

## **Análise da Viabilidade Econômica no Setor de Transporte com a Introdução de Veículos Elétricos em Órgãos Públicos**

**Patrícia G. Dallepiane\*, Luciane N. Canha, Cíntia H. Flesch, Cláudio A.C. Cambambi.**

*Universidade Federal de Santa Maria  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica.  
\* (e-mail:patricia.dallepiane@gmail.com)*

---

**Abstract:** An economic and efficient transport contributes to the development of the economy and the reduction of expenses in the logistics of organizations. Electric vehicles provide a new mobility alternative, due to the advantages related to the reduction of traffic noise, reduction of pollutant gas emissions and because they present lower costs during their operation compared to traditional vehicles. In addition to seeking to build a sustainable economy through recharges carried out by renewable energy sources. Thus, the objective of this article is to carry out an analysis of the economic viability with the insertion of electric vehicles in public agencies. The present study tends to develop an economic evaluation with the supply and maintenance of fleets and to point out the benefits to the environment regarding the replacement of combustion vehicles by electric ones. The study is based on information collected in a City Hall located in the State of Rio Grande do Sul. The analysis of each criterion aims to demonstrate that the process of replacing the vehicle fleet can be a viable alternative for public organizations focusing on the operation of vehicles, due to the savings generated during their use and the reduction in the emission of pollutants.

**Resumo:** Um transporte econômico e eficiente contribui com o desenvolvimento da economia e a redução de despesas na logística das organizações. Os veículos elétricos oportunizam uma nova alternativa de mobilidade, devido às vantagens relacionadas à redução de ruído no trânsito, diminuição da emissão de gases poluentes e por apresentarem custos menores durante sua operação comparados aos veículos tradicionais. Além de buscar construir uma economia sustentável mediante as recargas realizadas por fontes de energia renovável. Deste modo, o objetivo deste artigo é realizar uma análise da viabilidade econômica com a inserção de veículos elétricos em órgãos públicos. O presente estudo tende a desenvolver uma avaliação econômica com abastecimento e manutenções de frotas e pontuar os benefícios ao meio ambiente no que tange à substituição de veículos a combustão por elétricos. O estudo é baseado nas informações coletadas em uma Prefeitura localizada no Estado do Rio Grande do Sul. A análise de cada critério visa demonstrar que o processo de substituição da frota de veículos pode ser uma alternativa viável para as organizações públicas com enfoque na operação dos veículos, devido a economia gerada durante sua utilização e a diminuição na emissão de poluentes.

**Keywords:** Electric Vehicles; Environment; Logistics; Transport; Economic impact.

**Palavras-chaves:** Veículos Elétricos; Meio Ambiente; Logística; Transporte; Impacto econômico.

---

### 1. INTRODUÇÃO

A crescente preocupação com as mudanças climáticas motivou a busca por soluções menos poluentes no setor de transportes, que responde a parte representativa das emissões globais de gás carbônico (CO<sub>2</sub>). Assim, a introdução de veículos elétricos passou a ser vista como um dos principais vetores da descarbonização da matriz energética devido à sua natureza ecologicamente correta e energeticamente eficiente em comparação com veículos baseados em combustão interna em muitos países ao redor do mundo, incluindo países em desenvolvimento como o Brasil. Além dos aspectos climáticos, a difusão de veículos elétricos atende a outros objetivos, como a redução da dependência de petróleo em

países importadores, a diminuição do ruído e a melhoria na qualidade do ar nos centros urbanos (EPE, 2019).

Visto que, os veículos elétricos (VEs) são alternativas para atender as novas demandas do transporte e impactar significativamente na atenuação da poluição sonora e redução da emissão de poluentes, especialmente quando combinado com fontes renováveis de energia (Jacinto, 2018). Assim, a mobilidade elétrica deve ser vista como uma oportunidade de desenvolvimento econômico, industrial e tecnológico.

O tráfego de veículos ocorre em centros urbanos e entre municípios, e isso tem um grande impacto na qualidade do ar. Portanto, um meio interessante para mitigar esse problema é através da substituição do abastecimento de gasolina e diesel

por eletricidade. Dessa forma, à medida que as organizações avançam com a eletrificação de suas frotas de veículos, são necessárias alternativas confiáveis e intuitivas que as ajudem a se adaptar ao novo modelo operacional e a otimizar a forma como utilizam os veículos.

Com isso, o estudo foca na comparação entre veículos a combustão por veículos elétricos, visando identificar elementos durante a utilização dos veículos que possam contribuir para as tomadas de decisão em órgãos públicos no que tange a novas aquisições e à substituição gradual da frota. Este artigo apresenta os resultados da avaliação de despesas com abastecimento e de despesas evitadas com manutenção na frota de veículos de uma prefeitura local, localizada no Estado do Rio Grande do Sul. E, por fim, a análise econômica propõe-se demonstrar que o processo de substituição da frota pode ser uma alternativa viável com enfoque na operação dos veículos, devido a economia gerada durante sua utilização e contribuindo com a redução da emissão de poluentes.

