

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

Suellen Ribeiro

**Mobilidade Elétrica e Estações de Recarga para Veículos Elétricos: Um Estudo**

Florianópolis

2022



Suellen Ribeiro

## **Mobilidade Elétrica e Estações de Recarga para Veículos Elétricos: Um Estudo**

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. Renato Lucas Pacheco, Dr.

Florianópolis

2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Ribeiro, Suellen  
Mobilidade Elétrica e Estações de Recarga para Veículos  
Elétricos: Um Estudo / Suellen Ribeiro ; orientador,  
Renato Lucas Pacheco, .  
81 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -  
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico,  
Graduação em Engenharia Elétrica, Florianópolis, .

Inclui referências.

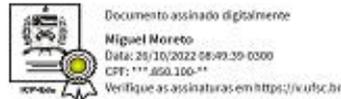
1. Engenharia Elétrica. 2. Mobilidade Elétrica . 3.  
Estação de recarga para veículos elétricos . 4. Veículos  
elétricos . 5. Mercado de Veículos elétricos . I. Pacheco,  
Renato Lucas . II. Universidade Federal de Santa Catarina.  
Graduação em Engenharia Elétrica. III. Título.

Suellen Ribeiro

**Mobilidade Elétrica e Estações de Recarga para Veículos Elétricos: Um Estudo**

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de “Bacharel em Engenharia Elétrica” e aceito, em sua forma final, pelo Curso de Graduação em Engenharia Elétrica.

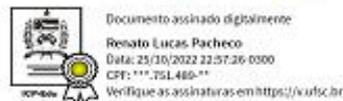
Florianópolis, 25 de outubro de 2022.



---

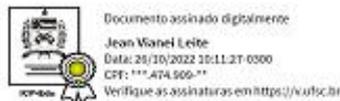
Prof. Miguel Moreto, Dr.  
Coordenador do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica

**Banca Examinadora:**



---

Prof. Renato Lucas Pacheco, Dr.  
Orientador  
Universidade Federal de Santa Catarina



---

Prof. Jean Viane Leite, Dr. (UFSC)  
Universidade Federal de Santa Catarina



---

Prof. Roberto Francisco Coelho, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina





Este trabalho é dedicado aos meus queridos pais.



## **AGRADECIMENTOS**

Chegar ao final do curso de graduação em Engenharia Elétrica é uma vitória para todos os estudantes que estudaram e se dedicaram bravamente. Contudo, minha conquista não foi alcançada sozinha e, em vista disso, gostaria de deixar registrado meus sinceros agradecimentos:

A Deus, o qual em momentos desafiadores e de alegrias sempre esteve presente na fé durante essa trajetória.

Aos meus queridos pais Adenir e Leonina, os quais não mediram esforços e sempre me motivaram e amaram.

Ao meu orientador, o Professor Renato Lucas Pacheco, por todo apoio no desenvolvimento desde trabalho e de inúmeras conversas que contribuíram para minha formação acadêmica, profissional e pessoal.

Aos professores Roberto Francisco Coelho e Jean Viane Leite agradeço imensamente os ensinamentos e conselhos em suas aulas e, por aceitarem compor a banca avaliadora deste trabalho.

Aos colegas de Intelbras pelas conversas, apoio e incentivo pessoal e profissional e por acreditarem na ideia proposta nesse trabalho.

Além disso, gostaria de agradecer aos meus colegas e professores de graduação que foram essenciais durante o curso.

Obrigada!



Livros e pessoas constroem pessoas. Não tenha dúvida de que esses dois agentes apontam destinos. Eles inspiram o futuro porque, tanto os textos quanto as pessoas, estão em movimento, testando, absorvendo, refletindo ou fazendo refletir (BRUNET, 2018).



## RESUMO

Atualmente, no cenário global, governos e empresas assumiram compromissos e metas para redução da emissão dos gases do efeito estufa com vistas a frear o aquecimento global e seus impactos na natureza e na sociedade, com foco na preservação à vida de todas as espécies. A solução proposta na Conferência das Nações Unidas sobre mudanças Climáticas prevê que empresas do setor automotivo e de transporte invistam em tecnologias de baixo carbono. Neste contexto, a mobilidade elétrica vem ganhando destaque, pois é o processo de eletrificação dos modais de transporte, ou seja, a substituição dos veículos a combustão por veículos elétricos. Atualmente, o preço do veículo elétrico frente ao veículo a combustão ainda é pouco atrativo. Contudo, projeções ilustram que, nos próximos anos, os preços dos veículos elétricos tendem a se equiparar ao preço do veículo a combustão, isso tudo devido à redução de preço da principal matéria prima utilizada no veículo, a bateria de lítio. Para atender à demanda de veículos elétricos, que vai crescer nos próximos anos, a infraestrutura de recarga é essencial para propagar e difundir a mobilidade elétrica. Neste trabalho, além de exemplificar os tipos de veículos elétricos, também são abordados os tipos de infraestrutura de recarga, tais como carga condutiva, indutiva e *battery Swap* e seus cenários atuais de mercado e perspectivas do futuro com propósito de promover e incentivar a tecnologia na indústria.

**Palavras-chave:** Mobilidade Elétrica. Veículos Elétricos. Infraestrutura de Recarga.



## ABSTRACT

Currently, on the global stage, governments and companies have assumed commitments and goals to reduce the emission of greenhouse gases in order to stop global warming and its impacts on nature and society, with a focus on preserving the life of all species. The solution proposed at the United Nations Climate Change Conference calls for companies in the automotive and transport sector to invest in low-carbon technologies. In this context, electric mobility has gained prominence, as it is the process of electrification of modes of transport, that is, the replacement of combustion vehicles with electric vehicles. Currently, the price of the electric vehicle compared to the combustion vehicle is still unattractive. However, projections illustrate that, in the next few years, the prices of electric vehicles tend to match the price of the combustion vehicle, all due to the reduction in the price of the main raw material used in the vehicle, the lithium battery. To meet the demand for electric vehicles, which will grow in the coming years, charging infrastructure is essential to propagate and spread electric mobility. In this work, in addition to exemplifying the types of electric vehicles, the types of charging infrastructure are also addressed, such as conductive, inductive, and battery Swap charging, and their current market scenarios and future perspectives with the purpose of promoting and encouraging technology. in the industry.

**Keywords:** Electric Mobility. Electric Vehicles. Charging Infrastructure.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Temperatura do planeta Terra em 1884.....	17
Figura 2 - Temperatura do planeta Terra em 2020.....	18
Figura 3 - Índice global de temperatura terra-oceanos ao longo dos anos .....	18
Figura 4 - Emissões de CO2 por setor.....	19
Figura 5 - Venda de novos carros na Noruega .....	23
Figura 6 - Robert Anderson: Inventor do primeiro carro bruto elétrico.....	24
Figura 7 - Veículo elétrico desenvolvido por William Morrison .....	25
Figura 8 - Categoria dos veículos elétricos .....	26
Figura 9 - Veículo elétrico híbrido .....	27
Figura 10 - Toyota Prius 2022.....	28
Figura 11 - Veículo elétrico plug in .....	29
Figura 12 - Veículo elétrico a bateria.....	30
Figura 13 - Veículo elétrico a célula combustível.....	31
Figura 14 - Bomba de abastecimento de veículo a célula combustível.....	31
Figura 15 - Vendas globais de veículos elétricos no período 2010-2021 .....	35
Figura 16 - Venda de veículos elétricos leves por mercado.....	37
Figura 17 - Países líderes em vendas ou registros de novos veículos, de todas as categorias (2019) .....	38
Figura 18 - Licenciamento de veículos elétricos leves de passageiros e comerciais no Brasil (2007-2019) .....	39
Figura 19 - Tipos de veículos elétricos registrados que compõem a frota brasileira (2007-2019).....	39
Figura 20 - Modelos líderes de vendas na frota brasileira por tipo de veículo elétrico (2007-2019).....	40
Figura 21 - Estados líderes na frota brasileira (2007-2019).....	41
Figura 22 - Municípios líderes na frota brasileira (2007-2019).....	41
Figura 23 - Vendas anuais veículos elétricos no Brasil.....	43
Figura 24 - Preço das baterias de lítio 2010-2019.....	45
Figura 25 - Preço do pack de baterias de lítio .....	46
Figura 26 - Avaliação do preço futuro da bateria de lítio .....	46
Figura 27 - Preço de paridade dos automóveis.....	47
Figura 28 - Demanda de anual de bateria de lítio por setor .....	48

Figura 29 - Modos de recarga.....	51
Figura 30 - Principais conectores para veículos elétricos .....	53
Figura 31 - PlugShare APP .....	54
Figura 32 - Recarga indutiva estática .....	55
Figura 33- Recarga indutiva dinâmica .....	55
Figura 34 - Fabricante Volvo testa tecnologia de carregamento sem fio .....	56
Figura 35 - Battery Swap da empresa CATL na China.....	57
Figura 36 - Carregadores disponíveis no período de 2015 até 2021 .....	61
Figura 37 - Acumulado global de carregadores por categoria e suas projeções .....	62
Figura 38 - Infraestrutura de recarga de veículo elétrico - Brasil .....	63
Figura 39 - Corredores elétricos - regiões Sul e Sudeste .....	63
Figura 40 - Proporção de estações de recarga no Brasil.....	64
Figura 41 – Hábitos de recarga por pessoa física.....	65
Figura 43 - Unidades residências lançadas em São Paulo.....	69
Figura 44 - Unidades residenciais vendidas de janeiro 2021 até janeiro 2022 .....	70
Figura 45 - Mapa Brasil sobre isenção de IPVA.....	71
Figura 46 - Posto piloto de estações de recarga da Shell .....	73
Figura 47 - Primeira estação de recarga da Shell.....	74

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 - Datas previstas para os fabricantes pararem a produção de carros a combustão.....	20
Quadro 2 - Empresas associadas na ABVE na área de infraestrutura.....	66
Quadro 3 - Incentivos públicos no Brasil.....	68



## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1- Exemplo de autonomia dos veículos elétricos .....	33
Tabela 2 - Veículos eletrificados mais vendidos no ano de 2021 .....	42
Tabela 3 - Carregadores acessíveis ao público (lentos e rápidos) no período de 2005 - 2019 .....	60
Tabela 4 - Estimativa de mercado das estações de recarga até o ano de 2035.....	66



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABVE	Associação Brasileira do Veículo Elétrico
ANFAVEA	Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores
BEV	<i>Battery Electric Vehicle</i>
BMS	<i>Battery Management System</i>
CA	Corrente Alternada
CC	Corrente Contínua
EV	<i>Electric Vehicle</i>
FCEV	<i>Fuel Cell Electric Vehicles</i>
GEE	Gases do Efeito Estufa
HEV	<i>Hybrid Electric Vehicle</i>
KERS	<i>Kinetic Energy Recovery System</i>
OBC	<i>On Board Charger</i>
OCPP	<i>Open Charge Point Protocol</i>
PHEV	<i>Plug-in Hybrid Electric Vehicle</i>
PROMOB-e	Projeto Sistemas de Propulsão Eficiente
SAVE	Sistema de Alimentação para Veículos Elétricos
VE	Veículos Elétricos
V2G	<i>Vehicle-to-Grid</i>



## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>17</b>
1.1.	PANORAMA ATUAL.....	17
1.2.	OBJETIVOS DO TRABALHO.....	20
1.2.1.	Objetivo geral .....	20
1.2.2.	Objetivos específicos .....	21
<b>2.</b>	<b>MOBILIDADE ELÉTRICA.....</b>	<b>23</b>
2.1.	VEÍCULOS ELÉTRICOS CONTEXTO E HISTÓRICO .....	24
2.2.	CATEGORIAS DE VEÍCULOS ELÉTRICOS .....	26
2.3.	TIPOS DE VEÍCULOS ELÉTRICOS .....	27
2.3.1.	Veículo elétrico híbrido .....	27
2.3.2.	Veículo elétrico híbrido <i>plug in</i> .....	28
2.3.3.	Veículo elétrico a bateria.....	29
2.3.4.	Veículo elétrico a célula combustível.....	30
2.4.	AUTONOMIA DOS VEÍCULOS ELÉTRICOS.....	32
<b>3.</b>	<b>ANÁLISE DE MERCADO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS.....</b>	<b>35</b>
3.1.	MERCADO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS INTERNACIONAL .....	35
3.2.	MERCADO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS NO BRASIL .....	37
<b>4.</b>	<b>INFLUÊNCIA DO PREÇO DAS BATERIAS DE LÍTIO NO MERCADO GLOBAL DE VEÍCULOS ELÉTRICOS .....</b>	<b>45</b>
<b>5.</b>	<b>INFRAESTRUTURA DE RECARGA PARA VEÍCULOS ELÉTRICOS 49</b>	
5.1.1.	Carga condutiva .....	49
5.1.1.1.	Conectores .....	52
5.1.2.	Carga Indutiva .....	54
5.1.3.	Battery Swap .....	56
<b>6.</b>	<b>MERCADO DE INFRAESTRUTURA DE RECARGA .....</b>	<b>58</b>

<b>6.1.</b>	<b>TIPOS DE CARREGAMENTO POR PERFIL DE USUÁRIO .....</b>	<b>58</b>
<b>6.1.1.</b>	<b>Recarga residencial .....</b>	<b>58</b>
<b>6.1.2.</b>	<b><i>Recarga no trabalho</i>.....</b>	<b>58</b>
<b>6.1.3.</b>	<b><i>Recarga comercial e ou conveniência</i> .....</b>	<b>59</b>
<b>6.1.4.</b>	<b><i>Hubs de recarga</i> .....</b>	<b>59</b>
<b>6.1.5.</b>	<b><i>Recarga em rodovias</i> .....</b>	<b>59</b>
<b>6.2.</b>	<b>ATUAL CENÁRIO DE INFRAESTRUTURA DE RECARGA PARA VEÍCULOS ELÉTRICOS NO MUNDO E NO BRASIL.....</b>	<b>59</b>
<b>7.</b>	<b>INCENTIVOS E POLÍTICAS PÚBLICAS NA MOBILIDADE ELÉTRICA .....</b>	<b>68</b>
<b>7.1.</b>	<b>INCETIVOS PÚBLICOS NO BRASIL.....</b>	<b>68</b>
<b>7.2.</b>	<b>LEI Nº 17.336 DE 30 DE MARÇO DE 2020.....</b>	<b>69</b>
<b>7.3.</b>	<b>ISENÇÃO DE IPVA.....</b>	<b>70</b>
<b>8.</b>	<b>DESAFIOS DA MOBILIDADE ELÉTRICA.....</b>	<b>72</b>
<b>9.</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>76</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>78</b>
	<b>ANEXO A – ESTAÇÃO DE RECARGA DO MODO 2.....</b>	<b>84</b>
	<b>ANEXO B – ESTAÇÃO DE RECARGA DO MODO 3.....</b>	<b>85</b>
	<b>ANEXO C – ESTAÇÃO DE RECARGA DO MODO 4.....</b>	<b>86</b>

## 1. INTRODUÇÃO

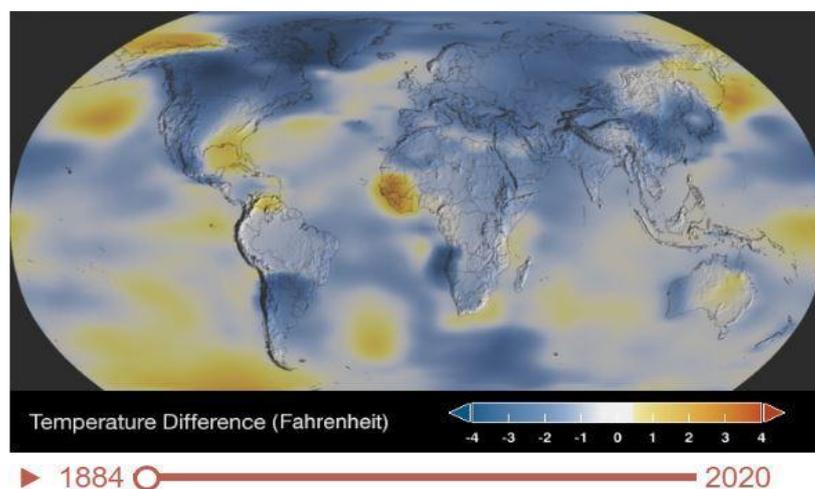
O aquecimento global e as mudanças climáticas das últimas décadas são temas que as Nações Unidas vêm discutindo há bastante tempo nas conferências de clima como a COP (*Climate Change Conference*). A COP 26 foi a última a ser realizada no ano de 2021, na cidade de Glasgow, Escócia. Debates nas mídias, fóruns e relatórios ambientais também ilustram a mudança de pensamento com foco em programas e ações que tratem da descarbonização dos países (Castro & Silveira, 2022).

### 1.1. PANORAMA ATUAL

O aquecimento global está relacionado com o efeito estufa. Segundo *eCycle* (2021), esse fenômeno é de extrema importância para o equilíbrio do planeta, pois faz com que o planeta tenha temperaturas habitáveis. Entretanto, esse equilíbrio tem sido afetado com as ações do homem desde o surgimento das grandes fábricas no período da Revolução Industrial (Pinsky, 2021).

Para ilustrar esse desequilíbrio, a NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) mapeou o quanto a temperatura no planeta mudou no período de 1884 a 2021. Na Figura 1, em 1884, nota-se que boa parte das regiões da superfície da Terra estavam demarcadas na cor azul, o que caracterizava por temperaturas mais frias (NASA, 2021).

