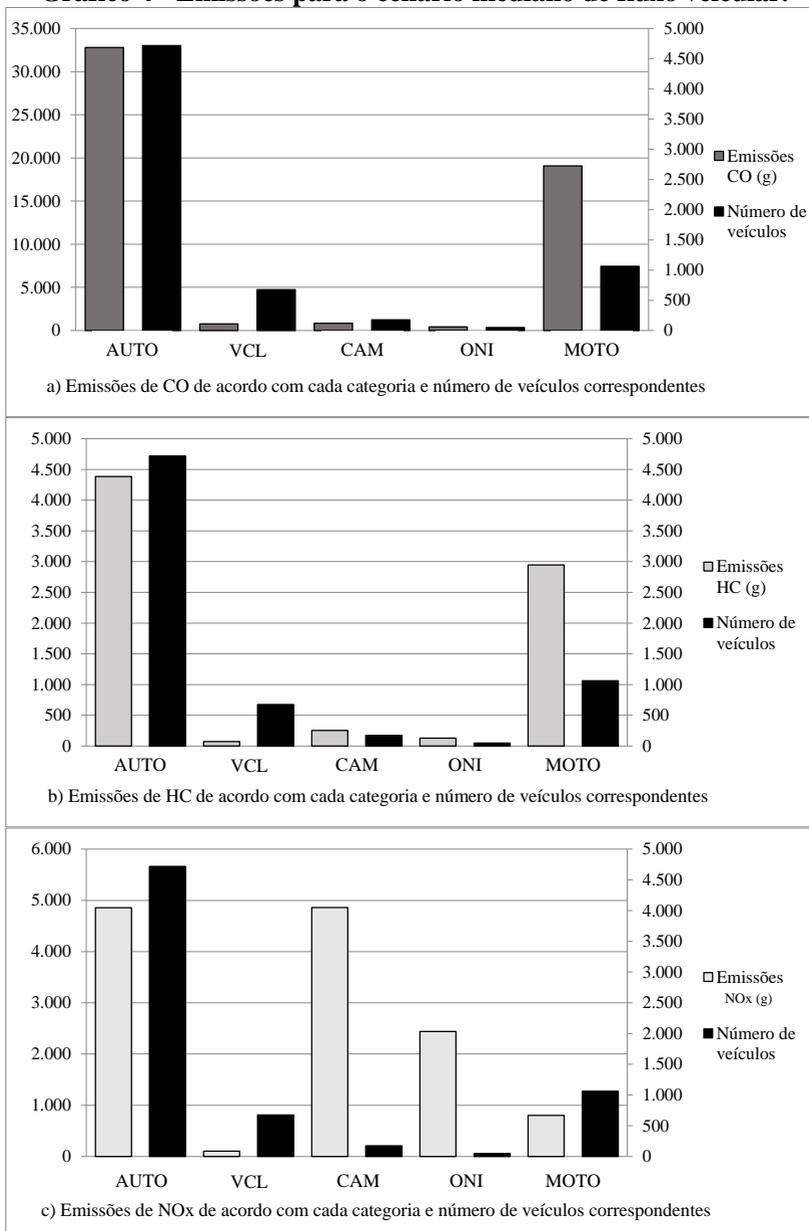
As variações de intensidade de fluxo de veículos são grandes, segundo os itens 5.1.1. e 5.1.2. Para considerações acerca das estimativas das emissões foram avaliados cenários, de acordo com as intensidades de fluxo local, conforme apresentado na Tabela 10. Eles preveem situações de emissões máximas, correspondentes aos picos da intensidade de fluxo; mínimas, observadas na primeira hora de medição e nos finais de semana; e medianas para a caracterização das situações

de maior ocorrência. O APÊNDICE C apresenta a categorização completa para intensidades de fluxo máximas e mínimas.

A Gráfico 4 apresenta as emissões correspondentes a cada uma das categorias de veículos avaliadas, juntamente com o número de veículos das respectivas categorias. O cenário representado pela referida figura são referentes ao número de veículos por hora do cenário mediano.

As emissões dos poluentes são influenciadas pela combinação entre a quantidade de veículos e seu respectivo potencial de emissão (caracterizado pelo fator de emissão). Os poluentes CO e HC são mais sensíveis a quantidade de veículos leves, como automóveis e, principalmente, motocicletas, conforme indicado em a) e b) do Gráfico 4. Já as emissões de NOx são mais sensíveis aos veículos pesados. A partir do Gráfico 4 c) é possível verificar que mesmo em quantidade menor, caminhões e ônibus contabilizam pela maior parcela da emissão de NOx. Analisando-se de maneira absoluta, o grande número de automóveis é decisivo para a grande quantidade de emissões de NOx, sendo ainda superior às emissões dos ônibus. Já em uma avaliação segundo o potencial de emissão, as categorias de ônibus e caminhões são muito superiores, conforme caracterizado pelos fatores de emissão dessas categorias para esse poluente.

**Gráfico 4 - Emissões para o cenário mediano de fluxo veicular.**



Fonte: próprio autor.

Kirchstetter et al (1999) avaliaram as emissões de material particulado fino e NOx para veículos leves e pesados. O estudo apresentou que praticamente toda a frota de veículos pesados era abastecida com diesel. Além disso, a frota analisada era composta por pouco menos de 5% de veículos pesados. Ainda assim, os resultados apontaram que pelo menos 40% das emissões de NOx foram atribuídas aos veículos pesados.

Faiz et al (1996) apontam que os fatores de emissão de NOx são significativamente superiores para veículos pesados abastecidos a diesel, do que veículos leves a gasolina. Afirmam que as emissões de poluentes dos veículos abastecidos a diesel são fortemente influenciados pela tecnologia de ignição, porte do veículo, carregamento, forma de condução e condições de manutenção.

Chan et al (2012) compararam as emissões de carros e motocicletas em Taiwan. Identificou-se que as motocicletas emitem até 12 vezes mais HC e CO. No Brasil, as iniciativas para a restrição das emissões de motocicletas são muito mais recentes do que as iniciativas para o controle das emissões das outras categorias. Isso pode ser observado através do período em que foi desenvolvido o PROCONVE (1986) e o PROMOT (2002), como já mencionado no Item 3.4 Legislação. Os fatores de emissão das motocicletas refletem as diferenças na evolução dos dois programas. Conforme apresentado no APÊNDICE A, os fatores de emissão das motocicletas são superiores aos fatores de emissão para o restante das categorias, perdendo apenas para a categoria dos ônibus. Uma nova atualização do programa apresenta maiores restrições para as emissões desta categoria. Através da Resolução CONAMA Nº 432 de 6 de maio de 2011, a fase M4 entrou em vigor a partir de janeiro de 2014.

O Gráfico 5 apresenta a variação temporal das emissões de cada poluente em relação ao número de veículos do cenário mediano, segundo as categorias avaliadas.

O comportamento das emissões, bem como da intensidade de fluxo dos veículos, é bastante variável segundo a hora do dia. Dentre o período em que foi feita a contagem na avenida, as emissões de CO e HC foram correspondentes ao fluxo de automóveis, ou seja, nos horários em que o número dessa categoria de veículos é menor, as emissões apresentaram-se também menores. Segundo o fluxo veicular para a análise mediana, o número de veículos de maior ocorrência a cada hora do dia apresenta um comportamento diferenciado dos totais

apresentados no Gráfico 2. Para a intensidade de fluxo mediana, às 14 horas, há a ocorrência de um pico superior às 12 horas, bem como às 19 horas o pico é superior às 18 horas. Por essa razão as emissões foram também superiores nesses horários.

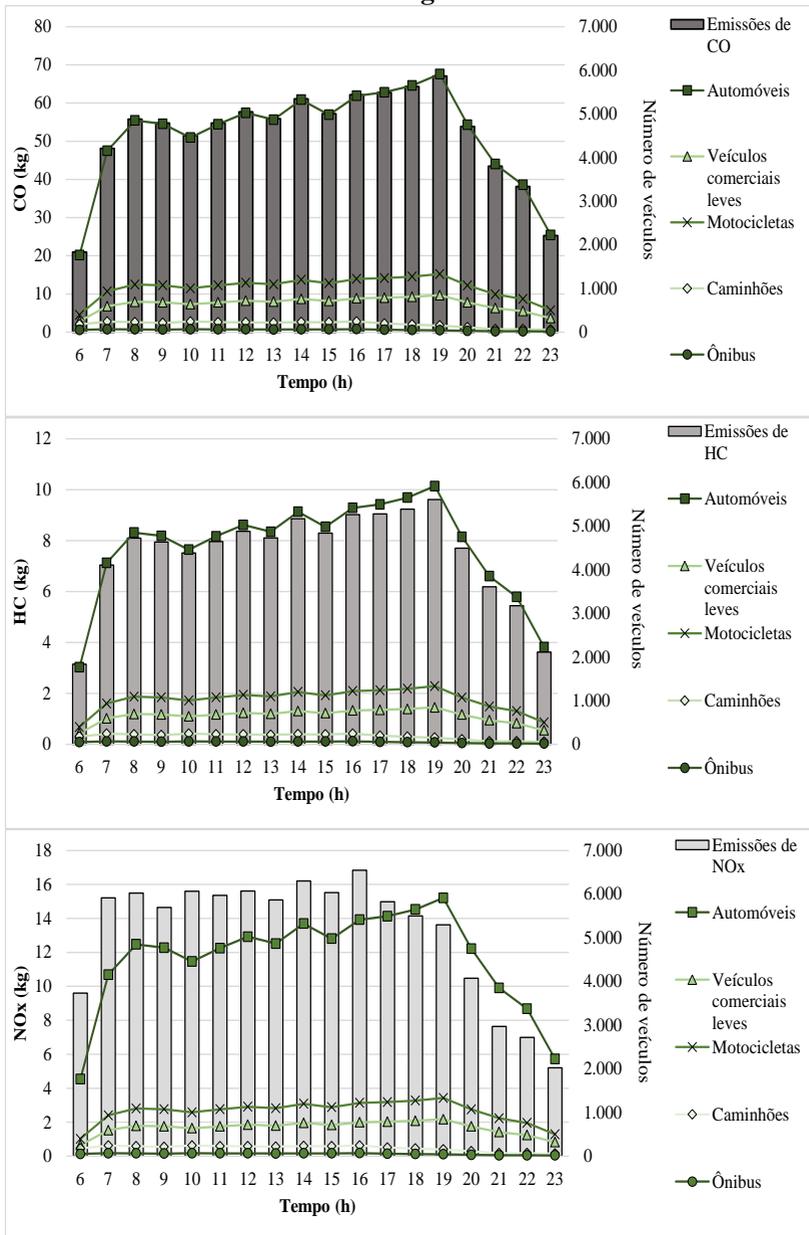
A hora do dia em que os níveis de emissão de poluição são maiores para os poluentes de CO e HC são às 19 horas. Para esses mesmos poluentes a hora correspondente às menores emissões, é às 6 horas.

Para as emissões de NOx, seus comportamentos foram correspondentes ao número de veículos das categorias de caminhões e ônibus. Por isso, a hora do dia em que há maior emissão desse poluente ocorre às 16 horas e a hora em que essas emissões são menores é às 23 horas, diferentemente do comportamento das emissões dos outros dois poluentes.

