

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

Fabício Pietrobelli

**AVALIAÇÃO DO IMPACTO NAS EMISSÕES DE
POLUENTES GERADOS PELO TRANSPORTE PÚBLICO
MUNICIPAL DE ÔNIBUS MEDIANTE IMPLANTAÇÃO DE
SISTEMA AEROMÓVEL: ESTUDO DE CASO DE CANOAS,
RS.**

Porto Alegre

julho 2017

FABRÍCIO PIETROBELLI

**AVALIAÇÃO DO IMPACTO NAS EMISSÕES DE
POLUENTES GERADOS PELO TRANSPORTE PÚBLICO
MUNICIPAL DE ÔNIBUS MEDIANTE IMPLANTAÇÃO DE
SISTEMA AEROMÓVEL: ESTUDO DE CASO DE CANOAS,
RS.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil

Orientadora: Helena Beatriz Bettella Cybis
Coorientadora: Magdala Satt Arioli

Porto Alegre
julho 2017

FABRÍCIO PIETROBELLI

**AVALIAÇÃO DO IMPACTO NAS EMISSÕES DE POLUENTES
GERADOS PELO TRANSPORTE PÚBLICO MUNICIPAL DE ÔNIBUS
MEDIANTE IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA AEROMÓVEL: ESTUDO
DE CASO DE CANOAS, RS.**

Porto Alegre, julho de 2017

Prof^ª. Helena Cybis
Ph.D. University of Leeds
Orientadora

Magdala Satt Arioli
M^a pela UFRGS
Coorientadora

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Helena Cybis (UFRGS)
Ph.D. University of Leeds

Magdala Satt Arioli (UFRGS)
M^a Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Luiz Afonso dos Santos Senna (UFRGS)
Ph.D. University of Leeds

Prof. Alejandro Ruiz Padillo (UFRGS)
Dr. Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Dedico este trabalho aos meus pais, Erni e Gilda, que desde cedo cultivaram em mim a importância do saber e proveram-me de todo amor e confiança necessários para chegar até aqui.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Prof^a. Helena, orientadora deste trabalho, pela atenção e pelos conhecimentos a mim transmitidos.

À Magdala, por dividir comigo não apenas seus conhecimentos técnicos, mas também experiências profissionais de valiosa contribuição.

Ao Prof. Senna, que despertou em mim o fascínio pela área dos transportes e generosamente compartilhou seu conhecimento. Também pelos seus conselhos e motivação.

À Capes, por ter me proporcionado a experiência de estudar no Reino Unido e possibilitar aprendizados únicos.

Ao WRI, pela enriquecedora oportunidade profissional e por permitir minha contribuição à construção de cidades sustentáveis.

Agradeço, também, à minha família, exemplo e inspiração, que pacientemente esteve ao meu lado, ouvindo-me e aconselhando-me ao longo desses anos.

Aos meus amigos, dispersos pelo Brasil e pelo mundo, pelo carinho, pelas experiências, memórias e sonhos.

“A different world cannot be built by indifferent people.”
Peter Marshall

RESUMO

A intensificação do processo de urbanização das cidades acompanhado do crescimento populacional faz com que o serviço de transporte seja cada vez mais necessário. A predominância do transporte individual sobre o transporte coletivo no contexto brasileiro – aliado à dependência de combustíveis fósseis como forma de propulsão da maioria dos veículos motorizados, até hoje, gera externalidades ao meio ambiente, sendo responsável por elevados níveis de poluição atmosférica local e fonte de emissões de gases de efeito estufa. Neste sentido, a adoção de tecnologias que reduzam a geração de emissões são de suma importância para que cidades possam atingir níveis de emissões apropriados, concentrações de poluentes atmosféricos aceitáveis e atingir metas nacionais firmadas internacionalmente. O presente trabalho apresenta a tecnologia aeromóvel e avalia o impacto que a implantação da mesma seria capaz de promover na cidade de Canoas, ao ser implantada e integrada no sistema de transportes municipal e, ainda, substituir parte da frota de ônibus mais antiga em operação. Para tal, são estimadas as emissões de poluentes geradas pela frota municipal, utilizando metodologia publicada pelo Ministério do Meio Ambiente no Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários 2013: Ano-base 2012. As emissões produzidas pela composição da frota no cenário base (ano-base 2015) foram comparadas com as do cenário futuro, considerando redução de 35% da frota mais antiga de ônibus do transporte público em operação – conforme dados obtidos junto à Prefeitura. Como resultados, estima-se que a redução da frota dos coletivos em paralelo à implantação do sistema aeromóvel em Canoas seria capaz de promover reduções de 30% nas emissões anuais de gases de efeito estufa, enquanto que haveriam decréscimos de 38% nas emissões de óxidos de nitrogênio (NO_x), 39% em monóxido de carbono (CO), 46% em hidrocarbonetos não-metano (NMHC) e 49% em material particulado (MP).

Palavras-chave: Ônibus urbanos. Sistema aeromóvel. Emissões de poluentes. Estimativa de emissões. Poluentes locais. Gases de efeito estufa.

ABSTRACT

The intensification of the urbanization process of the cities, followed by the population growth, makes the transport service increasingly necessary. The predominance of individual transport over collective transport in the Brazilian context - coupled with the dependence of fossil fuels as a way of propulsion of most motor vehicles, until nowadays, generates externalities to the environment, being responsible for high levels of local air pollution and source of greenhouse gases. In this sense, the adoption of technologies that reduce emissions are of great importance for cities to achieve appropriate emission levels, acceptable air pollutant concentrations and achieve national targets firm in international agreements. This work presents the Aeromovel technology and evaluates the impact that its implantation would be likely to promote in the city of Canoas, once integrated in the municipal transport system – and also considering the reduction of part of the oldest bus fleet in operation. To do so, emissions of pollutants generated by the municipal fleet are estimated using methodology published by the Ministry of the Environment in the National Inventory of Atmospheric Emissions by Road Vehicles 2013: Base year 2012. The emissions produced by the composition of the fleet in the base scenario (base year 2015) were compared with those of the future scenario, where there would be a reduction of 35% of the oldest public transport bus fleet in operation – according to estimate provided by the city hall. As a result, it is estimated that the reduction of bus fleet in parallel with the implementation of the aerial system in Canoas would be able to promote reductions of 30% in annual greenhouse gas emissions, whereas there would be decreases of 38% in oxides of nitrogen (NO_x) emissions, 39% in monoxide of carbon (CO), 46% in non-methane hydrocarbons (NMHC) and 49% in particulate matter (PM).

Keywords: Urban buses. Aeromovel system. Emissions of pollutants. Estimation of emissions. Local pollutants. Greenhouse gases.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelos para estimativa do impacto do tráfego na qualidade do ar	38
Figura 2 - Procedimentos adotados para estimar as emissões atmosféricas por veículos automotores rodoviários	40
Figura 3 - Procedimentos adotados para estimar os fatores de emissão para veículos do ciclo diesel, expressos em g/km.	41
Figura 4 - Linha 1 do Trêm Metropolitano de Porto Alegre	45
Figura 5 - Ilustração da Tecnologia Aeromóvel	46
Figura 6 - Ilustração do Funcionamento de Propulsão do Sistema Aeromóvel	47
Figura 7 - Projeto das Linhas do Aeromóvel em Canoas	48

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Emissões brasileiras brutas de GEE por setor (2004-2014).....	26
Gráfico 2 - Emissões de CO ₂ pela queima de combustíveis no Brasil e no mundo em 2013, por fonte primária de energia.....	27
Gráfico 3 - Perfil de emissões de CO ₂ pela queima de combustíveis no Brasil e no mundo em 2013, por segmento.	28
Gráfico 4 - Contribuição de emissões de GEE no transporte rodoviário de passageiros.	29
Gráfico 5 - Índice de emissões de CO ₂ do transporte de passageiros por quilômetro no Brasil.	29

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Categorização geral de frota de veículos.....	32
Quadro 2 - Poluentes gerados por tipo de veículo.....	33
Quadro 3 – Variáveis e definição da equação geral da metodologia INEAVAR.....	42
Quadro 4 – Resumo dos dados disponibilizados para cada ônibus da frota municipal de Canoas	50
Quadro 5 – Exemplo de agrupamento de dados realizado	52
Quadro 6 – Exemplo de agrupamento, soma e seleção de dados realizado	52
Quadro 7 – Estrutura de dados: planilha programada	55
Quadro 8 – Resumo das emissões obtidas para o Cenário Base	58
Quadro 9 – Esquema de composição e redução de frota e quilometragem anual do sistema de ônibus municipais de Canoas	60
Quadro 10 – Resumo das emissões obtidas para o Cenário Futuro.....	61
Quadro 11 – Resultados obtidos: comparações entre cenários.....	62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Fatores de emissão de CO, NO _x , NMHC, MP e CO ₂ para motores diesel	35
Tabela 2 - Potencial de Aquecimento Global (GWP) dos gases de efeito estufa.....	36
Tabela 3 - Fatores de emissão de CH ₄ e N ₂ O para ônibus (ciclo diesel).....	37
Tabela 4 – Frota Municipal de veículos de Canoas.....	44

LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS

ANFAVEA – Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores

BEN – Balanço Energético Nacional

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

CH₄ – Metano

CO – Monóxido de Carbono

CO₂ – Dióxido de Carbono ou Gás Carbônico

CO_{2eq} – Dióxido de Carbono equivalente

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

COP21 – 21ª Conferência das Partes (Conference of Parties, em inglês)

CQNUMC – Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima

GEE – Gases de Efeito Estufa

GWP – Potencial de Aquecimento Global (Global Warming Potential, em inglês)

IBAMA – Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IEMA – Instituto de Energia e Meio Ambiente

iNDC – Pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada (Intended Nationally Determined Contributions, em inglês)

INEAVAR – Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários

IPCC – Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (Intergovernmental Panel on Climate Change, em inglês)

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

ISSRC – Centro Internacional de Pesquisa em Sistemas Sustentáveis (International Sustainable Systems Research Center, em inglês)

kWh – Kilowatt-hora

MCT – Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação

MMA – Ministério do Meio Ambiente

MP – Material Particulado

MP_{2,5} – Material Particulado fino

N₂O – Óxido Nitroso

NMHC – Hidrocarbonetos não-metano

NO_x – Óxidos de Nitrogênio

PIB – Produto Interno Bruto

PROCONVE – Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores

RCHO – Aldeídos

SEEG – Sistema de Estimativa de Emissões de Gases de Efeito Estufa

THC – Hidrocarbonetos totais

UNFCCC – Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (United Nations Framework Convention on Climate Change, em inglês)

US EPA – Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (United States Environmental Protection Agency, em inglês)

μm – Micrômetros

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	17
2. DIRETRIZES DO TRABALHO	18
2.1 QUESTÃO DE PESQUISA.....	18
2.2 OBJETIVOS.....	18
2.2.1 Objetivo principal	18
2.2.2 Objetivos específicos	18
2.3 JUSTIFICATIVA.....	19
2.4 DELIMITAÇÃO.....	19
2.5 LIMITAÇÕES.....	19
2.6 DELINEAMENTO.....	20
3. EMISSÕES DE POLUENTES.....	22
3.1 POLUENTES GLOBAIS.....	22
3.2 POLUENTES LOCAIS.....	23
3.3 REGULAMENTAÇÃO DE POLUENTES NO BRASIL.....	24
3.4 EMISSÕES NACIONAIS.....	25
3.4.1 Emissões Nacionais – Setor de Energia	26
3.4.2 Emissões Nacionais – Transporte de Passageiros.....	28
4. INVENTÁRIOS DE EMISSÕES E METODOLOGIA.....	31
4.1 INVENTÁRIOS – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	31
4.1.1 Potencial de Aquecimento Global e Unidade Comum de CO₂eq.....	35
4.2 INVENTÁRIOS – METODOLOGIA.....	37
4.3 INVENTÁRIO DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS POR VEÍCULOS AUTOMOTORES RODOVIÁRIOS (INEAVAR).....	39
4.3.1 Metodologia do INEAVAR – Estruturação	39
4.3.2 Metodologia do INEAVAR – Equação geral	42
5. ESTUDO DE CASO DE CANOAS, RS	43
5.1 CONTEXTO: CIDADE E ENTORNOS.....	43
5.2 CONTEXTO: FROTA MUNICIPAL E SERVIÇO DE TRANSPORTE PÚBLICO....	43
5.3 PROJETO AEROMÓVEL.....	46

5.3.1 Descrição Técnica.....	46
5.3.2 Implantação do Aeromóvel em Canoas.....	48
5.3.3 Detalhamento da Linha 1 do Aeromóvel	49
5.4 INFORMAÇÕES OBTIDAS.....	49
6. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO.....	51
6.1 ETAPAS.....	51
6.2 CENÁRIOS CONSIDERADOS.....	56
6.3 PREMISSAS ADOTADAS.....	56
7. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA E RESULTADOS OBTIDOS	57
7.1 CENÁRIO BASE.....	57
7.2 CENÁRIO FUTURO	59
7.3 RESULTADOS OBTIDOS.....	62
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	63
REFERÊNCIAS	65
ANEXO A.....	68
ANEXO B	80

1. INTRODUÇÃO

A intensificação do processo de urbanização das cidades acompanhado do crescimento populacional faz com que o transporte de pessoas seja um serviço cada vez mais necessário. Atualmente, 84% da população brasileira vive nas cidades e a previsão para o ano de 2020 é que este número chegue a 90%, aumentando a demanda por transportes nas suas diversas formas (ONU-Habitat, 2012).

A predominância do transporte individual sobre o transporte coletivo no contexto brasileiro aliado à dependência de combustíveis fósseis como forma de propulsão da maioria dos veículos motorizados, até hoje, gera externalidades ao meio ambiente, sendo importante contribuinte para elevados níveis de poluição atmosférica local e fonte de emissões de gases de efeito estufa (GEE). Em 2015, o setor de transportes, no Brasil, foi responsável por 42% das emissões de gás carbônico (CO₂) associadas à matriz energética (EPE, 2016). Ainda, estima-se que a exposição prolongada aos poluentes atmosféricos, no Brasil, seja causa de adoecimento e leve a 62,2 mil mortes prematuras por ano (WBG, 2016).

Além disso, como consequência da tendência mundial de aumento nos registros anuais de emissões de GEE, verificou-se que o ano de 2016 foi o ano mais quente de que se tem registro até o momento (WMO, 2017). Acompanhado de altas temperaturas, as mudanças climáticas acarretam em aumento dos níveis marítimos, acidificação dos oceanos e ocorrência de eventos naturais extremos.

Neste sentido, estudar tecnologias que levem ao decréscimo das emissões e possam ser empregadas em cidades, tornando, ainda, os sistemas de transportes urbanos mais eficientes e ambientalmente sustentáveis são importantes para que cidades possam atingir níveis de emissões apropriados, concentrações de poluentes atmosféricos aceitáveis e contribuam ao cumprimento de metas nacionais de mitigação acordadas internacionalmente.

Assim, é de interesse deste trabalho analisar como a implantação de um sistema aeromóvel é capaz de impactar nas emissões de poluentes geradas pelo serviço de transporte público coletivo de uma cidade. Para isso, deseja-se verificar, através de estimativas e quantificação de emissões, o potencial de mitigação que pode ser esperado para a cidade de Canoas, quando da substituição parcial da frota de ônibus urbanos pela implantação do sistema aeromóvel.

2. DIRETRIZES DO TRABALHO

As diretrizes para o desenvolvimento do trabalho estão apresentadas a seguir.

2.1 QUESTÃO DE PESQUISA

A questão de pesquisa do trabalho é: utilizando-se um determinado método de estimativa de quantificação de emissões de poluentes e dada uma composição de frota de ônibus que realizam o serviço de transporte público municipal, qual o impacto que a implantação de um sistema aeromóvel é capaz de promover, no total de emissões do setor, ao substituir parte da frota de coletivos urbanos?

2.2 OBJETIVOS

Os objetivos principal e secundários estão indicados nos itens a seguir.

2.2.1 Objetivo principal

O objetivo principal deste trabalho é estimar e avaliar o potencial de mitigação de emissões de poluentes globais e locais que a redução da frota de ônibus do serviço de transporte público da cidade é capaz de promover, em decorrência da implantação e integração de um sistema aeromóvel com os demais sistemas de transporte públicos de Canoas.

2.2.2 Objetivos específicos

São objetivos específicos deste trabalho a avaliação e quantificação de emissões que a atual operação de ônibus urbanos gera na cidade de Canoas, em comparação à estimativa de emissões geradas em um cenário futuro – o qual considera a redução de frota, implantação e integração do sistema aeromóvel com os demais sistemas de transportes público do município. Para tal, será avaliado o método mais adequado para calcular as emissões e aplicado sobre o banco de dados do caso de estudo.

2.3 JUSTIFICATIVA

O trabalho se mostra pertinente ao investigar um dos serviços urbanos que mais contribui para emissões de GEE e poluentes locais municipais, sobretudo considerando a intensificação do processo de urbanização e aumento da necessidade de deslocamentos previstas para os próximos anos. Ainda, tendo em vista o comprometimento recente do Brasil diante das mudanças climáticas e da necessidade de limitar a geração de emissões, espera-se verificar que entre os prováveis benefícios decorrentes da implantação do aeromóvel, inclui-se a redução de emissões de gases. No caso de Canoas, o sistema vem a substituir parte da frota de ônibus mais antiga em operação do transporte público da cidade.

2.4 DELIMITAÇÃO

O presente projeto considera para fins de análises apenas as emissões diretas (de descarga) geradas pela frota de ônibus urbanos do serviço de transporte público de Canoas, produzidas a partir da queima de combustível diesel como forma de propulsão dos veículos. Não serão quantificadas as emissões indiretas relativas ao processo de extração e produção do combustível fóssil, de evaporação, tão pouco as variações operacionais de condução ou manutenção como: carregamento e ocupação dos veículos, produtividade do transporte, variação da velocidade operacional da frota, emissões fugitivas¹, e outros. Também não são objetos de estudo deste trabalho poluições do tipo sonora ou visual.

2.5 LIMITAÇÕES

Considera-se uma limitação do trabalho a inexistência, até o momento, de uma metodologia específica para quantificar as emissões produzidas por um sistema aeromóvel. Assim, é admitido que para este sistema, as únicas emissões geradas são as indiretas – relativas à geração e distribuição da eletricidade necessária à propulsão do sistema. Embora tais processos gerem externalidades ao meio ambiente, estimar as emissões provenientes deste processo envolve estudo detalhado e análise de matriz energética – fugindo ao escopo do presente trabalho. Deste modo, será considerado neste trabalho, para fins comparativos, que o sistema aeromóvel não emite poluentes de nenhum tipo.

¹ Emissões fugitivas correspondem a todas as emissões de GEE, intencionais ou não, que decorrem da extração, do processamento, da estocagem ou do transporte dos combustíveis fósseis sólidos (carvão) ou líquidos (petróleo e gás) até o ponto de consumo final. (FEPAM, 2010)

2.6 DELINEAMENTO

O trabalho foi realizado através das seguintes etapas:

- a) pesquisa bibliográfica;
- b) determinação da metodologia de quantificação de emissões mais apropriada para o objetivo proposto;
- c) coleta de dados através de contato com a Prefeitura de Canoas, Secretaria de Transportes e empresa Aeromóvel;
- d) organização dos dados e realização das análises;
- e) tratamento dos dados;
- f) escrita e apresentação dos resultados;
- g) conclusões.

De início e também ao longo de todo o trabalho foi feita pesquisa bibliográfica a fim de embasar o seu desenvolvimento. Através dela que foi definido o método de quantificação de emissões mais apropriado para atingir o objetivo proposto.

A metodologia definida é aplicável à estimativa de emissões geradas por ônibus que realizam transporte rodoviário. Para o caso de Canoas, foi utilizada para quantificar as emissões geradas pelo serviço de transporte público municipal por ônibus à diesel. Nela foram contempladas as informações específicas de tecnologia e operação dos coletivos.

Ainda, dados do ano de 2015 referentes à composição de frota dos coletivos bem como do projeto previsto para o sistema aeromóvel foram obtidos com os órgão responsáveis. Através de contato com a Prefeitura de Canoas e a Secretaria Municipal de Transportes, foram recebidas informações referentes à quilometragem anual percorrida pelos veículos, além da sua idade e modelo de ônibus.

De posse das informações necessárias, procedeu-se às devidas análises, através de planilha eletrônica configurada pelo autor, para estimar o total de emissões do serviço de transporte público da cidade de Canoas em dois diferentes cenários. São eles:

- i) Cenário Base;
- ii) Cenário Futuro;

O cenário base contempla a configuração do serviço e a composição de frota do ano de 2015, sem a implantação do sistema aeromóvel. Já o cenário futuro inclui o novo modal e considera,

ainda, a integração com os demais sistemas de transportes e redução de parte da frota de ônibus existente.

Tendo a planilha eletrônica programada e os dados definidos, procedeu-se à realização de análise dos cenários e com isso, obteve-se o total de emissões de poluentes gerados em cada caso. Um tratamento dos dados foi realizado, incluindo ajustes computacionais e numéricos, agrupamento dos valores, tabulação, entre outros.

Em seguida, realizou-se a escrita e apresentação dos resultados e análises dos valores obtidos. O potencial de redução de emissões provenientes da implantação do sistema aeromóvel se dá pela diferença entre o total de emissões geradas entre os dois cenários citados. Por fim, as conclusões do trabalho realizado foram escritas, visando responder à questão central de pesquisa do trabalho e ao objetivo proposto.

3. EMISSÕES DE POLUENTES

Este capítulo apresenta os principais poluentes atmosféricos bem como uma análise do cenário brasileiro e suas principais fontes emissoras. São identificadas as parcelas de contribuição do setor energético nacional bem como do serviço de transporte urbano de passageiros no Brasil.

3.1 POLUENTES GLOBAIS

As emissões veiculares podem ser classificadas em duas formas: poluentes globais e poluentes locais. A diferença se dá principalmente pela abrangência dos impactos causados pelos seus principais poluentes (Carvalho, 2011).