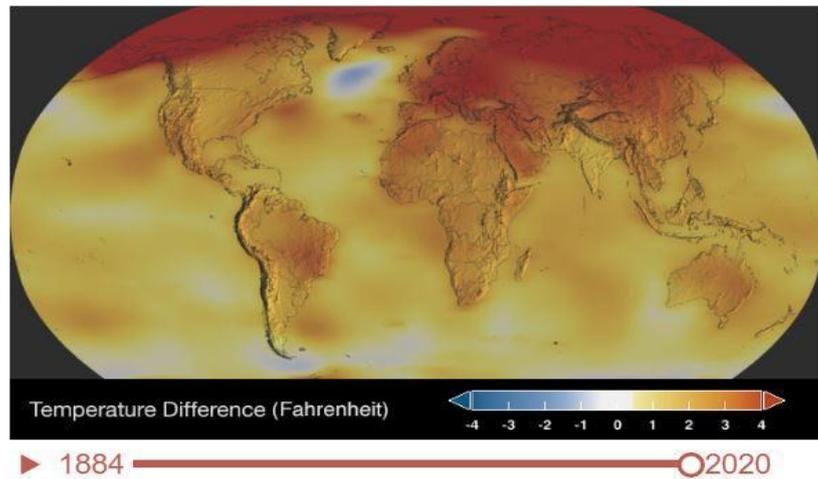
Figura 1 - Temperatura do planeta Terra em 1884



Fonte: (NASA, 2021)

Entretanto, em 2020, conforme ilustrado na Figura 2, a superfície da Terra estava demarcada nas cores laranja e vermelho, o que representada temperaturas mais quentes. Logo, observa-se que, nos últimos anos, de 1884 a 2020, a temperatura no planeta Terra aumentou.

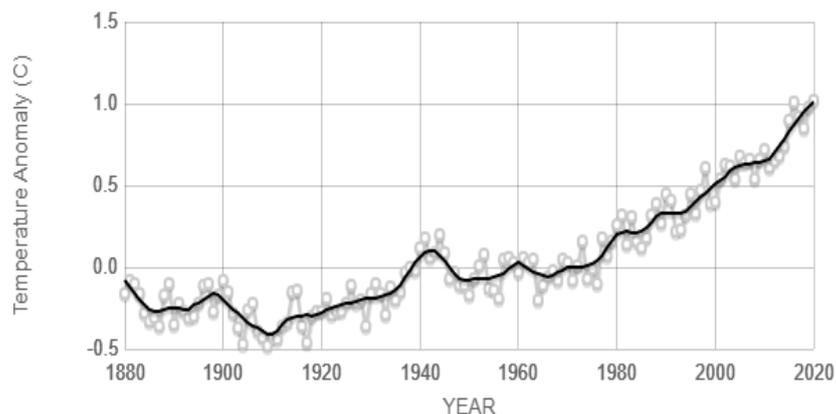
Figura 2 - Temperatura do planeta Terra em 2020



Fonte: (NASA, 2021)

Na Figura 3, percebe-se que a temperatura aumentou aproximadamente  $1^{\circ}\text{C}$  desde 1880 até 2020, comprovando, dessa forma, a intensificação do aquecimento global.

Figura 3 - Índice global de temperatura terra-oceanos ao longo dos anos



Source: climate.nasa.gov

Fonte: (NASA, 2021)

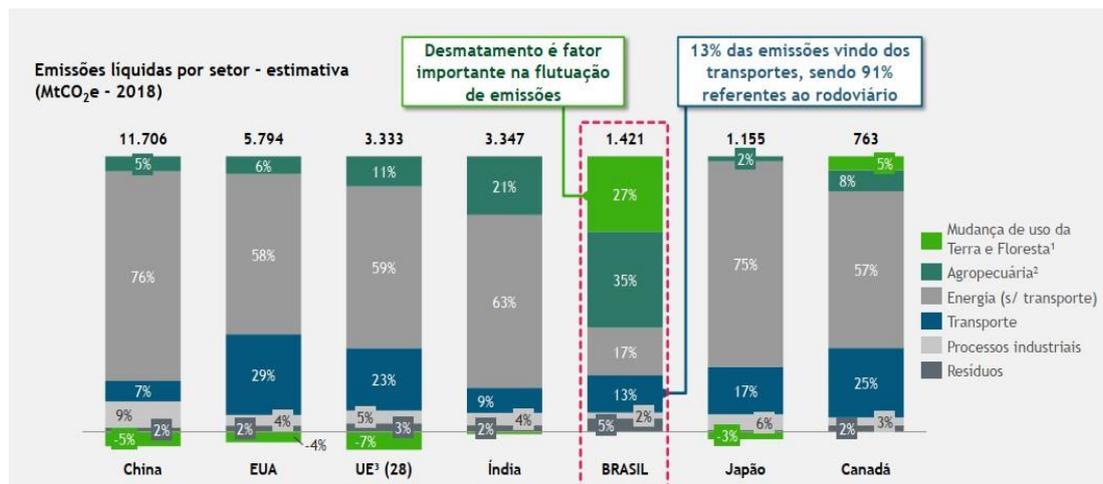
Entre os fatores para o agravamento do aquecimento global e o aumento da emissão de gases do efeito estufa (GEE), estão os combustíveis fósseis, queimadas, desmatamentos,

agricultura, pecuária, resíduos, produção de energia a partir de fontes fósseis, processos industriais e transporte. Diante desse cenário crítico, a conscientização se faz necessária para que se evite um colapso futuro do planeta. Em vista disso, países estabeleceram metas para o processo de descarbonização.

Entre as ações para a descarbonização, o setor de transporte tem ganhado notoriedade para essa transição devido ao fato de se tratar de uma indústria de escala global, complexa e importante para a economia e produção automobilística. A meta ambiciosa no setor dos transportes visa restringir a produção e a comercialização de veículos a combustão e, em contra partida, estimular a adoção de veículos elétricos. Devido ao fato de serem movidos a baterias, estes veículos são considerados de “zero emissão”, ou seja, não emitem poluentes para o meio ambiente quando estão em circulação nas ruas (Castro & Silveira, 2022).

No Brasil, dados da Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA), ilustrados na Figura 4, indicam que, no Brasil, o setor de transporte representa 13% das emissões de poluentes. Vale ressaltar que hoje, no Brasil, o desmatamento de grandes áreas para agricultura, pecuária, extração e exploração de minérios, estes dois últimos evidenciados principalmente na região da Amazônia, representam ao todo 62% das emissões. Todavia, numa escala global, o setor de transporte se destaca como o principal fator de emissões de gases poluentes.

Figura 4 - Emissões de CO<sub>2</sub> por setor



Fonte: (ANFAVEA, 2021)

Com vista à redução do impacto do aquecimento global, grandes montadoras de automóveis assumiram o compromisso de parar de fabricar veículos a combustão. As datas em

que cada uma das empresas se dispõe a parar de produzir estes veículos estão mostradas no Quadro 1. Tudo isso se deve a políticas ambientais que tem como objetivo frear o aquecimento global.

Quadro 1 - Datas previstas para os fabricantes pararem a produção de carros a combustão

<b>Marca de automóvel</b>	<b>Ano</b>
Jaguar	2025
Bentley	2026
Ford (Europa)	2026
Volvo	2030
Volkswagen	2030
FIAT	2030
AUDI	2033
General Motors	2035
HONDA	2040

Fonte: Adaptado (CNN, 2021)

Diante disto, novos mercados relacionados à área de mobilidade elétrica estão surgindo no Brasil para suprir a demanda dos veículos elétricos e a sua cadeia de infraestrutura de recarga. Entre elas estão os *Electric Vehicles Supply Equipment (EVSE)* que, traduzindo para o português, significa “equipamento de recarga para veículos elétricos”, os quais são responsáveis por fornecer energia elétrica para a recarga das baterias desses veículos.

Por influência desse cenário, este trabalho de conclusão de curso propõe levantar informações que comprovem que o mercado de estações de recarga é viável e atrativo para se investir em tecnologia e mercado.

## 1.2. OBJETIVOS DO TRABALHO

Nas seções a seguir estão descritos o objetivo geral e os objetivos específicos deste TCC.

### 1.2.1. Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho de conclusão de curso é realizar um estudo sobre a mobilidade elétrica com foco no mercado de veículos elétricos e sua infraestrutura de recarga, com vista a promover a tecnologia na indústria.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

Para alcançar o objetivo geral deste trabalho, serão seguidas as seguintes premissas de estudos:

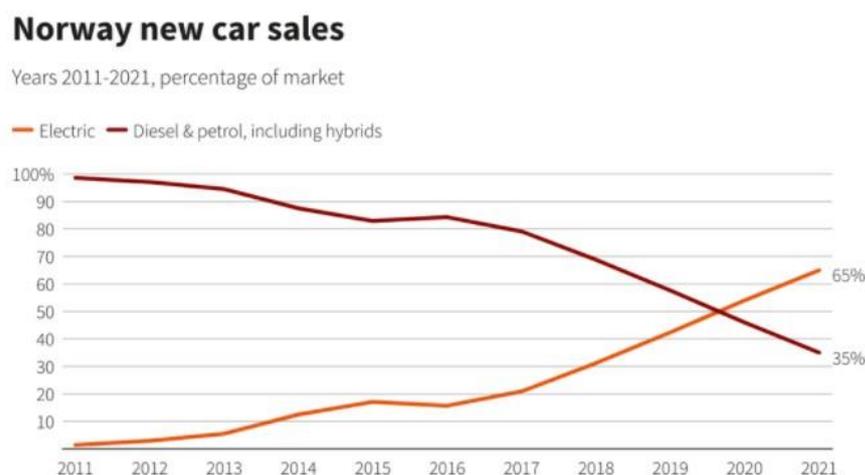
- a) Pesquisa sobre conceito de mobilidade elétrica;
- b) Apresentar os modelos de veículos elétricos e seus padrões por meio da literatura e normas vigentes;
- c) Ilustrar os tipos de carregamento e seus padrões por meio da literatura e normas vigentes;
- d) Levantar informações sobre o mercado de veículos elétricos de acordo com os cenários internacional e nacional;
- e) Verificar o cenário no Brasil de infraestrutura de recarga, tipos e métodos;
- f) Pesquisar dados sobre a demanda de estações de recarga no Brasil;
- g) Levantar as oportunidades na área de infraestrutura de recarga.



## 2. MOBILIDADE ELÉTRICA

Atualmente, a Noruega é considerada a capital dos veículos elétricos no mundo. No ano de 2021, a venda de veículos elétricos neste país representou 65 %, enquanto os carros movidos a energia fóssil, como diesel e gasolina, representaram 35 % no número de vendas (REUTERS, 2022). Na Figura 5, observa-se a queda das vendas de veículos movidos a diesel e a gasolina a partir do ano de 2011, acentuada por volta do ano de 2014 (curva na cor vermelha). Ao mesmo tempo, percebe-se que um aumento significativo na venda de carros elétricos a partir desta data (curva na cor laranja).

Figura 5 - Venda de novos carros na Noruega



Fontes: (REUTERS, 2022)

Essa transição que vem acontecendo na Noruega, de eletrificação da frota de veículos, ou seja, a substituição dos veículos a combustão para veículos elétricos (VE), se chama mobilidade elétrica. E ainda, segundo o Projeto de Sistemas de Propulsão Eficiente (PROMOB-e), essa mudança na troca de combustíveis fósseis para utilizar veículos movidos a eletricidade para locomoção, se propaga para diversos modais, tais como veículos puramente elétricos, híbridos, ônibus, caminhões, *scooters* e bicicletas (PROMOB-e, 2022).

## 2.1. VEÍCULOS ELÉTRICOS CONTEXTO E HISTÓRICO

Nos dias atuais, o que poucos sabem é que o veículo elétrico, segundo informações do *United States Department of Energy* (2014), tem mais de 100 anos desde seu protótipo, que somente foi possível devido aos avanços dos estudos das baterias, principalmente, após a criação das baterias de chumbo-ácido, em 1859.

E ainda, segundo o *United States Department of Energy* (2014), foi o inventor britânico Robert Anderson que desenvolveu o primeiro carro bruto elétrico, similar visualmente a uma carruagem rudimentar com baterias não recarregáveis, como apresentado na Figura 6.

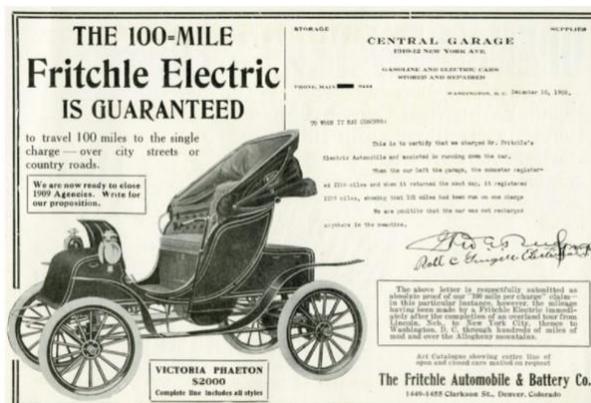
Figura 6 - Robert Anderson: Inventor do primeiro carro bruto elétrico



Fonte: (Energy D. o., 2014)

Entretanto, foi William Morrison que, em 1891, criou o primeiro veículo elétrico com sucesso. Anúncios divulgados na época (Figura 7) afirmavam que o veículo chegava a andar a 100 km/h (Energy D. o., 2014).

Figura 7 - Veículo elétrico desenvolvido por William Morrison



Fonte: (Energy D. o., 2014)

Segundo NOVAIS (2016), em 1903, a frota de automóveis de Nova York chegou ser composta da seguinte maneira:

- 53% veículos a vapor;
- 27% veículos a combustão;
- 20% veículos elétricos.

Em paralelo, praticamente na mesma época, em 1886, também surgia o carro a combustão, o qual necessitava de uma alavanca de partida (manivela). Haja vista que o carro elétrico na época não necessitava dessa alavanca, isso era um diferencial atrativo, principalmente para as mulheres que dirigiam naquela época. Contudo, esse benefício não foi o suficiente para manter os veículos elétricos, pois, nesse mesmo período, a eletricidade ainda era muito limitada, o que impactava diretamente na infraestrutura de recarga, enquanto o petróleo era abundante e considerado o “ouro” do momento (AFDC, 2021).

Além disso, Henry Ford implantou um sistema avançado de produção nas fábricas, o que fez com que o veículo a combustão custasse metade do preço dos veículos elétricos. O surgimento do motor de partida pôs fim aos veículos elétricos (Novais, 2016).

Com os avanços tecnológicos na área de baterias, principalmente no que se refere às baterias de lítio, semicondutores e conversores de potência, ampliam-se as possibilidades de desenvolvimento dos veículos elétricos, caracterizando como seu renascimento. (AFDC, 2021)

Conforme descrito, hoje em dia os veículos elétricos vêm ganhando notoriedade nas mídias devido a acordos e compromissos firmados pelas montadoras de automóveis de não

produzir mais veículos a combustão, com vistas a promover a sustentabilidade para o planeta, pois o veículo elétrico é considerado de “emissão zero” (FGV, 2017).

A expressão emissão zero é devida ao fato de não emitir poluentes na atmosfera e nem provocar poluição sonora. Os veículos puramente elétricos, quando em movimento e em circulação nas ruas em meio ao trânsito, são extremamente silenciosos.

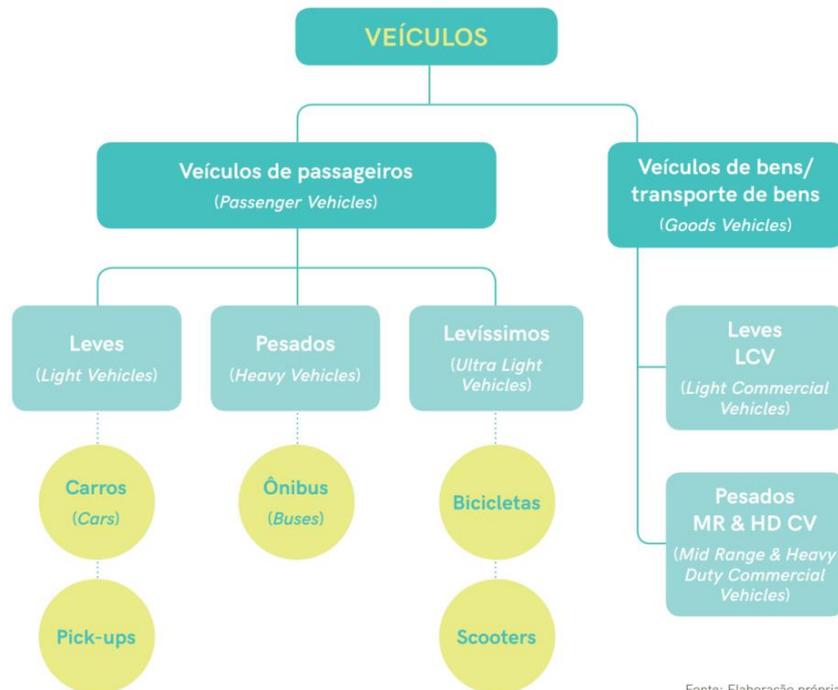
## 2.2. CATEGORIAS DE VEÍCULOS ELÉTRICOS

Para a Plataforma Nacional de Mobilidade Elétrica (PNME), dentro da mobilidade elétrica, o cenário da tecnologia de eletrificação dos veículos elétricos foi convencionado e classificado em duas categorias:

- a) veículos para passageiros: levíssimos (bicicletas e *scooters*), leves (carros e *pick-ups*) e pesados (ônibus); e
- b) veículos de bens/ transporte de bens: leves (vans) e pesados (caminhões)

Na Figura 8, observa-se o esquema desta classificação.

Figura 8 - Categoria dos veículos elétricos



Fonte: Elaboração própria.

Fonte: (PNME, 2021)

## 2.3. TIPOS DE VEÍCULOS ELÉTRICOS

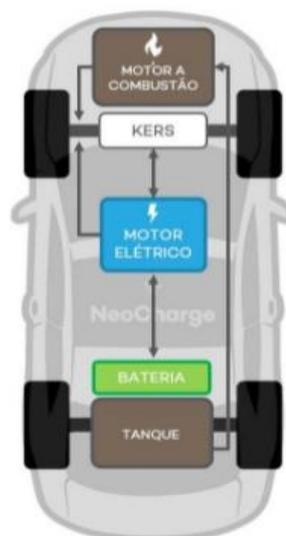
Neste tópico, serão descritos os modelos e configurações de veículos elétricos existentes atualmente e suas características.

### 2.3.1. Veículo elétrico híbrido

Segundo a BOSH (2022), o veículo elétrico híbrido (HEV), em sua essência, é constituído de um motor a combustão, um motor elétrico e um banco de baterias. O motor a combustão funciona de maneira tradicional, com o uso de combustível, que pode ser tanto gasolina, álcool ou diesel. Já o motor elétrico é alimentado por meio do sistema de baterias.

