

INSTITUTO DE TECNOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO

MAGNO BORGES DA SILVA

**PROPOSTAS DE AÇÕES PARA FOMENTO E DISSEMINAÇÃO DO  
USO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS NO BRASIL**

Curitiba

2022

MAGNO BORGES DA SILVA

**PROPOSTAS DE AÇÕES PARA FOMENTO E DISSEMINAÇÃO DO  
USO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS NO BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento de Tecnologia, Área de Concentração Sistemas Energéticos Convencionais e Alternativos, do Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento, em parceria com o Instituto de Engenharia do Paraná, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento de Tecnologia.

Orientador: Prof.<sup>a</sup> Dra. Ana Paula Oening

Coorientador: Prof.<sup>a</sup> Dra. Signie Laureano  
França Santos

Curitiba

2022

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Silva, Magno Borges da.

Propostas de ações para fomento e disseminação do uso de veículos elétricos no Brasil. / Magno Borges da Silva. – Curitiba: LACTEC: IEP, 2022.

1 recurso on-line : PDF.

Dissertação (Mestrado) apresentada ao Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento de Tecnologia, Área de concentração – Sistemas Energéticos Convencionais e Alternativos, do Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento (LACTEC), em parceria com o Instituto de Engenharia do Paraná (IEP).

Orientadora: Profª. Dra. Ana Paula Oening.

Coorientador: Profª. Dra. Signie Laureano França Santos.

1. Desenvolvimento de tecnologia. 2. Transporte. 3. Veículos elétricos. 4. Carros elétricos. I. Oening, Ana Paula. II. Santos, Signie Laureano França. III. Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento. IV. Instituto de Engenharia do Paraná. V. Título.

Bibliotecário: Nilson Carlos Vieira Júnior CRB-9/1797

## TERMO DE APROVAÇÃO

**MAGNO BORGES DA SILVA**

### **PROPOSTAS DE AÇÕES PARA FOMENTO E DISSEMINAÇÃO DO USO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS NO BRASIL**

Trabalho de conclusão de curso aprovado como requisito para obtenção do grau de Mestre, no Mestrado Profissional do Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento de Tecnologia, realização do Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento (LACTEC) em parceria com o Instituto de Engenharia do Paraná (IEP), pela seguinte banca examinadora:

*Ana Paula*

Ana Paula (1 de Junho de 2022 13:58 ADT)

**ORIENTADOR (A): Prof.ª Dr.ª Ana Paula Oening**  
Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento (LACTEC)

*Débora C. Marcilio*

**Prof.ª Dr.ª Débora Cintia Marcilio**  
Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento (LACTEC)

*Eduardo Kazumi Yamakawa*

Eduardo Kazumi Yamakawa (1 de Junho de 2022 15:21 ADT)

**Prof. Dr. Eduardo Kazumi Yamakawa**  
Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento (LACTEC)

*James Alexandre Baraniuk*

**Prof. Dr. James Alexandre Baraniuk**  
Universidade Federal do Paraná (UFPR)

Curitiba, 20 de abril de 2022.

Dedico este trabalho a minha família e amigos, que mesmo nos momentos difíceis não faltaram com um abraço de apoio e uma palavra amiga.

Uma coisa é certa, quanto mais profundamente  
confuso você fica em sua vida, mais aberta sua  
mente se torna para novas ideias.

Neil deGrasse Tyson

O conteúdo de um livro guarda o poder da  
educação e é com esse poder que conseguimos  
moldar o futuro e mudar vidas.

Malala Yousafzai

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pela vida, pelos momentos de alegria, por me conceder força nos momentos difíceis e por colocar tantas pessoas incríveis no meu caminho e na minha história.

Agradeço imensamente a minha orientadora Prof.<sup>a</sup> Dra. Ana Paula Oening e também a minha coorientadora Prof.<sup>a</sup> Dra. Signie Laureano França Santos por todos os ensinamentos compartilhados comigo ao longo deste mestrado, que mesmo diante de um período difícil de pandemia que todos nós estamos vivendo, sempre estiveram presentes compartilhando os seus conhecimentos e experiências, fica aqui o meu muito obrigado.

Agradeço a minha família e amigos pelas palavras de apoio e pelos abraços de conforto nos momentos fraqueza.

## RESUMO

O aquecimento global tem se acelerado e aumentado nas últimas décadas devido à crescente industrialização e ao aumento do consumo de bens e serviços. De maneira positiva, o tema do aquecimento global tem ganhado cada vez mais espaço nas agendas governamentais, sociedades empresariais e também por entidades da sociedade civil. Dentre os assuntos abordados para se frear o crescente aumento das emissões de gases do efeito estufa que são os responsáveis pelo aquecimento do planeta, está a adoção da tecnologia de mobilidade elétrica nas atividades econômicas, como os serviços de transporte, que são fundamentais para o deslocamento de pessoas e mercadorias. No atual cenário brasileiro, a utilização da mobilidade elétrica nas atividades econômicas ainda é pequena, principalmente nas atividades de transporte que é a atividade responsável pelos maiores índices de emissões de gases poluentes durante a sua operação no Brasil. Diante deste cenário, a pesquisa visa contribuir com o setor brasileiro de mobilidade elétrica auxiliando no fomento e na disseminação do uso de veículos elétricos, propondo ações práticas de políticas públicas como: regulações, investimentos de infraestrutura e estímulos fiscais, que estão sendo embasados na análise das iniciativas aplicadas nos mercados americano, europeu e asiático, que atualmente, são os líderes globais no que se refere à utilização, comercialização e produção desse tipo de tecnologia.

Palavras-chave: Mobilidade elétrica; Transporte; Política de mobilidade; Regulações internacionais.

## **ABSTRACT**

Global warming has accelerated and increased in the recent decades due to increasing industrialization and increased consumption of goods and services. In a positive way, the theme of global warming has gained more space in government agendas, business societies and also by civil society entities. Among the issues addressed to curb the increase in greenhouse gas emissions, which are responsible for global warming, is the adoption of electric mobility technology in economic activities, such as transportation services, which are fundamental for the displacement of people and goods. In the current Brazilian scenario, the use of electric mobility in economic activities is still small, especially in transportation activities, which is the activity responsible for the highest rates of polluting gases emissions during its operation in Brazil.

In view of this scenario, the research aims to contribute to the Brazilian electric mobility sector, assisting in the promotion and dissemination of the use of electric vehicles, proposing practical actions of public policies such as: regulations, infrastructure investments and fiscal stimulus, which are being based on the analysis of the initiatives applied in the American, European and Asian markets, which are currently the global leaders in the use, marketing and production of this type of technology.