A influência dos dias da semana na intensidade de fluxo foi apresentada através do Gráfico 2. Em conformidade com esses dados, o dia da semana que se apresentou mais crítico foi a quarta-feira, seguida por níveis de emissões próximos, a terça e sexta. Segunda-feira teve os menores níveis de emissão dos dias de semana, chegando próximo aos níveis de emissão atingidos pelo sábado. Os dois dias do final de semana indicam os níveis mais baixos, onde o domingo apresentou as menores emissões do período. Esse comportamento é observado para os três poluentes analisados, conforme é apresentado no Gráfico 6.

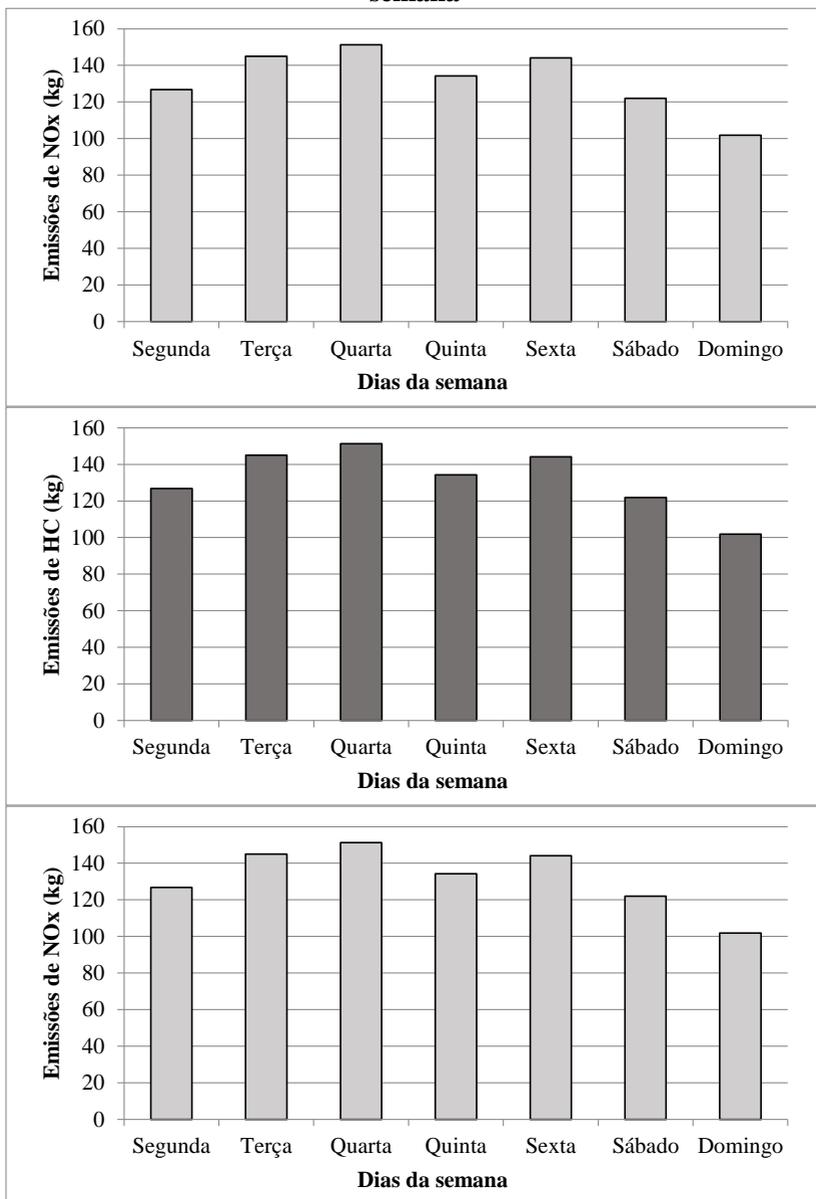
As emissões dos poluentes avaliados, segundo os dias da semana, seguem o comportamento da quantidade de veículos que transitam no local. Sendo assim, os dias em que indicaram maiores emissão são correspondentes aos dias de maior intensidade de fluxo de veículos.

**Gráfico 5 - Emissões segundo as horas do dia**



Fonte: próprio autor.

**Gráfico 6– Emissões de cada poluente de acordo com os dias da semana**



Fonte: próprio autor.

## 6. CONCLUSÃO

A importância da contribuição na emissão de poluentes tóxicos, prejudiciais à saúde e ao meio ambiente, proveniente do tráfego de veículos em rodovias, é evidente. O agravo na qualidade do ar em meios urbanos adensados, por rodovias com grande intensidade de veículos é também notório. As estimativas, obtidas no presente estudo, vão ao encontro dessas constatações.

O comportamento da frota veicular no local apresentou três picos de intensidade ao longo do dia. O primeiro ocorreu no período da manhã, outro ao meio dia e o último ao final da tarde. Esse comportamento veicular foi associado ao movimento da população entre a casa e trabalho e casa e escola.

O número de veículos foi o principal fator observado para a quantidade de emissão para todos os poluentes avaliados. Este fator foi determinante para as estimativas dos níveis de poluentes emitidos. A correspondência entre as emissões e o número de veículos foi identificada nas avaliações de acordo com os dias da semana e horas do dia.

O tipo de veículo ganhou destaque com as avaliações do poluente NO<sub>x</sub>, em que o potencial de poluição, refletido pelos fatores de emissão, para veículos do Ciclo Diesel, demonstraram-se elevados. Por essa razão, as estimativas dos níveis de emissão desse poluente não foram proporcionais a quantidade de veículos em geral. Ou seja, mesmo os veículos pesados estando em menores quantidades foram responsáveis pela maior parte das emissões desse poluente. Esse comportamento pode estar relacionado com a tecnologia de ignição desses motores.

Outro resultado significativo ao tipo de veículo, está relacionado às emissões de CO e HC por motocicletas. Seu potencial de emissão é elevado para esses dois poluentes. Esse resultado foi observado em outros estudos também, cujo comportamento elevado dessas emissões são associadas a políticas de redução menos restritivas, quando comparadas à outras categorias de veículos.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A emissão de poluentes na atmosfera está relacionada com diversos fatores, como já mencionado ao longo deste trabalho. Para o melhoramento das estimativas, é preciso maior precisão dos dados correlacionados a esses fatores. Da mesma forma, quanto mais desses fatores forem associados, maior será a precisão das estimativas das emissões. Um parâmetro importante que não foi possível considerar no presente trabalho, está vinculado as variações das emissões de poluentes em função da velocidade. Para isso, são necessárias estimativas com softwares especializados, ou até mesmo através de medições no local. Para um estudo mais aprofundado, sugere-se a inclusão desse parâmetro.

As estimativas das emissões veiculares são informações importantes para a avaliação das condições de qualidade do ar. Para a verificação dos impactos dessas emissões, inclusive sobre a saúde humana, é importante a verificação da concentração de poluentes na atmosfera. Sugere-se a utilização de modelos de dispersão a partir das emissões obtidas para essa verificação. Conciliar as previsões das concentrações de poluentes na atmosfera por modelagem com o monitoramento da atmosfera local complementa e ratifica os resultados obtidos.

Através do grande número de veículos avaliados no local e seus respectivos níveis de emissões de poluentes, o estudo aponta potencial impacto causado por emissões veiculares. Sendo assim, sugere-se que estudos aprofundados sejam realizados em continuidade com os dados sobre as estimativas das emissões, conforme apresentados neste estudo.

## 8. BIBLIOGRAFIA

ARBOR, A. User's guide to MOBILE 6.1 and MOBILE 6.2. **Assessment and Standard Division, Office of Transportation and Air Quality, USEPA, Mich**, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT, **6601**: Veículos rodoviários automotores leves - determinação de hidrocarbonetos, monóxido de carbono, óxidos de nitrogênio, dióxido de carbono e material particulado no gás de escapamento, 3 ed, Rio de Janeiro, 2012, 49 p.

\_\_\_\_\_. **14489**: Motor diesel - análise e determinação dos gases e do material particulado emitidos por motores do ciclo diesel - ciclo de 13 pontos, 1 ed, Rio de Janeiro, 2000, 41 p.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.

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.

BRASIL. Lei nº 8.723, de 28 de outubro de 1993. Dispõe sobre a redução de emissão de poluentes por veículos automotores e dá outras providências.

BUTLER, T. M. et al. The representation of emissions from megacities in global emission inventories. **Atmospheric Environment**, v. 42, n. 4, p. 703-719, 2008.

COHEN, Aaron J. et al. Urban air pollution. In: EZZATI, Majid et al. **Comparative Quantification of Health Risks: Global and Regional Burden of Disease Attributable to Selected Major Risk Factors**. 2. ed. Genebra: World Health Organization, 2004. Cap. 17. p. 1353-1433.

Disponível em: <<http://www.healthinternetwork.com/1761AA00-C229-4BC0-9DAC-A22AA4C4BB53/FinalDownload/DownloadId-B13718E6204BA4C5389722102D59F9B8/1761AA00-C229-4BC0-9DAC-A22AA4C4BB53/publications/cra/chapters/volume2/1353-1434.pdf>>. Acesso em: 11 mar. 2014.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução nº 18 de 06 de maio 1986**

\_\_\_\_\_. **Resolução n. 005, de 15 de junho de 1989.**

\_\_\_\_\_. **Resolução n. 003, de 23 de junho de 1990.**

\_\_\_\_\_. **Resolução Nº 08 de 31 de agosto de 1993**

- \_\_\_\_\_. **Resolução Nº 14 de 13 de dezembro de 1995**
- \_\_\_\_\_. **Resolução Nº 226 de 20 de agosto de 1997**
- \_\_\_\_\_. **Resolução Nº 241 de 30 de junho de 1998**
- \_\_\_\_\_. **Resolução Nº 299 de 25 de outubro de 2001**
- \_\_\_\_\_. **Resolução Nº 297 de 26 de fevereiro de 2002**
- \_\_\_\_\_. **Resolução Nº 315 de 29 de outubro de 2002**
- \_\_\_\_\_. **Resolução Nº 342 de 25 de setembro de 2003**
- \_\_\_\_\_. **Resolução Nº 403 de 11 de novembro de 2008**
- \_\_\_\_\_. **Resolução Nº 415 de 24 de setembro de 2009**
- \_\_\_\_\_. **Resolução Nº 432 de 06 de maio de 2011**

DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO

(DENATRAN). 2010. Disponível em: <

<http://www.denatran.gov.br/frota.htm> > Acesso em: 25 set. 2014

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (Dinamarca). **EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2013**. Luxemburgo: Publications Office Of The European Union, 2013. Disponível em: <<http://eea.europa.eu/emep-eea-guidebook>>. Acesso em: 17 mar. 2014.

FAIZ, Asif; WEAVER, Christopher S.; WALSH, Michael P. **Air pollution from motor vehicles: standards and technologies for controlling emissions**. World Bank Publications, 1996.

FLORIANÓPOLIS. **Plano Municipal Integrado De Saneamento Básico De Florianópolis**. 2011. 299p.

GIBSON, Mark D.; KUNDU, Soumita; SATISH, Mysore. Dispersion model evaluation of PM 2.5, NO X and SO 2 from point and major line sources in Nova Scotia, Canada using AERMOD Gaussian plume air dispersion model. **Atmospheric Pollution Research**, v. 4, n. 2, 2013.