Esse tipo de veículo elétrico não utiliza sistemas de alimentação para veículos elétricos ou qualquer outra fonte de alimentação da rede elétrica para recarregar as baterias. As baterias são recarregadas pelo motor a combustão e pelo sistema de recuperação de energia cinética *Kinetic Energy Recovery System (KERS)*, o qual utiliza uma parte da energia cinética gerada quando os freios dos veículos são acionados para recarregar as baterias (Neocharge, 2021). Um esquema deste tipo de veículo é apresentado na Figura 9.

Figura 9 - Veículo elétrico híbrido



Fonte: (Neocharge, 2021)

No dia a dia, para baixas rotações, como em situações de trânsito lento, o motor elétrico é acionado e, à medida que o veículo ganha velocidade, é alternado para o motor a combustão. Devido ao fato de ainda utilizar combustível, esse tipo de veículo ainda emite poluentes e ruídos, mas de uma maneira menor, comparado aos veículos tradicionais. Dessa forma, é considerado mais sustentável.

O Prius, carro da marca japonesa Toyota, é um dos mais conhecidos do segmento de veículos elétricos híbridos. Foi o primeiro carro desse segmento a ser produzido em larga escala. Seu lançamento foi 1997, para o mercado japonês, sendo ilustrado na Figura 10 (InstaCarro, 2020).

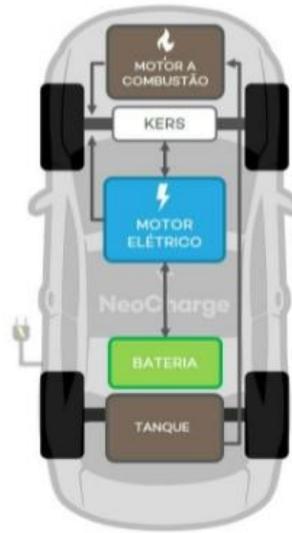
Figura 10 - Toyota Prius 2022



Fonte: (Toyota, 2022)

### **2.3.2. Veículo elétrico híbrido *plug in***

O veículo elétrico híbrido *plug in* (PHEV), mostrado na Figura 11, é similar ao veículo elétrico híbrido, porém, nesse tipo de automóvel, as baterias que são utilizadas pelo motor elétrico podem ser recarregadas por um sistema de alimentação como uma fonte externa e com auxílio de seu sistema de frenagem.

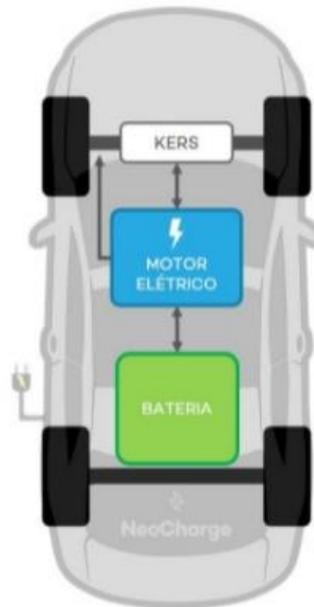
Figura 11 - Veículo elétrico *plug in*

Fonte: (Neocharge, 2021)

### 2.3.3. Veículo elétrico a bateria

Segundo a AFCD (2022), o veículo elétrico a bateria (BEV) é constituída, de maneira resumida, de um motor elétrico, sistemas de frenagem e baterias. Esse tipo de veículo não utiliza combustível fóssil. A bateria é carregada por meio de um sistema de alimentação externo e também a partir de seu sistema de frenagens. Entre os veículos elétricos mencionados, este tipo só utiliza energia elétrica para funcionar. Desta forma, é considerado zero emissão de poluente e ruídos. Na Figura 12, tem-se uma ilustração de um veículo elétrico a bateria.

Figura 12 - Veículo elétrico a bateria



Fonte: (Neocharge, 2021)

#### 2.3.4. Veículo elétrico a célula combustível

Os veículos elétricos a célula a combustível (FCEV) utilizam como combustível o gás hidrogênio. Contudo, assim como os veículos elétricos anteriormente mencionados, esse tipo de veículo também utiliza do sistema de frenagem para recarga das baterias. No geral, sua estrutura se compara muito ao veículo puramente elétrico, com a diferença que tem um tanque específico para o armazenamento do hidrogênio, como ilustrado na Figura 13 (MAPFRE, 2022).

A combinação do hidrogênio derivado do tanque, quando em contato com oxigênio do ar da atmosfera, produz vapor de água, o qual é utilizado no tubo de escape para produzir energia elétrica. Pelo fato de apenas produzirem vapor de água, esses veículos também são considerados de zero emissão de poluentes. O reabastecimento desse tipo de veículos é feito por bombas de hidrogênio, similares fisicamente às bombas de combustíveis tradicionais, como mostra a Figura 14.

Figura 13 - Veículo elétrico a célula combustível



Fonte: (Neocharge, 2021)

Figura 14 - Bomba de abastecimento de veículo a célula combustível



Fonte: (INSIDEEVs, 2021)

Diferente dos veículos híbridos e puramente elétricos que começam a ganhar espaço no mercado brasileiro, esse tipo de tecnologia no Brasil ainda está em estudo. É possível acompanhar apenas alguns protótipos em avaliação, até pelo fato de ser uma tecnologia muito

cara e que ainda demanda muito estudo, principalmente no armazenando do hidrogênio, para promover uma tecnologia com segurança ao usuário final

Ao todo foram exemplificados quatro modelos de tecnologia de veículos elétricos (híbrido, híbrido *plug in*, puramente elétrico e a célula de combustível). Sobre esse cenário, a PNME diz:

“Neste contexto de diversidade de categorias, é importante ressaltar que todas têm seu mercado para ser explorado no cenário brasileiro, com possibilidades de novos modelos de negócios, desenvolvimento de nichos de mercado e proposição de novas soluções de mobilidade urbana.

De fato, é possível observar que o suporte à mobilidade elétrica tem sido estimulado pela percepção crescente das oportunidades econômicas engendradas pelo desenvolvimento, produção e comercialização dos veículos elétricos.

Assim, além da possibilidade de criação de um novo padrão de mobilidade sustentável, há também oportunidades para entrada de novos players no setor, que antes não participavam do setor automotivo. Tem-se, por exemplo, o setor elétrico, fundamental no quesito da infraestrutura de recarga; ou mesmo a cadeia de componentes eletroeletrônicos, como motores elétricos, inversores e baterias.” (PNME, 2021)

#### 2.4. AUTONOMIA DOS VEÍCULOS ELÉTRICOS

Quando o consumidor pensa em comprar um carro novo, os principais questionamentos feitos se referem ao tipo de combustível, à capacidade do tanque de combustíveis, à autonomia, em quilômetros por litro, à potência e ao torque do motor.

Para os veículos elétricos, esse tipo de questionamento também é bem importante. Contudo, a autonomia vai estar diretamente ligada ao projeto da bateria, que tipicamente é feita de íons de lítio. Dentro do projeto, é possível verificar que as células são conectadas em série, para um ganho de tensão. Dessa forma, também se viabiliza a possibilidade de permitir a recarga rápida. As células também podem ser conectas em paralelo, para ganho de capacidade em kWh.

Na Tabela 1, apresenta-se modelos de veículos elétricos e suas respectivas autonomias. Segundo a NeoCharge (2022), fatores como excesso de peso sobre as rodas dos veículos, dirigir

com aceleração alta, subidas elevadas, ventos contrários e temperaturas frias podem afetar no desempenho do veículo elétrico.

Tabela 1- Exemplo de autonomia dos veículos elétricos

<b>Veículos</b>	<b>Tipo</b>	<b>Bateria kWh</b>	<b>Autonomia Km</b>
Renault Zoe	BEV	52	377
Volvo XC 60	PHEV	18,8	78*
BMW iX xDrive50	BEV	111,5	630
BYD Tan	BEV	86,4	437
Audi e-tron	BEV	95	436
Kwid e-tech	BEV	26,8	265
Toyota RAV4	PHEV	18,1	67,6*
Chevrolet Bolt	BEV	66	416

\* Considerando autonomia no modo elétrico

Fonte: Adaptado (INSIDEEVs, Veja os carros elétricos com maior autonomia à venda no Brasil , 2022)



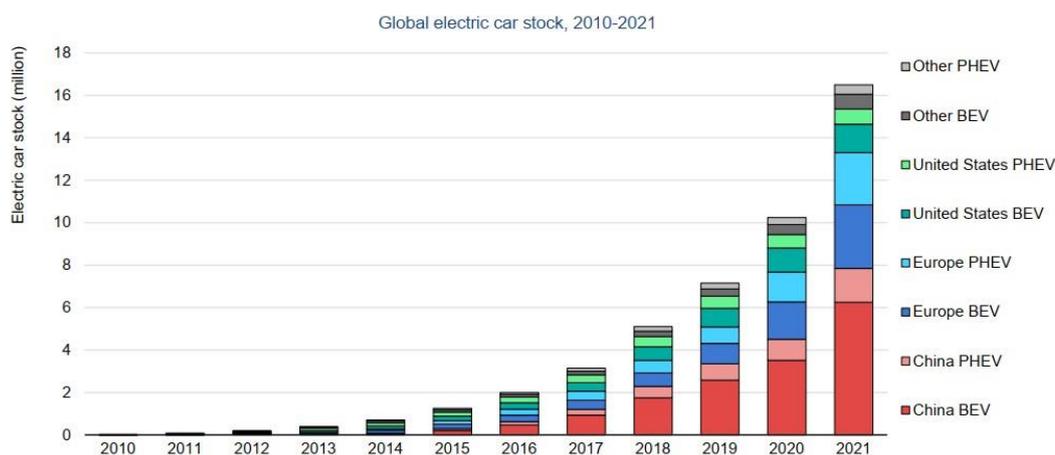
### 3. ANÁLISE DE MERCADO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS

O objetivo deste trabalho é levantar informações que comprovem que o mercado de infraestrutura de recarga é viável. Em vista disto, se faz necessário um estudo de mercado dos veículos elétricos para analisar a demanda de estações de recarga no longo prazo.

#### 3.1. MERCADO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS INTERNACIONAL

Segundo dados da *International Energy Agency (IEA)* (2022), aproximadamente 120 mil veículos elétricos foram vendidos no ano 2012, valores considerados poucos expressivos para o setor automotivo. Entretanto, nos últimos três anos, o cenário mudou, conforme ilustrado na Figura 15. No ano de 2019, foram comercializados aproximadamente 7 milhões de veículos elétricos. No ano 2020, os mercados globais de vários segmentos tiveram retração devido à pandemia do COVID-19. Todavia, o mercado de veículos elétricos foi contra as previsões de mercado e obteve um crescimento de 4,1 %, chegando à marca de 3 milhões de veículos elétricos comercializados a mais em relação ao ano de 2019 (IEA, 2022).

Figura 15 - Vendas globais de veículos elétricos no período 2010-2021



Fonte: (IEA, Global EV Outlook 2022, 2022)

O ano de 2021 se mostrou muito desafiador e incerto para todas as áreas da economia global devido à continuidade do estado de pandemia. A indústria, em especial grandes fabricantes na área de tecnologia, após terem passado por grandes períodos de *lockdown* no ano

de 2020, seguiu com a retomada de produção em 2021. Entretanto, o que menos se esperava aconteceu: as fábricas tiveram suas linhas de produção e montagem paradas, principalmente, devido à falta de matéria prima para atender essa retomada da produção.

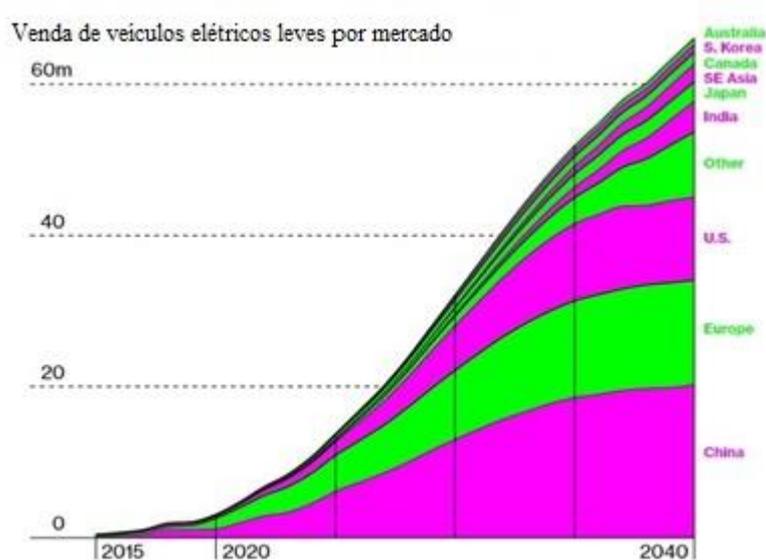
A China atualmente é considerada o principal parceiro comercial do Brasil e dos demais países do mundo. E é no país oriental onde são fabricados os principais componentes da indústria da tecnologia, como exemplo: Circuitos Integrados (CIs), microprocessadores, capacitores, resistores, baterias, inversores, entre outros componentes. Boa parte desses componentes eletrônicos chega ao país destino por meio de frete marítimo, o qual teve um aumento de 529,47 %. O valor do frete, em 2020, era negociado a US\$ 1.302,60 e, em 2021, chegou a atingir o valor US\$ 8.199,49 para cada *container* transportado oriundo da China (Logcomex, 2021).

Apesar do cenário pessimista de pandemia com a falta de matéria prima e o aumento no frete marítimo, as vendas dos veículos elétricos, em 2021, mais uma vez bateram o recorde pelo terceiro ano consecutivo. O número de vendas dobrou em relação a 2020 e chegou a atingir o número de 6,6 milhões de vendas, o que representou um aumento de 9 % em relação ao mercado global (IEA, 2022).

Ainda de acordo com a Figura 15, no período de 2010 até 2021, foram registrados 16,5 milhões de veículos elétricos em circulação nas rodovias. Cabe ressaltar que boa parte do número de vendas está concentrado na China e na Europa. E isto somente foi possível devido a incentivos nesses países para estímulo da economia de baixo carbono.

De acordo com o cenário de transição econômica da BloombergNEF (2021), espera-se que a venda dos veículos elétricos ultrapasse o número de 60 milhões, em 2040. Na Figura 16, tem-se um gráfico que mostra a previsão de vendas de veículos elétricos para passageiros, de 2015 até 2040. Para alguns países, como China, Estados Unidos, Índia e Ásia, a venda será predominante de veículos puramente elétricos (cor rosa). Para Europa, Japão, Canadá, Austrália e outros países, a venda será de veículos do tipo híbrido *plug-in* (cor verde).

Figura 16 - Venda de veículos elétricos leves por mercado



Fonte: (Bloomberg, 2021)

Tendo em vista que o mercado de veículos elétricos no mundo vem crescendo, ainda que após um período de incertezas na economia devido à pandemia do COVID-19, na próxima seção, será apresentado, ao que se refere a este contexto, o aspecto do mercado brasileiro.

### 3.2. MERCADO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS NO BRASIL

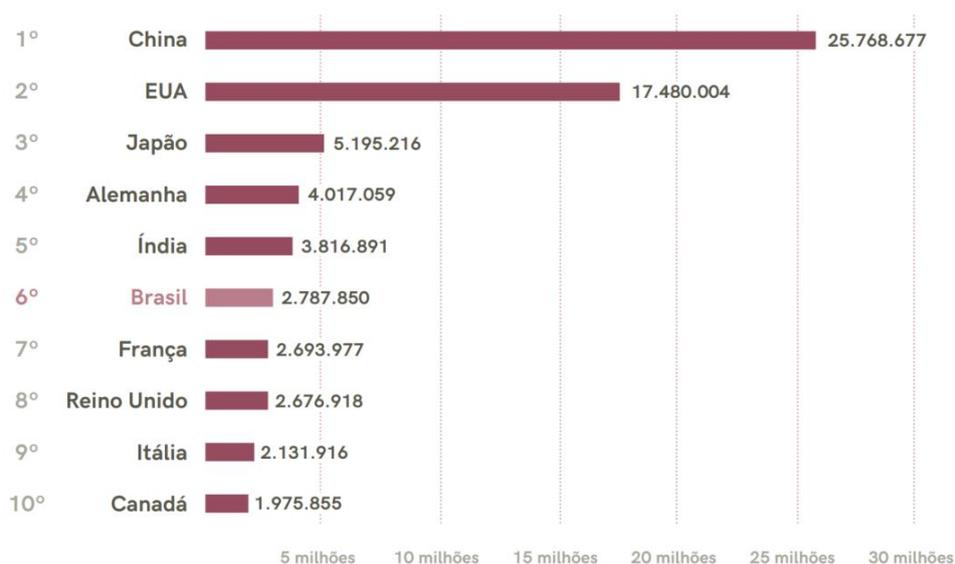
Atualmente, no Brasil, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), atingiu-se o marco de 213,3 milhões de habitantes no ano de 2021, o que representa um grande mercado consumidor para qualquer nicho de mercado. O cenário, antes da pandemia do COVID-19, caracterizava-se por uma economia de impermanência devido à política, entre outros fatores. Apesar disso, o Brasil sempre foi visto com grande potencial de crescimento, especialmente no mercado recente de consumo na mobilidade elétrica.

Para a PNME:

“Neste contexto de expansão das atividades relacionadas à mobilidade elétrica em escala global, cabe também ao Brasil, como um dos principais mercados automotivos do mundo e um importante produtor de veículos e autopeças, acompanhar as mudanças que se avizinham e identificar e interpretar as possíveis janelas de oportunidades na cadeia produtiva e em novos negócios.” (PNME, 2021)

Conforme pontuado, o Brasil é um dos maiores montadores de veículos do mundo. Contudo, além de produtor, o mercado de consumo interno é expressivo. Dados da PNME (2021) (Figura 17) mostram que, no ano de 2019, o Brasil figurou na sexta posição no *ranking* de países líderes em vendas e de novos registros de veículos, ficando atrás apenas de países como Índia, Alemanha, Japão, EUA e China. Na Figura 23, observa-se que a China foi o país que mais registrou vendas de veículos elétricos (25.768.677 vendas). O Brasil, em 6º lugar nesta pesquisa, teve 2.787.850 vendas.