**Keywords:** Electric mobility; Transportation; Mobility policy; International regulations.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – CADEIA DE SUPRIMENTOS.....	19
Figura 2 - CADEIA DE DISTRIBUIÇÃO .....	21
Figura 3 – ZONA DE MÁXIMA RESTRIÇÃO À CIRCULAÇÃO.....	23
Figura 4 - POLÍTICAS NO BRASIL .....	28
Figura 5 - PREVISÃO DE MERCADO .....	38
Figura 6 - FLUXOGRAMA DA PESQUISA.....	51
Figura 7 - CARREGADORES NA EUROPA.....	56
Figura 8 - PERCENTUAL DE VENDAS DE EVS NO MUNDO .....	58
Figura 9 - ROADMAP EVS.....	59
Figura 10 - ROADMAP DE PROPOSTAS.....	63

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - RESTRIÇÃO DE CIRCULAÇÃO.....	22
Tabela 2 - RESUMO PRINCIPAIS INCENTIVOS INTERNACIONAIS.....	35
Tabela 3 - PROPOSTA DE AÇÃO DE CURTO PRAZO (2 ANOS).....	66
Tabela 4 - PROPOSTA DE AÇÃO DE MÉDIO PRAZO (4 ANOS).....	68
Tabela 5 - PROPOSTA DE AÇÃO DE LONGO PRAZO (6 ANOS).....	69

## LISTA DE SIGLAS

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

EVS – *Electric Vehicles*

ICE – *Internal Combustion Engine*

HEV - *Hybrid Electric Vehicle*

ONU - Organização das Nações Unidas

GEE - Gases do Efeito Estufa

COP - Conferência das Nações Unidas sobre as Mudanças Climáticas

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

PBT - Peso Bruto Total

VUC – Veículo Urbano de Carga

VLC – Veículo Leve de Carga

IPVA – Imposto Sobre Propriedade de Veículo Automotor

IPTU - Imposto Predial e Territorial Urbano

PIB – Produto Interno Bruto

PL – Projeto de Lei

ABVE - Associação Brasileira do Veículo Elétrico

PNME - Política Nacional de Mobilidade Elétrica

PLS – Projeto de Lei do Senado

CET - Companhia de Engenharia de Tráfego

ZMRC - Zona de Máxima Restrição de Circulação

ZERC - Zona Especial de Restrição de Circulação

CSS – *Car Sharing Services*

OEM - *Original Equipment Manufacturer*

UE – União Europeia

CEPAL - Comissão Econômica para a América Latina

TRM – Technology Roadmap

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
1.1	CONTEXTO .....	15
1.2	OBJETIVOS .....	16
1.3	JUSTIFICATIVA .....	17
1.4	ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO .....	17
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>19</b>
2.1	SERVIÇOS DE TRANSPORTES – RELEVÂNCIA ECONÔMICA .....	19
2.2	TRANSPORTE DE CARGAS EM ÁREAS URBANAS .....	20
2.3	CARACTERÍSTICA DOS VEÍCULOS .....	23
2.4	INFRAESTRUTURA.....	26
2.5	CENÁRIOS DE INCENTIVOS.....	27
2.5.1	Regulações e estímulos internacionais .....	31
2.5.2	Regulamentação e normas nacionais.....	36
2.6	MARKET SHARE .....	38
2.7	MODELOS DE NEGÓCIOS .....	39
2.7.1	<i>Car Sharing</i> .....	39
2.7.2	Recarga de veículos .....	41
2.7.3	OEM - <i>Original Equipment Manufacturer</i> .....	42
2.7.4	Desenvolvimento de aplicativos.....	42
2.8	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	43
<b>3</b>	<b>MÉTODO</b> .....	<b>51</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>53</b>
4.1.1	Análise preliminar .....	53
4.1.2	Análise de ações internacionais .....	55
4.1.3	Estruturação das propostas .....	58
4.1.4	Roadmap de propostas .....	63
4.1.5	Proposta de ações de curto prazo (2 anos).....	64

4.1.6	Proposta de ações de médio prazo (4 anos) .....	66
4.1.7	Proposta de ações de longo prazo (6 anos) .....	68
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS .....</b>	<b>69</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>71</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O crescente aumento da temperatura do planeta e eventos climáticos extremos cada vez mais presentes, levaram os países integrantes da Organização das Nações Unidas (ONU) a assinarem o Acordo de Paris (COP-21) em 2015. No tratado, os participantes assinaram um acordo para limitar o aumento da temperatura do planeta em até a 2°C até o ano de 2050 (MARCOVITCH, 2016).

O Brasil que era um dos países participantes da conferência, também se comprometeu a reduzir as emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) além de promover novos padrões de tecnologias mais limpas e de infraestrutura que produzam uma quantidade menor de poluição (MARCOVITCH, 2016).

Estes objetivos da COP-21, seguem o acordo firmado pelo Brasil e iniciado em 2009 com a criação da política nacional sobre mudanças climáticas que além de instituírem metas para a redução do desmatamento do território amazônico, também incluem metas para a utilização eficiente de recursos naturais e o aumento da participação de energias renováveis nos mais diversos setores produtivos brasileiros, dentre eles, os que são essenciais para o funcionamento da sociedade, os serviços de transporte de cargas e transporte da população (CAMPOS, VELLASCO, 2017).

As atividades de transporte como serviços essenciais para a população, cria a possibilidade de trazer mais investimentos ao setor e conseqüentemente abrindo oportunidades para se empregar veículos elétricos nas atividades econômicas (CAMPOS, VELLASCO, 2017).

Todas as novas agendas de compromissos ambientais caminham fazendo menção a aplicabilidade de fontes renováveis e de tecnologias que auxiliem na redução de gases poluidores, e neste cenário, a adoção da mobilidade elétrica sempre é vista como uma ferramenta para o atingimento dos compromissos ambientais assumidos (CAMPOS, VELLASCO, 2017).

O Brasil possui uma matriz energética limpa e renovável amplamente gerada através das hidrelétricas. Em 2019, o país ultrapassou a meta de capacidade instalada, que é o total de energia que pode ser gerada, produzindo mais de 170 mil MW de potência fiscalizada. Os estudos realizados pela Itaipu Binacional, demonstram que caso o Brasil decidisse usar toda a sua capacidade de produção para introduzir veículos elétricos no mercado, o impacto na demanda de consumo de energia seria de 3,3% ao ano. Para a substituição de toda a frota brasileira seria

necessário um período médio de 10 anos de produção exclusiva de veículos elétricos, sendo assim, o acréscimo na demanda por energia seria de 33%, se tornando uma demanda expressiva caso não houvesse nenhuma ampliação na capacidade de geração de energia, algo totalmente irracional, visto que o Brasil é o quinto país que mais investe em geração de energia no mundo (CAMPOS, VELLASCO, 2017).

## 1.1 CONTEXTO

A mobilidade elétrica está relacionada à eletrificação dos transportes e tem um importante papel para o atingimento das metas ambientais (NOVAIS, 2016).

A eletrificação das frotas de veículos no mundo se tornou parte das medidas adotadas dentro de um conceito de sustentabilidade, que é peça vital para formulação de políticas públicas. Para o atingimento das metas que vários chefes de estados assumiram durante a realização da Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (COP-21), são necessárias ações fortes, principalmente, na área de transportes, que é responsável por 23% das emissões de dióxido de carbono em todo o planeta (NOVAIS, 2016).

No Brasil 32% das emissões de CO<sub>2</sub> lançadas na atmosfera são originadas pela atividade de transportes, esse número é maior do que a média mundial e se deve ao fato de que o transporte rodoviário brasileiro ser predominantemente maior se comparado com outros países (DRUMM, 2014).

Apesar do tema da mobilidade elétrica ganhar mais evidência somente nos últimos anos, essa é uma tecnologia que surgiu em meados do século XIX, quando no ano de 1859 foi desenvolvida a bateria de chumbo-ácido. O mercado de veículos elétricos cresce a cada ano, chegando a contabilizar em 2020 mais de 3 milhões de veículos vendidos no mundo, isso representa um aumento de 41% quando comparado com o ano anterior (IEA, 2022).

As montadoras, e também seus fornecedores, estão cientes dessa mudança no mercado de veículos e sua crescente demanda e esse aumento também é expressiva no mercado de veículos pesados, como caminhões e ônibus. Até pouco tempo esse crescimento na demanda por veículos elétricos não existia no mercado de veículos pesados, pois até então não era plausível converter veículos de grande porte (movidos em sua grande maioria à diesel) para veículos totalmente elétricos.

Essa insegurança na conversão dos veículos era proveniente do tempo para recarga das baterias e também do peso extra devido ao porte das baterias, o que para proprietário de transportadoras, por exemplo, seriam um fator determinante para efetivar a compra do veículo (VERBRUGGEN, HOEKSTRA, HOFMAN, 2018).

