

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E AMBIENTAIS  
TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL

ANA PAULA DILLMANN

**ANÁLISE DE AUTONOMIA E CO<sub>2</sub> EM UM VEÍCULO AUTOMOTOR, TIPO  
MOTOCICLETA, UTILIZANDO SISTEMA VAPORIZADOR DE COMBUSTÍVEL**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

MEDIANEIRA

2017

ANA PAULA DILLMANN

**ANÁLISE DE AUTONOMIA E CO<sub>2</sub> EM UM VEÍCULO AUTOMOTOR,  
TIPO MOTOCICLETA, UTILIZANDO SISTEMA VAPORIZADOR DE  
COMBUSTÍVEL**

Trabalho de Conclusão de apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Tecnólogo em Gestão Ambiental, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Laercio Mantovani Frare

MEDIANEIRA

2017



---

## **TERMO DE APROVAÇÃO**

### **ANÁLISE DE AUTONOMIA E CO<sub>2</sub> EM UM VEÍCULO AUTOMOTOR, TIPO MOTOCICLETA, UTILIZANDO SISTEMA VAPORIZADOR DE COMBUSTÍVEL**

por

**ANA PAULA DILLMANN**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 14 de Junho de 2017 como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnóloga em Gestão Ambiental. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

Prof. Dr. Laercio Mantovani Frare  
Orientador

---

Prof. Dr. Fabio Orsatto  
Membro titular

---

Profa. Dra. Juliana Bortoli Rodrigues Mees  
Membro titular

(O termo com as assinaturas se encontra arquivado na Secretaria do curso)

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, por ter guiado e abençoado meus caminhos até aqui.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Laercio Mantovani Frare, pela sabedoria com que me guiou nesta trajetória.

À minha mãe, Izolde, agradeço todo apoio, amor e palavras incentivadoras nas horas de cansaço e desânimo.

Ao meu pai, Armin, por ter me ensinado desde pequena os valores de uma vida ética e honrosa, apoiando sempre meus estudos.

À minha irmã Karina, e meu sobrinho Felipe, por se mostrarem tão animados com minha formação, dotando-me de orgulho em concluir essa etapa de minha vida.

Um agradecimento especial ao meu namorado Dennis, pois sem ele a conclusão deste trabalho não seria possível. Obrigado por sua compreensão em momentos difíceis, pelo total apoio e ajuda na elaboração desse projeto e também pelos ensinamentos e amor dedicados.

Deixo um agradecimento às pessoas que participaram indiretamente neste trabalho, como professores, bibliotecárias e aos meus colegas de formação. Muito obrigado.

O Homem é a mais insana das espécies.  
Adora um Deus invisível e mata a natureza visível, sem perceber que a natureza que ele mata, é esse Deus invisível que ele adora.  
(Hubert Reeves)

## **RESUMO**

DILLMANN, Ana Paula. **Análise de autonomia e CO<sub>2</sub> em um veículo automotor, tipo motocicleta, utilizando sistema vaporizador de combustível.** 2017. 36 Páginas. Trabalho de Conclusão de Curso em Tecnologia em Gestão Ambiental - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2017.

Com o alto preço da gasolina e a diminuição da renda familiar, atrelado a um pensamento ecologicamente correto, motoristas e empresas fabricantes de veículos estão tentando diminuir o gasto com combustível e também a emissão de poluentes no meio ambiente. Este trabalho estudou um método alternativo de alimentação ou suplementação de um motor de combustão interna, cujo sistema utilizou vapor de combustível proveniente da gasolina com a instalação de um sistema que otimizou o aumento da autonomia e a diminuição de consumo de um veículo automotor, conseqüentemente minimizando a emissão de CO<sub>2</sub>. De acordo com a fabricante japonesa, a motoneta em estudo Honda Biz 125, já apresenta uma grande redução de poluentes emitidos, devido a novas tecnologias e da adoção de motores mais econômicos e eficientes. Foi desenvolvido e instalado um sistema de vaporização de combustível no veículo supracitado onde foi realizada a comparação de emissão de CO<sub>2</sub>: original e original com suplementação. Para os testes de emissões de CO<sub>2</sub>, foi utilizado o cromatógrafo, disponível em um dos laboratórios existentes na UTFPR, câmpus Medianeira, cuja metodologia adotada é a cromatografia. Após ter os resultados obtidos, observou-se que houve uma significativa diminuição na emissão de CO<sub>2</sub>, e que houve aumento na autonomia do veículo em questão, evidenciando a eficiência do sistema vaporizador de combustível instalado.

**Palavras-chave:** Vapor de Combustível. Gases poluentes. Motores. Emissão de CO<sub>2</sub>.

## ABSTRACT

DILLMANN, Ana Paula. **Analysis of autonomy and CO<sub>2</sub> in a motor vehicle, motorcycle type, using fuel vaporizer system** 2016. 36 páginas. Trabalho de Conclusão de Curso em Tecnologia em Gestão Ambiental - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2016.

With the high price of gasoline and the fall in family income, coupled with eco-friendly thinking, motorists and car manufacturers are trying to cut down on fuel and also pollutants into the environment. This work investigated an alternative method of feeding or supplementing an internal combustion engine, whose system used fuel vapor from gasoline with the installation of a system that optimized the increase of autonomy and the reduction of consumption of a motor vehicle, consequently minimizing The emission of CO<sub>2</sub>. According to the Japanese manufacturer, the motorcycle in study Honda Biz 125, already presents a great reduction of emitted pollutants, due to new technologies and the adoption of engines more economic and efficient. A fuel vaporization system was developed and installed in the above-mentioned vehicle where the CO<sub>2</sub> emission comparison was performed: original and original with supplementation. For the CO<sub>2</sub> emission tests, the chromatograph was used, available in one of the existing laboratories at the UTFPR, Medianeira campus, whose methodology is chromatography. After having obtained the results, it was observed that there was a significant decrease in CO<sub>2</sub> emission, and that there was an increase in the autonomy of the vehicle in question, evidencing the efficiency of the installed fuel vaporizer system.

**Keywords:** Fuel Vapor. Polluting Gases. Engines. CO<sub>2</sub> Emissions.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|   |    |
|---|----|
| Figura 1 – Frota de veículos automotores no Brasil até 2012.....  | 22 |
| Figura 2 – Web Cart.....  | 23 |
| Figura 3 - Estratégia de implantação do PROMOT (fases "M").....   | 25 |
| Figura 4 - Evolução dos limites de emissão para ciclomotres, motocicletos e similares de acordo com as fases do PROMOT..... | 25 |
| Figura 5 - Implementação do sistema vaporizador de combustível.....   | 26 |
| Figura 6 – Esquematização do sistema vaporizador de combustível.....  | 30 |
| Figura 7 – Termo-anemômetro.....  | 29 |
| Figura 9 – Seringa para obtenção da amostra de gases.....   | 29 |
| Figura 10 – Obtenção da amostra de CO <sub>2</sub> .....  | 29 |
| Figura 11 – Cromatógrafo a gás.....   | 29 |

## LISTA DE TABELAS



|   |    |
|---|----|
| Tabela 1 - Condições dos testes .....   | 28 |
| Tabela 2 - Autonomia .....  | 31 |
| Tabela 3- Emissão de dióxido de carbono com o motor operando a gasolina ..... | 32 |
| Tabela 4 - Emissão de dióxido de carbono com o motor operando a etanol.....   | 32 |

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

|                                   |                        |
|-----------------------------------|------------------------|
| CO                                | Monóxido de carbono    |
| CO <sub>2</sub>                   | Dióxido de carbono     |
| GEE's                             | Gases de efeito estufa |
| HC                                | Hidrocarbonetos        |
| MP                                | Material particulado   |
| NO <sub>x</sub>                   | Óxidos de nitrogênio   |
| RCHO                              | Aldeídos               |
| SO <sub>2</sub> e SO <sub>3</sub> | Óxidos de Enxofre      |