Figura 17 - Países líderes em vendas ou registros de novos veículos, de todas as categorias (2019)

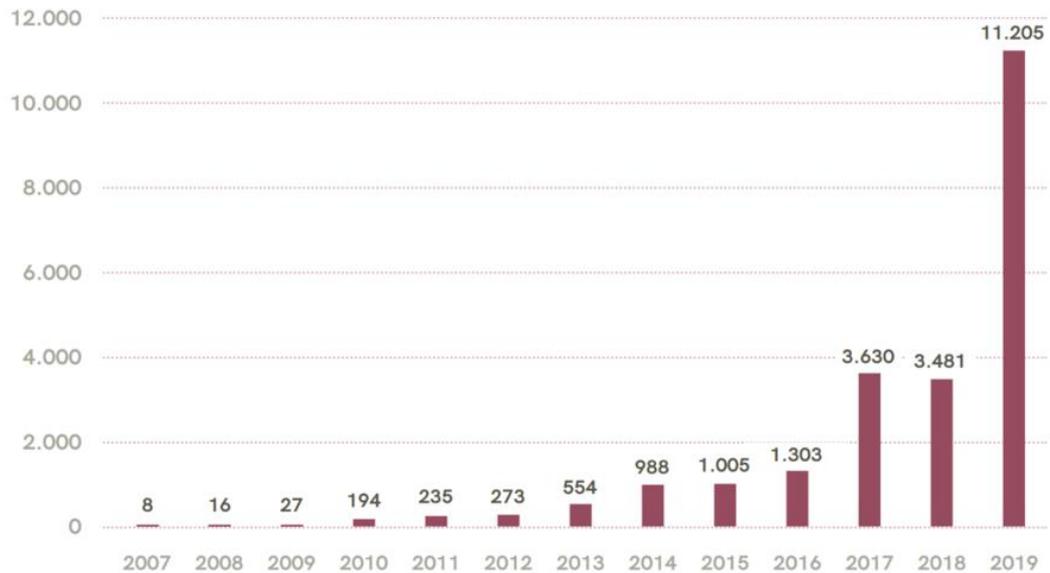


Fonte: (PNME, 2021)

Em contrapartida, apesar de grande produtor e consumidor, o mercado de veículos elétricos ainda está em estágio inicial no Brasil e contempla um número pouco expressivo de vendas. Os primeiros registros de licenciamentos de veículos elétricos foram observados a partir do ano de 2007, com apenas oito registros para aquele ano (PNME, 2021).

Na Figura 18, apresenta-se os números de licenciamentos de veículos elétricos leves de passageiros e comerciais realizados no Brasil. Observa-se que, até 2016, o crescimento destes licenciamentos não ocorreu de maneira tão expressiva quanto comparados aos períodos de 2017 para 2019.

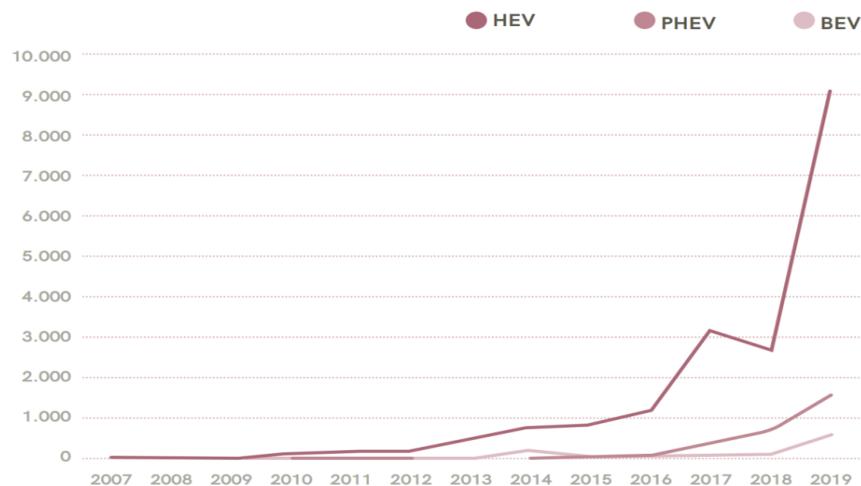
Figura 18 - Licenciamento de veículos elétricos leves de passageiros e comerciais no Brasil (2007-2019)



Fonte: (PNME, 2021)

Do número total de licenciamentos registrados até o ano de 2019, notou-se que 19 mil unidades vendidas foram de veículos elétricos híbridos, 3 mil de veículos elétricos *plug-in* e aproximadamente mil unidades de veículos puramente elétricos (PNME, 2021). Na Figura 19, tem-se o número de veículos elétricos híbridos representados pela sigla HEV, dos veículos elétricos *plug-in* em destaque pela sigla PHEV e dos veículos puramente elétricos (BEV), dos anos 2007 até 2019. Observa-se com este gráfico que o crescimento dos veículos HEV foi mais expressivo, principalmente a partir do ano 2018.

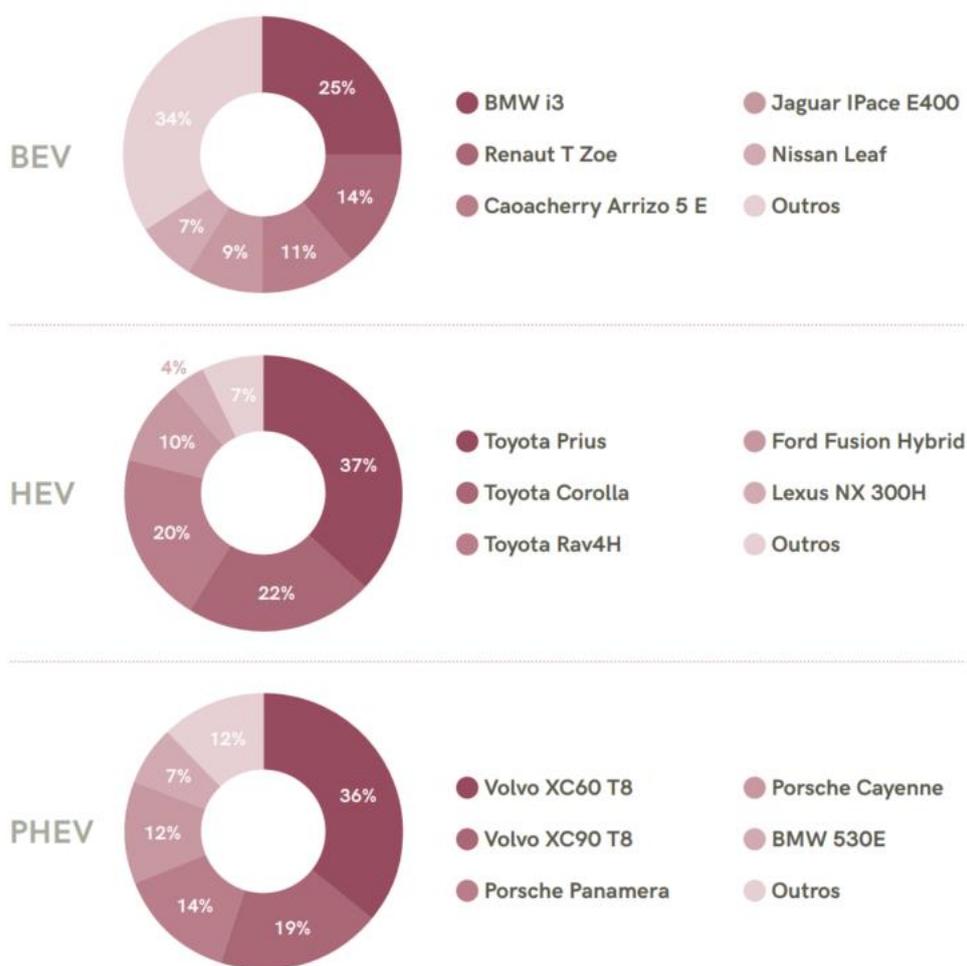
Figura 19 - Tipos de veículos elétricos registrados que compõem a frota brasileira (2007-2019)



Fonte: (PNME, 2021)

Do cenário de vendas, grandes montadoras destacaram-se com o *Market Share* de categoria, como é o caso da montadora BMW, com os seus veículos puramente elétricos representando 25 % nesse segmento (Figura 20). Lideram os outros segmentos a Toyota, com 37 % de vendas dos veículos elétricos híbridos, e a Volvo, com 36 % de vendas na categoria dos veículos elétricos *plug-in*. (PNME, 2021). Isso é o indicam os gráficos da Figura 20.

Figura 20 - Modelos líderes de vendas na frota brasileira por tipo de veículo elétrico (2007-2019)



Fonte: (PNME, 2021)

Para as informações de registro de venda e licenciamento do período de (2007 a 2019), destacam-se os estados de São Paulo e sua capital de mesmo nome como líderes de absorção dos veículos elétricos. Vale destacar que esse cenário somente foi possível devido a incentivos e políticas públicas adotadas e colocadas em prática, como exemplo, a isenção do IPVA.

A Figura 21 apresenta os estados líderes na frota de veículos elétricos. Figuram entre os primeiros colocados do *ranking* os estados de São Paulo, Paraná e Rio de Janeiro. Entre os municípios líderes, estão São Paulo, Brasília e Rio de Janeiro, conforme apresentado na Figura 22.

Figura 21 - Estados líderes na frota brasileira (2007-2019)



Fonte: (PNME, 2021)

Figura 22 - Municípios líderes na frota brasileira (2007-2019)



Fonte: (PNME, 2021)

Após passados praticamente dois anos de pandemia, o ano de 2021 foi um marco para o mercado de automóveis leves eletrificados no país, com o recorde de vendas. Segundo a Associação Brasileira de Veículos Elétricos (ABVE), ao todo, neste mesmo ano, foram comercializadas 34.990 unidades. Desse total, 20.678 são veículos elétricos híbridos, 11.461 veículos elétricos *plug-in* e 2.851 veículos puramente elétricos. A Tabela 2 mostra a quantidade de veículos comercializados por tipo e fabricante para o ano de 2021.

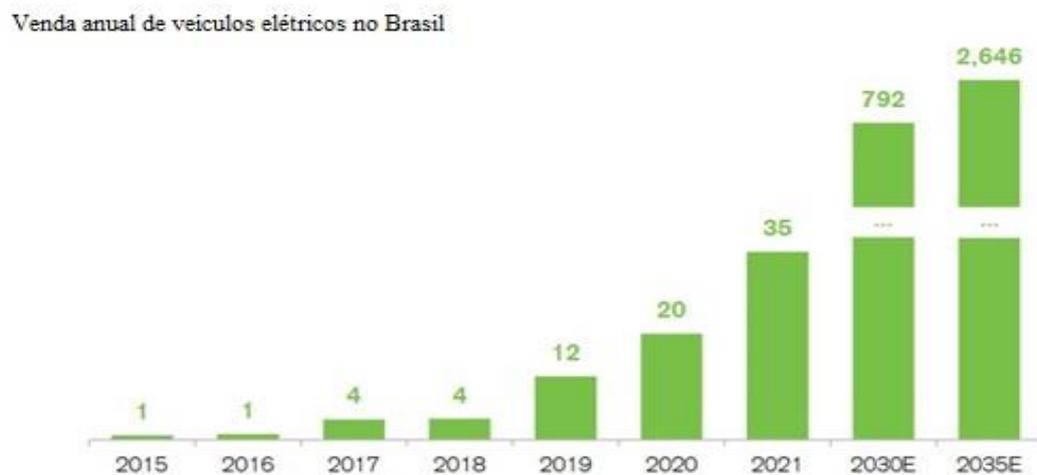
Tabela 2 - Veículos eletrificados mais vendidos no ano de 2021

Veículos	Tipo	Quantidade vendida
Toyota Corolla Cross	HEV	11.027
Toyota Corolla Altis	HEV	7.921
Volvo XC60	PHEV	3.366
Volvo XC40	PHEV	3.067
Volvo XC90	PHEV	982
BMW X3 XDrive 30E	PHEV	836
BMW X5 Xdrive 45E	PHEV	812
Toyota RAV4H	HEV	810
BMW 330E	PHEV	579
Porsche Cayenne	PHEV	554
Nissan Leaf	BEV	439
Porsche Taycan	BEV	379
Volvo XC40 Recharge	BEV	375
Jaguar Range Rover	PHEV	351
BMW Mini Cooper Electric	BEV	313
BMW Mini Cooper Countryman	PHEV	262
Audi E-tron	BEV	252
Toyota Lexus NX	HEV	207
BMW i3	BEV	159
BMW 745	PHEV	154

Fonte: Adaptado (ABVE, 2022)

Para os próximos anos, segundo estudo realizado pela agência de consultoria BCG em parceria com a ANFAVEA, espera-se, no Brasil, um crescimento nas vendas dos veículos elétricos de 62 % até o ano de 2035, representando um total 2.646 mil vendas por ano, conforme indicado na Figura 23. Esse cenário representa um CAGR (*Compound Annual Growth Rate*) que, em português, significa taxa de crescimento anual composta, de 36 % frente ao ano de 2021 (Suisse, 2022).

Figura 23 - Vendas anuais veículos elétricos no Brasil



Fonte: (Suisse, 2022)

Os dados de pesquisas, como indicam ABVE, ANFAVEA e *Credit Suisse*, mostram um futuro otimista para o mercado de veículos elétricos no Brasil. Visto isso, serão discutidas nas próximas seções aspectos de mercado das baterias de lítio, pois, segundo Estapar (2021), dependendo do fabricante do automóvel, o banco de baterias pode vir a representar até 60 % do custo total do veículo.



#### 4. INFLUÊNCIA DO PREÇO DAS BATERIAS DE LÍTIO NO MERCADO GLOBAL DE VEÍCULOS ELÉTRICOS

De acordo com a BloombergNEF (2021), o custo de tecnologias atreladas a energias renováveis tem reduzido nos últimos anos devido à inovação e escala. Além disso, atualmente nota-se o crescimento do setor de armazenamento energia. A expansão neste setor é devida a melhorias na tecnologia de acumuladores de energia, queda de preços da matéria prima atrelada ao crescimento de geração renovável e processos de eletrificação.

Dentro do segmento de armazenamento de energia, a bateria de lítio é a matéria prima que representa o maior custo na produção do veículo elétrico, elevando o valor final de aquisição do mesmo. Entretanto, na última década, no período que abrange 2010 a 2019, as baterias de lítio tiveram uma redução de 89% no preço do kWh, conforme apresentado na Figura 24.

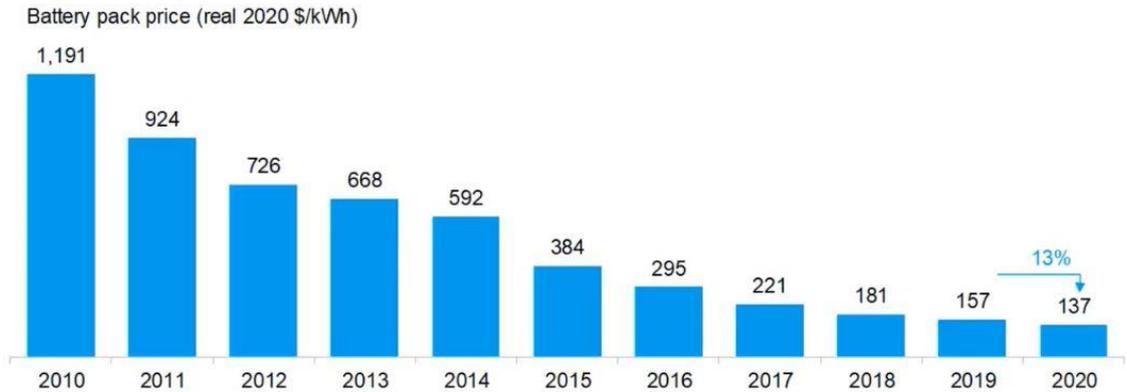
Figura 24 - Preço das baterias de lítio 2010-2019



Fonte: (BloombergNEF, O Futuro Do Mercado de Armazenamento de Energia , 2021)

O preço do *pack* de bateria lítio custava \$1191,0/kWh em 2010 e, ao longo dos últimos anos, obteve redução drástica e atingiu o patamar de \$137/kWh 2020, conforme se pode observar na Figura 25. Esses valores foram estimados de acordo com pesquisas e enquetes realizadas na indústria automotiva, setor de transporte e armazenamento de energia para a rede elétrica (BloombergNEF, 2021).

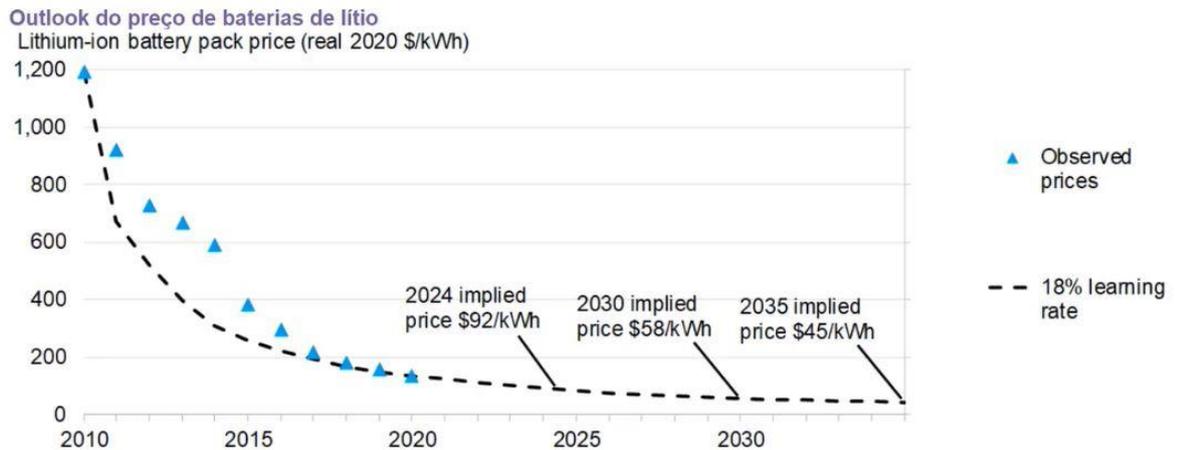
Figura 25 - Preço do *pack* de baterias de lítio



Fonte: (BloombergNEF, 2021)

Segundo projeções realizadas pela BloombergNEF (2021), o preço das baterias de lítio continuará a cair no futuro, ainda que não tão drasticamente como aconteceu entre os anos de 2010 até 2020, conforme a Figura 26. O levantamento do preço futuro, que foi estimado de acordo com a demanda dos últimos dez anos, mostra que, a cada dobrada de consumo de bateria de lítio, houve a redução de 18% no preço do kWh. Dessa forma, utilizando a curva de aprendizagem, foi feita a extrapolação para frente, para poder mapear o preço futuro.