HOEK, Gerard et al. Association between mortality and indicators of traffic-related air pollution in the netherlands: a cohort study. **The Lancet**. Utreque, p. 1203-1209. 19 out. 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Sistema IBGE de Recuperação Eletrônica (SIDRA)**. 2010. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 06 mar. 2001 >. Acesso em: 25 set. 2014

LOUREIRO, Luciana Neves. **Panorâmica Sobre Emissões Atmosféricas Estudo De Caso: Avaliação Do Inventário Emissões Atmosféricas da Região Metropolitana Do Rio De Janeiro Para**

**Fontes Móveis.** 2005. Tese de Doutorado. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO.

MAGE, David et al. Urban air pollution in megacities of the world. **Atmospheric Environment**, v. 30, n. 5, p. 681-686, 1996.

MENDONÇA, Magaly. **A dinâmica têmporo-espacial do clima subtropical na região conurbada de Florianópolis/SC. 2002. 343p.** 2002. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Geografia Física)– Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA (Brasil). **Inventário brasileiro de emissões antrópicas por fontes e remoções por sumidouros de gases de efeito estufa não controlados pelo protocolo de montreal.** Brasília, 2010.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (Brasil). **Primeiro Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários – Relatório Final.** Brasília: Estação das Artes, 2011. 114p.

MISRA, Aarshabh; ROORDA, Matthew J.; MACLEAN, Heather L. An integrated modelling approach to estimate urban traffic emissions. **Atmospheric Environment**, v. 73, p. 81-91, 2013.

MPB ENGENHARIA (Florianópolis). **EIA/RIMA PARQUE HOTEL MARINA - PONTA DO CORAL: TOMO IV.** Florianópolis, 2010. 262 p.

PARRISH, David D. Critical evaluation of US on-road vehicle emission inventories. **Atmospheric Environment**, v. 40, n. 13, p. 2288-2300, 2006.

PAZ, Sheila Radann et al. UTILIZAÇÃO DE MODELAGEM NUMÉRICA PARA O ESTUDO DA DISPERSÃO DE POLUENTES EMITIDOS PELA USINA TERMOELÉTRICA PRESIDENTE MÉDICI. **Quim. Nova.** Porto Alegre, p. 1609-1615. 30 jul. 2007.

POPE, C. Arden et al. Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution. **Jama.** Chicago, p. 1132-1141. 13 mar 2013. Disponível em: <<http://jama.jamanetwork.com/>>. Acesso em: 13 out. 2013.

SÃO PAULO. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. **2011 Emissões Veiculares no Estado de São Paulo: série de relatórios.** São Paulo: Il. Color, 2011. 69 p. Disponível em: <[http://www.cetesb.sp.gov.br/ar/emissao\\_veicular](http://www.cetesb.sp.gov.br/ar/emissao_veicular)>. Acesso em: 31 mar. 2014.

SÃO PAULO. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo. **2012 Qualidade do Ar no Estado de São Paulo**: série de relatórios. São Paulo: Il. Color, 2012. 123 p. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/ar/qualidade-do-ar/31-publicacoes-e-relatorios>>. Acesso em: 31 mar. 2014.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS. **Resolução 54, de 22 de dezembro de 2004**.

SINGER, Brett C.; HARLEY, Robert A. A fuel-based inventory of motor vehicle exhaust emissions in the Los Angeles area during summer 1997. **Atmospheric Environment**, v. 34, n. 11, p. 1783-1795, 2000.

SOUZA, Cristiane Duarte Ribeiro de et al. Inventory of conventional air pollutants emissions from road transportation for the state of Rio de Janeiro. **Energy Policy**, v. 53, p. 125-135, 2013.

SPITZLEY, David V. et al. Life cycle optimization of ownership costs and emissions reduction in US vehicle retirement decisions. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 10, n. 2, p. 161-175, 2005.

TEIXEIRA, Elba Calesso; FELTES, Sabrina; SANTANA, Eduardo Rodrigo Ramos de. Estudo das emissões de fontes móveis na região metropolitana de Porto Alegre, Rio Grande do Sul. **Química Nova**, v. 31, n. 2, p. 244-248, 2008.

TONG, H. Y.; HUNG, W. T.; CHEUNG, C. S. On-road motor vehicle emissions and fuel consumption in urban driving conditions. **Journal of the Air & Waste Management Association**, v. 50, n. 4, p. 543-554, 2000.

XIE, Shaodong; CAI, Hao. Estimation of vehicular emission inventories in China from 1980 to 2005. **Atmospheric Environment**. Beijing, p. 8963-8979. 09 ago. 2007.

ZIELINSKA, Barbara et al. Emissions rates and comparative chemical composition from selected in use diesel and gasoline fueled vehicles. **Journal of the air e waste management association**. Londres, p. 1138-1150. set 2004.

W KIRCHSTETTER, Thomas et al. On-road measurement of fine particle and nitrogen oxide emissions from light-and heavy-duty motor vehicles. **Atmospheric Environment**, v. 33, n. 18, p. 2955-2968, 1999.

WANG, Haikun et al. A bottom-up methodology to estimate vehicle emissions for the Beijing urban area. **Science of the total environment**, v. 407, n. 6, p. 1947-1953, 2009.

WANG, Haikun et al. On-road vehicle emission inventory and its uncertainty analysis for Shanghai, China. **Science of the Total Environment**, v. 398, n. 1, p. 60-67, 2008.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (Dinamarca). **Air quality guidelines**: for europa. 2. ed. Copenhagen: Who Regional Office For Europe, 2000. 273 p.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (Dinamarca). **Health aspects of air pollution**: results from the WHO project "systemic review of health aspects of air pollution in europe". Copenhagen: Who Regional Office For Europe, 2004. 24 p.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (Dinamarca). **Who air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide**: global update 2005. Geneva: World Health Organization, 2006. 22 p. Disponível em: <[http://www.who.int/phe/health\\_topics/outdoorair/outdoorair\\_aqg/en/](http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/outdoorair_aqg/en/)>. Acesso em: 12 mar. 2014.

### APÊNDICE A - Fatores de emissão aplicados segundo a categorização veicular

Idade	Automóveis			Veículos comerciais leves			Caminhões			Ônibus			Motocicletas		
	CO	HC	NOx	CO	HC	NOx	CO	HC	NOx	CO	HC	NOx	CO	HC	NOx
0	0,23	0,03	0,02	0,26	0,031	0,02	0,61	0,11	3,71	1,04	0,21	5,84	0,73	0,17	0,07
1	0,30	0,03	0,02	0,22	0,02	0,03	0,70	0,09	3,72	0,98	0,18	5,92	1,09	0,16	0,10
2	0,37	0,04	0,04	0,22	0,02	0,03	0,68	0,18	4,34	1,24	0,34	7,92	1,39	0,24	0,12
3	0,33	0,08	0,08	0,22	0,02	0,03	0,68	0,18	4,34	1,24	0,34	7,92	1,82	0,32	0,17
4	0,33	0,08	0,08	0,22	0,02	0,03	0,68	0,18	4,34	1,24	0,34	7,92	2,19	0,34	0,17
5	0,34	0,10	0,09	0,22	0,02	0,03	0,68	0,18	4,34	1,24	0,34	7,92	2,66	0,47	0,16
6	0,35	0,11	0,09	0,22	0,02	0,03	0,68	0,18	4,34	1,24	0,34	7,92	6,19	0,85	0,17
7	0,40	0,11	0,12	0,22	0,02	0,03	0,71	0,24	5,17	1,30	0,44	9,42	5,04	0,77	0,15
8	0,43	0,11	0,12	0,22	0,02	0,03	0,71	0,24	5,17	1,30	0,44	9,42	5,04	0,77	0,15
9	0,48	0,11	0,14	0,22	0,02	0,03	1,31	0,44	5,30	2,39	0,80	9,65	5,04	0,77	0,15
10	0,73	0,13	0,21	0,22	0,02	0,03	1,31	0,44	5,30	2,39	0,80	9,65	5,04	0,77	0,15
11	0,74	0,14	0,23	0,22	0,02	0,03	1,46	0,53	8,39	2,66	0,97	15,28	5,04	0,77	0,15
12	0,79	0,14	0,23	0,22	0,02	0,03	1,46	0,53	8,39	2,66	0,97	15,28	5,04	0,77	0,15
13	1,20	0,20	0,30	0,22	0,02	0,03	1,46	0,53	8,39	2,66	0,97	15,28	5,04	0,77	0,15
14	3,80	0,40	0,50	0,22	0,02	0,03	1,46	0,53	8,39	2,66	0,97	15,28	5,04	0,77	0,15
15	4,70	0,60	0,60	0,22	0,02	0,03	1,46	0,53	8,39	2,66	0,97	15,28	5,04	0,77	0,15

16	6,00	0,60	0,70	0,22	0,02	0,03	1,46	0,53	8,39	2,66	0,97	15,28	5,04	0,77	0,15
17	6,30	0,60	0,80	0,22	0,02	0,03	1,46	0,53	8,39	2,66	0,97	15,28	5,04	0,77	0,15
18	6,20	0,60	0,60	0,22	0,02	0,03	1,46	0,53	8,39	2,66	0,97	15,28	5,04	0,77	0,15
19	11,50	1,30	1,30	0,22	0,02	0,03	1,46	0,53	8,39	2,66	0,97	15,28	5,04	0,77	0,15
20	13,30	1,40	1,40	0,22	0,02	0,03	1,46	0,53	8,39	2,66	0,97	15,28	5,04	0,77	0,15

**APÊNDICE B - Categorização completa da frota local para a intensidade de fluxo mediana**

<b>Categorias</b>	<b>Automóveis</b>	<b>Veículos comerciais leves</b>	<b>Motocicletas</b>	<b>Caminhões</b>	<b>Ônibus</b>
<b>Cenário / Idade</b>	<b>Mediana</b>				
0	57	8	13	2	1
1	447	64	101	17	5
2	422	61	95	16	4
3	461	66	104	17	5
4	380	54	86	14	4
5	337	48	76	12	3
6	328	47	74	12	3
7	260	37	59	10	3
8	197	28	44	7	2
9	167	24	38	6	2
10	140	20	31	5	1
11	122	17	27	5	1
12	127	18	29	5	1
13	130	19	29	5	1

14	103	15	23	4	1
15	71	10	16	3	1
16	87	13	20	3	1
17	96	14	22	4	1
18	75	11	17	3	1
19	80	11	18	3	1
20	60	9	13	2	1
>20	572	82	129	21	6

---

**APÊNDICE C - Categorização completa da frota local para a intensidade de fluxo máxima e mínima**

<b>Categorias</b>	<b>Automóveis</b>	<b>Veículos comerciais leves</b>	<b>Motocicletas</b>	<b>Caminhões</b>	<b>Ônibus</b>
<b>Cenário / Idade</b>	<b>Máxima</b>				
0	107	15	24	4	1
1	837	120	189	32	9
2	791	113	178	30	8
3	863	124	194	33	9
4	712	102	160	27	8
5	630	90	142	24	7
6	613	88	138	24	7
7	487	70	110	19	5
8	368	53	83	14	4
9	312	45	70	12	3
10	262	37	59	10	3
11	228	33	51	9	2
12	237	34	53	9	3
13	243	35	55	9	3