## LISTA DE SIGLAS

|            |  |
|------------|--|
| ANP        | Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis                |
| CONAMA     | Conselho Nacional do Meio Ambiente   |
| PROCONVE   | Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores            |
| PROMOT     | Programa de Controle de Poluição do Ar por Motociclos e Veículos Similares |
| ABIPEÇAS   | Associação Brasileira das Indústrias de Autopeças                          |
| SINDIPEÇAS | Sindicato Nacional da Indústria de Componentes para Veículos Automotores   |

## SUMÁRIO

|   |    |
|---|----|
| <b>1. INTRODUÇÃO</b> .....  | 10 |
| <b>2. OBJETIVOS</b> .....   | 11 |
| 2.1 OBJETIVO GERAL.....   | 11 |
| 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....                                      | 11 |
| <b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....                               | 12 |
| 3.1 QUALIDADE DO AR E OS POLUENTES ATMOSFÉRICOS.....                | 12 |
| 3.2 FONTES DE POLUIÇÃO .....  | 14 |
| 3.3 EFEITOS CAUSADOS PELA POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA.....                 | 15 |
| 2.4 EMISSÕES VEICULARES .....                                       | 17 |
| 2.4.1 Caracterização das Emissões Veiculares .....                  | 19 |
| 2.5 LEGISLAÇÃO BRASILEIRA.....                                      | 20 |
| 2.5.1 O aumento da frota de motocicletas e a criação do PROMOT..... | 22 |
| <b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....                                  | 26 |
| 4.1 SISTEMA VAPORIZADOR DE COMBUSTÍVEL.....                         | 26 |
| 4.2 CONDIÇÕES OPERACIONAIS.....                                     | 27 |
| 4.3 AMOSTRAGEM E MÉTODOS ANALÍTICOS.....                            | 28 |
| <b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....                              | 31 |
| 5.1 TESTES DE AUTONOMIA.....  | 31 |
| 5.2 EMISSÃO DE DIÓXIDO DE CARBONO E VAPOR DE ÁGUA.....              | 31 |
| <b>6. CONCLUSÃO</b> .....   | 34 |
| <b>REFERÊNCIAS</b> .....  | 35 |

## 1. INTRODUÇÃO

De acordo com o Levantamento da Frota Circulante do Brasil, desenvolvido pela ABIPEÇAS E SINDIPEÇAS, a frota circulante no Brasil até 2016 era de 42,9 milhões de unidades circulantes, entre automóveis, comerciais leves, caminhões e ônibus. Foram registrados também 13,5 milhões de motocicletas nas ruas em 2016.

Perante o cenário atual, com as reservas de matéria prima fóssil se esgotando, é cada vez mais importante procurar e estudar formas de energias menos poluidoras. A humanidade vivencia o uso imensurável no consumo de combustíveis fósseis e estudos apontam que o uso desenfreado das reservas de combustíveis fósseis irá se esgotar e como consequência as alterações nas condições climáticas serão inevitáveis devido a essa queima indiscriminada.

O gradativo aumento da população somado com a degradação ambiental vem provocando questionamentos e discussões na comunidade científica no mundo todo sobre a produção de energia mais limpa. Essas discussões giram em torno da necessidade de se encontrar soluções mais eficientes e menos poluentes para a produção e consumo de energia, eliminando, mesmo que em partes, a dependência que existe atualmente por combustíveis fósseis.

Neste trabalho foi abordado a produção de um sistema de geração de vapor de gasolina e/ou etanol, e a sua utilização como combustível ou alimentação complementar em um veículo automotor, marca Honda, modelo Biz 125 +, ano de fabricação 2014, que pode ser abastecida com gasolina ou etanol. Com isso, realizou-se medições para análises comparativas aos padrões originais do veículo em estudo.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Produzir e avaliar um sistema de gestão de vapor de gasolina e/ou etanol, utilizado como combustível ou alimentação complementar em um veículo automotor, marca Honda, modelo Biz 125+, comparando sua autonomia e a emissão de CO<sub>2</sub>.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Criar um vaporizador de combustível e o instalar na motocicleta em estudo;
- Realizar teste de autonomia com e sem o equipamento;
- Obter amostras da emissão de CO<sub>2</sub> resultante da queima de combustível utilizando o equipamento vaporizador de combustível e sem o equipamento;
- Realizar teste em laboratório evidenciando a área de CO<sub>2</sub> obtida e comparando-a com os padrões de CO<sub>2</sub> sem a utilização do equipamento vaporizador pelo método da cromatografia gasosa.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 QUALIDADE DO AR E OS POLUENTES ATMOSFÉRICOS

Tanto o nível de poluição do ar quanto a qualidade do ar são medidas devida a quantidade de suas substâncias poluentes. “Considera-se poluente do ar qualquer substância nele presente e que, pela sua concentração, possa torná-lo impróprio, nocivo, ou ofensivo a saúde” (DERÍSIO, 2012), e que seja também prejudicial à fauna e a flora, provocando prejuízos ao bem estar público, causando danos aos materiais, à segurança e às atividades normais da comunidade. (DERÍSIO, 2000)

Considerando uma necessidade de avaliações permanentes da qualidade do ar, o PRONAR desenvolveu duas categorias de padrões de qualidade do ar:

- Padrões primários: são as concentrações de poluentes que, se ultrapassadas, poderão gerar danos na saúde da população. São os níveis máximos toleráveis de concentração de poluentes atmosféricos e exigem cumprimento de metas em curto e médio prazo.
- Padrões secundários: São concentrações de poluentes que se prevê o mínimo efeito sobre o bem estar da população que os poluentes podem causar, assim como o mínimo efeito adverso a fauna e flora, materiais e ao meio ambiente em geral, podendo ser entendidos como níveis desejados de concentração, constituindo-se em meta de longo prazo.

De acordo com a Resolução CONAMA nº 3/1990, que dispõe sobre os padrões de qualidade do ar, os parâmetros regulamentados pela legislação ambiental são os seguintes: partículas totais em suspensão, partículas inaláveis, dióxido de enxofre, fumaça, monóxido de carbono, dióxido de nitrogênio e ozônio.

A questão da poluição atmosférica é um problema de escala global, que afeta principalmente as grandes cidades e os países que estão em pleno desenvolvimento. Porém esses problemas não são recentes, levando em conta o passado do uso desenfreado de práticas onde eram geradas grandes quantidades de poluentes que

eram simplesmente jogados na atmosfera sem nenhum tipo de tratamento ou sistema de prevenção.

As primeiras reclamações a respeito do assunto surgiram cerca de 2 mil anos atrás, quando no século XIII em 1273, o Rei Eduardo da Inglaterra criou as primeiras leis sobre a qualidade do ar, proibindo também a queima do carvão em determinados períodos. Durante as sessões do parlamento, a queima do carvão era proibida devido ao odor e fumaça. Em 1911 ocorre o primeiro desastre de magnitude significativa em consequência da poluição atmosférica em Londres, onde 1.150 pessoas morreram em decorrência da fumaça gerada pela queima do carvão. Nesse mesmo ano, o Dr. Harold Des Voeux criou a palavra *Smog* que vem de *smoke* e *fog* (fumaça e neblina). A palavra *smog* é usada até hoje para designar episódios de grande porte de poluição atmosférica. (BRAGA et al., 2005).

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2017), poluentes atmosféricos são gases e partículas sólidas (fuligem, poeira) resultantes das atividades humanas e de fenômenos naturais dispersos no ar. Classificam-se nessa categoria, os gases e partículas expelidos por veículos e indústrias, aqueles oriundos da degradação da matéria orgânica, vulcanismos e outros fenômenos naturais.

