

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL
CAMPUS LONDRINA

Matheus Vitoreli de Oliveira

**Levantamento de Emissões Atmosféricas por Veículos
Automotores Leves**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

LONDRINA
2020

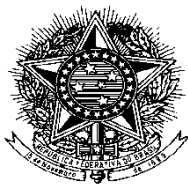
Matheus Vitoreli de Oliveira

Levantamento de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Leves

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Superior de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Câmpus* Londrina, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientadora: Profa. Dra. Joseane Debora Peruço Theodoro

**LONDRINA
2020**



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Londrina
Coordenação de Engenharia Ambiental



Ministério da Educação
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEP. ACADEMICO DE AMBIENTAL-LD

TERMO DE APROVAÇÃO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO - TCC

Levantamento de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Leves

Por

Matheus Vitoreli de Oliveira

Monografia apresentada às 9 horas 00 min. do dia 24 de novembro de 2020 como requisito parcial, para conclusão do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Londrina. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação e conferidas, bem como achadas conforme, as alterações indicadas pela Banca Examinadora, o trabalho de conclusão de curso foi considerado APROVADO.

Banca examinadora:

Prof. Rafael Montanhini Soares de Oliveira	Membro
Prof. Ajadir Fazolo	Membro
Prof. Joseane Debora Peruço Theodoro	Orientador
Prof. Orlando de Carvalho Júnior	Professor(a) responsável TCCII

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao criador (reitor de toda criatura senhor de todas as almas, יהוה), meus pais pela educação, amor e suporte que levo para vida toda, ao meu irmão Gabriel pelo suporte financeiro e parceria que sem dúvida é essencial para qualquer conquista, quanto mais velho nos tornamos mais necessária é a presença da família. Nesse parágrafo em especial gostaria de agradecer minha namorada Dafne uma mulher maravilhosa com várias qualidades, amo você Dafne, aos meus amigos, todos eles sem exceção a instituição e meus mestres, meu muito obrigado. E a senhora Profa. Dra. Joseane Debora Peruço Theodoro enquanto tive meu pedido de orientação negado por muitos a senhora com toda sua capacidade e humanidade me acolheu. Muito obrigado.

Escreve nossos nomes no livro da vida e que os nomes ecoem na eternidade.

OLIVEIRA, Matheus Vitoreli de. **Levantamento de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Leves**. 2020. 39 f. TCC (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2020.

RESUMO

As emissões atmosféricas, derivadas das atividades antropogênicas, principalmente com a presença de compostos quimicamente nocivos à natureza, constitui um grande problema da poluição atmosférica atual. E na contemporaneidade, com o uso de motores a combustão, automóveis como nosso meio de transporte, que facilitaram o deslocamento tornando-se indispensável na atualidade pelo conforto, tempo e espaço. De tal modo o presente trabalho teve como objetivo fazer o levantamento da contribuição de gases de combustão produzidos por emissões atmosféricas por veículos automotores leves dentro da coletividade da empresa X por meio do cálculo das contribuições de emissões atmosféricas devido ao trajeto rotineiro dos mesmos. foi utilizada uma planilha de veículos enviada pelo setor de transporte da Empresa X com vários modelos e marcas. Foram calculadas as contribuições das emissões de Hidrocarbonetos Não-Metano (NMHC), Monóxido de Carbono (CO), Dióxido de Carbono (CO₂) e Óxidos de Nitrogênio (NO_x) para os veículos. Também foi simulada as emissões para a rotina de deslocamento dentro da Empresa x em Londrina e uma viagem para a Empresa X na cidade de Ponta Grossa e foram identificados quais os veículos que possuem maior contribuição na emissão de poluentes. De modo geral por meio dos cálculos das emissões, as marcas de que têm a maior contribuição individualmente, na emissão de NMHC é o Ford Focus com aproximadamente 15,6%, para o CO é o Renault Fluence com 17,5%, para o NO_x e o CO₂ é o Volkswagen Kombi com 24,1 % e 16,4 % respectivamente.

Palavras-chave: Veículos leves, Emissões atmosféricas, Plano de controle de inspeção veicular.

OLIVEIRA, Matheus Vitoreli de. Survey of Atmospheric **Emissions by Light Motor Vehicles**. 2020. 39 p. (Undergraduate degree in Environmental Engineering). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2020.

ABSTRACT

Atmospheric emissions, derived from anthropogenic activities, mainly with the presence of compounds chemically harmful to nature, constitute a major problem of current air pollution. And nowadays, with the use of combustion engines, automobiles as our means of transportation, which facilitated the displacement becoming indispensable nowadays for the comfort, time and space. In such a way the present work had as objective to survey the contribution of combustion gases produced by atmospheric emissions by light motor vehicles within the collective of company X by calculating the contributions of atmospheric emissions due to their routine trajectory. a vehicle spreadsheet sent by Company X's transportation sector with various models and brands was used. The contributions of emissions of Non-Methane Hydrocarbons (NMHC), Carbon Monoxide (CO), Carbon Dioxide (CO₂) and Nitrogen Oxides (NO_x) to the vehicles were calculated. Emissions were also simulated for the commuting routine within Company x in Londrina and a trip to Company X in the city of Ponta Grossa and which vehicles have the greatest contribution to the emission of pollutants were identified. Generally speaking, through the emission calculations, the brands that have the largest contribution individually, in the NMHC emission is the Ford Focus with approximately 15.6%, for CO it is the Renault Fluence with 17.5%, for the NO_x and CO₂ is the Volkswagen Kombi with 24.1% and 16.4% respectively.

Keywords: Light vehicles, atmospheric emissions, Vehicle inspection control plan.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. OBJETIVOS	10
2.1. Objetivo Geral	10
2.2. Objetivos Específicos	10
3. REFERENCIAL TEÓRICO	11
3.1. A Atmosfera, seus Constituintes e os Poluentes Atmosféricos	11
3.2. Efeito estufa	14
3.3. Poluição do ar derivada de Fonte Fixa e ou estacionárias	16
3.4. Poluição do ar derivada de Fontes Móveis	17
3.5. Plano de controle de inspeção veicular (PCPV)	18
3.6. Poluentes Veiculares	18
4. MATERIAIS E MÉTODOS	22
4.1. Local de estudo	22
4.2. Calculo da contribuição das emissões individuais	23
4.3. Cálculo das emissões por deslocamento	24
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
5.1. Emissões listadas na tabela do CONPET	25
5.2. Cálculos de emissões por deslocamento	30
6. CONCLUSÕES	34
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35
Anexo I	38

1. INTRODUÇÃO

Muitos são os poluentes atmosféricos, com diferentes consequências à saúde, ao bem estar público ou aos materiais, à fauna e flora. Em consonância com esse conceito, a resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA 491/2018 (CONAMA, 2018) define poluente atmosférico como:

“Poluente atmosférico: qualquer forma de matéria em quantidade, concentração, tempo ou outras características, que tornem ou possam tornar o ar impróprio ou nocivo à saúde, inconveniente ao bem-estar público, danoso aos materiais, à fauna e flora ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade ou às atividades normais da comunidade” CONAMA 491/2018

A poluição atmosférica é um problema ambiental que tem despertado muito a atenção nos últimos anos por conta dos seus efeitos provocados diretamente à saúde da humana e aos ecossistemas. Dentre as fontes emissoras de gases poluentes presentes nos centros urbanos, dentre as mais preocupantes, destacam-se os veículos de combustão interna que mesmo quando possuem uma tecnologia de redução de emissões, tem uma elevada contribuição para o aumento da poluição. (MARQUES; BRASILEIRO; 2015).

Habermann et al. (2011), exibem que a crescente nas internações hospitalares, aumento da mortalidade e na expectativa de vida são resultados ligados aos poluentes atmosféricos. Os níveis de poluição do ar permanecem perigosamente altos em muitas partes do mundo novos dados da WHO mostram que 9 em cada 10 pessoas respiram ar contendo altos níveis de poluentes. Estimativas atualizadas revelam um número alarmante de mortes de 7 milhões de pessoas todos os anos, causadas pela poluição do ar ambiente (exterior) e doméstico (WHO,2018).

Estudos apontam que em 2050, caso não haja medidas, redução dos poluentes atmosféricos, ou políticas públicas, maior comprometimento com meio ambiente, voltadas ao controle da poluição do ar, a contaminação pelo material particulado (MP) e o ozônio (O₃), serão a principal causa de morte a nível mundial relacionado ao meio ambiente (SAMPAIO, 2015).

Devido a importância do tema o levantamento apresentado demonstra as emissões de poluentes atmosféricos para diferentes marcas de automóveis, tendo como objetivo é a coleta de informações acerca do impacto do uso de veículos leves

para as emissões de Hidrocarbonetos Não-Metano (NMHC), Monóxido de Carbono (CO), Óxidos de Nitrogênio (NO_x) e Dióxido de Carbono (CO₂). Sendo assim, realizou-se o cálculo da contribuição de emissões provenientes dos veículos leves utilizados na Empresa X no trajeto até entre os diferentes escritórios da empresa X e criou-se um inventário com as marcas, quantidades de veículos e suas respectivas emissões.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Fazer o levantamento de emissões atmosféricas por veículos automotores leves dentro da coletividade da Empresa X por meio do cálculo das contribuições de emissões atmosféricas devido ao trajeto rotineiro dos mesmos.

2.2. Objetivos Específicos

- Avaliar a contribuição das emissões de Hidrocarbonetos Não-Metano (NMHC), Monóxido de Carbono (CO), Dióxido de Carbono (CO₂) e Óxidos de Nitrogênio (NO_x) para os veículos;
- Calcular os volumes das emissões pelos deslocamentos: diário (10 km) e em viagens (548 km);
- Identificar quais os veículos que possuem maior contribuição na emissão de poluentes.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. A Atmosfera, seus Constituintes e os Poluentes Atmosféricos.

Denomina-se atmosfera terrestre a camada que envolve a Terra sua composição, no que tange a matéria, pode sofrer variações com a altitude, sendo que 99% da massa da atmosfera esta compreendida em uma camada de entorno de 32 km, sabendo que o raio terrestre e de aproximadamente 6300 km. Outro fator complicador nessa designação é que componentes materiais normalmente ausentes podem, eventualmente, ser introduzidos na atmosfera originando-se de processos naturais (erupções vulcânicas, por exemplo) ou resultarem das ações antrópicas (DIAS; ANDRADE-NETO; MILTÃO, 2007).

