



**UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO  
FACULDADE DE ENGENHARIA E ARQUITETURA  
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**



---

**Patrícia Gomes Dallepiane**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II  
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA NO SETOR DE TRANSPORTE COM  
A INTRODUÇÃO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS EM UM CAMPUS  
UNIVERSITÁRIO**

**PASSO FUNDO  
2021**

**Patrícia Gomes Dallepiane**

**ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA NO SETOR DE  
TRANSPORTE COM A INTRODUÇÃO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS  
EM UM CAMPUS UNIVERSITÁRIO**

Trabalho Final de Graduação apresentada ao Curso de Engenharia de Produção na Faculdade de Engenharia e Arquitetura da Universidade de Passo Fundo, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Professora Juliana Kurek, Mestra.

Passo Fundo

2021

**Patrícia Gomes Dallepiane**

**ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA NO SETOR DE  
TRANSPORTE COM A INTRODUÇÃO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS  
EM UM CAMPUS UNIVERSITÁRIO**

Trabalho Final de Graduação apresentada ao Curso de Engenharia de Produção na Faculdade de Engenharia e Arquitetura da Universidade de Passo Fundo, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Professora Juliana Kurek, Mestra.

Aprovado em: 15 de dezembro de 2021

**BANCA EXAMINADORA**

Anderson Hoose, Mestre.  
Universidade de Passo Fundo

Nilo Alberto Scheidmandel, Mestre.  
Universidade de Passo Fundo

Juliana Kurek, Mestre  
Universidade de Passo Fundo

Passo Fundo

**2021**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a minha orientadora Juliana Kurek, pelo acolhimento, incentivo, orientação e contribuições feitas para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus pais e meu irmão por todo os ensinamentos, amor, carinho, apoio e por sempre acreditarem em mim.

Aos meus amigos pelo companheirismo e apoio durante esta jornada.

Por fim, agradeço a todos que contribuíram para a realização deste trabalho de conclusão de curso.

## 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 as vantagens relacionadas à diminuição de ruído no trânsito, redução da emissão de poluentes e por apresentarem custos menores de abastecimento e manutenções comparados aos veículos tradicionais. Além de buscar construir uma economia sustentável através das recargas realizadas por fontes de energia renovável. Deste modo, o objetivo deste trabalho é realizar uma análise da viabilidade econômica com a inserção de veículos elétricos no campus universitário. O presente estudo tende a desenvolver análises de possibilidades para contribuir em tomada de decisão, no que tange à substituição de veículos a combustão por elétricos, através da análise do impacto logístico ao ser inserido uma frota elétrica para operar a demanda das atividades, avaliação econômica com abastecimento e manutenções de frota, emprego do custo de mitigação das emissões de carbono ao substituir gasolina e óleo diesel por eletricidade e finalizando com a análise de despesas para recargas na modalidade tarifária da instituição. O estudo é baseado nas informações coletadas em uma Instituição Privada de Ensino Superior localizada no Estado do Rio Grande do Sul. A análise de cada critério visa evidenciar que o processo de substituição da frota de veículos pode ser uma alternativa viável para as organizações, devido a economia gerada durante sua operação e a diminuição na emissão de poluentes.

**Palavras-chaves:** Veículo Elétrico. Impactos Ambientais. Transporte.

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 - Estoque mundial de VEs.....	16
Figura 2 - Estação de Recarga para VEs. ....	23
Figura 3 - Postos de Recargas disponíveis no Rio Grande do Sul. ....	24
Figura 4- Emissão de CO2 da matriz energética brasileira. ....	26
Figura 5 - Metodologia proposta. ....	32
Figura 6 – Trajeto do ônibus interno na Instituição. ....	35
Figura 7 – Economia total obtida no ano de 2019 e 2020. ....	37
Figura 8 – Carregador Wall Box da WEG. ....	42
Figura 9 – Carregador modelo da BYD. ....	42
Figura 10 – Demanda de Energia registrada – 2019/2020. ....	43
Figura 11 – Demanda de Energia registrada – 05/11/2019. ....	44

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Exemplos de VEs. ....	21
Tabela 2 – Dados dos Veículos Abastecidos por Diesel .....	33
Tabela 3 – Dados dos Veículos Abastecidos por Gasolina .....	34
Tabela 4 - Despesas com Abastecimentos.....	36
Tabela 5 - Despesas com Manutenções.....	38
Tabela 6 - Custo de Mitigação.....	40
Tabela 7 – Características dos Modelos Elétricos Propostos para Substituição.....	41
Tabela 8 - Proposta de Substituição de Frota. ....	41
Tabela 9 – Características dos Custos de Recargas. ....	45

**LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 - Padrões de conectores de recarga para VEs.....	22
-----------------------------------------------------------	----



**LISTA DE SIGLAS**

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ACL	Ambiente de Contratação Livre
ACR	Ambiente de Contratação Regulada
BEV	<i>Battery Electric Vehicle</i>
CCEAL	Contratos de Comercialização de Energia no Ambiente Livre
CCEAR	Contrato de Comercialização de Energia no Ambiente Regulado
CCEE	Câmara de Comercialização de Energia Elétrica
CO2	Dióxido de carbono
CoM	Índice de custo de mitigação
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
IEA	<i>International Energy Agency</i>
km	Quilômetro
kWh	Quilowatt-hora
PCHs	Pequenas centrais hidrelétricas
PHEV	<i>Plug-in Hybrid Electric Vehicle</i>
TE	Tarifa de energia
TUSD	Tarifa de uso do sistema de distribuição
Un	Unidade
VEs	Veículos Elétricos

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
1.1	Considerações Iniciais.....	11
1.2	Problema .....	12
1.3	Justificativas .....	12
1.4	Objetivos .....	13
1.4.1	Objetivo Geral .....	13
1.4.2	Objetivos Específicos .....	14
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>15</b>
2.1	Veículos Elétricos .....	15
2.1.1	Tipos de transporte na mobilidade elétrica.....	18
2.1.2	Políticas para VEs no Brasil .....	20
2.1.2.1	<i>Tendências no mercado brasileiro .....</i>	<i>20</i>
2.1.3	Principais características de recarga dos VEs.....	21
2.2	Gestão de Transporte.....	25
2.3	Meio Ambiente .....	25
2.4	Comercialização de Energia Elétrica no Brasil.....	27
2.4.1	Ambiente de contratação livre .....	27
<b>3</b>	<b>MÉTODO DO TRABALHO.....</b>	<b>30</b>
3.1	Descrição do objeto de estudo .....	30
3.2	Procedimento metodológico .....	30
<b>4</b>	<b>APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....</b>	<b>33</b>
4.1	Característica da Frota da Instituição .....	33
4.2	Impacto Logístico com a Inserção de Veículos Elétricos.....	34
4.3	Análise de Despesas com Abastecimento .....	35
4.4	Análise de Despesas com Manutenções .....	38
4.5	Custo de Mitigação.....	39
4.6	Proposta de Substituição de Frota.....	40
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>46</b>
5.1	Previsão para Trabalhos Futuros .....	47
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>48</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Considerações Iniciais

O sistema de transporte é essencial para a economia de uma região e qualidade de vida da população. O crescimento da demanda proveniente de veículos a combustão tende a ser cada vez maior, resultando no aumento no consumo de derivados de petróleo que contribui para o impacto ambiental, devido a emissão de poluentes (EPE, 2019c).

De acordo com os estudos realizados pelo Consoni *et al.* (2018), a indústria automobilística está passando por um processo de transformação, situação que pode expandir o mercado de veículos elétricos (VE) no Brasil. Visto que, é uma possibilidade para impactar significativamente na redução da emissão dos gases do efeito estufa e atender as novas demandas da sociedade (JACINTO *et al.*, 2018).

Quando combinado com fontes renováveis de energia, os VEs se destacam como a opção de tecnologia mais viável para a redução da emissão de poluentes. Com isso, a fim de aumentar a segurança energética, buscar redução das emissões de gases poluentes e diminuição de ruídos do trânsito, os países adotam medidas para proporcionar o desenvolvimento dos VEs (LI; KHAJEPOUR; SONG, 2019).

Os governos locais são importantes para propor e implementar medidas para aumentar a proposta de valor no mercado da mobilidade elétrica. Através de incentivos em projetos desenvolvidos entre empresas e universidades, incentivos fiscais para a compra do automóvel, tal como, medidas de descontos em pedágios, estacionamentos e zonas de baixa emissão, são ações essenciais para atrair clientes para a mobilidade elétrica (IEA, 2020).

Considerados como novas opções para a mobilidade elétrica, os veículos elétricos têm ganhado destaque para a operação no transporte pessoal, coletivo e de carga. São caracterizados por possuir zero emissões do tubo de escape, sem ruído em operação e são independentes da flutuação do preço do petróleo. Assim como, oferecem um ambiente confortável nos trajetos aos seus clientes por apresentar menor vibração devido ao seu motor elétrico (USLU; KAYA, 2021). A inserção dessa tecnologia é um passo importante para uma mudança de cultura para um ambiente mais sustentável.

## 1.2 Problema

A mobilidade elétrica traz consigo grandes vantagens, principalmente no que diz respeito ao uso de recursos naturais e economia com abastecimento e manutenções. Contudo, intervém-se nos interesses da indústria petrolífera, das montadoras e fabricantes de veículos a combustão. Os VEs não utilizam itens como: velas, cabos de velas, correias dentadas, filtros de ar, não precisam de óleo lubrificante, catalisador, escapamento, caixa de câmbio e entre outros itens. Se comparados aos veículos comuns, é possível entender o motivo da resistência quanto a inserção dos VEs no mercado brasileiro (NOVAIS, 2016).

Além disso, no Brasil há uma carência de promoções, incentivos e medidas para a expansão dos VEs no mercado, principalmente, devido a uma falta de direcionamento de ações do setor público, privado e do próprio governo (CONSONI *et al.*, 2018).

Mesmo com um crescimento mundial das vendas dos VEs, sua porcentagem no setor de transporte ainda é baixa e enfrenta barreiras, como o alto custo de aquisição, autonomia, tempo de recarga, a falta de investimentos para implementações de estações de recarga rápidas nas rodovias e a desinformação por parte da população sobre o benefício da aplicação dessa tecnologia (MELLO, 2021).

Considerando o crescimento e massificação da tecnologia de VEs, as preocupações mundiais relacionadas com o meio ambiente e o impacto em relação ao alto consumo de petróleo, o estudo futuro referente a viabilidade econômica com a introdução de veículos elétricos no transporte pessoal, coletivo e de carga se torna importante. Neste contexto tem-se como questão: É possível avaliar a viabilidade de substituição de frota e desenvolver uma metodologia para as recargas de veículos elétricos considerando o impacto na logística da instituição e sobre o valor pago na fatura de energia elétrica?

## 1.3 Justificativas

Devido ao crescente avanço da inserção de VEs no sistema de transporte brasileiro, os Estados do Distrito Federal, São Paulo e Rio de Janeiro, já estão operando projetos com a utilização de ônibus elétricos para realizar o transporte de passageiros (MOBILIZE, 2019). E, também, a Universidade Unicamp localizada no município de Campinas, lançou um projeto para ampliar as ações de sustentabilidade, através da operação do primeiro ônibus

elétrico que passou a compor na frota dos circulares internos da instituição (UNICAMP, 2020).

Nesse segmento, o Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Santa Maria, desenvolve projetos de pesquisa e desenvolvimento relacionados ao tema da mobilidade elétrica eficiente, referente ao projeto de P&D da Chamada P022 da ANEEL. Um dos projetos está sendo desenvolvido com a Copel Distribuidora de energia do estado do Paraná, para desenvolvimento de pesquisas para a gestão de eletrovias (ANEEL, 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 da gasolina e do diesel pela eletricidade, com a utilização de VEs (BALDISSERA, 2016).

Mas para que se tenha maior incentivo da aplicação de veículos elétricos, é importante que estudos que envolvam a área econômica sejam desenvolvidos, pois essa impacta significativamente no faturamento da empresa. Também na área técnica, pois as recargas de veículos elétricos têm impacto no consumo e demanda de energia elétrica na empresa. E na logística do transporte pessoal, coletivo e de carga, pois os veículos elétricos precisam ter uma estrutura de operação em consonância com os pontos de recargas.

Além disso, o trabalho visa incentivar empresas e demais instituições públicas e privadas de ensino a avaliarem a possibilidade de implementar a tecnologia em sua frota atual de veículos, pois é uma etapa essencial para promover a mudança em direção a fontes de energia sustentáveis na área de logística e transporte.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo Geral**

Este trabalho tem como objetivo geral analisar a viabilidade econômica no setor de transporte no que tange à substituição de veículos a combustão por veículos elétricos do transporte pessoal, coletivo e de carga no campus universitário, visando apresentar elementos que possam contribuir para a tomada de decisão.