A poluição do ar ocorre quando existe uma concentração elevada de uma ou mais substâncias químicas que podem causar danos em seres humanos, animais, vegetação e aos materiais. Esses danos também podem ocorrer no modo físico, como, por exemplo o calor e o som. (MOTA, 2006)

De acordo com BRAGA et. al (2005), os poluentes são divididos em duas categorias, facilitando a classificação dessas substâncias presentes na atmosfera:

- Poluentes primários: é todo poluente originado de fontes diretas ou móveis. Ex: veículos automotores movidos a diesel ou gasolina, chaminés de indústrias.
- Poluentes secundários: é a junção de um poluente primário com um constituinte natural da atmosfera.

Destacam-se a seguir os principais poluentes e suas fontes, frisando que a maioria tem sua origem em processos de combustão.



- Monóxido de carbono (CO): Composto gerado nos processos incompletos de combustão de combustíveis fósseis ou qualquer outra substância que contenha carbono em sua formulação.
- Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>): É o principal gás resultante da combustão completa de combustíveis fósseis ou de outros materiais que contenham carbono em sua composição.
- Óxidos de enxofre (SO<sub>2</sub> e SO<sub>3</sub>): Gerados em processos biogênicos naturais, os óxidos de enxofre também são resultantes da queima de combustível que contenha enxofre.
- Óxidos de Nitrogênio (NO<sub>x</sub>): Resultante da combustão completa de combustível e oxigênio.
- Hidrocarbonetos: Resultantes da queima incompleta dos combustíveis bem como da evaporação destes e de solventes orgânicos.
- Material Particulado (MP): Entende-se por material particulado toda partícula de material líquida ou sólida que fica em suspensão na atmosfera. Ex: poeira, fuligem, pólen.
- Calor: É uma forma de poluição por energia que ocorre principalmente nos processos de combustão quando gases são liberados a uma temperatura elevada.
- Som: O som também é um poluente atmosférico dissipado através de energia, só que esta se manifesta através de ondas de som em demasia que podem causar danos aos seres humanos.

### 3.2 FONTES DE POLUIÇÃO

Segundo DERÍSIO (2000), o ser humano ao interagir com o meio em que vive produz resíduos dos quais parte causam poluição do ar, tais fontes de poluição podem ser classificadas em fontes fixas e móveis.

As fontes fixas ou estacionárias, são fixas em um local específico, e a emissão entra na atmosfera por meio de uma chaminé (ex.: usinas termoeletricas a carvão). Já as fontes móveis são caracterizadas pelas emissões veiculares, divididas em fontes

móveis de veículos de estrada (automóveis e caminhões) e fontes móveis fora de estrada (navios, aviões, equipamento de construção, trens e veículos recreacionais). (MIHELICIC, 2012).

### 3.3 EFEITOS CAUSADOS PELA POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA

Dos raios solares que chegam na Terra, apenas 30 por cento não conseguem atravessar a atmosfera e são devolvidos ao espaço, o restante chega a superfície terrestre e é absorvida aquecendo a terra, e ao ser aquecida, ocorre a emissão de energia na forma de calor. Parte dessa energia volta ao espaço e a outra parte é absorvida por certos gases atmosféricos, que estão presentes na atmosfera em quantidades muito pequenas. A energia irradiada volta à superfície terrestre formando este fenômeno natural é o chamado efeito estufa, sendo o mesmo responsável pela manutenção do calor no planeta. (BUENO et al., 1994)

Porém o aumento da concentração na atmosfera dos GEE's fez com que a temperatura do planeta se elevasse significativamente, tornando o efeito estufa, de uma condição natural e necessária, à um grave problema ambiental.

Existem muitos problemas relacionados a poluição atmosférica, desde toxicológico até econômicos. Esses problemas afetam diretamente ou indiretamente seres humanos, plantas, animais e materiais. Em humanos, o efeito é sentido principalmente pelas vias respiratórias, afetando diretamente os pulmões. Nas plantas a fotossíntese é alterada, devido a absorção dos poluentes pelos estômatos, causando o desequilíbrio das trocas gasosas que ocorrem entre as plantas e o meio ambiente. Nos materiais ocorre a oxidação, causando o escurecimento dos mesmos, ressecamento de borrachas, enfraquecimento do algodão e diminuição da qualidade de vários tecidos, como o nylon. (BUENO et al., 1994)

Segundo Colacioppo (1974), a sociedade atual está comprometida de forma irreversível pela frota de veículos automotores, estes mesmos veículos introduzem no meio ambiente toneladas de substâncias nocivas ao ser humano que podem originar efeitos que vão desde incômodos até a morte.

**Monóxido de Carbono:** Após a absorção, que ocorre por via pulmonar, a principal ação tóxica se faz por asfixia química ao combinar-se com a hemoglobina, originando a carboxihemoglobina, que resulta na incapacidade de transportar oxigênio. A carência de oxigênio provoca lesões no sistema nervoso central e no coração, órgãos esses que são os mais sensíveis e prejudicados a esta falta.

Os principais sintomas do aumento da carboxihemoglobina são: fraqueza, cefaleia, diminuição da memória e do controle muscular, diminuição da capacidade visual e da acuidade mental.

**Bióxido de Nitrogênio:** Assim como o Monóxido de Carbono, o bióxido de nitrogênio também diminui a capacidade de transporte de oxigênio no sangue, mas a maior ação deletéria ocorre no aparelho respiratório. O bióxido de nitrogênio sendo pouco solúvel em água, passa pelas vias aéreas superiores indo solubilizar-se nos alvéolos, originando o ácido nitroso e o ácido nítrico, ambos muito irritantes e corrosivos para o revestimento mucoso do pulmão.

Conforme a intensidade e a duração da exposição, o efeito pode variar desde uma pequena irritação, ardor, dor de garganta e no peito, até uma tosse violenta com respiração rápida e curta.

**Dióxido de Enxofre:** O grau de irritação do bióxido de enxofre, do ácido sulfúrico e dos sulfatos depende da concentração e do tamanho das partículas (neblina). O tamanho que ocorre a maior irritação é de 1 µm de diâmetro, porém com partículas maiores, há irritação brônquica e tosse violenta.

**Chumbo:** O chumbo pode provocar várias alterações no organismo, já que se distribui com facilidade, pode originar uma característica do saturnismo, que é o punho caído, provocado por paralisia do nervo mediano que comanda os músculos extensores da mão; pode provocar cegueira além de aumentar a pressão do líquido céfalo-raquidiano.

Em mulheres pode originar esterilidade, distúrbios no ciclo menstrual. Gestantes são mais sensíveis ao efeito do chumbo, provocando aborto, natimortalidade e prematuros.

**Hidrocarbonetos:** Dentre os vários hidrocarbonetos existentes, destacam-se, pela sua ação no homem, o formaldeído e acroleína. O formaldeído age tanto irritando

as mucosas nasais e oculares quanto como agente alergênico. Em decorrência de exposições maiores, ocorrem dificuldades respiratórias e intensa irritação da traquéia, podendo originar broncopneumonia e edema pulmonar.

A acroleína produz sintomas semelhantes aos do formaldeído, porém esta é considerada muito mais tóxica pois os sintomas aparecem em concentrações de exposição bem mais baixas que o formaldeído, podendo ocorrer o imediato aparecimento de edema pulmonar após a exposição.

**Agentes Cancerígenos:** Embora não esteja provado que uma substância isolada, existente na atmosfera, possa causar câncer de pulmão, há nítida correlação entre esse tipo de câncer e a poluição atmosférica. Uma exposição crônica a vapores de gasolina e ozona, também aumenta a incidência de tumores.