14	193	28	43	7	2
15	133	19	30	5	1
16	164	23	37	6	2
17	180	26	41	7	2
18	139	20	31	5	1
19	149	21	34	6	2
20	111	16	25	4	1
>20	1071	153	241	41	12

<b>Categorias</b>	<b>Automóveis</b>	<b>Veículos comerciais leves</b>	<b>Motocicletas</b>	<b>Caminhões</b>	<b>Ônibus</b>
<b>Cenário / Idade</b>	<b>Mínima</b>				
0	11	2	2	0	0
1	83	12	19	3	1
2	78	11	18	3	1
3	85	12	19	3	1
4	70	10	16	3	1
5	62	9	14	2	1
6	61	9	14	2	1
7	48	7	11	2	0

8	36	5	8	1	0
9	31	4	7	1	0
10	26	4	6	1	0
11	23	3	5	1	0
12	23	3	5	1	0
13	24	3	5	1	0
14	19	3	4	1	0
15	13	2	3	0	0
16	16	2	4	1	0
17	18	3	4	1	0
18	14	2	3	0	0
19	15	2	3	1	0
20	11	2	2	0	0
>20	106	15	24	4	1

---

**APÊNDICE D - Emissões de acordo com os cenários de medianas, máximas e mínimas por categoria e poluente**

<b>Automóveis</b>								
<b>Emissões medianas (g/h)</b>			<b>Emissões máximas (g/h)</b>			<b>Emissões mínimas (g/h)</b>		
<b>CO</b>	<b>HC</b>	<b>NOx</b>	<b>CO</b>	<b>HC</b>	<b>NOx</b>	<b>CO</b>	<b>HC</b>	<b>NOx</b>
77,78	10,15	6,76	145,59	18,99	12,66	14,40	1,88	1,25
793,05	79,31	52,87	1.484,39	148,44	98,96	146,79	14,68	9,79
923,74	99,86	99,86	1.729,00	186,92	186,92	170,98	18,48	18,48
898,91	217,92	217,92	1.682,53	407,89	407,89	166,39	40,34	40,34
741,97	179,87	179,87	1.388,78	336,67	336,67	137,34	33,29	33,29
676,77	199,05	179,15	1.266,74	372,57	335,31	125,27	36,84	33,16
677,67	212,98	174,26	1.268,42	398,65	326,17	125,44	39,42	32,25
614,98	169,12	184,49	1.151,09	316,55	345,33	113,83	31,30	34,15
500,00	127,91	139,54	935,88	239,41	261,18	92,55	23,68	25,83
472,51	108,28	137,81	884,41	202,68	257,95	87,46	20,04	25,51
603,10	107,40	173,49	1.128,85	201,03	324,74	111,63	19,88	32,11
532,05	100,66	165,37	995,87	188,41	309,53	98,48	18,63	30,61
591,81	104,88	172,30	1.107,72	196,31	322,50	109,54	19,41	31,89

920,90	153,48	230,22	1.723,69	287,28	430,92	170,46	28,41	42,61
2.316,98	243,89	304,87	4.336,81	456,51	570,63	428,87	45,14	56,43
1.968,92	251,35	251,35	3.685,32	470,47	470,47	364,45	46,52	46,52
3.098,45	309,84	361,49	5.799,51	579,95	676,61	573,52	57,35	66,91
3.583,55	341,29	455,05	6.707,51	638,81	851,75	663,31	63,17	84,23
2.730,87	264,28	264,28	5.111,50	494,66	494,66	505,48	48,92	48,92
5.407,80	611,32	611,32	10.122,03	1.144,23	1.144,23	1.000,98	113,15	113,15
4.678,34	492,46	492,46	8.756,67	921,75	921,75	865,96	91,15	91,15

<b>Veículos comerciais leves</b>								
<b>Emissões medianas (g/h)</b>			<b>Emissões máximas (g/h)</b>			<b>Emissões mínimas (g/h)</b>		
<b>CO</b>	<b>HC</b>	<b>NOx</b>	<b>CO</b>	<b>HC</b>	<b>NOx</b>	<b>CO</b>	<b>HC</b>	<b>NOx</b>
12,59	1,50	0,97	23,57	2,81	1,81	2,33	0,28	0,18
83,30	7,57	11,36	155,92	14,17	21,26	15,42	1,40	2,10
78,67	7,15	10,73	147,26	13,39	20,08	14,56	1,32	1,99
85,84	7,80	11,71	160,67	14,61	21,91	15,89	1,44	2,17
70,85	6,44	9,66	132,62	12,06	18,08	13,11	1,19	1,79
62,73	5,70	8,55	117,41	10,67	16,01	11,61	1,06	1,58
61,01	5,55	8,32	114,20	10,38	15,57	11,29	1,03	1,54

48,45	4,40	6,61	90,68	8,24	12,37	8,97	0,82	1,22
36,64	3,33	5,00	68,59	6,24	9,35	6,78	0,62	0,92
31,02	2,82	4,23	58,06	5,28	7,92	5,74	0,52	0,78
26,03	2,37	3,55	48,73	4,43	6,64	4,82	0,44	0,66
22,66	2,06	3,09	42,41	3,86	5,78	4,19	0,38	0,57
23,61	2,15	3,22	44,19	4,02	6,03	4,37	0,40	0,60
24,18	2,20	3,30	45,26	4,11	6,17	4,48	0,41	0,61
19,21	1,75	2,62	35,96	3,27	4,90	3,56	0,32	0,48
13,20	1,20	1,80	24,71	2,25	3,37	2,44	0,22	0,33
16,27	1,48	2,22	30,46	2,77	4,15	3,01	0,27	0,41
17,92	1,63	2,44	33,55	3,05	4,58	3,32	0,30	0,45
13,88	1,26	1,89	25,98	2,36	3,54	2,57	0,23	0,35
14,82	1,35	2,02	27,74	2,52	3,78	2,74	0,25	0,37
11,08	1,01	1,51	20,75	1,89	2,83	2,05	0,19	0,28
773,99	70,72	104,80	1.448,71	132,37	196,15	143,26	13,09	19,40

<b>Caminhões</b>								
<b>Emissões medianas (g/h)</b>			<b>Emissões máximas (g/h)</b>			<b>Emissões mínimas (g/h)</b>		
<b>CO</b>	<b>HC</b>	<b>NOx</b>	<b>CO</b>	<b>HC</b>	<b>NOx</b>	<b>CO</b>	<b>HC</b>	<b>NOx</b>
7,62	1,41	46,42	14,83	2,75	90,35	1,36	0,25	8,31
68,56	8,81	364,13	133,43	17,16	708,70	12,27	1,58	65,17
62,90	17,02	401,79	122,41	33,12	782,01	11,26	3,05	71,91
68,62	18,57	438,39	133,56	36,14	853,23	12,28	3,32	78,46
56,64	15,33	361,85	110,24	29,83	704,27	10,14	2,74	64,76
50,15	13,57	320,34	97,60	26,41	623,49	8,97	2,43	57,33
48,78	13,20	311,60	94,94	25,69	606,48	8,73	2,36	55,77
40,66	13,87	294,69	79,14	27,00	573,57	7,28	2,48	52,74
30,75	10,49	222,88	59,86	20,42	433,80	5,50	1,88	39,89
47,80	15,93	193,27	93,03	31,01	376,16	8,55	2,85	34,59
40,12	13,37	162,20	78,08	26,03	315,70	7,18	2,39	29,03
38,84	14,20	223,42	75,59	27,64	434,85	6,95	2,54	39,99
40,47	14,79	232,79	78,76	28,79	453,08	7,24	2,65	41,66
41,45	15,16	238,47	80,68	29,50	464,14	7,42	2,71	42,68
32,94	12,04	189,47	64,10	23,44	368,77	5,89	2,16	33,91
22,63	8,27	130,18	44,04	16,10	253,37	4,05	1,48	23,30

27,90	10,20	160,47	54,29	19,85	312,33	4,99	1,83	28,72
30,73	11,23	176,76	59,80	21,86	344,03	5,50	2,01	31,63
23,79	8,70	136,87	46,31	16,93	266,40	4,26	1,56	24,50
25,40	9,29	146,13	49,44	18,07	284,41	4,55	1,66	26,15
19,00	6,95	109,31	36,98	13,52	212,75	3,40	1,24	19,56

Ônibus								
Emissões medianas (g/h)			Emissões máximas (g/h)			Emissões mínimas (g/h)		
CO	HC	NOx	CO	HC	NOx	CO	HC	NOx
3,62	0,73	20,40	7,05	1,42	39,70	0,65	0,13	3,65
26,61	4,91	161,58	51,79	9,56	314,48	4,76	0,88	28,92
31,96	8,64	204,02	62,21	16,81	397,09	5,72	1,55	36,51
34,87	9,42	222,60	67,88	18,34	433,25	6,24	1,69	39,84
28,79	7,78	183,74	56,03	15,14	357,61	5,15	1,39	32,88
25,48	6,88	162,66	49,60	13,40	316,59	4,56	1,23	29,11
24,79	6,70	158,23	48,25	13,03	307,96	4,44	1,20	28,32
20,64	7,04	149,56	40,17	13,70	291,10	3,69	1,26	26,77
15,61	5,33	113,12	30,38	10,36	220,16	2,79	0,95	20,24
24,26	8,09	98,09	47,22	15,74	190,91	4,34	1,45	17,55

20,36	6,79	82,32	39,63	13,21	160,22	3,64	1,21	14,73
19,71	7,21	113,39	38,36	14,03	220,70	3,53	1,29	20,29
20,54	7,51	118,15	39,97	14,61	229,95	3,68	1,34	21,14
21,04	7,69	121,03	40,95	14,97	235,56	3,77	1,38	21,66
16,72	6,11	96,16	32,53	11,89	187,16	2,99	1,09	17,21
11,48	4,20	66,07	22,35	8,17	128,59	2,06	0,75	11,82
14,16	5,18	81,44	27,55	10,07	158,52	2,53	0,93	14,58
15,59	5,70	89,71	30,35	11,10	174,60	2,79	1,02	16,06
12,08	4,41	69,47	23,50	8,59	135,20	2,16	0,79	12,43
12,89	4,71	74,16	25,09	9,17	144,34	2,31	0,84	13,27
9,64	3,53	55,48	18,77	6,86	107,97	1,73	0,63	9,93

<b>Motocicletas</b>								
<b>Emissões medianas (g/h)</b>			<b>Emissões máximas (g/h)</b>			<b>Emissões mínimas (g/h)</b>		
<b>CO</b>	<b>HC</b>	<b>NOx</b>	<b>CO</b>	<b>HC</b>	<b>NOx</b>	<b>CO</b>	<b>HC</b>	<b>NOx</b>
55,60	12,92	5,20	104,06	24,19	9,72	10,29	2,39	0,96
647,60	95,24	59,82	1.212,15	178,26	111,97	119,87	17,63	11,07
782,22	132,67	66,33	1.464,13	248,32	124,16	144,79	24,56	12,28
1.113,22	199,03	102,74	2.083,66	372,53	192,29	206,06	36,84	19,02