Os países que possuem índices alarmantes de poluição do ar, estão cada vez mais investindo na renovação de suas frotas, substituindo os atuais veículos por veículos elétricos. A China, por exemplo, vem se utilizando de caminhões elétricos para atividades de serviços públicos, como coleta de lixo e transporte público da população (GLOBAL EV, 2019).

Este trabalho está vinculado ao projeto estratégico ANEEL código PD 00385-0069/2019 intitulado “Desenvolvimento de Caminhão Elétrico para Manutenção de Redes de Distribuição de Energia”.

No cenário brasileiro a chamada de projetos estratégicos da ANEEL Nº22/2018 para desenvolvimento de soluções em mobilidade elétrica, vem de encontro ao grande número de empresas do setor elétrico que tem interesse em realizar investimentos na área de mobilidade elétrica. Um dos principais objetivos dessa chamada é a geração de produtos inovadores de pesquisa e desenvolvimento (P&D), seja cabeça de série, inserção no mercado ou lote pioneiro (ANEEL, 2018).

## 1.2 OBJETIVOS

### **Objetivo Geral**

O objetivo geral da pesquisa é propor ações que auxiliem no fomento e disseminação do uso de veículos elétricos no Brasil, realizando um levantamento no cenário internacional das principais iniciativas e estímulos que são aplicadas para impulsionar o uso da tecnologia.

### **Objetivos Específicos**

Os objetivos específicos abordados na pesquisa são:

- Identificar modelos de incentivos aplicados para mobilidade elétrica em outros países.
- Identificar estratégias de mercado de EVs (*Electric Vehicles*).

- Identificar medidas de incentivo em prática no Brasil para disseminação da mobilidade elétrica.
- Determinar pontos positivos e negativos do uso dos EVs no cenário nacional.
- Analisar os resultados das pesquisas e identificar se podem ser replicados no cenário brasileiro.

### 1.3 JUSTIFICATIVA

O poder público bem como as indústrias tem papel fundamental na construção de um futuro com um meio ambiente sustentável, reduzindo gradativamente os gases causadores do efeito estufa. Ainda assim, no Brasil não existe um modelo específico do que será efetivamente necessário para disseminar o uso da mobilidade elétrica e consequentemente reduzir os índices de CO<sub>2</sub> provenientes da utilização de veículos movidos a combustão (GLOBAL EV, 2019).

A preocupação com os efeitos do aquecimento global impulsionou esse tipo de tecnologia como sendo umas das ações adotadas para que os acordos de redução dos gases que impulsionam o aquecimento global sejam alçados. Alguns países, principalmente países europeus como Irlanda, França, Alemanha, Reino Unido já definiram um prazo final para banir todos os tipos de veículos do tipo ICE (sigla em inglês para *Internal Combustion Engine*) ou “motor de combustão interna” nas próximas décadas. Iniciativas, como por exemplo, redução de impostos sobre veículos elétricos e também a livre circulação, são boas medidas que podem ser adotadas para que a população tenha cada vez mais interesse na aquisição de veículos do tipo EV (*Electric Vehicle*) ou também por modelos do tipo HEV (*Hybrid Electric Vehicle*) (DELGADO, COSTA, FEBRARO, SILVA, 2017).

Os compromissos ambientais assumidos pelo Brasil são plenamente possíveis de serem alcançados, colocando em prática a utilização eficiente de recursos naturais e aumentando a participação de energias renováveis nos mais diversos setores produtivos, dentre eles, a implantação em larga escala de veículos elétricos nas atividades de transporte (CAMPOS, VELLASCO, 2017).

### 1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

A dissertação foi construída e organizada em capítulos distintos, a fim de abordar os principais tópicos de maneira ordenada. No primeiro capítulo da dissertação é abordada a introdução ao tema da pesquisa, contexto e também o objetivo geral e específico que serão abordados.

No segundo capítulo foi abordada a fundamentação teórica, trazendo das bases científicas e literaturas para a construção da pesquisa. O terceiro capítulo apresenta a revisão bibliográfica e acervo utilizado como bases na construção da pesquisa.

No quarto capítulo foi feito o detalhamento dos materiais e métodos empregados para a obtenção do acervo bibliográfico e a metodologia para a construção da pesquisa. No capítulo cinco foi efetivamente feita a proposta de ações para fomento e disseminação da mobilidade elétrica no Brasil.

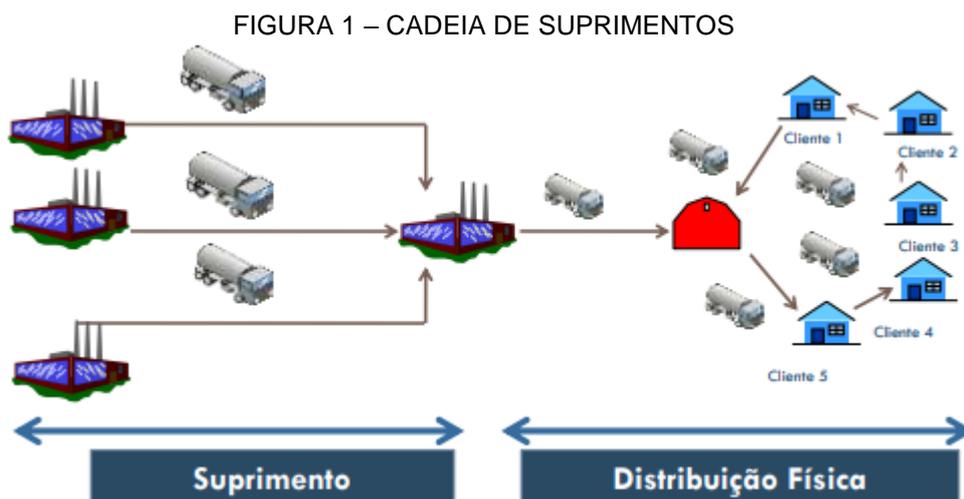
Por fim, o capítulo seis traz as conclusões finais da pesquisa com a intenção também de recomendar trabalhos futuros.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 SERVIÇOS DE TRANSPORTES – RELEVÂNCIA ECONÔMICA

Os serviços de transportes são vitais para qualquer economia, sua principal função é de abastecer produtores, cidades e, conseqüentemente, toda a população. Sua atuação é de peça estratégica na cadeia de suprimentos, atuando de forma a suprir as demandas necessárias de atuação da economia.

Segundo Ballou (2001), a cadeia de suprimentos se divide em dois canais dentro da sua operação, que são: o canal de suprimentos que é o serviço de transporte de matéria prima até a indústria produtiva; e o outro é o canal de distribuição que atua realizando toda a distribuição dos bens produzidos pelas indústrias.



FONTE: Ballou(2001).

A adoção de veículos elétricos, especificamente nas atividades de transportes, é muito bem vista por entidades como uma grande solução para lidar com os problemas causados por veículos de combustão interna nas grandes cidades do mundo e, conseqüentemente, também auxiliar nos impactos causados pela dependência do petróleo, como é o caso da economia americana (O'CONNOR, 2011).

Segundo Domingos (2018), o custo de combustíveis fósseis é um fator que assume um valor considerável na utilização de um veículo a combustão. Isso ocorre devido os combustíveis fósseis possuírem muita instabilidade no que se refere ao seu preço, que sofre de fatores externos como política e assuntos econômicos. Porém, o

custo de aquisição destes veículos elétricos ainda é bastante elevado, podendo chegar próximos de três vezes ao dos veículos convencionais.

Segundo Feng (2012), mesmo com um custo mais elevado de aquisição, os veículos elétricos são mais simples e baratos de se manter e apresentam como outras vantagens a utilização de uma energia altamente eficiente.