Quando ocorrem eventos críticos de poluição, a diminuição da visibilidade é tida como consequência, além da descoloração da atmosfera e o aumento da precipitação e neblina, a dispersão da luz solar também diminui devido ao grande número de material particulado no ar. (COLACIOPPO, 1974).

O tráfego veicular é o maior causador de poluição atmosférica. Na cidade de São Paulo, os veículos são responsáveis por 97% das emissões de CO, 97% de hidrocarbonetos, 96% de óxidos de nitrogênio, 40% de material particulado e 32% de óxidos de enxofre. As concentrações são mais altas em vias com grande movimento de veículos e diminuem gradualmente com seu distanciamento. (DERÍSIO, 1992).

### 3.4 EMISSÕES VEICULARES

Os motores do chamado ciclo Otto – gasolina, etanol, Flex e GNV são compostas, basicamente, por um pistão, um cilindro e diversas peças móveis. São os chamados motores de 4 tempos.

Durante o primeiro tempo, a mistura feita de ar e combustível enche o cilindro e deixa a válvula de admissão aberta. Quando o cilindro se enche, a válvula de admissão se fecha e ocorre a compressão da mistura (2º tempo). A seguir, uma centelha elétrica

na vela de ignição deflagra a explosão e conseqüentemente ocorre a expansão (3º tempo) da mistura gasosa. Finalmente a válvula de escape se abre , ocorrendo simultaneamente a descarga da mistura gasosa para a atmosfera e a exaustão dos gases queimados (4º tempo). (SILVEIRA, 2009)

Dentre os poluentes ambientais, a poluição atmosférica é a que causa mais impacto na saúde já que está presente em todos os locais e atinge um grande número de pessoas. Um estudo recente estimou o impacto da mortalidade mundial devido a exposição ao Ozônio (O<sub>3</sub>) e a materiais particulados de fontes antrópicas. O O<sub>3</sub> foi associado ao número estimado de 0,7 milhões de mortes por doenças respiratórias por ano, o MP foi associado a 3,5 milhões de morte por causas respiratórias e 220 mil por câncer de pulmão por ano, sendo crianças e idosos os mais vulneráveis. (HABERMANN, 2011)

Além dos efeitos no sistema respiratório e cardiovascular, tem crescido o interesse em investigar a epidemiologia ambiental, estudando os possíveis efeitos da poluição do ar em na saúde perinatal, incluindo o crescimento fetal, a duração da gestação e a mortalidade. À exposição a poluição atmosférica durante o período gestacional, se relaciona a desfechos importantes da gestação, como baixo peso ao nascer, prematuridade, retardamento do crescimento intrauterino, anomalias congênitas e em casos mais extremos, o óbito no período perinatal. (NOVAES, 2010)

No Brasil, estudos feitos em São Paulo e Rio de Janeiro, apontam um menor ganho de peso do recém-nascido em gestantes com maior exposição à poluição do ar. A poluição do ar em São Paulo também está relacionada com a mortalidade perinatal, com maior risco de perdas fetais tardias (após 28 semanas de gestação) devido aos níveis de CO. Nesse mesmo estudo, constatou-se que os níveis de carboxi-hemoglobina no cordão umbilical também estavam relacionados com os níveis de CO presentes no ambiente, confirmando a exposição do feto à poluição atmosférica. (HABERMANN, 2012)

Dentre os vários estudos para associar a poluição do ar com os efeitos à saúde, foram utilizados dados viários e de tráfego veicular como avaliação da exposição.

Nas últimas décadas, verificou-se uma diminuição das emissões de poluentes expelidos pela frota veicular devido a adoção de novas tecnologias, essas que tornam

os veículos menos poluentes. Porém, a frota veicular ainda é uma das principais emissoras de poluentes atmosféricos nas áreas urbanas, São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte são as maiores áreas metropolitanas do Brasil e juntas somam 45% da frota nacional de veículos.

A disponibilidade de dados sobre o fluxo veicular é um fato que impulsiona pesquisas que avaliem a associação desta exposição com os mais diversos desfechos da saúde.

### 3.4.1 Caracterização das Emissões Veiculares

De acordo com a ANP (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis) as emissões de um veículo automotor podem ocorrer de duas maneiras: pelo escapamento, o que caracteriza uma emissão direta; e pela evaporação do combustível durante o uso e quando o veículo se encontra em repouso. Sendo influenciadas por vários fatores, podemos destacar: tecnologia do motor, porte e tipo de uso do veículo, idade do veículo, projeto e materiais do sistema de alimentação de combustível, tipo e qualidade do combustível, condições de manutenção e condução, além de fatores meteorológicos como pressão e temperatura ambientes. As emissões do escapamento decorrem da queima dos combustíveis pelo motor, compreendendo uma série de substâncias como monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), hidrocarbonetos (HC), aldeídos (RCHO), óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>), e material particulado (MP). Ainda de acordo com o 1º Relatório de Emissões Atmosféricas desenvolvido pela ANP, as emissões evaporativas são constituídas pelos hidrocarbonetos, que evaporam do sistema de alimentação de combustível do veículo automotor.

Tais emissões ocorrem pelos seguintes processos:

**Emissões diurnas:** são emissões geradas com o veículo em repouso em decorrência da temperatura durante as 24 horas do dia. Conforme a temperatura se eleva, aumenta a saída de vapores de combustível pelo sistema de alimentação, quer

pela permeabilidade inerentes aos materiais empregados, quer pela estanqueidade imperfeita de conexões.

**Perdas em movimento:** São as emissões de vapores de combustível enquanto o veículo está em movimento. Também se devem as mudanças da pressão e da temperatura enquanto o veículo se movimenta.

**Emissões evaporativas do veículo em repouso com o motor ainda quente:** São emissões que ocorrem após o uso do veículo. Caracterizam-se pelo fato de o combustível estar parado e despressurizado, porém ainda aquecido devido a circulação no período em que o veículo estava em funcionamento e ao calor residual desprendido do motor.

### 3.5 LEGISLAÇÃO BRASILEIRA

De acordo com Pereira (2007), no que se diz respeito a legislação, o Brasil foi o precursor na criação de leis e diretrizes para estabelecer limites as emissões veiculares. A legislação brasileira sobre emissões atmosféricas teve início com o Decreto Lei Nº 1413, de 14 de Agosto de 1975, que “dispõe sobre o controle da poluição do meio ambiente provocada por atividades industriais”. O Decreto-Lei nº 1.413/1975 foi complementado pela Lei nº 6.803 de 02 de julho de 1980, que “dispõe sobre as diretrizes básicas para o zoneamento industrial nas áreas críticas de poluição e da outra providencias”. Tanto o Decreto nº 1.413/1975 e a Lei nº 6.803/1980, falam apenas sobre as regras de localização de áreas industriais e seus entornos, não falando especificamente de padrões de emissões.

A Lei nº 6.938/1981 atribui ao Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA – a competência de “estabelecer, privativamente, normas e padrões nacionais de controle da poluição por veículos automotores, aeronaves e embarcações”.

Com base nessas atribuições o CONAMA vem estabelecendo, por meio de resoluções, as normas para o controle de poluição por fontes móveis e fixas, assim considerados os veículos automotores.