Em vista disso, quando se declara à composição material da atmosfera refere-se ao ar limpo e seco. Tomando tais condições os componentes mais importantes que compõem o ar terrestre são listados no Quadro 1. Nota-se que o nitrogênio (78%) e oxigênio (21%) ocupam quase 99% do volume do ar seco e limpo, entretanto, há gases que, apesar de sua participação relativa ser muito pequena, desempenham um papel fundamental na dinâmica da atmosfera terrestre (DIAS; ANDRADE-NETO; MILTÃO, 2007).

Quadro1 – Composição do ar terrestre.

Componentes	Concentração por volume (%)
Nitrogênio (N ₂)	78,09
Oxigênio (O ₂)	20,95
Argônio (Ar)	0,93
Dióxido de carbono (CO ₂)	0,035
Neônio (N)	0.0018
Hélio (He ₂)	0.000554
Metano (CH ₄)	0.00017
Criptônio (Kr)	0.0001
Hidrogênio (H ₂)	0.00005
Xenônio (Xe)	0.000008
Ozônio (O ₃)	0.000001

Fonte:(DIAS, ANDRADE-NETO e MILTÃO, 2007).

Ainda que com uma participação percentual modesta, a presença de vapor de água, ozônio e gás carbônico realiza papel importante ao absorver a radiação infravermelha emitida pelo solo e, por esse fato, percebe-se há uma influência direta desses gases na temperatura da Terra controlando e ajudando a manter a média da mesma, tal evento é denominado de efeito estufa. (DIAS; ANDRADE-NETO; MILTÃO, 2007).

Considera-se poluente qualquer substância presente no ar e que, pela sua concentração, possa torná-lo impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde, causando inconveniente ao bem estar público, danos aos materiais, à fauna e à flora ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade (CETESB, 2020).

Na atualidade, a poluição atmosférica é considerada uma ameaça com alto risco ambiental para áreas urbanas (WHO, 2014), tornando-se responsável por cerca de milhões de mortes prematuras relacionadas a doenças pulmonares obstrutivas, cânceres de pulmão, doenças isquêmicas do coração, ataques agudos das vias aéreas inferiores e doenças cerebrovasculares (BURNETT et al., 2014; LELIEVELD et al., 2015).

Com a poluição atmosférica, além de óbitos, associam-se as patologias do sistema respiratório, tais como asma e bronquite (GUARNIERI; BALMES, 2014; KAMPA; CASTANAS, 2008). Esses efeitos traduzem-se em custos para a sociedade, com o decréscimo das emissões resulta em redução dos custos externos (DEVOS et al., 2015).

A mistura de partículas, presente no ar tornando-o poluído, pode ser nominada como material particulado (MP) e gases que são emitidos para a atmosfera principalmente por atividades industriais, veículos automotivos, termo elétricas, queima de biomassa e de combustíveis fósseis. Podem-se classificar os poluentes em primários e secundários. Os emitidos diretamente para atmosfera são denominados primários, já os secundários resultam de reações químicas entre os poluentes primários (MMA, 2020).

Dentro do monitoramento os principais poluentes primários monitorados no Brasil e pelas principais agências ambientais em todo o mundo são óxidos de nitrogênio (NO_2 ou NO_x), compostos orgânicos voláteis (COVs), monóxido de carbono (CO) e dióxido de enxofre (SO_2). Um dos poluentes secundário o ozônio (O_3), formado a partir da reação química foto oxidativa dos compostos orgânicos voláteis

(COVs) e do dióxido de nitrogênio (NO₂) na influência dos raios ultravioleta provenientes da luz solar. Já o material particulado (MP) pode ter origem primária ou secundária (ARBEX et al, 2012).

Os MP são classificados por sua variação em número, tamanho, formato, área de superfície e composição química, consoante com a sua produção e fonte emissora. Implicando negativamente na saúde humana devido a sua composição química e seu tamanho, que podem ser classificados em 30 µm de diâmetro; partículas com diâmetro inferior a 10 µm (MP₁₀ ou fração inalável); partículas com diâmetro inferior a 2,5 µm (MP_{2,5} ou fina), e partículas com diâmetro menor que 10 nm (MP_{0,1} ou ultrafina). O MP é formado por múltiplos constituintes químicos, incluindo um núcleo de carbono elementar ou orgânico, compostos inorgânicos, como sulfatos e nitratos, metais de transição sob a forma de óxidos, sais solúveis, compostos orgânicos, como hidrocarbonetos policíclicos aromáticos, e material biológico, como pólen, bactérias e esporos (ARBEX et al, 2012). No Quadro 2, elenca-se os principais poluentes monitorados pelas agências de proteção ambiental nas áreas urbanas, suas fontes, área de ação no sistema respiratório e efeitos sobre a saúde humana.

Quadro 2 – Principais poluentes atmosféricos, fontes e seus efeitos na saúde humana.

POLUENTES	FONTE	EFEITOS NA SAÚDE
CO	Antropogênicas: queimadas florestais, combustão incompleta (combustíveis fósseis ou outros materiais orgânicos) e tráfego intenso. Naturais: erupções vulcânicas e decomposição da clorofila	Atua no sangue reduzindo sua oxigenação, náuseas e intoxicação
NO _x	Antropogênicas: indústrias de ácido nítrico e sulfúrico e de motores de combustão, queima de combustíveis em altas temperaturas, em usinas térmicas que utilizam gás ou incinerações. Naturais: descargas elétricas na atmosfera.	Problemas respiratórios
MP	Antropogênicas: poeira da rua e de estradas, atividades agrícolas e de construções e queima de combustíveis fósseis e biomassa Naturais: sal marinho, pólen, esporos, fungos e cinzas vulcânicas.	Pode penetrar nas defesas dos organismos, atingir os alvéolos pulmonares e causar irritações asma, bronquite e câncer nos pulmões
SO _x	Antropogênicas: refinarias de petróleo, veículos a diesel, fornos, metalúrgica e fabricação de papel. Naturais: atividade vulcânicas.	Irritação nos olhos, problemas respiratórios e cardiovasculares
O ₃	É formado por reações químicas complexas entre compostos orgânicos voláteis e óxidos de nitrogênio na presença de luz solar.	Irritação nos olhos e problemas respiratórios (reação inflamatória nas vias aéreas)

Fonte: Adaptado de ARBEX et. al., (2012).

Os poluentes aéreos afligem o sistema respiratório, por inúmeros mecanismos, têm sido sugeridos para evidenciar os efeitos adversos dos poluentes aéreos. A explicação mais plausível é a de que altas concentrações de oxidantes e pró-oxidantes contidos nos poluentes ambientais, como MP de diferentes tamanhos e composição, e nos gases, como O₃ e óxidos de nitrogênio, em contato com o epitélio respiratório, desencadeiam a formação de radicais livres de oxigênio e de nitrogênio que, por sua vez, induzem o estresse oxidativo nas vias aéreas (ARBEX et al, 2012)

No tocante aos poluentes atmosféricos e aos estudos acerca dessa classe de poluição e de suma importância conhecer sua classificação segundo, sua natureza ou pela área que ocupam, podendo ser divididos em duas ordens, em relação às fontes de emissão: as provenientes de fontes fixas e aquelas oriundas de fontes móveis, bem como seu receptor, mecanismo de dispersão (transporte ou difusão).

O posicionamento geográfico, topográfico e as condições climáticas locais e de emissão, principalmente no que diz respeito à constância, intensidade e direção dos ventos, são fatores relevantes na influência da qualidade do ar (MMA, 2020). “A capacidade de dispersão está intimamente relacionada com a intensidade da turbulência atmosférica”, segundo, Loureiro (2005), expõe que a turbulência atmosférica pode ser mecânica (presença de objetos na direção do vento) ou térmica (gradiente vertical de temperatura), enquanto a difusão ocorre por diferença de concentração entre os poluentes.

3.2. Efeito estufa

O efeito estufa, sistema esse natural, que viabiliza a vida humana na Terra, uma parcela da energia solar que chega ao planeta é refletida diretamente de volta ao espaço, ao atingir o topo da atmosfera terrestre então, parte é absorvida pelos oceanos e pela superfície da Terra, promovendo o seu aquecimento. Uma fração desse calor é irradiada de volta ao espaço, mas é bloqueada pela presença de gases de efeito estufa que, apesar de possibilitarem a passagem dessa energia vinda do Sol (emitida em comprimentos de onda menores), são opacos à radiação terrestre, emitida em maiores comprimentos de onda (MMA, 2020).

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2020), encontram-se quatro importantes gases de efeito estufa (GEE), e mais de duas famílias de gases, regulados pelo Protocolo de Quioto que são:

- O dióxido de carbono (CO_2) é o mais abundante dos GEE, sendo emitido como resultado de atividades antrópicas como, por exemplo, queima de combustíveis fósseis (petróleo, carvão e gás natural). A porção de dióxido de carbono na atmosfera cresceu 35% desde a era industrial, e este aumento deve-se a atividades antrópicas, principalmente pela queima de combustíveis fósseis e remoção de florestas. O CO_2 é utilizado como referência para classificar o poder de aquecimento global dos demais gases de efeito estufa;
- O gás metano (CH_4) é resultante da degradação da matéria orgânica, geralmente encontrado em aterros sanitários, lixões e reservatórios de hidrelétricas (em maior ou menor grau, dependendo do uso da terra anterior à construção do reservatório) e na pecuária e em alguns cultivos agrícolas. Com poder de aquecimento global 21 vezes maior que o dióxido de carbono;
- O óxido nitroso (N_2O) resultante, principalmente, do tratamento de dejetos animais, do emprego de fertilizantes, queima de combustíveis fósseis e de processos industriais, possui um poder de aquecimento global 310 vezes maior que o CO_2 ;
- O hexafluoreto de enxofre (SF_6) um dos principais isolantes térmicos e condutor de calor; gás com o maior poder de aquecimento é 23.900 vezes mais ativo no efeito estufa do que o CO_2 ;
- O hidrofluorcarbonos (HFCs), substituto dos clorofluorcarbonos (CFCs) em aerossóis e refrigeradores; não agridem a camada de ozônio, porém, em geral, alto potencial de aquecimento global (variando entre 140 e 11.700);
- Os perfluorcarbonos (PFCs) são utilizados como gases refrigerantes, solventes, propulsores, espuma e aerossóis e têm potencial de aquecimento global variando de 6.500 a 9.200

Os hidrofluorcarbonos e os perfluorcarbonos pertencem à família dos halocarbonos, todos eles produzidos, principalmente, por atividades antrópicas. O Ministério do Meio Ambiente esclarece que a qualidade do ar no ambiente urbano é determinada por agrupamentos complexos de acordo baseado em sua natureza ou área de ocupação (MMA, 2020).