Embora os EVs sejam significativamente mais caros que os carros convencionais, os subsídios podem reduzir seu preço de compra aumentando a sua atratividade perante o consumidor. Os veículos elétricos custam cerca de 2,5 vezes mais do que os veículos convencionais de combustão, sendo que o retorno de capital investido na compra de um elétrico é relativamente maior do que quando comparado aos veículos convencionais (CHRISPIM, 2018).

A crescente demanda por veículos comerciais convencionais nas últimas décadas tem gerado um crescente aumento nos índices de poluição, ruídos e congestionamentos nas grandes cidades. Com isso, regulamentações governamentais cada vez mais rígidas são impostas a esses veículos acarretando até mesmo na proibição na circulação em determinados horários ou mesmo em certas áreas. Essas regulamentações afetam diretamente as atividades de transporte dificultando toda a cadeia de distribuição que se vê impossibilidade de realizar suas atividades em determinados pontos ou mesmo em determinados horários. Isso cria custos extras as atividades e também uma perda de produtividade pelo setor de transporte, uma vez que essas regulamentações acabam criando gargalos durante o ciclo de distribuição de produtos em grandes centros (FIGLIOZZI, 2012).

Grande parte das atividades de transporte possuem rotas fixas para a distribuição de produtos pelas grandes cidades. Nesse sentido, boa parte dos motoristas de veículos comerciais leves tendem a seguir quase sempre uma mesma rota, e nesse contexto, os motoristas já tem uma boa ideia da autonomia que precisam percorrer diariamente. Desde que os veículos elétricos consigam percorrer a autonomia da rota não haverá preocupação em se encontrar um carregador, visto que, o veículo deverá retornar a sua base no final do seu expediente onde poderá recarregar a sua bateria (FIGLIOZZI, 2012).

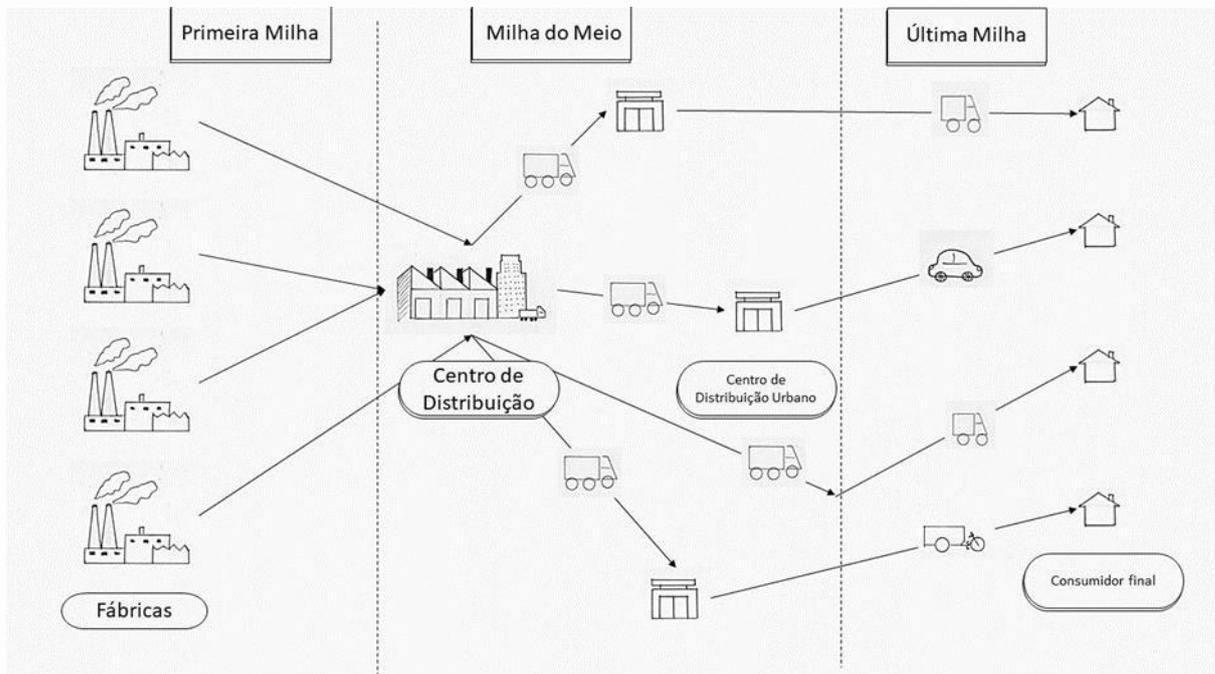
## 2.2 TRANSPORTE DE CARGAS EM ÁREAS URBANAS

O transporte urbano de carga envolve o deslocamento através de áreas urbanas e pode incluir mercadorias, matéria-prima ou serviços produzidos ou consumidos pelo sistema urbano. Destaca-se no transporte de carga geral, principalmente, os veículos de médio porte que transitam em áreas urbanas densamente povoadas, causando evidentes impactos econômicos, sociais e ambientais no meio urbano, exigindo planejamentos e políticas específicas (ADITJANDRA, GALATIOTO, BELL, & ZUNDER, 2016).

O serviço de transporte de cargas pode ser dividido em três etapas, sendo a primeira chamada de primeira milha, que é caracterizada pelo transporte intercontinental. Para fabricantes de centros de distribuição em outros países, a segunda etapa é chamada de milha do meio, que se refere ao transporte intracontinental que já se caracteriza pela entrega dos produtos nos centros de distribuição para o centro de transbordo. A terceira fase, denominada última milha é responsável pela entrega dos produtos prontos ao consumidor final.

A terceira etapa que ocorre frequentemente dentro das áreas urbanas de grandes cidades, é onde se concentra a maior parte da população e do consumo dos bens e serviços. Este fluxo pode ser observado na FIGURA 2 (BALLOU, 2001).

FIGURA 2 - CADEIA DE DISTRIBUIÇÃO



FONTE: Adaptado de Ballou (2011)

A última milha é a etapa mais cara, menos eficiente e mais poluidora de toda a cadeia logística. Isso porque, existem variáveis difíceis de serem contornadas, como por exemplo, a questão de rodízios de circulação e a proibição de circulação em determinados pontos ou locais. Isso acarreta em mais custos e menos produtividade do setor, visto que, se cria um gargalo durante a operação (GEVAERS ET AL., 2011).

Com o crescente desenvolvimento das cidades e o aumento do ritmo de urbanização, a demanda por bens e serviços também está aumentando consideravelmente, levando ao aumento do volume de cargas nas grandes cidades. Isso acaba gerando problemas como trânsito pesado, poluição do ar e barulho. Em sua grande maioria os veículos utilizados para transporte são de grande porte e também mais pesados do que os automóveis convencionais. (OLIVEIRA, 2014).

Em São Paulo, existe a operação “horário de pico”, mais conhecida como rodízio, que visa restringir a circulação de carros e caminhões a partir da combinação do número final da placa e do dia da semana, no detalhe abaixo é possível observar como funciona este rodízio:

TABELA 1 - RESTRIÇÃO DE CIRCULAÇÃO

Dia da Semana	Segundas-feiras	Terças-feiras	Quartas-feiras	Quintas-feiras	Sextas-feiras
Número final da placa	0 e 1	2 e 3	4 e 5	6 e 7	8 e 9

Fonte: Adaptado da Companhia de Engenharia de Tráfego (2018)

A Zona de Máxima Restrição de Circulação é a área de São Paulo onde o tráfego de caminhões é restrito, incluindo centros comerciais e de serviços. Foi criado para promover o abastecimento noturno do comércio local. Nesta área, os caminhões não podem circular das 05h00 às 21h00 de segunda a sexta-feira e das 10h00 às 14h00 aos sábados. Os veículos que possuem autorizações especiais e transporte de alimentos podem passar das 5h00 às 12h00 os veículos de carga urbana circulam livremente (CET, 2018).