O estabelecimento de metas para a redução de emissões de gases e materiais particulados por fontes móveis no Brasil, constituídas por veículos automotores, teve início em 1986 quando o CONAMA instituiu por meio da Resolução nº18 em 6 de maio do mesmo ano, o Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores – PROCONVE, tendo este, os seguintes objetivos:

- “• Reduzir os níveis de emissão de poluentes por veículos automotores, visando o atendimento aos padrões de qualidade do ar, especialmente nos centros urbanos;
- Promover o desenvolvimento tecnológico nacional, tanto na engenharia automobilística, como também em métodos e equipamentos para ensaios e medições da emissão de poluentes;
- Criar programas de inspeção e manutenção para veículos automotores em uso;
- Promover a conscientização da população com relação à questão da poluição do ar por veículos automotores;
- Estabelecer condições de avaliação dos resultados alcançados; (PROCONVE)”

A Lei nº 8.723 de 28 de outubro de 1993, que “dispõe sobre a redução de emissões poluentes por veículos automotores e dá outras providências”, delegou ao CONAMA a atualização e o estabelecimento de novas metas para a Resolução 18/1986.

O Código de Trânsito Brasileiro, instituído pela Lei nº 9.503 de 23 de Setembro de 1997, também prevê o controle de emissões de gases e materiais particulados poluentes por veículos automotores, valendo ser ressaltados os artigos 104 e 131:

“Art. 104. Os veículos em circulação terão suas condições de segurança, de controle de emissão de gases poluentes e de ruído avaliadas mediante inspeção, que será obrigatória, na forma e periodicidade estabelecidas pelo CONTRAN para os itens de segurança e pelo CONAMA para emissão de gases poluentes e ruído.

“§ 5º Será aplicada a medida administrativa de retenção aos veículos reprovados na inspeção de segurança e na de emissão de gases poluentes e ruído.”

“Art. 131. O Certificado de Licenciamento Anual será expedido ao veículo licenciado, vinculado ao Certificado de Registro, no modelo e especificações estabelecidos pelo CONTRAN.

§ 3º Ao licenciar o veículo, o proprietário deverá comprovar sua aprovação nas inspeções de segurança veicular e de controle de emissões de gases poluentes e de ruído, conforme disposto no art. 104.”



Vê-se, portanto, que desde 1986, existe uma ampla regulamentação para as emissões de gases e material particulados poluentes por fontes móveis. Essas medidas fizeram com que houvesse uma grande atualização tecnológica dos motores fabricados e usados no Brasil.

### 3.5.1 O aumento da frota de motocicletas e a criação do PROMOT

De acordo com o estudo desenvolvido pelo Observatório das Metrôpoles, Evolução da frota de automóveis no Brasil, o ano de 2012 terminou com um total de 76.137.125 veículos automotores. Desse total, 92,1% são automóveis e motos, sendo 65,9% de automóveis e 26,2% motos. Desde 2001, a moto foi o veículo que teve maior crescimento no total de veículos automotores, nesse mesmo ano representavam um total de 14,2%. Na Figura 1 apresenta-se a frota de veículos automotores no Brasil por tipo de veículos em milhões de unidades no ano de 2012.

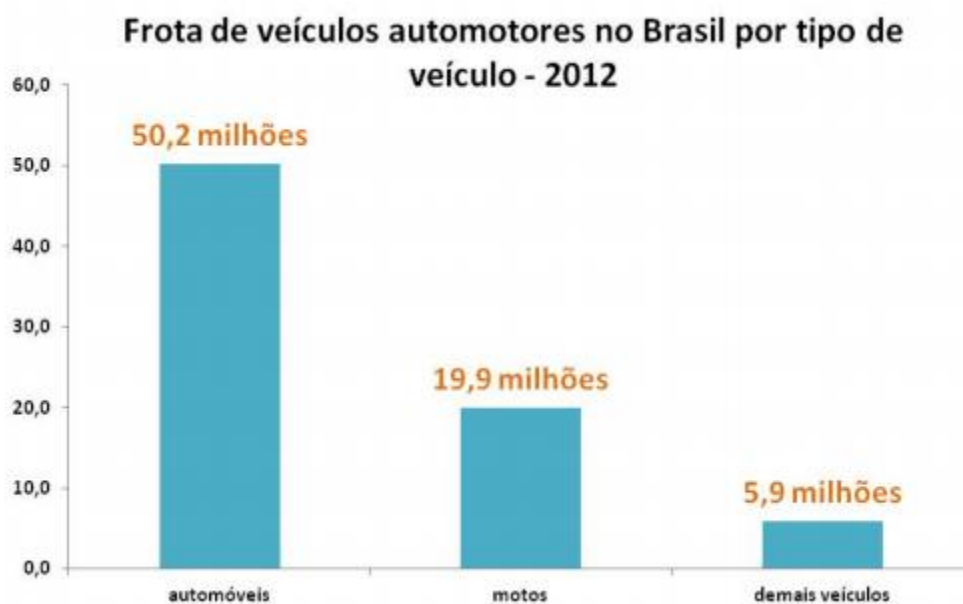


Figura 1 - Frota de veículo automotores no Brasil por tipo de veículo – 2012  
Fonte: Elaborado pelo Observatório das Metrôpoles com dados do DENATRAN

A frota de motocicletas no Brasil continua aumentando gradativamente, juntando as 15 principais metrópoles nacionais, (São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte, Porto Alegre, Curitiba, área metropolitana de Brasília, Campinas, Goiânia, Recife, Fortaleza, Salvador, Grande Vitória, Manaus, Florianópolis e Belém) o aumento da frota foi de 315,4%, correspondente à 3,9 milhões de motocicletas entre 2001 e 2012. Em média, foram adicionadas 327.411 a cada ano. (OBSERVATÓRIO DAS METRÓPOLES, 2013)

Na Figura 2 pode-se observar a frota de motocicletas em Medianeira no ano de 2015 segundo o IBGE.

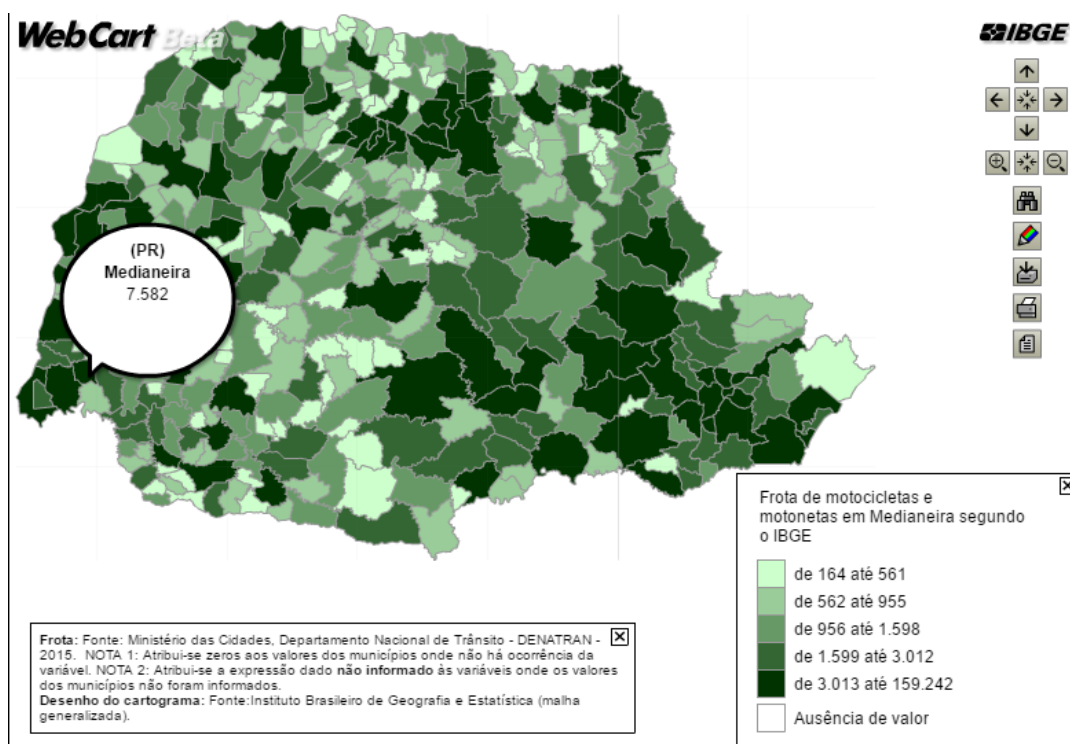


Figura 2 - WebCart

Fonte – Frota de motocicletas e motonetas em Medianeira Segundo o IBGE

O Relatório da Frota Circulante, elaborado pela Sindipeças (2017) com dados até 2016, apontou um aumento de 0,7% na frota de autoveículos brasileira registrando 42,9 milhões de unidades circulantes. Destas, 13,5 milhões eram motocicletas e o Paraná contempla 8,1% da frota circulante do Brasil.