3.3. Poluição do ar derivada de Fonte Fixa e ou estacionárias

O Ministério do Meio Ambiente (MMA) expõe as seguintes definições acerca das fontes de poluição do ar, fixas e estacionárias. As fontes classificadas como fixas referem-se às atividades da indústria de transformação, mineração e produção de energia através de centrais termoelétricas, são as que ocupam uma área relativamente limitada, permitindo uma avaliação direta na fonte. As fontes móveis são as que se dispersam pela comunidade, não sendo possível a avaliação na base de fonte por fonte (MMA, 2020).

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), com as seguintes resoluções que expedem as fontes fixas que são elencadas a abaixo:

- Resolução CONAMA nº 5, de 15 de junho de 1989 que concebe o Programa Nacional de Controle da Poluição do Ar (PRONAR).
- Resolução CONAMA nº 003, de 28 de junho de 1990 que dispôs sobre os padrões de qualidade do ar, previsto no PRONAR. Como base normas (ou recomendações) da Organização Mundial da Saúde, que consideram limites de concentração compatíveis com a saúde e o bem-estar humanos.
- Resolução CONAMA nº 491/2018, que revogou e substituiu a Resolução CONAMA nº 3/1990, segundo esta Resolução, o padrão de qualidade do ar é um dos instrumentos de gestão da qualidade do ar, determinado como valor de concentração de um poluente específico na atmosfera, associado a um intervalo de tempo de exposição, para que o meio ambiente e a saúde da população sejam preservados em relação aos riscos de danos causados pela poluição atmosférica.
- Resolução CONAMA nº 8, de 6 de dezembro de 1990 que estabelece os limites máximos de emissões de poluentes no ar para processos de combustão externa de fontes de poluição.
- Resolução CONAMA nº 382, de 26 de dezembro de 2006 que estabeleceu os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas.
- Resolução CONAMA nº 436, de 22 de dezembro de 2011 que estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas instaladas ou com pedido de licença de instalação anteriores a 2 de janeiro de 2007, complementando assim a Resolução nº 436/2006 e impondo às fontes antigas novos limites.

3.4. Poluição do ar derivada de Fontes Móveis

A poluição do ar provocada por fontes móveis inferiu seu ápice na atualidade decorrente esta do crescimento provado na indústria automobilística, constituindo-se em razão de preocupação constante pelos setores de meio ambiente e saúde. As fontes móveis são todos os veículos automotores, juntamente com os trens, aviões e embarcações marítimas, chamadas fontes móveis, de poluentes atmosféricos. Os veículos destacam-se nas cidades como as principais fontes poluidoras e são divididos em: leves de passageiro (utilizam principalmente gasolina ou álcool como combustível); leves comerciais (utilizam gás natural veicular (GNV) ou óleo diesel); e veículos pesados (somente de óleo diesel) (IAP, 2020).

A apreensão, no Brasil, com as emissões dos veículos não é recente, no ano de 1986, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), cria o Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE), que deliberou um cronograma para redução gradativa das emissões de poluentes produzida por veículos novos leves e pesados (IBAMA, 2011). Tal Programa teve como molde as legislações pioneiras dos Estados Unidos e Europa (MELO, COLNAGO; LOUREIRO, 2009). Nessa mesma corrente, no ano 2003, implanta-se o PROMOT - Programa de Controle da Poluição do Ar por Motociclos e Veículos Similares, devido ao crescimento expressivo da frota dessa classe de veículo automotor (IBAMA, 2011; SILVA; CARDOSO; SANTOS, 2011).

As Leis nº 10.203, de 22 de fevereiro de 2001, e nº 10.696, de 2 de julho de 2003, alteram a Lei nº 8.723/1993 concernente ao teor de álcool anidro adicionado à gasolina automotiva, fixando os limites máximo e mínimo em 20% e 25%, respectivamente. O controle da emissão de gases e materiais particulados poluentes por veículos automotores está previsto também no Código de Trânsito Brasileiro, instituído pela Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997. As Resoluções do CONAMA nº 8 e 16 de 1993, nº 27 de 1994, nº 16, 17 e 18 de 1995, nº 226 de 1997, nº 251 de 1999, nº 272 de 2000, nº 315 de 2002 e nº 342 de 2003 atualizam as metas do PROCONVE e atendem ao Código de Trânsito Brasileiro.

3.5. Plano de controle de inspeção veicular (PCPV)

A norma jurídica, Resolução Secretaria Estado Meio Ambiente (SEMA) nº 066 de 25 de novembro de 2010, aprovou o Plano de Controle de Poluição Veicular (PCPV) considerando o contido na Lei Estadual nº 13.806 do Paraná, de 30 de setembro de 2002, que dispõe sobre as atividades pertinentes ao controle da poluição atmosférica, padrões e gestão da qualidade do ar, bem como o disposto na Política Nacional do Meio Ambiente (Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 e no Regulamento dado pelo Decreto Federal nº 99.274, de 06 de junho de 1990, e demais normas pertinentes) e em especial, a Resolução nº 418 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, de 25 de novembro de 2009 (IAP, 2020a).

Tal plano, de Controle de Inspeção Veicular (PCPV), foi elaborado pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMA) por meio do Instituto Ambiental do Paraná (IAP). O Plano é uma ferramenta para o gerenciamento da qualidade do ar que segue as diretrizes do Programa Nacional de Controle da Poluição do Ar (PRONAR) e do Programa de Controle de Veículos Automotores (PROCONVE). O Plano de Controle de Poluição Veicular do Estado do Paraná busca objetivar e atender ao disposto no artigo 5º da Resolução CONAMA nº 418, de 25 de novembro de 2009. Os objetivos específicos do PCPV do Estado do Paraná vão ao encontro dos objetivos do PROCONVE, dispostos na Resolução nº 18 do CONAMA, de 6 de maio de 1986 bem como à melhoria da qualidade de vida da população paranaense, buscando salvaguardar a qualidade do ar e um meio ambiente mais sustentável (IAP, 2020a).

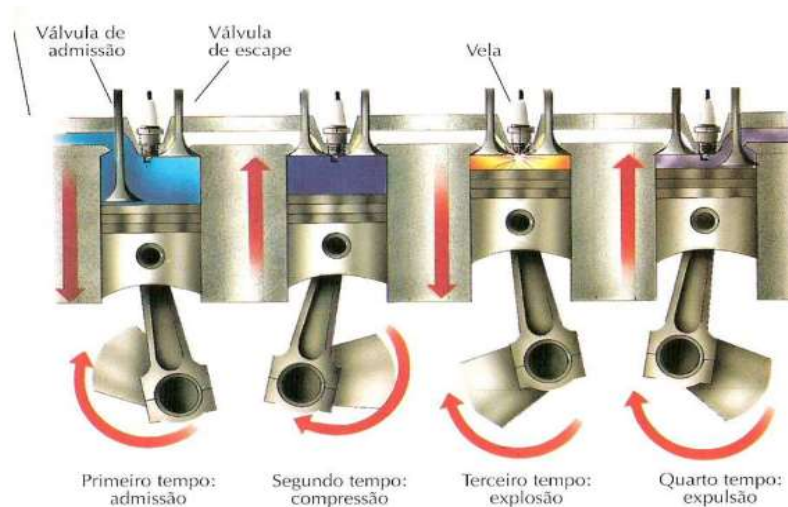
3.6. Poluentes Veiculares

Os veículos automotores emitem poluentes em concentrações diversas dos poluentes emitidos em relação ao tipo de motor/tecnologia, tipo de combustível, idade, manutenção, assim como em função do modo de condução do veículo (AGUIAR et al., 2015). Emissões de gases poluentes de um veículo ocorrem após a queima do combustível no motor e são lançadas pelo sistema de escapamento, denominados de gases de exaustão, ocorrem ainda pela evaporação do combustível contido no tanque, em pontos como a tampa do bocal de abastecimento, as mangueiras de combustível, suas conexões, o respiro do tanque e por último, ocorrem durante o processo de

abastecimento de combustível ao passo em que o tanque vai sendo preenchidos pelo combustível, os vapores ali contidos são expulsos pelo bocal de abastecimento (CETESB, 2018).

O MMA (2020) expõe que os poluentes primários emitidos pelos veículos leves são: dióxido de carbono (CO_2), monóxido de carbono (CO), hidrocarbonetos (HC), dióxido de enxofre (SO_2), óxidos de nitrogênio (NO_x) e materiais particulados (MP). Já os poluentes secundários são: dióxido de nitrogênio (NO_2), oxidantes fotoquímicos (como o ozônio O_3), ácido sulfúrico, ácido nítrico e seus sais (como os aerossóis de sulfatos e nitratos). Motores de combustão interna (Figura 1) que utilizam a gasolina e o álcool como combustível são chamados Ciclo de OTTO a combustão se dá por ignição (centelha) gerada por uma vela, tendo seu funcionamento demonstrado a seguir (RAHDE, 2012).