Os poluentes globais geram impacto no planeta como um todo e são chamados gases de efeito estufa (GEE). Existem basicamente duas formas pelas quais os poluentes se diferenciam uns dos outros: a sua capacidade de absorver energia e por quanto tempo eles permanecem na atmosfera (US EPA, 2016). De toda forma, os GEE atuam absorvendo energia e dificultando liberação de energia para o espaço. Dentre seus principais poluentes, destacam-se o dióxido de carbono (CO_2) e o metano (CH_4).

Historicamente, os níveis de concentração de CO_2 na atmosfera vêm crescendo desde o início da Revolução Industrial. Devido ao aumento populacional, intensificação de práticas de agricultura, aumento da ocupação e uso do solo, desmatamento e industrialização – associado ao uso energético de fontes fósseis de combustíveis – houve um aumento de 144% na concentração atmosférica de CO_2 entre os anos de 1750 e 2015 (WMO bulletin, 2016).

Para o mesmo período citado, o CH_4 teve sua concentração atmosférica aumentada em 256%. Isso passa a ser ainda mais relevante quando considerado o seu potencial de aquecimento global (GWP, em inglês) – que é de 28, segundo IPCC (2014). Em outras palavras, isso significa dizer que, em um período de 100 anos, o metano provoca 28 vezes mais aquecimento do que o CO_2 .

Como efeito direto do aumento das emissões, o ano de 2016 foi o ano mais quente de que se tem registro até o momento (WMO, 2017). Acompanhado de altas temperaturas, as mudanças climáticas ainda acarretam em aumento dos níveis marítimos, acidificação dos oceanos e

ocorrência de eventos naturais extremos. Como exemplo, podem ser destacados o ciclone Yolanda (Typhoon Haiyan), ocorrido em novembro de 2013 nas Filipinas, que resultou em mais de 7.800 mortos e o furacão Sandy (Sandy Hurricane), ocorrido em outubro de 2012, que gerou perdas econômicas de US\$ 67 bilhões no Estados Unidos (WMO, 2016).

Neste sentido, acordos internacionais e metas nacionais têm sido estabelecidas com o objetivo de restringir o crescimento das emissões de GEE. No Brasil, o compromisso mais recente adotado foi o Acordo de Paris, firmado durante a 21ª Conferência das Partes (COP21) da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC), em dezembro de 2015. Nesta oportunidade, o país estabeleceu o seguinte:

[...] o Brasil pretende comprometer-se a reduzir as emissões de gases de efeito estufa em 37% abaixo dos níveis de 2005, em 2025 e a reduzir as emissões de gases de efeito estufa em 43% abaixo dos níveis de 2005, em 2030 (iNDC², 2015).

3.2 POLUENTES LOCAIS

Os poluentes locais, por sua vez, restringem-se a mudanças na qualidade do ar e concentração de poluentes no entorno de onde foram produzidos. Em geral, estão propensos a reações físicas e químicas na atmosfera, sendo, portanto, fenômenos dinâmicos e complexos. Como exemplo, pode-se citar a fuligem expelida pelos veículos motorizados e que se depositam em calçadas, ruas e fachadas de edificações. Destacam-se, ainda, as formações de chuvas ácidas e *smog* (névoa densa) devido à grande concentração de ozônio no ar (Carvalho, 2011).

A exposição prolongada a poluentes deste tipo geram consequências graves na saúde e na qualidade de vida da população. Alterações clínicas têm sido documentadas na forma de exacerbações de sintomas respiratórios e cardiovasculares, aumento das crises de asma e dor pré-cordial, maior uso de medicamentos, número de consultas em pronto-socorro e internações hospitalares (Saldiva, et al; 2002).

Estima-se que, anualmente, 2,9 milhões de mortes prematuras ocorram no mundo devido à poluição do ar (WBG, 2016). Ainda, quando quantificados os anos de vida produtiva perdidos, o Banco Mundial aponta que, em 2013, isso custou à economia global

² iNDC Brasileira, acessada por:

<http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80108/BRASIL%20iNDC%20portugues%20FINAL.pdf>

aproximadamente US\$ 225 bilhões. No Brasil, esses números chegaram à 62,2 mil mortes prematuras e um prejuízo estimado de US\$ 4,9 bilhões (cerca de R\$ 15,8 bilhões), respectivamente.

Ainda, segundo dados da Organização Mundial da Saúde, mais de 80% da população urbana mundial vive em áreas com concentração de material particulado acima do máximo recomendado (de cerca de 10 microgramas por metro cúbico para o material particulado fino, MP_{2,5}). A média do Brasil, em 2014, foi de 11,9 microgramas por metro cúbico (WHO, 2016).

Cabe ressaltar que dentre os poluentes locais, este poluente – o MP_{2,5} – é potencialmente nocivo à saúde humana, pois suas partículas atingem as regiões mais profundas do sistema respiratório, sendo causa de câncer respiratório, arteriosclerose, inflamação do pulmão e morte. O numeral 2,5 refere-se ao tamanho aerodinâmico médio das partículas, cujo limite é igual ou menor à 2,5 micrometros (µm).

3.3 REGULAMENTAÇÃO DE POLUENTES NO BRASIL

De forma geral, o controle das emissões é feito através da adoção de medidas regulatórias que têm como objetivo a implantação de padrões para uma qualidade e redução no nível das emissões veiculares (Jacondino, 2005). Os Estados Unidos foram pioneiros na implantação deste tipo de medida, desenvolvendo o *Clean Air Act* em 1970, complementado em 1990. No Brasil, foi implantado o Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE), através da Resolução CONAMA nº 18 de 1986.

Em 28 de outubro de 1993, a lei nº 8.723 endossou a obrigatoriedade de reduzir os níveis de emissão dos poluentes de origem veicular, contribuindo para induzir o desenvolvimento tecnológico dos fabricantes de combustíveis, motores e autopeças, e permitindo que veículos nacionais e importados passassem a atender aos limites estabelecidos.

Entre as medidas nacionalmente estabelecidas, os limites de emissões que os veículos automotores deveriam atender tornaram-se cada vez mais restritivos, conforme suas fases de implantação. Ainda através do PROCONVE, foram estabelecidos procedimentos para ensaios e para medição das emissões para veículos leves e pesados. Assim, para que um novo veículo possa entrar no mercado brasileiro, ele deve atender, mediante teste padronizado, aos limites de emissões impostos pelo Programa.

3.4 EMISSÕES NACIONAIS

O Brasil monitora suas fontes de emissões de gases de efeito estufa bem como suas respectivas parcelas de contribuição através de estimativas anuais de emissões agrupadas por diferentes setores. O Observatório do Clima divulgou, em 2013, o Sistema de Estimativa de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SEEG), analisando as emissões brasileiras no período de 1990 até 2012. As fontes emissoras foram agrupadas da seguinte forma:

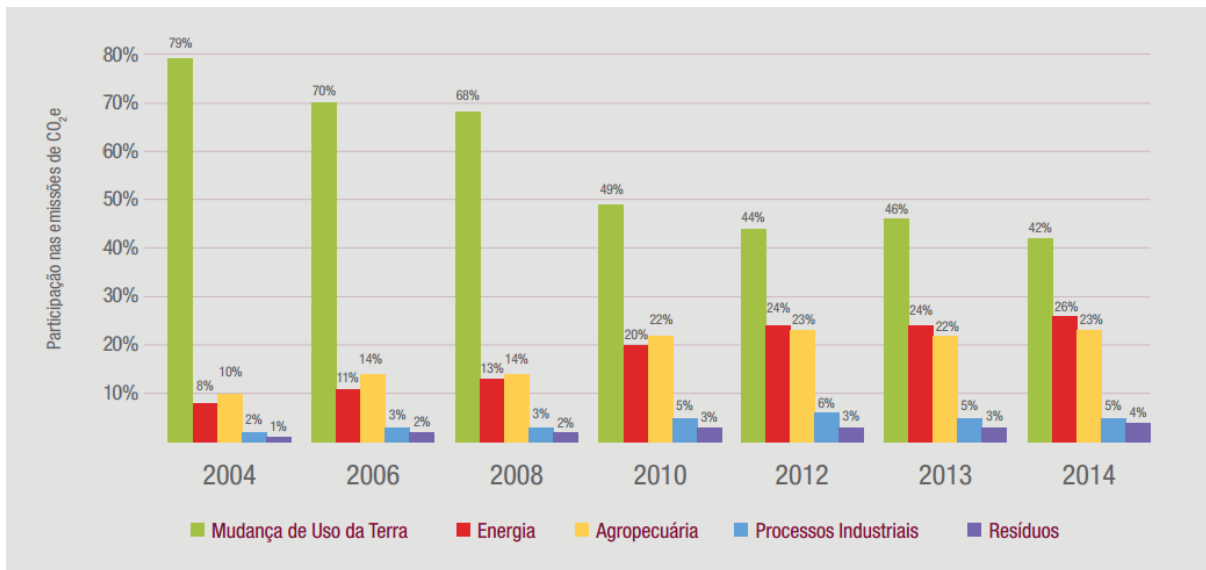
- I. Mudança de Uso da Terra;
- II. Agropecuária;
- III. Energia;
- IV. Processos Industriais e Uso de Produtos;
- V. Resíduos.

A atividade de transportes, de especial interesse deste trabalho, enquadra-se no setor de Energia. Também enquadram-se nesta categoria produção e consumo de combustíveis e energia elétrica (Observatório do Clima, 2015).

A partir da quarta versão do SEEG, divulgada em 2016, foram analisadas estimativas das emissões para o período 1990-2014. Neste período, o setor que apresentou maior aumento da taxa anual de emissões foi o de Energia. O setor passou de 190 milhões de toneladas de CO₂ equivalente em 1990 para 479 milhões de toneladas no ano de 2014 – um aumento de 152%.

Neste sentido, o aumento da participação do setor de Energia nas emissões de GEE aliado à queda das taxas de desmatamento na Amazônia nos últimos anos – e consequente redução na contribuição do setor de Mudança de Uso da Terra – faz com que o setor energético venha tendo importância cada vez mais significativa nas emissões brasileiras. O gráfico 1 apresenta o aumento histórico do setor no período de 2004 a 2014.

Gráfico 1 - Emissões brasileiras brutas de GEE por setor (2004-2014).



Fonte: IEMA, 2016.

Nota-se que a partir do ano de 2012, o setor de Energia superou as emissões do setor de Agropecuária, tornando-se o segundo maior responsável pelas emissões brasileiras – chegando a 26% no ano de 2014, atrás apenas do setor de Mudança de Uso da Terra (42%). Ainda segundo a quarta versão do SEEG, quando consideradas as emissões líquidas³, o setor de energia corresponde à 39% das emissões, já sendo a principal fonte de GEE do Brasil (Observatório do Clima, 2016).

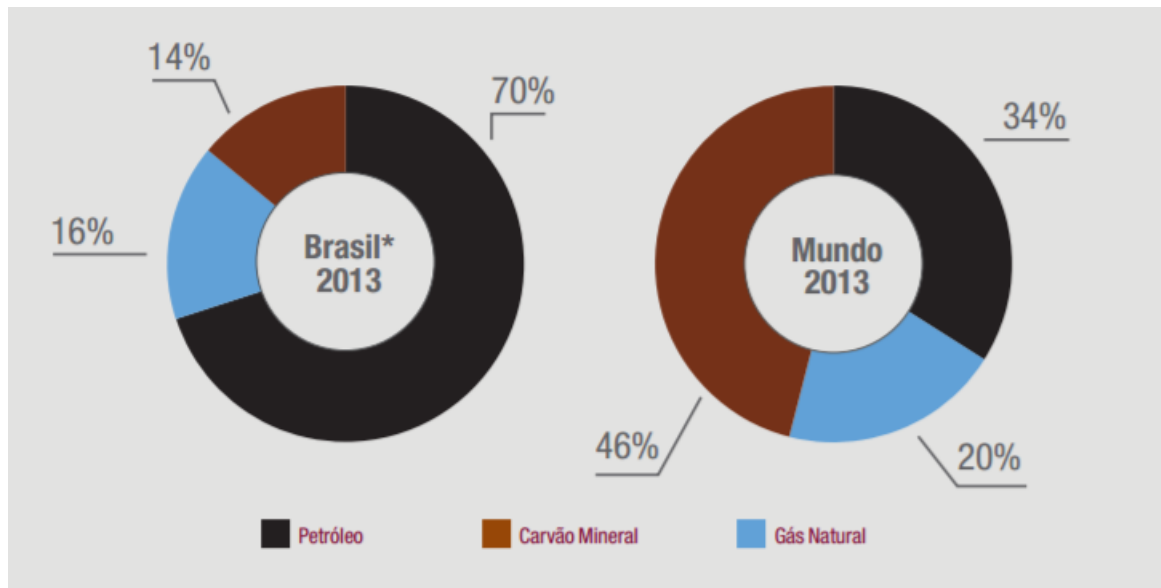
3.4.1 Emissões Nacionais – Setor de Energia

Aprofundando as análises quanto ao Setor de Energia, nota-se que a matriz energética brasileira apresenta grande dependência das fontes de energia de origem fóssil. A fonte primária mais importante é o petróleo, que no ano de 2014 representou 39% de toda a energia ofertada (IEMA, 2016). Não obstante, esta mesma fonte foi responsável por 70% das emissões de CO₂ equivalentes pela queima de combustíveis no Brasil em 2013.

O gráfico 2 apresenta o perfil de emissões de CO₂ pela queima de combustíveis no Brasil em comparação com o mundo em 2013, por fonte primária de energia.

³ Emissões líquidas são as emissões brutas descontadas as remoções de dióxido de carbono pelas mudanças de uso do solo, isto é, a quantidade de gases de carbono fixados pelo crescimento da vegetação (emissões menos remoções). No inventário brasileiro, além de considerar restauração de florestas, regeneração de pastos e sumidouros de carbono, foram consideradas como remoção antrópica os aumentos de estoques de carbono em florestas naturais quando localizadas em unidades de conservação ou terras indígenas. (SEEG, 2016)

Gráfico 2 - Emissões de CO₂ pela queima de combustíveis no Brasil e no mundo em 2013, por fonte primária de energia.

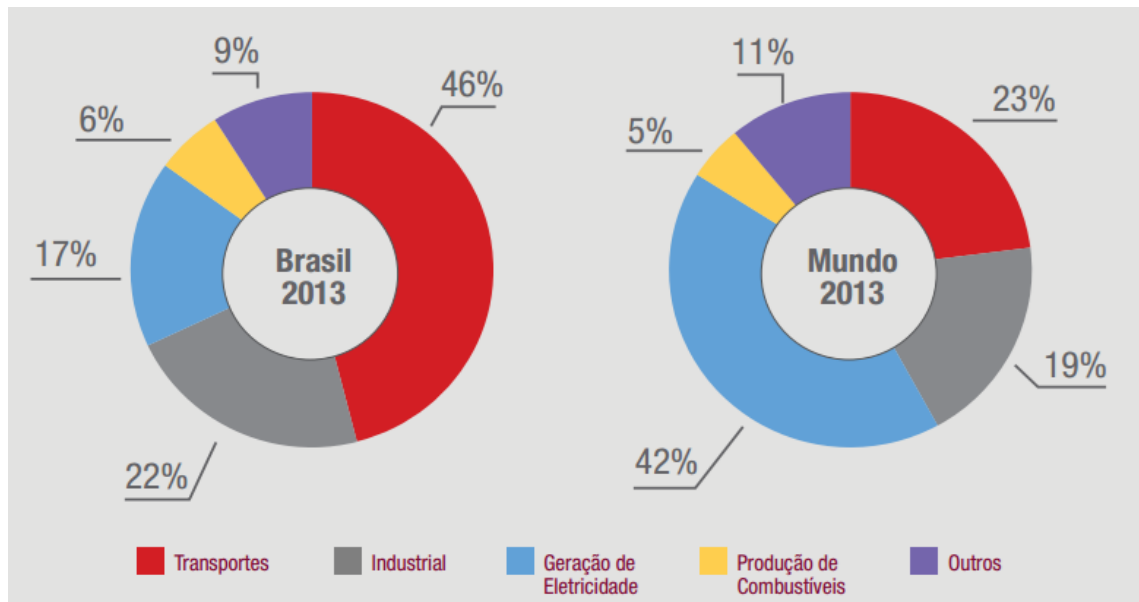


Fonte: IEMA, 2016.

Observa-se que a fonte majoritária das emissões relativas às fontes primárias de energia é o petróleo (70%), seguido do gás natural (16%) e do carvão mineral (14%). Esta proporção difere da média mundial (34%, 20% e 46%, respectivamente), uma vez que a produção de eletricidade no Brasil é baseada em hidroelétricas – ao contrário da maior parte do mundo – tendo baixa necessidade de utilização de termoelétricas e, portanto, pouca queima de carvão mineral e baixa participação nas emissões de CO₂.

Desta forma, as emissões geradas pelo segmento dos transportes no Brasil apresentam-se potencialmente mais importante, uma vez que dependem do consumo de derivados do petróleo e chegam a atingir 46% das emissões de CO₂ pela queima de combustíveis no Brasil, conforme apresentado no gráfico 3, a seguir.

Gráfico 3 - Perfil de emissões de CO₂ pela queima de combustíveis no Brasil e no mundo em 2013, por segmento.



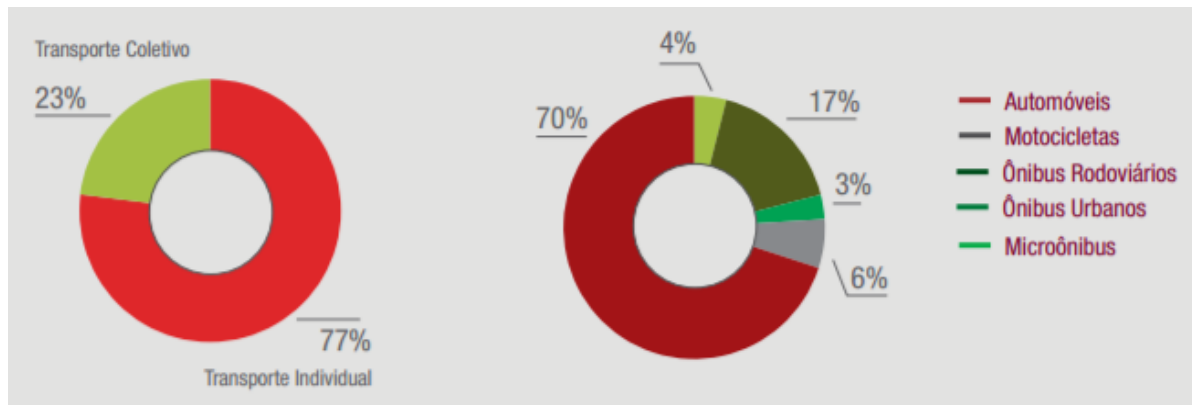
Fonte: IEMA, 2016.

Nota-se, assim, a importante contribuição que o segmento de transportes exerce no total de emissões de CO₂ por queima de combustíveis no setor de Energia nacional. A relevância de intervenções e inovações tecnológicas no setor que auxiliem a mitigar as emissões de GEE fica novamente justificada.

3.4.2 Emissões Nacionais – Transporte de Passageiros

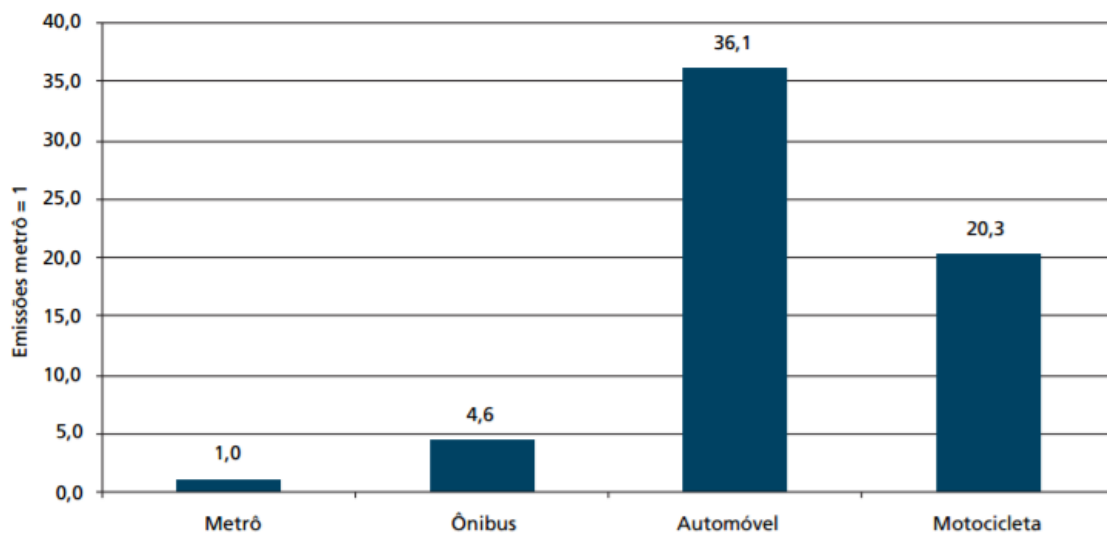
Com relação as emissões geradas pelo transporte de passageiros no Brasil, elas representaram 20% das emissões dos setores de Energia e Processos Industriais e Uso de Produtos em 2014 (IEMA, 2016). O modal rodoviário, ainda, respondeu por 89,8% das suas emissões de CO₂. Observa-se, a partir da análise do gráfico 4, que a predominância das emissões é devida ao transporte individual – com 77% das emissões de GEE – enquanto que o transporte coletivo é responsável por 23% delas.

Gráfico 4 - Contribuição de emissões de GEE no transporte rodoviário de passageiros.



Fonte: adaptado de IEMA, 2016.