Em 2016, os carros flex (podem ser abastecidos com etanol ou gasolina) representaram quase 59,8% da frota total, e os veículos a gasolina, 29,4%. A frota movida apenas a etanol está diminuindo gradativamente, representando menos de 1% em 2016. (SINDIPEÇAS, 2017)

Devido ao crescimento da frota de motocicletas no Brasil, a sua importância econômica, já que sua utilização é ligada a prestação de serviços de entregas (especialmente nos centros urbanos) e a geração de poluentes produzida, notou-se a necessidade da criação de um programa voltado para o controle de emissões dessa categoria de veículo automotor. (GERAQUE, 2005).

Em meados de 2002, surge o Programa de Controle de Poluição do Ar por Motociclos e Veículos Similares – PROMOT – introduzido pela Resolução nº 297/2002 do CONAMA. O intuito da criação do PROMOT é a complementação do controle do PROCONVE, promovendo a diminuição da poluição por fontes móveis no Brasil.

O PROMOT tem sua legislação baseada na aplicada na Europa, sendo que os primeiros limites propostos para vigorar em 2003 são equivalentes aos limites do EURO I. Então seguiram-se novas fases com reduções significativas nas emissões em equivalência aos limites estabelecidos pela Comunidade Econômica Europeia (limites EURO II e EURO III). Em sequência foram publicadas a Instrução Normativa IBAMA nº 17/2002 e Resolução CONAMA 342/2003, complementando a Resolução 297/2002, estabelecendo limites EURO III para os motociclos, e cuja entrada em vigor se deu em 2009.

Essas medidas resultaram na diminuição em 2/3 das emissões de monóxido de carbono, deixando o Brasil apenas um passo atrás da Comunidade Europeia.

Igual aos estabelecidos ao PROCONVE, foram denominadas “fases” do PROMOT, os espaços de tempo entre a vigência de uma legislação e uma nova faixa de limite mais restritivo a entrar em vigor (fases “M”). Nessas fases são contempladas novas tecnologias em ciclomotores que os permitem uma menor emissão de poluentes, analisados conforme suas respectivas cilindradas.

Pode-se observar na Figura 3, a estratégia de implantação das fases do PROMOT e da evolução dos limites de emissões para Ciclomotores, Motociclos e Similares de acordo com as fases do PROMOT (Figura 4):

| <b>Estratégia de implantação do PROMOT (Fases "M")</b> |                |   |
|--|----------------|---|
| Fase   | Implantação    | Característica / inovação   |
| M-1  | 2003-2005      | Estabeleceu os limites iniciais máximos de emissão de gases de escapamento pra ciclomotores novos (veículos de duas rodas e seus similares, providos de um motor de combustão interna, cuja cilindrada não exceda a cinquenta centímetros cúbicos                         |
| M-2  | 2006-2008      | Iniciou a segunda fase com reduções drásticas dos limites estabelecidos pela 1ª fase (CO = redução de 83% na emissão ; Hidrocarbonetos + NOx = redução de 60%).   |
| M-3  | 2009 em diante | Contemplou todos os modelos de ciclomotores, motociclos e veículos similares novos e veículos em produção. Nesta fase, também ocorre uma redução significativa das emissões de poluentes sendo, em alguns casos, superiores a 50% dos limites previstos na fase anterior. |

Figura 3 - Estratégia de implantação do PROMOT (fases "M")

| <b>Evolução dos limites de emissão para Ciclomotores, Motociclos e Similares de acordo com as fases do PROMOT</b> |               |             |              |                    |              |               |                |
|---|---------------|-------------|--------------|--------------------|--------------|---------------|----------------|
| Veículos  | Fase          | Cilindradas | CO<br>(g/km) | HC + NOx<br>(g/km) | HC<br>(g/km) | NOx<br>(g/km) | COc<br>(% vol) |
| Ciclomotores  | Fase 1 - 2003 | -           | 6,00         | 3,00               | -            | -             | -              |
|   | Fase 2 - 2005 | -           | 1,00         | 1,20               | -            | -             | -              |
| Motociclos e Similares  | Fase 1 - 2003 | <= 250 cc   | 13,00        | -                  | 3,00         | 0,30          | 6,00%          |
|   |               | > 250 cc    | -            | -                  | -            | -             | 4,50%          |
|   | Fase 2 - 2005 | < 150 cc    | 5,50         | -                  | 1,20         | 0,30          | -              |
|   |               | >= 150 cc   | -            | -                  | 1,00         | -             | -              |
|   | Fase 3 - 2009 | < 150 cc    | 2,00         | -                  | 0,80         | 0,15          | -              |
|   |               | >= 150 cc   | -            | -                  | 0,20         | -             | -              |

Figura 4 - Evolução dos limites de emissão para ciclomotores, motociclos e similares de acordo com as fases do PROMOT

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo teve o objetivo de produzir e avaliar um sistema de gestão de vapor de gasolina e/ou etanol utilizado como combustível ou alimentação complementar num veículo automotor tipo motocicleta.

### 4.1 SISTEMA VAPORIZADOR DE COMBUSTÍVEL

O presente sistema foi constituído por um vaporizador adaptado a partir de um copo tipo coqueteleira shaker com volume de 600 mL, por mangueiras de poliuretano com diâmetro aproximado de 10mm e canos metálicos de alumínio com mesmo diâmetro. Esses foram ligados de forma sequencial de modo que a própria força gerada pela admissão do motor de combustão interna fosse aproveitada para geração de vapor combustível. Instalado em uma motocicleta Honda Biz 125 Flex (Figura 5).



Figura 5 - Implementação do sistema vaporizador de combustível

Na Figura 5 podem ser observados os seguintes itens: (1) vaporizador, (2) dutos de entrega ao aquecedor (canos metálicos), (3) aquecedores (bloco do motor) e (4) dutos ligados a admissão (mangueiras de poliuretano) e, na Figura 6 observa-se a esquematização do sistema vaporizador de combustível.