Figura 1 - Princípio de funcionamento do motor ciclo Otto 4 Tempos



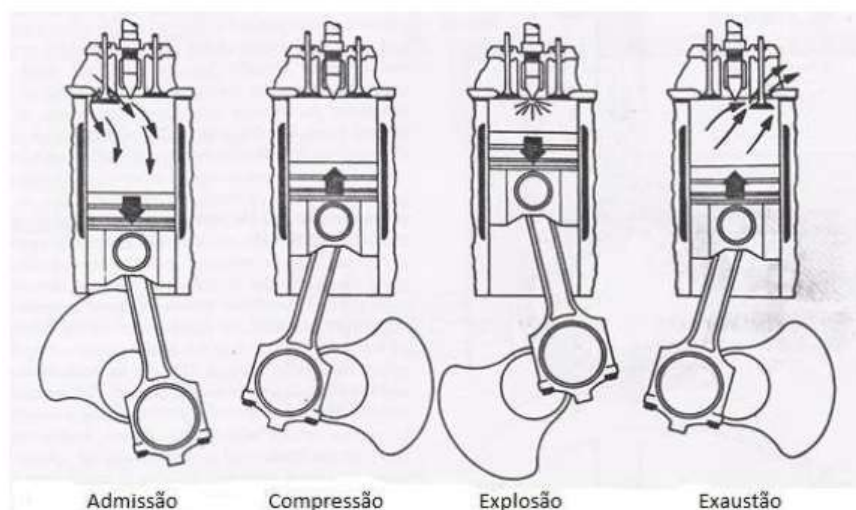
Fonte: Rahde, (2012)

- Primeiro tempo: Admissão, a válvula de admissão permite a entrada da mistura ar e combustível e o pistão movimenta-se para baixo;
- Segundo tempo: Compressão, o pistão sobe no sentido a comprimir a mistura e as válvulas são fechadas;
- Terceiro tempo: Explosão, no término da compressão do 2º tempo ocorre a centelha que ocasiona a explosão da mistura no 3º tempo, provocando a expansão do pistão;

- Quarto tempo: Exaustão/Expulsão ocorre à abertura da válvula de descarga permitindo a exaustão dos gases liberados com a combustão.

Já no ciclo Diesel de quatro tempos (Figura 2), a combustão interna se por compressão, a temperatura é elevada, em pressão constante, a mistura ar mais óleo diesel entra em combustão espontânea. Opera com uma taxa de compressão que varia de 14:1 a 25:1, e a combustão ocorre pela injeção direta na câmara de combustão, que inflama o combustível ao entrar em contato com o ar aquecido, como e possível visualizar no esquema abaixo o funcionamento é apresentada a seguir, observa-se o princípio de funcionamento do motor ciclo Diesel quatro tempos (RAHDE, 2012).

Figura 2 - Princípio de funcionamento do motor diesel quatro tempos.



Fonte: Martins (2009).

- Tempo um de Admissão: o ar é aspirado para o interior do cilindro através da válvula de admissão;
- Tempo dois de Compressão: o pistão sobe e comprime o ar dentro do cilindro, fazendo que este atinja elevada pressão e temperatura;
- Tempo três de Explosão: o combustível é injetado por uma bomba injetora e eleva a pressão do combustível nos injetores, a alta temperatura, entrando em combustão espontânea e impulsionando o cilindro para baixo;
- Tempo quatro de Exaustão/Expulsão: com a válvula de descarga aberta, os gases formados na fase anterior são expelidos do interior do cilindro para fora pelo movimento ascendente do pistão.

A Lei nº 8.723 de 1993 alinha sobre a redução de emissões, a partir de janeiro de 1997, de poluentes por veículos automotores:

Art. 1º Como parte integrante da Política Nacional de Meio Ambiente, os fabricantes de motores e veículos automotores e os fabricantes de combustíveis ficam obrigados a tomar as providências necessárias para reduzir os níveis de emissão de monóxido de carbono, óxido de nitrogênio, hidrocarbonetos, alcoóis, aldeídos, fuligem, material particulado e outros compostos poluentes nos veículos comercializados no País, enquadrando-se aos limites fixados nesta lei e respeitando, ainda, os prazos nela estabelecidos.

Art. 2º São os seguintes os limites e prazos a que se refere o artigo anterior:
II — para os veículos leves fabricados a partir de 1 de janeiro de 1997, os limites para níveis de emissão de gases de escapamento são:

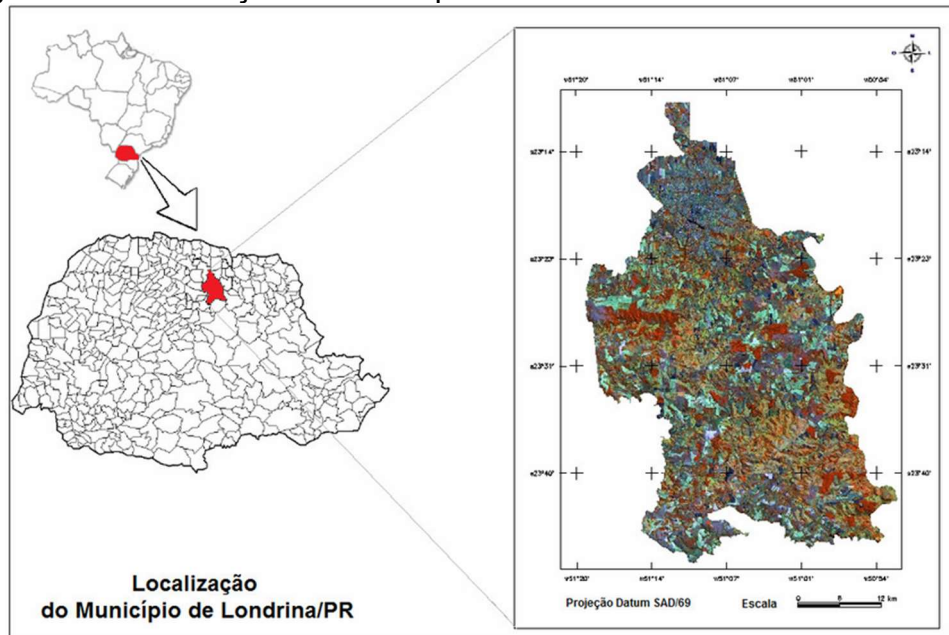
- a) 2,0 g/km de monóxido de carbono (CO);
- b) 0,3 g/km de hidrocarbonetos (HC);
- c) 0,6 g/km de óxidos de nitrogênio (NO_x);
- d) 0,03 g/km de aldeídos (CHO);
- e) 0,05 g/km de partículas, nos casos de veículos do ciclo Diesel;
- f) meio por cento de monóxido de carbono (CO) em marcha lenta

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Local de estudo

Os veículos, deslocamento e os hábitos de transporte da empresa X foi obtido, juntamente com o departamento de transporte da sede da empresa onde se apresentou a frota e itinerários dentre os quais a rota de viagem, em forma de tabela, escolhido para a pesquisa em questão. O atual trabalho foi desenvolvido na cidade de Londrina norte do estado do Paraná utilizou os veículos leves que pertencem a Empresa X situada na cidade de Londrina, estado do Paraná.

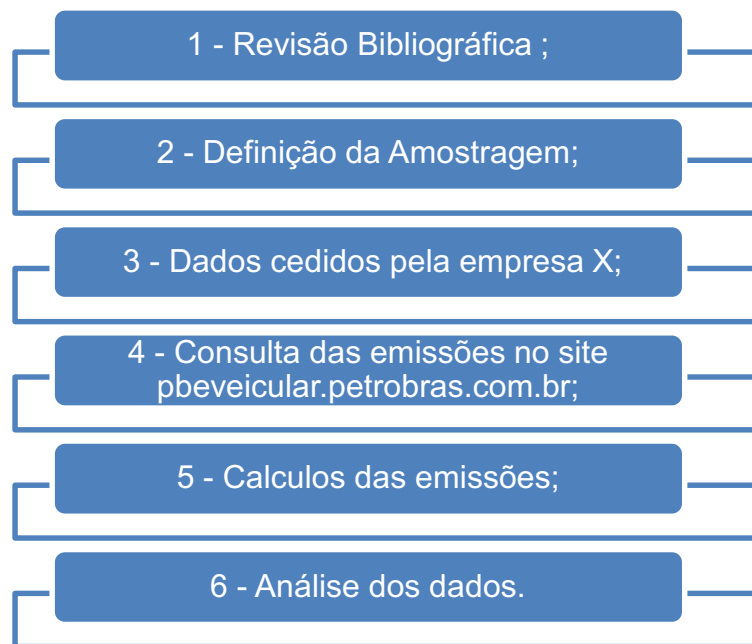
Figura 3 – Localização do município de Londrina em Paraná.



Fonte: Trabaquini et al. (2009)

O fluxograma 1 refere-se a metodologia, é composto, portanto, pelas informações acerca dos dados cedidos, cálculo da amostragem, forma de coleta dos dados, sua tabulação e análise através das equações para o cálculo das emissões, levando em consideração os resultados obtidos pelas coletas de dados da empresa X, como detalhado no Fluxograma 1. empregada na elaboração desse trabalho.

Fluxograma 1 – Metodologia



Fonte: Próprio autor (2020).

O trabalho pretende avaliar a contribuição nas emissões atmosféricas afim de produzir informação acerca dessas emissões e sua contribuição no meio ambiente. Os veículos leves são utilizados pelos colaboradores da Empresa X nos deslocamentos entre os pólos da empresa dentro do estado do Paraná em suas visitas técnicas e pesquisas realizadas. pela instituição. A empresa X disponibilizou sua frota veicular (Anexo I), de todos os escritórios, em documento enviado pelo departamento de transporte desse órgão.

4.2. Cálculo da contribuição das emissões individuais

O Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) oferece uma Tabela, atualizada no ano 2020, compreendendo as referências acerca da marca, modelo, motor, versão, e emissões dos escapamentos dos veículos.

Dessa maneira os elementos da Tabela foram aplicados como instrumento para cálculo estimado dos valores das emissões totais dos poluentes atmosféricos NMHC, CO, CO₂ e NO_x para cada veículo elencados na Tabela fornecida pela Empresa X. A consulta dos veículos leves é feita através da página da Petrobrás (<http://pbeveicular.petrobras.com.br/TabelaConsumo.aspx>), como demonstrado na Figura 4:

Figura 4 – Tabela de consulta dos veículos site da Petrobrás.