## 2. SETOR DE TRANSPORTE

O setor de transportes desempenha papel crucial em qualquer economia, seja na movimentação de pessoas seja na de cargas. O correto entendimento do perfil da matriz de transportes de um país é um passo necessário e fundamental para o desenvolvimento de políticas públicas, pois se trata de um setor de alta demanda energética, grande impacto ambiental e causador de diversas externalidades positivas e negativas.

O transporte é um importante elemento para o desenvolvimento da economia e para qualidade de vida da população. Além disso, representa um componente determinante nos custos logísticos, pois um transporte econômico contribui para estimular a competitividade no mercado e diminuir despesas na logística da empresa (Ballou, 2011).

Além disso, o transporte é responsável por parte das emissões de poluentes na atmosfera, mediante ao crescimento da utilização de veículos a combustão no setor rodoviário e aumento no consumo de derivados de petróleo, que contribuem progressivamente para o impacto ambiental, devido a emissão de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) (EPE, 2019). As emissões de gases no escape de automóveis convencionais se tornaram fonte de poluição do ar, especialmente em regiões densamente povoadas e representam um grande risco ambiental, o que torna as questões ambientais cada vez mais intensas. (Li et al., 2019).

Dessa forma, o emprego da mobilidade elétrica no transporte rodoviário intensifica a eficiência energética, por depender de eletricidade e não requererem combustão direta de combustível. Contribuindo assim, com a política de transporte, para alcançar nos principais centros urbanos uma logística urbana sustentável, livre das emissões de poluentes (Colmenar et al., 2019).

O desenvolvimento do mercado de VEs tem atraído cada vez mais a atenção tanto do poder público quanto da população

em geral, que, aos poucos, vem elevando sua compreensão da essencialidade e do impacto desses serviços sobre os mais diversos aspectos, como saúde, meio ambiente e desenvolvimento econômico. As reduções nas emissões de CO<sub>2</sub> podem ser obtidas com o aumento de vendas de VEs, e investimento intenso na geração de energia por meio de fontes renováveis (Rietmann et al., 2020).

Além disso, os governos locais são essenciais para propor e implementar medidas para aumentar a proposta de valor dos VEs. Através de incentivos fiscais na compra de veículos, bem como, medidas de descontos em pedágios, estacionamentos e zonas de baixa emissão são essenciais para atrair novos clientes para a mobilidade elétrica (IEA, 2020).

Os VEs apresentam um custo elevado na aquisição em comparação com veículos a combustão, principalmente impulsionadas pelos valores investidos em pesquisa e desenvolvimento e custos dos itens como as baterias. Porém, com a economia de combustível obtida por meio das recargas com energia elétrica, pode-se compensar o custo inicial elevado para o consumidor durante a vida útil do veículo (Iwan et al., 2019). Além de gerar uma economia com gastos de trocas de filtros, fluidos, óleos lubrificantes e demais componentes, inexistentes nos modelos elétricos (Jac Motors, 2021).

Atualmente, os VEs estão presentes em diversos tipos de transportes, no pessoal, coletivo ou de cargas. A preocupação com o meio ambiente e a variedade de modelos de veículos disponíveis no mercado estimularam as decisões de compra do consumidor. Em 2020, o estoque global de carros elétricos atingiu a marca de 10 milhões, um acréscimo de 43% em relação a 2019. Propõe-se que até 2030, a maior parte da frota representada de VEs será de quatro rodas, com a China e Europa liderando essa implantação (IEA, 2020).

Os VEs se destacam por serem silenciosos, eficientes e registrarem custos reduzidos durante sua operação comparados aos veículos tradicionais à combustão. Além do mais, buscam construir uma economia sustentável por meio de recargas por fontes renováveis de energia (EPE, 2019).

## 3. METODOLOGIA

O estudo proposto visa desenvolver um comparativo de despesas durante a operação entre veículos a combustão e elétricos. Com o intuito de constatar elementos que possam contribuir para as tomadas de decisão em órgãos públicos, no que tange a novas aquisições e à substituição gradual da frota de veículos.

Para realizar uma avaliação econômica, inicialmente é analisada as despesas com consumo de combustível, e por meio deste, desenvolver um comparativo de custos por quilometro rodado através da substituição da frota de existente por modelos elétricos. E, posteriormente, verificar a economia gerada no abastecimento dos veículos, a partir da diferença obtida do custo com diesel e gasolina e o custo com eletricidade no período delimitado.

Os dados das frotas existentes utilizados no estudo são decorrentes dos valores coletados em uma prefeitura local. E, para calcular os custos em recargas das frotas elétricas nas tarifas do ambiente cativo é considerado o valor do custo médio do quilowatt-hora (kWh) das faturas de energia elétrica de cada secretaria em estudo.