Ainda, analisando o potencial de geração de emissões por matriz modal, conforme ilustrado no gráfico 5, percebe-se o grande impacto que a predominância do transporte individual (em especial, o automóvel particular) gera nos sistemas de transportes brasileiro. A predominância do transporte individual corrobora para que níveis elevados de emissões de GEE sejam gerados pelo serviço de transporte de passageiros.

Gráfico 5 - Índice de emissões de CO₂ do transporte de passageiros por quilômetro no Brasil.

Fonte: Carvalho, 2011.

Enquanto o metrô gera 1 unidade de emissão, o automóvel emite, proporcionalmente, 36,1 unidades de emissão. Sob a ótica de mitigação de emissões, nota-se, ainda, a importância de

transferir usuários do transporte individual motorizado para os coletivos, como ônibus e metrô.

Neste sentido, o sistema aeromóvel se apresenta como uma alternativa de transporte de média capacidade que poderia conciliar a prestação de serviço de transporte de passageiros de forma eficiente e atrativa – causando redução nas emissões de CO₂. A seção 5.3 deste trabalho apresenta mais informações a respeito dessa tecnologia bem como suas principais vantagens.

4. INVENTÁRIOS DE EMISSÕES E METODOLOGIA

Segundo definição apresentada pelo Ministério do Meio Ambiente (2014):

[...] os inventários de emissões de poluentes atmosféricos são instrumentos estratégicos de gestão ambiental que estimam, de forma especificada, as emissões numa dada área geográfica e num dado período de tempo, permitindo assim, dependendo de sua escala ou resolução, orientar a adoção de medidas de intervenção.

Realizar um inventário de emissões de GEE implica em ter um diagnóstico das atividades e setores que emitem altos índices de poluentes, permitindo, assim, o direcionamento de ações e a implantação de estratégias voltadas à mitigação. Tal documento pode ser considerado como o primeiro passo para que um cenário de baixo carbono possa ser planejado, desenvolvido e atingido (Jacondino, 2005).

No âmbito dos transportes, estes documentos são métodos importantes para a avaliação da eficácia das políticas de transporte que visem a redução das emissões veiculares. Erros nesta avaliação podem levar à prática de políticas ineficientes, sendo, por isso, fundamental compreender os modelos de quantificação de emissões para a correta análise dos resultados gerados (ibid).

4.1 INVENTÁRIOS – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Segundo Cavalcanti (2003), as várias fontes de emissões de poluentes podem ser classificadas nas seguintes categorias:

- i. Fontes estacionárias (ou fixas): compostas por atividades individualmente significativas, como a poluição dos processos industriais ou, ainda, formado por atividades pouco significativas nas áreas urbanas, como queimadas e queima de combustíveis em padaria, hotéis e outras atividades não-industriais;
- ii. Fontes móveis: compostas por todos os meios de transporte aéreo, marítimo e terrestre que utilizem motores à combustão como força motriz;

- iii. Fontes naturais: compostas por todos os processos naturais de emissão que ocorrem há milhares de anos, como atividades vulcânicas, aerossóis marinhos, entre outros.

Cabe ressaltar que as emissões atmosféricas das fontes naturais ocorrem com frequência diferente das emissões de fontes antropogênicas, porém são significativas e interferem na concentração e evolução dos níveis de poluentes atmosféricos da mesma forma.

As emissões provenientes da atividade de transporte, por sua vez, enquadram-se nas fontes móveis de emissões. À nível de transporte terrestre, o presente trabalho focará no transporte rodoviário. Neste sentido, os quadros 1 e 2, a seguir, definem e identificam os principais poluentes gerados pelos diferentes tipos de veículos automotores, conforme apresentado no Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários (INEAVAR), divulgado pelo Ministério do Meio Ambiente.

Quadro 1 - Categorização geral de frota de veículos.

Categorias	Motor/Combustível	Definição
Automóveis	Otto/Gasolina C Otto/Etanol Hidratado Otto/ <i>Flex Fuel</i> Otto/GNV	Veículo automotor destinado ao transporte de passageiros, com capacidade para até oito pessoas, exclusive o condutor.
Veículos Comerciais Leves	Otto/Gasolina C Otto/Etanol Hidratado Otto/ <i>Flex Fuel</i> Diesel	Veículo automotor destinado ao transporte de pessoas ou carga, com peso bruto total de até 3.500 kg.
Motocicletas	Otto/Gasolina C Otto/ <i>Flex Fuel</i>	Veículo automotor de duas rodas, com ou sem <i>side-car</i> , dirigido em posição montada.
Caminhões leves (3,5t < PBT < 10t)	Diesel	Veículo automotor destinado ao transporte de carga, com carroçaria, e PBT superior a 3.500 kg.
Caminhões médios (10t < PBT < 15t)		
Caminhões pesados (PBT ≥ 15t)		
Ônibus urbanos	Diesel	Veículo automotor de transporte coletivo.
Ônibus rodoviários		

Fonte: adaptado de MMA, 2011.

Quadro 2 - Poluentes gerados por tipo de veículo.

Poluentes		Automóveis e comerciais leves do ciclo Otto		Motocicletas		Veículos do ciclo diesel	Veículos a GNV
		Gasolina C	Etanol hidratado	Gasolina C	Etanol hidratado		
Emissões de escapamento	Monóxido de carbono (CO)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Óxidos de nitrogênio (NO _x)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Material Particulado (MP)*	✓		✓		✓	
	Aldeídos (RCHO)	✓	✓				✓
	Hidrocarbonetos não-metano (NMHC _{escap})	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Metano (CH ₄)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Dióxido de carbono (CO ₂)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Óxido Nitroso (N ₂ O)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Emissões evaporativas (NMHC_{evap})		✓	✓				

* Material particulado gerado pela queima de combustíveis.

Fonte: adaptado de MMA, 2014.

Nota-se que o monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NO_x), hidrocarbonetos não-metano (NMHC_{escap}), metano (CH₄), dióxido de carbono (CO₂) e óxido nitroso (NO₂) são poluentes emitidos pelo escapamento e gerados por todos os tipos de veículos e de combustíveis apresentados na tabela. O mesmo também ocorre para as emissões de material particulado (MP) por desgaste de freios e pneus e de pista.

Para este trabalho, dar-se-á especial atenção aos ônibus urbanos – veículos automotores de transporte coletivo propulsionados à diesel. Dentre os poluentes emitidos por escapamento por esta categoria veicular destacam-se: monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NO_x), material particulado (MP), hidrocarbonetos não-metano (NMHC), metano (CH₄), dióxido de carbono (CO₂) e óxido nitroso (NO₂).

Cabe definir que as emissões ditas de escapamento referem-se aos poluentes gerados a partir da combustão do combustível, enquanto que as evaporativas dizem respeito à evaporação de parte de combustível quando do seu armazenamento no interior do veículo. Segundo a tabela, emissões deste último tipo ocorrem apenas nos automóveis e comerciais leves do ciclo Otto (gasolina C e etanol hidratado).

Ainda, conforme pode ser analisado na tabela 1 a seguir, o PROCONVE atribui respectivos fatores de emissão para cada tipo de poluente, conforme tecnologia empregada nas diferentes fases do programa, para os veículos do tipo pesados (P). Nesta tabela, adaptada do Ministério do Meio Ambiente (2014), apresentam-se os fatores de emissão para motores diesel na categoria de ônibus urbanos.

Estes valores servem para base de cálculo de estimativas de emissões em inventários e serão adotados para o desenvolvimento deste trabalho. O INEAVAR de 2014 apresenta algumas considerações relevantes, a saber:

[...] os fatores de emissão médios para motores pesados do ciclo diesel, apresentados pela CETESB e IBAMA, foram gerados nos ensaios de homologação segundo os ciclos estabelecidos nas normas técnicas ABNT-NBR 14489 e ABNT-NBR 15634. As emissões são medidas em termos da massa de poluentes gerados por unidade de trabalho realizado pelo motor expressas em $g_{\text{poluente}}/\text{kWh}$.

[...] os fatores expressos em $g_{\text{poluente}}/\text{kWh}$ são convertidos para $g_{\text{poluente}}/\text{km}$ utilizando operações que levam em conta o consumo específico do combustível ($g_{\text{diesel}}/\text{kWh}$), a densidade do óleo diesel ($g_{\text{diesel}}/L_{\text{diesel}}$) e a quilometragem por litro ($\text{km}/L_{\text{diesel}}$) dos veículos.

[...] os dados de consumo específico dos motores ($g_{\text{diesel}}/\text{kWh}$) até 2010 foram baseados em ensaios de motores realizados pela Mercedes-Benz e fornecidos pela ANFAVEA. Desde 2011 a referência para o consumo de combustível dos motores passa a ser a homologação pela CETESB.

[...] os dados de quilometragem por litro de combustível ($\text{km}/L_{\text{diesel}}$) para veículos a diesel (foram) baseados em informações levantadas pela ANFAVEA em 2008 e pela PETROBRAS em 2010.

Ainda, o Ministério do Meio Ambiente, durante o processo de estimativa de fator de emissão de MP para motores diesel, considerou valor válido para teor de enxofre no diesel como sendo o valor utilizado no ensaio de homologação dos ônibus urbanos – de acordo com seu respectivo ano/modelo e fase PROCONVE. Ainda, considerou desempenho de 2,3 km/L_{diesel} para ônibus urbanos.

Tabela 1 - Fatores de emissão de CO, NO_x, NMHC, MP e CO₂ para motores diesel

Categoria de Veículo	Fase do PROCONVE	Ano/modelo do veículo	CO (g/km)	NO_x (g/km)	NMHC (g/km)	MP (g/km)	CO₂ (kg/L)
Ônibus Urbanos	P2/P3	Até 1999	3,021	17,377	1,104	1,072	2,631
	P3/P4	2000-2001	2,715	10,979	0,905	0,533	2,613
	P4	2002-2003	1,479	10,718	0,505	0,209	2,603
	P4/P5	2004-2008	1,412	9,002	0,382	0,166	2,603
	P5	2009	1,628	7,657	0,233	0,135	2,603
	P5	2010	1,744	7,773	0,282	0,140	2,603
	P5	2011	1,462	7,682	0,179	0,130	2,603
	P7	2012	0,440	2,103	0,033	0,020	2,603

Fonte: adaptado de MMA, 2014.

Diante do exposto, a tabela 1 indica que, com o passar dos anos e o aprimorar das tecnologias, os fatores de emissão para motores diesel decresceram, de modo que a fase P7, atualmente em vigor, apresenta os fatores mais baixos de emissão de poluentes desde o início do programa.

Assim, entende-se que quanto mais nova a frota operante nos sistemas de transportes públicos de uma cidade, menores são os impactos ambientais por ela causados. Políticas públicas que incentivem ou exijam dos operadores de transporte coletivos municipais uma baixa idade média da frota ou, ainda, uma frequente renovação veicular dos ônibus urbanos contribuem para reduzir as emissões geradas pelo setor – sobretudo as emissões de poluentes locais.

4.1.1 Potencial de Aquecimento Global e Unidade Comum de CO_{2eq}

De maneira geral, no que diz respeito à quantificação de GEE, é utilizada a métrica do Potencial de Aquecimento Global (GWP - Global Warming Potential, em inglês) como fator de ponderação dos gases, permitindo compará-los e somá-los de modo a se chegar à unidade comum – o dióxido de carbono equivalente (CO_{2eq}) (MCT, 2014). Vale apontar que a métrica

do GWP foi introduzida pelo IPCC, adotada pela Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (UNFCCC), empregada pelo Protocolo de Kyoto e atualmente é mundialmente utilizada como métrica padrão (IPCC, 2014). A tabela 2 apresenta os gases de efeito estufa e seus respectivos GWP's.

Tabela 2 - Potencial de Aquecimento Global (GWP) dos gases de efeito estufa

Gases de Efeito Estufa	GWP (Potencial cumulativo ao longo de 100 anos)
CO ₂	1
CH ₄	28
N ₂ O	265
CF ₄	6630
HFC-152a	138

Fonte: adaptado de IPCC, 2014.

Analisando-se os valores, é correto inferir, por exemplo, que – em termos de potencial de aquecimento global – uma quilograma de CH₄ equivale à 28 quilogramas de CO₂. Da mesma forma, é correto interpretar que 28 quilogramas de CO₂ equivalente é a quantidade de gás carbônico que provocaria igual impacto de aquecimento global à uma quilograma de CH₄.

Para as análises referentes ao serviço de transporte, deve-se observar que, no caso de não haver combustão completa do combustível de origem fóssil, são gerados subprodutos que constituem-se de perigosos poluentes (Branco, 2004). Quantidades relativamente pequenas de metano e óxido nitroso são emitidas durante a combustão de veículos à diesel; a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (US EPA) ressalta que as emissões destes gases são fortemente significativas no caso de utilização de condicionadores de ar móveis e do transporte refrigerado de cargas (US EPA, 2016).

De todo modo, o INEAVAR incorporou em seu relatório final do ano de 2014, valores para os fatores de emissão de metano e óxido nitroso por quilômetro rodado – conforme especificações apresentadas pelo PROCONVE. Assim, três são os poluentes globais regulados no Brasil atualmente: gás carbônico, metano e óxido nitroso. A tabela 3 indica os fatores de emissão para o CH₄ e o N₂O. O fator de emissão para o CO₂ está apresentado na tabela 1.

Tabela 3 - Fatores de emissão de CH₄ e N₂O para ônibus (ciclo diesel)

Gás	Fator de emissão (gpoluente/km)
CH ₄	0,060
N ₂ O	0,030

Fonte: adaptado de MMA, 2014.

4.2 INVENTÁRIOS – METODOLOGIA

Para que seja possível entender o cenário das emissões e fazer estimativas futuras, é necessária a organização de um grande número de informações, ora reduzindo-as, combinando-as ou mesmo selecionando as mais representativas da realidade em um dado momento (MMA, 2014).

De início, deve-se ter claro que vários fatores técnicos, operacionais e de manutenção interferem na forma como ocorre a queima de combustível por motores a combustão – interferindo, também, nas emissões por ela produzidas. Destacam-se (Lima, G. S.; et al; 2014):

- i. Tipo ou tecnologia de fabricação do veículo;
- ii. Idade do veículo ou quilometragem;
- iii. Temperatura do ambiente;
- iv. Altitude e ciclo de operação (partidas a frio, paradas, mudanças de velocidade e velocidade média).

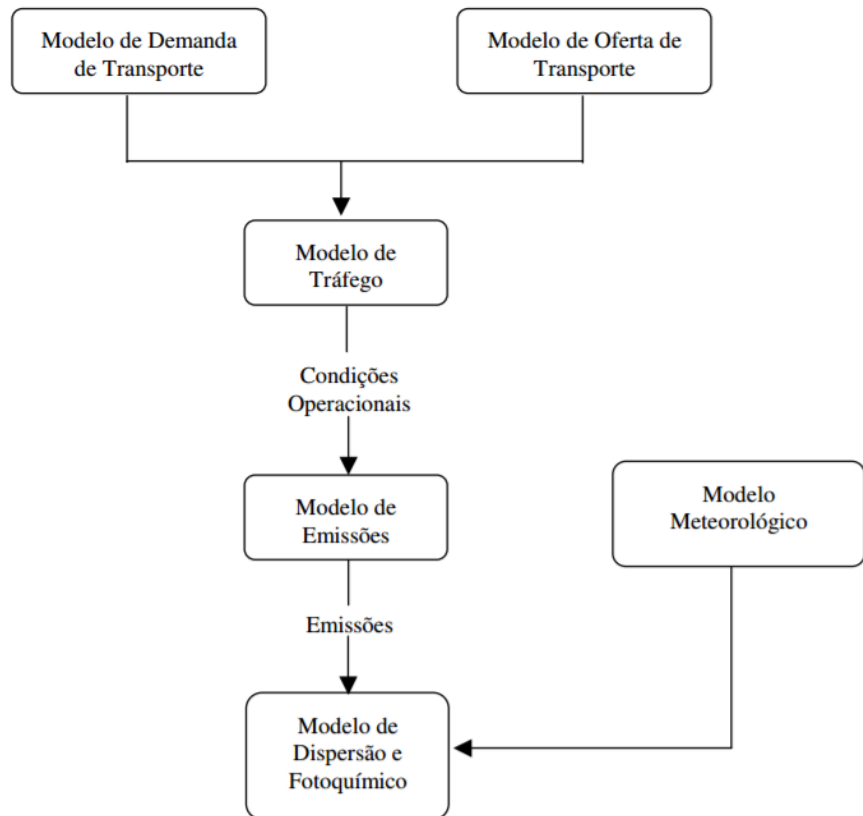
Como os comportamentos físicos e químicos desses processos são complexos e variáveis, utilizam-se ferramentas de modelagem através de modelos computacionais para estimar essas medições. Essas metodologias podem ser tão complexas quanto forem os dados disponíveis para modelar os efeitos dos fatores intervenientes (ibid).

Contudo, essa complexidade exige a sistematização da coleta e tratamento dos dados, e quando não existem informações adequadas e suficientes, são aplicadas simplificações nos modelos para ajustar a metodologia à disponibilidade de dados. Segundo Jacondino (2005):

[...] A modelagem das emissões veiculares é constituída de dois estágios: (i) a estimativa do nível de atividade das fontes emissoras; (ii) a quantificação das emissões geradas por estas atividades. A interação entre a demanda e a oferta de transporte determinam o fluxo

de tráfego na rede de transporte, isto é, o nível de atividade. Os veículos consomem combustível e produzem emissões. Estas emissões irão determinar a concentração de poluentes no ar.

Figura 1 - Modelos para estimativa do impacto do tráfego na qualidade do ar



Para a execução de uma modelagem completa das emissões veiculares é necessário, além das informações operacionais do tráfego, variável de grande importância, outras características dos veículos que exercem influência sobre o nível de emissões produzidos, tais como composição de frota, idade dos veículos, característica tecnológica dos veículos, percentual de viagens realizadas pelos veículos e características dos combustíveis.

Ainda, segundo a literatura, há dois modelos de avaliação de impactos ambientais das emissões que podem ser empregados. São eles: estáticos e dinâmicos. Os modelos estáticos utilizam dados mais agregados e estão baseados nas velocidades médias dos veículos, e são comumente utilizados para avaliações estratégicas ou para grandes áreas. Já os modelos

dinâmicos consideram a variação do modo de operação dos veículos ao longo do tempo medindo as emissões continuamente (Lima, G. S.; et al; 2014).

Neste sentido, é possível aplicar e combinar informações operacionais e de composição de frota com o modelo estático citado por Lima, G. S.; et al; (2014) e gerar um sistema consistente que quantifique as emissões produzidas pelos ônibus urbanos da cidade de Canoas, com base em idade dos veículos, característica tecnológica dos veículos, percentual de viagens realizadas e características dos combustíveis – conforme apontado por Jacondino (2005). Similar modelo para estimativa de emissões existe desenvolvido e disponibilizado pelo MMA, conforme apresentado nas seções a seguir.

4.3 INVENTÁRIO DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS POR VEÍCULOS AUTOMOTORES RODOVIÁRIOS (INEAVAR)

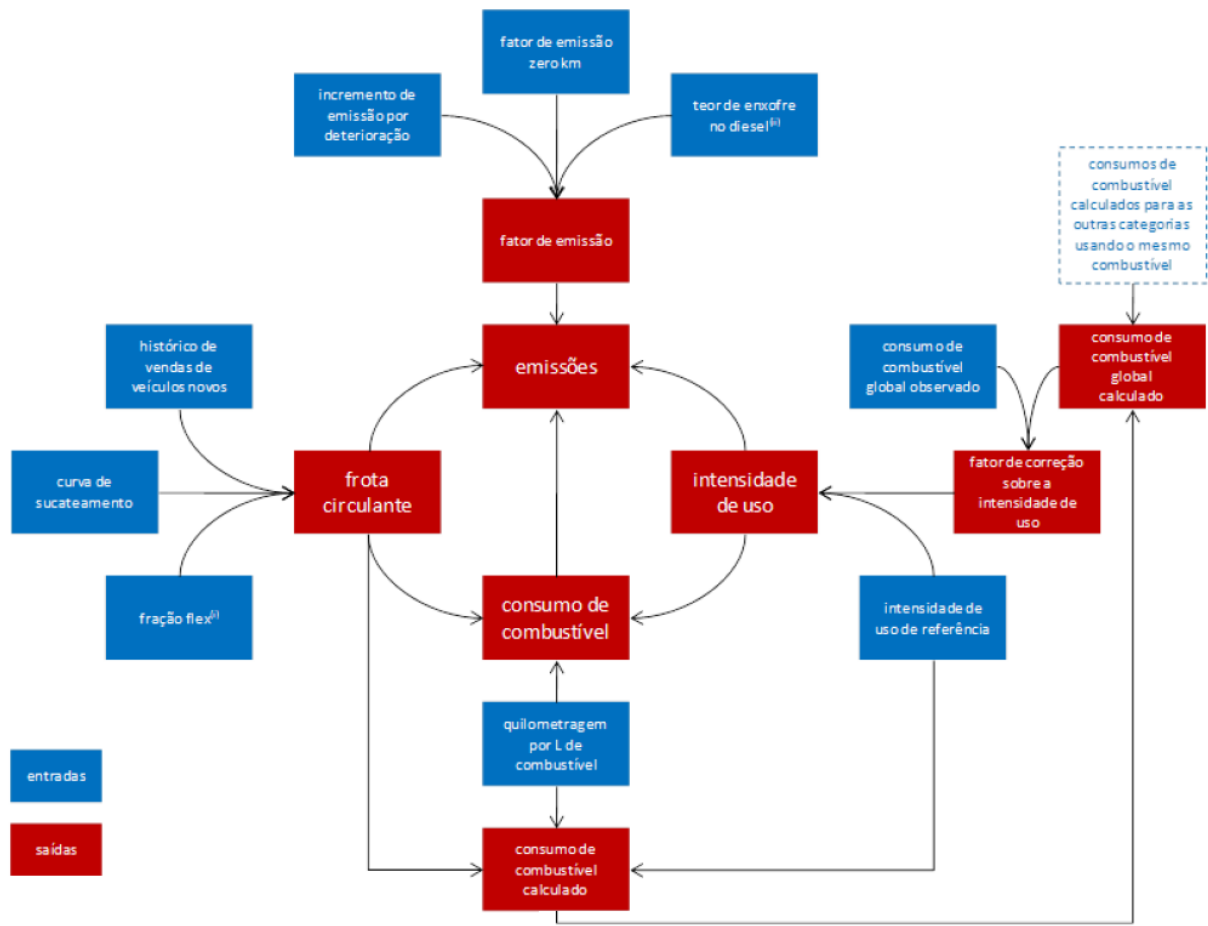
Nesta seção são apresentadas as principais características do modelo de quantificação para elaboração de inventários apresentada no Relatório Final do INEAVAR 2013: Ano-base 2012, divulgado pelo Ministério do Meio Ambiente (2014). Todas as informações aqui contidas foram baseadas e/ou extraídas da versão pública do documento.