1.106,68	171,62	87,58	2.071,43	321,23	163,93	204,85	31,77	16,21
1.193,31	211,77	70,59	2.233,57	396,38	132,13	220,88	39,20	13,07
2.697,95	370,57	75,86	5.049,89	693,61	141,99	499,39	68,59	14,04
1.743,54	266,21	50,89	3.263,47	498,28	95,25	322,73	49,28	9,42
1.318,67	201,34	38,49	2.468,21	376,86	72,04	244,08	37,27	7,12
1.116,34	170,45	32,58	2.089,51	319,04	60,99	206,63	31,55	6,03
936,90	143,05	27,35	1.753,65	267,76	51,18	173,42	26,48	5,06
815,36	124,49	23,80	1.526,16	233,02	44,54	150,92	23,04	4,40
849,55	129,71	24,80	1.590,14	242,79	46,41	157,25	24,01	4,59
870,28	132,88	25,40	1.628,95	248,72	47,54	161,09	24,60	4,70
691,46	105,58	20,18	1.294,24	197,61	37,78	127,99	19,54	3,74
475,07	72,54	13,87	889,22	135,77	25,95	87,94	13,43	2,57
585,63	89,42	17,09	1.096,15	167,37	31,99	108,40	16,55	3,16
645,06	98,49	18,83	1.207,40	184,35	35,24	119,40	18,23	3,48
499,50	76,27	14,58	934,95	142,75	27,29	92,46	14,12	2,70
533,28	81,42	15,56	998,16	152,40	29,13	98,71	15,07	2,88
398,91	60,91	11,64	746,65	114,00	21,79	73,84	11,27	2,16

## ANEXO A - Fatores de Emissão - CETESB, 2012

### Fatores médios de emissão de veículos leves novos<sup>1</sup>

Ano	Combustível	Fase Proconve	CO	HC			NOx	RCHO	CO <sub>2</sub>
			(g/km)	Total (g/km)	NMHC (g/km)	CH <sub>4</sub> <sup>3</sup> (g/km)	(g/km)	(g/km)	(g/km)
1980 -1983	Gasolina C <sup>4</sup>	-	33.00	3.00	2.55	0.45	1.40	0.0500	nd
	Etanol		18.00	1.60	1.36	0.24	1.00	0.1600	nd
1984 -1985	Gasolina C	-	28.00	2.40	2.04	0.36	1.60	0.0500	nd
	Etanol		16.90	1.60	1.36	0.24	1.20	0.1800	nd
1986 - 1987	Gasolina C	-	22.00	2.00	1.70	0.30	1.90	0.0400	nd
	Etanol		16.00	1.60	1.36	0.24	1.80	0.1100	nd
1988	Gasolina C	L1	18.50	1.70	1.45	0.26	1.80	0.0400	nd
	Etanol		13.30	1.70	1.45	0.26	1.40	0.1100	nd
1989	Gasolina C	L1	15.20	1.60	1.36	0.24	1.60	0.0400	nd
	Etanol		12.80	1.60	1.36	0.24	1.10	0.1100	nd
1990	Gasolina C	L1	13.30	1.40	1.19	0.21	1.40	0.0400	nd

	Etanol		10.80	1.30	1.11	0.20	1.20	0.1100	nd
1991	Gasolina C	L1	11.50	1.30	1.11	0.20	1.30	0.0400	nd
	Etanol		8.40	1.10	0.94	0.17	1.00	0.1100	nd
1992	Gasolina C	L2	6.20	0.60	0.51	0.09	0.60	0.0130	nd
	Etanol		3.60	0.60	0.51	0.09	0.50	0.0350	nd
1993	Gasolina C	L2	6.30	0.60	0.51	0.09	0.80	0.0220	nd
	Etanol		4.20	0.70	0.60	0.11	0.60	0.0400	nd
1994	Gasolina C	L2	6.00	0.60	0.45	0.15	0.70	0.0360	nd
	Etanol		4.60	0.70	0.51	0.19	0.70	0.0420	nd
1995	Gasolina C	L2	4.70	0.60	0.45	0.15	0.60	0.0250	nd
	Etanol		4.60	0.70	0.51	0.19	0.70	0.0420	nd
1996	Gasolina C	L2	3.80	0.40	0.30	0.10	0.50	0.0190	nd
	Etanol		3.90	0.60	0.44	0.16	0.70	0.0400	nd
1997	Gasolina C	L3	1.20	0.20	0.15	0.05	0.30	0.0070	nd
	Etanol		0.90	0.30	0.22	0.08	0.30	0.0120	nd

1998	Gasolina C	L3	0.79	0.14	0.11	0.03	0.23	0.0040	nd
	Etanol		0.67	0.19	0.14	0.05	0.24	0.0140	nd
1999	Gasolina C	L3	0.74	0.14	0.11	0.03	0.23	0.0040	nd
	Etanol		0.60	0.17	0.12	0.05	0.22	0.0130	nd
2000	Gasolina C	L3	0.73	0.13	0.10	0.03	0.21	0.0040	nd
	Etanol		0.63	0.18	0.13	0.05	0.21	0.0140	nd
2001	Gasolina C	L3	0.48	0.11	0.08	0.03	0.14	0.0040	nd
	Etanol		0.66	0.15	0.11	0.04	0.08	0.0170	nd
2002	Gasolina C	L3	0.43	0.11	0.08	0.03	0.12	0.0040	198
	Etanol		0.74	0.16	0.12	0.04	0.08	0.0170	191
2003	Gasolina C	L3	0.40	0.11	0.08	0.03	0.12	0.0040	194
	Etanol		0.77	0.16	0.12	0.04	0.09	0.0190	183
	Flex-Gasol.C	L3	0.50	0.05	0.04	0.01	0.04	0.0040	210
	Flex-Etanol		0.51	0.15	0.11	0.04	0.14	0.0200	200
2004	Gasolina C	L3	0.35	0.11	0.08	0.03	0.09	0.0040	190

	Etanol	L3	0.82	0.17	0.12	0.05	0.08	0.0160	160
	Flex-Gasol.C		0.39	0.08	0.06	0.02	0.05	0.0030	201
	Flex-Etanol		0.46	0.14	0.10	0.04	0.14	0.0140	190
Ano	Combustível	Fase Proconve	CO	HC			NOx	RCHO	CO <sub>2</sub>
			(g/km)	Total (g/km)	NMHC (g/km)	CH <sub>4</sub> <sup>3</sup> (g/km)	(g/km)	(g/km)	(g/km)
2005	Gasolina C	L4	0.34	0.10	0.08	0.02	0.09	0.0040	192
	Etanol		0.82	0.17	0.12	0.05	0.08	0.0160	160
	Flex-Gasol.C		0.45	0.11	0.08	0.03	0.05	0.0030	188
	Flex-Etanol		0.39	0.14	0.10	0.04	0.10	0.0140	180
2006	Gasolina C	L4	0.33	0.08	0.06	0.02	0.08	0.0020	192
	Etanol		0.67	0.12	0.09	0.03	0.05	0.0140	200
	Flex-Gasol.C		0.48	0.10	0.08	0.02	0.05	0.0030	185
	Flex-Etanol		0.47	0.11	0.08	0.03	0.07	0.0140	177
2007 <sup>6</sup>	Gasolina C	L4	0.33	0.08	0.06	0.02	0.08	0.0020	192

	Etanol <sup>7</sup>		nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	Flex-Gasol.C		0.48	0.10	0.08	0.02	0.05	0.0030	185
	Flex-Etanol		0.47	0.11	0.08	0.03	0.07	0.0140	177
2008	Gasolina C	L4	0.37	0.04	0.03	0.01	0.04	0.0014	223
	Flex-Gasol.C		0.51	0.07	0.05	0.02	0.04	0.0020	185
	Flex-Etanol		0.71	0.05	0.04	0.01	0.05	0.0152	187
2009	Gasolina C	L5	0.24	0.03	0.023	0.007	0.02	0.0018	222
	Flex-Gasol.C		0.32	0.04	0.034	0.006	0.03	0.0019	178
	Flex-Etanol		0.53	0.07	0.044	0.026	0.03	0.0113	169
2010	Gasolina C	L5	0.22	0.03	0.023	0.007	0.03	0.0015	208
	Flex-Gasol.C		0.28	0.04	0.031	0.009	0.03	0.0015	177
	Flex-Etanol		0.51	0.09	0.040	0.050	0.04	0.0093	171
2011	Gasolina C	L5	0.26	0.04	0.027	0.013	0.03	0.0020	198
	Flex-Gasol.C		0.28	0.04	0.032	0.008	0.03	0.0010	178
	Flex-Etanol		0.49	0.09	0.048	0.042	0.03	0.0090	170

2012	Gasolina C	L5	0.25	0.04	0.014	0.026	0.03	0.0017	195
	Flex-Gasol.C		0.27	0.04	0.026	0.014	0.03	0.0014	180
	Flex-Etanol		0.47	0.09	0.062	0.028	0.03	0.0082	173

1 - A partir de 2009, valores obtidos a partir dos Relatórios de Valores de Emissão da Produção (RVEP) e ponderados pelos Relatórios de Vendas anuais.

2 - Ver metodologia apresentada no item 2.6 deste relatório

3 - De 2002 a 2010 valores calculados a partir dos fatores de emissão médios de CO<sub>2</sub>, CO e HC. A partir de 2011 valores obtidos a partir dos Relatórios de Valores de Emissão da Produção (RVEP) e ponderados pelos Relatórios de Vendas anuais.

4- Gasolina C : 78% + 22% Etanol anidro (v/v)

5 - No relatório de 2005, consta erroneamente o valor de 8,6km/L.

6 - Repetidos os valores de 2006

7- Os modelos dedicados a Etanol foram descontinuados em 2007.

nd - não disponível

2008 a 2011 - valores modificados com relação às publicações em anos anteriores

### Fatores médios de emissão de veículos comerciais leves novos <sup>1</sup>

Ano	Combustível	Fase Proconve	CO	HC			NO <sub>x</sub>	RCHO	CO <sub>2</sub>
			(g/km)	Total (g/km)	NMHC (g/km)	CH <sub>4</sub> <sup>3</sup> (g/km)	(g/km)	(g/km)	(g/km)
2008	Diesel	L4	0.30	0.060	0.046	0.014	0.75	nd	nd
2009	Gasolina C <sup>4</sup>	L4	0.22	0.020	0.019	0.001	0.03	0.0014	231

	Flex-Gasol.C		0.22	0.070	0.038	0.032	0.03	0.0014	224
	Flex-Etanol		0.46	0.019	0.014	0.005	0.03	0.0113	208
	Diesel		0.28	0.033	0.025	0.008	0.68	nd	269
2010	Gasolina C	L5	0.26	0.031	0.023	0.008	0.02	0.0016	246
	Flex-Gasol.C		0.20	0.060	0.011	0.049	0.04	0.0010	266
	Flex-Etanol		0.47	0.031	0.023	0.008	0.04	0.0073	245
	Diesel	L4	0.21	0.070	0.050	0.020	0.72	nd	265
2011	Gasolina C	L5	0.30	0.030	0.024	0.006	0.02	0.0018	224
	Flex-Gasol.C		0.23	0.040	0.029	0.011	0.03	0.0015	241
	Flex-Etanol		0.68	0.090	0.037	0.053	0.02	0.0090	234
	Diesel	L4	0.15	0.047	0.043	0.004	0.61	nd	263
2012	Gasolina C	L5	0.28	0.025	0.019	0.006	0.01	0.0019	222
	Flex-Gasol.C		0.24	0.038	0.029	0.009	0.04	0.0024	243
	Flex-Etanol		0.73	0.101	0.056	0.045	0.05	0.0103	238
	Diesel		0.05	0.029	0.017	0.012	0.31	nd	254

1 - Valores obtidos a partir dos Relatórios de Valores de Emissão da Produção (RVEP) e ponderados pelos Relatórios de Vendas anuais.