Posteriormente, é avaliada as despesas registradas na empresa com as manutenções dos veículos, considerado os valores de apenas alguns componentes inexistentes nos modelos elétricos. E, por fim, é realizado uma análise da redução de emissão de CO<sub>2</sub> pelas frotas substituídas, apresentando os pontos relevantes que o estudo pode contribuir com o meio ambiente.

### 3. ESTUDO DE CASO

O estudo de caso utilizou como base os dados analisados em uma prefeitura local, dividido nas seguintes secretarias: Casa Civil, Secretaria de Município de Mobilidade Urbana (SMU), Secretaria de Município de Meio Ambiente (SMA), Secretaria de Município de Desenvolvimento Rural (SMDR), Secretaria de Município da Educação (SMED), Secretaria de Município de Infraestrutura e Serviços Públicos (SMIS), Secretaria de Município da Saúde (SMS) e Secretaria de Município de Gestão e Modernização Administrativa (SMG). Esses dados foram compilados para a realização das simulações para encontrar o melhor cenário.

A partir disso, instigou-se o processo inicial, que consiste em levantar as informações referentes à frota existente em cada secretaria, tais como; modelos, quilometragem percorrida e consumo médio. As frotas existentes resultam em 216 veículos, compostos por ônibus, microônibus, tratores, motocicletas, furgões e carros. Assim, delimitou-se o levantamento dos dados para o desenvolvimento do estudo no período de abril de 2020 até agosto de 2021.

Ressalta-se que o levantamento das informações dos veículos se realizou de forma individual, porém devido a quantidade elevada de automóveis em estudo, definiu-se agregar em grupos os resultados obtidos em cada uma das secretarias. Assim foram divididos em frotas: carros, motos, furgões e caminhões

Após, identifica-se a modalidade tarifária em que cada secretaria está enquadrada. Como as unidades consumidoras fazem parte do Ambiente de Contratação Regulada (ACR), para as unidades pertencentes ao grupo B, é analisando o valor com recargas através do custo médio do kWh e impostos conforme fatura de energia. E para a modalidade tarifária do grupo A, é analisado o valor com recargas através do custo médio do kWh e impostos para o horário de fora ponta.

No levantamento de informações sobre os gastos de manutenções, considerou os registros individuais de cada veículo da unidade para o período estabelecido. Foram considerados gastos com óleo do motor, óleo lubrificante, filtro de óleo, filtro do ar e filtro do combustível.

Para desenvolver a análise referente a redução da intensidade de emissão de carbono, considera-se que para cada 1 litro (L)

de diesel se emite em média de 2,603 kg de CO<sub>2</sub> e para cada 1 litro (L) de gasolina se emite em média de 2,212 kg de CO<sub>2</sub> (MMA, 2013). Observa-se que a intensidade de emissão de carbono avaliada se refere ao tanque à roda do veículo. Assim, a análise é realizada considerando as variáveis de quilometragem total percorrida no período avaliado, a eficiência média de cada veículo e a intensidade de emissão de carbono.

#### 3.1 Casa Civil

Na Casa Civil a frota é composta por 31 veículos, sendo divididos em: 20 carros, 9 motocicletas e 2 caminhões. No período considerado para desenvolver o comparativo, a frota resultou 428.054,5 quilômetros rodados, conforme detalhado na Tabela 1. E, para as despesas com recargas dos modelos elétricos, atribui-se o valor do custo médio do kWh de R\$ 0,96, conforme a fatura de energia elétrica com modalidade tarifária do grupo B.

**Tabela 1. Comparativo entre VEs e a combustão**

Frota	Km Rodado	Custo Abastecimento Combustão (R\$)	Custo Abastecimento Elétricos (R\$)
Carro	400111	R\$ 224.449,20	R\$ 64.494,38
Moto	8321,56	R\$ 1.966,14	R\$ 205,70
Caminhão	19622	R\$ 19.825,23	R\$ 13.482,40
Total	428054,5	R\$ 246.240,57	R\$ 78.182,48

Comparando os custos de abastecimento entre os combustíveis fósseis e energia elétrica, verifica-se que há ganhos financeiros durante a operação dos veículos, conforme demonstrado na Fig. 1. Com os modelos analisados, foi possível identificar uma economia total de R\$ 168.058,09, equivalente a 68,25% do valor gasto anteriormente com combustíveis.