Salienta-se que essa metodologia objetiva estimar as emissões de poluentes gerados pelos veículos automotores rodoviários, especificamente. Assim, enquadra-se nas circunstâncias e objetivo propostos por esse trabalho.

4.3.1 Metodologia do INEAVAR – Estruturação

Para conhecimento dos procedimentos necessários à estimativa final das emissões da frota de veículos circulante para cada ano-calendário, apresenta-se a figura 2. Percebe-se que, de forma genérica, a elaboração do inventário de emissões veiculares a partir da aplicação do INEAVAR depende de quatro grandes conjuntos de dados, a saber: frota de veículos em circulação, os fatores de emissão de poluentes, a intensidade de uso e o consumo de combustível.

Figura 2 - Procedimentos adotados para estimar as emissões atmosféricas por veículos automotores rodoviários



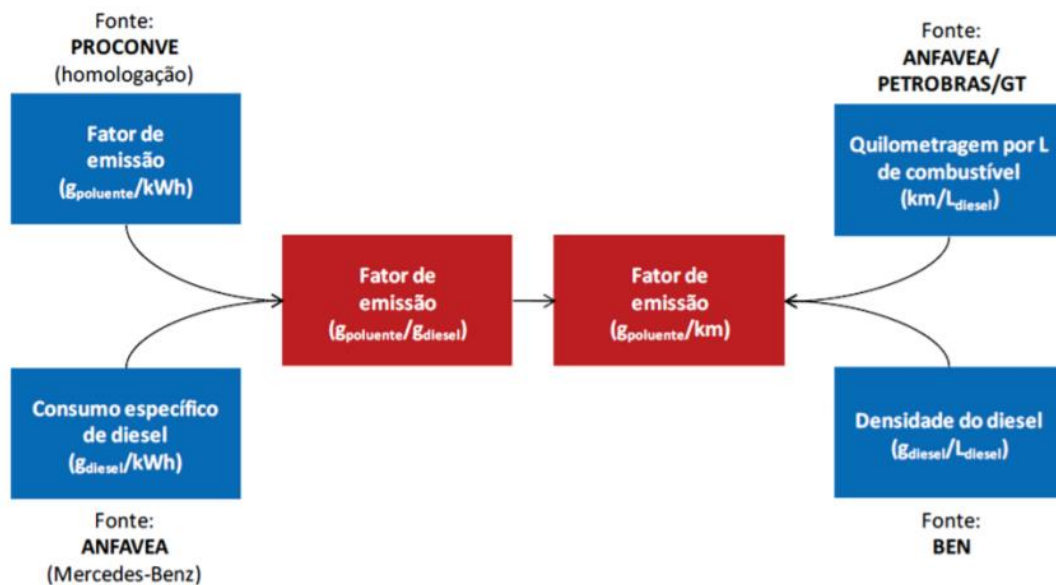
Fonte: MMA, 2014.

Lima, G. S. (2014) faz alguns esclarecimentos com relação ao esquema do inventário apresentado que permitem uma melhor compreensão de seu funcionamento e identifica detalhes da metodologia publicada. São eles:

- i. Os veículos foram classificados em categorias de acordo com o porte e o combustível, atendendo à peculiaridades da frota brasileira; uma delas é que caminhões e ônibus são somente à diesel desde a década de 80;
- ii. “O fator de emissão estabelecido no Inventário segregou os veículos em três grandes grupos de categorias: automóveis e veículos comerciais leves do ciclo Otto (etanol, gasolina e GNV), motocicletas e veículos do ciclo diesel”;
- iii. “Para as emissões de MP foi adotada a correspondência tecnológica e do uso de combustíveis entre os veículos europeus e os brasileiros e empregados os fatores de emissão propostos no Guia Europeu para Inventário de Emissões”;

- iv. “Os fatores de emissão de CO₂ utilizados no inventário seguiram a metodologia do Primeiro Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa (MCT, 2009) e baseiam-se no consumo energético fornecido pelo Balanço Energético Nacional”;
- v. “Os fatores de emissão dos veículos do ciclo diesel, terceiro grupo, foram estimados a partir dos padrões de emissão do PROCONVE em $g_{\text{poluente}}/\text{kWh}$ de trabalho, convertidos em $g_{\text{poluente}}/g_{\text{diesel}}$ a partir da relação de $g_{\text{diesel}}/\text{kWh}$ fornecida pela ANFAVEA.” Os dados de rendimento em km/L e da densidade do diesel em g/L foram obtidos através da PETROBRAS, da ANFAVEA e especificações do Balanço Energético Nacional. Com todas essas conversões, apresentadas na figura 3, foi elaborada a tabela com os fatores de emissão de poluentes, apresentadas na tabela 1 deste documento.

Figura 3 - Procedimentos adotados para estimar os fatores de emissão para veículos do ciclo diesel, expressos em g/km.



Fonte: MMA, 2014.

Com estes esclarecimentos sobre o esquema geral empregado para inventariar as emissões atmosféricas pelos veículos automotores rodoviários, constata-se a necessidade de sistematizar a obtenção dos dados a fim de facilitar a aplicação da metodologia, aumentando a precisão dos três parâmetros principais: frota, intensidade de uso e fator de emissão (Lima, G. S.; 2014).

4.3.2 Metodologia do INEAVAR – Equação geral

Com base no apresentado, as emissões de escapamento da frota circulante num determinado ano calendário, para cada poluente e ano-modelo de veículo, podem ser estimadas a partir da equação 1.

$$E = Fr \times Iu \times Fe \quad \text{(Equação 1)}$$

O parâmetro “Fr”, indicado na equação, refere-se ao número de veículos da frota circulante – do ano-modelo considerado – do qual se objetiva estimar as emissões. Ainda, o parâmetro “Iu” refere-se à intensidade de uso do veículo do ano-modelo considerado, expresso em quilômetros por ano (km/ano). O elemento “Fe”, por sua vez, refere-se ao fator de emissão do poluente considerado, específico para o ano-modelo de veículo em questão e tipo de combustível utilizado. Tais informações encontram-se disponibilizadas no INEAVAR de 2014 e são expressas em grama por quilômetro (g/km). Por fim, através do produto desses elementos, obtém-se a taxa anual de emissão do poluente considerado – representado pela variável independente “E” – expressa em gramas por ano (g/ano). O quadro 3 resume os parâmetros, definições e unidades da Equação 1.

Quadro 3 – Variáveis e definição da equação geral da metodologia INEAVAR.

Parâmetro	Definição	Unidade
E	Taxa anual de emissão de poluente considerado	g/ano
Fe	Fator de emissão do poluente considerado, específico para o ano-modelo de veículo considerado e tipo de combustível utilizado	g/km
Fr	Número de veículos da frota circulante do ano-modelo considerado	-
Iu	Intensidade de uso do veículo do ano-modelo considerado	km/ano

Fonte: elaborado pelo autor.

5. ESTUDO DE CASO DE CANOAS, RS

Este capítulo apresenta características da cidade de Canoas, assim como o seu contexto, divisão modal e serviços de transporte público. Ainda, são introduzidas características do projeto Aeromóvel, bem como sua tecnologia e banco de dados obtido com o município.

5.1 CONTEXTO: CIDADE E ENTORNOS

A cidade de Canoas localiza-se no estado do Rio Grande do Sul, na região metropolitana de Porto Alegre. Segundo a Prefeitura, o município possui o segundo maior Produto Interno Bruto (PIB) gaúcho (2016). Ainda, a cidade abriga grandes empresas nacionais e multinacionais, além de nomes fortes nos ramos de gás, metal-mecânico e elétrico.

Canoas possui uma população total estimada de 342.634 habitantes, disposta em uma área de 131,1 km² (IBGE, 2016). Isso faz com que a cidade tenha uma densidade média de 2.613,5 habitantes por quilômetro quadrado. Para administrar e gerir a cidade, a Prefeitura de Canoas conta com 20 secretarias, sendo a de Transportes e Mobilidade responsável por:

[...] planejar, organizar e supervisionar os serviços técnicos administrativos de sua competência; conceder e fiscalizar os serviços de transporte; calcular as tarifas do transporte coletivo, táxis e outros similares e planejar operar, regularizar, fiscalizar e executar o trânsito municipal e a sinalização da estrutura viária (Prefeitura de Canoas, 2016).

5.2 CONTEXTO: FROTA MUNICIPAL E SERVIÇO DE TRANSPORTE PÚBLICO

Segundo dados do DENATRAN, disponibilizados pelo IBGE, Canoas alcançou uma frota total de 186.644 veículos em 2016, segmentados conforme a tabela 4.

Tabela 4 – Frota Municipal de veículos de Canoas

Veículos	Quantidade
Automóveis	130.113
Caminhões	4.769
Caminhões-trator	2.535
Caminhonetes	8.881
Caminhonetas	7.683
Micro-ônibus	541
Motocicletas	26.148
Motonetas	3.677
Ônibus	1.043
Tratores	248
Utilitários	1.006
TOTAL	186.644

Fonte: IBGE, 2016.

Nota-se a predominância dos automóveis na composição da frota do município, seguido de motocicletas e caminhonetes. Ainda, verifica-se que Canoas tem, em média, um carro para cada 2,63 habitantes – superando o índice nacional de um carro para cada 3,98 habitantes (IBGE, 2016).

O elevado número de veículos privados gera congestionamentos e as opções restritas de transporte público – aliada ao desenho urbano do município que é cortado pelas rodovias BR-116, BR-048 e RS-010 – acaba incentivando o uso dos automóveis particulares. Além disso, a migração diária por motivos de trabalho, educação, atendimento de saúde e outros, entre o município e a capital justifica tais números. A proximidade de apenas 14 km de distância de Porto Alegre é fator relevante ao trânsito e migração diária entre as cidades.

Quanto ao transporte público, os principais modais oferecidos para a população são ônibus e metroviário. O primeiro é composto por subsistema urbano, formado por linhas de atendimento aos bairros em sua ligação com o centro; subsistema intermunicipal, atendendo os municípios da região metropolitana de Porto Alegre, interligando a cidade até o centro de Porto Alegre ou então fazendo a alimentação da linha do trem (Trensurb), funcionando como sistema tronco-alimentado. Já o modal metroviário consiste em uma linha (Linha 1) da Trensurb que opera no eixo norte da Região Metropolitana, atendendo as cidades de Porto Alegre, Canoas, Esteio, Sapucaia do Sul, São Leopoldo e Novo Hamburgo (Trensurb, 2016). A figura 4 ilustra a Linha 1 do trem metropolitano.

Figura 4 - Linha 1 do Trêm Metropolitano de Porto Alegre



Fonte: Wikimedia, 2014.

Na cidade de Canoas existem seis estações do Trensurb, sendo o sistema alimentado por linhas de transporte coletivo de ônibus que atendem a capilaridade dos bairros em sua área de influência. Prestando serviço à população da região metropolitana há mais de 30 anos, o trecho do Trensurb nunca sofreu ampliações ou modernizações. Neste sentido, o sistema mostra-se defasado e não-atrativo.

A implantação de uma linha de Aerómovel no município vem a contribuir para a melhor mobilidade da sua população bem como aliviar e complementar os sistemas de transporte público existentes.

5.3 PROJETO AEROMÓVEL

Esta seção apresenta detalhes do projeto aeromóvel e bem como sua relevância e informações obtidas para permitir as análises deste trabalho.

5.3.1 Descrição Técnica

O aeromovel é uma solução de transporte urbano que apresenta vantagens em termos de economia, segurança e conforto aos usuários. O sistema é totalmente automatizado e funciona em via elevada com propulsão a ar. Através da integração com outros meios de transporte, o aeromóvel pode complementar os sistemas existentes, com baixo impacto e praticamente nenhuma poluição. A figura 5 ilustra a tecnologia citada.

Figura 5 - Ilustração da Tecnologia Aeromóvel

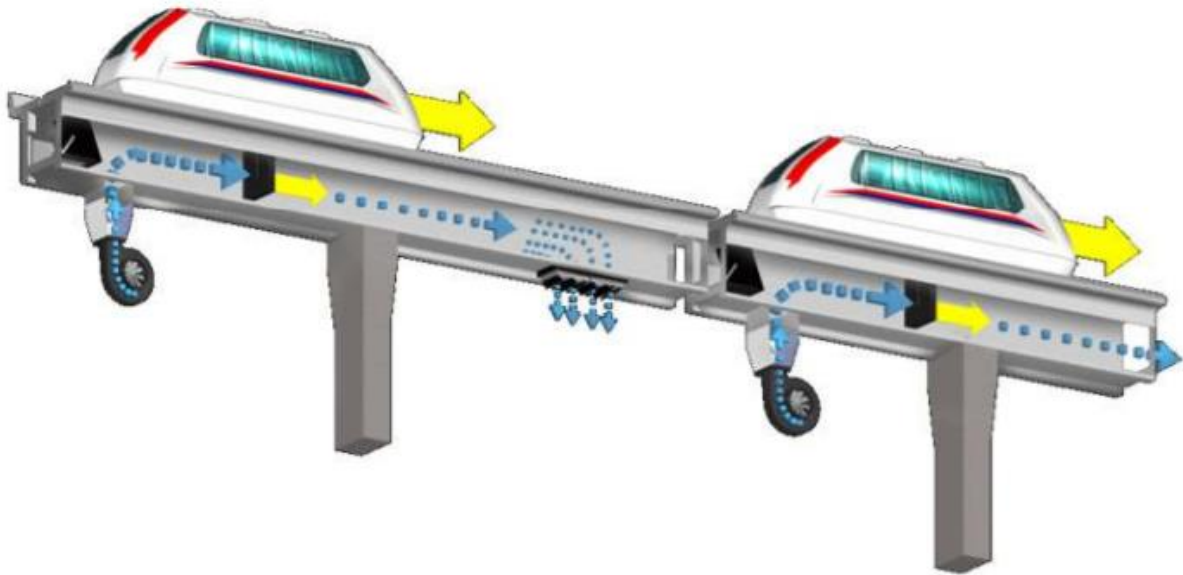


Fonte: Aeromóvel, 2016.

O sistema aeromóvel enquadra-se na categoria de “Automated Transit System (ATS)”, referente aos sistemas de transporte de passageiros guiados de forma totalmente automática em via exclusiva. Sua tecnologia é baseada na propulsão pneumática, isto é, o ar é pressurizado por ventiladores estacionários de alta eficiência energética, por intermédio de um duto localizado dentro da via elevada. O ar empurra ou puxa uma placa de propulsão fixada

ao veículo, que se movimenta por truque (plataforma sobre rodas de aço) em trilhos (Aeromóvel, 2016). A figura 6 ilustra o funcionamento do sistema.

Figura 6 - Ilustração do Funcionamento de Propulsão do Sistema Aeromóvel



Fonte: Aeromóvel, 2016.

Segundo a empresa Aeromóvel Ltda. (2017):

[...] o sistema tem capacidade para transportar até 40 mil passageiros por hora, por sentido, de acordo com a demanda do projeto. Além disso, atinge velocidades de até 80 quilômetros por hora, com aceleração do veículo de até $1,10\text{m/s}^2$ e desaceleração de $1,0\text{m/s}^2$. Apresenta, ainda, headway típico de 90 a 120 segundos.

Ainda, apresenta baixo custo de implantação, operação e manutenção, visto que sua operação é automatizada, com baixo consumo de energia, baixo peso morto e requer estruturas elevadas esbeltas. Apresenta-se em versões de um, dois, três e quatro carros, com capacidade para até 600 passageiros nesta última. Os carros possuem truque de quatro rodas de aço resilientes e um sistema antidescarrilamento, que o vincula à estrutura da via elevada por meio de contrarrodas no interior do duto de ar. Cada vagão possui duas

portas em cada lado, permitindo um embarque seguro, rápido e com acessibilidade universal.

5.3.2 Implantação do Aeromóvel em Canoas

Em 19 de julho de 2012, o Governo Federal lançou o PAC voltado a obras de mobilidade urbana em cidades entre 250 e 750 mil habitantes, destinando cerca de 7 bilhões de reais para projetos em 75 municípios de médio porte no país.

Neste sentido, Canoas submeteu sua candidatura para receber recursos do programa para construir três linhas de aeromóvel na cidade. Inicialmente, a ideia era erguer uma linha entre os bairros Guajuviras e Mathias Velho, os mais populosos da cidade (150 mil habitantes, juntos), mas um estudo de viabilidade econômica identificou haver demanda para outras duas linhas – identificadas na figura 7.

Figura 7 - Projeto das Linhas do Aeromóvel em Canoas



Fonte: Sul21, 2014.

Após a análise das propostas pelo Ministério das Cidades, o município participou de reuniões presenciais para defesa da proposta em Brasília. Em junho de 2015, foi assinada a ordem de início para a implantação do aeromóvel em Canoas, compreendendo os projetos executivos e a fiscalização das obras civis da primeira linha do município.

5.3.3 Detalhamento da Linha 1 do Aeromóvel

Segundo a Trensurb (2012), o objetivo geral do projeto é de implantar uma linha de Aeromóvel ligando áreas densamente povoadas, com polos geradores de tráfego, à área central de Canoas e à linha da Trensurb. Acredita-se que tal projeto promova redução dos problemas no trânsito local, garantindo melhorias no sistema de mobilidade urbana do município.

Essa primeira etapa (linha 1) terá 4,6 quilômetros de extensão e sete estações. A estimativa é de que os usuários do aeromóvel realizem o percurso entre os bairros Mathias Velho e Guajuviras em cerca de 12 minutos – sendo que de ônibus são necessários atualmente algo em torno de 30 minutos. Ainda, o projeto do trecho 1 prevê que sejam transportados até 60 mil usuários por dia (Prefeitura de Canoas, 2016).

5.4 INFORMAÇÕES OBTIDAS

Para possibilitar a execução de análises deste trabalho, foram contatadas a Prefeitura de Canoas, a Secretaria de Transportes e Planejamento, além dos responsáveis envolvidos no projeto, como profissionais e a empresa Aeromóvel. De início, foram recebidos dados de composição da frota de ônibus do transporte público municipal, contendo:

- i. modalidade da linha de transporte, prefixo e placa de cada veículo;
- ii. ano de fabricação e modelo, número e modelo de chassis e tipo de carroceria;
- iii. lotação em pé e sentado de cada veículo, número de eixos, potência e tipo de combustível consumido;
- iv. quilometragem anual rodada, total de litros de combustível consumido e média de consumo de cada veículo referentes ao ano de 2015.

As informações obtidas podem ser integralmente conferidas no Anexo A, ao final deste documento. O quadro 4 apresenta um resumo descritivo dos dados disponibilizados para cada veículo da frota de ônibus público municipal de Canoas.

Quadro 4 – Resumo dos dados disponibilizados para cada ônibus da frota municipal de Canoas

Modalidade da linha em que opera	Urbano Convencional
	Urbano Integração
	Urbano Seletivo
Prefixo	Número do prefixo de cada veículo
Placa	Placa de cada veículo
Ano de fabricação	Ano de fabricação de cada veículo, variando entre 1998 e 2015
Modelo	Ano-modelo de fabricação de cada veículo
Adaptado (acessibilidade)	Condição de cada veículo: adaptado ou não
Nro chassis	Número do chassis de cada veículo
Chassis	Código de identificação do chassis de cada veículo
Carroceria	Código de identificação da carroceria de cada veículo
Lotação em pé	Número de pessoas em pé que cada veículo comporta
Lotação sentado	Número de pessoas sentadas que cada veículo comporta
Eixos	Número de eixos de cada veículo, variando entre 2 e 3
Potência	Potência de cada veículo, variando entre 140 e 180 cv
Diesel	Tipo de diesel consumido, variando entre S10 ou S500
KM	Quilometragem total rodada por cada veículo no ano de 2015
Litros	Quantidade total de litros de combustível consumida por cada veículo no ano de 2015
Média	Média de consumo de combustível de cada veículo no ano de 2015 (em km/L)

Fonte: elaborado pelo autor.

De modo geral, o banco de dados recebido identificou 205 veículos como integrantes da frota municipal de coletivos de Canoas. Para o ano de 2015, a quilometragem total rodada pelo sistema foi de 13.651.822 km, tendo sido consumidos 5.244.420 litros de diesel, segundo os registros. A maior parte da frota opera na modalidade “convencional”, com 123 ônibus e quilometragem anual total rodada de 8.589.050 km. Ainda, considerando as informações recebidas referentes ao ano de 2015, a frota apresentou idade média de 8,4 anos – sendo 81% dos veículos fabricados antes do ano de 2009.

Além de descrições da frota, foram obtidas também as projeções de redução de quilometragem e frota mediante a implantação do Aeromóvel, disponíveis no Anexo B deste trabalho. Segundo as informações, é estimada redução de 35% da frota mais antiga em operação, acarretando em redução média de 32% da quilometragem total anual rodada pelo sistema.

6. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Neste capítulo são apresentados os procedimentos realizados para desenvolver as análises com fins de atingir o objetivo proposto pelo trabalho.

6.1 ETAPAS

O desenvolvimento do presente trabalho se deu, inicialmente, pela definição do método de estimativa de emissões de veículos automotores rodoviários. Tendo sido definida a equação fundamental para quantificar as emissões da frota de coletivos de Canoas (método INEAVAR), procedeu-se à análise e tratamento dos dados obtidos através da Prefeitura de Canoas.