2 - De 2002 a 2010 valores calculados a partir dos fatores de emissão médios de CO<sub>2</sub>, CO e HC. A partir de 2011 valores obtidos a partir dos Relatórios de Valores de Emissão da Produção (RVEP) e ponderados pelos Relatórios de Vendas anuais.

3 - Ver metodologia apresentada no item 2.6 deste relatório

4 - Gasolina C : 78% + 22% Etanol anidro (v/v)

nd - não disponível

2009 a 2011 - valores modificados com relação às publicações em anos anteriores

### Fatores médios de emissão de motores em g/km para veículos pesados do ciclo diesel(1)

Ano	Fase Proconve	Categoria	CO	HC	NOx	MP	
			(g/km)	(g/km)	(g/km)	(g/km)	
até 1999	P2/P3/P4	Caminhões	Semi-Leves	0.76	0.28	4.39	0.271
			Leves	1.25	0.46	7.18	0.443
			Médios	1.25	0.46	7.19	0.444
			Semi-Pesados	2.01	0.74	11.58	0.715
			Pesados	2.01	0.74	11.58	0.715
		Ônibus	Urbanos	3.02	1.10	17.37	1.071
			Rodoviários	2.29	0.84	13.18	0.813
	Comercial Leve		0.76	0.28	4.39	0.271	
2000-2001	P3/P4	Caminhões	Semi-Leves	0.69	0.23	2.78	0.135
			Leves	1.12	0.37	4.54	0.220
			Médios	1.12	0.37	4.54	0.221

			Semi-Pesados	1.81	0.60	7.32	0.355
			Pesados	1.81	0.60	7.32	0.355
		Ônibus	Urbanos	2.71	0.90	10.97	0.533
			Rodoviários	2.06	0.69	8.33	0.404
		Comercial Leve		0.69	0.23	2.78	0.135
2002-2003	P4	Caminhões	Semi-Leves	0.37	0.13	2.71	0.053
			Leves	0.61	0.21	4.43	0.086
			Médios	0.61	0.21	4.44	0.086
			Semi-Pesados	0.99	0.34	7.15	0.139
			Pesados	0.99	0.34	7.15	0.139
		Ônibus	Urbanos	1.48	0.50	10.71	0.209
			Rodoviários	1.12	0.38	8.13	0.158
		Comercial Leve		0.37	0.13	2.71	0.053
2004-2008	P4/P5	Caminhões	Semi-Leves	0.36	0.10	2.28	0.042
			Leves	0.58	0.16	3.72	0.069
			Médios	0.58	0.16	3.72	0.069
			Semi-	0.94	0.25	6.00	0.111

			Pesados				
			Pesados	0.94	0.25	6.00	0.111
		Ônibus	Urbanos	1.41	0.38	9.00	0.166
			Rodoviários	1.07	0.29	6.83	0.126
		Comercial Leve		0.36	0.10	2.28	0.042
2009	P5	Caminhões	Semi-Leves	0.45	0.07	1.87	0.030
			Leves	0.66	0.11	3.22	0.060
			Médios	0.52	0.08	3.13	0.060
			Semi-Pesados	0.97	0.09	5.23	0.090
			Pesados	0.90	0.10	5.14	0.080
		Ônibus	Urbanos	1.34	0.2	6.29	0.110
			Rodoviários	0.61	0.16	5.55	0.080
		Comercial Leve		0.56	0.12	1.81	0.040
Ano	Fase Proconve	Categoria		CO	HC	NOx	MP
				(g/km)	(g/km)	(g/km)	(g/km)
2010	P5	Caminhões	Semi-Leves	0.45	0.09	1.88	0.036
			Leves	0.52	0.10	3.14	0.051

			Médios	0.51	0.09	3.17	0.053
			Semi-Pesados	0.91	0.13	5.21	0.100
			Pesados	0.65	0.15	5.13	0.067
		Ônibus	Urbanos	1.43	0.23	6.38	0.115
			Rodoviários	0.65	0.19	5.31	0.085
		Comercial Leve		0.82	0.17	2.14	0.048
		2011	P5	Caminhões	Semi-Leves	0.47	0.06
Leves	0.52				0.09	3.10	0.050
Médios	0.51				0.11	3.06	0.060
Semi-Pesados	1.01				0.10	4.78	0.090
Pesados	0.73				0.14	4.73	0.060
Ônibus	Urbanos			1.20	0.15	6.31	0.110
	Rodoviários			0.62	0.20	5.49	0.070
Comercial Leve				0.48	0.11	1.46	0.030
(2)	P6						
2012	P7	Caminhões	Semi-Leves	0.00	0.00	0.51	0.003
			Leves	0.12	0.02	0.77	0.007

			Médios	0.05	0.01	1.03	0.008
			Semi-Pesados	0.27	0.03	1.65	0.016
			Pesados	0.11	0.02	1.55	0.014
		Ônibus	Urbanos	0.35	0.03	1.65	0.016
			Rodoviários	0.30	0.03	1.57	0.017

1 - Até 2003, valores obtidos do 1º Inventário Nacional. De 2004 a 2008 valores médios das fases P4 e P5 publicados no RQA 2008 e a partir de 2009 obtidos dos RVEP e ponderados pelos Relatórios de Vendas anuais em g/kwh e convertidos para g/km.  
 2 - Fase inviabilizada pela indisponibilidade do diesel com baixo teor de enxofre

#### Fatores médios de emissão de motores em g/km para Motocicletas

Ano	Motor	Fase Proconve	Combustível	CO	HC	NOx	CO <sub>2</sub>
	(Cap.Vol.)			(g/Km)	(g/Km)	(g/Km)	(g/Km)
2003	<= 150 cc	M1	Gasolina	4.79	0.73	0.15	43
	>150 e <=500 cc			7.30	1.17	0.17	82
	>= 501 cc			3.57	0.11	0.11	163
2004	<= 150 cc	M1	Gasolina	6.07	0.82	0.18	47
	>150 e <=500 cc			7.30	1.17	0.17	82
	>= 501 cc			3.67	0.69	0.12	172

2005	<= 150 cc	M1	Gasolina	2.61	0.46	0.16	43
	>150 e <=500 cc			3.14	0.59	0.14	82
	>= 501 cc			1.73	0.40	0.13	145
2006	<= 150 cc	M2	Gasolina	2.24	0.34	0.18	53
	>150 e <=500 cc			1.75	0.38	0.16	65
	>= 501 cc			1.23	0.21	0.05	201
2007	<= 150 cc	M2	Gasolina	1.80	0.32	0.17	60
	>150 e <=500 cc			2.00	0.37	0.15	77
	>= 501 cc			1.32	0.22	0.10	158
2008	<= 150 cc	M2	Gasolina	1.36	0.23	0.12	55
	>150 e <=500 cc			1.72	0.29	0.15	74
	>= 501 cc			1.25	0.19	0.07	132
2009	<= 150 cc	M3	Gasolina	1.09	0.17	0.10	61
	>150 e <=500 cc			1.07	0.12	0.11	87
	>= 501 cc			1.02	0.15	0.11	143
2010	<= 150 cc	M3	Gasolina	0.68	0.17	0.07	52
	> 150 cc			1.14	0.12	0.09	79
	<= 150 cc		Flex-Gasolina	0.75	0.15	0.05	51
	<= 150 cc		Flex-Etanol	0.58	0.16	0.07	51

2011	<= 150 cc	M3	Gasolina	0.61	0.20	0.08	56
	> 150 cc			1.03	0.11	0.09	71
	<= 150 cc		Flex-Gasolina	0.76	0.14	0.06	50
	<= 150 cc		Flex-Etanol	0.68	0.16	0.06	49
2012	<= 150 cc	M3	Gasolina	0.51	0.17	0.08	56
	> 150 cc			0.99	0.11	0.09	83
	<= 150 cc		Flex-Gasolina	0.74	0.14	0.04	50
	<= 150 cc		Flex-Etanol	0.90	0.16	0.04	47

**ANEXO B - Legislação brasileira relacionada a qualidade do ar por fontes móveis.**

<p><b>Constituição Federal de 05 de outubro de 1988.</b></p>	<p>Institui um Estado Democrático destinado a assegurar os direitos sociais, a segurança, ao bem-estar.</p>	<p>Capítulo VI - Do Meio Ambiente: Art. 255 - trata do direito de todos a um ambiente ecologicamente equilibrado, entende o meio ambiente como um bem de uso comum, essencial a sadia qualidade de vida.</p>
<p><b>Lei Nº 6.938 de 31 de agosto de 1981</b></p>	<p>Institui a Política Nacional de Meio Ambiente - PNMA.</p>	<p>Art. 2º II - princípio da racionalização do uso do ar.          Art. 5º - desenvolvimento de planos e normas para a atuação nos diversos níveis da federação com o foco na preservação do meio ambiente.          Art. 6º II - identificação do CONAMA como órgão consultivo e deliberativo para o desenvolvimento de normas e padrões ambientais.          Art. 8º VI - compete ao CONAMA estabelecer o controle da poluição por veículos automotores, aeronaves e embarcações.</p>
<p><b>Resolução CONAMA nº 18 de 06 de maio 1986</b></p>	<p>Institui o Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores - PROCONVE.</p>	<p>I - prevê a redução das emissões veiculares          1. Restringe as emissões de veículos leves com motores do ciclo Otto, para monóxido de carbono, hidrocarbonetos, óxidos de nitrogênio e teor de monóxido de carbono para a marcha lenta.          2. Indica futuras restrições para as emissões de veículos pesados com motores do ciclo Otto.          3. Restringe as emissões de veículos pesados com motores do ciclo Diesel, para a fuligem.</p>

		Estabelece as fases L1 (1988), L2 (1992) e L3 (1997), com o aumento da restrição para a emissão dos limites máximos dos poluentes a cada nova fase.
<b>Resolução CONAMA nº 05 de 15 de junho 1989</b>	Institui o Programa Nacional de Controle de Qualidade do Ar - PRONAR.	Estabelece estratégias (item 2) e instrumentos (item 3) através dos sub itens: 2.1 - define o conceito de limites máximos de emissões 2.2 - prevê a adoção de padrões de qualidade do ar 2.3 - estabelece as classes de acordo com os usos preponderantes de cada área 2.4 - prevê o monitoramento da qualidade do ar 2.6 - prevê o desenvolvimento de inventário nacional de fontes de poluição do ar.
<b>Resolução CONAMA nº 3 de 28 de junho de 1990</b>	Em complemento ao PRONAR.	Art. 1º - define o conceito de padrões de qualidade do ar Art. 2º - classifica os padrões de qualidade do ar Art. 3º - estabelece os padrões de qualidade dor ar para Partículas Totais em Suspensão, Fumaça, Partículas Inaláveis, Dióxido de Enxofre, Monóxido de Carbono, Ozônio e Dióxido de Nitrogênio.
<b>Resolução CONAMA nº 08 de 31 de agosto de 1993</b>	Em complemento ao PROCONVE.	Art. 1º - estabelece os limites máximos de emissão para veículos automotores urbanos e/ou rodoviários pesados com motores do ciclo Diesel para monóxido de carbono, hidrocarbonetos, monóxido de nitrogênio, Fumaça e Partículas (TABELA 1) para as diferentes fases, dentre I (até 1994), II (a partir de 1994 até 1996), III (a partir de 1996 até 2000) e IV (a partir de 2000), sendo mais restritivos a cada nova fase. Art. 2º § 6º - estabelece as fases de maneira diferenciada para os