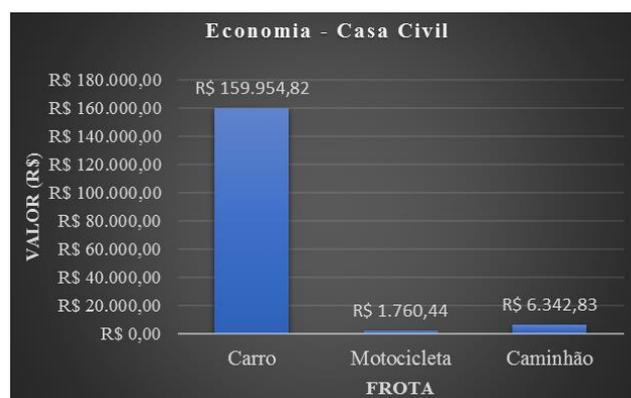


Fig. 1 Economia – Casa Civil.

Além disso, a unidade poderá ter uma despesa evitada de aproximadamente R\$ 13.828,74, com manutenções realizadas nos veículos, com itens inexistentes nos modelos elétricos. Isso gerou ainda, um acréscimo na economia, visto que nos veículos a combustão teria-se um custo adicional.

Na questão do impacto ambiental, considerando a emissão evitada de carbono dos veículos, resultaria em uma emissão média de 52927,63 kg de CO<sub>2</sub> para veículos a diesel e uma emissão média de 68691,48 kg de CO<sub>2</sub> para veículos a gasolina. Ou seja, se a frota fosse substituída por veículos elétricos reduziria cerca de 121619,11 kg de CO<sub>2</sub> para a quilometragem total analisada.

### 3.2 Secretaria de Município de Mobilidade Urbana (SMU)

Na SMU a frota é composta por 23 veículos, sendo divididos em: 13 carros, 8 motocicletas, 1 microônibus e 1 caminhão. Durante o período avaliado, a frota completou 215.625 quilômetros rodados, de acordo com a Tabela 2. E, para calcular as despesas com recargas dos modelos elétricos, atribui-se o valor do custo médio do kWh de R\$ 0,95, conforme a fatura com modalidade tarifária do grupo B.

**Tabela 2. Comparativo entre VEs e a combustão**

Frota	Km Rodado	Custo Abastecimento Combustão (R\$)	Custo Abastecimento Elétricos (R\$)
Carro	195096	R\$ 116.874,48	R\$ 32.871,85
Microônibus	4337	R\$ 3.289,40	R\$ 1.607,90
Motocicleta	14802	R\$ 3.086,88	R\$ 371,71
Caminhão	1390	R\$ 1.791,96	R\$ 638,42
<b>Total</b>	<b>215625</b>	<b>R\$ 125.042,72</b>	<b>R\$ 35.489,88</b>

Comparando os custos de abastecimento entre os veículos a combustão e VEs, constata-se que há ganhos financeiros durante a operação da frota, conforme apresentado na Fig. 2. Uma vez que, foi possível identificar uma economia total de R\$ 89.552,84, correspondente a 71,61% do valor gasto anteriormente com combustíveis.

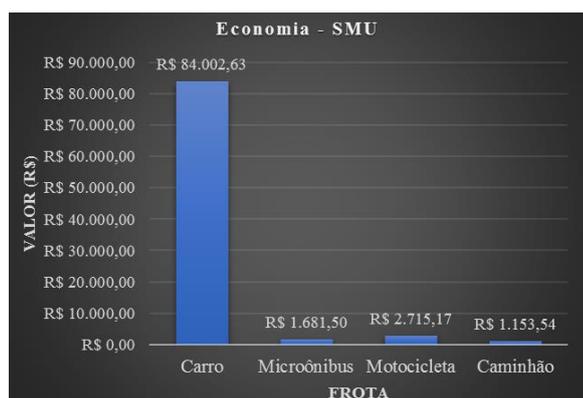


Fig. 2 Economia – SMU.

Além do mais, a SMU poderá ter uma despesa evitada de aproximadamente R\$ 4.189,45, com manutenções realizadas na frota de veículos, em itens inexistentes nos modelos elétricos. Gerando um acréscimo na economia total, visto que nos veículos a combustão teria-se um custo adicional.

Na questão do impacto ambiental, considerando a emissão evitada de carbono dos veículos, resultaria em uma emissão média de 30714,72 kg de CO<sub>2</sub> para veículos a diesel e uma

emissão média de 30654,87 kg de CO<sub>2</sub> para veículos a gasolina. Ou seja, se a frota fosse substituída por VEs diminuiria aproximadamente 61369,59 kg de CO<sub>2</sub> para a quilometragem total analisada.

### 3.3 Secretaria de Município de Meio Ambiente (SMA)

Na SMA a frota é composta por 9 veículos, sendo divididos em: 5 carros, 2 tratores e 2 caminhões. Para o período estudado, a frota totalizou 72.546 quilômetros rodados, conforme considerado na Tabela 3. Para as despesas com recargas dos VEs, atribui-se o valor do custo médio do kWh de R\$ 0,97, conforme a fatura com modalidade tarifária do grupo B.