Primeiramente, os 205 ônibus foram identificados e agrupados conforme modalidade da linha em que operam, seguido de ano de fabricação e fase do Proconve correspondente. Com isso, foi possível formar 18 grupos de afinidades, de modo a facilitar a aplicação da metodologia. O quadro 5 ilustra o exemplo de um agrupamento realizado.

A seguir, foram somados, através dos grupos formados, a quilometragem total anual rodada pelos veículos e a quantidade total de litros de combustível consumida pelos mesmos. Os dados também foram selecionados de modo a facilitar a sua visualização e utilização (quadro 6). Foram ocultadas algumas colunas, deixando apenas as necessárias para a aplicação do INEAVAR, a saber:

- i) modalidade da linha em que operam;
- ii) ano de fabricação dos veículos;
- iii) fase do Proconve correspondente;
- iv) quilometragem total anual rodada pelos coletivos;
- v) quantidade total de litros de combustível consumido e
- vi) média de consumo dos veículos.

O quadro 6 ilustra um exemplo de agrupamento, soma e seleção de dados realizado.

Quadro 5 – Exemplo de agrupamento de dados realizado

Frota				Ano de Fabricação	Fase do Proconve				Modelo		Lotação			Dados 2015				
Nº veículos	Modalidade	Prefixo	Placas			Modelo	Adaptado	Nro Chassis	Chassis	Carroceria	pé	sentado	Eixos	Potência	Diesel	KM	Litros	Média
	URBANO CONVENCIONAL	118	IWT4117	2015	P7	2015	APD	93ZK1RMHOF892	IVECO/MPOLO TORINO U	MPOLO TORINO U	43	37	3	280 CV	S10	12.803,00	5.292,00	2,42
	URBANO CONVENCIONAL	119	IWT4112	2015	P7	2015	APD	93ZK1RMHOF892	IVECO/MPOLO TORINO U	MPOLO TORINO U	43	37	3	280 CV	S10	17.735,00	7.214,30	2,46
	URBANO CONVENCIONAL	120	IWT4113	2015	P7	2015	APD	93ZK1RMHOF892	IVECO/MPOLO TORINO U	MPOLO TORINO U	43	37	3	280 CV	S10	17.215,00	7.013,70	2,45
	URBANO CONVENCIONAL	122	IWT4114	2015	P7	2015	APD	93ZK1RMHOF892	IVECO/MPOLO TORINO U	MPOLO TORINO U	43	37	3	280 CV	S10	16.148,00	6.414,00	2,52
4	URBANO CONVENCIONAL			2015	P7									210 CV	S500	63.901,00	25.934,00	2,46

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 6 – Exemplo de agrupamento, soma e seleção de dados realizado

Frota		Ano de Fabricação	Fase do Proconve	Dados 2015	
Nº veículos	Modalidade			KM	Litros
	URBANO CONVENCIONAL	2015	P7	12.803,00	5.292,00
	URBANO CONVENCIONAL	2015	P7	17.735,00	7.214,30
	URBANO CONVENCIONAL	2015	P7	17.215,00	7.013,70
	URBANO CONVENCIONAL	2015	P7	16.148,00	6.414,00
4	URBANO CONVENCIONAL	2015	P7	63.901,00	25.934,00

Fonte: elaborado pelo autor.

Destaca-se que o método INEAVAR foi aplicado para cada um dos 205 veículos e, em paralelo, também aos grupos formados por afinidades. Deste modo, seria possível comparar, ao final das análises, se o somatório das emissões calculadas para os veículos individualmente seria correspondente ao somatório das emissões calculadas para os grupos de 18 veículos. Tomando como exemplo o quadro 6, isso significa que o total de emissões calculado para os 4 ônibus apresentados deveria ser igual ao total de emissões calculado para o agrupamento (hachurado em verde claro no quadro).

A seguir, foram acrescentadas na planilha eletrônica colunas referentes aos fatores de emissão dos poluentes considerados no método INEAVAR, seguidas de outra coluna para calcular o total de emissões geradas pelos coletivos. O quadro 7 ilustra a estrutura da planilha utilizada.

Programou-se a planilha eletrônica de modo que, para as colunas de fator de emissão (g/km e kg/L), o programa analisasse o ano do veículo e fase Proconve e retornasse o valor de fator de emissão correspondente, segundo quadro de valores estabelecido como base (apresentada na tabela 1 deste documento). Deste modo, para um veículo de ano de fabricação 2015, fase Proconve P7, o software deveria retornar o valor de fator de emissão de 0,44 para o CO, por exemplo. Ainda, considerando um veículo fabricado em 2011, com fase P5, a coluna de fator de emissão deveria ser preenchida com o valor de 7,682 para o poluente NO_x, por exemplo. Assim, todos os respectivos fatores de emissão foram atribuídos aos veículos.

A seguir, programou-se a planilha para calcular as emissões de poluentes geradas pelos veículos, através do produto entre o fator de emissão atribuído no passo anterior e a quilometragem total anual rodada pelos coletivos. Como os valores fornecidos para os fatores de emissão são em gramas, utilizou-se de conversão para que os valores encontrados resultassem em quilogramas. Para o caso do poluente CO₂, os fatores de emissão disponíveis são em kg/L, sendo diferente dos demais poluentes. Neste caso, para estimar as emissões de CO₂ da frota de Canoas, o produto realizado foi do total de litros de diesel consumido por cada veículo pelo fator de emissão correspondente (em kg/L).

Destaca-se que a metodologia empregada neste trabalho foi a mesma tanto para quantificar os poluentes locais, como os poluentes globais. Isso se faz possível devido à disponibilidade de fatores de emissão para cada um dos poluentes, conforme apresentado na literatura.

Ainda, para os poluentes CH₄ e N₂O, foram aplicados os fatores de potencial de aquecimento global (GWP) apresentados na tabela 2, de modo a estimar as emissões de CO_{2eq}. Foram considerados, também, os fatores de emissão apresentados na tabela 3 deste documento.

Por fim, tendo todas as emissões de poluentes calculados, procedeu-se à um ajuste nas unidades, convertendo as emissões de quilogramas para toneladas – permitindo uma melhor avaliação. Foi verificado, ainda, se o somatório das emissões calculadas para os 205 veículos corresponderia ao somatório das emissões calculadas para os 18 grupos de afinidade. Em um primeiro momento foram encontrados erros de programação em alguns dos poluentes, mas procedendo-se aos devidos ajustes, foi possível chegar aos mesmos resultados e comprovar, assim, a confiabilidade das análises.

Após a obtenção das estimativas de emissões anuais para o cenário base, repetiu-se o processo para calcular as emissões anuais para o cenário futuro – considerando redução da frota em decorrência da implantação do sistema aeromóvel – conforme apresentado nas seções a seguir. A diferença entre as estimativas (cenário base menos cenário futuro) indicaria o potencial de impacto nas emissões geradas pelo sistema de transporte público de ônibus da cidade de Canoas.

Quadro 7 – Estrutura de dados: planilha programada

Frota		Fase do Proconve	Dados 2015		Poluentes emitidos															
Modalidade	Ano de Fabricação		KM	Litros	CO (g/km)	CO (kg)	NOx (g/km)	NOx (kg)	MP (g/km)	MP (kg)	NMHC (g/km)	NMHC (kg)	CO ₂ (kg/L)	CO ₂ (kg)	CO ₂ (ton)	CH ₄ (g/km)	CH ₄ (kg)	N ₂ O (g/km)	N ₂ O (kg)	CO _{2eq} (ton)

Fonte: elaborado pelo autor.

6.2 CENÁRIOS CONSIDERADOS

Para permitir a avaliação do impacto na emissão de poluentes gerados pela redução frota de ônibus do transporte público de Canoas, em decorrência da implantação de integração do sistema aeromóvel, foram estabelecidos dois diferentes cenários, a saber:

- i. Cenário Base: cenário no qual o sistema de transporte público coletivo da cidade mantém-se inalterado, não considerando a implantação do aeromóvel e sendo mantidos os veículos operantes do ano de 2015.
- ii. Cenário Futuro: cenário no qual considera-se a implantação do sistema aeromóvel bem como sua integração com os demais modos de transporte público coletivos da cidade. Considera-se, ainda, redução estimada de 35% da frota mais antiga em operação, equivalente à redução 32% da quilometragem total anual rodada e 72 veículos reduzidos.

Tendo definidos estes cenários, tornou-se viável avaliar o impacto nas emissões de poluentes mediante redução da frota e implantação do sistema aeromóvel através da diferença entre os valores encontrados para o total de emissões geradas pelo sistema do ano de 2015 – Cenário Base – e o total de emissões geradas pelo Cenário Futuro (Cenário Base visa vis Cenário Futuro).

6.3 PREMISSAS ADOTADAS

Para tornar possível a comparação entre os diferentes cenários e atingir o objetivo do trabalho, definiu-se que o tamanho da frota bem como a quilometragem total anual rodada pelo sistema de ônibus da cidade seriam constantes. Tal simplificação fez-se necessária pois este trabalho não considera a transferência de usuários entre os modais de transporte, tão pouco alterações nas previsões de demanda, linhas operadas ou rotas utilizadas.

Não obstante, a renovação veicular dos coletivos também não foi considerada neste trabalho. Ressalta-se que o objetivo principal deste estudo é apresentar o impacto nas emissões de poluentes em decorrência da redução da frota de coletivos urbanos da cidade de Canoas, em função da implantação do sistema aeromóvel. Para tanto, foi considerado, também, que a operação do sistema aeromóvel não gera emissões de nenhum tipo de poluente.

7. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA E RESULTADOS OBTIDOS

Nesta seção encontram-se as estimativas obtidas para cada cenário, através do uso de metodologia apresentada bem como uma análise dos resultados finais encontrados.

7.1 CENÁRIO BASE

Através da aplicação dos procedimentos metodológicos, foram obtidas as emissões de cada poluente para cada ônibus do sistema de transporte público de Canoas. O quadro 8 apresenta as informações obtidas para os 18 grupos de afinidade, onde os veículos foram agrupados segundo modalidade, ano de fabricação e fase do PROCONVE.

Observa-se que para os ônibus da frota do sistema de transporte público coletivo da cidade de Canoas do ano-base 2015, a quantidade estimada de emissões anuais de CO chega a 19,73 toneladas, enquanto que para o NO_x e MP, 120,12 e 2,61 toneladas, respectivamente. Para o NMHC, o valor anual calculado foi de 5,26 toneladas.

Com relação às emissões globais, nota-se um valor elevado de emissões de CO_{2eq} – 13.788,76 toneladas equivalentes anuais. Segundo dados divulgados pelo Instituto Totum e Universidade de São Paulo (2013), seria necessário o plantio de 84.522 árvores de mata atlântica para que elas compensassem, ao longo de seus primeiros 20 anos de vida, as emissões anuais de CO_{2eq} da frota de coletivos públicos de Canoas. Isso equivaleria, ainda, à uma área aproximada de 71 campos de futebol (dimensões oficiais FIFA), considerando um plantio médio de 1.667 árvores de mata atlântica por hectare.

Quadro 8 – Resumo das emissões obtidas para o Cenário Base

Frota		Ano de Fabricação	Fase do Proconve	Dados 2015			Poluentes emitidos								
Nº veíc.	Modalidade			KM	Litros	Média	CO (kg)	NO _x (kg)	MP (kg)	NMHC (kg)	CO ₂ (ton)	CH ₄ (kg)	N ₂ O (kg)	CO _{2eq} (ton)	
5	URBANO INTEGRAÇÃO	1998	P3	274.270,00	141.234,70	1,94	828,57	4.765,99	294,02	302,79	373,71	16,46	8,23	376,35	
8	URBANO INTEGRAÇÃO	2001	P3/P4	454.718,00	170.677,70	2,69	1.234,56	4.992,35	242,36	411,52	444,27	27,28	13,64	448,65	
4	URBANO CONVENCIONAL	2001	P3/P4	167.812,00	53.717,10	3,37	455,61	1.842,41	89,44	151,87	139,83	10,07	5,03	141,44	
4	URBANO INTEGRAÇÃO	2002	P4	214.253,00	88.258,60	2,42	316,88	2.296,36	44,78	108,20	229,74	12,86	6,43	231,80	
4	URBANO CONVENCIONAL	2002	P4	214.147,00	74.718,70	2,87	316,72	2.295,23	44,76	108,14	194,49	12,85	6,42	196,56	
18	URBANO CONVENCIONAL	2003	P4	1.152.992,00	413.931,60	2,79	1.705,28	12.357,77	240,98	582,26	1.077,46	69,18	34,59	1.088,57	
15	URBANO INTEGRAÇÃO	2004	P4/P5	974.655,00	430.141,30	2,30	1.376,21	8.773,84	161,79	372,32	1.119,66	58,48	29,24	1.129,04	
21	URBANO CONVENCIONAL	2004	P4/P5	1.461.265,00	511.082,20	2,86	2.063,31	13.154,31	242,57	558,20	1.330,35	87,68	43,84	1.344,42	
5	URBANO CONVENCIONAL	2005	P4/P5	259.876,00	104.558,90	2,49	366,94	2.339,40	43,14	99,27	272,17	15,59	7,80	274,67	
10	URBANO CONVENCIONAL	2006	P4/P5	683.921,00	269.523,90	2,53	965,70	6.156,66	113,53	261,26	701,57	41,04	20,52	708,16	
9	URBANO INTEGRAÇÃO	2008	P4/P5	517.528,00	220.291,70	2,36	730,75	4.658,79	85,91	197,70	573,42	31,05	15,53	578,40	
34	URBANO CONVENCIONAL	2008	P4/P5	2.770.871,00	1.177.027,20	2,36	3.912,47	24.943,38	459,96	1.058,47	3.063,80	166,25	83,13	3.090,49	
30	URBANO SELETIVO	2008	P4/P5	1.935.328,00	641.967,90	3,08	2.732,68	17.421,82	321,26	739,30	1.671,04	116,12	58,06	1.689,68	
1	URBANO INTEGRAÇÃO	2011	P5	61.300,00	24.318,70	2,52	89,62	470,91	7,97	10,97	63,30	3,68	1,84	63,89	
17	URBANO CONVENCIONAL	2011	P5	1.501.584,00	634.186,40	2,37	2.195,32	11.535,17	195,21	268,78	1.650,79	90,10	45,05	1.665,25	
10	URBANO SELETIVO	2013	P7	630.720,00	138.298,02	4,56	277,52	1.326,40	12,61	20,81	359,99	37,84	18,92	366,06	
6	URBANO CONVENCIONAL	2014	P7	312.681,00	124.551,17	2,52	137,58	657,57	6,25	10,32	324,21	18,76	9,38	327,22	
4	URBANO CONVENCIONAL	2015	P7	63.901,00	25.934,00	2,46	28,12	134,38	1,28	2,11	67,51	3,83	1,92	68,12	
205															
							CO	NO_x	MP	NMHC	CO₂	CH₄	N₂O	CO_{2eq}	
TOTAL DE EMISSÕES ANUAIS PRODUZIDAS							19,73	120,12	2,61	5,26	13.657,30	0,82	0,41	13.788,76	
							(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	

Fonte: elaborado pelo autor.

7.2 CENÁRIO FUTURO

De posse das projeções de redução de frota e quilometragem anual rodada pelos ônibus do transporte público municipal de Canoas, procedeu-se à quantificação das emissões do Cenário Futuro, considerando implantação e integração do sistema aeromóvel. Utilizou-se a mesma estrutura de planilha apresentada (quadro 7), tendo sido reduzidos 35% da frota mais antiga em operação (72 veículos), conforme esquema fornecido pela Diretoria de Planejamento e Estatística da Secretaria Municipal de Transportes e Mobilidade de Canoas.

O quadro 9 apresenta a composição dos veículos da frota municipal (ano base 2015) e, em vermelho, a redução estimada de veículos e quilometragem anual do sistema de ônibus municipais de Canoas. Observa-se que, dos 5 veículos fabricados no ano de 1998 e operantes na modalidade “frota integração”, 5 serão os veículos reduzidos em função da implantação do aeromóvel – representando uma redução de 274.270 km rodados pelo sistema. Ainda, dos 40 ônibus que compõem a modalidade “frota seletivo”, 14 serão reduzidos – acarretando em decréscimo de 869.210 km rodados pelo sistema. Por fim, foi estimada redução total de 32% da quilometragem média anual rodada pelo sistema – o que representa um decréscimo de 4.434.700 km anuais rodados. Utilizando-se as informações apresentadas no quadro 9, foi possível chegar à nova configuração da frota, em Cenário Futuro, detalhada no quadro 10. Nota-se que dos 205 veículos previamente considerados, restaram apenas 133 coletivos.

Deste modo, para os 133 ônibus que comporiam a frota do sistema de transporte público coletivo da cidade de Canoas no cenário futuro, a quantidade estimada de emissões anuais de CO seria de 12,12 toneladas, enquanto que para o NO_x e MP, 74,13 e 1,33 toneladas, respectivamente. Para o NMHC, o valor calculado foi de 2,86 toneladas anuais.

Com relação às emissões globais, nota-se que o valor futuro de emissões de CO_{2eq} seria de 9.647,54 toneladas equivalentes anuais. Ainda segundo dados divulgados pelo Instituto Totum e Universidade de São Paulo (2013), seria necessário o plantio de 58.780 árvores de mata atlântica para que elas compensassem, ao longo de seus primeiros 20 anos de vida, as emissões anuais de CO_{2eq} estimadas da frota de coletivos públicos de Canoas no cenário futuro. Isso equivaleria, ainda, à uma área aproximada de 50 campos de futebol (dimensões oficiais FIFA), considerando um plantio médio de 1.667 árvores de mata atlântica por hectare.

Quadro 9 – Esquema de composição e redução de frota e quilometragem anual do sistema de ônibus municipais de Canoas

		1998	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2011	2013	2014	2015	SOMA
FROTA INTEGRAÇÃO	Número total veículos	5 (5)	8 (8)	4 (2)	-	15	-	-	-	9	1	-	-	-	42 (15)
	Red. Frota 35% impact. Km	274.270	454.718	117.312	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-846.300
FROTA SELETIVO	Número total veículos	-	-	-	-	-	-	-	-	30 (14)	-	10	-	-	40 (14)
	Red. Frota 35% impact. Km	-	-	-	-	-	-	-	-	869.210	-	-	-	-	-869.210
FROTA CONVENCIONAL	Número total veículos	-	4 (4)	4 (4)	18 (18)	21 (17)	5	10	-	34	17	-	6	4	123 (43)
	Red. Frota 35% impact. Km	-	167.812	214.147	1.152.992	1.184.239	-	-	-	-	-	-	-	-	-2.719.190
TOTAL															205 (72) *
entre () projeção do número de redução de veículos até alcançar 35% do total															-4.434.700 **

* Frota total e a reduzir (35%)

** Redução de quilometragem

Fonte: Prefeitura Municipal de Canoas (2016).

Quadro 10 – Resumo das emissões obtidas para o Cenário Futuro

Frota		Ano de Fabricação	Fase do Proconve	Dados 2015			Poluentes emitidos								
Nº veíc.	Modalidade			KM	Litros	Média	CO (kg)	NO _x (kg)	MP (kg)	NMHC (kg)	CO ₂ (ton)	CH ₄ (kg)	N ₂ O (kg)	CO _{2eq} (ton)	
0	URBANO INTEGRAÇÃO	1998	P3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0	URBANO INTEGRAÇÃO	2001	P3/P4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0	URBANO CONVENCIONAL	2001	P3/P4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2	URBANO INTEGRAÇÃO	2002	P4	96.941,00	41.540,60	2,33	143,38	1.039,01	20,26	48,96	108,13	5,82	2,91	109,06	
0	URBANO CONVENCIONAL	2002	P4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0	URBANO CONVENCIONAL	2003	P4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
15	URBANO INTEGRAÇÃO	2004	P4/P5	974.655,00	430.141,30	2,30	1.376,21	8.773,84	161,79	372,32	1.119,66	58,48	29,24	1.129,04	
4	URBANO CONVENCIONAL	2004	P4/P5	277.026,00	97.828,70	2,84	391,16	2.493,79	45,99	105,82	254,65	16,62	8,31	257,32	
5	URBANO CONVENCIONAL	2005	P4/P5	259.876,00	104.558,90	2,49	366,94	2.339,40	43,14	99,27	272,17	15,59	7,80	274,67	
10	URBANO CONVENCIONAL	2006	P4/P5	683.921,00	269.523,90	2,53	965,70	6.156,66	113,53	261,26	701,57	41,04	20,52	708,16	
9	URBANO INTEGRAÇÃO	2008	P4/P5	517.528,00	220.291,70	2,36	730,75	4.658,79	85,91	197,70	573,42	31,05	15,53	578,40	
34	URBANO CONVENCIONAL	2008	P4/P5	2.770.871,00	1.177.027,20	2,36	3.912,47	24.943,38	459,96	1.058,47	3.063,80	166,25	83,13	3.090,49	
16	URBANO SELETIVO	2008	P4/P5	1.066.118,00	384.016,80	2,83	1.505,36	9.597,19	176,98	407,26	999,60	63,97	31,98	1.009,86	
1	URBANO INTEGRAÇÃO	2011	P5	61.300,00	24.318,70	2,52	89,62	470,91	7,97	10,97	63,30	3,68	1,84	63,89	
17	URBANO CONVENCIONAL	2011	P5	1.501.584,00	634.186,40	2,37	2.195,32	11.535,17	195,21	268,78	1.650,79	90,10	45,05	1.665,25	
10	URBANO SELETIVO	2013	P7	630.720,00	138.298,02	4,56	277,52	1.326,40	12,61	20,81	359,99	37,84	18,92	366,06	
6	URBANO CONVENCIONAL	2014	P7	312.681,00	124.551,17	2,52	137,58	657,57	6,25	10,32	324,21	18,76	9,38	327,22	
4	URBANO CONVENCIONAL	2015	P7	63.901,00	25.934,00	2,46	28,12	134,38	1,28	2,11	67,51	3,83	1,92	68,12	
133															
							CO	NO_x	MP	NMHC	CO₂	CH₄	N₂O	CO_{2eq}	
TOTAL DE EMISSÕES ANUAIS PRODUZIDAS							12,12	74,13	1,33	2,86	9.558,78	0,55	0,28	9.647,54	
							(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	

Fonte: elaborado pelo autor.