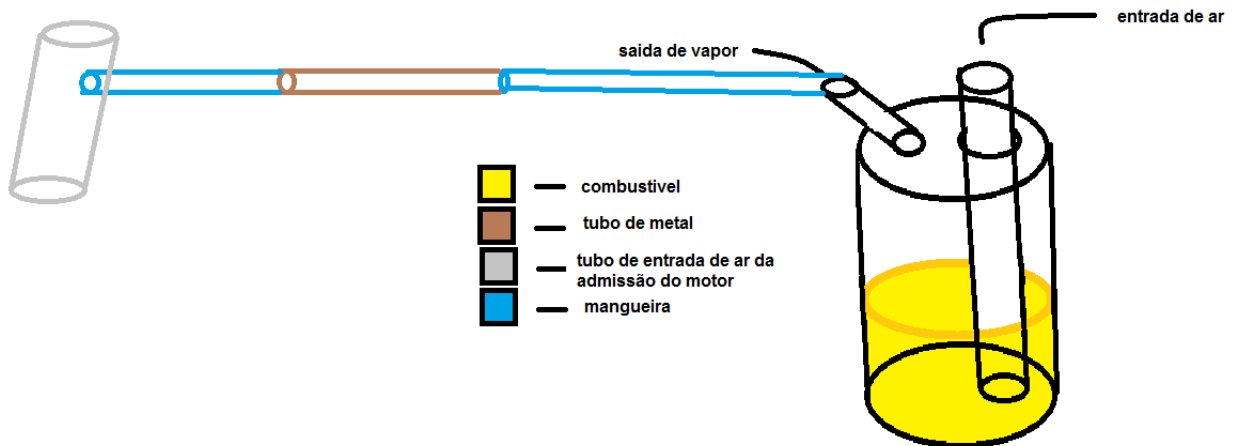


Figura 6 - Esquematização do sistema vaporizador de combustível

Ao acionar o funcionamento do motor, o mesmo começa a sugar ar, que passa por um elemento filtrante e depois é conduzido através de um tubo (cor cinza) até a admissão, essa energia de sucção força a entrada de ar no vaporizador fazendo com que o ar borbulhe o combustível dentro do vaporizador, gerando assim vapor de combustível, que será transportado até a admissão por mangueira e tubos.

## 4.2 CONDIÇÕES OPERACIONAIS

Após instalado o sistema vaporizador de combustível, foram realizados diversos testes de autonomia e emissão de poluentes e, como parâmetro de comparação foram utilizados os dados obtidos do veículo em sua forma original de fabricação e os novos dados obtidos a partir da instalação do vaporizador. Foram efetuados testes com os combustíveis gasolina e etanol.

O teste de autonomia foi efetuado completando-se o tanque de combustível do veículo automotor tipo motocicleta, com aproximadamente 4L de gasolina ou etanol, com alimentação original (combustível líquido) e, utilizando o sistema vaporizador de combustível, totalizando 4 testes. Percorreu-se uma distância suficiente para o esgotamento do combustível e fez-se o cálculo da autonomia em km/L.

As condições dos testes são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Condições dos testes

| <b>Teste</b> | <b>Alimentação original<br/>(combustível líquido)</b> | <b>Alimentação +<br/>vaporizador</b> | <b>Combustível</b> |
|--------------|---|--------------------------------------|--------------------|
| Teste 1      | X   | -                                    | Gasolina           |
| Teste 2      | -   | X                                    | Gasolina           |
| Teste 3      | X   | -                                    | Etanol             |
| Teste 4      | -   | X                                    | Etanol             |

Para realização dos testes de emissão de gases mediu-se a velocidade de saída do ar do escapamento. Para isso o acelerador foi travado em uma aceleração contínua, ficando acima do ponto de marcha lenta de aproximadamente 3000 rpm, sendo a mesma aceleração mantida em todos os testes.

#### 4.3 AMOSTRAGEM E MÉTODOS ANALÍTICOS

Para a medição da velocidade emissão de gases utilizou-se um Termomômetro (0 a 60°C) da marca Instrutherm e modelo TAD-500 (Figura 7). Na Figura 8 pode-se observar a medição da velocidade de saída dos gases de combustão.



Figura 7 – Termo-Anemômetro



Figura 8 - Utilização do termo-anemômetro

Para avaliação da emissão dos gases resultantes da queima de combustível foram coletadas amostras das diferentes condições dos testes especificadas no item 3.2. A obtenção das amostras de CO<sub>2</sub> foi efetuada através de uma seringa específica para este fim, da marca Hamilton, modelo 1750RN SYR 22/2''/2 com capacidade de 500μL, conforme Figuras 9 e 10.



Figura 9 - Seringa para obtenção de amostra de gases

Figura 10 - Obtenção da amostra de CO<sub>2</sub>



A análise da composição da amostra foi realizada por meio da técnica de Cromatografia Gasosa em um Cromatógrafo com Detector de Condutividade Térmica (TCD) da marca Perkin Elmer, modelo Clarus 680 (Figura 11).

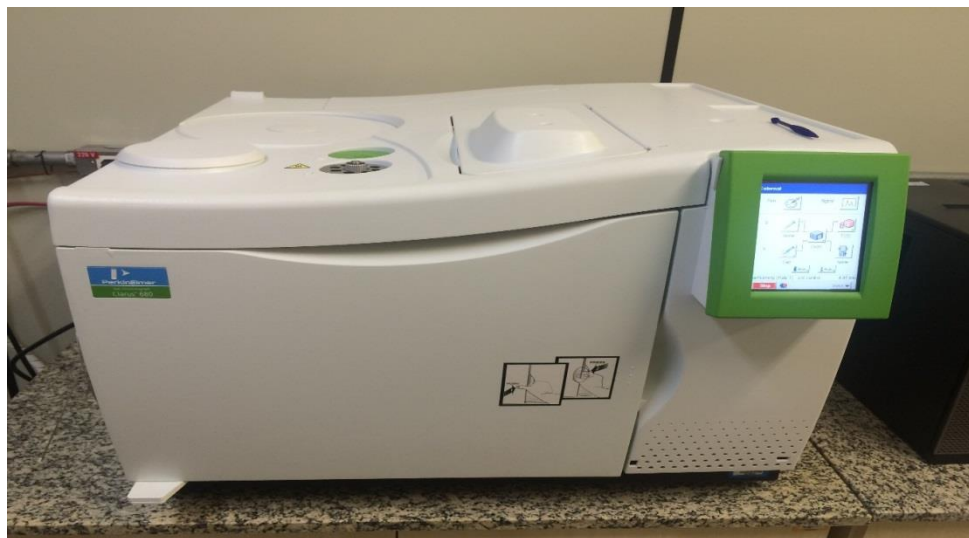


Figura 11 – Cromatógrafo a gás

Foi utilizada uma coluna empacotada Plot Q, utilizando-se Hélio como gás de arraste a uma vazão de  $30\text{mL}\cdot\text{min}^{-1}$  e uma rampa de aquecimento que permanece numa temperatura de  $32^{\circ}\text{C}$  nos 3,5 min iniciais, aumenta de  $32^{\circ}\text{C}$  até  $100^{\circ}\text{C}$  numa taxa de  $20\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$ . As análises foram realizadas em duplicata e volume de amostra, gases resultantes da queima de combustível, foi de  $500\mu\text{L}$ .

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 TESTES DE AUTONOMIA

Os testes de autonomia com e sem a utilização do sistema de vaporização de combustível, com gasolina e etanol, obtiveram os resultados demonstrados na Tabela 2.

Tabela 2 - Autonomia

|          | <b>Alimentação original (combustível líquido)</b> | <b>Utilizando equipamento vaporizador de combustível</b> | <b>Aumento de autonomia (%)</b> |
|----------|---|--|---------------------------------|
| Gasolina | 45 km/L   | 56 km/L  | 24,44                           |
| Etanol   | 20 km/L   | 33 km/L  | 65                              |

Os testes de autonomia foram realizados com o veículo e carga de aproximadamente 100 Kg.

Os dados mostram que houve eficiência no quesito autonomia, mostrando que o veículo sendo abastecido com Gasolina e utilizando o equipamento vaporizador de combustível aumenta sua autonomia em 11 km, e abastecido a etanol, aumenta em 33 km.

### 5.2 EMISSÃO DE DIÓXIDO DE CARBONO E VAPOR DE ÁGUA

Os testes de CO<sub>2</sub> com e sem a utilização do sistema de vaporização de combustível, com gasolina e etanol, obtiveram os resultados demonstrados na Tabela 3.