**Tabela 3. Comparativo entre VEs e a combustão**

Frota	Km Rodado	Custo Abastecimento Combustão (R\$)	Custo Abastecimento Elétricos (R\$)
Carro	58842	R\$ 31.212,26	R\$ 11.634,78
Trator	277	R\$ 3.741,98	R\$ 635,09
Caminhão	13427	R\$ 15.112,72	R\$ 10.216,67
<b>Total</b>	<b>72546</b>	<b>R\$ 50.066,96</b>	<b>R\$ 22.486,54</b>

No desenvolvimento do comparativo de custos com abastecimento entre os combustíveis fósseis e energia elétrica, constata-se que há ganhos financeiros durante a operação da frota, conforme Fig. 3. Com os modelos avaliados, foi possível identificar uma economia total de R\$ 27.580,42, equivalente a 55,08% do valor gasto anteriormente com combustíveis.



Fig. 3 Economia – SMA.

Durante o período avaliado, a SMA poderá ter uma despesa evitada de aproximadamente R\$ 3.669,70, com manutenções realizadas na frota de veículos, em itens inexistentes nos modelos elétricos. Resultando em um acréscimo na economia total, visto que nos veículos a combustão teria-se um custo adicional.

Na questão do impacto ambiental, avaliando a emissão evitada de carbono dos veículos, resultaria em uma emissão média de 27631,49 kg de CO<sub>2</sub> para veículos a diesel e uma emissão média de 2027,45 kg de CO<sub>2</sub> para veículos a gasolina. Ou seja, se a frota fosse substituída por VEs

atenuaria aproximadamente 29658,95 kg de CO<sub>2</sub> para a quilometragem total analisada.

### 3.4 Secretaria de Município de Desenvolvimento Rural (SMDR)

Na SMDR a frota é composta por 24 veículos, sendo divididos em: 13 carros, 1 Furgão, 3 tratores, 1 motocicleta e 6 caminhões. Para o período analisado, a frota totalizou 318.048,6 quilômetros rodados, de acordo com a Tabela 4. Assim, para as despesas com recargas dos VEs, atribui-se o valor do custo médio do kWh de R\$ 0,95, conforme a fatura com modalidade tarifária do grupo B.

**Tabela 4. Comparativo entre VEs e a combustão**

Frota	Km Rodado	Custo Abastecimento Combustão (R\$)	Custo Abastecimento Elétricos (R\$)
Carro	164017,7	R\$ 82.199,10	R\$ 23.282,99
Furgão	21187	R\$ 10.748,08	R\$ 3.321,06
Moto	270	R\$ 73,65	R\$ 3,47
Caminhão	131593	R\$ 168.743,35	R\$ 71.824,36
Trator	980,83	R\$ 27.760,57	R\$ 2.202,41
<b>Total</b>	<b>318048,6</b>	<b>R\$ 289.524,75</b>	<b>R\$ 100.634,29</b>

Mediante ao comparativo dos custos de abastecimento, avalia-se que há ganhos financeiros durante a operação da frota, segundo a Fig. 4. Com os modelos analisados, foi possível verificar uma economia total de R\$ 188.890,46, equivalente a 65,24% do valor gasto anteriormente com combustíveis.

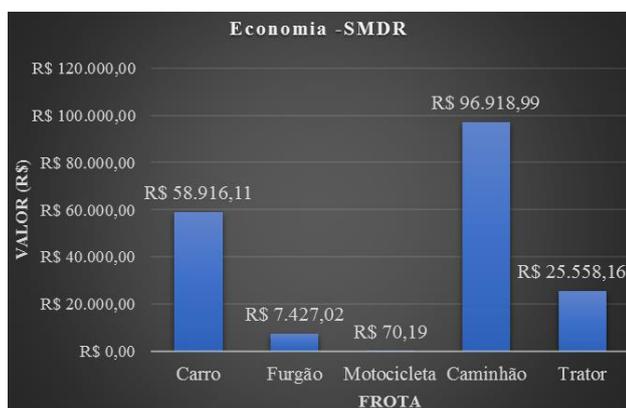


Fig. 4 Economia – SMDR.

Na SMDR poderá ter uma despesa evitada de aproximadamente R\$ 33.675,67, com manutenções realizadas na frota de veículos, em itens inexistentes nos modelos elétricos. Totalizando em uma maior economia, visto que nos veículos a combustão teria-se um custo adicional.

Referente ao impacto ambiental, considerando a emissão evitada de carbono dos veículos, resultaria em uma emissão média de 115655,16 kg de CO<sub>2</sub> para veículos a diesel e uma emissão média de 37503,31 kg de CO<sub>2</sub> para veículos a gasolina. Ou seja, se a frota fosse substituída por VEs

diminuiria aproximadamente 153158,47 kg de CO<sub>2</sub> para a quilometragem total analisada.