Escolha suas opções e clique em consultar

Ano: 2020

Categoria: Todas

Marca: Todas
AUDI
BMW
CAOA CHERY
CHEVROLET

Modelo: Todos
118i
2008
208
3008

Motor:

Exibir somente modelos com Selo Conpet de Eficiência Energética

36 Marcas
1034 Modelos/Versões
Atualizado em: 12/03/2020

Consultar Limpar

Fonte: PETROBRÁS (2020)

4.3. Cálculo das emissões por deslocamento

As emissões inicialmente foram calculadas considerando o deslocamento diário, que é de 10 km na área da Empresa X da cidade de Londrina as emissões foram multiplicadas pelas incursões diárias totalizando 255 dias úteis de incursões no ano de 2019. Também foram calculadas as emissões totais no deslocamento entre cidade de Londrina e o município de Ponta grossa (548 km) onde está situada outra sede da Empresa X, para este cálculo será considerado que foram feitas uma viagem por semana totalizando 51 viagens no ano de 2019. A Equação (1) modela matematicamente as situações descritas e expostas em gráficos e tabelas, onde será apontado o valor das emissões assim como a marca do veículo.

$$Emissões\ Totais = Distância * \frac{Emissão}{1000} \quad (Kg/dia)$$

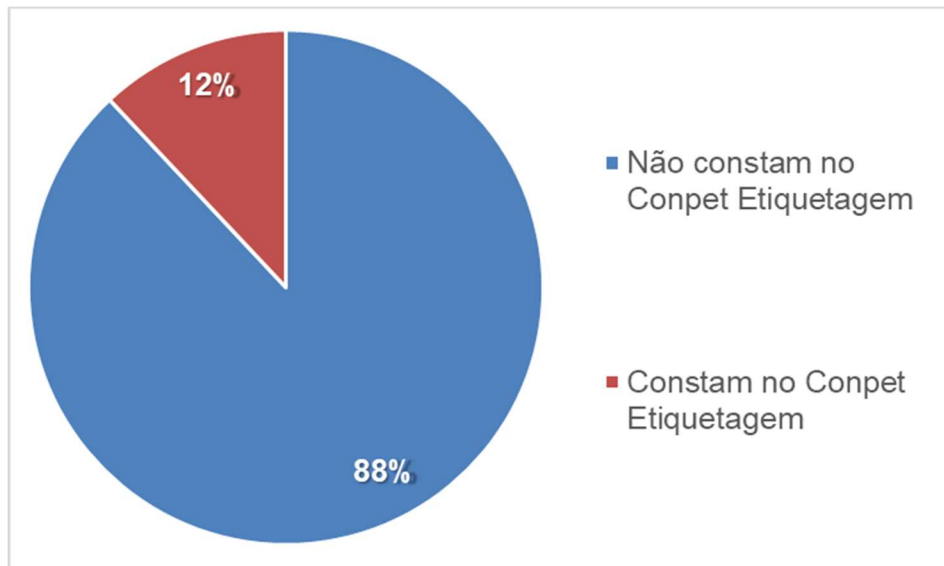
Equação 1

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Emissões listadas na tabela do CONPET

Dentro da planilha de veículos enviada pelo setor de transporte da Empresa X com um total de 260 automóveis de vários modelos e marcas apenas 31 deles resultam no CONPET (Programa Nacional da Racionalização do Uso de Derivados de Petróleo e do Gás Natural) que foram considerados nos cálculos (Figura 5, Tabela 1).

Figura 5 – Porcentagens de veículos da frota da empresa X que constam e que não constam no PBE Veicular.



Fonte: Próprio autor (2020).

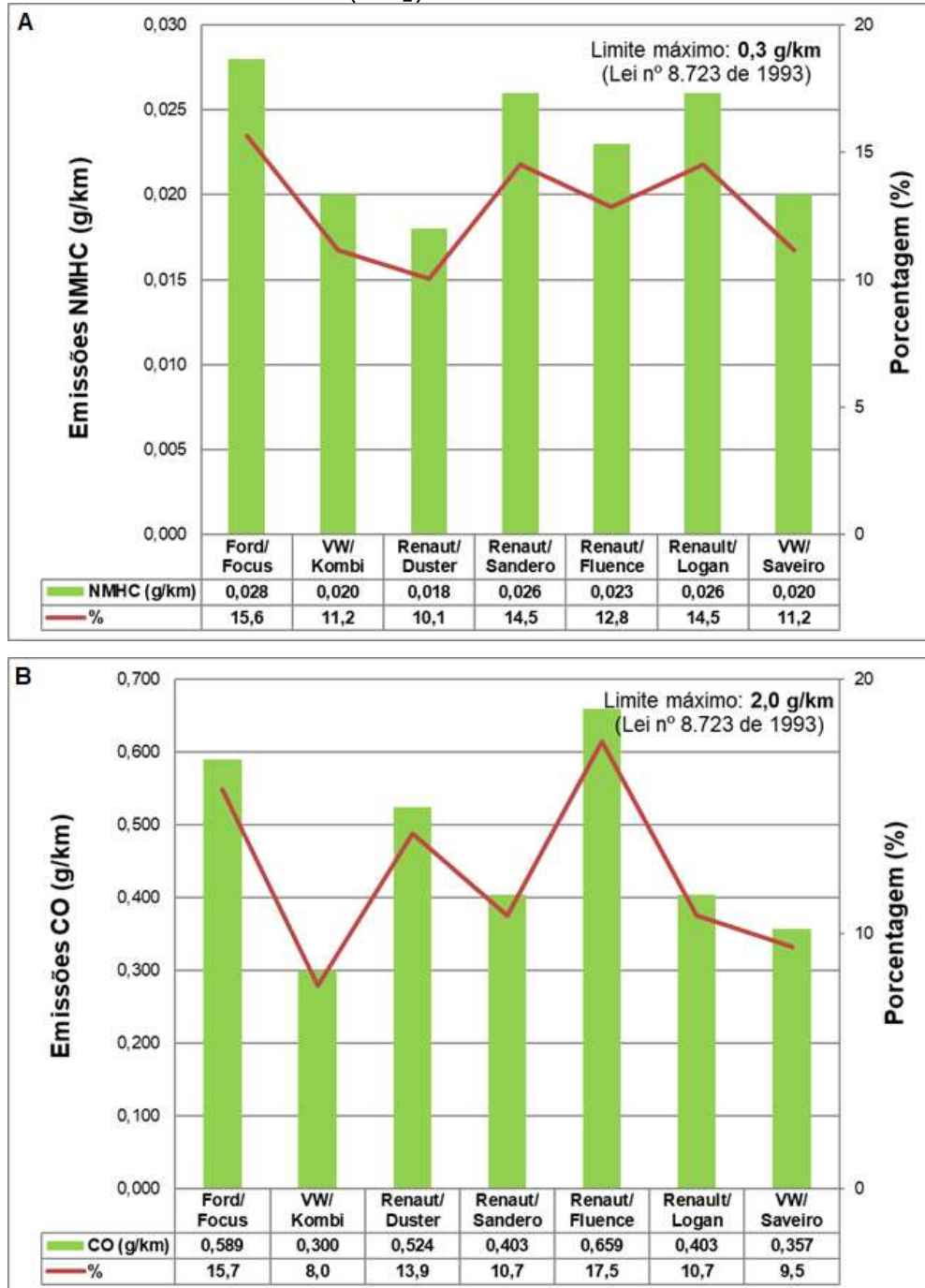
Tabela 1 – Veículos que constam na Tabela da Petrobrás

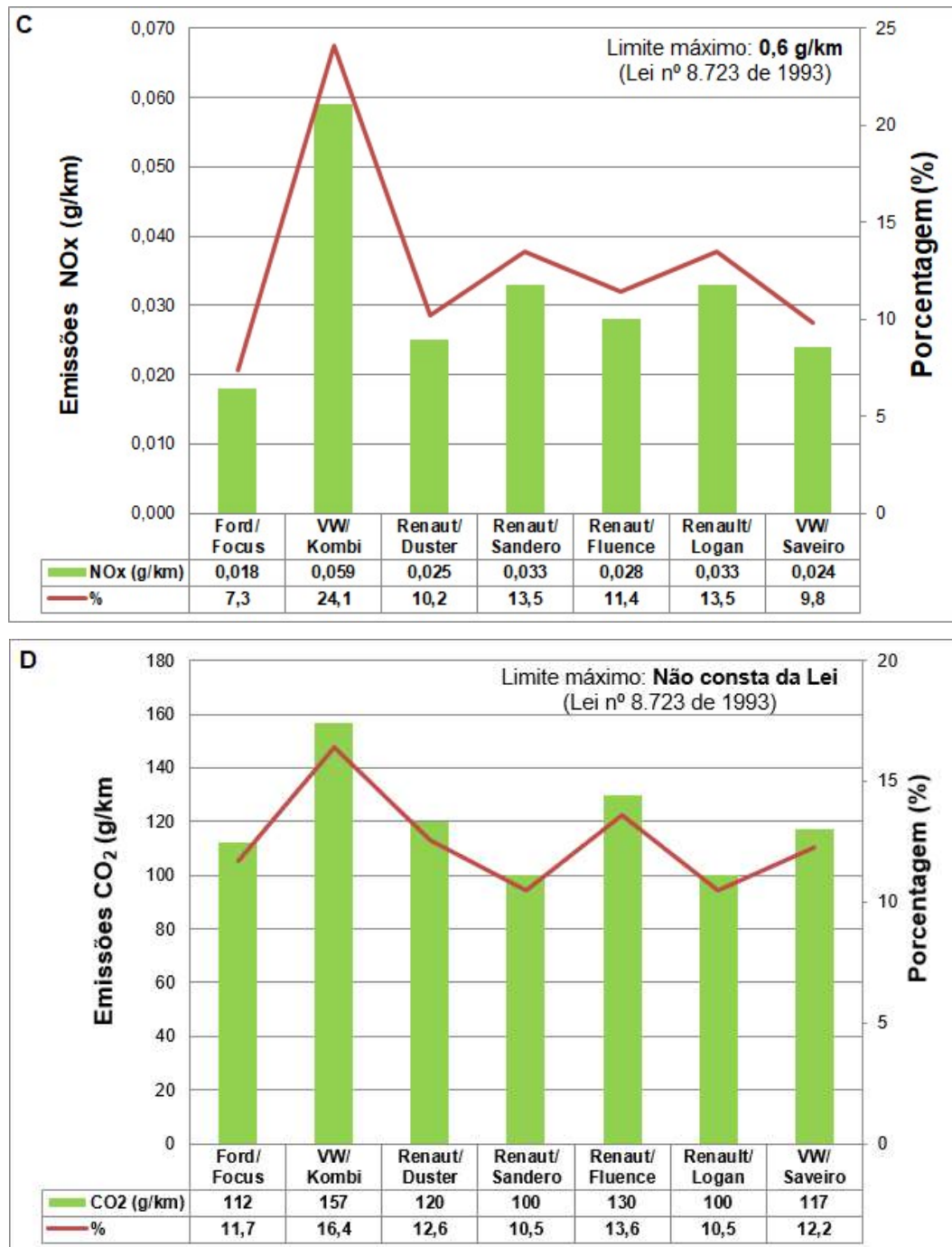
Marca/Modelo	Ano	Quantidade
Ford/ Focus	2017	2
Renault/ Duster	2017	6
Renault/Fluence	2016	2
Renault/Logan	2013	3
Renault/ Sandero	2013	4
VW/ Kombi	2013	1
VW/ Saveiro	2017	13