Figura 26 - Avaliação do preço futuro da bateria de lítio

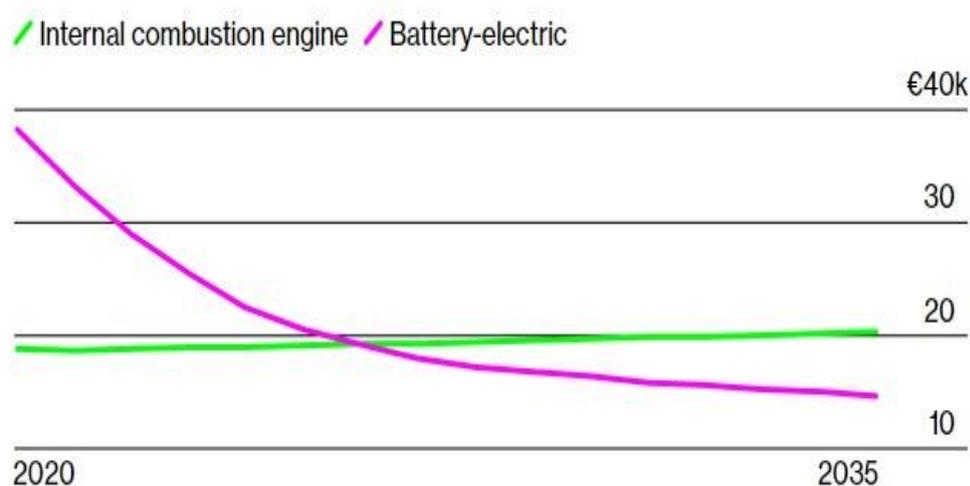


Fonte:(BloombergNEF, 2021)

Espera-se que, no ano de 2025, 2030, 2035 o preço do *pack* de bateria de lítio tenha os seguintes valores, respectivamente, \$92/kWh, \$58/kWh e 45/kWh. Logo, aguarda-se que, a

partir de 2025, o preço do \$/kWh fique abaixo dos 100 dólares. Ao atingir esse patamar de redução de preço, estima-se que o valor do veículo elétrico se equipare ao do veículo a combustão, ou seja, que ambos os veículos tenham o mesmo valor de mercado para compra, como mostra a Figura 27. Nesta figura, a cor rosa e verde indica a previsão de preço de paridade dos veículos elétricos e dos veículos a combustão, respectivamente, em euros, entre os anos 2020 a 2035.

Figura 27 - Preço de paridade dos automóveis



Fonte: (Bloomberg, 2021)

Ao ter o veículo elétrico com o custo mais acessível, espera-se que o aumento de produção e venda dos veículos elétricos cresça de maneira significativa. Conforme ilustra a Figura 28, a demanda de bateria de lítio será absorvida, em sua maioria, pelo setor automotivo, em especial para os veículos elétricos leves de passageiros e comerciais. Nesta figura, observa-se que, no ano 2020, a demanda anual de bateria de lítio estava abaixo de 500 GWh por ano e, para o ano de 2035, espera-se que essa demanda anual cresça ao patamar de 5 TWh por ano, ou seja, um crescimento de dez vezes na demanda anual de bateria de lítio.

Figura 28 - Demanda de anual de bateria de lítio por setor



Fonte: (BloombergNEF, 2021)

Conforme apresentado nos primeiros capítulos, a demanda de veículos elétricos irá crescer nos próximos anos, principalmente devido à redução de custo das baterias de lítio. Mediante este cenário, a infraestrutura de recarga é extremamente importante para o sucesso dos veículos elétricos. Visto isso, no próximo capítulo será apresentado o cenário de infraestrutura de recarga.

## 5. INFRAESTRUTURA DE RECARGA PARA VEÍCULOS ELÉTRICOS

Atualmente, há três formas de carregamento das baterias dos veículos elétricos, que consistem na utilização de cargas condutivas, cargas indutivas e *Battery Swap*.

### 5.1.1. Carga condutiva

Neste método, a carga condutiva é feita a partir de uma estação de carregamento ou, conforme nomenclatura da norma IEC 61851-1 (2017), sistema de alimentação para veículo elétrico, que contempla os dispositivos, conectores, *plugues* e acessórios projetados com finalidade de fornecer energia elétrica oriunda da rede de alimentação. As estações são classificadas em estações de corrente alternada (CA) e em estações de corrente contínua (CC).

Comercialmente, essas estações, quanto à forma de recarga, podem ser classificadas da seguinte maneira:

- i. Carga lenta, 3 kW até 7 kW;
- ii. Carga semi-rápida, de 7 kW até 22 kW;
- iii. Carga rápida, 43 kW até 50 kW;
- iv. Carga ultrarrápida, acima de 50 kW, atualmente, podendo chegar até 350 kW;

A norma IEC 61851-1 (2017) classifica as estações de recarga por modos:

#### a) Modo 1

Neste modo, a recarga é feita por meio de um cabo, sem um circuito mínimo de controle e proteção. Este modo, em muitos países, assim como no Brasil, é proibido, devido ao elevado risco à segurança do usuário.

#### b) Modo 2

São as estações portáteis, aquelas que o consumidor leva junto no porta-malas do seu veículo. Diferente do modo 1, esse modelo contempla um invólucro com dispositivos eletrônicos que possam garantir a segurança mínima ao consumidor.

## c) Modo 3

Popularmente conhecidas como estações *Wallbox*, tipicamente usadas em *shoppings*, mercados e comércios em geral. Esse tipo de estação, dependendo do fabricante, pode vir a contemplar o protocolo de comunicação *Open Charge Point Protocol* (OCPP), o qual permite fazer um gerenciamento, monitoramento, reserva e serviços de cobrança de recarga.

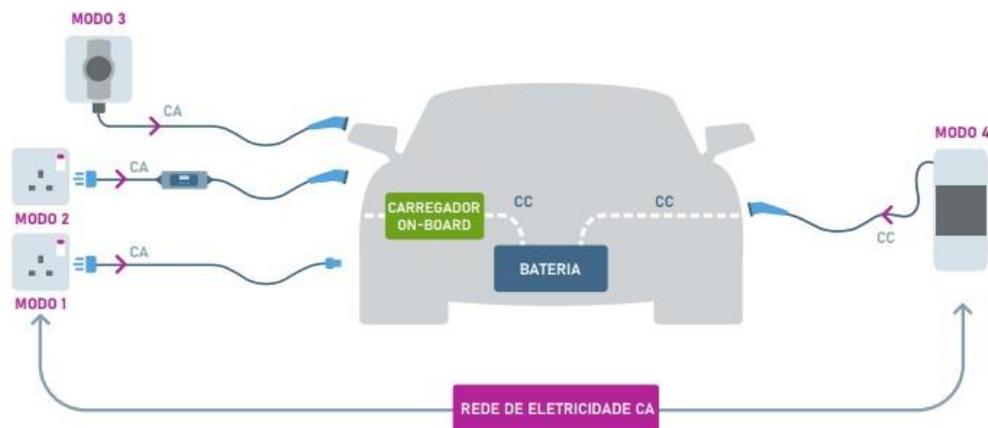
## d) Modo 4

São estações de grande porte, usualmente instaladas em rodovias ou em pontos estratégicos. Diferente dos demais modos, as estações de modo 4 contemplam em seu projeto módulos de potência, que fazem a conversão da corrente alternada para corrente contínua, obtendo, dessa forma, uma tensão de saída contínua.

Segundo a norma IEC 61851-1(2017), as baterias dos veículos elétricos são recarregadas por meio de corrente contínua. Atualmente existem dois tipos de estações de recarga, em corrente alternada e em corrente contínua, na Figura 29, tem-se um esquema que exemplifica os estes tipos de estação e seu modo de carregamento. Nota-se no esquema desta figura que, nos modos 1, 2, e 3, as estações de recarga fornecem ao veículo corrente alternada, neste caso, o carregador de bordo do veículo elétrico, denominado de *On Board Charger* (OBC), é quem faz a conversão de corrente alternada para corrente contínua, dessa forma as baterias podem ser recarregadas. As estações de recarga do modo 4 foram projetadas com módulos de potência que fazem a conversão de corrente alternada para corrente contínua, dessa forma, proporcionando uma corrente de saída normalizada em corrente contínua.

Para complementar o estudo deste trabalho, nos anexos A, B e C são exemplificados os modelos de estações de recarga que os fabricantes estão comercializando.

Figura 29 - Modos de recarga



Fonte: (Schmidt, 2021)

Além disto, o tempo de recarga está atrelado diretamente ao projeto do OBC. Por exemplo, o veículo elétrico *plug-in* da Volvo, o XC60, foi projetado com OBC monofásico com as seguintes características elétricas: corrente máxima de 16 A e 3,7 kW de potência máxima. Na prática, neste exemplo, o usuário pode usar uma estação em corrente alternada com potência superior à potência máxima do OBC, porém o OBC do veículo vai limitar em 3,7 kW a potência de recarga.

Além disso, o banco de baterias do veículo elétrico tem o gerenciador conhecido como *Battery Management System* (BMS), que vai monitorar os seguintes parâmetros do banco:

- Corrente de recarga;
- Corrente de descarga;
- Tensão máxima;
- Tensão mínima;
- Monitoramento da temperatura;
- Balanceamento das células;
- Proteções de curto-circuito.

O monitoramento dos parâmetros citados é importante devido ao fato de que as baterias de lítio têm alta densidade de energia. Um sistema desse tipo, sem um monitoramento adequado pode ter seu ciclo de vida reduzido e, também, pode vir a causar danos e, dessa forma, colocar a vida do usuário em risco.

A seguir, são descritos os principais conectores para a carga condutiva

#### *5.1.1.1. Conectores*

Atualmente, não se tem um padrão de conector de estações de recarga para VE. Cada montadora ou país pode vir a adotar um modelo, o que pode ser um problema para o usuário, haja vista que, ao chegar em um estabelecimento para recarregar seu automóvel, o consumidor corre o risco de não achar o conector compatível. Contudo, tem-se, até o momento, alguns modelos. São eles: Tipo 1, Tipo2, GB/T(CA), GB/T(CC), CCS1, CCS2, CHAdeMO e Tesla.

- Tipo 1: também conhecido como SAE J1772, é predominante em alguns países, como Estado Unidos e Japão. No Brasil, os primeiros veículos e estações de recarga instalados pela empresa BMW foram desse modelo. O conector SAE J1772 é usado nos modos 2 ou 3 em corrente alternada, a corrente é limitada em até 80 A, pode operar na faixa de tensão de 120 ~240 V AC e sua potência máxima é 19,2 kW.
- Tipo 2: é o modelo que mais vem ganhando aderência no Brasil e na Europa, também conhecido pelo nome de Mennekes, e pode ser usado nas estações de modo 2 e modo 3 em CA. Diferente do tipo 1, devido à sua construção, permite tanto recarga em sistemas monofásicos quanto em trifásicos, com o range de operação de tensão de 220 ~ 400 V AC. Contudo, sua corrente de saída é limitada em 63 A e sua potência máxima é 43 kW.
- GB/T CA e GB/T CC: esse modelo foi desenvolvido em específico para o mercado Chinês e suas normativas. Sua versão CA aceita sistemas monofásicos e trifásicos de 220 ~ 440 V AC, corrente máxima de até 32 A e sua potência de saída é menor que os tipos 1 e 2, de 14 kW. Sua versão em corrente contínua, para funcionamento no modo 4, tem como características elétricas a tensão de saída de 400 ~750 V CC, corrente máxima de 250 A e potência de 185,5 kW.

- CCS1 e CCS 2: *Combined Charging System* ou, para o português, Sistema de Recarga Combinada. Os numerais finais do CCS se referem à carga rápida em corrente contínua no modo 4 para os conectores do tipo 1 e tipo 2. Sua tensão de saída pode atingir até 1000 V CC, corrente máxima de 500 A e potência máxima de 500 kW.
- CHAdeMO: é a abreviação de *CHArge de Move*. Esse conector foi desenvolvido por montadoras no Japão, com foco para o carregamento rápido naquele país. Diferente do CCS1 e CCS2, sua tensão de saída máxima é de 500 V CC e corrente de saída máxima de 125 A.
- Tesla: como próprio nome já diz, foi feito exclusivamente para os modelos de veículos elétricos da empresa americana Tesla. Dedicado para carregamento rápido em modo 4, sua corrente pode chegar até 450 A na saída, com uma tensão máxima de 500 V CC e potência máxima de 250 kW.

Ilustrações dos tipos de modelos de conectores adotados pelos principais países estão apresentadas na Figura 30.

Figura 30 - Principais conectores para veículos elétricos



Fonte: (Cunha, 2022)

Uma forma de o usuário saber se o conector de determinada estação de recarga é compatível com o seu veículo, ou até mesmo saber se há uma estação de recarga próxima da sua localização disponível, é consultar o sistema difundido do *PlugShare*. Este aplicativo permite localizar, via mapa geográfico as estações operantes, inoperantes e os seus conectores, classificados por tipos e modelo. Na Figura 31, tem-se um exemplo de uma região da grande Florianópolis.

Figura 31 - *PlugShare APP*



Fonte: (PlugShare, 2022)

### 5.1.2. Carga Indutiva

O processo de carga indutiva usa a tecnologia *wireless*, ou seja, usa o carregamento sem fio, que pode ser de duas formas: estático ou dinâmico.

- I. Estático: este tipo de recarga é feito com o automóvel estacionado, como indicado na Figura 32, em que o carro fica literalmente parado em conexão com o carregador.

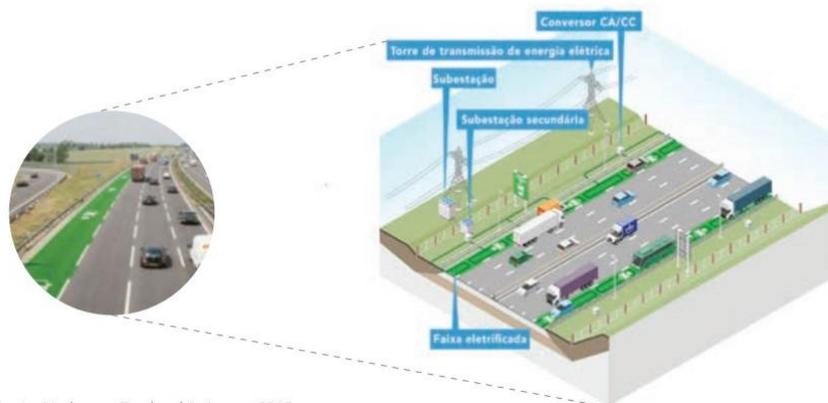
Figura 32 - Recarga indutiva estática



Fonte: (FGV, 2017)

- II. Dinâmico: diferente do modo estático, este tipo de recarga ocorre com automóvel em movimento. Um exemplo deste tipo de carregamento é dado na Figura 33.

Figura 33- Recarga indutiva dinâmica



Fonte: Highways England & Jones, 2015

Fonte: (FGV, 2017)

Cabe salientar que o carregamento por carga indutiva ainda está em fase de estudo e teste. Em março de 2022, a fabricante Volvo fez seus primeiros ensaios com a tecnologia sem fio na Suécia, como ilustrado na Figura 34.

Figura 34 - Fabricante Volvo testa tecnologia de carregamento sem fio



Fonte: (Esporte, 2022)

No cenário nacional, ainda não há grandes avanços. Recentemente, a *Society of Automotive Engineers* (SAE) Internacional, no Brasil, também conhecida como Sociedade de Engenheiros da Mobilidade, anunciou os padrões SAE J2954 e SAE J2846/7, que estabelecem a transferência de energia da base de carregamento para a bateria do veículo elétrico e os protocolos de comunicação, para que a recarga sem fio seja feita de maneira eficiente e segura. Esses protocolos permitem uma recarga de até 11 kW e determina uma distância do solo até o veículo de 25 cm e eficiência de 94 % (INSIDEEVs, 2021).

### 5.1.3. *Battery Swap*

A *battery swap* é o termo em inglês para troca de baterias. O usuário do veículo elétrico, após andar próximo da autonomia estipulada pelo veículo, pode se deslocar até um ponto de troca e substituir suas baterias, com percentual de carga baixa, por baterias carregadas. Dessa forma, o usuário não precisaria esperar a recarga junto a uma estação de recarga, por exemplo. Contudo, assim como a tecnologia por indução, esse tipo de tecnologia ainda está em fase de testes. Na Figura 35 é apresentando o posto de troca de baterias desenvolvido pela empresa CATL, na China.

Figura 35 - *Battery Swap* da empresa CATL na China



Fonte: (INSIDEEVs, CATL Opens Its First Battery Swapping Stations In China , 2022)

Neste capítulo apresentou-se as formas de recarregar as baterias dos veículos elétricos. Visto isso, no próximo capítulo serão apresentados os dados de mercado de infraestrutura de recarga que é o ponto central deste trabalho de conclusão de curso.

## 6. MERCADO DE INFRAESTRUTURA DE RECARGA

De acordo com FGV (2017), um requisito essencial para o crescimento da demanda de veículos elétricos, além da redução do custo das baterias, é ter a infraestrutura de recarga disponível para o usuário do veículo elétrico, pois o usuário tem o receio (*Range Anxiety*) de não encontrar pontos de recarga para seu automóvel durante uma viagem numa rodovia, ou ter que ficar esperando a recarga durante muito tempo num posto de recarga, por exemplo. E isso pode vir a gerar uma sensação de insegurança e incerteza na tomada de decisão na hora de comprar esse tipo de veículo.

Nas seguintes seções, serão apresentados os principais tipos de perfil de recarga existentes, segundo a *IEA* e *BloombergNEF*, e o atual cenário das recargas de veículos elétricos no mundo e no Brasil.

### 6.1. TIPOS DE CARREGAMENTO POR PERFIL DE USUÁRIO

Existem diferentes formas ou locais de se realizar a recarga das baterias de veículos elétricos. Pode-se citar a recarga residencial, a recarga no trabalho, a recarga comercial, *hubs* de recargas e as recargas em rodovias.