### 3.5 Secretaria de Município da Educação (SMED)

Na SMED a frota é composta por 18 veículos, sendo divididos em: 6 carros, 1 Furgão, 3 microônibus, 5 ônibus, 2 motocicletas e 1 caminhão. Para o período avaliado, a frota totalizou 89.668 quilômetros rodados, conforme Tabela 5. Assim, para as despesas com recargas dos VEs, atribui-se o valor do custo médio do kWh de R\$ 0,99, conforme a fatura de energia elétrica com modalidade tarifária do grupo B.

**Tabela 5. Comparativo entre VEs e a combustão**

Frota	Km Rodado	Custo Abastecimento Combustão (R\$)	Custo Abastecimento Elétricos (R\$)
Carro	59378	R\$ 31.118,29	R\$ 10.413,23
Furgão	12481	R\$ 7.278,75	R\$ 2.038,77
Micro	5751	R\$ 5.684,11	R\$ 3.098,96
Ônibus	1883	R\$ 3.050,99	R\$ 2.416,08
Caminhão	9664	R\$ 8.898,68	R\$ 4.640,17
Moto	511	R\$ 292,05	R\$ 11,80
<b>Total</b>	<b>89668</b>	<b>R\$ 56.322,87</b>	<b>R\$ 22.619,01</b>

Por meio do comparativo de despesas com abastecimento, avalia-se que há ganhos financeiros durante a operação dos veículos. Com os modelos analisados, foi possível verificar uma economia total de R\$ 33.703,86, equivalente a 59,84% do valor gasto anteriormente com combustíveis.

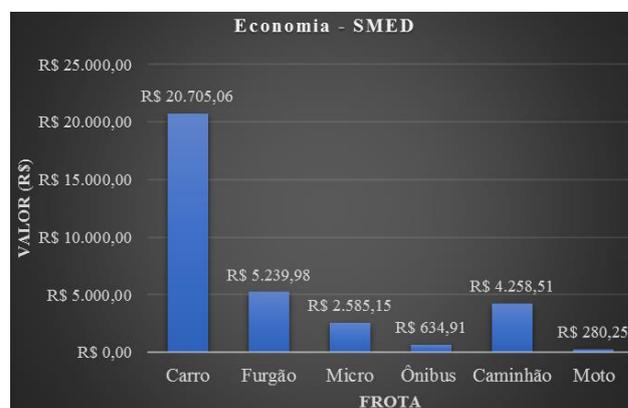


Fig. 5 Economia – SMED.

As manutenções realizadas na frota de veículos da SMED resultaram em uma despesa evitada de aproximadamente R\$ 439,00, com itens inexistentes nos modelos elétricos. Resultando em um acréscimo na economia, pois nos veículos a combustão teria-se um custo adicional.

Referente ao impacto ambiental, a emissão evitada de carbono resultaria em uma emissão média de 19523,70 kg de CO<sub>2</sub> para veículos a diesel e uma emissão média de 8875,36 kg de CO<sub>2</sub> para veículos a gasolina. Ou seja, se a frota fosse substituída por VEs reduziria aproximadamente 28399,06 kg de CO<sub>2</sub> para a quilometragem total avaliada.

### 3.6 Secretaria de Município de Infraestrutura e Serviços Públicos (SMIS)

Na SMIS a frota é composta por 30 veículos, sendo divididos em: 9 carros, 2 Furgões e 19 caminhões. No período em estudo, a frota totalizou 376.736 quilômetros rodados, conforme Tabela 6. E, para calcular as despesas com recargas dos VEs, atribui-se o valor do custo médio do kWh de R\$ 0,55, conforme a fatura com modalidade tarifária do grupo A.

**Tabela 6. Comparativo entre VEs e a combustão**

Frota	Km Rodado	Custo Abastecimento Combustão (R\$)	Custo Abastecimento Elétricos (R\$)
Carro	96535	R\$ 60.025,00	R\$ 9.327,48
Furgão	24536	R\$ 11.418,34	R\$ 2.226,66
Caminhão	255665	R\$ 411.838,30	R\$ 148.604,54
<b>Total</b>	<b>376736</b>	<b>R\$ 483.281,64</b>	<b>R\$ 160.158,68</b>

Mediante ao comparativo dos custos de abastecimento entre os veículos a combustão e VEs, foi possível constatar uma economia total de R\$ 323.122,96, equivalente a 66,86% do valor gasto anteriormente com combustíveis.

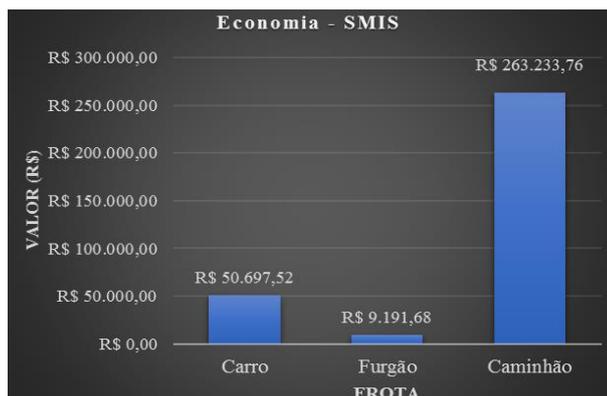


Fig. 6 Economia – SMIS.