A Prefeitura da cidade, em parceria com a companhia de Engenharia de tráfego, tem adotado medidas para restringir a circulação de caminhões na cidade e incentivar o reabastecimento noturno, medidas essas determinadas pelo Decreto nº 56.920, de 8 de abril de 2016, que estipula horários para a circulação de caminhões dentro da Cidade (CETESB, 2017). O decreto vigente determina regiões restritas de circulação de caminhões, esse detalhamento é possível ser observado na figura abaixo:

FIGURA 3 – ZONA DE MÁXIMA RESTRIÇÃO À CIRCULAÇÃO



Fonte: Prefeitura de São Paulo (2012)

Ainda abordando a cidade de São Paulo, existem as chamadas Zone Especial de Restrição de Circulação, que é a região da cidade composta exclusivamente por residências na qual caminhões não podem circular, nem mesmo pequenos caminhões de transportes devido principalmente ao ruído causado pela sua utilização. Todavia, existem algumas exceções quando a circulação desde veículos por estas regiões, um exemplo, são prestadores de serviços, porem para que estes possam circular eles devem estar cadastrados e autorizados a transitar nos horários das restrições e também em locais de acesso restrito para veículos desta categoria (CET, 2018).

### 2.3 CARACTERÍSTICA DOS VEÍCULOS

No cenário brasileiro, mas especificamente abordando a cidade de São Paulo, que é a que possui a maior frota de veículos do país o principal modal utilizado é o rodoviário, isso se aplica tanto para a movimentação de cargas como também para a movimentação da população. Esta situação gera, sobretudo, muita poluição, pois grande parte da frota utilizada é de veículos movidos pela queima de combustíveis

fosseis, agravando ainda mais os índices de poluição lançados pelo Brasil na atmosfera (SILVEIRA, 2009).

Atualmente, existem diversas classificações para os veículos de carga. A classificação utilizada pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), apresentada no Relatório de Emissões Veiculares do Estado de São Paulo em 2016, que caracteriza os veículos pelo seu peso bruto total (PBT), nas seguintes características: comercial leve com peso inferior (3,8 toneladas), caminhão semi-leve (de 3,8 a 6 toneladas), caminhão leve (de 6 a 10 toneladas), caminhão médio (de 10 a 15 toneladas), caminhão semipesados (de 15 a 40 toneladas) e, por último, o caminhão pesado com peso superior que 40 toneladas (CETESB, 2017).

Na cidade de São Paulo o número de veículos de transporte de cargas em 2016 foi próximo a 2,5 milhões, dos quais os veículos comerciais leves representaram 81,5%, caminhões representaram 18,5%, caminhões semileve 8%, leves 25,5%, 14,7% médio e 25,3% semipesados e 26,5% pesado. A frota de veículos comerciais leves é composta por 337.421 movidos a gasolina, 9.577 carros movidos etanol, 415.113 carros movidos à tecnologia flex (gasolina e etanol) e 185.679 veículos movidos a diesel (CETESB, 2017).

O tipo de frota utilizada pode afetar os custos por meio do consumo de combustível, uso da capacidade máxima de carga, métodos de carga e descarga e segurança. Os veículos mais usados em áreas urbanas e operações de última milha são os veículos utilitários e os (VUC) veículos urbanos de carga (GEVAERS ET AL., 2011).

A história dos veículos elétricos remonta a 1834 e o nascimento das células de combustível por volta do ano de 1839. O primeiro Veículo Elétrico Híbrido, apareceu em meados de 1898, e seu primeiro modelo foi desenvolvido pelo Doutor Ferdinand Porsche, na Alemanha. Embora houvesse alguns avanços tecnológicos na época, por exemplo, com Henry Ford aprimorando o modelo e resolvendo alguns problemas, ainda assim a tecnologia era bastante limitada. Principalmente com relação as baterias dos veículos que eram consideradas inadequadas tecnicamente, o que afetou diretamente a produção dos veículos elétricos, tornando-os inadequados para aquela época e sendo esquecidos por várias décadas (CHAN, 2007).

Um EV é um veículo parcial ou totalmente movido por um motor elétrico, cuja energia provém de uma bateria recarregável (IWAN ET AL., 2014).

Sua estrutura ou chassi é igual ou muito semelhante a de veículos a combustão interna, de forma que visualmente quase não é possível perceber diferença entre eles esses modelos. A diferença mais perceptível está justamente no seu funcionamento, onde existe uma clara percepção na redução de ruídos provenientes durante o seu funcionamento. Os veículos elétricos substituem o tradicional motor a combustão e tanque de combustível por um motor elétrico, controlador e conjunto de baterias recarregáveis. Essas baterias recarregáveis armazenam a energia que é enviada ao motor somente na quantidade exigida para o funcionamento naquele determinado momento (RACZ, MUNTEAN, & STAN, 2015).

Com o embargo árabe e a crise do petróleo em 1970, os projetos dos veículos elétricos foram retomados juntamente com a retomada das pesquisas para essa tecnologia, que vêm sendo realizadas de forma lenta, mas crescente até os dias de hoje. A célula de combustível que é uma das tecnologias disponíveis para implantação nos EVs atingiu o pico durante o programa Apollo, em 1950, e foi introduzida como uma tecnologia de veículo somente em 1967, quando a General Motors produziu um carro com célula de combustível de hidrogênio para uso interno. Em 1997, a Toyota vendeu o primeiro modelo elétrico em escala global, o Toyota Prius no Japão. Nas últimas décadas, devido à rígida legislação europeia sobre emissões de poluentes e o uso de combustíveis fósseis, a pesquisa sobre essas tecnologias continuam a aumentar (CHAN, 2007).

Há décadas os veículos com células de combustível também apresentam avanços tecnológicos, principalmente nos veículos de grande porte, como caminhões e ônibus, por terem mais espaço para transportar os tanques de hidrogênio necessários (CHAN, 2007).

Os veículos elétricos utilizam a eletricidade como combustível e existem várias formas de obtê-la, podendo ser conectados diretamente a uma fonte externa de energia por meio de plugues ou cabos aéreos, por sistemas de indução eletromagnética ou pela eletrólise de oxigênio com hidrogênio em uma célula de combustível (IWAN ET AL., 2014).

Os EVS podem ser divididos em veículos puramente elétricos, veículos híbridos e veículos com células de combustível. Em um veículo puramente elétrico essa fonte de energia vem diretamente da bateria. No caso do veículo híbrido a energia vem da bateria que pode ser carregada pela energia de frenagem do veículo

ou por um motor de combustão interna. Em veículos de célula de combustível a energia vem através da reação de hidrogênio e oxigênio (IWAN ET AL., 2014).

Os veículos puramente elétricos e também os movidos a células de combustível não possuem emissão de gás carbônico durante a sua operação. Já os veículos híbridos possuem um índice de emissão de poluentes, mesmo assim ainda muito inferior a um veículo de combustão interna convencional. Uma outra característica de veículos híbridos é que eles possuem uma autonomia de rodagem superior à dos veículos puramente elétricos (CHAN, 2007).

## 2.4 INFRAESTRUTURA

Segundo Morganti & Browne (2018), não se deve pensar nos veículos elétricos de maneira isolada, visto que esses veículos são dependentes de uma ampla infraestrutura para recarga dos sistemas de baterias. Ainda neste contexto, a infraestrutura para se manter uma frota elétrica vai muito além da instalação de postos de recarga; é preciso também realizar investimentos no aperfeiçoamento da rede elétrica.