#### **6.1.1. Recarga residencial**

A recarga residencial é feita na residência do usuário, em casa ou apartamento, tipicamente feita durante o horário noturno e/ou na madrugada, quando o veículo está estacionado na garagem de sua residência ou condomínio.

#### **6.1.2. Recarga no trabalho**

Algumas empresas, principalmente na Europa, disponibilizam aos seus funcionários estações de recarga, as quais permitem ao funcionário deixar seu automóvel carregando durante o expediente de trabalho.

### **6.1.3. Recarga comercial e ou conveniência**

São também conhecidos como recargas de oportunidade, pois são pontos de recarga instalados em grandes centros de compras como *shoppings* e supermercados. Enquanto o usuário faz suas compras, ou até mesmo aproveita para ter um momento de lazer no *shopping*, como assistir a um filme no cinema, o veículo elétrico permanece carregamento. Atualmente, dependendo do estabelecimento, esse tipo de recarga ainda não tem tarifação, ou seja, é feita de forma gratuita ao usuário, sem se preocupar com os custos atrelados ao consumo de energia elétrica.

### **6.1.4. Hubs de recarga**

Esse tipo de modalidade é especificamente para frotas. São várias estações instaladas nos pátios da empresa para recarga de sua frota de automóveis, como é o caso das empresas Mercado Livre e Ambev.

### **6.1.5. Recarga em rodovias**

Esse tipo de recarga é feito em pontos estratégicos das rodovias, como é o caso dos corredores elétricos implantados pela Celesc aqui no estado de Santa Catarina, por exemplo.

## **6.2. ATUAL CENÁRIO DE INFRAESTRUTURA DE RECARGA PARA VEÍCULOS ELÉTRICOS NO MUNDO E NO BRASIL**

Segundo dados levantados pela IEA (2020), nos períodos de 2005 a 2009 havia um acumulado de 862.118 estações de recargas públicas dos tipos lentas e rápidas que foram instaladas ao redor do mundo. Observam-se os dados de carregadores acessíveis ao público no período de 2005 até 2019 na Tabela 3. Nesta tabela, observa-se que os Estados Unidos foram os pioneiros a instalar os carregadores públicos no ano de 2007. Neste ano, tem-se o registro 333 carregadores instalados neste país. Após três anos, em 2010, países como Noruega, Países Baixos e Japão também instalaram seus carregadores públicos. Nota-se que, no Brasil, os primeiros carregadores públicos somente foram instalados no ano de 2018. Para este ano tem-

se o registro de 459 unidades. Até o ano de 2019, nota-se o registro de 913 unidades de carregadores públicos instalados no Brasil.

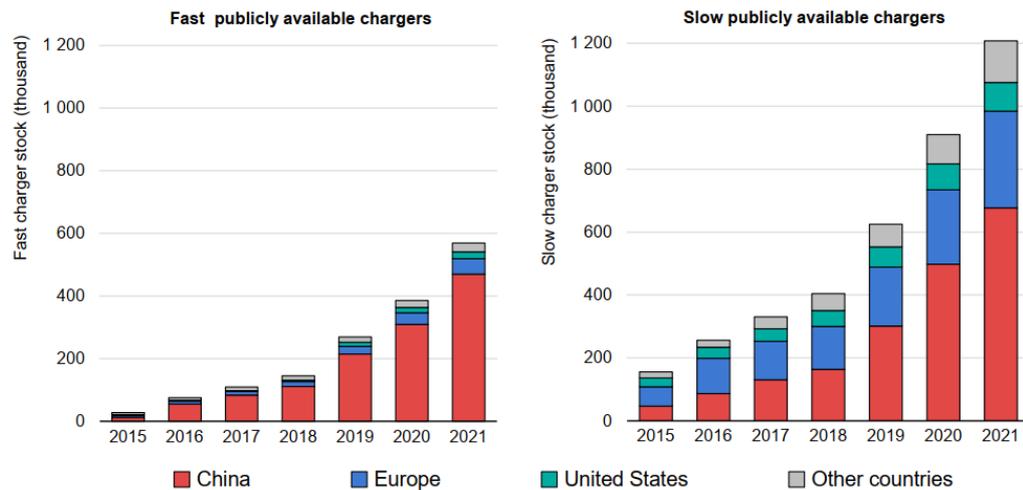
Tabela 3 - Carregadores acessíveis ao público (lentos e rápidos) no período de 2005 -2019

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Australia													476	727	1 930
Brazil														459	913
Canada								724	1 179	2 321	3 424	4 035	5 841	7 940	8 951
Chile							2	10	13	18	27	27	42	70	192
China										30 000	58 758	141 254	213 903	275 000	515 908
Finland									267	383	836	847	847	2 275	3 451
France								809	1 802	1 814	10 445	19 618	21 184	24 132	29 701
Germany								1 518	2 447	2 722	5 058	23 901	24 014	25 724	37 063
India												25	247	352	1 827
Japan						312	801	1 381	1 794	11 511	22 091	24 321	28 762	29 971	30 394
Korea							62	177	292	388	786	1 566	4 014	7 093	9 187
Mexico													1 502	2 706	2 706
Netherlands						400	400	2 803	5 791	11 981	18 008	32 524	33 282	36 671	50 153
New Zealand													104	293	369
Norway					2 800	3 123	3 746	4 607	5 293	5 513	7 541	9 209	12 371	9 436	
Portugal						1 078	1 127	1 175	1 195	1 260	1 295	1 605	1 786	3 091	
South Africa													124	239	246
Sweden								505	2 000	2 130	2 502	3 474	6 912	7 000	9 440
Thailand													96	96	817
United Kingdom							1 503	2 840	5 691	7 706	9 240	13 260	15 241	17 424	27 094
United States			333	339	373	482	3 903	11 695	14 990	20 115	31 674	38 168	43 037	54 500	77 358
Others							1 306	4 145	5 980	8 207	14 199	20 812	24 029	30 854	41 891
Total			333	339	373	3 994	12 178	31 480	48 028	105 784	183 821	332 668	434 471	537 682	862 118

Fonte: (IEA, Global EV Outlook, 2020)

Os números de carregadores acessíveis ao público, ao redor do mundo e no Brasil, apresentados na Tabela 3, mostram-se muito poucos para atender a demanda global de veículos elétricos para o futuro. **Do número montante apresentado dos carregadores (862.118 unidades), aproximadamente 60 % (551.908 unidades) estão instalados na China. Segundo INSIDEEVs (2022), no ano de 2019, foram vendidos 3,3 milhões de carros elétricos naquele país,** e o sucesso na venda dos veículos elétricos está principalmente atrelada aos investimentos na infraestrutura de recarga. Na figura 36, observa-se o crescimento expressivo de carregadores na China no período de 2015 até 2021, tornando-se líder na implantação de infraestrutura de recarga para veículos elétricos.

Figura 36 - Carregadores disponíveis no período de 2015 até 2021

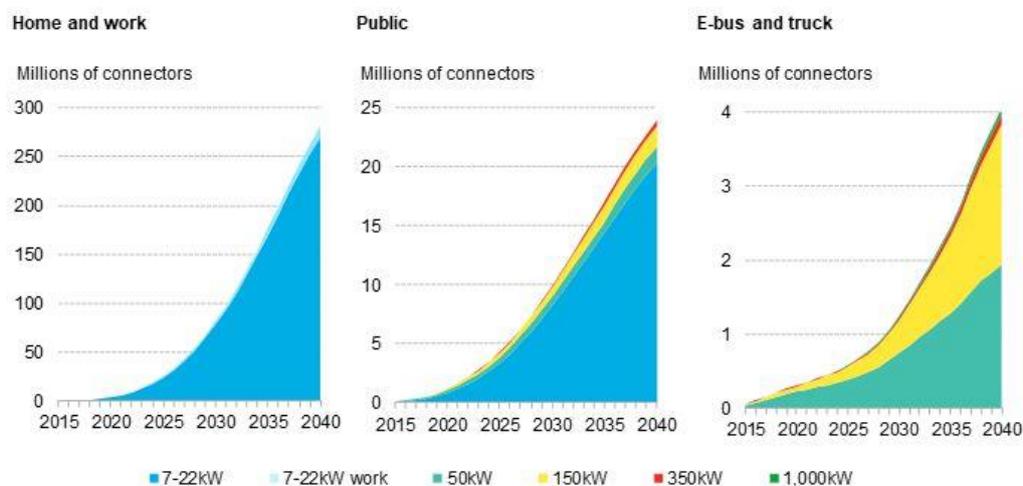


Fonte: (IEA, Global EV Outlook 2022, 2022)

Para acompanhar a eletrificação dos veículos elétricos no âmbito global, espera-se que, até 2040, tenha-se 309 milhões de carregadores instalados. Dentro desse valor total, 270 milhões se referem a carregadores instalados nas residências, o que equivale a aproximadamente 87% dos carregadores projetados para esse período. Além disso, serão necessários 24 milhões de carregadores públicos, 12 milhões de carregadores em ambiente de trabalho e 4 milhões para atender à frota de caminhões e ônibus (BloombergNEF, Electric Vehicle Outlook, 2022).

Na Figura 37, tem-se o total de carregadores previstos até 2040, para os tipos de carregamento em casa e trabalho, carregamentos públicos e carregamentos de ônibus e caminhões. Nota-se, para recarga em casa e trabalho, os carregadores listados nas cores azul, especificados com potência de 7 kW até 22 kW (carga semirrápida). Para o carregamento em ambientes públicos, predomina a carga semirrápida, contudo, com opções de pontos de recarga rápida de 50 kW (representados nas cores verde), 150 kW (nas cores em amarelo) e recarga ultrarrápida de até 350 kW (na cor vermelha). Para recarga em ônibus e caminhões, consta como predominante as recargas rápida e ultrarrápida, de 50 kW até 1000 kW, respectivamente.

Figura 37 - Acumulado global de carregadores por categoria e suas projeções



Fonte: (BloombergNEF, Electric Vehicle Outlook, 2022)

Para essa transição, são esperados 590 bilhões de dólares em investimento para instalar essa quantidade de carregadores até 2040 (BloombergNEF, Electric Vehicle Outlook, 2022).

Em relação à infraestrutura de recarga no Brasil segundo Seixas (2021), consta que, até o ano de 2021, havia aproximadamente 800 pontos instalados, entre estações públicas e semipúblicas (estabelecimentos comerciais). As estações privadas (residencial e comercial privada) não foram contabilizadas para este estudo. Entre as estações públicas, observam-se que são os chamados corredores elétricos que são predominantes, tais como:

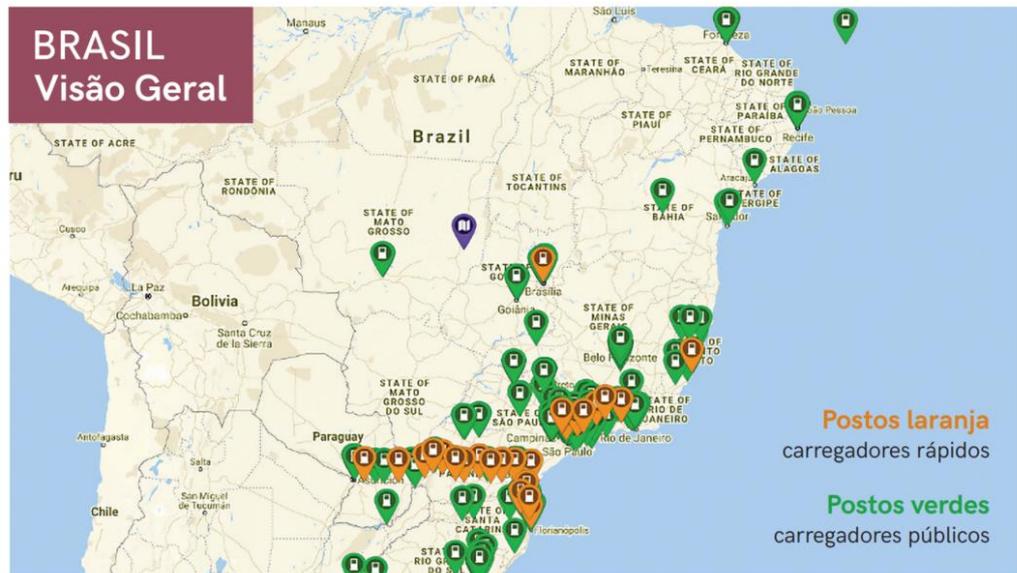
- Corredor elétrico Celesc Região Sul/ SC
- Corredor elétrico Copel Região Sul/ /PR
- Corredor elétrico EDP Região Sudeste/ SP -RJ
- Corredor elétrico- Neoenergia Região Nordeste/Salvador – Natal

Entre os corredores citados, destaca-se a abrangência nas regiões Sul e Sudeste. Boa parte deles foi viável principalmente devido aos incentivos financeiros da chamada estratégica nº 22/2018 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), com foco no desenvolvimento de soluções para mobilidade elétrica, tais como: projetos de infraestrutura de recarga com sistemas fotovoltaico e banco de baterias, modelos de negócios, estudo da segunda vida das baterias dos veículos elétricos e eletrificação de frotas (Energia, 2022).

Na Figura 38, tem-se um mapa do Brasil indicando os postos de carregamento público e de carregamento rápido, respectivamente nas cores verde e laranja, no ano de 2021. Neste

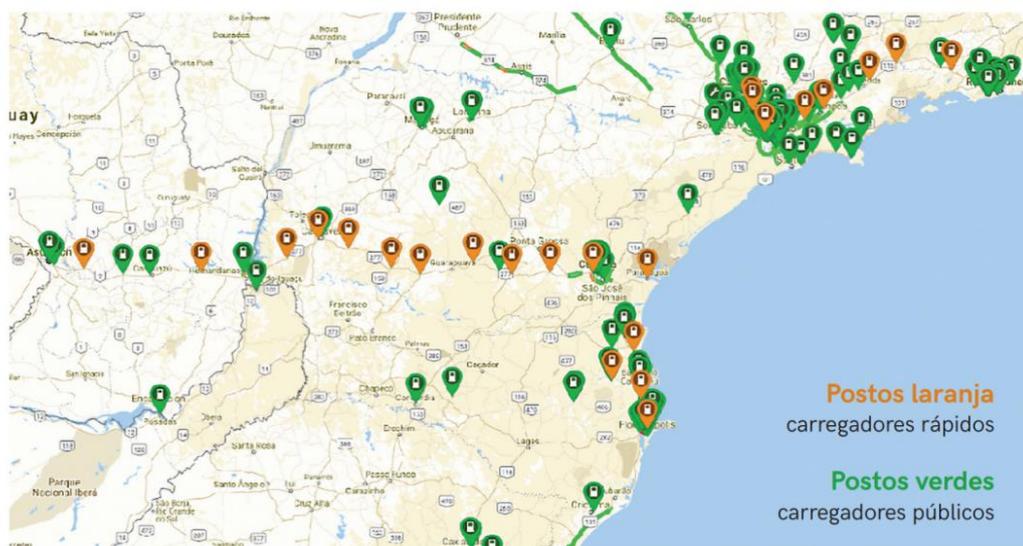
mapa, observa-se que não existem postos de carregamento rápido na região nordeste e qualquer tipo de carregamento na região norte do país. Entretanto, há grande quantidade de postos destes dois tipos de carregamento nas regiões sul e sudeste. Estas duas regiões estão em destaque na Figura 39.

Figura 38 - Infraestrutura de recarga de veículo elétrico - Brasil



Fonte: (PNME, 2021)

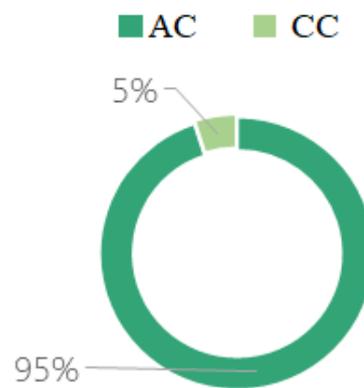
Figura 39 - Corredores elétricos - regiões Sul e Sudeste



Fonte: (PNME, 2021)

Na Figura 40, são apresentados os dados em percentual do número de estações de recarga por tipo AC e CC. Dentre todas as formas de carregamentos públicos e semipúblicas existentes no Brasil em 2021, apenas 5 % (40 unidades) são do modo de corrente contínua e o restante, 95 % (800 unidades), do modo de corrente alternada. (Seixas, 2021)

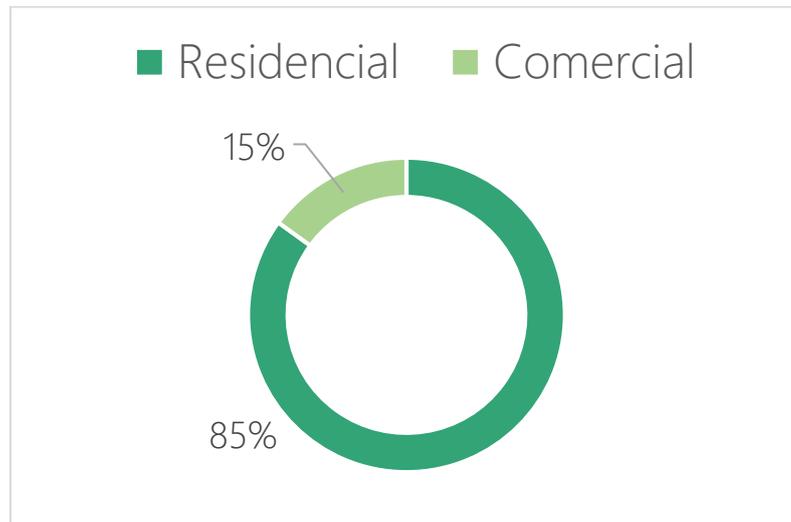
Figura 40 - Proporção de estações de recarga no Brasil



Fonte: Adaptado (Seixas, 2021)

Dentro dos modais de carregamento existentes, atualmente, no Brasil, a recarga residencial equivale a 85 % e a recarga comercial representa 15 %, como ilustrado na Figura 41. O proprietário do veículo elétrico, no seu dia a dia, desloca-se menos de 50 km, haja vista, que a autonomia dos veículos elétricos, atualmente, é suficiente apenas para uso nas cidades. A recarga comercial é caracteriza por conveniência e/ou oportunidade, em *shoppings* e no comércio no geral, e recarga por necessidade, para viagens de longo percurso nas rodovias (Seixas, 2021).