#### 1.4.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos são definidos como:

- 1 Analisar os perfis de trajetos operados pelos veículos a combustão e verificar o impacto logístico ao ser inserido uma frota elétrica para operar a demanda de atividades;
- 2 Realizar uma avaliação econômica, através do comparativo de despesas com combustíveis e manutenções para a frota de veículos a ser substituída;
- 3 Aplicar o índice de custo de mitigação para mensurar o custo na redução de emissão de CO<sub>2</sub>;
- 4 Desenvolver uma análise tarifária para a unidade consumidora, com a finalidade de avaliar gastos com recargas dos veículos elétricos.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Este capítulo tem por finalidade apresentar a revisão bibliográfica relacionada à mobilidade elétrica, gestão de transporte, meio ambiente, comercialização de energia. Primeiramente, serão apresentados de forma sucinta as principais características dos VEs, detalhando os dados técnicos, políticas e as novas tendências no mercado brasileiro. Além disso, são abordados os impactos do setor de transporte ao meio ambiente referente a emissão de poluentes, descrevendo o que a mobilidade elétrica pode vir a contribuir para amenizar esse cenário.

Em seguida, é descrito sobre a comercialização de energia elétrica no Brasil e o ambiente de mercado designado para a compra de energia elétrica da unidade consumidora. E, por fim, são contextualizadas as principais considerações que fundamentam as contribuições do trabalho proposto.

### 2.1 Veículos Elétricos

A indústria automobilística vem passando por um processo de transformação significativa, devido à pressão pela busca por eficiência energética dos automóveis, diminuição de ruído do trânsito, redução da emissão de poluentes e danos ao meio ambiente. Circunstância que pode expandir o mercado dos VEs, considerados como pilares dessa nova configuração e alternativa à substituição dos veículos a combustão (CONSONI *et al.*, 2018).

Segundo a ABNT (2013), o VE é caracterizado por ser movido a um motor elétrico, no qual as correntes são alimentadas por bateria recarregável ou elementos de armazenamento de energia. Cujas a energia elétrica é extraída de uma fonte externa, que ocorre através da conexão do VE na estação de recarga, que através do uso de dispositivos realiza o fornecimento de corrente alternada ou contínua aos veículos, além de possuir a finalidade para o controle e a comunicação.

Nos VEs o armazenamento energético é realizado por baterias, que possuem diferentes critérios de desempenho, porém os principais fatores considerados na escolha de um modelo é o custo, densidade energética, densidade de potência e número de ciclos de vida. Entretanto, as baterias ainda são elementos de pesquisas devido ao custo, peso e volume

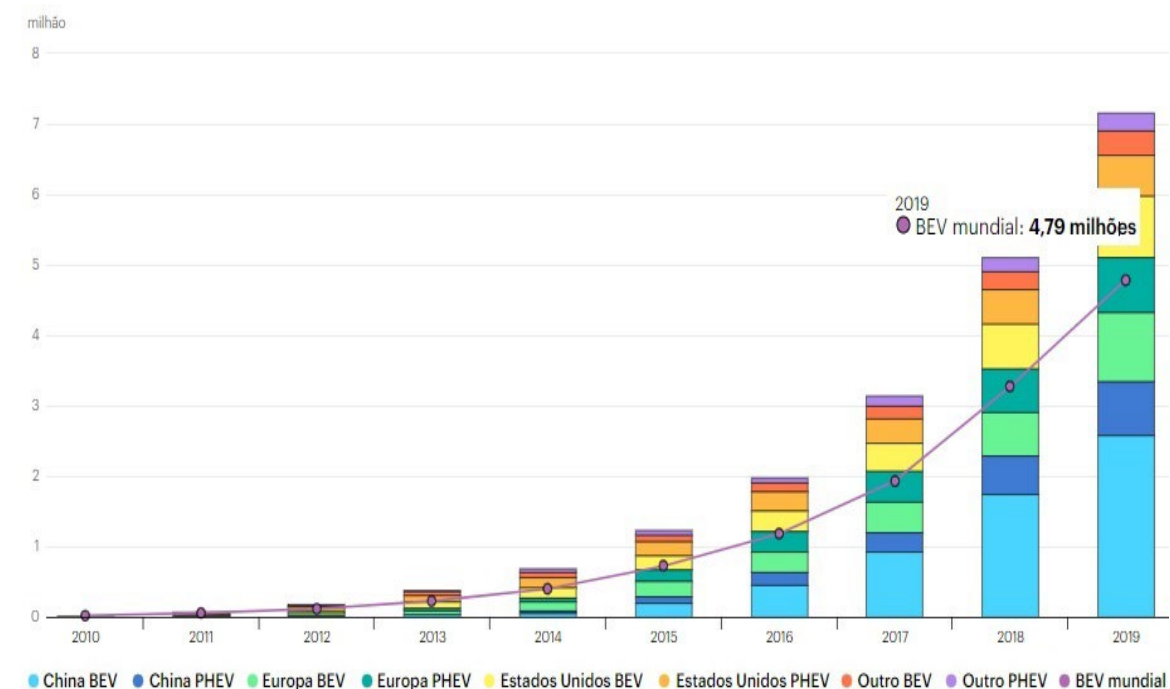
elevado, pois é mediante sua ao seu emprego que se determina a autonomia do VE (BALDISSERA, 2016).

De acordo com Sausen (2017), o carregador do VE é desenvolvido de dois modelos, o externo ou embarcado ao veículo. Grande quantidade dos VEs têm um carregador embarcado, designado de on-board, operando em recargas lentas. E os carregadores externos, designados off-board, são aplicados em altas potências e encontrados em estações de recarga rápida.

Os modelos elétricos se destacam por serem silenciosos, eficientes e apresentarem custos menores de abastecimento e manutenções comparados aos modelos tradicionais à combustão. Além disso, buscam desenvolver uma economia sustentável por meio de recargas por fontes renováveis de energia (EPE, 2019a).

Desta forma, a mobilidade elétrica é vista como uma nova alternativa para o transporte, mesmo com números inferiores aos modelos convencionais, observa-se uma contínua expansão de utilização e de desenvolvimento tecnológico (CONSONI *et al.*, 2018). No âmbito mundial, as vendas em 2019 atingiram 1,52 milhões de VEs à bateria (*Battery Electric Vehicle* – BEV), superando o ano de 2018. Contando com um estoque global de 2010 para 2019 de 7,2 milhões de VEs à bateria e VEs híbridos *plug-in* (*Plug-in Hybrid Electric Vehicle* - PHEV), conforme ilustrado na Figura 1 (IEA, 2020).

Figura 1 - Estoque mundial de VEs.



Fonte: (IEA, 2020).



O veículo elétrico à bateria possui propulsão elétrica dedicada, cuja fonte energética decorre da eletricidade, armazenada em uma bateria interna. Já, o veículo elétrico híbrido *plug-in* é a combinação de motor a combustão interna e motor elétrico para tração, admitindo a condução elétrica pura ou alcance estendido de uma combinação do motor a gasolina e elétrico. A bateria pode ser alimentada por fonte externa junto à rede elétrica ou por uma fonte interna com um motor-gerador situado a bordo do veículo (PNME, 2021).

No Brasil, devido ao crescente aumento de inserção de VEs no sistema de transporte, a eletrificação tende a aumentar o pico de carga, o que requer nova capacidade de geração de energia e da rede elétrica para manter a continuidade, segurança e qualidade do sistema elétrico (PENG *et al.*, 2019).

Dessa forma, evidencia-se a importância de verificar as consequências desta inserção no sistema elétrico atual, que consiste em uma transição que requer mudanças na área técnica, referente ao sistema elétrico e a disponibilidade de estações de recarga para viabilizar essa tecnologia. Assim como, maiores incentivos governamentais, desenvolvimento de nichos de mercado, possibilitando a criação de novos modelos de negócios para potencializar o aproveitamento deste segmento (BALDISSERA, 2016).

Os governos locais são de extrema importância para elaborar e executar medidas para ampliar a proposta de valor dos VEs. Por meio de incentivos fiscais para a aquisição do carro, bem como, medidas de descontos em estacionamentos, pedágios e zonas de baixa emissão, são ações fundamentais para atrair clientes para a mobilidade elétrica (IEA, 2020).

A demanda de carga adicional durante o carregamento dos VEs, está relacionado com alteração das curvas de carga, o que se torna um importante fator a ser avaliado decorrente da penetração dos VEs na rede de energia elétrica. Sem o devido controle com os carregamentos dos veículos, é provável que o pico de consumo de energia no período da noite seja aumentado (BALDISSERA, 2016).

Os níveis de penetração moderados de modelos elétricos podem ter um baixo impacto na rede de energia. Entretanto, com o acréscimo elevado do número de VEs carregando simultaneamente, acaba ocasionando em impactos na rede de energia elétrica, como maior fornecimento de demanda de energia, aumento das correntes e influência na vida útil do equipamento de energia (DULĂU; BICĂ, 2020).

Os VEs apresentam um valor elevado na aquisição em comparação com veículos movidos a gasolina ou a diesel, principalmente impulsionadas pelos custos de pesquisa e desenvolvimento e 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 cliente durante a vida útil do veículo (IWAN *et al.*, 2019). Além de gerar uma economia significativa com custos de trocas de filtros, fluidos, óleos lubrificantes e demais componentes, inexistentes nos modelos elétricos (JAC MOTORS, 2021).

Entretanto, diversas empresas não estão dispostas a investir em um preço elevado em novas tecnologias, devido as preocupações existentes com relação a autonomia, recargas, desempenho, durabilidade da bateria e insuficiência de estações de recargas rápidas. Tornando-se um obstáculo que se sobressai para a adoção de VEs, especialmente para usuários comerciais (IWAN *et al.*, 2019).

A procura pela adoção de novas tecnologias e a consciência ambiental são fortes fatores para a absorção de VEs. A introdução de veículos leves na Suíça, onde o apoio governamental é baixo, tem forte adoção em clientes com renda mais elevada, devido aos valores altos de compra de novos modelos de VEs, comparados aos modelos a combustão. Além disso, estações públicas para o carregamento de recargas rápidas tem forte impacto para tornar os VEs mais atraentes para os futuros usuários (BRÜCKMANN; WILLIBALD; BLANCO, 2021).

### 2.1.1 Tipos de transporte na mobilidade elétrica

Os VEs estão presentes em vários 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 aumento de 43% em relação a 2019. Até 2030, a maior parte da frota é representada de VEs de quatro rodas, com a China e Europa liderando essa implantação (IEA, 2020).

A produção anual dos VEs de duas rodas passou de aproximadamente 33 milhões em 2018 para 36 milhões de unidades em 2019. Com destaque para a China que apresentou a maior frota de vendas anuais no mercado de VEs de duas rodas. Em 2019, o estoque girava em torno de 300 milhões de unidades (IEA, 2020).

Em 2019, no município de Porto Alegre no Rio Grande do Sul, foi desenvolvida a Grilo Mobilidade e Tecnologia. Com o foco em sustentabilidade, economia e redução de poluentes, a mobilidade visa distâncias curtas, por meio de 3 rodas e com condutores credenciados, que entram em operação através de chamadas por aplicativo (GRILO, 2019).

O ônibus elétrico é empregado no transporte coletivo, devido aos seus trajetos mais curtos e ciclos de direção adequados para eletrificação. Oferecem um ambiente confortável nas viagens aos passageiros por proporcionar menor vibração devido ao seu motor elétrico. Assim como, são caracterizados por possuir zero emissões de poluentes do tubo de escape e sem ruído durante a operação (USLU; KAYA, 2021).

Em 2019, os registros de ônibus elétricos totalizaram aproximadamente 75.000 veículos. Totalizando cerca de 513.000 ônibus elétricos em operação no mundo. A China com predominância de vendas no mercado, apresentou o registro de 78 mil novos veículos em 2020 (IEA, 2020). No Brasil, dispõe da comercialização do E-BUS elétrico de 12 e 18 metros, composta por um conjunto de 14 baterias, que demandam de três horas para recarga, garantindo autonomia operacional em média de 200 km (ELETRA, 2021).