		ônibus urbanos, sendo a Fase I (até 1994), II (a partir de 1994 até 1998) e IV (a partir de 1998), não sendo considerada a Fase III para essa categoria. Art. 3º - apresenta a diferença dos períodos aplicados às fases do programa citadas para os veículos automotores pesados com o motor do ciclo Diesel importados ao mercado brasileiro.
<b>Lei nº 8.723 de 28 de outubro de 1993.</b>	Dispõe sobre a redução de emissão de poluentes por veículos automotores e dá outras providências.	Art. 1º - regulamenta os limites de emissões dos poluentes já presentes nas resoluções mencionadas, acrescentando álcoois e aldeídos desde então ainda não citados. Art. 2º - estabelece os limites de emissão em conformidade com a fase L3 para veículos automotores leves do ciclo Otto. § 4º I e II- estabelece os limites de emissão em conformidade com as fases III e IV para veículos automotores pesados do ciclo Diesel, respectivamente. § 7º - estabelece os limites de emissão em conformidade com a fase L1 para veículos automotores leves do ciclo Otto, porém não derivados de automóveis, como utilitários, camionetes.
<b>Resolução CONAMA nº 14 de 13 de dezembro de 1995</b>	Estabelece prazos para programa para a execução de ensaios de durabilidade.	Art. 1º - estabelece os prazos para fabricantes de veículos automotores do ciclo Otto apresentarem um plano para a execução dos ensaios de durabilidade conforme projeto de norma ABNT 5:17.01-007.
<b>Resolução CONAMA nº 226 de 20 de agosto de</b>	Complementa a Resolução CONAMA nº 08 de 31 de agosto de 1993 e dá outras	Art. 1º - acrescenta o limite de emissão para fuligem para os veículos com motores do ciclo Diesel.

<b>1997</b>	providências.	
<b>Resolução CONAMA n° 241 de 30 de junho de 1998</b>	Dispõe sobre os prazos para o cumprimento das exigências relativas ao PROCONVE para os veículos importados.	Art. 1º - os limites para a adequação aos limites de emissões apresentados nas resoluções anteriores para veículos nacionais passam a ser os mesmos para os veículos importados.
<b>Resolução CONAMA n° 299 de 25 de outubro de 2001</b>	Estabelece procedimentos para a elaboração de Relatório de Valores para o controle das Emissões dos veículos novos produzidos e/ou importados.	Art. 1º - institui os Relatórios de Valores de Emissão da Produção (RVEP). Art. 2º - indica a frequência em que os relatórios devem ser apresentados ao IBAMA, bem como o conteúdo exigido para esses relatórios. ANEXO 1.2 - Determina os ensaios que devem ser realizados para a determinação dos poluentes do gás de escapamento de veículos pesados.
<b>Resolução CONAMA n° 297 de 26 de fevereiro de 2002</b>	Institui o Programa de Controle da Poluição do Ar por Motociclos e Veículos Similares – PROMOT.	Art. 7º - estabelece os limites máximos de emissão para ciclomotores, para, monóxido de carbono, hidrocarbonetos e óxidos de nitrogênio, nas fases M1 (2003) e M2 (2005). Art. 8º - estabelece os limites máximos de emissão para motocicletas, para, monóxido de carbono, hidrocarbonetos e óxidos de nitrogênio, na fase M1 (2003).
<b>Resolução CONAMA n° 315 de 29 de outubro de 2002</b>	Dispõe sobre a nova etapa do PROCONVE.	Art. 2º - estabelece o limite máximo de emissão de hidrocarbonetos para veículos automotores leves com motor do ciclo Otto, da fase L4 (2007). Art. 3º - estabelece os limites máximos de emissões de veículos automotores leves de passageiros para monóxido de carbono,

		<p>hidrocarbonetos, hidrocarbonetos não metano, óxidos de nitrogênio, aldeídos, material particulado e teor de monóxido de carbono.</p> <p>Art. 4º - estabelece os limites máximos de emissões para veículos automotores leves de passageiros para os mesmo poluentes do Art. anterior, mas agora referente a fase L5 (2009), mais restritiva.</p> <p>Art. 5º - estabelece os limites máximos de emissões para veículos automotores leves comerciais, para os mesmo poluentes apresentados, referente a fase L4 (2007).</p> <p>Art. 6º - estabelece os limites máximos de emissões para veículos automotores leves comerciais para os mesmo poluentes, porém agora para a fase L5 (2009).</p> <p>Os art. 7º e 8º estabelecem as fases L4 e L5 respectivamente, ainda para os veículos comerciais leves, porém que possuam massa superior a 1700 kg.</p> <p>Art. 15º - estabelece os limites máximos de emissão para veículos automotores pesados, nas Tabelas 1 e 2 para monóxido de carbono, hidrocarbonetos, óxidos de nitrogênio, material particulado, opacidade, hidrocarbonetos não metano e metano, para as fases P5 (2006) e P6 (2009).</p>
<p><b>Resolução CONAMA nº 342 de 25 de setembro de 2003</b></p>	<p>Estabelece novos limites ao PROMOT.</p>	<p>Art. 1º - estabelece os limites máximos de emissão para motocicletas, para, monóxido de carbono, hidrocarbonetos e óxidos de nitrogênio, na fase M2 (2005) e para todos os modelos na fase M3 (2009), mais restritiva.</p>

<p><b>Resolução SEMA nº 54 de dezembro de 2006</b></p>	<p>Define critérios para o controle da qualidade do ar.</p>	<p>Art. 2º - define alguns conceitos relacionados a poluição atmosférica conceitos.  Art. 4º - estabelece os limites máximos de emissão em função dos usos preponderantes da atmosfera.  A Resolução ainda diferencia as condições de lançamento e os limites de emissão de maneira separada para fontes móveis e fixas, bem como os poluentes que são limitados de acordo com a atividade desenvolvida.</p>
<p><b>Resolução CONAMA nº 403 de 11 de novembro de 2008</b></p>	<p>Dispõe sobre a nova fase do PROCONVE (P7).</p>	<p>Art. 1º - estabelece os limites máximos de emissão para veículos automotores pesados com motores do ciclo Diesel, para monóxido de carbono, hidrocarbonetos, óxidos de nitrogênio, material particulado, opacidade, hidrocarbonetos não metano, metano e amônia, para a fase P7 (2012).</p>
<p><b>Resolução CONAMA Nº 415 de 24 de setembro de 2009</b></p>	<p>Dispõe sobre a nova fase do PROCONVE (L6).</p>	<p>Art. 1º - estabelece os limites máximos de emissão para veículos automotores leves de passageiros, para monóxido de carbono, hidrocarbonetos, óxidos de nitrogênio, aldeídos, material particulado, hidrocarbonetos não metano, monóxido de carbono em marcha lenta, para a fase L6 (2014).  Art. 2º estabelece os limites máximos de emissão para veículos automotores leves comerciais, porém que possuam massa até 1700 kg, para os mesmos poluentes do artigo anterior.  Art. 3º estabelece os limites máximos de emissão para veículos automotores leves comerciais, porém que possuam massa superior a 1700 kg, para os mesmos poluentes do artigo anterior.  Art. 12º - determina que os ensaios para as medições de poluentes</p>

		de veículos automotores leves deve seguir os procedimentos determinados pela Norma Brasileira NBR 6601 - Veículos rodoviários automotores leves - Determinação de hidrocarbonetos, monóxido de carbono, óxidos de nitrogênio e dióxido de carbono no gás de escapamento.
<b>Resolução CONAMA N° 432 de 6 de maio de 2011</b>	Dispõe sobre a nova fase do PROMOT (M4).	Art. 2º A partir de 1º de janeiro de 2014 ficam estabelecidos os limites máximos de emissão de poluentes provenientes do escapamento de motocicletas, triciclos e quadriciclos, fase PROMOT M4.

## ANEXO C - Consumo de gasolina e álcool em Santa Catarina - ANP

SANTA CATARINA 2014															
Gasolina															
Ano/Mês	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Janeiro	472126	524487	569972	554000	596297	585181	655684	611491	611845	616302	767522	835333	948539	1045162	1158045
Fevereiro	506599	467533	534479	484994	549763	552508	653653	551964	584746	593695	737433	805279	946877	933296	1068037
Março	453419	492829	487715	449303	566451	607836	702543	591186	585015	600879	801967	892734	971647	996848	1080356
Abril	455875	471545	486352	472847	592426	558142	642688	572392	596992	619220	756970	877650	914355	1007066	1120420
Maiο	443562	476290	499287	498855	529033	561898	597552	574396	568355	566658	706580	825468	917334	1011459	1079633
Junho	501136	488832	454567	476890	535035	559175	586596	561569	556126	582821	712523	831151	907886	932590	
Julho	450011	447825	486072	532695	573456	563184	608799	556749	604232	627030	752040	837068	923316	1027367	
Agosto	443205	487425	498717	496654	572302	596320	631469	587157	572721	577222	751081	885940	993062	1044471	
Setembro	483543	458672	496355	510424	601549	574145	661853	537057	606215	607625	772817	885594	926470	982059	
Outubro	471723	472852	573067	553213	573165	535475	625752	600692	619747	681087	785962	867278	1030959	1092992	
Novembro	478889	483465	466974	506440	557162	630826	607660	581658	566243	666159	821562	897013	1010931	1085332	
Dezembro	534654	526785	608556	661436	679940	750510	756977	675648	722752	852255	978732	1062740	1145551	1203124	
<b>Total do Ano</b>	<b>5694743</b>	<b>5798541</b>	<b>6162113</b>	<b>6197751</b>	<b>6926576</b>	<b>7075197</b>	<b>7731225</b>	<b>7001957</b>	<b>7194989</b>	<b>7590955</b>	<b>9345189</b>	<b>10503249</b>	<b>11636928</b>	<b>12361767</b>	<b>5506492</b>
Álcool															
Ano/Mês	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Janeiro	58927	52072	46552	55686	50743	48383	66668	68158	102164	146178	85393	65432	30999	32450	45154
Fevereiro	55104	44705	40571	41906	49219	42355	54230	56928	97977	137211	56073	54983	29705	33339	33396
Março	56546	48541	43814	39883	51049	48227	45649	67285	99295	147915	70315	42183	30156	29777	29042
Abril	58861	44631	47467	45732	51332	47002	42585	58616	105250	154872	82653	24364	28599	25828	35643
Maiο	58874	48994	47411	44358	51544	49594	52194	58387	104317	143341	86682	32850	28010	26242	26493
Junho	51581	47222	46569	44383	53371	49982	50997	58497	100477	145836	94318	36618	25475	25594	
Julho	59629	46732	57169	55228	59570	49260	57756	64005	111662	178068	106491	31165	26269	30621	
Agosto	43703	47646	50600	41762	49176	53131	59307	74577	110748	169503	108382	34049	28898	30351	
Setembro	54825	40387	51352	41929	57977	57580	66105	78338	123658	190452	115635	29703	26016	31028	
Outubro	50782	50130	61805	52055	54365	52999	62619	97592	130739	160917	95542	31427	30617	36566	
Novembro	51196	50419	49356	45350	49914	60612	66780	98904	131124	117088	77037	31428	28375	57891	
Dezembro	53353	52931	58819	60126	59330	83605	83056	107585	161961	137168	87087	37140	34010	45500	
<b>Total do Ano</b>	<b>653383</b>	<b>574412</b>	<b>601485</b>	<b>568399</b>	<b>637591</b>	<b>642731</b>	<b>707946</b>	<b>888870</b>	<b>1379373</b>	<b>1828549</b>	<b>1065606</b>	<b>451342</b>	<b>347130</b>	<b>405188</b>	<b>169728</b>