Figura 41 – Hábitos de recarga por pessoa física



Fonte: Adaptado (Seixas, 2021)

Conforme pontuado anteriormente, segundo a Suisse (2022) (Figura 23), é esperado que, até 2035, o número de vendas dos veículos elétricos atinja o valor de 2.646 em vendas anuais. Na Tabela 4, frente a esse cenário, foi projetada a demanda de estações de carga, conforme a seguir:

- Uma estação de recarga residencial para cada 2,5 veículos elétricos;
- Doze estações de recarga pública para cada 12 veículos elétricos.

Diante destes dados, é previsto um grande potencial de mercado no Brasil para infraestrutura de recarga dos veículos elétricos.

Tabela 4 - Estimativa de mercado das estações de recarga até o ano de 2035

in R\$ millions, unless otherwise stated

	Private	Public	Total
# Evs until 2035 (fleet size)	3,720	3,720	3,720
Ratio EV/Charger	2.5	12.0	2.1
# Chargers ('000)	1,488	310	1,798
R\$/charger ('000)	10	105	26
<b>Total Addressable Market (TAM)</b>	<b>14,880</b>	<b>32,550</b>	<b>47,430</b>

Fonte: (Suisse, 2022)

Um dos pontos centrais e desafiadores dessa pesquisa foi mapear e entender quem são os principais *players* de mercado na área de infraestrutura de recarga no Brasil e o quanto desse mercado eles representam. De acordo com as informações da ABVE, ao todo tem-se trinta e dois associados nesse segmento, conforme ilustra o Quadro 2 a seguir.

Quadro 2 - Empresas associadas na ABVE na área de infraestrutura

TB Green	Z22	GreenV	GO ELECTRIC
ZUUZ	E-WOLF	VOLTBRAS	ATLAS POWER
ELEV	SIEMENS	PONTOON	E-DRIVE
MOVE	Z-ELETRIC	NANSEN	SER ENERGIA SOLAR
ELECTRICUS	TUPINAMBÁ	INCHARGE	EFFIX ENGENHARIA
NEOCHARGE	VALENCIA ENERGIA SUSTENTÁVEL	EDP	ARAXÁ SOLAR
ABB	BOSH	ELECTRIC MOBILITY	COPEL
ATHON ENERGIA	ENEL BRASIL	MES	ELETROBRAS

Fonte: (ABVE, Nossos Associados, 2021)

Entre esses associados, grandes empresas de diversos segmentos de tecnologia e energia são destaque, pois resolveram investir no setor da mobilidade elétrica, como é o caso das empresas Siemens, EDP, ABB e Bosch. A WEG não figura no Quadro 2, mas está como associada da ABVE na área componentes, pois ela é importadora de matéria prima para produção nacional da estação de recarga que, inclusive, foi desenvolvida em parceria com a Fundação CERTI (Acontecendoaqui, 2022).

Diante das informações levantadas sobre o mercado de veículos elétricos, a infraestrutura de recarga é essencial para que o mercado de veículos elétricos seja bem-sucedido. A partir desses apontamentos, fica evidente que se tem um mercado em potencial para as próximas décadas

Além dos investimentos financeiros para crescimento da mobilidade elétrica no Brasil, é muito importante que incentivos públicos, privados e governamentais aconteçam para acelerar a difusão dos veículos elétricos, assuntos que serão descritos no próximo capítulo.

## 7. INCENTIVOS E POLÍTICAS PÚBLICAS NA MOBILIDADE ELÉTRICA

Esta sessão tem como objetivo ilustrar os incentivos de políticas públicas aprovados pelos organismos governamentais no Brasil, para estimular o crescimento da mobilidade elétrica.

### 7.1. INCETIVOS PÚBLICOS NO BRASIL

O Quadro 3 apresenta, na primeira coluna as seis principais políticas públicas para adoção da mobilidade elétrica no Brasil. Neste quadro é apresentado, na coluna do meio, o órgão responsável pela criação de cada política pública. A última coluna apresenta o propósito de cada órgão.

Quadro 3 - Incentivos públicos no Brasil

<b>Política Pública</b>	<b>Órgão Responsável</b>	<b>Objetivo Principal</b>
Resolução CAMEX nº 97 de 26/outubro/2015	Câmara de Comércio Exterior – Ministério da Economia	Determina isenção ou diminuição do Imposto de Importação para VEB, VEH e VECC
Resolução ANEEL nº 819 de 19/junho/2018	Agência Nacional de Energia Elétrica – Ministério de Minas e Energia	Regulamenta o serviço de carregamento dos veículos em eletropostos
Decreto da Presidência da República nº 9.442 de 5/julho/ 2018	Secretaria Geral da Presidência da República	Determina diminuição da alíquota de Imposto sobre Produtos Industrializados para VEB e VEH
Programa de Eletromobilidade do BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – Ministério da Economia	Financiamento para o desenvolvimento de um ecossistema da eletromobilidade e para compras de VE por corporações
Rota 2030 – Lei Nº 13.755, de 10 de dezembro de 2018	Secretaria Geral da Presidência da República	Incentiva a atividades de inovação relacionadas a novas tecnologias de propulsão, eletromobilidade e eficiência energética
Chamada 22 – P&D ANEEL (2019)	Agência Nacional de Energia Elétrica – Ministério de Minas e Energia	Financiamento de projetos de P&D para geração de modelos de negócios e soluções de mercado

Fonte: (GESEL, 2021)

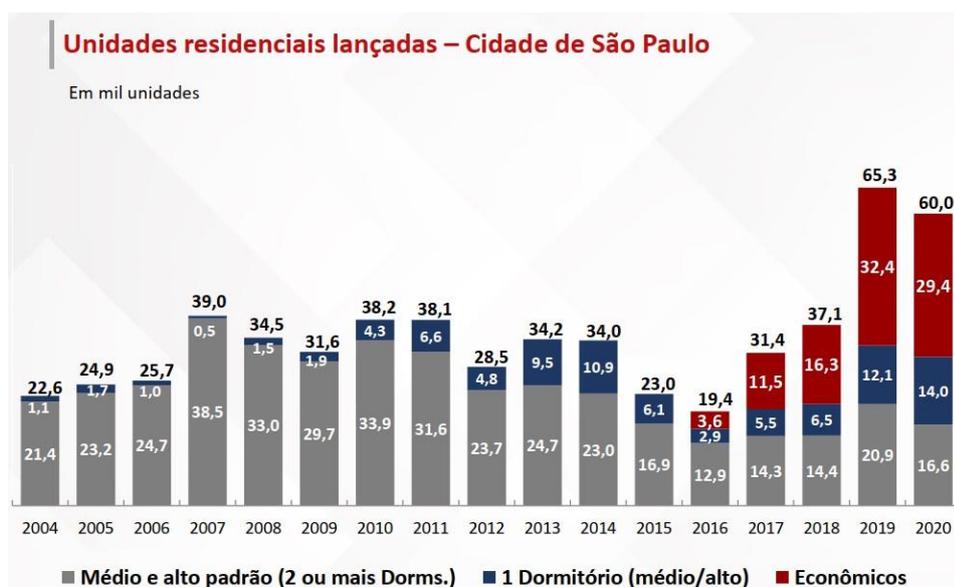
Além das políticas públicas em âmbito nacional, o estado de São Paulo tem adotado leis para promover a infraestrutura de recarga, assunto descrito no próximo tópico.

## 7.2. LEI Nº 17.336 DE 30 DE MARÇO DE 2020

A lei determina que, a partir da data em que foi sancionada, novos empreendimentos na cidade de São Paulo, protocolados como edifícios residenciais e comerciais, devem prever pontos de espera para a recarga dos veículos elétricos, de acordo com as normas, e a cobrança deve ser individualizada por unidade consumidora. Entretanto, empreendimentos públicos e habitacionais onde não se consiga atender aos critérios técnicos e não se tenha recursos financeiros para tal, não precisam atender a lei (São Paulo, 2020).

A Figura 43 mostra o número de unidades residenciais lançadas na cidade de São Paulo, entre 2004 e 2020, de acordo com o padrão do empreendimento. Observa-se que, ao longo do tempo, a quantidade de residências de médio e alto padrão oscilou e teve uma sensível queda em 2020. Paralelamente, de 2016 a 2020, os empreendimentos econômicos tiveram um notável crescimento. Isso é importante para a previsão de pontos de recarga futuros.

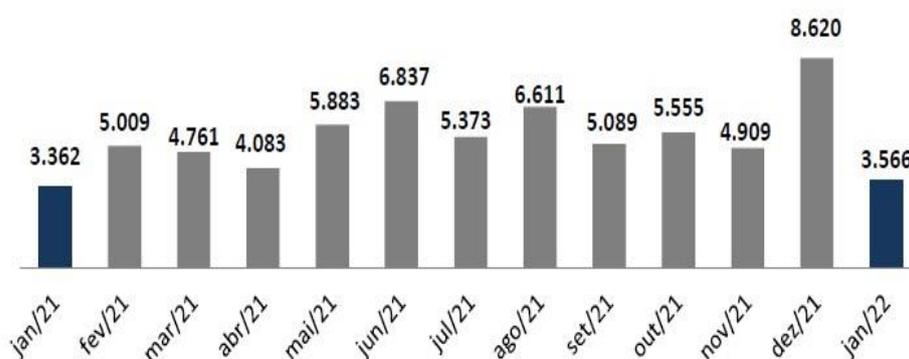
Figura 42 - Unidades residências lançadas em São Paulo



Fonte: (Secovi-SP, 2022)

A figura 44 mostra o número de vendas de unidades residenciais no período de janeiro de 2021 até janeiro de 2022, o que, no acumulado, representa 62.568 novas unidades. Supondo que cada novo empreendimento seja homologado de acordo com a Lei 17.336 e que cada empreendimento adquira inicialmente três estações de recarga do modo 3 (*wallbox*), seriam comercializadas ao todo, para este período, 208.974 novas unidades de estações de recarga, o que representa um mercado expressivo somente no município de São Paulo. A partir do momento que outros municípios do Brasil também replicarem essa lei, o mercado de estações irá crescer de forma substancial.

Figura 43 - Unidades residenciais vendidas de janeiro 2021 até janeiro 2022



Fonte: (Secovi-SP, Pesquisa Mensal de Mercado Imobiliário , 2022)

### 7.3. ISENÇÃO DE IPVA

Para incentivar a compra do veículo elétrico, estados como Rio grande do Sul, Paraná, Distrito Federal, Maranhão, Piauí, Rio Grande do Norte e Pernambuco aderiram à isenção total do Imposto sobre Propriedade de Veículo Automotor (IPVA) (Motors, 2022).

Na Figura 45, é apresentado o mapa do Brasil, com os estados que tem ou não a isenção do IPVA para os veículos elétricos. Os estados do Maranhão, Piauí, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Sergipe, Paraná e Rio Grande do Sul tem isenção total. Já os estados do Mato Grosso do Sul, São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais tem isenção parcial. Os demais estados que não foram citados estão com projetos de isenção ou estão sem isenção.

Atualmente, tomando como base o estado de São Paulo, o cálculo do IPVA para um veículo recém-fabricado é feito da seguinte maneira:

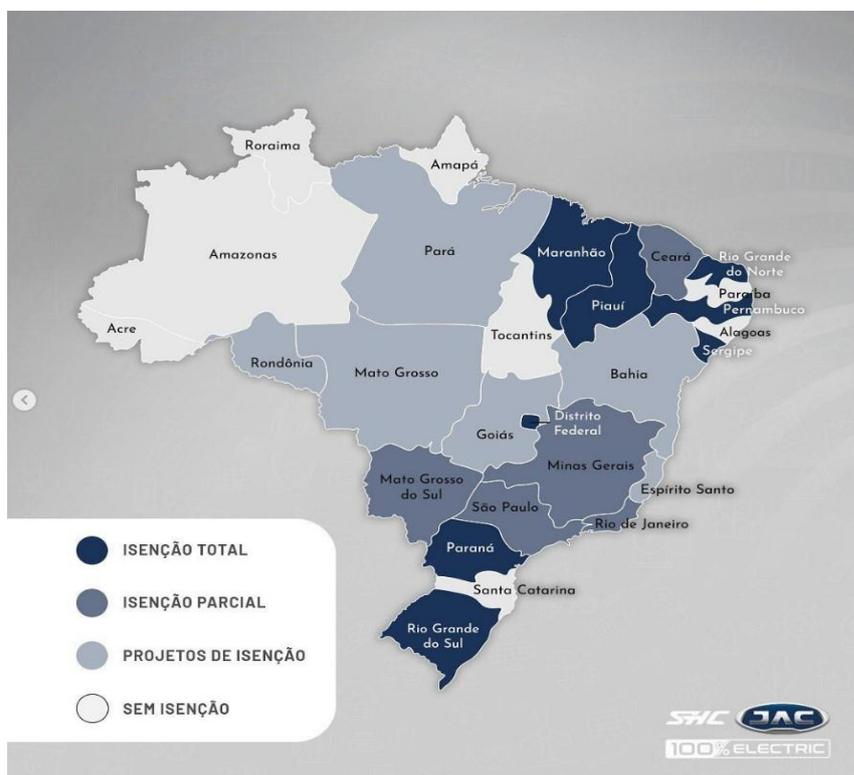
IPVA 2022 = Valor do carro novo x Valor da alíquota do imposto

- Alíquota do imposto em São Paulo = 4%
- Veículo elétrico como referência - Volvo XC40 = R\$ 399.950,00

Logo, IPVA do Volvo XC40 seria igual a R\$15.998,00.

Com a isenção, esse valor e representa uma economia de R\$ 15.998,00 apenas no primeiro ano do veículo rodando nas ruas. Além disso, outro benéfico adotado no município de São Paulo é que veículos elétricos são isentos de rodízio na cidade (Despachante, 2014).

Figura 44 - Mapa Brasil sobre isenção de IPVA



Fonte: (Motors, 2022)

A Alemanha é um exemplo de país onde os incentivos foram essenciais para estimular a venda dos veículos elétricos. Segundo *Automotive Business* (2022), no ano 2021, foram vendidas 328 mil unidades BEV, o que representou o dobro em números de vendas comparado ao ano de 2019. Devido ao crescimento rápido, o governo alemão irá acabar com os subsídios em 2023, pois acredita que não será mais necessário (Business, 2022).

## 8. DESAFIOS DA MOBILIDADE ELÉTRICA

A difusão de uma nova tecnologia, que vem para substituir uma já existente, já ocorreu em cenários distintos, tais como, quando as plataformas de streaming *Netflix*, *Amazon Prime*, *Disney +*, entre outras plataformas que ofertam serviços de entretenimento para assistir filmes, seriados e documentários, levaram milhares de locadoras de filmes como as da empresa *Blockbuster* a fecharem, devido ao fato de não se adaptarem ao novo cenário e avanço tecnológico.

Estar aberto ao novo cenário de sustentabilidade global e se manter constantemente atualizado a respeito das novas tecnologias é extremamente importante para o sucesso e longevidade de uma empresa. Nesse sentido, a mobilidade elétrica tem transformado as empresas que fabricam automóveis, pois a cadeia de valor dos veículos elétricos é muito maior que a cadeia tradicional dos veículos a combustão, o que propicia o surgimento de novas oportunidades e negócios (FGV, 2017).

De acordo com a FGV (2017), a cadeia de valor, ou sejam, as atividades e negócios essenciais para evolução da mobilidade elétrica estão representadas pelos tópicos a seguir:

- Veículo elétrico: desenvolvimento, produção, vendas, distribuição, serviços financeiros e manutenção;
- Infraestrutura de recarga: desenvolvimento das estações, produção das estações, vendas das estações, instalação, manutenção, operação, gerenciamento, *roaming*, serviços de plataforma e serviços financeiros;
- Integração com outras tecnologias: energia fotovoltaica, armazenamento de energia e tecnologia V2X.

Logo, tem-se um “oceano azul” de oportunidades e de novos negócios atrelados à mobilidade elétrica no Brasil.

Além disto, empresas tradicionais do setor de abastecimento de combustíveis terão que se adaptar a esse novo cenário, para não ficarem para trás no meio dessa transição, em que postos de gasolina poderão ser substituídos por postos compostos por pontos de estação de recarga.

A gigante do petróleo Shell já começou sua transição, haja vista que atualmente a empresa é detentora de oito mil pontos de estações de recarga no exterior. Para complementar,

a Shell, no começo do 2022, inaugurou projeto piloto para conversão de um posto de gasolina na cidade de Fulham, Londres/UK, conforme apresentado na Figura 46. No lugar das bombas de gasolina, instalou nove pontos com estações ultrarrápidas, com potência de saída de até 175 kW (Shell, 2022).

Figura 45 - Posto piloto de estações de recarga da Shell



Fonte:(Shell, 2022)

Em junho de 2022, a empresa Raízen, representante da Shell no Brasil, realizou a inauguração da primeira estação de recarga de 50 kW na zona norte do município de São Paulo, conforme ilustrado na Figura 47. Ao todo, estão previstas até o ano 2023, 35 novas estações de recarga com a marca *Shell Recharge* no país, de 50 kW até 150 kW. Diferente dos corredores elétricos, onde predomina a recarga gratuita, a recarga nestes postos será cobrada via aplicativo com o cadastro do cartão de crédito do usuário (INSIDEEVs, Shell inaugura primeiro eletroposto de carga rápida no Brasil, 2022).

Figura 46 - Primeira estação de recarga da Shell no Brasil



Fonte: (INSIDEEVs, Shell inaugura primeiro eletroposto de carga rápida no Brasil, 2022)



## 9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho de conclusão de curso ilustrou que a mobilidade elétrica, assim como aconteceu com o marco da geração da energia fotovoltaica, é um caminho sem volta, diante do cenário global ao qual as montadoras deixarão de produzir os veículos a combustão para produzir somente veículos elétricos e híbridos, com foco a cumprir com as metas e acordos ambientais.