Mediante a evolução do setor de varejo, a aplicação de vans para distribuição de cargas apresentou crescimento, devido ao acréscimo das compras online e as entregas no tempo certo, de maneira eficiente, rápida, econômica e produtiva. Para a comercialização, o mercado brasileiro dispõe o modelo de um furgão com até 300 km de autonomia e com capacidade de carga de 720 kg (BYD, 2021).

Com a expansão de caminhões elétricos no Brasil, a empresa PepsiCo adquiriu 10 caminhões elétricos da JAC Motors, modelo iEV1200T, para operar nas entregas de mercadorias nas regiões urbanas na cidade de São Paulo. Além disso, a empresa de logística DHL e a Empresa Bebidas FRUKI, recebeu 1 unidade do caminhão iEV1200T para testes, com o objetivo de avaliar o desempenho e custo operacional durante a operação (CARGA &TRANSPORTE, 2021).

A empresa Ambev firmou parceria com a empresa FNM (Fábrica Nacional de Mobilidades) para a fabricação de 1.000 unidades do caminhão elétrico que está em desenvolvimento. O modelo do caminhão elétrico será produzido na fábrica da Agrale, localizado no município de Caxias do Sul no Rio Grande do Sul. Além disso, para compor a sua frota, a Ambev também firmou parceria para produção de 1.600 caminhões elétricos do modelo e-Delivery, que estão sendo fabricados pela Volkswagen Caminhões e Ônibus (INSIDEEVs, 2021).

### 2.1.2 Políticas para VEs no Brasil

A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) instituiu uma Resolução Normativa (RN) nº 819, de 19 de junho de 2018, referente a integração tecnológica segura em relação a recargas dos VEs e a capacidade de demanda disponível na rede. Com a finalidade de apresentar procedimentos e condições para a operação de recargas de VEs, para interessados no fornecimento desse serviço, tais como, concessionárias e permissionárias de serviço público de distribuição de energia, doravante designadas distribuidoras, e outros interessados.

A RN nº 819 estabelece que o consumidor deverá comunicar previamente à distribuidora, se a instalação da estação de recarga, necessita de solicitação de fornecimento de energia elétrica inicial, alteração do nível de tensão ou da carga. Além disso, a quantidade de pontos de recarga se refere ao número máximo de VEs que podem ser carregados simultaneamente, e é concedida a qualquer interessado realizar a atividade de recarga de veículos, inclusive para fins comerciais a preços livremente negociados (ANEEL, 2018).

A RN nº 819 fomenta, assim, o desenvolvimento de pesquisas estratégicas para Soluções em Mobilidade Elétrica Eficiente, por meio da chamada do projeto 022/2018 da ANEEL, com o objetivo de demonstrar a viabilidade técnico-econômica e novos modelos de negócios que contribui no desenvolvimento de serviços e produtos (ANEEL, 2019).

Através do Decreto da Presidência da República nº 9.442, de 5 de julho de 2018, foi alterado a alíquota do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) para veículos com motores híbridos ou elétricos. Com isso, a alíquota diminuiu de 25% para 20% para veículos elétricos híbridos e de 25% para 7% para veículos elétricos a bateria.

Com base na Lei Nº 13.755, de 10 de dezembro de 2018, o Rota 2030 é a política industrial automotiva de longo prazo implantada no Brasil, que estabelece metas de eficiência energética para os setores automotivos. O Programa possui princípios de sustentabilidade ambiental e cidadania, além disso, visa promover a competitividade, a inovação e a logística do sistema de transporte no país.

#### 2.1.2.1. Tendências no mercado brasileiro

Os VEs possuem diferentes categorias, configurações de carregamento e de motorização. Com o crescente avanço da tecnologia, cada fabricante busca adequar seus produtos com as necessidades locais e com características específicas para cada modelo oferecido no mercado, resultando em uma operação, qualidade, eficiência, e custos de aquisição variáveis (BALDISSERA, 2016). Dessa forma, na Tabela 1 são apresentados alguns modelos elétricos disponíveis no mercado brasileiro para comercialização.

Tabela 1 - Exemplos de VEs.

Veículo	Marca	Modelo	Lugar	Autonomia (Km)	Potência (kW)
Carro	Renault	ZOE E-TECH	5	385	135 CV
Furgão	Renault	KANGOO Z.E. MAXI	2	200	44
Carro	Chevrolet	Bolt EV	5	416	150
Carro	Nissan	Leaf	5	272	149 CV
Carro	BYD	e5-300	5	300	160
Furgão	BYD	eT3	2	300	218 CV
Furgão	JAC MOTORS	iEV750V	2	235	150 CV
Caminhão	BYD	eT7 11.200/ BYD D7M	2	200	150
Carro	JAC MOTORS	iEV20	5	400	68 CV
Carro	JAC MOTORS	iEV40	5	300	115 CV
Carro	JAC MOTORS	iEV330P	5	320	150 CV
Carro	JAC MOTORS	E-JS4	5	420	150 CV
Caminhão	JAC MOTORS	iEV1200T	2	200	177 CV
Caminhão	Volkswagen	e-Delivery	2	200	244,7
Micro-ônibus	Volare	Access-e	22	250	245 CV
Ônibus	BYD	chassi - BYD D9F	44	300	2 x 150
Ônibus	BYD	ch. BYD D9A 20.410	44	250	2 x 150
Ônibus	Eletra	12M E-BUS ELÉTRICO LOW ENTRY /MBB/MARCOPOLO	38	260	330

Fonte: Adaptado de JAC MOTORS (2021); BYD (2021); ELETRA (2021); RENAULT (2021); CHEVROLET (2021); VOLKSWAGEN (2021) e NISSAN (2021).







### 2.1.3 Principais características de recarga dos VEs

A padronização dos conectores utilizados na recarga de baterias de VEs é importante para a consolidação e disseminação da tecnologia no mercado automobilístico. Conforme

ilustrados no Quadro 1, os principais plugues empregados no Brasil, podem ser especificados, como (PNME, 2021):

- SAE J1772: plugue Tipo 1, com conector de cinco pinos e usado com entrada monofásica. Conector empregado em VEs fabricados por marcas americanas e asiáticas;
- *Mennekes*: plugue Tipo 2, com conector de sete pinos, possibilita a recarga de monofásico a trifásico e proporciona no soquete de carregamento uma trava de segurança. Fabricante alemão, definido para utilização na Europa;
- GB/T (AC): conector chinês, utilizado para recargas do tipo 1 e 2 em corrente alternada;
- *CHAdemo*: conector redondo com quatro pinos, é utilizado para atender recargas rápidas de VEs, em corrente contínua. Compatível com VEs fabricados por marcas japonesas;
- Sistema de carregamento combinado Tipo 1 (CCS): o conector combina dois pinos em corrente contínua disposto abaixo do conector em corrente alternada Tipo 1. Conector padronizado pela SAE;
- Sistema de carregamento combinado Tipo 2 (CCS): o conector combina dois pinos em corrente contínua disposto abaixo do conector em corrente alternada Tipo 2. Conector padronizado pela UE.

Quadro 1 - Padrões de conectores de recarga para VEs.

Padrões de conectores de recarga					
					
SAE J1772 – Tipo 1	<i>Mennekes</i> – Tipo 2	GB/T (AC)	<i>CHAdemo</i>	Tipo 1 (CCS)	Tipo 2 (CCS)

Fonte: Adaptado de PNME (2021).

Segundo ABNT (2013), foram empregados como referência normativa em âmbito nacional a NBR/IEC 61851, apresentando três modos de recargas em corrente alternada e um modo de recarga em corrente contínua para os sistemas de recarga condutiva de VEs.

A duração da recarga é variável de acordo com o modelo do VE e a infraestrutura de recarga utilizada. No entanto, os níveis de recargas são classificados em recarga lenta, recarga semirrápida e recarga rápida. Conforme o 1º Anuário Brasileiro de Mobilidade Elétrica (2021), os níveis de recargas são caracterizados:

- recarga lenta: ocorre na faixa de 2,2 a 3,7 kW, em corrente alternada, sem comunicação entre o sistema do veículo e a rede. Recomendado para residências, onde geralmente os veículos podem ser carregados no período noturno;
- recarga semirrápida: ocorre na faixa de 7 a 22 kW, em corrente alternada, estabelece comunicação entre a rede e o veículo por meio de protocolo CAN ou PLC. Recomendado para residências, shopping centers, local de trabalho e supermercados ou nas estações de carregamento;
- recarga rápida CA: ocorre com recarga a partir da potência de 43 kW, em corrente alternada, estabelece comunicação entre o veículo e a rede através de protocolo CAN ou PLC. Recomendado para as estações de carregamento públicas;
- recarga rápida CC: ocorre em corrente contínua, com recarga a partir de 50 kW, envolvendo carregadores de alta potência, estabelece comunicação entre o veículo e a rede através de protocolo CAN ou PLC. Recomendado em estações de carregamento rápido.

As estações de recargas são compostas por um painel, dispositivo de proteção elétrica e cabo mais conector para alimentação do veículo. Algumas empresas como a WEG (2021), já possuem carregadores para realizar a instalação em locais públicos ou privados, conforme ilustrado na Figura 2.

Figura 2 - Estação de Recarga para VEs.



Fonte: (WEG, 2021).

Devido a quantidade limitante de estações de recargas, variadas ferramentas têm sido produzidas para auxiliar os motoristas de VEs, como o site PlugShare (2021), onde é possível encontrar informações da localização de estações de recargas. Com isso, investimentos em projetos de pesquisa e desenvolvimento no Brasil sobre mobilidade elétrica vêm para contribuir com a ampliação da inserção de VEs e o desenvolvimento das estruturas de recargas.

Conforme demonstrado na Figura 3, o mapa de recargas para o estado do Rio Grande do Sul possui postos públicos de recargas semirrápidas, representado na cor verde. E apenas uma estação para recargas rápidas de VEs, representado pela cor laranja. As estações de recargas rápidas viabilizam percursos longos que demandam menor tempo de recarga (PLUGSHARE, 2021).

Figura 3 - Postos de Recargas disponíveis no Rio Grande do Sul.



Fonte: (PLUGSHARE, 2021).



## 2.2 Gestão de Transporte

A demanda de energia oriunda do setor de transporte é responsável por 33% de participação nos setores consumidores de energia, com destaque para o transporte rodoviário. O consumo energético é influenciado por fatores como o comportamento da população, demanda de bens e serviços, atividades industriais, produto interno bruto, políticas ambientais, infraestrutura logística e novas tecnologias, que contribuem para a demanda do transporte e para o crescimento econômico (EPE, 2019c).

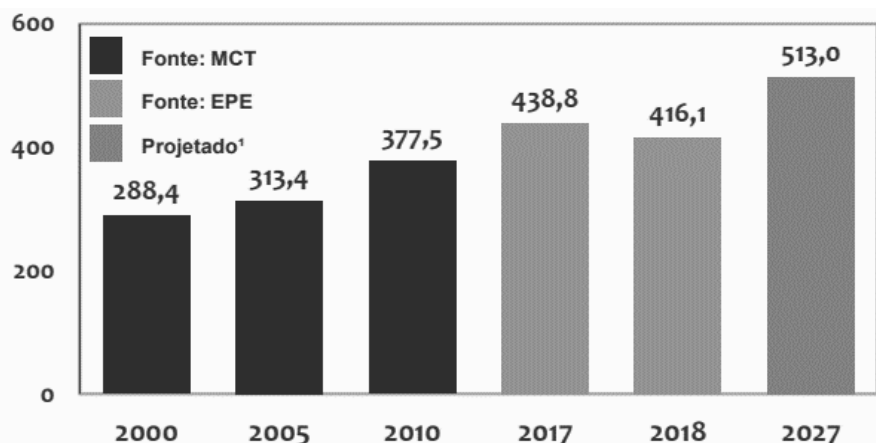
O setor transporte é um importante elemento para o desenvolvimento da economia e para qualidade de vida da população. Para Ballou (2011), o sistema de transporte representa um componente importante nos custos logísticos. O transporte econômico e eficiente contribui para estimular a competitividade no mercado, reduzir despesas na logística da empresa e diminuir os preços dos produtos.

Segundo Pozo (2019), o transporte corresponde em média de um a dois terços dos custos logísticos. Geralmente, a administração do transporte determina quanto aos meios de transporte, roteiros e utilização da capacidade dos veículos. Entretanto, a configuração de operação do setor e de sua estrutura deverá ser em função da dimensão da empresa e do empreendimento.

## 2.3 Meio Ambiente

O setor de transporte é responsável por parte das emissões de poluentes na atmosfera, por meio da ampliação da frota de veículos a combustão no setor rodoviário e aumento no consumo de derivados de petróleo contribuem progressivamente para o impacto ambiental, devido a emissão de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Assim, conforme ilustrado na Figura 4, é possível verificar sua evolução, através da projeção da emissão de CO<sub>2</sub> associada a matriz energética brasileira (EPE, 2019b).