Tabela 3- Emissão de dióxido de carbono com o motor operando a Gasolina

| Teste   | Área CO <sub>2</sub> | Área H <sub>2</sub> O | Velocidade do ar no escapamento (m/s) |
|---------|----------------------|-----------------------|---------------------------------------|
| Teste 1 | 55.571               | 140.414               | 8,1                                   |
| Teste 2 | 34.029               | 184.127               | 7,8                                   |

A redução de CO<sub>2</sub> entre os testes 1 e 2 foi de 38,76% e o aumento vapor de H<sub>2</sub>O entre os testes 1 e 2 foi de 23,74%.

Esse resultado representa que o equipamento teve eficiência na diminuição da emissão de CO<sub>2</sub>.

Na Tabela 4 são apresentados os resultados da emissão de gases de combustão com o motor da moto operando a etanol. O método utilizado para determinação do CO<sub>2</sub> baseou-se na avaliação das áreas sob os picos cromatográficos.

Tabela 4 - Emissão de dióxido de carbono com o motor operando a Etanol

| Teste   | Área CO <sub>2</sub> | Área H <sub>2</sub> O | Velocidade do ar no escapamento |
|---------|----------------------|-----------------------|---------------------------------|
| Teste 3 | 44.720               | 191.756               | 10                              |
| Teste 4 | 46.115               | 413.932               | 8,4                             |

Entre os testes 3 e 4 ocorreu um aumento de 3,02% de CO<sub>2</sub> e 53,67% de H<sub>2</sub>O.

Observa-se que mesmo ocorrendo um aumento do CO<sub>2</sub>, comparando o teste 3 (original) e teste 4 (sistema vaporizador), os resultados podem ser considerados satisfatórios, tendo em vista a comparação no teste de autonomia. Sabendo-se que a diferença de autonomia entre o teste T3 e T4 foi de 65% de melhora, mesmo com o aumento de 3,02% de emissão de CO<sub>2</sub> constata-se que a emissão ainda é menos poluente que quando é utilizado apenas etanol.

Considerando que o motor fique ligado por uma hora e sua emissão seja contínua, utilizando somente etanol, emitiria 160.920 u.a. CO<sub>2</sub>, porém se considerarmos

a diferença de autonomia no cálculo, o motor emitiria 265.518 u.a. CO<sub>2</sub>, e supondo que o mesmo teste fosse feito com etanol e vapor de gasolina, a emissão seria de 165.996 u.a. CO<sub>2</sub>, podendo assim afirmar que mesmo com o maior valor de emissão de CO<sub>2</sub>, a utilização de etanol e vapor de gasolina seria supostamente 37,48% menos poluente quando comparado ao funcionamento do motor sendo abastecido apenas com etanol.

## 6. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos foram satisfatórios, tendo em vista a diminuição da emissão de CO<sub>2</sub> e a melhora da autonomia em km/L.

Tanto a criação, quanto a instalação do equipamento vaporizador de combustível necessitaram baixo investimento, o que incentiva outras pessoas a reproduzir este projeto.

## REFERÊNCIAS

BRAGA, Benedito et. al. **Introdução à engenharia ambiental** – 2 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

CALACIOPPO, Sergio. **Efeitos sobre o homem nas emanções de veículos automotores.** Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S003489101974000200009&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S003489101974000200009&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em: 23 nov. 2016.

**Decreto Lei nº 1.413.** de 14 de Agosto de 1975. Disponível em: <<http://legis.senado.gov.br/legislacao/ListaPublicacoes.action?id=122915>>. Acesso em: 23 nov. 2016.

DERÍSIO, José Carlos. **Introdução ao controle de poluição ambiental.** São Paulo, CETESB, 1992.

DERÍSIO, José Carlos. **Introdução ao controle de poluição ambiental.** 2. ed. São Paulo : Signus Editora, 2000.

DERISIO, José Carlos. **Introdução ao controle de poluição ambiental.** 4. ed atual. São Paulo: Oficina de textos, 2012.

GERAQUE, Eduardo. **Em busca do ar perdido.** Revista Eco 21, Rio de Janeiro, edição 106, set. 2005. Disponível em: <<http://www.eco21.com.br/textos/textos.asp?ID=1203>>. Acesso em: 24 nov. 2016.

HABERMANN, Mateus e GOUVEIA, Nelson. **Tráfego veicular e mortalidade por doenças do aparelho circulatório em homens adultos.** Rev. Saúde Pública vol.46 no.1 São Paulo fev. 2012. Epub 13-Dez-2011. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S003489102012000100004&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S003489102012000100004&lng=pt&nrm=iso)>

HABERMANN, Mateus, MEDEIROS, Andréa Paula Peneluppi e GOUVEIA, Nelson. **Tráfego veicular como método de avaliação da exposição à poluição atmosférica nas grandes metrópoles.** Rev. bras. epidemiol. vol.14 no.1 São Paulo mar. 2011. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1415790X2011000100011&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415790X2011000100011&lng=pt&nrm=iso)>

LORA, Electo Eduardo Silva. **Prevenção e controle da poluição nos setores energético, industrial e de transporte**– 2.ed. - Rio de Janeiro : Interciência, 2002.

MICHELIC, James R. e ZIMMERMAN, Julie Beth. **Engenharia ambiental: fundamentos, sustentabilidade e projeto**. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – **Perguntas Frequentes: O que são poluentes atmosféricos?**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/perguntasfrequentest?catid=10>>. Acesso em: 26 jun. 2017.

MOTA, Suetônio. **Introdução à engenharia Ambiental**. 4. ed. Rio de Janeiro : ABES, 2006.

NOVAES, Hillegonda M. D., GOUVEIA, Nelson e MEDEIROS, Andréa Paula Peneluppi. **Mortalidade perinatal e poluição do ar gerada por veículos**. Rev. Bras. Ginecol. Obstet. vol.32 no.10 Rio de Janeiro out. 2010. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S010072032010001000001&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010072032010001000001&lng=pt&nrm=iso)>

OBSERVATÓRIO DAS METRÓPOLES – **Evolução da frota de automóveis e motos no Brasil 2001-2012**. Publicado em 2013. Disponível em: <[http://www.observatoriodasmetrolopes.net/download/auto\\_motos2013.pdf](http://www.observatoriodasmetrolopes.net/download/auto_motos2013.pdf)>. Acesso em: 04 jul. 2017.

PEREIRA JR, José de Sena. **Legislação brasileira sobre poluição do ar**. Publicado em 2007. Disponível em: <[http://bd.camara.gov.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/1542/legislacao\\_poluicao\\_ar\\_jose\\_pereira.pdf?sequence=1](http://bd.camara.gov.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/1542/legislacao_poluicao_ar_jose_pereira.pdf?sequence=1)>. Acesso em: 15 nov. 2016.

PROMOT – **Programa de Controle de Poluição do Ar por Motociclos e Veículos Similares**. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/163/\\_arquivos/promot\\_163.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/163/_arquivos/promot_163.pdf)>. Acesso em: 16 nov. 2016.

Resolução CONAMA Nº 003/1990 - "**Dispõe sobre padrões de qualidade do ar, previstos no PRONAR**" - Data da legislação: 28/06/1990 - Publicação DOU, de 22/08/1990, págs. 15937-15939. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=100>>. Acesso em: 26 jun. 2017.

SILVEIRA, Fernando L. – **Máquinas térmicas à combustão interna de Otto e de Diesel**. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~lang/Textos/maqterm.pdf>>. Acesso em: 27 jun. 2017.

SINDIPEÇAS – **Relatório da Frota Circulante 2017**. Publicado em 2017. Disponível em: <[http://www.sindipecas.org.br/sindinews/Economia/2017/R\\_Frota\\_Circulante\\_2017.pdf](http://www.sindipecas.org.br/sindinews/Economia/2017/R_Frota_Circulante_2017.pdf)>. Acesso em: 27 jun. 2017.