7.3 RESULTADOS OBTIDOS

Diante das estimativas realizadas, observa-se que a implantação do sistema aeromóvel, em conjunto à redução de 35% da frota mais antiga de ônibus em operação, reduziria em 30% as emissões de gases de efeito estufa produzidas pelo sistema de ônibus públicos municipais de Canoas (em ton CO_{2eq}). Ainda, com o decréscimo de 4.434.700 quilômetros anuais rodados (redução de cerca de 32%), as emissões dos poluentes locais seriam reduzidas em 39%, 38%, 49% e 46% - para o CO, NO_x, MP e NMHC, respectivamente. As variações estimadas das emissões geradas entre os cenários encontram-se apresentadas no quadro 11.

Quadro 11 – Resultados obtidos: comparações entre cenários

Poluentes	Emissões Produzidas		
	Cenário Base	Cenário Futuro	Redução
CO (ton/ano)	19,73	12,12	39%
NO_x (ton/ano)	120,12	74,13	38%
MP (ton/ano)	2,61	1,33	49%
NMHC (ton/ano)	5,26	2,86	46%
CO₂ (ton/ano)	13.657,30	9.558,78	30%
CH₄ (ton/ano)	0,82	0,55	32%
N₂O (ton/ano)	0,41	0,28	32%
CO_{2eq} (ton/ano)	13.788,76	9.647,54	30%

Fonte: elaborado pelo autor.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A necessidade diária dos serviços de transporte aliada às previsões de aumento de demanda em conjunto ao crescimento populacional e intensificação do processo de urbanização embasam a importância de empregar tecnologias inovadoras que sejam capazes de reduzir as emissões geradas pelo setor de transportes. Com base nas informações apresentadas neste trabalho, constatou-se que no atual cenário brasileiro, o serviço de transportes tem emitido elevadas taxas de GEE, sobretudo devido à dependência do petróleo e seus derivados como fonte primária de energia e combustível para propulsão automotora.

Como efeitos na esfera global, são percebidas mudanças climáticas, aumento do nível marítimo e recorrência de eventos extremos, como tufões e ciclones. Suas consequências são impactantes e geram prejuízos materiais e financeiros. Ainda, à nível local, os poluentes atmosféricos gerados pela queima de combustíveis trazem malefícios à saúde e bem-estar da população, provocando adoecimento e mortes prematuras.

Para o estudo de Canoas, propôs-se como objetivo principal estimar e avaliar o potencial de mitigação de emissões que a redução da frota de ônibus de transporte público da cidade seria capaz de promover, em decorrência da implantação e integração do sistema aeromóvel com os demais sistemas de transporte públicos do município. Para tal, foi definido o método de estimativa de quantificação de emissões de poluentes mais adequado, com base em revisão bibliográfica. Ainda, foram estabelecidos dois diferentes cenários, cuja diferença nas emissões estimadas permitiria quantificar e apresentar o impacto causado.

Foram verificadas reduções significativas nas emissões de poluentes globais e locais, através da comparação dos cenários – Cenário Base *visa vis* Cenário Futuro. O potencial de mitigação de GEE que a redução da frota de ônibus em operação em decorrência da implantação do sistema aeromóvel seria capaz de promover nas condições apresentadas é de 30% – reduzindo em 4.141,22 toneladas as emissões anuais de CO_{2eq} produzidas pela frota de ônibus municipais de Canoas.

Com relação às emissões de poluentes locais, a implantação do sistema aeromóvel – aliada à redução de parte da frota de ônibus circulante de Canoas – mostrou ser relevante e ambientalmente benéfica. Reduções na ordem de 38 à 49% foram estimadas, sendo o maior

ganho potencial relacionado ao MP (49%). Isso representaria ganhos na saúde e qualidade de vida da população, além de redução de internações hospitalares, gastos públicos em saúde, perda de produtividade e mortes prematuras.

Conclui-se que além da redução de poluentes proporcionada pela implantação do aeromóvel espera-se também que a qualificação e melhorias propostas no transporte público de Canoas incentivem a migração dos usuários do transporte privado para o público – proporcionando, assim, ainda mais redução de emissões.

REFERÊNCIAS

- Aeromóvel, 2017. **Características e vantagens.** Disponível em <<http://www.aeromovel.com.br/caracteristicas-e-vantagens/>>. Acesso em junho 2017.
- Alves, L. C. C., 2008. **Impacto da Poluição Atmosférica sobre a Saúde Humana. Laboratório de Fisiopatologia Respiratória e Poluição do CRPHF/SVS.** Disponível em <http://www.saude.rs.gov.br/upload/1356093693_Impacto%20da%20poluicao%20atmosferica%20sobre%20a%20saude%20humana%20-RS.pdf>. Acesso em junho 2016.
- Braga, A. L. F.; Pereira, L. A. A.; Saldiva, P. H. N. **Poluição Atmosférica e seus Efeitos na Saúde Humana.** Sustentabilidade na Geração e uso de Energia, p. 1–20p., 2002.
- Branco, Samuel Murgel; Murgel, Eduardo. **POLUIÇÃO DO AR.** 2ed. Reform. São Paulo: Ed. Moderna, 2004.
- Carvalho, C. H. R. DE. **Emissões relativas de poluentes do transporte motorizado de passageiros nos grandes centros urbanos brasileiros.** 2011. Disponível em <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/1578/1/td_1606.pdf>.
- Cavalcanti, P.M.S., 2003, **Avaliação dos Impactos Causados na Qualidade do Ar pela Geração Termelétrica.** Tese de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- Coester, 2012. **Principais características do sistema aeromóvel.** Disponível em <<http://www.coester.com.br/br/produtos/categorias/4#prod26>>. Acesso em junho 2016.
- Diário de Canoas. **Um carro a cada dois habitantes em Canoas.** 2015. Disponível em <http://www.diariodecanoas.com.br/_conteudo/2015/09/noticias/regiao/220044-um-carro-a-cada-dois-habitantes-em-canoas.html>. Acesso em 05 junho 2017.
- Detran. **Frota de Canoas tem acréscimo de 6,4 mil veículos.** 2011. Disponível em <http://www.detran.rs.gov.br/conteudo/6975/frota-de-canoas-tem-acrescimo-de-6,4-mil-veiculos/termosbusca=*>. Acesso em junho 2016.
- EPE. **Balanco energético nacional 2015: ano base 2014.** p. 292, 2015.
- FEPAM. **Inventário das emissões de gases de efeito estufa do Rio Grande do Sul - 2005.** Plano Ar Clima Energia. [s.d.].
- IBGE. **Frota municipal de veículos.** 2016. Disponível em <http://cidades.ibge.gov.br/painel/frota.php?codmun=430460&lang=_ES>. Acessado em 18 maio 2017.
- IBGE. **Panorama; população.** 2016. Disponível em <<http://www.cidades.ibge.gov.br/v4/brasil/rs/canoas/panorama>>. Acesso em 15 maio de 2017.
- IEMA. **Emissões de gee do setor de energia, processos industriais e uso de produtos.** p. 48, 2016.
- IEMA. **Evolução das emissões de gases de efeito estufa no Brasil (1990-2013). Setor de energia e processos industriais, 2015.** Documento de Análise SEEG. Disponível em <https://s3-sa-east-1.amazonaws.com/seeg.tracersoft.com.br/wp-content/uploads/2015/08/energia_industria_2015.pdf>. Acesso em 15 nov 2016.

Instituto Totum; Universidade de São Paulo. 2013. **Uma árvore da Mata Atlântica chega a tirar 163kg de CO2 da atmosfera.** Disponível em <http://www.esalq.usp.br/acom/clipping_semanal/2013/3marco/23_a_29/files/assets/downloads/page0013.pdf>. Acessado em junho 2017.

IPCC. **Climate Change 2014 – Synthesis Report.** 2014. Disponível em: <<https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>>.

Jacondino, G. B. **Quantificação Das Emissões Veiculares Através Do Uso De Simuladores De Tráfego**-UFRJ Dissert. p. 0–133, 2005.

Jornal NH. **Sem os trens novos, Trensurb opera com a mesma capacidade de 31 anos atrás.** 2016. Disponível em < http://www.jornalnh.com.br/_conteudo/2016/05/noticias/regiao/337992-sem-os-trens-novos-trensurb-opera-com-a-mesma-capacidade-de-31-anos-atras.html>. Acesso em junho 2016.

Lima, G. S. DE et al. **Metodologias para estimativa da emissão de poluentes pelo transporte rodoviário.** p. 119–132, 2014.

MCT. Estimativas Anuais de Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil. **Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação**, p. 168, 2014.

MMA. Inventário Nacional De Emissões Atmosféricas Por Veículos Automotores Rodoviários - Relatório Final. v. 1º, 2011.

MMA. Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários 2013: Ano-base 2012. **Journal of Chemical Information and Modeling**, v. 53, n. 9, p. 1689–1699, 2014.

Observatório do Clima. **Análise das emissões de GEE Brasil (1970-2014) e suas implicações para políticas públicas e a contribuição brasileira para o acordo de Paris.** 2016. Disponível em < <http://seeg.eco.br/wp-content/uploads/2016/09/WIP-16-09-02-RelatoriosSEEG-Sintese.pdf>>. Acesso em 28 jun 2017.

Observatório do Clima. **Setor energético quadruplica emissões.** 2015. Disponível em < <http://www.observatoriodoclima.eco.br/setor-energetico-quadruplica-emissoes-de-carbono/>>. Acesso em 28 nov 2016.

ONU-Habitat. **Estado de las Ciudades de América Latina y el Caribe 2012, Rumbo a una nueva transición urbana.** [s.l: s.n.].

Porto Imagem, 2015. **Aeromóvel: assinada Ordem de Início para linha Guajuviras, em Canoas.** Disponível em <<https://portoimagem.wordpress.com/2015/06/02/aeromovel-assinada-ordem-de-inicio-para-linha-guajuviras-em-canoas/>>. Acesso em junho 2016.

Prefeitura de Canoas. **Transportes e Mobilidade.** Disponível em < <http://www.canoas.rs.gov.br/site/departamento/index/id/31>>. Acesso em 15 maio 2017.

Revista do CREA, RJ. 2013. Edição 93, páginas 28 à 31. Disponível em <http://www.crea-rj.org.br/wp-content/uploads/2013/05/Revista93_WEB.pdf>. Acesso em junho 2016.

Sindipeças. **Relatório da Frota Circulante de 2015.** 2015. Disponível em <http://automotivebusiness.anankecdn.net.br/pdf/pdf_325.pdf>. Acesso em junho 2016.

Sul21, 2014. **Primeira linha do aeromóvel de Canoas ficará pronta em 2016.** Disponível em < <http://www.sul21.com.br/jornal/primeira-linha-do-aeromovel-de-canoas-ficara-pronta-em-2016/>>. Acesso em maio 2017.

Trensurb. **Estações e Sistema.** Disponível em < http://www.trensurb.gov.br/paginas/paginas_detalhe.php?codigo_sitemap=15 >. Acesso em maio 2017.

Trensurb. **Projetos.** Disponível em < <http://www.trensurb.gov.br/relatoriosocioambiental/2012/projetos.html> >. Acesso em maio 2017.

US EPA. **Sources of Greenhouse Gas Emissions. Transportation Sector Emissions.** Disponível em < <https://www.epa.gov/ghgemissions/sources-greenhouse-gas-emissions#transportation> > Acesso em 10 nov 2016.

WBG. The Cost of Air Pollution: Strengthening the Economic Case for Action. **World Bank and Institute for Health Metrics and Evaluation**, 2016.

WHO. Achieving the 2030 Target. p. 2030, 2016.

Wikimedia, 2014. **Metropolitana di Porto Alegre.** Disponível em < https://it.wikipedia.org/wiki/Metropolitana_di_Porto_Alegre >. Acessado em maio 2017.

WMO. **The global climate in 2011-2015.** 2016.

WMO. **WMO confirms 2016 as hottest year on record, about 1.1°C above pre-industrial era.** 2017. Disponível em < <https://public.wmo.int/en/media/press-release/wmo-confirms-2016-hottest-year-record-about-11%C2%B0c-above-pre-industrial-era> >. Acessado em maio 2017.

WMO. **WMO Greenhouse Gas Bulletin.** v. 10, n. 5, p. 1–8, 2016.

ZH Trânsito, 2012. **Trensurb e prefeitura assinam protocolo de intenção para construção de aeromóvel em Canoas.** Disponível em <<http://zh.clicrbs.com.br/rs/noticias/transito/noticia/2012/04/trensurb-e-prefeitura-assinam-protocolo-de-intencao-para-construcao-de-aeromovel-em-canoas-3724777.html>>. Acessado em maio 2017.

ANEXO A

**Composição da Frota de Ônibus do Transporte Público Municipal de
Canoas**

Frota			Ano		Modelo			Lotação		Dados 2015						
Modalidade	Prefixo	Placas	Fabricação	Modelo	Adaptado	Nro Chassis	Chassis	Carroceria	pé	sentado	Eixos	Potência	DIESEL	KM	Litros	Média
URBANO INTEGRAÇÃO	508	IIH6937	1998	-	-	9BWY2TJB7 WRBO5565	VW 16.210 CO	MP TORINO ARTIC	68	68	3	210CV	S500	52.730,00	27.779,20	1,90
URBANO INTEGRAÇÃO	510	IIH6929	1998	-	-	9BWY2TJB7 WRBO5579	VW 16.210 CO	MP TORINO ARTIC	68	68	3	210CV	S500	51.497,00	28.521,80	1,81
URBANO INTEGRAÇÃO	519	IIT2612	1998	-	-	9BWY2TJB5 WRB10649	VW 16.210 CO	MP TORINO ARTIC	68	68	3	210CV	S500	60.696,00	27.472,20	2,21
URBANO INTEGRAÇÃO	520	IIT2600	1998	-	-	9BWY2TJB8 WRB10676	VW 16.210 CO	MP TORINO ARTIC	68	68	3	210CV	S500	59.861,00	30.566,40	1,96
URBANO INTEGRAÇÃO	521	IIT2604	1998	-	-	9BWY2TJB8 WRB10645	VW 16.210 CO	MP TORINO ARTIC	68	68	3	210CV	S500	49.486,00	26.895,10	1,84
URBANO INTEGRAÇÃO	3520	IKM7566	2001	-	-	9BM3840731 B286537	MBENZ OF 1721	MPOLO TORINO GVU	48	48	2	210CV	S500	64.150,00	27.766,00	2,31
URBANO INTEGRAÇÃO	3521	IKO1356	2001	-	-	9BM3840731 B286545	MBENZ OF 1721	MPOLO TORINO GVU	48	48	2	210CV	S500	59.633,00	24.191,70	2,47
URBANO INTEGRAÇÃO	3572	IKM1562	2001	-	-	9BM3840671 B291789	MB OF 1417	MPOLO TORINO GV	42	42	2	170CV	S500	58.762,00	19.109,80	3,07
URBANO INTEGRAÇÃO	3573	IKM1539	2001	-	-	9BM3840671 B291586	MB OF 1417	MPOLO TORINO GV	42	42	2	170CV	S500	59.830,00	21.467,70	2,79
URBANO INTEGRAÇÃO	3575	IKM1551	2001	-	-	9BM3840671 B291741	MB OF 1417	MPOLO TORINO GV	42	42	2	170CV	S500	54.235,00	20.039,00	2,71
URBANO INTEGRAÇÃO	3576	IKM1558	2001	-	-	9BM3840671 B291172	MB OF 1417	MPOLO TORINO GV	42	42	2	170CV	S500	45.848,00	17.936,20	2,56
URBANO INTEGRAÇÃO	3577	IKM1557	2001	-	-	9BM3840671 B291611	MB OF 1417	MPOLO TORINO GV	42	42	2	170CV	S500	58.862,00	20.307,40	2,9
URBANO INTEGRAÇÃO	3578	IKN4282	2001	-	-	9BM3840671 B291191	MB OF 1417	MPOLO TORINO GV	42	42	2	170CV	S500	53.398,00	19.859,90	2,69
URBANO CONVENCIONAL	110	IKO9495	2001	2001	-	9BM6882761 B287940	M BENZ LO 914	MPOLO SENIOR GV	22	20	2	140CV	S500	47.644,00	12.429,60	3,83
URBANO CONVENCIONAL	111	IKP1273	2001	2001	-	9BM6882761 B290554	M BENZ LO 914	MPOLO SENIOR GV	22	20	2	140CV	S500	27.769,00	7.249,20	3,83
URBANO CONVENCIONAL	200	IKN4293	2001	2001	-	9BM3840731 B288396	MBENZ OF 1721	MP TORINO GV ART	75	68	3	210CV	S500	40.399,00	20.469,20	1,97
URBANO CONVENCIONAL	201	IKN4083	2001	2001	-	9BM3840731 B288405	MBENZ OF 1721	MP TORINO GV ART	75	68	3	210CV	S500	52.000,00	13.569,10	3,83
URBANO INTEGRAÇÃO	3522	IKX6189	2002	-	-	9BWRF82W1 2R218426	VW 17.210 CO	MPOLO TORINO GVU	47	47	2	210CV	S500	50.061,00	22.504,50	2,22
URBANO INTEGRAÇÃO	3523	IKX6212	2002	-	-	9BWRF82W3 2R218430	VW 17.210 CO	MPOLO TORINO GVU	47	47	2	210CV	S500	67.251,00	24.213,50	2,78
URBANO INTEGRAÇÃO	3524	IKX6206	2002	-	-	9BWRF82W8 2R218309	VW 17.210 CO	MPOLO TORINO GVU	47	47	2	210CV	S500	59.887,00	25.492,70	2,35

Frota			Ano				Modelo		Lotação		Dados 2015					
Modalidade	Prefixo	Placas	Fabricação	Modelo	Adaptado	Nro Chassis	Chassis	Carroceria	pé	sentado	Eixos	Potência	DIESEL	KM	Litros	Média
URBANO INTEGRACÃO	3553	ING9944	2002	-	-	ZGA3911222 CLE0003	I/VECO	MPOLO GRAN VIALE	44	44	2	210CV	S500	37.054,00	16.047,90	2,31
URBANO CONVENCIONAL	34	IKZ1489	2002	2002	-	9BM3840672 B305580	MBENZ OF 1417	MPOLO TORINO GVU	48	44	2	170CV	S500	59.362,00	20.274,80	2,93
URBANO CONVENCIONAL	35	IKZ1495	2002	2002	-	9BM3840672 B305590	MBENZ OF 1417	MPOLO TORINO GVU	48	44	2	170CV	S500	51.762,00	19.578,40	2,64
URBANO CONVENCIONAL	36	IKZ1511	2002	2002	-	9BM3840672 B305597	MBENZ OF 1417	MPOLO TORINO GVU	48	44	2	170CV	S500	51.140,00	17.356,90	2,95
URBANO CONVENCIONAL	37	IKZ1481	2002	2002	-	9BM3840672 B305606	MBENZ OF 1417	MPOLO TORINO GVU	48	44	2	170CV	S500	51.883,00	17.508,60	2,96
URBANO CONVENCIONAL	38	ILI2126	2003	2003	-	9BM3840673 B342834	MBENZ OF 1417	MPOLO TORINO GV	48	44	2	170CV	S500	58.365,00	21.402,70	2,73
URBANO CONVENCIONAL	39	ILI2140	2003	2003	-	9BM3840673 B343303	MBENZ OF 1417	MPOLO TORINO GVU	48	44	2	170CV	S500	53.853,00	19.177,80	2,81
URBANO CONVENCIONAL	40	ILI8471	2003	2003	-	9BM3840673 B337596	MBENZ OF 1417	MPOLO TORINO GVU	48	44	2	170CV	S500	56.753,00	20.869,50	2,72
URBANO CONVENCIONAL	41	ILI9316	2003	2003	-	9BM3840673 B341890	MBENZ OF 1417	MPOLO TORINO GVU	48	44	2	170CV	S500	57.992,00	20.898,40	2,77
URBANO CONVENCIONAL	42	ILI8554	2003	2003	-	9BM3840673 B341910	MBENZ OF 1417	MPOLO TORINO GVU	48	44	2	170CV	S500	63.055,00	20.682,20	3,05
URBANO CONVENCIONAL	43	ILI8478	2003	2003	-	9BM3840673 B341936	MBENZ OF 1417	MPOLO TORINO GVU	48	44	2	170CV	S500	57.184,00	20.207,90	2,83
URBANO CONVENCIONAL	44	ILI8495	2003	2003	-	9BM3840673 B341958	MBENZ OF 1417	MPOLO TORINO GVU	48	44	2	170CV	S500	59.614,00	21.242,20	2,81
URBANO CONVENCIONAL	45	ILI9178	2003	2003	-	9BM3840673 B330296	MBENZ OF 1417	MPOLO TORINO GVU	48	44	2	170CV	S500	55.689,00	22.770,70	2,45
URBANO CONVENCIONAL	46	ILI2701	2003	2003	APD	9BM3840733 B340815	MBENZ OF 1721	MPOLO TORINO GVU	48	45	2	210CV	S500	64.750,00	26.449,50	2,45
URBANO CONVENCIONAL	47	ILI2114	2003	2003	APD	9BM3840733 B340817	MBENZ OF 1721	MPOLO TORINO GVU	48	45	2	210CV	S500	62.365,00	23.913,80	2,61
URBANO CONVENCIONAL	52	ILR2855	2003	2003	-	9BM3840673 B358318	MBENZ OF 1417	MPOLO TORINO GVU	48	44	2	170CV	S500	72.201,00	24.811,70	2,91
URBANO CONVENCIONAL	53	ILR2863	2003	2003	-	9BM3840673 B358324	MBENZ OF 1417	MPOLO TORINO GVU	48	44	2	170CV	S500	73.288,00	26.133,00	2,8
URBANO CONVENCIONAL	54	ILR2875	2003	2003	-	9BM3840673 B358330	MBENZ OF 1417	MPOLO TORINO GVU	48	44	2	170CV	S500	79.007,00	27.814,70	2,81
URBANO CONVENCIONAL	55	ILR2896	2003	2003	-	9BM3840673 B358514	MBENZ OF 1417	MPOLO TORINO GVU	48	44	2	170CV	S500	62.173,00	21.194,10	2,93
URBANO CONVENCIONAL	56	ILR2983	2003	2003	-	9BM3840673 B358585	MBENZ OF 1417	MPOLO TORINO GVU	48	44	2	170CV	S500	79.364,00	28.444,60	2,79