O Brasil apesar de possuir uma matriz energética sustentável, sendo 41% provenientes de fontes renováveis devido a abundância de bacias hidrográficas, fica influenciado pela vazão de rios e sua sazonalidade em períodos de estações do ano, podendo passar por períodos de estiagem e redução drástica da geração de energia.

Um outro problema observado no cenário brasileiro é que a geração de energia não está igualmente distribuída com o consumo e como a geração de energia, isso se torna um problema grave considerando que a geração de energia fica atrelada ao nível de chuva e a quantidade de água disponível nos reservatórios. A dimensão territorial brasileira também é um fator significativo nos desafios a serem vencidos pelo setor energético brasileiro, tendo em vista que a rede se torna muito mais complexa de ser construída quando comparada com países menores (TEIXEIRA, SILVA, NETO, DINIZ, SODRÉ, 2015).

Atualmente, existem três formas de carregamento que podem ser adotadas nas frotas elétricas. A mais comum utilizada em boa parte para o carregamento dos veículos é o carregamento por condução ou condutividade elétrica, onde o veículo é plugado em uma estação de recarga e suas baterias são diretamente carregadas através de uma conexão por um soquete ou plugue. Esse tipo de carregamento pode

variar dependendo do modelo do carregador e sua tensão elétrica (RACZ, MUNTEAN, STAN, 2015).

O carregamento realizado por indução, é aquele onde o carregamento das baterias é realizado pela transferência da energia por meio de um campo magnético utilizando uma alta corrente alternada, onde não necessita de uma conexão por cabo para realizar a transferência. Esse modelo é bastante utilizado em ônibus elétricos, devido percorrerem uma mesma rota, porém se trata de uma infraestrutura complexa e também de maior custo para ser implementada (RACZ, MUNTEAN, STAN, 2015).

Outro modelo que também pode ser adotado, dependendo da necessidade da operação, é a substituição ou troca das baterias. Esse modelo consiste na troca de baterias descarregadas por baterias carregadas e é muito adotado em equipamentos como empilhadeiras (RACZ, MUNTEAN, STAN, 2015).

Segundo Roland Berger (2013), para se alcançar um nível competitivo a mobilidade elétrica precisa acompanhar o desenvolvimento socioeconômico do país, para isso, são necessárias ações conjuntas da indústria e do governo. No Brasil, as condições socioeconômicas continuarão mudando com o crescimento da renda e da urbanização.

O cenário brasileiro apresenta quatro desafios para a melhoria da mobilidade até o ano 2030, são eles:

1. Uma grande necessidade de investimentos no setor de transporte, visando alcançar os números de ~2% do produto interno bruto (PIB);
2. Aumentar o investimento da malha rodoviária, onde atualmente cerca de 75% estão em condições ruins;
3. Investir mais no transporte ferroviário que é ideal para o escoamento de *commodities* produzidos no país;
4. Investimento para reduzir os congestionamentos, segurança viária e na qualidade do transporte público.

## 2.5 CENÁRIOS DE INCENTIVOS

Atualmente, existem cinco tipos de ações que os governos podem adotar para maximizar a disseminação de veículos elétricos, são eles: bônus ao comprador através de subsídio e desconto em tributos, isenção de rodízio, auxílio à pesquisa e auxílio implantação de infraestrutura. Uma das ações que mais tem gerado resultados

positivos nos Estados Unidos, por exemplo, é justamente as ações de subsídio que são oferecidas pelo governo (DIGER, 2010).

Nos Estados Unidos, é oferecida uma média de bônus de US\$ 7.500,00 na compra, que pode variar de estado para estado, mas que pode ser ainda maior. Países do bloco europeu como França e Alemanha oferecem um bônus muito similar ao empregado pelos americanos (D'ANDREA, 2021).

No Brasil, o imposto que era até então cobrado sobre importação de veículos elétricos e também movidos a hidrogênio foi zerada no ano de 2021. Ainda neste mesmo ano, foi introduzida uma redução de alíquota de imposto que varia entre zero e sete por cento do valor do veículo, essa variação é exclusivamente aplicada para veículos híbridos, ou seja, aqueles que combinam um motor de combustão interna e mais um motor elétrico para sua propulsão (CETESB, 2017).

Ainda abordando o cenário brasileiro, estados da federação já aplicam total isenção sobre o Imposto Sobre Propriedade de Veículo Automotor (IPVA), o que pode representar uma economia considerável para o proprietário do veículo ao longo dos anos (CETESB, 2017).

Apesar de já existir mudanças no cenário nacional com relação aos incentivos para a mobilidade elétrica, os veículos não contam com incentivos tributários suficientes para ganharem espaço no mercado brasileiro. Os estados estão definindo descontos ou isenções do IPVA para esses veículos como uma ferramenta de incentivo, porém o imposto sobre a propriedade de veículos automotores é estadual, portanto, cada unidade da Federação tem uma variação de desconto e isso acaba criando um cenário favorável em uma região e em outras nem tanto (CETESB, 2017).

Na figura 4, é possível observar quais estados brasileiros atualmente empregam algum tipo de política para fomentar a disseminação no uso de veículos elétricos.

FIGURA 4 - POLÍTICAS NO BRASIL



FONTE: Adaptado de Automotive Business (2021) -

O modelo regulatório é uma das peças chaves para a adoção bem sucedida de veículos elétricos como um modelo de transporte sustentável. Dentre as opções que podem ser seguidas e adotadas como marcos regulatórios são:

- Supervisionar a infraestrutura de carregamento e os padrões de carregamento de veículos elétricos, melhorando sua disponibilidade e consequentemente reduzindo a preocupação dos usuários com relação a autonomia da bateria;
- Regulação com relação ao fornecimento das tarifas impostas com antecedência, ou seja, tarifas de circulação diferenciadas, serão aplicadas às regiões de alta emissão para distingui-las das regiões de baixa emissão;
- Regulação dos incentivos econômicos às empresas, como por exemplo os tributários, bem como isenções e subsídios aos usuários, tanto para a compra quanto para o uso do veículo (preço de pedágios reduzidos ou mesmo isenção, tributos diferenciados, assim como taxas de estacionamentos mais

baixas e valor do combustível em caso de veículos híbridos que ainda dependem de alguma porcentagem de combustível de combustão;

- Parcerias Público-Privadas, que poderia transcorrer pelos contratos de concessão comum e concessão patrocinada (ROLAND BERGER, 2013).

No país temos articulações e movimentos por parte da sociedade civil atuando com iniciativas e medidas de incentivo para com a mobilidade elétrica. Fruto dessas iniciativas foi a criação da Plataforma Nacional de Mobilidade Elétrica (PNME) que nasceu como um espaço de articulação de atores importantes no universo da Mobilidade Elétrica, e agrega mais de 30 instituições que incluem órgãos governamentais, agências, indústria e a sociedade civil. O principal objetivo da plataforma é fomentar e construir metas de longo prazo, considerando os pontos de vista do desenvolvimento tecnológico, de políticas públicas governamentais e do mercado. Portanto, o PNME não é apenas um espaço de convergência de objetivos e expectativas, mas também um veículo de entrega de soluções específicas que atendam a essas expectativas (PNME, 2019).

Um outra iniciativa criada pela sociedade civil é a Associação Brasileira do Veículo Elétrico (ABVE) que é uma associação civil de direito privado, sem fins econômicos, que prioriza a atuação junto às autoridades e entidades empresariais relacionadas ao setor automotivo, visando a tomada de decisões que incentivem o desenvolvimento e utilização de veículos elétricos no Brasil tornando o transporte de pessoas e de cargas mais limpo e eficiente em benefício do bem-estar social e do meio ambiente (PNME, 2019).