As manutenções realizadas na frota de veículos da SMIS resultaram em uma despesa evitada de aproximadamente R\$ 44.595,51, com itens inexistentes nos modelos elétricos. Resultando em uma maior economia, visto que nos veículos a combustão teria-se um custo adicional.

Referente ao impacto ambiental, a emissão evitada de carbono resultaria em uma emissão média de 388218,56 kg de CO<sub>2</sub> para veículos a diesel e uma emissão média de 2882,04 kg de CO<sub>2</sub> para veículos a gasolina. Ou seja, se a frota fosse substituída por VEs reduziria aproximadamente 417100,60 kg de CO<sub>2</sub> para a quilometragem total avaliada.

### 3.7 Secretaria de Município da Saúde (SMS)

Na SMS a frota é composta por 60 veículos, sendo divididos em: 40 carros, 13 Furgões, 4 microônibus, 1 ônibus, 1 motocicleta e 1 caminhão. Conforme a Tabela 7, o período avaliado resultou 1.474.815,92 quilômetros rodados pela frota. E, para calcular as despesas com recargas dos VEs,

atribui-se o valor do custo médio do kWh de R\$ 0,55, conforme a fatura de energia elétrica com modalidade tarifária do grupo A.

**Tabela 7. Comparativo entre VEs e a combustão**

Frota	Km Rodado	Custo Abastecimento Combustão (R\$)	Custo Abastecimento Elétricos (R\$)
Carro	986168	R\$ 471.438,78	R\$ 138.701,46
Furgão	344340	R\$ 174.724,66	R\$ 119.732,94
Microônibus	121522	R\$ 100.368,42	R\$ 59.517,28
Ônibus	18481	R\$ 27.734,64	R\$ 22.658,00
Caminhão	3982	R\$ 3.226,12	R\$ 1.826,98
Motocicleta	322,92	R\$ 92,65	R\$ 7,13
<b>Total</b>	<b>1474815,9</b>	<b>R\$ 777.585,27</b>	<b>R\$ 342.443,79</b>

Comparando os custos de abastecimento entre os combustíveis fósseis e energia elétrica, foi possível verificar uma economia total de R\$ 435.141,48, correspondente a 55,96% do valor gasto anteriormente com combustíveis.

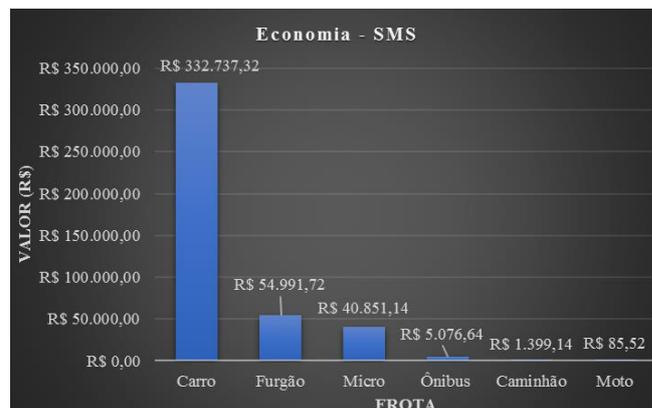


Fig. 7 Economia – SMS.

As manutenções realizadas na frota de veículos da SMS totalizaram em uma despesa evitada de aproximadamente R\$ 39.185,11, com itens inexistentes nos modelos elétricos. Totalizando em uma maior economia, visto que nos veículos a combustão teria-se um custo adicional.

Referente ao impacto ambiental, a emissão evitada de carbono resultaria em uma emissão média de 204274,09 kg de CO<sub>2</sub> para veículos a diesel e uma emissão média de 180799,23 kg de CO<sub>2</sub> para veículos a gasolina. Ou seja, se a frota fosse substituída por VEs reduziria aproximadamente 385073,33kg de CO<sub>2</sub> para a quilometragem total avaliada.

### 3.8 Secretaria de Município de Gestão e Modernização Administrativa (SMG)

Na SMG a frota é composta por 21 veículos, sendo divididos em: 20 carros e 1 Furgão. Para o período avaliado, a frota totalizou 172.374 quilômetros rodados, de acordo com a Tabela 8. E, para calcular as despesas com recargas dos VEs, atribui-se o valor do custo médio do kWh de R\$ 0,55,

conforme a fatura de energia elétrica com modalidade tarifária do grupo A.