Figura 4- Emissão de CO2 da matriz energética brasileira.



Fonte: (EPE, 2019b).

Emissões de gases no escape de automóveis convencionais se tornaram fonte de poluição do ar, principalmente em regiões densamente povoadas e representam um grande risco ambiental, o que torna as questões ambientais cada vez mais intensas. (LI; KHAJEPOUR; SONG, 2019).

A utilização da mobilidade elétrica no transporte rodoviário intensifica a eficiência energética, por depender de eletricidade e não requererem combustão direta de combustível, contribuindo com a política de transporte, para atingir nos principais centros urbanos uma logística urbana livre das emissões de CO<sub>2</sub> (COLMENAR *et al.*, 2019).

O desenvolvimento do mercado de VEs tem atraído a atenção de membros do governo e consumidores, especialmente, pelo seu potencial de redução de gases de efeito estufa e atenuação de ruído no trânsito. Segundo Rietmann, Hügler e Lieven (2020), as reduções nas emissões de CO<sub>2</sub> podem ser alcançadas com o aumento de vendas de VEs, e investimento intenso em fontes de energia renováveis.

Devido ao desenvolvimento de vários cenários de mitigação de CO<sub>2</sub>, durante o estudo proposto é realizado o cálculo do índice do custo de mitigação (CoM). Com a finalidade de mensurar o custo na redução da emissão de CO<sub>2</sub>, que deixaram de ser emitidos ao ambiente ao substituir gasolina e diesel por eletricidade (BERHORST *et al.*, 2018).

A aplicação do índice de CoM, tem como objetivo mensurar o valor para descarbonizar, ou seja, deixar uma matriz energética mais limpa, sendo medido em R\$ por massa de CO<sub>2</sub>. Através da Equação 1 (BERHORST *et al.*, 2018):

$$CoM = \frac{(\text{custo carga bateria residencial} - \text{custo tanque diesel}) \left[ \frac{R\$}{\text{tanque}} \right]}{(\text{emissão tanque de diesel} - \text{emissão carga de bateria}) \left[ \frac{kgCO_2}{\text{tanque}} \right]} \quad (1)$$

Segundo Berhorst *et al.* (2018), o resultado do CoM pode ser positivo ou negativo. Caso a solução final do CoM seja negativa, tem-se o montante do valor que se economiza ao evitar a emissão de CO<sub>2</sub> na atmosfera. E, caso a solução final seja positiva, obtém-se o montante do valor que deve ser gasto ao evitar a emissão de cada massa de CO<sub>2</sub>.

## 2.4 Comercialização de Energia Elétrica no Brasil

As bases e diretrizes da comercialização de energia elétrica foram instituídas pela Lei nº 10.848 de 15 de março de 2004 e o Decreto nº 5.163 de 30 de junho de 2004, através de dois ambientes de contratação de compra e venda de energia, além de dispor de medidas que preveem a modicidade tarifária. Assim, a comercialização de energia elétrica está relacionada aos ambientes de mercado: Ambiente de Contratação Livre (ACL) e o Ambiente de Contratação Regulada (ACR). Os contratos de energia são registrados e contabilizados pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE).

A contratação no Ambiente Livre é realizada mediante livre acordo durante a compra e venda de energia elétrica entre os integrantes, que são comercializadoras, autorizados de geração, consumidores especiais e livres, que atendam a regulamentação. O Contrato de Comercialização de Energia no Ambiente Livre (CCEAL) é conforme negociação livremente estabelecido entre as partes, onde são definidas: o tipo de contrato, condições de atendimento e o preço designado (CCEE,2020).

A contratação no Ambiente Regulado é designada para distribuidoras, autorizados de geração e comercializadoras. O Contrato de Comercialização de Energia Elétrica no Ambiente Regulado (CCEAR) é realizada mediante leilões de energia promovidos pela CCEE, regulado pela ANEEL (CCEE,2020).

Para o estudo proposto, é abordado a contratação no ambiente de mercado ACL, que será caracterizado posteriormente.

### 2.4.1 Ambiente de contratação livre

O Ambiente livre representa aproximadamente 60% do total de agentes da CCEE. A criação desse ambiente de mercado possibilita que os consumidores possam atuar de forma ativa, procurando melhores ofertas de energia elétrica e proporcionando aumento da competitividade das empresas. Os consumidores podem escolher livremente seus fornecedores de energia, e assim, possibilitar melhorias na gestão de custos com energia elétrica, pois são independentes os valores que incidem pelo fornecedor e pelo uso do transporte da energia elétrica. (TRINDADE, 2019).

O valor total da energia consumida no ACL é referente ao preço negociado na contratação de energia (R\$/kWh), a tarifa de uso da rede da concessionária local, fator de demanda da unidade consumidora e tributação conforme cada estado (CCEE,2020).

Com o objetivo de reduzir os limites de demanda para contratação, a Portaria nº 514, de 27 de dezembro de 2018, constitui que após 1º de janeiro de 2020, os clientes atendidos em qualquer tensão de fornecimento, com demanda maior ou igual a 2,0 MW, poderão optar pela compra de energia elétrica. Porém, alterado pela Portaria nº 465, de 12 de dezembro de 2019, estabelece que a partir de 1º de janeiro de 2021, os clientes atendidos em qualquer tensão de fornecimento, com carga igual ou superior a 1,5 MW, poderão optar pela compra de energia elétrica.

Para clientes que requerem uma quantidade menor de energia, há o grupo para consumidores especiais, que podem optar de quem comprar energia, desde que seja energia incentivada, gerada a partir de fontes renováveis, como: solar, eólica, biomassa e de pequenas centrais hidrelétricas (PCHs). A demanda mínima contratada é de 0,5 MW e a com fornecimento de tensão igual ou superior a 2,3kV ou por sistema subterrâneo com tensão inferior a 2,3kV (TRINDADE, 2019).

Os consumidores têm a opção de realizar a compra de energia mediante contratos de compra de energia incentivada ou convencional. O cliente que optar por energia incentivada, que são oriundos de fontes renováveis de energia, recebe descontos entre 50% e 100% na tarifa de uso do sistema de transmissão ou distribuição de energia elétrica (NASCIMENTO, 2018).

Durante o desenvolvimento do trabalho, o ambiente livre é abordado com contratos de compra de energia incentivada, com desconto na tarifa de uso do sistema de distribuição de energia elétrica (TUSD) de 100%.

## **2.5 Considerações Finais do Capítulo**

Neste capítulo foi descrito a contextualização sobre os VEs, suas principais características, conceitos e normativas vigentes. Além disso, foi apresentado de forma sucinta os tipos de transporte aplicados na mobilidade elétrica, considerados como alternativa para substituir os modelos a combustão.

Em seguida, são retratados os impactos ao meio ambiente em relação a emissão de poluentes no setor de transporte. E, principalmente, sobre a nova opção de mobilidade que pode vir a contribuir para amenizar esse cenário, pelo seu potencial de redução de poluição sonora em ambientes urbanos e redução de gases do efeito estufa, quando combinado com recargas por meio de fontes renováveis de energia.

E, por fim, relata-se conceitos sobre a comercialização de compra e venda de energia elétrica no Brasil, e a modalidades tarifária destinada ao fornecimento de energia para a unidade consumidora.

### **3 MÉTODO DO TRABALHO**

#### **3.1 Descrição do objeto de estudo**

Os VEs são vistos como novas alternativas para a mobilidade e concorrem para substituir os modelos a combustão. Deste modo, este trabalho tem como objetivo desenvolver um estudo sobre o impacto logístico no transporte pessoal, coletivo e de carga com a inserção de VEs. E analisar a viabilidade econômica e ambiental através de uma proposta de substituição da frota de veículos em operação por uma frota elétrica, para uma Instituição Privada de Ensino Superior localizada no Estado do Rio Grande do Sul.

#### **3.2 Procedimento metodológico**

A primeira etapa, consiste em aplicar o método analítico para desenvolver uma análise das rotas utilizadas para o transporte de passageiros. Verificando o comportamento do ônibus durante a jornada de trabalho na instituição. A partir da modelagem dos perfis de transporte, possibilita desenvolver uma avaliação detalhada referente ao impacto logístico ao ser inserido modelos elétricos para executar as atividades, que antes eram efetuados por modelos a combustão. Analisando as consequências nas variáveis de demanda de passageiros, tempo estimado para as execuções dos percursos, e, principalmente no quilômetro rodado, devido a autonomia dos veículos que serão utilizados. E, por fim, verificar possíveis alternativas para o atendimento da demanda em estudo.

A segunda etapa, baseia-se em desenvolver uma análise de viabilidade de substituição do ônibus, do caminhão e da van a diesel e dos automóveis a gasolina por modelos elétricos. Mediante a uma análise econômica com abastecimentos e manutenções dos veículos no período delimitado.

Para realizar uma avaliação econômica, inicialmente são analisadas as despesas com consumo de combustíveis, e por meio deste, desenvolvido um comparativo de custos por quilômetro rodado através da substituição da frota existente pela frota elétrica. E, posteriormente, verifica-se a economia gerada no abastecimento dos veículos, a partir da diferença obtida dos custos com gasolina e diesel e o custo com eletricidade para o período analisado.

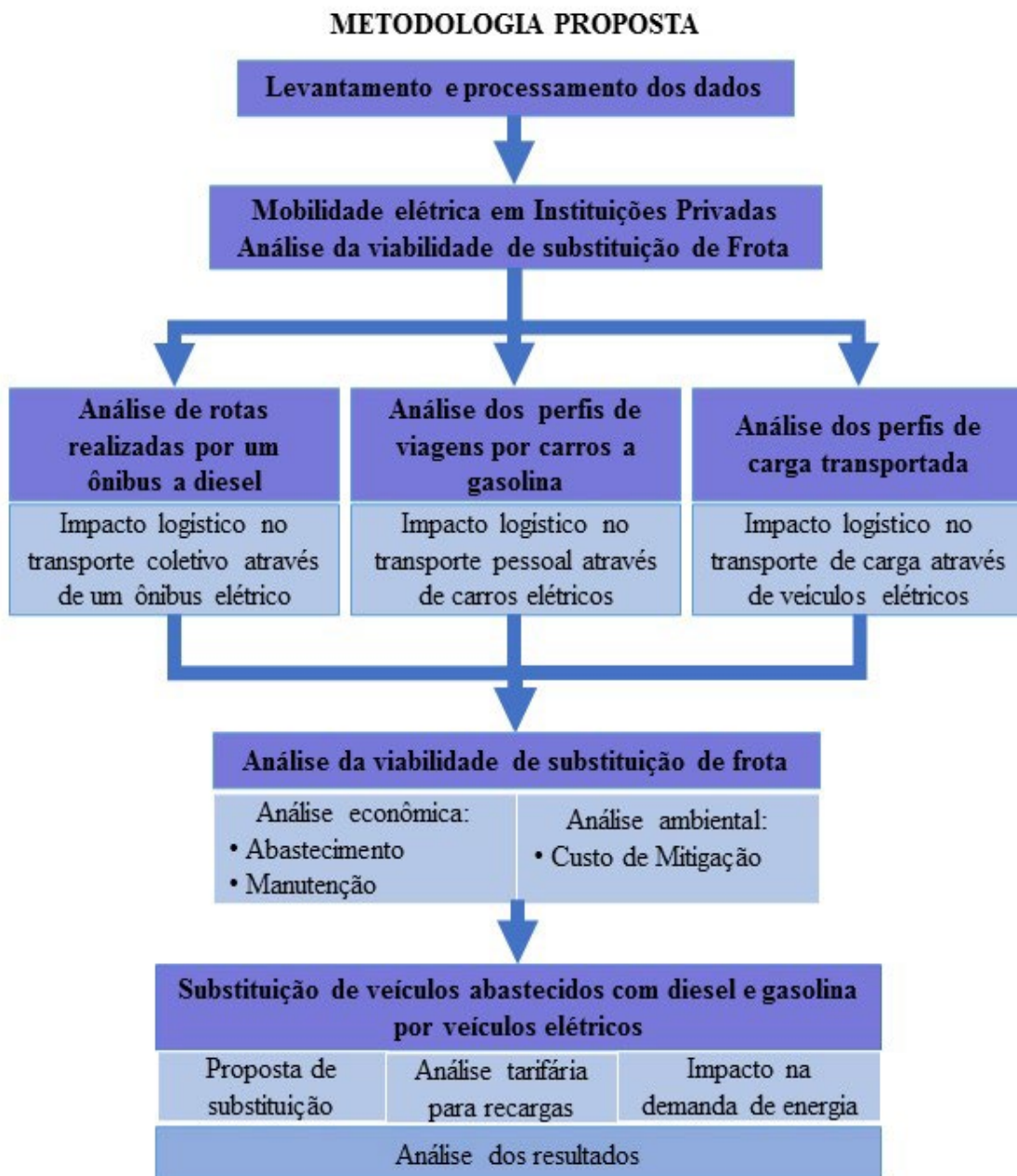
Os dados coletados na instituição, se refere à média de consumo do quilômetro rodado por litro (km/L), os valores aplicados na quilometragem percorrida e gastos registrados com combustíveis. Porém, para calcular o custo em recargas dos veículos por quilômetro rodado é considerado o valor do custo médio do quilowatt-hora (kWh) da fatura de energia elétrica da unidade consumidora em estudo.