**ANEXO D - Contagem veicular local- Estudo de Mobilidade Urbana EIA/RIMA PARQUE HOTEL MARINA  
- PONTA DO CORAL**

		FAIXA 1		FAIXA 2		FAIXA 3	
		LEVE	PESADO	LEVE	PESADO	LEVE	PESADO
<b>14/12/2010</b>	06:00 - 07:00	873	77	1267	154	274	34
	07:00 - 08:00	3966	138	2854	165	611	61
	08:00 - 09:00	4571	123	1936	111	594	73
	09:00 - 10:00	3374	113	2256	129	901	74
	10:00 - 11:00	2849	101	2195	149	968	75
	11:00 - 12:00	3227	102	2657	108	945	88
	12:00 - 13:00	3102	155	2918	99	1171	82
	13:00 - 14:00	3287	146	3118	63	926	71
	14:00 - 15:00	3038	149	2942	64	724	72
	15:00 - 16:00	2838	139	3181	67	640	64
	16:00 - 17:00	3154	187	3357	72	900	63
	17:00 - 18:00	3342	162	3127	58	910	70
	18:00 - 19:00	3734	119	3805	50	1509	53
	19:00 - 20:00	3161	95	3755	41	1589	73
20:00 - 21:00	2185	51	2739	40	1443	52	
21:00 - 22:00	1792	35	2234	24	861	31	
22:00 - 23:00	2040	36	1777	36	800	38	
23:00 - 24:00	1251	19	1280	20	516	27	

15/12/2010	06:00 - 07:00	761	74	1236	155	457	56
	07:00 - 08:00	3521	139	2782	143	1026	91
	08:00 - 09:00	3677	141	3163	196	992	98
	09:00 - 10:00	3221	146	2644	152	940	71
	10:00 - 11:00	2974	142	2519	130	809	78
	11:00 - 12:00	2882	160	2643	128	992	73
	12:00 - 13:00	3116	137	2829	104	931	75
	13:00 - 14:00	3082	111	2738	85	834	68
	14:00 - 15:00	3082	141	3507	115	948	56
	15:00 - 16:00	3029	122	3194	105	1084	62
	16:00 - 17:00	2944	159	3130	86	1042	68
	17:00 - 18:00	3088	189	3414	80	1242	67
	18:00 - 19:00	3774	86	3726	63	1897	89
	19:00 - 20:00	3299	50	3471	33	1657	56
	20:00 - 21:00	2211	41	3386	29	6487	66
	21:00 - 22:00	2057	17	2309	34	1117	34
22:00 - 23:00	2440	13	2242	23	993	45	
23:00 - 24:00	1480	25	1403	29	518	22	

16/12/2010	06:00 - 07:00	919	62	1755	112	274	54
	07:00 - 08:00	2952	72	2333	126	775	112
	08:00 - 09:00	3097	86	2701	115	839	92
	09:00 - 10:00	2611	79	3773	104	964	42
	10:00 - 11:00	2791	95	2369	144	940	72
	11:00 - 12:00	2617	89	2592	118	993	85
	12:00 - 13:00	3035	101	2429	83	1009	70
	13:00 - 14:00	2828	107	2738	100	1097	80
	14:00 - 15:00	3064	95	3011	110	1233	92
	15:00 - 16:00	2945	110	2746	108	1124	79
	16:00 - 17:00	3115	100	3144	100	1236	72
	17:00 - 18:00	2827	100	3311	69	1902	84
	18:00 - 19:00	1789	72	3429	42	1889	61
	19:00 - 20:00	2555	124	3084	43	1502	62
	20:00 - 21:00	2019	71	2859	41	1272	40
	21:00 - 22:00	2001	56	2170	45	859	31
22:00 - 23:00	1945	44	1641	40	752	34	
23:00 - 24:00	1184	35	1260	22	521	19	

17/12/2010	06:00 - 07:00	951	91	1156	116	384	71
	07:00 - 08:00	3058	131	1547	136	1083	139
	08:00 - 09:00	3438	146	2882	120	1060	119
	09:00 - 10:00	3354	161	2483	118	1146	97
	10:00 - 11:00	3022	135	2014	107	1159	85
	11:00 - 12:00	3320	183	2246	108	1284	91
	12:00 - 13:00	2973	141	2657	69	1075	80
	13:00 - 14:00	3052	149	2900	76	1159	90
	14:00 - 15:00	3043	164	3174	95	1217	79
	15:00 - 16:00	3234	127	3339	92	1362	77
	16:00 - 17:00	3100	193	3317	70	1407	73
	17:00 - 18:00	3006	151	3138	33	1378	66
	18:00 - 19:00	2772	122	3330	44	1630	74
	19:00 - 20:00	2854	85	3,435	66	1804	65
	20:00 - 21:00	2483	51	2809	54	1316	41
	21:00 - 22:00	2142	52	2815	49	1098	38
22:00 - 23:00	2152	35	2404	48	1008	44	
23:00 - 24:00	1569	34	1824	33	767	29	

18/12/2010	06:00 - 07:00	725	49	774	103	244	35
	07:00 - 08:00	1375	71	1471	151	529	42
	08:00 - 09:00	1952	92	2180	122	640	45
	09:00 - 10:00	2405	110	2632	110	986	50
	10:00 - 11:00	2566	90	3047	84	826	43
	11:00 - 12:00	2581	138	3255	62	1129	57
	12:00 - 13:00	2377	94	3444	59	830	63
	13:00 - 14:00	2128	90	2968	48	939	32
	14:00 - 15:00	2189	53	2913	45	805	18
	15:00 - 16:00	2441	53	3174	34	915	25
	16:00 - 17:00	2627	44	2717	27	776	27
	17:00 - 18:00	3157	46	2651	24	828	21
	18:00 - 19:00	3396	41	2557	38	1019	35
	19:00 - 20:00	2980	21	2226	25	824	27
	20:00 - 21:00	2931	24	2709	19	865	20
	21:00 - 22:00	2505	24	2354	14	825	26
22:00 - 23:00	2220	17	2000	9	867	30	
23:00 - 24:00	2316	12	1936	17	641	18	

19/12/2010	06:00 - 07:00	493	15	547	17	155	20
	07:00 - 08:00	449	7	1151	24	202	21
	08:00 - 09:00	781	12	1613	24	287	25
	09:00 - 10:00	1175	17	2329	9	498	23
	10:00 - 11:00	1344	13	2202	7	620	31
	11:00 - 12:00	2273	18	2997	26	870	32
	12:00 - 13:00	3501	36	3491	25	1166	21
	13:00 - 14:00	2453	21	2459	10	1107	37
	14:00 - 15:00	2376	19	2014	7	667	21
	15:00 - 16:00	2898	26	1980	5	683	25
	16:00 - 17:00	3419	37	1673	8	674	20
	17:00 - 18:00	3220	38	2005	9	571	23
	18:00 - 19:00	3065	17	2318	19	914	29
	19:00 - 20:00	3338	19	2169	26	929	27
	20:00 - 21:00	2847	14	2044	29	717	29
	21:00 - 22:00	2543	8	2163	11	562	21
22:00 - 23:00	2016	17	1708	13	660	20	
23:00 - 24:00	1290	13	1344	22	274	18	

20/12/2010	06:00 - 07:00	155	20	1273	62	352	59
	07:00 - 08:00	202	21	2756	95	638	84
	08:00 - 09:00	287	25	2601	122	688	104
	09:00 - 10:00	498	23	2593	100	784	81
	10:00 - 11:00	620	31	2369	63	576	49
	11:00 - 12:00	870	32	2297	70	1417	76
	12:00 - 13:00	2999	147	3067	61	1339	84
	13:00 - 14:00	3469	128	3489	90	1472	91
	14:00 - 15:00	3070	161	3014	88	1205	81
	15:00 - 16:00	3296	166	3206	93	1231	75
	16:00 - 17:00	3131	201	3040	71	1253	76
	17:00 - 18:00	3432	176	3399	66	1689	78
	18:00 - 19:00	2059	101	3928	56	3186	125
	19:00 - 20:00	1606	59	3347	48	3204	89
	20:00 - 21:00	1282	55	2513	49	3669	55
	21:00 - 22:00	1275	66	1925	31	1907	30
22:00 - 23:00	1493	36	936	25	1674	27	
23:00 - 24:00	727	39	947	25	1207	23	

**ANEXO E – Imagem do Local das Contagens**



## ANEXO F - Contagem veicular de Florianópolis - DENATRAN/SC

TIPO	FLORIANOPOLIS - 2010											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
6-AUTOMOVEL	180511	181020	182501	183039	183369	183755	184142	185270	185862	186576	187332	189008
14-CAMINHAO	3341	3331	3351	3362	3424	3418	3423	3430	3436	3433	3432	3446
17-CAMINHAO TRATOR	257	259	258	263	270	276	275	276	274	276	276	277
23-CAMINHONETE	7612	7683	7775	7847	7946	8053	8140	8220	8316	8425	8525	8708
13-CAMIONETA	14720	14787	14885	14965	15014	15078	15137	15230	15307	15386	15482	15691
22-CHASSI/PLATAFORMA	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
2-CICLOMOTOR	509	509	510	510	510	510	510	510	510	510	510	509
7-MICROONIBUS	794	799	802	806	815	813	808	809	815	813	812	819
4-MOTOCICLETA	33788	34000	34285	34414	34602	34767	34946	35150	35344	35513	35718	36034
3-MOTONETA	5324	5384	5464	5492	5535	5568	5601	5649	5686	5739	5819	5921
26-MOTOR-CASA	60	61	64	65	65	67	69	70	69	73	74	78
8-ONIBUS	1602	1612	1635	1634	1637	1644	1650	1652	1653	1659	1669	1680
21-QUADRICICLO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10-REBOQUE	4351	4372	4392	4404	4452	4471	4495	4520	4534	4556	4581	4639
11-SEMI-REBOQUE	413	414	418	420	422	423	427	430	434	438	444	446
24-SIDE-CAR	10	10	10	10	10	9	9	9	9	9	8	8
18-TRATOR DE RODAS	300	300	308	306	334	333	332	331	333	332	331	332
19-TRATOR ESTEIRAS	50	50	50	50	50	50	50	50	49	47	47	47
20-TRATOR MISTO	59	59	59	59	58	58	58	58	58	58	59	58