**Tabela 8. Comparativo entre VEs e a combustão**

Frota	Km Rodado	Custo Abastecimento Combustão (R\$)	Custo Abastecimento Elétricos (R\$)
Carro	170776	R\$ 103.104,17	R\$ 14.411,62
Furgão	1598	R\$ 1.254,09	R\$ 145,02
<b>Total</b>	<b>172374</b>	<b>R\$ 104.358,26</b>	<b>R\$ 14.556,64</b>

Mediante ao comparativo dos custos de abastecimento, foi possível verificar uma economia total de R\$ 89.801,62, equivalente a 86,05% do valor gasto anteriormente com combustíveis.



Fig. 8 Economia – SMG.

As manutenções realizadas na frota de veículos da SMG totalizaram em uma despesa evitada de aproximadamente R\$ 5.257,75, com itens inexistentes nos modelos elétricos. Totalizando em uma maior economia, visto que nos veículos a combustão teria-se um custo adicional.

E, por fim, no impacto ambiental, a emissão evitada de carbono resultaria em uma emissão média de 4960,22 kg de CO<sub>2</sub> para veículos a diesel e uma emissão média de 37759,06 kg de CO<sub>2</sub> para veículos a gasolina. Ou seja, se a frota fosse substituída por VEs diminuiria aproximadamente 42719,28 kg de CO<sub>2</sub> para a quilometragem total em questão.

#### 4. CONCLUSÕES

A mobilidade elétrica é uma tendência mundial, ainda que no Brasil existem outros fatores que direcionam a um crescimento moderado deste mercado, ocorre uma crescente demanda por tecnologias sustentáveis. Dessa forma, este artigo apresentou um estudo para avaliar a inserção de VEs no transporte pessoal, coletivo e de carga em uma prefeitura, visando analisar aspectos, quanto a questão da redução do consumo de gasolina e diesel e impacto ambiental. No qual, buscou-se levantar elementos com o intuito de demonstrar os benefícios da mobilidade elétrica durante sua utilização.

A análise de viabilidade de substituição da frota de veículos a combustão por VEs em órgãos públicos mostrou-se favorável durante a operação da frota, pois apresentou valores significativos na economia com abastecimento e

manutenções no período delimitado para estudo. Comparando os custos de abastecimento entre óleo diesel e gasolina por eletricidade, estimou-se uma economia de R\$ 1.355.851,73. Para despesas evitadas com manutenções, referente a itens delimitados, obteve-se uma economia de R\$ 144.840,93, no período de abril 2020 até agosto de 2021. Com isso, alcançou-se um resultado positivo para sua aplicação, gerando uma economia total de aproximadamente R\$ 1.500.692,66, considerando a substituição total da frota existente por frotas elétricas.

Além disso, pode-se constatar uma redução da intensidade de emissão de carbono em cada uma das secretarias em estudo, contribuindo para evolução de uma logística sustentável, sem levar em conta a emissão de particulados. Portanto, o resultado indicou aspectos positivos na adoção de frotas elétricas, pois mesmo com custos elevados na aquisição comparados a modelos convencionais, é possível obter benefícios ambientais, econômicos durante sua operação e construir uma melhor qualidade de vida para a sociedade.

#### AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES/PROEX) - Código de Financiamento 001 e do Fundo de Incentivo à Pesquisa (FIPE) da Universidade Federal de Santa Maria.

#### REFERÊNCIAS

- Ballou, R. (2011). Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Logística Empresarial. 5ed. Porto Alegre: Bookman, 616 p.
- Colmenar, A. S. et al. (2019). Electric vehicle charging strategy to support renewable energy sources in Europe 2050 low-carbon scenario. *Energy*, Elsevier, 183, p. 61-74. ISSN 0360-5442.
- Empresa de Pesquisa Energética - EPE. (2019) BEM. *Balanco Energético Nacional*. Rio de Janeiro.
- International Energy Agency – IEA. (2020). Global EV Outlook 2020 - Entering the decade of electric drive? França.
- Iwan, S. et al. (2019). Electric mobility in European urban freight and logistics – status and attempts of improvement. *Transportation Research Procedia*, 39, 112–123. ISSN 2352-1465.
- Jacinto, T., Dias, B., Ramos, T., Marcato, A., Silva, I., Oliveira, L., and Borba, B. (2018). Impact of electric vehicles in electric costs considering the longterm operation planning. In 2018 *Simpósio Brasileiro de Sistemas Elétricos (SBSE)*, 1–6. IEEE.
- Jac Motors. (2020). Veículos Elétrico. Disponível: <<https://www.jacmotors.com.br/veiculos/eletricos>>.
- Li, Z., Khajepour, A., and Song, J. (2019). A comprehensive review of the key technologies for pure electric vehicles. *Energy*, Elsevier, 182, p.824-839. ISSN: 0360-5442.
- Rietmann, N., Hügler, B., and Lieven, T. (2020). Forecasting the trajectory of electric vehicle sales and the consequences for worldwide CO<sub>2</sub> emissions. *Journal of Cleaner Production* - Elsevier, 121038. ISSN: 0959-6526.