Posteriormente, são avaliadas as despesas registradas na instituição com as manutenções dos veículos em questão, considerando os valores de apenas alguns componentes inexistentes nos modelos elétricos, para assim, se obter a economia resultante no comparativo entre os veículos. E, também, na análise ambiental é realizado a aplicação do índice do custo de mitigação (CoM) para os veículos a serem substituídos, com o objetivo de mensurar o valor para descarbonizar a matriz, sendo medido em R\$ por massa de CO<sub>2</sub>.

A terceira etapa, visa apresentar uma proposta de substituição da frota, para fim de avaliar o impacto na demanda e consumo de energia elétrica na instituição com as recargas da frota elétrica. Com a finalidade de analisar os gastos com recargas, realiza-se o levantamento das faturas e contratos de energia elétrica para identificar em qual ambiente de mercado a instituição está inserida. Após, identifica-se a modalidade tarifária, para analisar o valor com recargas através do custo médio do kWh.

A Figura 5 apresenta o fluxograma da metodologia proposta, de forma a destacar as etapas do trabalho que serão desenvolvidos para o alcance dos resultados.

Figura 5 - Metodologia proposta.



Fonte: (Autor).



## 4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo são apresentadas as características da frota em operação no campus universitário e o impacto logístico no transporte com a inserção de veículos elétricos (VEs). Em seguida, será desenvolvido um comparativo com despesas de combustíveis da frota e despesas com manutenções referentes a algumas peças inexistentes nos modelos de VEs. Também é apresentado o índice CoM das emissões de carbono ao substituir gasolina e óleo diesel por eletricidade. E, por fim, o capítulo detalha os modelos de VEs propostos para a substituição da frota, com a finalidade de avaliar o impacto da demanda de energia elétrica ao realizar recargas de uma frota elétrica.

### 4.1 Característica da Frota da Instituição

O estudo de caso utilizou como base os dados analisados em uma Instituição Privada de Ensino Superior. A instituição realiza o transporte através do modal rodoviário, que conta com uma frota própria de 25 veículos, composto por automóveis, furgões, um caminhão a diesel e um micro-ônibus. Além disso, a frota também conta com um ônibus a diesel, fruto de um contrato de prestação de serviço de uma empresa terceirizada, responsável por realizar o transporte interno do campus.

Assim, conforme a Tabela 2 são detalhados os modelos dos veículos abastecidos com diesel. E, na Tabela 3 são detalhados os modelos abastecidos com gasolina que integram a frota de veículos da Instituição.

Tabela 2 – Dados dos Veículos Abastecidos por Diesel

Diesel	
Caminhão	8-140 2p
Micro-ônibus	VOLARE (Executivo A6/V6)
Carro	S10 Blazer Executive 2.8 4x4 TDI
Furgão	Sprinter 311- Longo 2.2
Furgão	Ducato Maxi. Long. 2.3 T.Alto ME
Furgão	Ducato Cargo Curto 2.3 ME
Ônibus	Ônibus 44 lugares

Fonte: (Autor).

Tabela 3 – Dados dos Veículos Abastecidos por Gasolina

Gasolina			
Carro	Elba 1.6i.e/Top/CSL/ 1.6i.e/1.5 2p e 4p	Carro	Spacefox TL MBV
Carro	Gol (novo) 1.6 Mi Total Flex 8V 4p	Carro	Montana LS2
Carro	Gol (novo) 1.6 Mi Total Flex 8V 4p	Carro	Onix 10MT JOYE
Carro	Gol (novo) 1.6 Mi Total Flex 8V 4p	Carro	Onix 10MT JOYE
Carro	Fusion SEL 2.5 16V 173cv Aut.	Carro	Prisma 1.4MT LT
Carro	VERSA SL 1.6 16V Flex Fuel 4p Mec.	Furgão	Fiorino Furgão Endurance
Carro	SPACEFOX 1.6/ 1.6 Trend Total Flex 8V 4p	Furgão	Fiorino Furgão Endurance
Carro	VERSA SV 1.6 16V Flex Fuel 4p Mec.	Carro	Strada Endurance
Carro	Fiorino Furgão EVO 1.4 Flex 8V 2p	Carro	Strada dupla 1.4
Carro	VERSA SV 1.6 16V Flex Fuel 4p Mec.		

Fonte: (Autor).

Ressalta-se que os dois fiorino furgão endurance, a strada endurance e a strada dupla 1.4 foram adquiridos no final do período analisado e não constam dados de despesas com manutenções e abastecimentos. Com isso, tais veículos, apenas serão considerados na proposta de substituição de frota.

#### 4.2 Impacto Logístico com a Inserção de Veículos Elétricos

Conforme as informações do setor de logística da instituição, os principais perfis de trajetos operados pelos veículos do transporte pessoal e de carga são percursos em zona urbana no município de origem ou viagens intermunicipais em municípios localizados próximos ao destino de origem. Os trajetos são realizados durante a jornada de trabalho, ou seja, apresentam o ponto de saída da instituição em questão, com o retorno no mesmo dia.

Além disso, os veículos são utilizados conforme a demanda de atividades dos funcionários, o que ocasiona em uma variação da necessidade de utilização dos automóveis. Portanto, não se tem uma ocupação total diária da frota disponível.

Mediante a logística de trabalho na organização é possível realizar a inserção de VEs na frota para atender a demanda de atividades. Pois, o setor conta com o agendamento antecipado para utilização de veículos, o que proporciona o gerenciamento das recargas dos automóveis a serem utilizados pelos profissionais. Outro fator importante para a inserção de VEs é as viagens de curtas distâncias, o que favorece a adoção da mobilidade elétrica devido as características de autonomia dos modelos disponíveis no mercado.

Referente a logística de operação do ônibus interno, atualmente se percorre 23 voltas de segunda a sexta-feira dentro do campus universitário, e 8 voltas aos sábados, resultando em 123 voltas semanais. Cada percurso realizado pelo ônibus resulta em 3,2 km por volta, o que totaliza 393,6 km semanais. Assim, o impacto logístico ao inserir um ônibus elétrico com 250 km de autonomia, para percorrer o trajeto detalhado na Figura 6, seriam apenas introduzir 2 recargas semanais do ônibus no período noturno. Como o ônibus é fruto de um contrato de prestação de serviço de uma empresa terceirizada, a análise consiste em apenas avaliar os trajetos percorridos no campus central em Passo Fundo.

Figura 6 – Trajeto do ônibus interno na Instituição.



Fonte: (UPF, 2019).

### 4.3 Análise de Despesas com Abastecimento

Com o objetivo de desenvolver uma avaliação de despesas com combustíveis na frota de veículos do campus universitário, instigou-se o processo de levantamento de gastos com gasolina e diesel registrados na instituição. Ressalta-se que os dados dos veículos a combustão utilizados são decorrentes dos valores coletados referente ao ano de 2019 e 2020.

A partir disso, buscou-se realizar individualmente uma análise da economia gerada no abastecimento dos veículos, e por meio deste, desenvolver um comparativo de custos por quilômetro rodado através da substituição da frota. Foram elencados os veículos da frota da instituição encarregado pelo transporte pessoal, coletivo e de carga, e respectivamente escolhidos os VEs com características similares comercializados no Brasil.

Neste comparativo foi considerado o custo médio do kWh de R\$0,709, de acordo com a fatura de energia elétrica com classificação de cliente livre. Além disso, foram considerados os custos de combustíveis nos postos locais, conforme os registros da instituição referente ao período analisado. Assim, desenvolve-se o comparativo de custo dos modelos a combustão com os modelos de VEs, conforme demonstrado na Tabela 4.

Tabela 4 - Despesas com Abastecimentos.

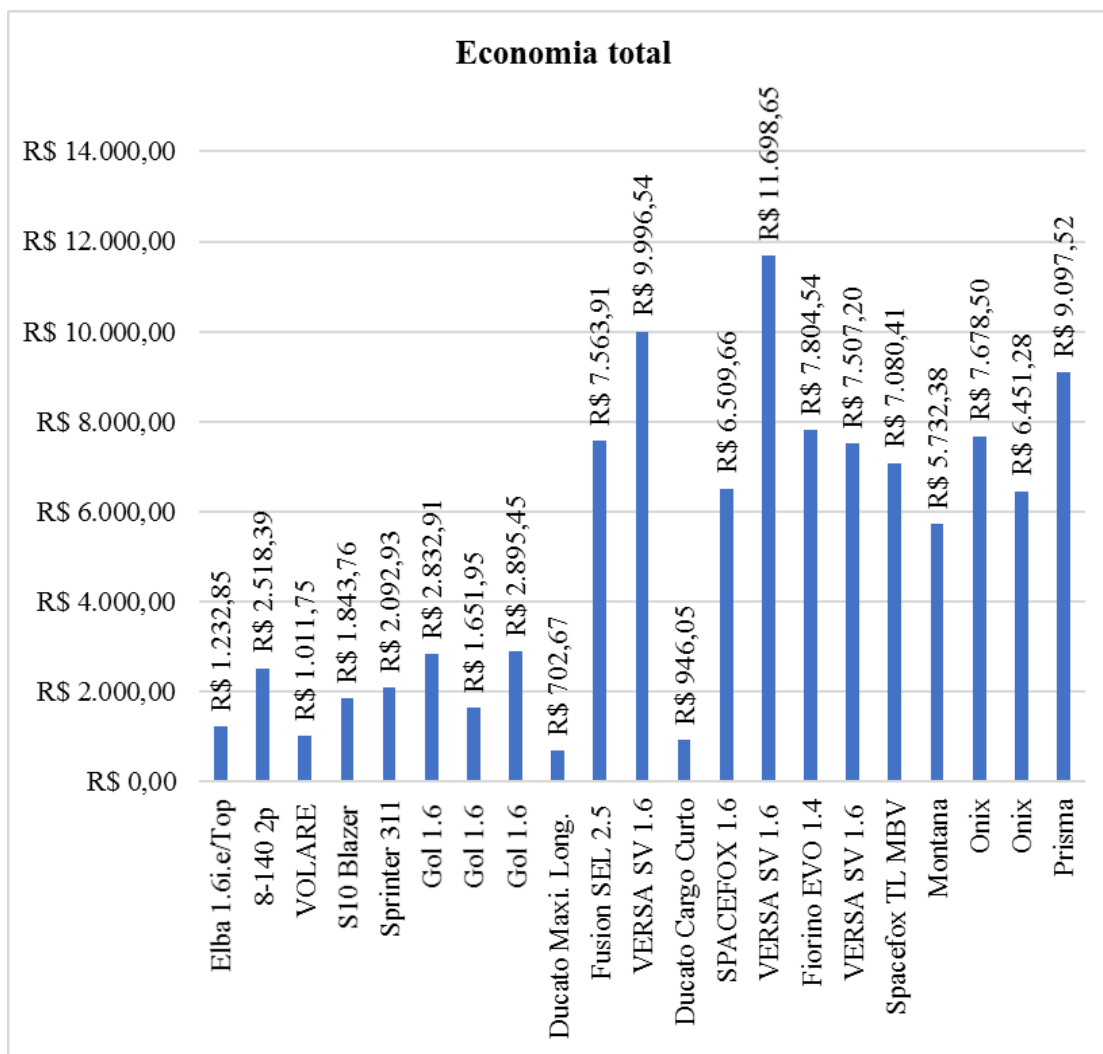
Dados dos Veículos		Modelo Combustão			Modelo Elétrico		
Un	Veículos	km Rodado	Abastecimento	Média Consumo	Veículos	Recargas	Média Consumo
		(km)	km Rodado	km/L		km Rodado	km/kWh
			Combustível R\$			Eletricidade R\$	
1	Elba 1.6i.e/CSL	4195	R\$ 1.629,42	12	iEV40	R\$ 396,57	7,5
2	8-140 2p	7453	R\$ 5.083,52	4,88	iEV1200T	R\$ 2.565,13	2,06
3	VOLARE (A6/V6)	5406	R\$ 3.484,56	5,43	Access-e	R\$ 2.472,81	1,55
4	S10 Blazer	11063	R\$ 3.484,69	10,784	iEV330P	R\$ 1.640,93	4,78
5	Sprinter 311	11547	R\$ 5.290,91	7,48	iEV750V	R\$ 3.197,98	2,56
6	Gol 1.6	12446	R\$ 4.233,58	13,47	BOLT EV	R\$ 1.400,67	6,3
7	Gol 1.6	7658	R\$ 2.513,78	13,78	BOLT EV	R\$ 861,83	6,3
8	Gol 1.6	12490	R\$ 4.301,07	13,26	BOLT EV	R\$ 1.405,62	6,3
9	Ducato Max. Long.	7426	R\$ 2.759,25	9,5	iEV750V	R\$ 2.056,58	2,56
10	Fusion SEL 2.5	22190	R\$ 9.877,54	9,79	Leaf	R\$ 2.313,63	6,8
11	VERSA SV 1.6	46597	R\$ 14.854,96	13,67	Leaf	R\$ 4.858,42	6,8
12	Ducato Cargo 2.3	10055	R\$ 3.730,81	9,49	iEV750V	R\$ 2.784,76	2,56
13	SPACEFOX 1.6	21898	R\$ 8.579,75	11,08	iEV40	R\$ 2.070,09	7,5
14	VERSA SV 1.6	52269	R\$ 17.148,46	13,4	Leaf	R\$ 5.449,81	6,8
15	Fiorino EVO 1.4	16668	R\$ 9.754,64	7,56	KANGOO Z.E.	R\$ 1.950,10	6,06
16	VERSA SV 1.6	33.672	R\$ 11.018,00	13,90	Leaf	R\$ 3.510,80	6,8
17	Spacefox TL	24481	R\$ 9.394,68	11,32	iEV40	R\$ 2.314,27	7,5
18	Montana	19466	R\$ 8.009,84	11,2	KANGOO Z.E.	R\$ 2.277,46	6,06
19	Onix	26606	R\$ 9.613,24	12,9	iEV20	R\$ 1.934,74	9,75
20	Onix	22354	R\$ 8.076,80	12,9	iEV20	R\$ 1.625,52	9,75
21	Prisma	34101	R\$ 12.321,16	13,1	iEV40	R\$ 3.223,64	7,5
<b>Total</b>			R\$ 155.160,66		<b>Total</b>	R\$ 50.311,38	