Frota			Ano		Modelo			Lotação		Dados 2015						
Modalidade	Prefixo	Placas	Fabricação	Modelo	Adaptado	Nro Chassis	Chassis	Carroceria	pé	sentado	Eixos	Potência	DIESEL	KM	Litros	Média
URBANO CONVENCIONAL	57	ILR2993	2003	2003	-	9BM3840673 B358337	MBENZ OF 1417	MPOLO TORINO GVV	48	44	2	170CV	S500	63.400,00	23.655,00	2,68
URBANO CONVENCIONAL	58	ILR2890	2003	2003	-	9BM3840673 B358500	MBENZ OF 1417	MPOLO TORINO GVV	48	44	2	170CV	S500	68.767,00	23.055,20	2,98
URBANO CONVENCIONAL	59	ILR2968	2003	2003	-	9BM3840673 B358592	MBENZ OF 1417	MPOLO TORINO GVV	48	44	2	170CV	S500	65.172,00	21.208,60	3,07
URBANO INTEGRAÇÃO	3537	IMH8161	2004	-	-	9BWRP82W0 5R502406	VW 17210 EOD	MPOLO TORINO GVV	54	54	2	210CV	S500	64.865,00	29.215,00	2,22
URBANO INTEGRAÇÃO	3538	IMH8142	2004	-	-	9BWRP82W2 5R502410	VW 17210 EOD	MPOLO TORINO GVV	54	54	2	210CV	S500	66.444,00	27.001,50	2,46
URBANO INTEGRAÇÃO	3539	IMH8276	2004	-	-	9BWRP82W2 5R502620	VW 17210 EOD	MPOLO TORINO GVV	54	54	2	210CV	S500	74.339,00	31.900,30	2,33
URBANO INTEGRAÇÃO	3540	IMH8318	2004	-	-	9BWRP82W0 5R502681	VW 17210 EOD	MPOLO TORINO GVV	54	54	2	210CV	S500	60.281,00	28.961,40	2,08
URBANO INTEGRAÇÃO	3541	IMH8282	2004	-	-	9BWRP82W1 5R502995	VW 17210 EOD	MPOLO TORINO GVV	54	54	2	210CV	S500	71.577,00	33.759,80	2,12
URBANO INTEGRAÇÃO	3543	IMH8273	2004	-	-	9BWRP82W2 5R502407	VW 17210 EOD	MPOLO TORINO GVV	54	54	2	210CV	S500	53.762,00	22.857,40	2,35
URBANO INTEGRAÇÃO	3544	IMH8314	2004	-	-	9BWRP82W1 5R502575	VW 17210 EOD	MPOLO TORINO GVV	54	54	2	210CV	S500	66.073,00	30.150,30	2,19
URBANO INTEGRAÇÃO	3545	IMH8155	2004	-	-	9BWRP82W0 5R502812	VW 17210 EOD	MPOLO TORINO GVV	54	54	2	210CV	S500	63.614,00	28.743,00	2,21
URBANO INTEGRAÇÃO	3546	IMH8323	2004	-	-	9BWRP82W6 5R502085	VW 17210 EOD	MPOLO TORINO GVV	54	54	2	210CV	S500	66.993,00	29.399,00	2,28
URBANO INTEGRAÇÃO	3547	IMH8311	2004	-	-	9BWRP82W6 5R501941	VW 17210 EOD	MPOLO TORINO GVV	54	54	2	210CV	S500	66.772,00	27.259,40	2,45
URBANO INTEGRAÇÃO	3548	IMH8265	2004	-	-	9BWRP82W8 5R502038	VW 17210 EOD	MPOLO TORINO GVV	54	54	2	210CV	S500	70.372,00	32.837,00	2,14
URBANO INTEGRAÇÃO	3549	IMH8268	2004	-	-	9BWRP82W0 5R502258	VW 17210 EOD	MPOLO TORINO GVV	54	54	2	210CV	S500	72.001,00	31.929,10	2,26
URBANO INTEGRAÇÃO	3550	IMH8145	2004	-	-	9BWRP82W6 5R502281	VW 17210 EOD	MPOLO TORINO GVV	54	54	2	210CV	S500	70.498,00	31.908,30	2,21
URBANO INTEGRAÇÃO	3551	IMH9371	2004	-	-	9BWRP82W6 5R502300	VW 17210 EOD	MPOLO TORINO GVV	54	54	2	210CV	S500	66.791,00	30.588,00	2,18
URBANO INTEGRAÇÃO	3567	IMC2877	2004	-	-	9BM3840674 B394874	MBENZ OF 1418	MPOLO TORINO GV	45	45	2	180CV	S500	40.273,00	13.631,80	2,95
URBANO CONVENCIONAL	60	ILU5383	2004	2004	-	9BM3840674 B368816	MBENZ OF 1417	MPOLO TORINO GVV	48	44	2	170CV	S500	61.037,00	21.393,10	2,85
URBANO CONVENCIONAL	61	ILU5379	2004	2004	-	9BM3840674 B368956	MBENZ OF 1417	MPOLO TORINO GVV	48	44	2	170CV	S500	73.239,00	24.799,80	2,95

Frota			Ano				Modelo		Lotação		Dados 2015					
Modalidade	Prefixo	Placas	Fabricação	Modelo	Adaptado	Nro Chassis	Chassis	Carroceria	pé	sentado	Eixos	Potência	DIESEL	KM	Litros	Média
URBANO CONVENCIONAL	62	ILU5382	2004	2004	-	9BM3840674 B369022	MBENZ OF 1417	MPOLO TORINO GVU	48	44	2	170CV	S500	69.958,00	24.119,70	2,9
URBANO CONVENCIONAL	63	ILU5362	2004	2004	-	9BM3840674 B369027	MBENZ OF 1417	MPOLO TORINO GVU	48	44	2	170CV	S500	75.697,00	26.722,50	2,83
URBANO CONVENCIONAL	64	ILU5389	2004	2004	-	9BM3840674 B364733	MBENZ OF 1418	MPOLO TORINO GVU	48	44	2	180CV	S500	74.514,00	25.038,80	2,98
URBANO CONVENCIONAL	65	ILU5398	2004	2004	-	9BM3840674 B370502	MBENZ OF 1418	MPOLO TORINO GVU	48	44	2	180CV	S500	70.727,00	24.326,10	2,91
URBANO CONVENCIONAL	66	ILU5403	2004	2004	-	9BM3840674 B365073	MBENZ OF 1418	MPOLO TORINO GVU	48	44	2	180CV	S500	72.285,00	24.454,10	2,96
URBANO CONVENCIONAL	67	ILU5387	2004	2004	-	9BM3840674 B366585	MBENZ OF 1418	MPOLO TORINO GVU	48	44	2	180CV	S500	60.065,00	22.102,80	2,72
URBANO CONVENCIONAL	68	ILU5376	2004	2004	-	9BM3840674 B370434	MBENZ OF 1418	MPOLO TORINO GVU	48	44	2	180CV	S500	76.961,00	24.861,00	3,1
URBANO CONVENCIONAL	69	ILU5371	2004	2004	-	9BM3840674 B370442	MBENZ OF 1418	MPOLO TORINO GVU	48	44	2	180CV	S500	74.118,00	27.434,70	2,7
URBANO CONVENCIONAL	70	ILU5367	2004	2004	-	9BM3840674 B370456	MBENZ OF 1418	MPOLO TORINO GVU	48	44	2	180CV	S500	57.139,00	19.240,80	2,97
URBANO CONVENCIONAL	71	ILU5374	2004	2004	-	9BM3840674 B370470	MBENZ OF 1418	MPOLO TORINO GVU	48	44	2	180CV	S500	71.486,00	24.452,70	2,92
URBANO CONVENCIONAL	72	ILU5394	2004	2004	-	9BM3840674 B370492	MBENZ OF 1418	MPOLO TORINO GVU	48	44	2	180CV	S500	75.845,00	28.846,90	2,63
URBANO CONVENCIONAL	73	ILV8479	2004	2004	-	9BM3840674 B365064	MBENZ OF 1418	MPOLO TORINO GVU	48	44	2	180CV	S500	69.400,00	23.258,30	2,98
URBANO CONVENCIONAL	74	ILV8475	2004	2004	-	9BM3840674 B373309	MBENZ OF 1418	MPOLO TORINO GVU	48	44	2	180CV	S500	70.169,00	25.921,60	2,71
URBANO CONVENCIONAL	75	ILV8466	2004	2004	-	9BM3840674 B372537	MBENZ OF 1418	MPOLO TORINO GVU	48	44	2	180CV	S500	61.532,00	22.076,70	2,79
URBANO CONVENCIONAL	76	ILV8528	2004	2004	-	9BM3840674 B372545	MBENZ OF 1418	MPOLO TORINO GVU	48	44	2	180CV	S500	70.067,00	24.203,90	2,89
URBANO CONVENCIONAL	77	ILV8488	2004	2004	-	9BM3840674 B372961	MBENZ OF 1418	MPOLO TORINO GVU	48	44	2	180CV	S500	66.432,00	23.192,30	2,86
URBANO CONVENCIONAL	78	ILV8574	2004	2004	-	9BM3840674 B372994	MBENZ OF 1418	MPOLO TORINO GVU	48	44	2	180CV	S500	76.560,00	25.358,90	3,02
URBANO CONVENCIONAL	79	ILV8578	2004	2004	-	9BM3840674 B373154	MBENZ OF 1418	MPOLO TORINO GVU	48	44	2	180CV	S500	65.472,00	22.513,90	2,91
URBANO CONVENCIONAL	93	INU3125	2004	2004	-	8ATA1MF005 X049611	I/IVECO	MPOLO VIALE U	53	48	2	210 CV	S500	68.562,00	26.763,60	2,56
URBANO CONVENCIONAL	85	INL7376	2005	2005	-	8ATA1PF006 X053395	I/IVECO	MPOLO VIALE U	53	48	2	210 CV	S500	58.470,00	24.532,00	2,38

Frota			Ano				Modelo		Lotação		Dados 2015					
Modalidade	Prefixo	Placas	Fabricação	Modelo	Adaptado	Nro Chassis	Chassis	Carroceria	pé	sentado	Eixos	Potência	DIESEL	KM	Litros	Média
URBANO CONVENCIONAL	86	INL7350	2005	2005	-	8ATA1PF006 X053497	I/IVECO	MPOLO VIALE U	53	48	2	210 CV	S500	27.174,00	10.917,40	2,49
URBANO CONVENCIONAL	87	INL7377	2005	2005	-	8ATA1PF006 X053498	I/IVECO	MPOLO VIALE U	53	48	2	210 CV	S500	61.841,00	24.452,30	2,53
URBANO CONVENCIONAL	94	INV3475	2005	2005	-	8ATA1PF006 X053613	I/IVECO	MPOLO VIALE U	53	50	2	210 CV	S500	60.177,00	24.231,30	2,48
URBANO CONVENCIONAL	95	INV3481	2005	2005	-	8ATA1PF006 X053614	I/IVECO	MPOLO VIALE U	53	50	2	210 CV	S500	52.214,00	20.425,90	2,56
URBANO CONVENCIONAL	80	INE8727	2006	2006	-	9BM3840786 B485501	M BENZ OF 1722	MPOLO TORINO GVU	48	44	2	220CV	S500	68.896,00	28.714,80	2,4
URBANO CONVENCIONAL	81	INE8703	2006	2006	-	9BM3840786 B485498	M BENZ OF 1722	MPOLO TORINO GVU	53	48	2	220CV	S500	83.597,00	32.125,70	2,6
URBANO CONVENCIONAL	82	INE8704	2006	2006	-	9BM3840786 B485504	M BENZ OF 1722	MPOLO TORINO GVU	53	48	2	220CV	S500	53.605,00	21.602,90	2,48
URBANO CONVENCIONAL	83	INE9420	2006	2006	-	9BM3840676 B486705	MBENZ OF 1418	MPOLO TORINO GVU	53	46	2	180CV	S500	80.018,00	28.846,20	2,77
URBANO CONVENCIONAL	84	INE8756	2006	2006	-	9BM3840676 B486704	MBENZ OF 1418	MPOLO TORINO GVU	53	46	2	180CV	S500	78.215,00	28.271,80	2,77
URBANO CONVENCIONAL	88	INN2752	2006	2006	-	93ZA1PF0068 702913	I/IVECO	MPOLO VIALE U	53	48	2	210 CV	S500	68.667,00	27.094,70	2,53
URBANO CONVENCIONAL	89	INN2747	2006	2006	-	93ZA1PF0068 702914	I/IVECO	MPOLO VIALE U	53	48	2	210 CV	S500	60.975,00	26.135,10	2,33
URBANO CONVENCIONAL	90	INN2743	2006	2006	-	93ZA1PF0068 702916	I/IVECO	MPOLO VIALE U	53	48	2	210 CV	S500	63.537,00	25.540,20	2,49
URBANO CONVENCIONAL	91	INN2748	2006	2006	-	93ZA1PF0068 703101	I/IVECO	MPOLO VIALE U	53	48	2	210 CV	S500	62.066,00	25.138,90	2,47
URBANO CONVENCIONAL	92	INN2754	2006	2006	-	93ZA1PF0068 703110	I/IVECO	MPOLO VIALE U	53	48	2	210 CV	S500	64.345,00	26.053,60	2,47
URBANO INTEGRAÇÃO	3554	IOW8269	2008	-	-	93ZA1PF0088 707191	I/IVECO	MPOLO VIALE U	48	48	2	210CV	S500	64.102,00	24.761,70	2,59
URBANO INTEGRAÇÃO	3556	IOW8257	2008	-	-	93ZA1PF0088 707201	I/IVECO	MPOLO VIALE U	50	50	2	210CV	S500	56.832,00	24.741,70	2,3
URBANO INTEGRAÇÃO	3557	IOX0115	2008	-	-	93ZA1PF0088 707377	I/IVECO	MPOLO VIALE U	48	48	2	210CV	S500	62.153,00	28.006,90	2,22
URBANO INTEGRAÇÃO	3558	IOX0075	2008	-	-	93ZA1PF0088 707378	I/IVECO	MPOLO VIALE U	48	48	2	210CV	S500	56.311,00	23.607,20	2,39
URBANO INTEGRAÇÃO	3559	IOW8244	2008	-	-	93ZA1PF0088 707379	I/IVECO	MPOLO VIALE U	50	50	2	210CV	S500	32.317,00	13.095,30	2,47
URBANO INTEGRAÇÃO	3560	IOX0565	2008	-	-	93ZA1PF0088 707555	I/IVECO	MPOLO VIALE U	48	48	2	210CV	S500	62.368,00	28.373,20	2,2

Frota			Ano		Modelo			Lotação		Dados 2015						
Modalidade	Prefixo	Placas	Fabricação	Modelo	Adaptado	Nro Chassis	Chassis	Carroceria	pé	sentado	Eixos	Potência	DIESEL	KM	Litros	Média
URBANO INTEGRAÇÃO	3561	IOX0321	2008	-	-	93ZA1PF0088707580	I/IVECO	MPOLO VIALE U	48	48	2	210CV	S500	71.192,00	29.199,40	2,44
URBANO INTEGRAÇÃO	3562	IOX0587	2008	-	APD	93ZA1PF0088707185	I/IVECO	MPOLO VIALE U	42	42	2	210CV	S500	57.012,00	24.050,20	2,37
URBANO INTEGRAÇÃO	3563	IOX0574	2008	-	APD	93ZA1PF0088707189	I/IVECO	MPOLO VIALE U	42	42	2	210CV	S500	55.241,00	24.456,10	2,26
URBANO CONVENCIONAL	1	IPM5047	2008	2008	APD	9BWRL82W19R913699	VW 17230 EOD	MPOLO TORINO U	42	37	2	230CV	S500	72.541,00	30.192,00	2,4
URBANO CONVENCIONAL	2	IPM5189	2008	2008	APD	9BWRL82W39R912988	VW 17230 EOD	MPOLO TORINO U	42	37	2	230CV	S500	70.021,00	30.693,10	2,28
URBANO CONVENCIONAL	3	IPM5185	2008	2008	APD	9BWRL82WX9R914463	VW 17230 EOD	MPOLO TORINO U	42	37	2	230CV	S500	70.831,00	29.539,90	2,4
URBANO CONVENCIONAL	4	IPM5544	2008	2008	APD	9BWRL82W99R914180	VW 17230 EOD	MPOLO TORINO U	42	37	2	230CV	S500	86.875,00	38.654,00	2,25
URBANO CONVENCIONAL	5	IPM5540	2008	2008	APD	9BWRL82WX9R914155	VW 17230 EOD	MPOLO TORINO U	42	37	2	230CV	S500	81.157,00	35.430,40	2,29
URBANO CONVENCIONAL	6	IPM5547	2008	2008	APD	9BWRL82W09R913239	VW 17230 EOD	MPOLO TORINO U	42	37	2	230CV	S500	86.655,00	39.332,80	2,2
URBANO CONVENCIONAL	7	IPM5530	2008	2008	APD	9BWRL82W59R912958	VW 17230 EOD	MPOLO TORINO U	42	37	2	230CV	S500	93.016,00	38.621,40	2,41
URBANO CONVENCIONAL	8	IPM8329	2008	2008	APD	9BWRL82W39R913235	VW 17230 EOD	MPOLO TORINO U	42	37	2	230CV	S500	79.704,00	32.474,40	2,45
URBANO CONVENCIONAL	9	IPM5579	2008	2008	APD	9BWRL82W59R914189	VW 17230 EOD	MPOLO TORINO U	42	37	2	230CV	S500	88.736,00	40.206,50	2,21
URBANO CONVENCIONAL	10	IPM5479	2008	2008	APD	9BWRL82W29R915221	VW 17230 EOD	MPOLO TORINO U	42	37	2	230CV	S500	82.592,00	35.338,00	2,34
URBANO CONVENCIONAL	11	IPM8465	2008	2008	APD	9BWRL82W09R914360	VW 17230 EOD	MPOLO TORINO U	42	37	2	230CV	S500	85.598,00	36.755,20	2,33
URBANO CONVENCIONAL	12	IPM5638	2008	2008	APD	9BWRL82W09R913029	VW 17230 EOD	MPOLO TORINO U	42	37	2	230CV	S500	81.295,00	36.094,00	2,25
URBANO CONVENCIONAL	13	IPM5631	2008	2008	APD	9BWRL82W29R914246	VW 17230 EOD	MPOLO TORINO U	42	37	2	230CV	S500	82.556,00	35.218,80	2,34
URBANO CONVENCIONAL	14	IPM8440	2008	2008	APD	9BWRL82W39R913624	VW 17230 EOD	MPOLO TORINO U	42	37	2	230CV	S500	87.320,00	37.303,30	2,34
URBANO CONVENCIONAL	15	IPM8385	2008	2008	APD	9BWRL82W79R915067	VW 17230 EOD	MPOLO TORINO U	42	37	2	230CV	S500	80.718,00	33.623,50	2,4
URBANO CONVENCIONAL	16	IPM5562	2008	2009	APD	9BWRL82W69R912578	VW 17230 EOD	MPOLO TORINO U	42	37	2	230CV	S500	83.089,00	34.424,30	2,41
URBANO CONVENCIONAL	17	IPM8378	2008	2008	APD	9BWRL82W69R912919	VW 17230 EOD	MPOLO TORINO U	42	37	2	230CV	S500	69.576,00	30.231,00	2,3