Dentre os principais objetivos da ABVE, vale reforçar os esforços com relação de fomentar o desenvolvimento, a demonstração e também a comercialização de veículos elétricos no Brasil. Promovendo, também, estudos e pesquisas em tecnologia veicular elétrica e atuando juntamente às autoridades públicas e entidades empresariais, visando à tomada de decisões que incentivem o desenvolvimento e o uso da tecnologia de mobilidade elétrica (PNME, 2019).

Segundo Roland Berger (2013), o futuro dos veículos elétricos será definido pela redução do preço da tecnologia e da necessidade de se reduzir as emissões de poluentes. Teremos nas próximas décadas um crescimento da população e conseqüentemente um crescimento na mobilidade urbana. Esta crescente demanda da mobilidade crescerá até o ano de 2050 chegando à marca de 9.000 mil quilômetros

percorridos por habitante, representando um crescimento de 50% para a mobilidade individual, já para o transporte de cargas em geral se prevê um aumento na casa dos 150% no mesmo período.

Para atender este crescimento na demanda por mobilidade, será necessário vencer desafios, como por exemplo, o desenvolvimento de veículos compactos elétricos que sejam cada vez mais acessíveis e econômicos com foco na mobilidade urbana; o aumento na conscientização do conceito de mobilidade contínua que esteja vinculado aos desafios da mobilidade em grandes cidades; e a evolução da conectividade dos meios de transporte (ROLAND BERGER, 2013).

Ainda segundo Roland Berger (2013), uma estratégia que pode ser adotada para produzir veículos elétricos de massa com um valor mais atrativo é reduzir custos através da convergência de componentes, que pode favorecer para uma produção com custos reduzidos ao fabricante e em um veículo elétrico onde os componentes elétricos e eletrônicos representam aproximadamente 40% do custo do veículo, uma estratégia como essa, pode baratear o custo de produção e conseqüentemente uma redução no valor de compra do veículo.

### 2.5.1 Regulações e estímulos internacionais

No cenário internacional, o foco é em objetivos específicos para estímulo da mobilidade elétrica através de regulações e incentivos fiscais (NILSSON, NYKVIST, 2016).

O mapeamento das ações público-privadas auxilia no entendimento das características dos sistemas de governança dos países, fornecendo informação e experiências que podem ser aplicadas em outros cenários. Isso é fundamental para avanços de novas tecnologias, produções, comercialização, infraestrutura e também para novos veículos (MDIC, 2018).

Segundo Bjerkan (2016), somente a redução de impostos sobre a compra de um EV já é um forte incentivo para impulsionar a demanda pela tecnologia. Países do bloco europeu aplicam principalmente ações de estímulos financeiros, como por exemplo, acontece em Portugal. O incentivo financeiro aplicado no valor de 3 mil euros leva como regra para a obtenção do benefício a condição de que o veículo não pode exceder 62 500 euros e o beneficiário fica obrigado a manter o bem por um período mínimo de 24 meses.

Singh (2020), considera que os incentivos fiscais para a compra de um veículo elétrico atendem mais a expectativa do consumidor do que incentivos de pós-compra, isso demonstra que as ações fiscais ajudam a impulsionar a intenção de compra de veículos elétricos.

Um outro instrumento que atende a expectativa do consumidor é com relação à disponibilização de uma infraestrutura sólida que entregue o suporte necessário para a utilização segura dos veículos elétricos (IHS MARKIT, 2020).

No mercado americano, existe a regulamentação chamada de *Zero Emission Vehicle* (ZEV), que visa estimular o desenvolvimento de novas instalações para a fabricação de veículos com emissão zero ou quase zero, essa iniciativa gera investimentos e novos modelos de negócios para o futuro da mobilidade nos Estados Unidos. A regulamentação é administrada pelo órgão do governo responsável pelo monitoramento da qualidade do ar, atuando com o intuito de atender padrões de qualidade do ar e metas para a redução das emissões de gases que causam o efeito estufa (IHS MARKIT, 2020).

No que se refere às principais temáticas de mobilidade elétrica americana foram adotadas as seguintes leis:

- i. “*Energy Policy Act*”, que incentiva a renovação da frota por veículos elétricos;
- ii. “*Energy Independence and Security Act*”, que busca incentivar a adoção de veículos elétricos nos sistemas de transporte;
- iii. “*Clean Energy Act*”, que define parâmetros para a redução dos índices de emissão de CO<sub>2</sub> dos veículos a combustão (IHS MARKIT, 2020).

Ainda abordando o contexto americano, a lei de combustíveis alternativos para motores e as emendas da lei do ar limpo, incentivam a produção e desenvolvimento de veículos com combustíveis alternativos, como os movidos a hidrogênio (CLEAN CITIES, 2020).

Em vista de outros objetivos, como de reduzir a dependência da economia americana em relação à importação de petróleo estrangeiro e de aumentar a produção de combustíveis renováveis, o governo americano criou em 2007 o *Energy Independence and Security Act*, que dedicou US\$ 95 milhões anuais para a pesquisa e desenvolvimento de um sistema de transporte elétrico urbano (BARAN, 2011).

Além das políticas já em vigor, em 2019, os estados americanos do Colorado e Washington também aprovaram novas regulações para os veículos de emissão

zero, exigindo mais participação de mercado desses veículos para os próximos anos; o Estado de Washington ainda foi além e aplicou uma isenção de imposto sobre vendas de veículos elétricos para veículos de até US\$ 1.600 usado, e novo US\$ 2.500 dentro do valor de um veículo de US\$ 45.000. O estado de Minnesota começou um programa piloto de três anos que oferece aos proprietários de veículos elétricos um crédito de US\$ 250 mensais (IHS MARKIT, 2020).

No caso do mercado asiático, temos o maior mercado de veículos elétricos do mundo, com cerca de 3,5 milhões de EVs em circulação. O pioneirismo que vem da China, remonta aos anos 2000 quando a estrutura política, promoção e implantação de iniciativas voltadas para o fomento de veículos elétricos ganharam impulso (IEA, 2020).

A China possui uma característica única, o país possui várias montadoras de veículos elétricos, das quais se distribuem em empresas do governo e empresas privadas. Dentre as montadoras se destaca a BYD (*Build Your Dreams*) que é uma das maiores fabricantes de caminhões e ônibus elétricos do mercado asiático, tendo um *market share* de 27% do mercado de veículos elétricos na Ásia (YANG, 2016).

Um dos principais motivos que levaram a China a investir tanto em veículos elétricos é que o país é altamente dependente da importação de petróleo que deverá chegar a 780 milhões de toneladas por ano até 2030 (IHS MARKIT, 2020).

No quesito de políticas públicas, o governo chinês elabora de cinco em cinco anos um plano de desenvolvimento econômico, que tem iniciativas e ações voltadas para a capacidade produtiva, infraestrutura, meio ambiente, energia e desenvolvimento (YANG, 2016).

As iniciativas visam criar mecanismos que podem ser definidos em duas frentes de ação, sendo monetárias que incluem isenções fiscais e subsídios, e as não monetárias que pode ser apoio público para pesquisa e desenvolvimento (YANG, 2016).

Das políticas adotadas é especificado que cada fabricante e importador é obrigado a destinar 12% da sua produção para a produção de veículos elétricos. Essa medida é destinada a qualquer empresa que produza mais de 30.000 veículos anuais dentro do país. O governo chinês também está adotando a utilização de veículos elétricos nas frotas do governo, aplicando em larga escala em serviços públicos como: transporte coletivo, coleta de lixo, táxis, polícia e também veículos de transporte de cargas (YANG, 2016).

Na adoção de veículos que utilizam célula de combustível, o governo chinês oferece subsídios de até 30.000 dólares americanos (USD). Isso faz parte de um dos maiores programas mundiais para promover o desenvolvimento e a implantação de tecnologias de células de combustível no mundo. Esse foco de veículos com células de combustível é fortemente visto em veículos pesados no país, como caminhões e ônibus (YANG, 2016).