Fonte: (Autor).

Posteriormente, conforme a Figura 7, é possível verificar a projeção da economia obtida no período analisado mediante ao abastecimento de cada veículo, a partir da diferença do custo de veículos a combustão com o custo de VEs. Deste modo, demonstra-

se através dos resultados obtidos, a viabilidade de substituição da frota do transporte pessoal, coletivo e de carga da instituição.

Figura 7 – Economia total obtida no ano de 2019 e 2020.



Fonte: (Autor).

Para a avaliação da frota da empresa referente ao ano de 2019 e 2020, foi possível identificar uma economia total de R\$ 104.849,28, resultando em uma economia equivalente a 67,57% do valor gasto anteriormente com combustíveis.

E, por fim, para o ônibus interno a diesel, fruto de um contrato de prestação de serviço, verifica-se que a instituição tem custo médio mensal R\$ 12.998,08, para percorrer 1721,6 km, que equivalem a 538 percursos realizadas mensalmente no campus universitário. Portanto, para percorrer a distância equivalente com um ônibus elétrico, com 250 km de autonomia, se gastaria em média de R\$ 1.581,94 apenas com as recargas das baterias.

Assim, como o ônibus é fruto de um contrato de prestação de serviço de uma empresa terceirizada, foi considerado apenas o valor do contrato.

#### 4.4 Análise de Despesas com Manutenções

Além de gerar economia com abastecimento, os VEs possuem custos de manutenções menores que veículos convencionais a gasolina e a diesel, devido a inexistência de alguns componentes nos modelos elétricos (JAC MOTORS, 2020).

Para desenvolver a avaliação de despesas com manutenção na frota ativa de veículos, realizou-se o levantamento dos custos registrado pela instituição, para o ano de 2019 e o ano de 2020. Assim, para se obter a economia final resultante na Tabela 5, foram considerados os custos com câmbio, radiador, filtro de ar, filtro de óleo, óleo do motor, filtro de combustível, velas, correias e bico injetor inexistentes nos VEs.

Tabela 5 - Despesas com Manutenções.

Nº	Veículos da Frota da Instituição	Manutenção (\$)
1	Elba 1.6i.e/Top/CSL	R\$ 585,00
2	8-140 2p	R\$ 4.300,00
3	VOLARE (Executivo A6/V6)	R\$ 2.300,00
4	S10 Blazer Executive 2.8 4x4	R\$ 3.200,00
5	Sprinter 311 Furgão Longo 2.2	R\$ 2.380,00
6	Gol 1.6 Mi Total Flex	R\$ 3.100,00
7	Gol 1.6 Mi Total Flex	R\$ 568,00
8	Gol 1.6 Mi Total Flex	R\$ 630,00
9	Ducato Maxi. Long. 2.3 T. Alto	R\$ 1.190,00
10	Fusion SEL 2.5	R\$ 2.300,00
11	VERSA SL 1.6	R\$ 1.670,00
12	Ducato Cargo Curto 2.3	R\$ 1.350,00
13	SPACEFOX 1.6/ 1.6 Trend	R\$ 2.610,00
14	VERSA SV 1.6	R\$ 1.405,00
15	Fiorino Furgão EVO 1.4	R\$ 860,00
16	VERSA SV 1.6	R\$ 1.555,00
17	Spacefox TL MBV	R\$ 2.300,00
18	Montana	R\$ 900,00
19	Onix	R\$ 1.630,00
20	Onix	R\$ 1.210,00
21	Prisma	R\$ 2.455,00
<b>TOTAL DE DESPESAS</b>		<b>R\$ 38.498,00</b>

Fonte: (Autor).

#### 4.5 Custo de Mitigação

Conforme proposto na metodologia 3.2, é desenvolvido o cálculo do CoM, através da aplicação da Equação 1, medido em R\$ por massa de CO<sub>2</sub>. O índice refere-se as emissões de carbono ao substituir veículos a gasolina e a diesel por VEs. Ressalta-se que o desenvolvimento do método do cálculo de mitigação de emissão é referente ao tanque à roda do veículo.

Primeiramente, foram mensuradas as variáveis utilizadas no cálculo, considerando a intensidade de emissão de carbono para eletricidade de 0,2 kg CO<sub>2</sub> / kWh (BERHORST *et al.*, 2018), 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).

A aplicação da equação é efetuada para cada veículo, por apresentar variados modelos, com autonomia e eficiência diferente, resultando em uma variação nos resultados do CoM, conforme demonstrado na Tabela 6.

Tabela 6 - Custo de Mitigação.

Veículo	Dados Veículos Elétricos			Dados Veículos a Combustão				
	Bateria kWh	Autonomia km	Custo R\$	Eficiência média km.L	Volume de tanque L.tanque	Valor do tanque R\$.tanque	Custo de Mitigação R\$.kgCO2	Redução Emissão kg.CO2
KANGOO Z.E	33	200	R\$ 0,12	7,56	26	127	- 1,99	58,52
KANGOO Z.E	33	200	R\$ 0,12	11,2	18	86	- 1,89	39,50
iEV750V	92	235	R\$ 0,27	7,48	31	110	- 0,70	81,78
iEV750V	92	235	R\$ 0,27	9,5	25	86	- 0,46	64,39
iEV750V	92	235	R\$ 0,27	9,49	25	87	- 0,46	64,46
Leaf	40	272	R\$ 0,10	9,79	28	133	- 1,96	61,46
Leaf	40	272	R\$ 0,10	13,67	20	95	- 1,86	44,01
Leaf	40	272	R\$ 0,10	13,4	20	97	- 1,87	44,90
Leaf	40	272	R\$ 0,10	13,9	20	94	- 1,85	43,29
Bolt EV	66	416	R\$ 0,11	13,47	31	148	- 1,84	68,31
Bolt EV	66	416	R\$ 0,11	13,78	30	145	- 1,83	66,78
Bolt EV	66	416	R\$ 0,11	13,26	31	150	- 1,84	69,40
iEV20	41	400	R\$ 0,07	12,9	31	149	- 1,98	68,59
iEV20	41	400	R\$ 0,07	12,9	31	149	- 1,98	68,59
iEV40	40	300	R\$ 0,09	12	25	120	- 1,93	55,30
iEV40	40	300	R\$ 0,09	11,08	27	130	- 1,95	59,89
iEV40	40	300	R\$ 0,09	11,32	27	127	- 1,95	58,62
iEV40	40	300	R\$ 0,09	13,1	23	110	- 1,91	50,66
iEV330P	67	320	R\$ 0,15	10,784	30	104	- 0,81	77,24
iEV1200T	97	200	R\$ 0,34	4,88	41	143	- 0,76	106,68
Access-e	162	250	R\$ 0,46	5,43	46	161	- 0,41	119,84
D9A 20.410	324	250	R\$ 0,92	3,5	71	250	- 0,11	185,93

Fonte: (Autor).

Constata-se que os resultados obtidos no CoM são negativos, média de -1 R\$/kgCO<sub>2</sub>, ou seja, resulta em uma economia, ao invés de um custo. Ao abastecer um veículo elétrico economiza-se, em média, R\$ 1,00 para cada kg de CO<sub>2</sub> evitado na atmosfera.

#### 4.6 Proposta de Substituição de Frota

Realizou-se um levantamento de modelos de VEs disponíveis no Brasil. Levando em consideração as características técnicas de cada modelo, tais como, a capacidade da bateria, autonomia e o consumo. A partir das informações demonstradas na Tabela 7, apresentou-se os modelos que melhor se adaptam com as necessidades da instituição.



Tabela 7 – Características dos Modelos Elétricos Propostos para Substituição.

Tipo de Veículo	Marca	Modelo	Bateria (KWh)	Autonomia (Km)	Consumo (kWh/km)
Furgão	Renault	KANGOO Z.E	33	200	0,1650
Furgão	JAC MOTORS	iEV750V	92	235	0,3915
Carro	Nissan	Leaf	40	272	0,1471
Carro	Chevrolet	Bolt EV	66	416	0,1587
Carro	JAC MOTORS	iEV20	41	400	0,1025
Carro	JAC MOTORS	iEV40	40	300	0,1333
Carro	JAC MOTORS	iEV330P	67	320	0,2094
Caminhão	JAC MOTORS	iEV1200T	97	200	0,4850
Micro-ônibus	Volare	Access-e	162	250	0,648
Ônibus	BYD	D9A 20.410	324	250	1,296

Fonte: Adaptado de JAC MOTORS (2021); BYD (2021); RENAULT (2021); CHEVROLET (2021); e NISSAN (2021).

Posteriormente, com a finalidade de avaliar os impactos na instituição ao receber uma frota de VEs, buscou-se apresentar uma proposta de substituição de frota baseada na quantidade total disponível de veículos atualmente em operação. Assim, na Tabela 8, é detalhado a quantidade proposta de veículos para cada modelo definido, o tipo de plugue, a potência do carregador utilizado para a recarga e o tempo realizado para o carregamento total do veículo.

Tabela 8 - Proposta de Substituição de Frota.

Tipo de Veículo	Marca	Modelo	Quantidade Proposta	Plugue	Estação de Carregamento (kW)	Tempo de Recarga (h)
Furgão	Renault	KANGOO Z.E	4	T2	7,4	5:13
Furgão	JAC MOTORS	iEV750V	3	T2	7,4	12:43
Carro	Nissan	Leaf	4	T1	7,4	8:21
Carro	Chevrolet	Bolt EV	3	T2	7,4	9:47
Carro	JAC MOTORS	iEV20	2	GB/T	7,4	6:20
Carro	JAC MOTORS	iEV40	4	T2	7,4	6:06
Carro	JAC MOTORS	iEV330P	3	GB/T	7,4	10:15
Caminhão	JAC MOTORS	iEV1200T	1	T2	7,4	13:00
Micro-ônibus	Volare	Access-e	1	T2	80 (2 x 40)	3:00
Ônibus	BYD	D9A 20.410	1	T2	80 (2 x 40)	5:00

Fonte: Adaptado de JAC MOTORS (2021); BYD (2021); RENAULT (2021); CHEVROLET (2021); e NISSAN (2021).