Nos dias atuais, no Brasil, o preço do veículo elétrico ainda é superior ao do veículo a combustão. Devido a esse fato, tem-se um número pouco expressivo de vendas. Entretanto, conforme apresentado na análise de mercados dos veículos elétricos, é esperado para os próximos anos, o aumento da frota deste tipo de veículo no mundo e no Brasil. Para isso acontecer, espera-se uma redução no valor do mesmo.

A redução do valor final do veículo elétrico está condicionada ao seu maior custo, que é o banco de baterias de lítio. Todavia, com o avanço na tecnologia das baterias de lítio e a demanda crescente para os próximos anos, espera-se uma redução no seu valor. Com a redução no preço das baterias, haverá uma equiparação dos veículos elétricos frente aos veículos a combustão. Mediante isso, ocorrerá uma “virada de chave” nesse segmento.

Por fim, para atender ao mercado de veículos elétricos, é fundamental que a infraestrutura de recarga acompanhe essa evolução. Baseando-se no estudo de mercado de infraestrutura de recarga, constatou-se que há poucas estações de recarga frente à necessidade para os próximos anos, principalmente no Brasil. Diante disso, conclui-se que se tem uma grande oportunidade de negócio para as empresas que queiram investir no desenvolvimento tecnológico de infraestrutura de recarga e que almejam obter retorno financeiro com o mercado da mobilidade elétrica, ainda pouco explorado.

Para futuros trabalhos sugere-se levantamento dos requisitos para avaliação em bancada das estações de recarga, aprofundamento e aplicação do protocolo OCPP, tarifação das estações de recarga, estudo da tecnologia V2G, impactos na rede elétrica associados a infraestrutura de recarga e integração com as energias renováveis e banco de baterias.



## REFERÊNCIAS

- ABB. (2022). *EV Charging Terra 360*.
- ABNT. (2013). *ABNT NBR IEC 61851-1 Sistema de Recarga Condutiva para Veículos Elétricos- Parte 1: Requisitos gerais*. Rio de Janeiro.
- ABVE. (10 de 11 de 2021). *Nossos Associados* . Fonte: Associação Brasileira do Veículo Elétrico : <http://www.abve.org.br/nossos-associados/>
- ABVE. (01 de 2022). *Associação Brasileira de Veículo Elétrico*. Acesso em 2022 de 01 de 08, disponível em <http://www.abve.org.br/eletrificados-batem-todas-as-previsoes-em-2021/>
- ABVE. (julho de 2022). *Rede de recarga aumenta 50% em quatro meses* . Fonte: <https://www.abve.org.br/eletropostos-no-brasil-crescem-50-em-quatro-meses/>
- Acontecendoaqui. (07 de 03 de 2022). *Tecnologia Catarinense para estações de recarga de carros elétricos* . Fonte: <https://acontecendoaqui.com.br/inovacao/tecnologia-catarinense-para-estacoes-de-recarga-de-carros-eletricos-e-destaque-nacional/>
- AFDC. (2021). *Alternative Fuels Data Center*. Acesso em 09 de 01 de 2022, disponível em <https://afdc.energy.gov/vehicles/how-do-hybrid-electric-cars-work>
- ANEEL. (2018). *Resolução Normativa N° 819, de Junho de 2018*. Fonte: [https://www.in.gov.br/materia/-/asset\\_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/28737289/do1-2018-07-05-resolucao-normativa-n-819-de-19-de-junho-de-2018-28737273](https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/28737289/do1-2018-07-05-resolucao-normativa-n-819-de-19-de-junho-de-2018-28737273)
- ANFAVEA. (2021). *O Caminho da Descarbonização do Setor Automotivo no Brasil*.
- Barassa, E., Da Cruz, R. F., & Moraes, H. B. (2022). *Roadmap Nacional para Infraestrutura da Mobilidade Elétrica no Brasil* .
- Bloomberg. (9 de Agosto de 2021). *At Least Two- Thirds of Global Car Sales Will be Electric by 2040*. Fonte: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2021-08-09/at-least-two-thirds-of-global-car-sales-will-be-electric-by-2040>
- BloombergNEF. (09 de 2021). *O Futuro Do Mercado de Armazenamento de Energia* . Fonte: <https://www.bloomberg.com/professional/blog/webinar/bnef-the-global-energy-storage-market/>
- BloombergNEF. (12 de Março de 2022). *Electric Vehicle Outlook*. Fonte: <https://about.bnef.com/electric-vehicle-outlook/>

- BOSH. (06 de 03 de 2022). *Veículos híbridos: como funciona sua tecnologia?* Fonte: <https://www.bosch.com.br/noticias-e-historias/mobilidade/veiculos-hibridos/>
- Business, A. (Julho de 2022). *Alemanha cortará subsídio para compra de carros elétricos em 2023.* Fonte: <https://automotivebusiness.com.br/pt/posts/mobility-now/Alemanha-corte-subsidio-carros-eletricos/>
- Castro, N. d., & Silveira, N. (10 de 02 de 2022). GESEL - Grupo de Estudos do Setor Elétrico UFRJ. *Perspectivas da Mobilidade Elétrica no Brasil*, p. 4. Fonte: <https://energia.aebroadcast.com.br/tabs/news/746/40416550>
- CNN. (18 de 04 de 2021). *Adeus, gasolina: estas marcas vão parar de investir nos motores a combustão.* Fonte: <https://www.cnnbrasil.com.br/https://www.cnnbrasil.com.br/business/adeus-gasolina-estas-marcas-vaio-parar-de-investir-nos-motores-a-combustao/>
- Cunha, R. (2022). O Processo de Recarga . *FotoVolt*, 72-74.
- Despachante, L. (2014). *Como pedir isenção de rodízio veículos elétricos* . Fonte: <https://www.lumma.com.br/bloglumma/veiculos-eletricos-isencao-rodizio/>
- eCycle. (2022). *O que é aquecimento global e suas consequências.* Acesso em 13 de 02 de 2022, disponível em <https://www.ecycle.com.br/aquecimento-global/>
- edX. (2022). *Electric cars: Technology.* Acesso em 15 de 01 de 2022, disponível em edX Online Learnig: <https://www.edx.org/>
- Elbil. (2021). *Norsk Elbilforening.* Acesso em 31 de 01 de 2022, disponível em <https://elbil.no/english/norwegian-ev-policy/>
- Energia, C. (2022). *Mobilidade elétrica* . Fonte: [https://www.google.com/search?q=chamada+estrategica+22%2F2018+aneel+mobilidade&sxsrf=ALiCzsZ-tOoIojMNRfvuNDqC3Vdy4E6XEA%3A1657483373028&ei=bDDLyrumOsy05OUPtvOmgAk&ved=0ahUKEwi7jKrdju\\_4AhVMFLkGHba5CZAQ4dUDCA4&uact=5&oq=chamada+estrategica+22%2F2018+aneel+m](https://www.google.com/search?q=chamada+estrategica+22%2F2018+aneel+mobilidade&sxsrf=ALiCzsZ-tOoIojMNRfvuNDqC3Vdy4E6XEA%3A1657483373028&ei=bDDLyrumOsy05OUPtvOmgAk&ved=0ahUKEwi7jKrdju_4AhVMFLkGHba5CZAQ4dUDCA4&uact=5&oq=chamada+estrategica+22%2F2018+aneel+m)
- Energy, D. o. (15 de 09 de 2014). *The History of the Eletric Car.* Acesso em 04 de 01 de 2022, disponível em <https://www.energy.gov/https://www.energy.gov/articles/history-electric-car#firsthybrid>
- Energy, U. D. (20 de 03 de 2022). *Fuel Cell Electric Vehicles* . Fonte: Alternative Fuels Data Center : [https://afdc.energy.gov/vehicles/fuel\\_cell.html](https://afdc.energy.gov/vehicles/fuel_cell.html)

- Esporte, A. (23 de 05 de 2022). Fonte: <https://autoesporte.globo.com/mobilidade/noticia/2022/03/volvo-testa-carregamento-sem-fio-para-carros-eletricos-na-suecia.ghtml>
- Estarpar. (10 de junho de 2022). *Saiba quanto custam as baterias de carros elétricos e quem recicla*. Fonte: <https://www.estarpar.com.br/blog/saiba-quanto-custam-baterias-carros-eletricos-e-quem-recicla>
- FGV. (2017). *Carros Elétricos*. Caderno. Acesso em 15 de 8 de 2021, disponível em <https://fgvenergia.fgv.br/publicacao/caderno-de-carros-eletricos>
- Folha de São Paulo. (2 de Abril de 2022). *Carro elétrico pesa menos no bolso, mas falta tomada*. Fonte: <https://www1-folha-uol-com-br.cdn.ampproject.org/c/s/www1.folha.uol.com.br/amp/mercado/2022/04/carro-eletrico-pesa-menos-no-bolso-mas-falta-tomada.shtml>
- GESEL. (2021). *A mobilidade Elétrica na América Latina*. Rio de Janeiro: e-papers. Fonte: [http://www.gesel.ie.ufrj.br/app/webroot/files/publications/03\\_livro\\_a\\_mobilidade\\_elet\\_rica\\_na\\_al.pdf](http://www.gesel.ie.ufrj.br/app/webroot/files/publications/03_livro_a_mobilidade_elet_rica_na_al.pdf)
- IEA. (2020). *Global EV Outlook*.
- IEA. (30 de 01 de 2020). *International Energy Agency*. Acesso em 2022 de 02 de 01, disponível em <https://www.iea.org/commentaries/electric-cars-fend-off-supply-challenges-to-more-than-double-global-sales>
- IEA. (30 de Janeiro de 2022). *Electric Cars fend off supply challenges to more than double global sales* . Fonte: <https://www.iea.org/commentaries/electric-cars-fend-off-supply-challenges-to-more-than-double-global-sales>
- IEA. (2022). *Global EV Outlook 2022*.
- InfoMoney. (24 de Julho de 2021). *Carros elétricos: bateria ainda representa o maior custo, mas preço estão em queda*. Fonte: <https://www.infomoney.com.br/minhas-financas/carros-eletricos-bateria-ainda-representa-o-maior-custo-mas-precos-estao-em-queda/>
- INSIDEEVs. (31 de Dezembro de 2021). Fonte: <https://insideevs.com/news/558128/plugshare-over-1million-downloads-2021/>
- INSIDEEVs. (26 de 11 de 2021). *Cummins cria unidade de energia limpa e hidrogênio no Brasil*. Fonte: <https://insideevs.uol.com.br/news/550745/cummins-energia-eletrica-hidrogenio-brasil/>

- INSIDEEVs. (14 de 02 de 2022). *Carregamento sem fio é o futuro dos carros elétricos e já tem padronização* . Fonte: <https://insideevs.uol.com.br/news/450558/carregamento-sem-fio-carros-eletricos-padrao-sae/>
- INSIDEEVs. (03 de fevereiro de 2022). *Carros elétricos atingem ponto de inflexão na China e Europa*. Fonte: <https://insideevs.uol.com.br/news/564909/crescimento-vendas-globais-carros-eletricos/>
- INSIDEEVs. (20 de Abril de 2022). *CATL Opens Its First Battery Swapping Stations In China* . Fonte: <https://www.estapar.com.br/blog/saiba-quanto-custam-baterias-carros-eletricos-e-quem-recicla>
- INSIDEEVs. (Junho de 2022). *Shell inaugura primeiro eletroposto de carga rápida no Brasil*. Fonte: <https://insideevs.uol.com.br/news/592058/shell-recarga-carros-eletricos-brasil/>
- INSIDEEVs. (01 de Fevereiro de 2022). *Veja os carros elétricos com maior autonomia à venda no Brasil* . Fonte: <https://insideevs.uol.com.br/news/561381/carros-eletricos-mais-autonomia-brasil/#:~:text=Nesse%20caso%2C%20boa%20parte%20dos,maiores%20e%20de%20marcas%20premium.>
- InstaCarro. (06 de 03 de 2020). *Prius: Como nasceu o primeiro Toyota Híbrido do mundo produzido em larga escala*. Fonte: <https://www.instacarro.com/blog/mercado-automotivo/historia-do-toyota-hibrido-prius/>
- Intelbras. (2022). Fonte: <https://intelbras.com/pt-br/>
- Logcomex. (17 de 10 de 2021). <https://www.logcomex.com/>. Fonte: <https://www.logcomex.com/materiais-gratuitos/estudos-fretes>
- MAPFRE. (20 de 03 de 2022). *Vantagens e desvantagens dos carros movidos a hidrogênio* . Fonte: <https://www.mapfre.com.br/para-voce/seguro-auto/artigos/vantagens-e-desvantagens-dos-carros-movidos-a-hidrogenio/>
- Motors, J. (26 de Abril de 2022). *Você sabia que carros elétricos podem ter até 100% de isenção de IPVA?* Fonte: <https://www.instagram.com/p/Cc0-vW9unDS/>
- NASA. (2021). <https://climate.nasa.gov/>. Acesso em 30 de 08 de 2021, disponível em <https://climate.nasa.gov/vital-signs/global-temperature/>.
- Neocharge. (2021). Acesso em 14 de 12 de 2021, disponível em <https://www.neocharge.com.br/tudo-sobre/carro-eletrico/tipos-veiculos-eletricos>

- NeoCharge. (16 de Maio de 2022). *Autonomia de um veículo elétrico* . Fonte: <https://www.neocharge.com.br/tudo-sobre/carro-eletrico/autonomia>
- NeoCharge. (2022). *Carregador portátil* . Fonte: <https://loja.neocharge.com.br/carregador-carro-eletrico-portatil-nc100-3-7kw-16a-br.html>
- Novais, C. R. (2016). *Mobilidade Elétrica: Desafios e Oportunidades* . FGV Energia .
- Pinsky, V. (2021 de 02 de 2021). *Blog da Fundação Instituto de Administração*. Acesso em 2021 de 08 de 28, disponível em <https://fia.com.br/blog/aquecimento-global/>.
- PlugShare. (05 de 06 de 2022). Fonte: <https://www.plugshare.com/>
- PNME. (2021). *1º Anuário Brasileiro da Mobilidade Elétrica*. Fonte: Plataforma Nacional de Mobilidade Elétrica .
- PROMOB-e. (03 de 03 de 2022). *O que é Mobilidade Elétrica? Informações e Atualidades* . Fonte: PROMOB-e: <https://www.promobe.com.br/>
- Renault. (29 de 01 de 2022). Fonte: Renault Zoe E-Tech: <https://www.renault.com.br/veiculos-eletricos/zoe.html>
- Renault. (20 de Junho de 2022). *Autonomia e Recarga Renault Zoe e-tech* . Fonte: <https://www.renault.com.br/veiculos-eletricos/zoe/autonomia-e-carregamento.html>
- REPLENISHH. (29 de 11 de 2021). <https://www.replenishh.com/>. Fonte: <https://www.replenishh.com/Knowledge-Hub/EV-Charging-Basics>
- REUTERS. (05 de Janeiro de 2022). Electric Cars Hit 65% of Norway sales as Tesla Grabs Overall Pole . Acesso em 26 de 01 de 2022, disponível em <https://www.reuters.com/business/autos-transportation/electric-cars-take-two-thirds-norway-car-market-led-by-tesla-2022-01-03/>
- São Paulo, C. M. (01 de 04 de 2020). *Agora é lei: Empreendimentos novos terão de prever recarga de veículos elétricos*. Fonte: <https://www.saopaulo.sp.leg.br/blog/agora-e-lei-empreendimentos-novos-terao-de-prever-recarga-de-veiculos-eletricos/#:~:text=Com%20a%20san%C3%A7%C3%A3o%20do%20Executivo,que%20regulamenta%C3%A7%C3%A3o%20entrar%20em%20vigor.>
- Schmidt, J. G. (2021). *Estudo e Simulação de Impactos de Demanda com Avaliação de Algoritmos de Smart Charging para Veículos Elétricos em Estações Semirrápidas* . Trabalho de Conclusão de Curso , UFSC, Engenharia Elétrica . Acesso em 12 de 03 de 2022

- Secovi-SP. (15 de 03 de 2022). *Panorama do Mercado Imobiliário*. Fonte: <http://www.secovi.com.br/>: <http://www.secovi.com.br/pesquisas-e-indices/>
- Secovi-SP. (01 de 2022). *Pesquisa Mensal de Mercado Imobiliário* . Fonte: <http://www.secovi.com.br/pesquisas-e-indices/pesquisa-mensal-do-mercado-imobiliario>
- Seixas, D. (2021). *Mês da Energia - Infraestrutura de Recarga para Veículos Elétricos no Brasil*. Florianópolis , Santa Catarina .
- Shell. (18 de 02 de 2022). *Shell UK's First EV HUB*. Fonte: <https://www.shell.co.uk/a-cleaner-energy-future/cleaner-transport/electric-mobility/ev-hub.html>
- Suisse, C. (2022). *WEG - Overlooked Growth Series - 2nd Edition - Deep Dive on Electric Vehicles Chargers*.
- Toyota. (02 de 06 de 2022). *Toyota Prius* . Fonte: <https://www.toyota.com/>
- UOL. (5 de Abril de 2022). *Dirigimos o VW e-Deliveru, o caminhão elétrico feito no Brasil*. Fonte: <https://motor1.uol.com.br/reviews/541790/avaliacao-vw-edelivery-caminhao-eletrico/#:~:text=O%20VW%20e%2DDelivery%20pode,e%20250%20km%20de%20autonomia>.
- WEG. (2022). *Estação de Recarga para Veículos Elétricos* . Fonte: <https://www.weg.net/catalog/weg/BR/pt/Automa%C3%A7%C3%A3o-e-Controle-Industrial/Infraestrutura-para-Mobilidade-El%C3%A9trica/Esta%C3%A7%C3%A3o-de-Recarga-para-Ve%C3%ADculos-El%C3%A9tricos/Esta%C3%A7%C3%A3o-de-Recarga-para-Ve%C3%ADculos-El%C3%A9tricos/p/MK>
- WIRED. (31 de 12 de 2021). *Electric Vehicle Charging is the Next Billion-Dollar Market*. Fonte: <https://www.wired.co.uk/article/electric-vehicle-charging-market>.

## ANEXO A – ESTAÇÃO DE RECARGA DO MODO 2



Fonte: (NeoCharge, 2022)

## ANEXO B – ESTAÇÃO DE RECARGA DO MODO 3



Fonte: (WEG, 2022)

## ANEXO C – ESTAÇÃO DE RECARGA DO MODO 4



Fonte: (ABB, 2022)