Assim, em posse desses dados, apresenta-se os volumes de emissões dos veículos elencados na Tabela 2. Os resultados de cada marca, modelo estão

demonstrados individualmente (Figura 6 – A, B, C e D) e pela soma do montante dos veículos (Figura 7 - A, B, C e D) os valores das emissões estão expressos em g/km

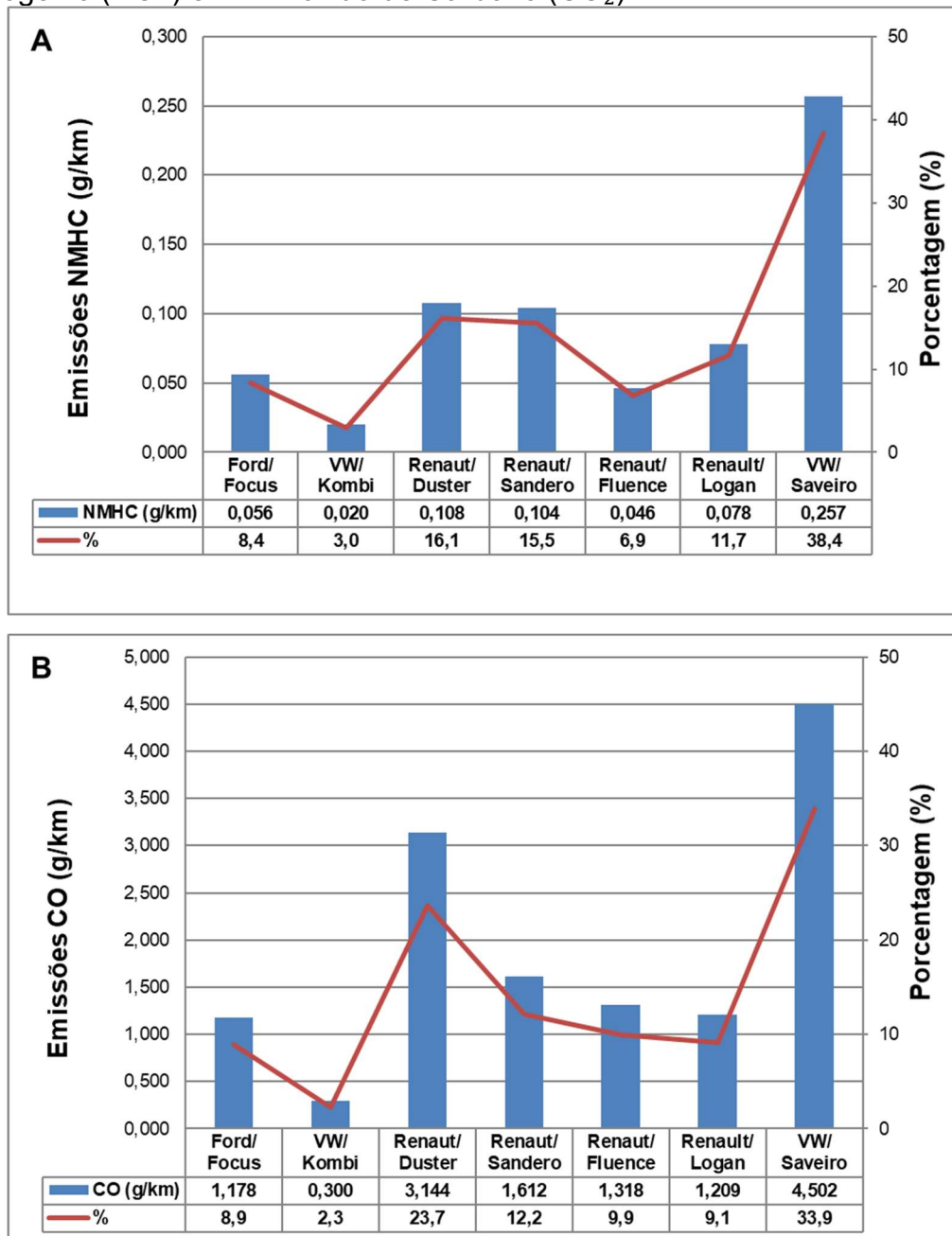
Figura 6 – Resultados das emissões por veículo individuais (A = Hidrocarbonetos Não-Metano (NMHC), B = Monóxido de Carbono (CO), C = Óxidos de Nitrogênio (NOx) e D = Dióxido de Carbono (CO₂).

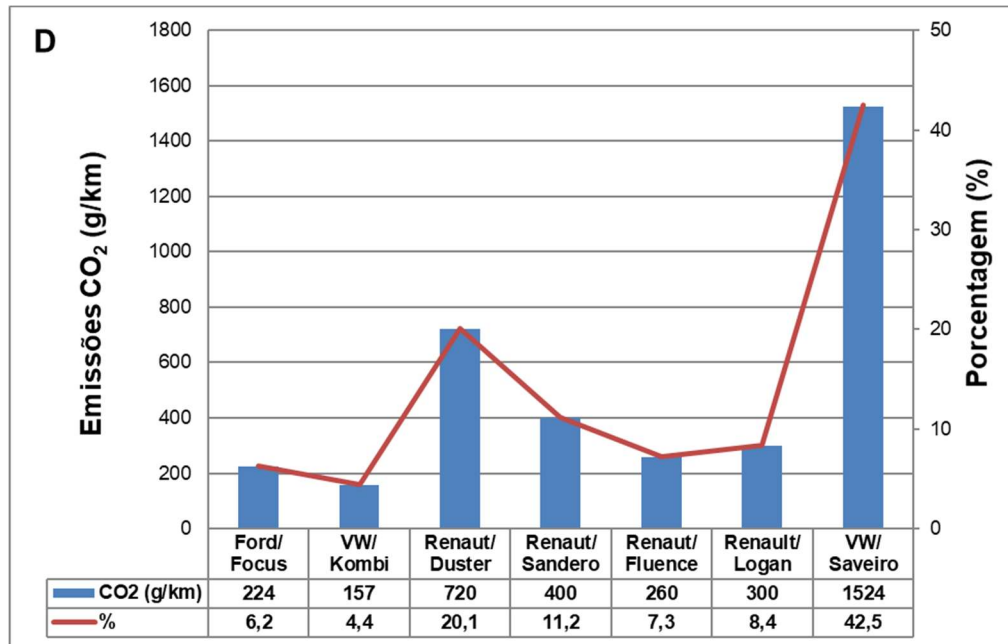
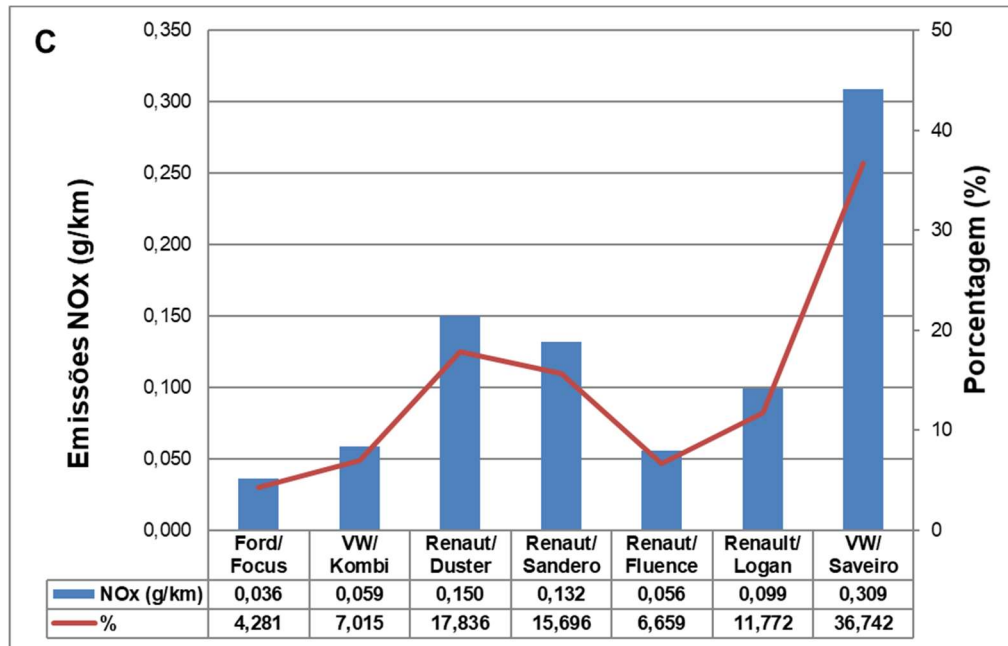




Como pode ser observado na Figura 6, todos os veículos apresentaram valores de emissões dentro do preconizado pela Lei nº 8.723 de 1993.