O modelo do carregador definido para estudo é o Wall Box da WEG, Figura 8, com plugue tipo T2, potência de 7,4kW, tensão de 220V, com corrente alternada em 32A (WEG, 2021). Para os veículos com plugue do modelo GB/T, devem ser utilizados um

adaptador para o carregador do Tipo T2. Logo, o carregador dimensionado é empregado para realizar recargas nos automóveis, furgões e o caminhão.

Figura 8 – Carregador Wall Box da WEG.



Fonte: (WEG, 2021).

Para realizar as recargas do micro-ônibus e do ônibus é definido o carregador da BYD EVA 080 K101 de 80 kW, com duas entradas do plugue tipo T2, conforme Figura 9 (BYD, 2021).

Figura 9 – Carregador modelo da BYD.



Fonte: (BYD, 2021).

Portanto, a inserção de uma frota de VEs impacta na demanda de energia da empresa, com isso buscou-se realizar uma análise desse impacto e verificar a possibilidade de recargas simultâneas. Para recarregar a frota de veículos serão considerados 12

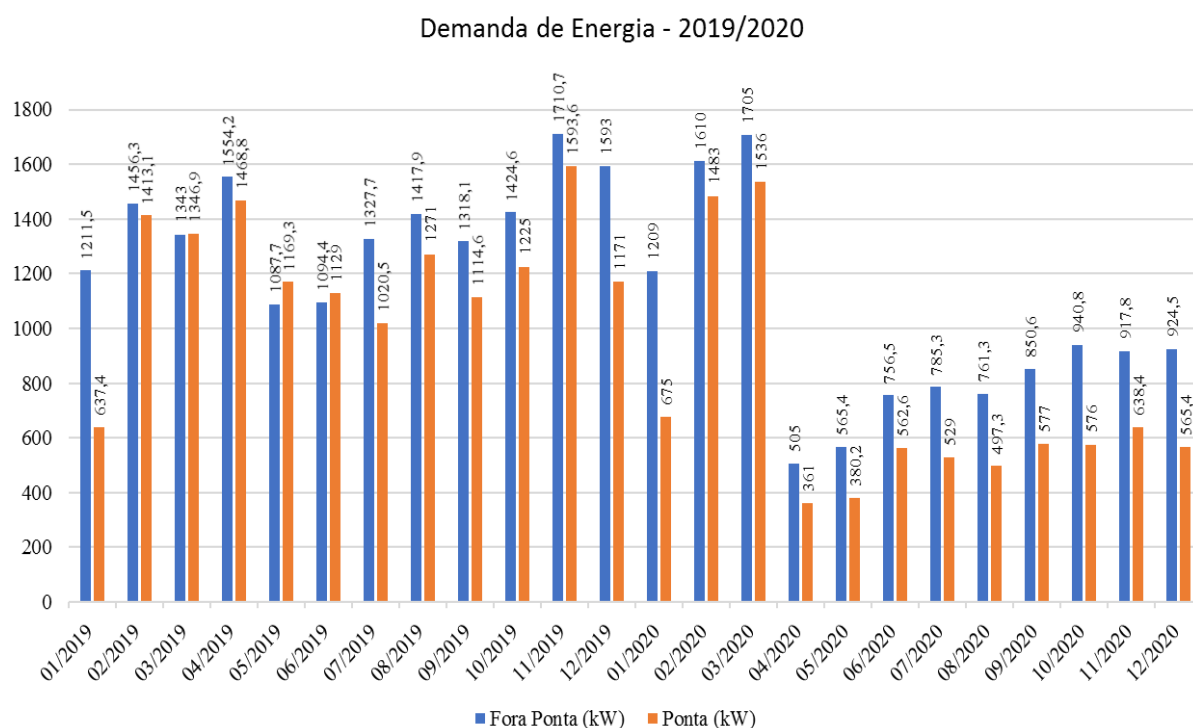
carregadores de potência de 7,4kW e 1 carregador de 80 kW (com 2 entradas de 40 kW) em corrente alternada. Assim, totalizando em uma carga instalada de 168,8 kW.

Conforme analisado no setor de logística, a frota de veículos não atinge 100% de ocupação diária. Por esse motivo, foi projetado uma estação de carregamento para que ao menos 50% dos veículos possam ser carregados simultaneamente, e principalmente, para possibilitar realizar recargas no período noturno.

A instituição pertence ao grupo de cliente livre, com a modalidade tarifária horária verde - subgrupo A4 comercial e com demanda contratada de 1.800 kW para ponta e fora ponta. Considerando a demanda contratada, foi desenvolvido uma simulação referente ao comportamento da demanda de energia no decorrer do período delimitado para o estudo. Com isso, através da Figura 10, é possível avaliar mensalmente, o maior registro obtido pela demanda.

Por fim, constata-se que com uma demanda contratada em ponta 1.800 kW para ponta e fora ponta, o maior registro de carga utilizada no decorrer dos meses foi de 1.710,7 kW, em novembro de 2019. Verifica-se que com o valor da nova demanda de carga dos carregadores e acrescido o valor da demanda de carga registrado na instituição, resultaria em uma ultrapassagem do limite atual da demanda contratada.

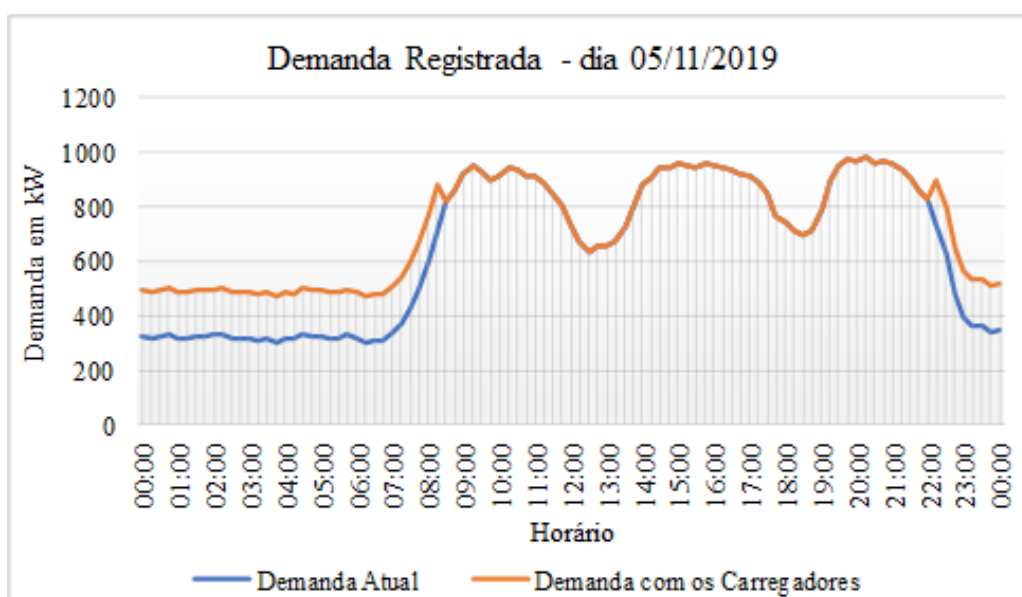
Figura 10 – Demanda de Energia registrada – 2019/2020.



Fonte: (Autor).

Deste modo, foi realizado a simulação do comportamento da demanda de energia em kW durante o período de um dia, possibilitando avaliar o melhor período para realizar as recargas dos veículos. Na simulação, considerou-se a demanda atual registrada no decorrer de cada hora e a nova demanda com as cargas totais dos carregadores a serem instalados, resultando na curva de demanda da Figura 11. Ressalta-se que a data definida para simulação se trata de um período anterior ao da pandemia do Coronavírus.

Figura 11 – Demanda de Energia registrada – 05/11/2019.



Fonte: (Autor).

Avalia-se que o período mais adequado para a realização das recargas é no período noturno, após as 22:30 horas até as 8:30 horas do dia seguinte, considerando a ocupação de todos os carregadores projetados. Além disso, é importante destacar que foi dimensionado recargas simultâneas apenas para 50% da frota proposta, porém conforme a curva diária da demanda de energia é possível inserir algumas recargas de veículos no decorrer do dia sem ultrapassar o contrato de demanda. E, por fim, ainda se pode gerenciar as recargas sem ultrapassar a demanda de energia, considerando o carregamento do ônibus e do micro-ônibus no carregador de 80 kW nos finais de semana, pois a carga utilizada pela instituição é menor.

Com isso, para a análise de despesas com recargas é considerado o custo da energia em kWh atribuídos do mercado livre e encargos da concessionária de energia para ponta e fora

ponta, portanto, para o estudo se considera o custo médio do kWh de R\$0,709. Conforme a Tabela 9, é possível avaliar o custo de recarga que apresenta cada modelo selecionado para a proposta de substituição de veículos.

Tabela 9 – Características dos Custo de Recargas.

Tipo de Veículo	Marca	Modelo	Custo do kWh (R\$) / km	Custo da Recarga (R\$)
Furgão	Renault	KANGOO Z.E	0,12	23,40
Furgão	JAC MOTORS	iEV750V	0,27	65,23
Carro	Nissan	Leaf	0,10	28,36
Carro	Chevrolet	Bolt EV	0,11	46,79
Carro	JAC MOTORS	iEV20	0,07	29,07
Carro	JAC MOTORS	iEV40	0,09	28,36
Carro	JAC MOTORS	iEV330P	0,15	47,50
Caminhão	JAC MOTORS	iEV1200T	0,34	68,77
Micro-ônibus	Volare	Access-e	0,46	114,86
Ônibus	BYD	D9A 20.410	0,92	229,72

Fonte: (Autor).

Por fim, conclui-se que por se tratar de variados modelos, com características diferentes, o valor mensal em recargas vai variar de acordo com a utilização de cada veículo no decorrer do mês.

## 5 CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou uma metodologia para avaliar a inserção de VEs no transporte pessoal, coletivo e de carga em um campus universitário, visando analisar aspectos, quanto a questão da redução do consumo de gasolina e diesel, impacto ambiental e da colocação de pontos de recargas que vão impactar em investimentos da estrutura e adequação da rede de energia. Buscou-se levantar elementos para uma análise ampla, com o intuito de demonstrar os benefícios da mobilidade elétrica.

A análise de viabilidade de substituição da frota de veículos a diesel e gasolina por VEs na instituição mostrou-se viável, pois apresentou valores significativos na economia com abastecimento e manutenções no período delimitado para avaliação. Comparando os custos de abastecimento entre óleo diesel e gasolina por energia elétrica, estimou-se uma economia de R\$ 104.849,28. Para despesas com manutenções, referente a alguns itens estabelecidos para o estudo, obteve-se uma economia de R\$ 38.498,00. Com isso, alcançou-se um resultado positivo para sua aplicação, gerando uma economia total de R\$ 143.347,28 com a substituição da frota própria da instituição.

Referente ao equacionamento do CoM mediante as emissões de carbono, pode-se verificar a redução da emissão de poluentes com a aplicação da mobilidade elétrica. Demonstra-se, portanto, que é possível diminuir as despesas para descarbonizar a matriz energética e simultaneamente diminuir a emissão de gases de poluentes com a adoção do modal elétrico.

Para a proposta de substituição de frota, analisou-se o impacto na demanda de energia, para a realização de recargas lentas e simultâneas dos veículos. No qual, possibilitou-se avaliar que a instituição tem capacidade para o total atendimento da nova demanda de carga. Entretanto, em alguns períodos do ano com maior consumo de demanda de energia elétrica, mediante a análise da curva de demanda conclui-se a necessidade de um gerenciamento de recargas, para realizar a redistribuição dos horários de recargas e considerando realizá-las ao finais de semana, para evitar o ajuste do contrato de demanda e a carga demandada não ultrapasse esse limite.

Assim, conclui-se que a proposta de substituição da frota existente na instituição pode ser uma alternativa viável, gerando uma economia significativa no setor de transporte e contribuindo na redução da emissão de poluentes com o uso de VEs. Assim, a metodologia proposta nas análises desenvolvidas para cada etapa pode vir a auxiliar na tomada de

decisão nas instituições, ao avaliar viabilidade de substituir suas frotas atuais para VEs. Observa-se que a metodologia pode ser aplicada em outras organizações, apenas realizando adaptações com as informações do local a ser avaliado.