Frota			Ano		Modelo			Lotação		Dados 2015						
Modalidade	Prefixo	Placas	Fabricação	Modelo	Adaptado	Nro Chassis	Chassis	Carroceria	pé	sentado	Eixos	Potência	DIESEL	KM	Litros	Média
URBANO CONVENCIONAL	18	IPM8138	2008	2008	APD	9BWRL82W3 9R912800	VW 17230 EOD	MPOLO TORINO U	42	37	2	230CV	S500	89.309,00	36.330,70	2,46
URBANO CONVENCIONAL	19	IPM5557	2008	2008	APD	9BWRL82W7 9R913044	VW 17230 EOD	MPOLO TORINO U	42	37	2	230CV	S500	89.277,00	37.328,70	2,39
URBANO CONVENCIONAL	20	IPM8154	2008	2008	APD	9BWRL82W7 9R913867	VW 17230 EOD	MPOLO TORINO U	42	37	2	230CV	S500	84.943,00	34.405,40	2,47
URBANO CONVENCIONAL	21	IPM8521	2008	2008	APD	9BWRL82W7 9R914372	VW 17230 EOD	MPOLO TORINO U	42	37	2	230CV	S500	79.237,00	32.107,30	2,47
URBANO CONVENCIONAL	22	IPM5753	2008	2008	APD	9BWRL82W2 9R913064	VW 17230 EOD	MPOLO TORINO U	42	37	2	230CV	S500	78.840,00	35.578,30	2,22
URBANO CONVENCIONAL	96	IPM5741	2008	2008	APD	9BWRL82W8 9R913232	VW 17230 EOD	MPOLO TORINO U	42	37	2	230CV	S500	69.074,00	29.963,70	2,31
URBANO CONVENCIONAL	97	IPM5745	2008	2008	APD	9BWRL82W4 9R913888	VW 17230 EOD	MPOLO TORINO U	42	37	2	230CV	S500	82.609,00	34.009,70	2,43
URBANO CONVENCIONAL	98	IPM5738	2008	2008	APD	9BWRL82W5 9R912278	VW 17230 EOD	MPOLO TORINO U	42	37	2	230CV	S500	86.622,00	35.796,80	2,42
URBANO CONVENCIONAL	99	IPM6673	2008	2008	APD	9BWRL82W3 9R914157	VW 17230 EOD	MPOLO TORINO U	42	37	2	230CV	S500	83.624,00	35.579,10	2,35
URBANO CONVENCIONAL	100	IPM8176	2008	2008	APD	9BWRL82W0 9R912849	VW 17230 EOD	MPOLO TORINO U	42	37	2	230CV	S500	82.050,00	32.567,40	2,52
URBANO CONVENCIONAL	101	IPM8340	2008	2008	APD	9BWRL82WX 9R912972	VW 17230 EOD	MPOLO TORINO U	42	37	2	230CV	S500	83.760,00	35.825,80	2,34
URBANO CONVENCIONAL	102	IPM8350	2008	2008	APD	9BWRL82WX 9R913653	VW 17230 EOD	MPOLO TORINO U	42	37	2	230CV	S500	76.906,00	32.572,50	2,36
URBANO CONVENCIONAL	103	IPN2863	2008	2008	APD	9BWRL82W8 9R913845	VW 17230 EOD	MPOLO TORINO U	42	37	2	230CV	S500	79.429,00	35.191,60	2,26
URBANO CONVENCIONAL	104	IPM8359	2008	2008	APD	9BWRL82W8 9R912341	VW 17230 EOD	MPOLO TORINO U	42	37	2	230CV	S500	72.703,00	30.602,50	2,38
URBANO CONVENCIONAL	105	IPM6645	2008	2008	APD	9BWRL82WX 9R913703	VW 17230 EOD	MPOLO TORINO U	42	37	2	230CV	S500	77.407,00	32.374,00	2,39
URBANO CONVENCIONAL	106	IPN2541	2008	2008	APD	9BWRL82W2 9R913016	VW 17230 EOD	MPOLO TORINO U	42	37	2	230CV	S500	88.175,00	36.975,30	2,38
URBANO CONVENCIONAL	107	IPM6846	2008	2008	APD	9BWRL82W5 9R912538	VW 17230 EOD	MPOLO TORINO U	42	37	2	230CV	S500	84.626,00	35.685,80	2,37
URBANO SELETIVO	300	IPM8241	2008	2008	-	9BM6882769 B624993	M BENZ LO 915	MPOLO SENIOR ON	0	21	2	150CV	S500	64.523,00	17.546,70	3,68
URBANO SELETIVO	301	IPM8298	2008	2008	-	9BM6882769 B623762	M BENZ LO 915	MPOLO SENIOR ON	0	21	2	150CV	S500	50.096,00	14.117,30	3,55
URBANO SELETIVO	302	IPM8401	2008	2008	-	9BM6882769 B623228	M BENZ LO 915	MPOLO SENIOR ON	0	21	2	150CV	S500	66.028,00	19.532,10	3,38

Frota			Ano		Modelo			Lotação		Dados 2015						
Modalidade	Prefixo	Placas	Fabricação	Modelo	Adaptado	Nro Chassis	Chassis	Carroceria	pé	sentado	Eixos	Potência	DIESEL	KM	Litros	Média
URBANO SELETIVO	303	IPM8417	2008	2008	-	9BM6882769 B625021	M BENZ LO 915	MPOLO SENIOR ON	0	21	2	150CV	S500	57.120,00	16.177,80	3,53
URBANO SELETIVO	304	IPM8510	2008	2008	-	9BM6882769 B626142	M BENZ LO 915	MPOLO SENIOR ON	0	21	2	150CV	S500	62.805,00	18.446,30	3,4
URBANO SELETIVO	305	IPM8487	2008	2008	-	9BM6882769 B623469	M BENZ LO 915	MPOLO SENIOR ON	0	21	2	150CV	S500	64.668,00	21.040,40	3,07
URBANO SELETIVO	306	IPM8273	2008	2008	-	9BM6882769 B625420	M BENZ LO 915	MPOLO SENIOR ON	0	21	2	150CV	S500	66.306,00	20.750,20	3,2
URBANO SELETIVO	307	IPM8418	2008	2008	-	9BM6882769 B624747	M BENZ LO 915	MPOLO SENIOR ON	0	21	2	150CV	S500	62.179,00	17.870,70	3,48
URBANO SELETIVO	308	IPM8292	2008	2008	-	9BM6882769 B625663	M BENZ LO 915	MPOLO SENIOR ON	0	21	2	150CV	S500	62.977,00	19.306,20	3,26
URBANO SELETIVO	309	IPM8368	2008	2008	-	9BM6882769 B626138	M BENZ LO 915	MPOLO SENIOR ON	0	21	2	150CV	S500	65.534,00	18.621,30	3,52
URBANO SELETIVO	310	IPM8356	2008	2008	-	9BM6882769 B623686	M BENZ LO 915	MPOLO SENIOR ON	0	21	2	150CV	S500	58.912,00	17.869,30	3,3
URBANO SELETIVO	311	IPM8348	2008	2008	-	9BM6882769 B625942	M BENZ LO 915	MPOLO SENIOR ON	0	21	2	150CV	S500	68.634,00	20.419,60	3,36
URBANO SELETIVO	312	IPM8498	2008	2008	-	9BM6882769 B624229	M BENZ LO 915	MPOLO SENIOR ON	0	21	2	150CV	S500	57.460,00	16.860,20	3,41
URBANO SELETIVO	313	IPM8324	2008	2008	-	9BM6882769 B624777	M BENZ LO 915	MPOLO SENIOR ON	0	21	2	150CV	S500	61.968,00	19.393,00	3,2
URBANO SELETIVO	314	IPN1019	2008	2008	-	9BM6882769 B624252	M BENZ LO 915	MPOLO SENIOR ON	0	21	2	150CV	S500	67.948,00	21.661,10	3,14
URBANO SELETIVO	315	IPM8431	2008	2008	-	9BM6882769 B623823	M BENZ LO 915	MPOLO SENIOR ON	0	21	2	150CV	S500	67.280,00	19.127,80	3,52
URBANO SELETIVO	316	IPM8473	2008	2008	-	9BM6882769 B625026	M BENZ LO 915	MPOLO SENIOR ON	0	21	2	150CV	S500	73.284,00	22.466,10	3,26
URBANO SELETIVO	317	IPM8410	2008	2008	-	9BM6882769 B624237	M BENZ LO 915	MPOLO SENIOR ON	0	21	2	150CV	S500	71.050,00	21.828,70	3,25
URBANO SELETIVO	318	IPM8335	2008	2008	-	9BM6882769 B626418	M BENZ LO 915	MPOLO SENIOR ON	0	21	2	150CV	S500	78.460,00	22.103,60	3,55
URBANO SELETIVO	319	IPN1462	2008	2008	-	9BM6882769 B625673	M BENZ LO 915	MPOLO SENIOR ON	0	21	2	150CV	S500	59.826,00	17.038,20	3,51
URBANO SELETIVO	320	IPO9350	2008	2008	-	9BM3840679 B635656	MBENZ OF 1418	MARCOPOLO SENIOR	0	36	2	177V	S500	66.071,00	28.289,70	2,34
URBANO SELETIVO	321	IPO9252	2008	2008	-	9BM3840679 B635671	MBENZ OF 1418	MARCOPOLO SENIOR	0	36	2	177V	S500	72.684,00	28.652,80	2,54
URBANO SELETIVO	322	IPO9240	2008	2008	-	9BM3840679 B635693	MBENZ OF 1418	MARCOPOLO SENIOR	0	36	2	177V	S500	62.276,00	25.538,20	2,44

Frota			Ano		Modelo			Lotação		Dados 2015						
Modalidade	Prefixo	Placas	Fabricação	Modelo	Adaptado	Nro Chassis	Chassis	Carroceria	pé	sentado	Eixos	Potência	DIESEL	KM	Litros	Média
URBANO SELETIVO	323	IPP0262	2008	2008	-	9BM3840679 B636059	MBENZ OF 1418	MARCOPOLO SENIOR	0	36	2	177V	S500	68.592,00	25.454,40	2,69
URBANO SELETIVO	324	IPO9713	2008	2008	-	9BM3840679 B636078	MBENZ OF 1418	MARCOPOLO SENIOR	0	36	2	177V	S500	54.428,00	22.272,20	2,44
URBANO SELETIVO	325	IPO9744	2008	2008	-	9BM3840679 B636082	MBENZ OF 1418	MARCOPOLO SENIOR	0	36	2	177V	S500	62.902,00	25.490,00	2,47
URBANO SELETIVO	326	IPP7590	2008	2009	-	9BM3840679 B636087	MBENZ OF 1418	MARCOPOLO SENIOR	0	36	2	177V	S500	60.573,00	23.727,60	2,55
URBANO SELETIVO	327	IPO9720	2008	2008	-	9BM3840679 B636089	MBENZ OF 1418	MARCOPOLO SENIOR	0	36	2	177V	S500	67.748,00	26.716,40	2,54
URBANO SELETIVO	328	IPO9392	2008	2008	-	9BM3840679 B636093	MBENZ OF 1418	MARCOPOLO SENIOR	0	36	2	177V	S500	61.353,00	24.722,80	2,48
URBANO SELETIVO	329	IPP0215	2008	2008	-	9BM3840679 B636095	MBENZ OF 1418	MARCOPOLO SENIOR	0	36	2	177V	S500	71.643,00	28.927,20	2,48
URBANO INTEGRAÇÃO	3564	ISH8270	2011	-	APD	9BM384078B B8016969	MB OF 1722	MPOLO TORINO U	52	52	2	220CV	S500	61.300,00	24.318,70	2,52
URBANO CONVENCIONAL	23	ISQ5642	2011	2011	APD	9532L82W3B R166037	VW 17230 EOD	MPOLO TORINO U	45	41	2	230CV	S500	95.088,00	43.198,20	2,2
URBANO CONVENCIONAL	24	ISQ5615	2011	2011	APD	9532L8WXBR 166570	VW 17230 EOD	MPOLO TORINO U	45	41	2	230CV	S500	98.935,00	42.704,80	2,32
URBANO CONVENCIONAL	25	ISQ5612	2011	2011	APD	9532L8W8BR 166602	VW 17230 EOD	MPOLO TORINO U	45	41	2	230CV	S500	98.836,00	41.012,50	2,41
URBANO CONVENCIONAL	26	ISQ5605	2011	2011	APD	9532L8W8BR 172299	VW 17230 EOD	MPOLO TORINO U	45	41	2	230CV	S500	86.291,00	36.345,50	2,37
URBANO CONVENCIONAL	27	ISQ5648	2011	2011	APD	9532L8W5BR 172423	VW 17230 EOD	MPOLO TORINO U	45	41	2	230CV	S500	82.110,00	36.479,90	2,25
URBANO CONVENCIONAL	28	ISQ5591	2011	2011	APD	9532L8W7BR 172455	VW 17230 EOD	MPOLO TORINO U	45	41	2	230CV	S500	82.291,00	32.493,30	2,53
URBANO CONVENCIONAL	29	ISQ5553	2011	2011	APD	9532L8W8BR 172531	VW 17230 EOD	MPOLO TORINO U	45	41	2	230CV	S500	95.946,00	41.786,60	2,3
URBANO CONVENCIONAL	30	ISQ5600	2011	2011	APD	9532L82W3B R172548	VW 17230 EOD	MPOLO TORINO U	45	41	2	230CV	S500	87.223,00	37.086,00	2,35
URBANO CONVENCIONAL	31	ISQ5579	2011	2011	APD	9532L8WXBR 172711	VW 17230 EOD	MPOLO TORINO U	45	41	2	230CV	S500	86.521,00	36.915,00	2,34
URBANO CONVENCIONAL	32	ISQ5571	2011	2011	APD	9532L8W1BR 172533	VW 17230 EOD	MPOLO TORINO U	45	41	2	230CV	S500	88.147,00	35.471,00	2,49
URBANO CONVENCIONAL	33	ISQ5570	2011	2011	APD	9532L8E6BR1 65920	VW 17230 EOD	MPOLO TORINO U	45	41	2	230CV	S500	81.788,00	34.148,10	2,4
URBANO CONVENCIONAL	48	ISQ5556	2011	2011	APD	9532L8W7BR 172360	VW 17230 EOD	MPOLO TORINO U	45	41	2	230CV	S500	81.630,00	31.525,80	2,59

Frota			Ano		Modelo			Lotação		Dados 2015						
Modalidade	Prefixo	Placas	Fabricação	Modelo	Adaptado	Nro Chassis	Chassis	Carroceria	pé	sentado	Eixos	Potência	DIESEL	KM	Litros	Média
URBANO CONVENCIONAL	49	ISQ5568	2011	2011	APD	9532L8W0BR172720	VW 17230 EOD	MPOLO TORINO U	45	41	2	230CV	S500	93.977,00	39.067,60	2,41
URBANO CONVENCIONAL	50	ISQ5585	2011	2011	APD	9532L82W9BR172537	VW 17230 EOD	MPOLO TORINO U	45	41	2	230CV	S500	85.961,00	35.522,50	2,42
URBANO CONVENCIONAL	51	ISU8107	2011	2011	APD	9532L82W1BR172564	VW 17230 EOD	MPOLO TORINO U	45	41	2	230CV	S500	92.836,00	41.183,00	2,25
URBANO CONVENCIONAL	108	ISU8106	2011	2011	APD	9532L82W0BR172703	VW 17230 EOD	MPOLO TORINO U	43	39	2	230CV	S500	79.247,00	32.445,60	2,44
URBANO CONVENCIONAL	109	ISU8121	2011	2011	APD	9532L82W2BR172816	VW 17230 EOD	MPOLO TORINO U	43	39	2	230CV	S500	84.757,00	36.801,00	2,3
URBANO SELETIVO	330	IVP6828	2013	2014	-	93ZL68CO1E8455049	IVECO/MPOLO TORINO U	IVECO CITYCLASS 70C17HD	0	25	2	170CV	S10	65.715,00	14.577,40	4,51
URBANO SELETIVO	331	IVP3764	2013	2014	-	93ZL68CO1E8455059	IVECO/MPOLO TORINO U	IVECO CITYCLASS 70C17HD	0	25	2	170CV	S10	64.858,00	14.322,80	4,53
URBANO SELETIVO	332	IVP3755	2013	2014	-	93ZL68CO1EB454978	IVECO/MPOLO TORINO U	IVECO CITYCLASS 70C17HD	0	25	2	170CV	S10	70.948,00	14.940,20	4,75
URBANO SELETIVO	333	IVQ7178	2013	2014	-	93ZL68CO1E8454830	IVECO/MPOLO TORINO U	IVECO CITYCLASS 70C17HD	0	25	2	170CV	S10	71.984,00	16.248,64	4,43
URBANO SELETIVO	334	IVP8015	2013	2014	-	93ZL68CO1E8453579	IVECO/MPOLO TORINO U	IVECO CITYCLASS 70C17HD	0	25	2	170CV	S10	51.346,00	11.927,90	4,3
URBANO SELETIVO	335	IVP8017	2013	2014	-	93ZL68CO1E8453613	IVECO/MPOLO TORINO U	IVECO CITYCLASS 70C17HD	0	25	2	170CV	S10	63.314,00	13.474,40	4,7
URBANO SELETIVO	336	IVQ7225	2013	2014	-	93ZL68CO1E8453612	IVECO/MPOLO TORINO U	IVECO CITYCLASS 70C17HD	0	25	2	170CV	S10	55.647,00	13.288,60	4,19
URBANO SELETIVO	337	IVQ7216	2013	2014	-	93ZL68CO1E8453614	IVECO/MPOLO TORINO U	IVECO CITYCLASS 70C17HD	0	25	2	170CV	S10	68.822,00	14.626,88	4,71
URBANO SELETIVO	338	IVQ7156	2013	2014	-	93ZL68CO1E8454822	IVECO/MPOLO TORINO U	IVECO CITYCLASS 70C17HD	0	25	2	170CV	S10	60.245,00	12.246,00	4,92
URBANO SELETIVO	339	IVQ7164	2013	2014	-	93ZL68CO1E8455065	IVECO/MPOLO TORINO U	IVECO CITYCLASS 70C17HD	0	25	2	170CV	S10	57.841,00	12.645,20	4,57

Frota			Ano		Modelo			Lotação		Dados 2015						
Modalidade	Prefixo	Placas	Fabricação	Modelo	Adaptado	Nro Chassis	Chassis	Carroceria	pé	sentado	Eixos	Potência	DIESEL	KM	Litros	Média
URBANO CONVENCIONAL	112	IVQ7090	2014	2014	APD	9532G82W0D R350617	VW/NEOBUS MEGA U	MPOLO TORINO U	43	38	2	230CV	S10	95.141,00	38.101,10	2,5
URBANO CONVENCIONAL	113	IVP8004	2014	2014	APD	9532G82W9D R341592	VW/NEOBUS MEGA U	MPOLO TORINO U	43	38	3	230CV	S10	64.915,00	26.122,30	2,49
URBANO CONVENCIONAL	114	IWM3749	2014	2015	APD	93ZK1RMHO F8928033	IVECO/NEOBUS MEGA U	NEOBUS MEGA U	43	35	2	280CV	S10	44.977,00	17.559,80	2,56
URBANO CONVENCIONAL	115	IWM3747	2014	2015	APD	93ZK1RMHO F8928350	IVECO/NEOBUS MEGA U	NEOBUS MEGA U	43	35	3	280CV	S10	33.198,00	12.700,40	2,61
URBANO CONVENCIONAL	116	IWM3764	2014	2015	APD	93ZK1RMHO F8927956	IVECO/NEOBUS MEGA U	NEOBUS MEGA U	43	35	3	280CV	S10	37.398,00	14.966,07	2,5
URBANO CONVENCIONAL	117	IWN8436	2014	2015	APD	9532G82W6F R512883	VW/NEOBUS MEGA U	NEOBUS MEGA U	40	34	3	225CV	S10	37.052,00	15.101,50	2,45
URBANO CONVENCIONAL	118	IWT4117	2015	2015	APD	93ZK1RMHO F8929252	IVECO/MPOLO TORINO U	MPOLO TORINO U	43	37	3	280 CV	S10	12.803,00	5.292,00	2,42
URBANO CONVENCIONAL	119	IWT4112	2015	2015	APD	93ZK1RMHO F8929236	IVECO/MPOLO TORINO U	MPOLO TORINO U	43	37	3	280 CV	S10	17.735,00	7.214,30	2,46
URBANO CONVENCIONAL	120	IWT4113	2015	2015	APD	93ZK1RMHO F8929238	IVECO/MPOLO TORINO U	MPOLO TORINO U	43	37	3	280 CV	S10	17.215,00	7.013,70	2,45
URBANO CONVENCIONAL	122	IWT4114	2015	2015	APD	93ZK1RMHO F8929222	IVECO/MPOLO TORINO U	MPOLO TORINO U	43	37	3	280 CV	S10	16.148,00	6.414,00	2,52

Fonte: Prefeitura Municipal de Canoas (2016).

ANEXO B

Projeções de Redução de Quilometragem e Frota do Transporte Público Municipal de Canoas mediante a Implantação do Aeromóvel

PREFEITURA MUNICIPAL DE CANOAS
 SECRETARIA MUNICIPAL DE TRANSPORTES E MOBILIDADE
 DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E ESTATÍSTICA

TABELA 1 – Quilometragem e Frota por Sistema/Modalidade – 2015

	DADOS 2015	
	KM ANUAL	FROTA
FROTA INTEGRAÇÃO	2.496.724	42
FROTA SELETIVO	2.566.048	40
FROTA CONVENCIONAL	8.589.050	123
TOTAL	13.651.822	205

Fonte: Prefeitura Municipal de Canoas (2016)

TABELA 2 – Relatório da Frota

- Tipo de Combustível;

- Ano de Fabricação (com Redução de 35%);

- Quilometragem a reduzir.

		1998	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2011	2013	2014	2015	SOMA
FROTA INTEGRAÇÃO	Número total veículos	5 (5)	8 (8)	4 (2)	-	15	-	-	-	9	1	-	-	-	42 (15)
	Red. Frota 35% impact. Km	274.270	454.718	117.312	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-846.300
FROTA SELETIVO	Número total veículos	-	-	-	-	-	-	-	-	30 (14)	-	10	-	-	40 (14)
	Red. Frota 35% impact. Km	-	-	-	-	-	-	-	-	869.210	-	-	-	-	-869.210
FROTA CONVENCIONAL	Número total veículos	-	4 (4)	4 (4)	18 (18)	21 (17)	5	10	-	34	17	-	6	4	123 (43)
	Red. Frota 35% impact. Km	-	167.812	214.147	1.152.992	1.184.239	-	-	-	-	-	-	-	-	-2.719.190
TOTAL															205 (72) *
															-4.434.700 **

entre () projeção do número de redução de veículos até alcançar 35% do total

* Frota total e a reduzir (35%)

** Redução de quilometragem

Fonte: Prefeitura Municipal de Canoas (2016)

TABELA 3 – Projeções de redução de km e frota com a Implantação do Aeromóvel

	ESTIMA-SE REDUÇÃO DE 35% DA FROTA MAIS ANTIGA EM OPERAÇÃO (CONFORME TABELA 2)			
	REDUÇÃO FROTA		REDUÇÃO KM	
FROTA INTEGRAÇÃO	-15	-36%	-846.300	-34%
FROTA SELETIVO	-14	-35%	-869.210	-34%
FROTA CONVENCIONAL	-43	-35%	-2.719.190	-32%
TOTAL	-72	-35%	-4.434.700	-32%

Fonte: Prefeitura Municipal de Canoas (2016).