Figura 7 – Resultados das emissões considerando o montante de veículos A = Hidrocarbonetos Não-Metano (NMHC), B = Monóxido de Carbono (CO), C = Óxidos de Nitrogênio (NOx) e D = Dióxido de Carbono (CO₂).





De acordo com a Figura 7, de modo geral os veículos que mais contribuem, individualmente, na emissão de NMHC é o Ford Focus com aproximadamente 15,6%, para o CO é o Renault Fluence com 17,5%, para o NOX e o CO2 é o Volkswagen Kombi com 24,1 % e 16,4 % respectivamente. Entretanto, considerando o montante de automóveis (Tabela 1) há 13 Volkswagen Saveiro logo esse veículo é o que tem a maior contribuição para os poluentes listados pelo programa PBE Veicular (Figura 7). Pode-se destacar que uma mesma marca tem veículos com emissões diferentes, que está diretamente ligado ao modelo da mesma, como exposto nas Figuras 6 e 7 fica claro essa diferença entre os modelos Duster, Sandero, Logan e Fluence da Renault

5.2. Cálculos de emissões por deslocamento

A fim de simular a rotina de deslocamento dentro da Empresa X em Londrina e em uma viagem saindo de Londrina para o outro escritório da Empresa X que está localizado na cidade de Ponta Grossa, foram estipulados os seguintes critérios:

- Empresa X em Londrina: Deslocamento diário de 10 km, multiplicado por 255 dias úteis para o ano de 2019;
- Empresa X Londrina x Ponta Grossa: Deslocamento por viagem de 548 km (ida e volta), multiplicado por 51 viagens (uma vez na semana) no ano de 2019.

Tabela 2 – Resultados dos cálculos das emissões por deslocamento (dentro da empresa X – 10 km)

Veículos	NOx (kg)	NMHC (kg)	CO (kg)	CO₂ (kg)
Ford/ Focus	0,046	0,071	1,502	286
VW/ Kombi	0,150	0,051	0,765	400
Renault/ Duster	0,064	0,046	1,336	306
Renault/Sandero	0,084	0,066	1,028	255
Renault/ Fluence	0,071	0,059	1,680	332
Renault/Logan	0,084	0,066	1,028	255
VW/Saveiro	0,061	0,051	0,910	298

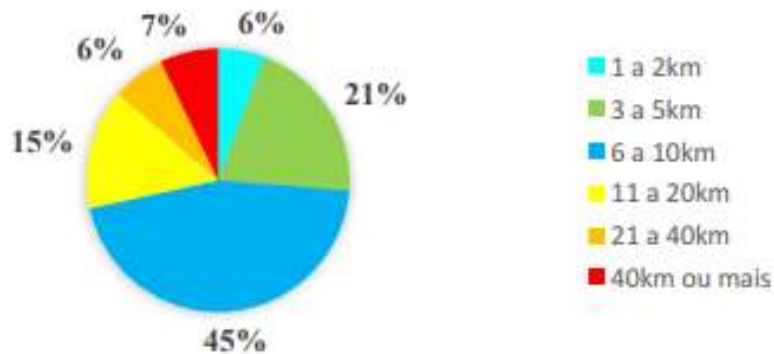
Célula verde = menor contribuição; célula laranja = maior contribuição.

A Tabela 2, que apresenta os resultados para o deslocamento diário (10 km) dentro da Empresa X em Londrina, os automóveis que mais contribuem para as emissões são:

- **NO_x**: VW/Kombi, Renault/Logan, Renault/Sandero, Renault/Logan, Renault/Duster e VW/Saveiro;
- **NMHC**: Ford/Focus, Renault Sandero, Renault/Logan, Renault/Fluence e VW/Saveiro e VW/Kombi;
- **CO**: Renault/Fluence, Renault/Duster, Renault/Sandero, Renault/Logan, VW/Kombi e VW/Saveiro;
- **CO₂**: VW/Saveiro, VW/Kombi, Ford/Focus, Renault/Fluence, Renault/Duster, Renault/Logan e Renault/Sandero.

Em uma pesquisa semelhante, Borges (2017), apresenta um gráfico com as distâncias que a comunidade da UTFPR campus Londrina percorre no seu deslocamento até a Universidade e os resultados também mostram que a maioria tem um percurso diário de 10 km, mesmo valor adotado de distância transitada a cada carro neste trabalho. O resultado da pesquisa de é mostrado na Figura 8.

Figura 8 - Distância percorrida até a Universidade.



Fonte: Borges (2017, p.44).

Tabela 3 - Resultados dos cálculos das emissões por deslocamento (Empresa X em Londrina/Empresa X em Ponta Grossa– 548 km).

Veículos	NOx (kg)	NMHC (kg)	CO (kg)	CO2 (kg)
Ford/ Focus	0,503	0,783	16,461	3130
VW/ Kombi	1,649	0,559	8,384	4388
Renault/ Duster	0,699	0,503	14,645	3354
Renault/Sandero	0,922	0,727	11,263	2795
Renault/ Fluence	0,783	0,643	18,418	3633
Renault/Logan	0,922	0,727	11,263	2795
VW/Saveiro	0,671	0,559	9,977	3270

Célula verde = menor contribuição; célula laranja = maior contribuição.

A Tabela 3 expõe os resultados do deslocamento (Londrina- Ponta Grossa- ida e volta) para a Empresa X de Ponta Grossa (548 km), os automóveis que mais contribuem para as emissões:

- **NO_x**: VW/Kombi, Renault/Sandero, Renault/Logan, Renault/Fluence, Renault/Duster, VW/Saveiro e Ford/Focus;
- **NMHC**: Ford/Focus, Renault/Sandero, Renault/Logan, Renault/Fluence, VW/Saveiro e VW/Kombi

- **CO:** Renault/Fluence, Ford/Focus, Renault/Duster, Renault/Sandero e Renault/Logan,
- **CO₂:** VW/Kombi, Renault/Fluence, Renault/Duster, VW/Saveiro Ford/Focus, Renault/Sandero e Renault/Logan.

Observando os resultados e confrontando os dados obtidos com o Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos, fase L6 em vigor desde 2013, os veículos estão dentro do preconizado pela resolução nº 415, de 24 de setembro de 2009 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), expostas a seguir:

I monóxido de carbono (CO): 1,30 g/km;

II - Hidrocarbonetos totais (THC), somente p/ veículos a gás natural: 0,30 g/km; III - hidrocarbonetos não metano (NMHC): 0,05 g/km;

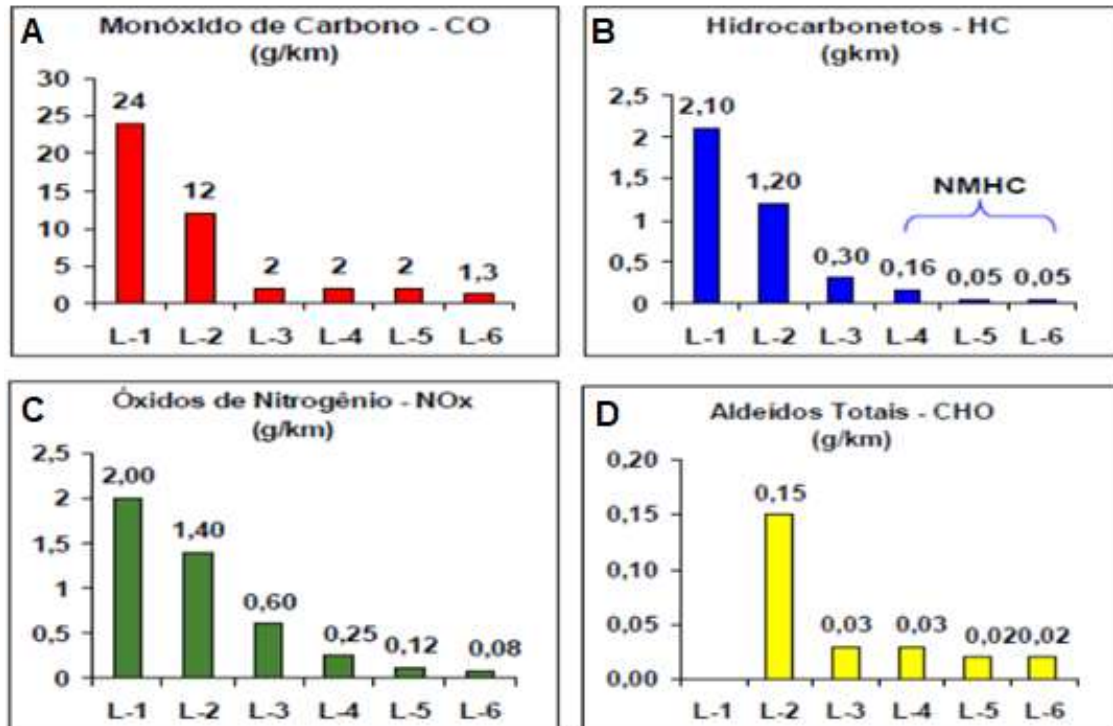
IV - óxidos de nitrogênio (NO_x): 0,08 g/km;

V - Aldeídos (CHO) p/ ciclo Otto: 0,02 g/km; VI - material particulado (MP) p/ ciclo Diesel: 0,025 g/km; e

VII - monóxido de carbono em marcha lenta p/ ciclo Otto: 0,2% em volume.

Porém, vale ressaltar que os veículos utilizados são dos anos 2013 a 2017 e são minoria na frota da Empresa X e ainda há mais de 200 automóveis compreendidos nos anos de 1979 a 2012 o que pode contribuir consideravelmente para as emissões como demonstra a Figura 9 que expõe a evolução nos limites dos poluentes veiculares do Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos.

Figura 9 – Evolução nos limites dos poluentes veiculares do Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos.



Fonte: Proconve (2013).

A figura 9 contém as fases de L1 a L6 para as emissões de A= monóxido de carbono (CO), B= hidrocarbonetos (HC) e hidrocarbonetos não metano (NMHC) a C= oxido de nitrogênio (NO_x) e D= Aldeídos Totais (CHO). Onde a fase L1 tem início no ano de 1988 e a L6 no ano de 2015, deixando claro que os automóveis mais antigos, maioria da frota da empresa X, realmente são mais poluentes contribuindo com uma parcela considerável de emissões na frota como um todo.