### **5.1 Previsão para Trabalhos Futuros**

Como sugestões de desenvolvimento para trabalhos futuros, propõe-se alguns tópicos considerados promissores:

- Desenvolver uma análise do impacto na demanda de energia da empresa considerando a instalação de estação de recarga rápida;
- Realizar um gerenciamento de recargas da frota de veículos, considerando recargas lentas, semirrápidas e recargas rápidas;
- Elaborar uma plataforma de tomada de decisão para utilização de veículo elétrico. Abrangendo tópicos de análise de viabilidade econômica, meio ambiente e gerenciamento de frotas.

## REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR IEC 61851-1:2013. Sistemas de recargas condutiva para veículos elétricos.** Brasil, 47 p

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução Normativa nº 819, 19 de junho de 2018.** Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2018819.pdf>>. Acesso em: 18 Maio 2021.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. **CHAMADA NO 022/2018 Projeto Estratégico: “Desenvolvimento De Soluções em Mobilidade Elétrica Eficiente”.** Brasília, 2019. Disponível em: <[http://rise.org.br/wp-content/uploads/2019/04/Edital-FINAL\\_Chamada-22.pdf](http://rise.org.br/wp-content/uploads/2019/04/Edital-FINAL_Chamada-22.pdf)>. Acesso em: 11 Jun. 2021.

BALDISSERA, L.B. **Análise do Impacto da Utilização do Transporte Elétrico Coletivo no Sistema Elétrico de Distribuição.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica). Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2016.

BALLOU, R. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Logística Empresarial.** 5 ed. Porto Alegre: Bookman, 2011. 616 p.

BERHORST, N. L. et al. **Matriz energética mais limpa: Sugestão de reestruturação para o parque gerador brasileiro a partir de índices econômicos energéticos.** MEIO AMBIENTE URBANO E INDUSTRIAL: Educação, Gestão e Tecnologias Ambientais, 66 - 91. Universidade Federal do Paraná. Curitiba - PR, 2018.

BRASIL. **Decreto nº 5.163, de 30 de Julho de 2004.** 2004. Disponível em:<[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2004/decreto/D5163.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/D5163.htm)>. Acesso em: 16 Jun. 2021.

BRASIL. **Decreto nº 9.442, de 05 de Julho de 2018.** 2018. Disponível em:<[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2018/decreto/D9442.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/decreto/D9442.htm)>. Acesso em: 24 Jun. 2021.

BRASIL. **Lei nº 10.848, de 15 de Março de 2004.** 2004. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2004/lei/110.848.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/110.848.htm)>. Acesso em: 16 Jun. 2021.

BRASIL. **Lei nº13.755, de 10 de dezembro de 2018.** 2018. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2018/lei/L13755.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/L13755.htm)>. Acesso em: 24 Jun. 2021.

BRASIL. **Portaria nº 465, de 12 de Dezembro de 2019.** 2019. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/prt2019465mme.pdf>>. Acesso em: 19 Abr. 2021.

BRASIL. **Portaria nº 514, de 27 de Dezembro de 2018.** 2018. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/prt2018514mme.pdf>>. Acesso em: 19 Abr. 2021.



BRÜCKMANN, G.; WILLIBALD, F.; BLANCO, V. *Battery Electric Vehicle adoption in regions without strong policies*. *Transportation Research Part D – Elsevier*. V 90. ISSN 1361 – 9209. 2021.

BYD Brasil. **Produtos e Soluções**. 2021. Disponível em: <<https://www.byd.ind.br/>>. Acesso em: 05 Maio 2021.

CARGA & TRANSPORTE. **PepsiCo e DHL recebem primeiros caminhões elétricos da JAC Motors**. 2021. Disponível em: <<https://www.cargaetransporte.com.br/2021/01/27/pepsico-e-dhl-recebem-os-primeiros-caminhoes-eletricos-da-jac/>>. Acesso em: 10 Maio 2021.

CCEE. **Câmara de Comercialização de Energia Elétrica**. Capacita CCEE Portal de Aprendizado. 2020. Disponível em: <[https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages\\_publico/inicio](https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/inicio)>. Acesso em: 12 Abr. 2021.

CHEVROLET. **Elétricos**. 2021. Disponível em: <<https://www.chevrolet.com.br/eletrico/bolt-ev>>. Acesso em: 05 Maio 2021.

COLMENAR, A. S. *et al.* *Electric vehicle charging strategy to support renewable energy sources in Europe 2050 low-carbon scenario*. *Energy*, Elsevier, 183, p. 61-74. ISSN 0360-5442. 2019.

CONSONI, L. F. *et al.* **Estudo de Governança e Políticas Públicas para Veículos Elétricos - PROMOB-e**. Brasília, 2018.

DULĂU, L.; BICĂ, D. *Effects of Electric Vehicles on Power Networks*. *Procedia Manufacturing*, v. 46, p. 370–377. ISSN: 2351-9789. 2020.

ELETRA. **Tecnologia de Tração Elétrica. Elétrico Puro**. Disponível em: <<https://www.eletrabus.com.br/>>. Acesso em: 30 Maio 2021.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE - **Avaliação de Ônibus Elétricos Urbanos Municipais - Guia prático para uso da ferramenta EPE**. Brasília, 2019a.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE. **BEN - Balanço Energético Nacional**. Rio de Janeiro, 2019b.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2029**. Brasília, 2019c.

GRILLO MOBILIDADE E TECNOLOGIA. **Pulos do bem – Caso Grilo**. 2019. Disponível em: <[http://salao.arpnet.com.br/storage/projetos/1606777523\\_case\\_grilo\\_1.pdf](http://salao.arpnet.com.br/storage/projetos/1606777523_case_grilo_1.pdf)>. Acesso em: 10 Jun. 2021.

INSIDEEVs. **FNM anuncia a produção de 1.000 veículos elétricos para a Ambev**. Disponível em: <<https://insideevs.uol.com.br/news/481477/fnm-producao-veiculos-eletricos-ambev/>>. Acesso em: 10 Maio 2021.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY – IEA. *Global EV Outlook 2020 - Entering the decade of electric drive?* França, 2020.

IWAN, S. *et al. Electric mobility in European urban freight and logistics – status and attempts of improvement. Transportation Research Procedia*, 39, 112–123. ISSN 2352-1465. 2019.

JACINTO, T. *et al. Impact of Electric Vehicles in Electric Costs considering the Long-term Operation Planning*. In: IEEE, 2018 Simpósio Brasileiro de Sistemas Elétricos (SBSE). ISBN eletrônico: 978-1-5386-3363-2. Niterói, 2018.

JAC MOTORS. **Caminhão Elétrico iEV1200T**. 2021. Disponível em: <<https://www.jacmotors.com.br/veiculos/eletricos-detalhes/iev1200t>>. Acesso em: 20 Jun. 2021.

LI, Z.; KHAJEPOUR, A.; SONG, J. *A comprehensive review of the key technologies for pure electric vehicles. Energy, Elsevier*, 182, p.824-839. ISSN: 0360-5442. 2019.

MELLO, C. B. S. **Impacto da eletrificação na frota de veículos governamentais em uma Capital da Amazônia Ocidental – um estudo de caso**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) - Fundação Universidade Federal de Rondônia. Porto Velho, RO, 2021.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE -MMA. **Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários 2013: Ano-base 2012**. Brasília - DF, 2013. Disponível em: <[http://antigo.antt.gov.br/index.php/content/view/32492/2\\_\\_Inventario\\_Nacional\\_de\\_Emissoes\\_Atmosfericas](http://antigo.antt.gov.br/index.php/content/view/32492/2__Inventario_Nacional_de_Emissoes_Atmosfericas)>

MOBILIZE – Mobilidade Urbana Sustentável. **Ônibus elétricos já estão em operação no Brasil e no mundo**. 2019. Disponível em: <<https://www.mobilize.org.br/noticias/11683/onibus-eletricos-ja-estao-em-operacao-no-brasil-e-no-mundo-veja-onde.html>> Acesso em: 16 Mar. 2021.

NASCIMENTO, K. R. **Migração para o Mercado Livre de Energia e Alteração de Tarifa Horária: Estudo de Caso em uma Indústria**. 62 p. Monografia. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro – RJ, 2018.

NISSAN. **Modelos**. 2021. Disponível em: <<https://www.nissan.com.br/veiculos/modelos/leaf.html>> Acesso em: 16 Mar. 2021.

NOVAIS, C. R. B. d. **Modalidade Elétrica: Desafios e Oportunidades**. FGV Energia, Fundação Getúlio Vargas, p. 10, 2016.

PENG, F. *et al. Evaluating Strategies for Decarbonising the Transport Sector in Great Britain. Publicado IEEE Milan PowerTech*. ISBN eletrônico: 978-1-5386-4722-6. Milão – Itália, 2019.

PLATAFORMA NACIONAL DE MOBILIDADE ELÉTRICA - PNME. **1º Anuário brasileiro da mobilidade elétrica**. Brasília e Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <<https://www.pnme.org.br/biblioteca/1o-anuario-brasileiro-da-mobilidade-eletrica/>> Acesso em: 16 Mar. 2021.

PLUGSHARE. *EV Charging Station Map*. 2021. Disponível em: <<https://www.plugshare.com/>>. Acesso em: 11 Jun. 2021.

POZO, H. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: uma introdução**. 2. ed. Atlas - ISBN: 978-85-97-02321-3. São Paulo, 2019.

RENAULT. **Veículos Elétricos**. 2021. Disponível em: <<https://www.renault.com.br/>> Acesso em: 16 Mar. 2021.

RIETMANN, N.; HÜGLER, B.; LIEVEN, T. *Forecasting the trajectory of electric vehicle sales and the consequences for worldwide CO2 emissions*. *Journal of Cleaner Production - Elsevier*, 121038. ISSN: 0959-6526. 2020.

SAUSEN, J. P. **Análise do carregamento de veículos elétricos na curva de carga do transformador de distribuição**. 101 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica). Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS, 2017.

TRINDADE, H. **Viabilidade do Ambiente de Contratação Livre para Órgãos Públicos**. SEPOC 2019. Natal, RN, 2019.

UNICAMP. **Ônibus elétrico começa a circular na Unicamp**. 2020. Disponível em: <<https://www.unicamp.br/unicamp/noticias/2020/09/15/onibus-eletrico-comeca-circular-na-unicamp>> Acesso em: 16 Mar. 2021.

UPF. **Portal Institucional - Como chegar**. 2019. Disponível em: <<https://www.upf.br/a-universidade/como-chegar>>. Acesso em: 16 Out. 2021.

USLU, T.; KAYA, O. *Location and capacity decisions for electric bus charging stations considering waiting times*. *Transportation Research Part D – Elsevier*. V 90. ISSN 1361 - 9209. 2021.

VOLKSWAGEN. **Caminhões Elétricos**. 2021. Disponível em: <<https://www.vwco.com.br/news/151>> Acesso em: 16 Mar. 2021.

WEG. **Estação de Recarga para Veículos Elétricos**. Jaraguá do Sul, 2021. Disponível em: <[https://www.weg.net/catalog/weg/BR/pt/Automa%C3%A7%C3%A3o-e-Controle-Industrial/Infraestrutura-para-Mobilidade-EI%C3%A9trica/Esta%C3%A7%C3%A3o-de-Recarga-para-Ve%C3%ADculos-EI%C3%A9tricos-%281%C2%AA-Gera%C3%A7%C3%A3o%29/Esta%C3%A7%C3%A3o-de-Recarga-para-Ve%C3%ADculos-EI%C3%A9tricos-%281%C2%AA-Gera%C3%A7%C3%A3o%29/p/MKT\\_WDC\\_BRAZIL\\_RE\\_ELECTRIC\\_VEHICLE](https://www.weg.net/catalog/weg/BR/pt/Automa%C3%A7%C3%A3o-e-Controle-Industrial/Infraestrutura-para-Mobilidade-EI%C3%A9trica/Esta%C3%A7%C3%A3o-de-Recarga-para-Ve%C3%ADculos-EI%C3%A9tricos-%281%C2%AA-Gera%C3%A7%C3%A3o%29/Esta%C3%A7%C3%A3o-de-Recarga-para-Ve%C3%ADculos-EI%C3%A9tricos-%281%C2%AA-Gera%C3%A7%C3%A3o%29/p/MKT_WDC_BRAZIL_RE_ELECTRIC_VEHICLE)>. Acesso em: 16 Mar. 2021.