6. CONCLUSÕES

Em conclusão ao levantamento de emissões atmosféricas veiculares, automóveis leves da Empresa X Londrina, identificou-se que, dentro da frota, os veículos que mais contribuem para as emissões atmosféricas com os respectivos poluentes atmosféricos, NO_x é o Ford Focus, NMHC Renault Duster, CO VW Kombi e CO₂ Renault Sandero e Logan, isso para o deslocamento na Empresa X em Londrina (10 km).

Já para o itinerário de Londrina e Ponta Grossa (548 km), os automóveis que mais contribuem para as emissões de NO_x é o Ford Focus, NMHC Renault Duster, CO Renault Fluence e CO₂ VW Kombi. Mesmo os automóveis listados estando dentro dos limites do PROCONVE a frota da empresa X com mais de 200 automóveis se apresenta envelhecida o que contribui para o aumento das emissões atmosféricas nos deslocamentos realizados pelos colaboradores.

Portanto o presente trabalho estimula as melhorias no âmbito social, ambiental e econômico social demonstrando os efeitos negativos a saúde no âmbito ambiental destaca-se a regularidade das emissões e abre um precedente para pesquisas na áreas de combustíveis alternativos e novos sistemas de automação e qualidade do ar na aérea econômica abre precedente para uma análise mais detalhada no setor de transporte para a busca de alternativas com melhor viabilidade nas esferas apresentadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARBEX, M. A.; SANTOS, U. P.; MARTINS, L. C.; SALDIVA, P. H. N.; PEREIRA, L. A. A.; BRAGA, A. L. F. A poluição do ar e o sistema respiratório. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**. v.38, n.5, Sept./Oct. 2012.

AGUIAR, S.O.; ARAÚJO, R.S.; CAVALCANTE, F.S.Á.; BERTONCINI, B.V.; LIMA, R.K.C.; OLIVEIRA, M.L.M. (2015) Avaliação das emissões de escapamento veicular em condições específicas do motor: partida e marcha-lenta. **Transportes**, v. 23, n. 2, p. 35-43. <http://doi.org/10.14295/transportes.v23i3.896>

BORGES, T. C. **Meios de transporte utilizados e a contribuição para a pegada de carbono da Universidade Tecnológica Federal do Paraná -Campus Londrina**. Dissertação (Dissertação em Engenharia Ambiental)-UTFPR. Londrina, p. 71. 2017.

BRASIL. Lei nº 8.723, de 28 de outubro de 1993. IDispõe sobre a redução de emissão de poluentes por veículos automotores e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 28 out de 1993.

BURNETT, R. T.; POPE, C. A.; EZZATI, M.; OLIVES, C.; LIM, S. S.; MEHTA, S.; et al. An Integrated Risk Function for Estimating the Global Burden of Disease Attributable to Ambient Fine Particulate Matter Exposure. **Environmental Health Perspectives**, 11 fev. 2014.

CETESB (São Paulo). **Emissões veiculares no estado de São Paulo 2017**. [recurso eletrônico] / CETESB ; Coordenação técnica Marcelo Pereira Bales ; Elaboração Antônio de Castro Bruni [et al.]. - São Paulo: CETESB, 2018. 1 arquivo de texto (214 p.): il. color., PDF ; 51,67 MB. - (Série Relatórios / CETESB, ISSN 0103-4103.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Qualidade do Ar – 2020**. Disponível em <<https://cetesb.sp.gov.br/ar/poluentes/>>Acesso em: 04 de junho de 2020.

CONAMA- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Revoga a Resolução Conama nº 03/1990 e os itens 2.2.1 e 2.3 da Resolução Conama nº 05/1989. Resolução n. 491, de 19 de novembro de 2018**. Ministério do Meio Ambiente

DEVOS, S.; COX, B.; DHONDT, S.; NAWROT, T.; PUTMAN, K. Cost saving potential in cardiovascular hospital costs due to reduction in air pollution. **Science of The Total Environment**, v. 527-528, p. 413-419, 15 set. 2015.

DIAS, A. A. C.; ANDRADE-NETO A. V.; MILTÃO M. S. R.A atmosfera terrestre: composição e estrutura. **Caderno de Física da Uefs**, v.05 (01 e 02), p. 21-40, 2007.

GUARNIERI, M.; BALMES, J. R. Outdoor air pollution and asthma. **The Lancet**, v. 383, n. 9.928, p. 1581-1592, 2014.

HABERMANN, M.; MEDEIROS, A. P. P.; GOUVEIA, N. **Tráfego veicular como método de avaliação da exposição à poluição atmosférica nas grandes metrópoles**. Revista Brasileira de Epidemiologia, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 120-130, 2011.

IAP- Instituto Ambiental do Paraná. **Coletânea das Resoluções SEMA** Disponível em: <<http://www.iap.pr.gov.br/pagina-934.html>> Acesso em 26 de junho de 2020a.

IAP- Instituto Ambiental do Paraná. **Fontes de Poluição Atmosférica** Disponível em: <<http://www.iap.pr.gov.br/pagina-1415.html#:~:text=Existem%20ainda%20as%20fontes%20fixas,fontes%20m%C3%B3veis%20de%20poluentes%20atmosf%C3%A9ricas>>. Acesso em 22 de junho de 2020.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Programa de controle da poluição do ar por veículos automotores - Proconve/Promot/Ibama**. 3. ed. Brasília: Ibama/Diqua, 2011. 584 p. (Coleção Meio Ambiente. Série Diretrizes - Gestão Ambiental, n. 3).

IPEIA, 2011. **Poluição Veicular Atmosférica**. No 313 Disponível em: <www.cnt.org.br/Imagens%20CNT/.../comunicado_ipea220911.pdf> Acesso em 05 junho 2020.

KAMPA, M.; CASTANAS, E. Human health effects of air pollution. **Environmental Pollution**, v. 151, n. 2, p. 362-367, 2008.

LOUREIRO, L., N. **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.

MARTINS, K. C. R.; SOUZA, J.C.; **Apostila de Motores Diesel**, Laboratório de Mecânica Automotiva, Departamento de Mecânica de Materiais, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão. São Luis - MA. 2009.

MARQUES, S. M.; BRASILEIRO, L. A. Emissão de gases poluentes por veículos Automotores em área urbana. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 03, n. 19, pp. 01-12, 2015.

MELO, T. C. C. de; COLNAGO, K.; LOUREIRO, L. Implantação dos gases orgânicos do tipo não metano (NMOG) no Brasil. In: **SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE ENGENHARIA AUTOMOTIVA – SIMEA 2009**, 17., 2009, São Paulo.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Fontes Fixas**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/qualidade-do-ar/fontes-fixas>> Acesso em 08 de junho 2020.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Efeito Estufa e Aquecimento Global**. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/informma/item/195-efeito-estufa-e-aquecimento-global>> Acesso em 15 de junho de 2020.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Poluentes Atmosféricos**. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/qualidade-do-ar/poluentes-atmosf%C3%A9ricos.html>> Acesso em 15 de junho de 2020.

PROCONVE. **Programa de controle de poluição do ar por veículos automotores**. Criado pela Resolução CONAMA nº 18 em 6 de maio de 1986 coordenado pelo IBAMA. Última atualização em 1 de novembro de 2013.

RAHDE, S. B. **Apostila da Disciplina de Máquinas Térmicas** do Curso de Graduação em Engenharia Mecânica da PUCRS. Porto Alegre – RS, 2012.

SAMPAIO, J. C. M. S. **Relação entre poluição do ar e interações por doenças respiratórias em crianças no Município de São Paulo**. 2015. 117 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Católica de Santos, Santos, 2015.

SILVA, E. R. da; CARDOSO, B. C.; SANTOS, M. P. de S. O aumento da taxa de motorização de motocicletas no Brasil. **Revista Brasileira de Administração Científica**, v. 2, n. 2, p. 49-63, dez. 2011. ISSN 2179-684X.

TRABAQUINI, K.; MIGLIORANZA, E.; FRANÇA, V.; NETO, O. C. P. Estudo do ambiente físico do cafeeiro utilizando técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto no norte do Estado do Paraná. **Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 515-522.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **7 million premature deaths annually linked to air pollution**. **Média Centre**, 2014. Disponível em: <<http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2014/air-pollution/en/>>. Acesso em: 04 jul. 2020.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **9 out of 10 people worldwide breathe polluted air, but more countries are taking action**, 2018. Disponível em: <<https://www.who.int/news/item/02-05-2018-9-out-of-10-people-worldwide-breathe-polluted-air-but-more-countries-are-taking-action/>>. Acesso em: 04 jul. 2020.

Anexo I

Tabela - Listagem de todos os veículos da empresa X Londrina.

Marca/Modelo	Ano	Quantidade
Chevrolet/S10	2001/2006	2
Fiat-Uno	2009	30
Fiat-Strada	2001/2002	2
Ford/Caminhão	1979/1994	2
Ford/ Basculante	2009	1
Ford/ Cargo	2012/2013	4
Ford/Courier	2009	24
Ford/Eco Sport	2009	11
Ford/F12000	1994	2
Ford/Fiesta	2009	5
Ford/ Focus	2017	2
Ford/ Ranger	2009/2012/2011	20
GM/ Montana	2005	1
Honda/Moto XL 125	1994	6
M Benz/ Caminhão	1981/1999	8
Mascarello/Bus	19912010/2013	6
Mitsubishi/ L200	2012	1
Reboque	1985/2010	3
Renault/ Duster	2017	6
Renault/Fluence	2012/2016	5
Renault/Logan	2008/2013	6
Renault/ Master	2009	3
Renault/ Sandero	2013	4
Scania/ T142	1989	1
Schifer	2001	1
SR/ Randon	1992/2000	2
SR/ Guerra	2000	2
Toyota/ Bandeirantes	1991/1998	22
Toyota0 Hilux	1998	1
VW/ 7.90	1987	2
VW/ Amarok	2011/2012	7
VW/ Gol	2006/2011	2
VW/ Kombi	2008/2012	10
VW/ Parati	2012	43
VW0 Saveiro	2015/2017	13