No que se refere à infraestrutura de carregamento, produção e vendas, o rápido desenvolvimento de veículos elétricos na China se beneficiou de incentivos voltados para o desenvolvimento de tecnologias avançadas, políticas preferenciais e projetos pilotos bem implantados. O carregamento de veículos elétricos é uma política nacional do país, muitos governos provinciais promovem a infraestrutura de carregamento com incentivos financeiros e requisitando que proprietários de edifícios forneçam carregadores aos moradores e visitantes. O governo também promove através das estatais de energia do país programas de desenvolvimento de carregadores para veículos elétricos (WEIJNEN, 2017).

Na Europa, os obstáculos iniciais com altos custos de implantação, e o problema de infraestrutura está sendo contornado através de atividades e políticas governamentais, isso evidencia a importância da atuação do poder público no fomento da disseminação da tecnologia (IHS MARKIT, 2020).

No caso particular de Portugal, foi recentemente alterado os estímulos aplicados aos veículos híbridos *Plug-In*; que segundo a lei N.º 75-B/2020 de 31 de dezembro de 2021, estabelece as seguintes alterações:

- Artigo 391º “Veículos híbridos e híbridos plug-in com autonomia elétrica superior a 50 km e emissões de CO2 superiores a 50 g/km, se beneficiam de dedução de ISV em 60%” (Diário da República, 2020).
- Artigo 88º “Viaturas são elegíveis para efeitos de benefício de taxas reduzidas de Tributação Autónoma” sendo assim, só as viaturas híbridas que cumpram estes requisitos se beneficiam de taxas reduzidas” (Diário da República, 2020).
- Artigo 375º “Disposição transitória no âmbito do imposto sobre o rendimento das pessoas coletivas. Isentando do agravamento em 10% de Tributação Autónoma as cooperativas, micro, pequenas e médias empresas” (Diário da República, 2020).

Ações destinadas em aumentar o uso da mobilidade elétrica, abordando incentivos para influenciar o comportamento dos usuários ainda precisam ser exploradas para além de regulamentos governamentais. Algumas medidas que estão em prática em países como Estados Unidos e que podem ser estabelecidas por serem uma abordagem eficiente são:

- i. Ações de trânsito, como vagas exclusivas em estacionamentos e faixas rápidas,
- ii. Incentivos monetários e subsídios de compra,
- iii. Investimento na infraestrutura de carregamento (MDIC, 2018).

TABELA 2 - RESUMO PRINCIPAIS INCENTIVOS INTERNACIONAIS

País	EUROPA	EUA	CHINA	ÍNDIA
Objetivo	Controle de emissões de gases efeito estufa	Controle de emissões de gases efeito estufa	Controle de emissões e liderança tecnologia	Redução das emissões de gases do efeito estufa
Rota Priorizada	Eletrificação	Eletrificação	Eletrificação	Eletrificação   Gás Biocombustível
Regulação	Emissão máxima de veículos 95 g CO <sub>2</sub> /km	Ampliação de EVs diversos setores	Implementação do China VI (equivalente ao Euro VI)	Implementação do BS VI para veículos de combustão interna
Estímulos	Abatimento de até € 5 K a 6 K do valor de veículos elétricos	Até US\$ 7,5 K em crédito de imposto para veículos elétricos	Programa de crédito p/ EVs vem substituindo subsídios no valor do veículo	Programa FAME4 de subsídios

FONTE: Adaptado de ANFAVEA (2021) –

- China VI: Normas de emissão de gases poluentes provenientes de veículos movidos a combustíveis fósseis;
- Euro VI: Conjunto de normas regulamentadoras sobre emissão de poluentes para motores diesel;
- Programa FAME4: Diretrizes para fabricação de veículos elétricos, onde promoveu em 2019 US\$ 130 em subsídios para o setor de mobilidade;
- Bharat Stage - BS VI: Normas indianas para definir padrões de emissão de poluentes (IHS MARKIT, 2020).

As agendas ambientais criaram um objetivo comum entre os países, embora existam outros objetivos alvos, a questão de redução e controle das emissões de poluentes se tornou o foco da implantação de uma mobilidade sustentável

Um outro aspecto que é compartilhado entre os países é a rota priorizada para o atingimento dos objetivos, que foca na eletrificação das frotas para desacelerar e diminuir os índices de poluição global. A adoção de biocombustíveis que tem origem biológica não fóssil, também vem sendo aplicada em larga escala. A Índia, por exemplo, faz investimentos para que sua mobilidade seja uma combinação de veículos eletrificados e movidos a biocombustível, isso devido a matriz energética do país ser dependente de fontes não renováveis que é gerada através da queima de carvão mineral (WEIJNEN, 2017).

As ações governamentais aplicadas através de regulação criam um conjunto de regras a fim de guiar e alcançar a conformidade a serem aplicadas a um processo, dispositivo, máquina ou mesmo sistema, permitindo ter um comportamento previamente definido e almejado. As ações de estímulo atuam em conjunto com as regulações aplicadas, criando maneiras de impulsionar o desenvolvimento e o interesse por algo já criado ou algo novo (WEIJNEN, 2017).

### 2.5.2 Regulamentação e normas nacionais

Na cidade de São Paulo, começou a vigorar em 2021, a lei municipal nº 17.563 que prevê a geração de créditos de IPVA sobre carros elétricos, híbridos ou movidos a hidrogênio, que pode ser utilizado para o pagamento do IPTU. A lei também atua na obrigatoriedade da instalação de carregadores de veículos elétricos e híbridos em edifícios residenciais e comerciais, ou seja, todo novo empreendimento imobiliário na cidade tem a obrigatoriedade de ser projetado e construído levando em consideração que o empreendimento tem que possuir carregadores elétricos.

Esta nova diretriz de lei altera a até então vigente Lei nº 15.997, de 27 de maio de 2014 que já previa adicionar a possibilidade de utilização dos créditos gerados em favor dos proprietários de veículos elétricos ou movidos a hidrogênio para o pagamento do IPTU entre outras providências.

Atualmente, existem outros projetos de leis em tramitação no Brasil, como por exemplo, o projeto nº 2156 de 2021, que institui a PNME, visando instaurar os

principais aspectos de: diretrizes, organização, acesso, atividade, eletromobilidade, normas gerais, eletropostos, incentivos e mobilidade.

Um projeto atualmente em tramitação no Senado Federal é o projeto de lei PL nº 2461 de 2021, que visa criar o programa de modernização veicular e mobilidade elétrica – MoVE Brasil, que estabelece medidas de incentivo à substituição dos veículos movidos a combustíveis fósseis por veículos de baixa emissão de poluentes e dispõe sobre as regras para a instalação da infraestrutura de recarga de veículos elétricos (PNME, 2018).

O Projeto de Lei nº 304/2017 que proíbe a venda de veículos novos movidos a combustíveis fósseis, como gasolina ou diesel, a partir de 1º de janeiro de 2030, com essa lei aprovada ficam liberados apenas veículos movidos a biocombustível e elétricos. O projeto ainda prevê que a partir de 2040, os veículos com motor de combustão não poderão sequer circular no país, salvo algumas exceções, como por exemplo, veículos de coleção e carros de visitantes estrangeiros (PNME, 2018).

Segundo Campos (2017) o Brasil ainda carece de regulações e normas que impulsionem o interesse público pela mobilidade elétrica. Dentre as principais barreiras regulatórias é possível listar as seguintes ausências do poder público:

- Ausência de incentivos fiscais para implantação de infraestrutura de carregadores elétricos;
- Ausência de leis objetivas que permitam a cobrança pelo serviço de recarga;
- Ausência de leis que incentivem a construção de infraestrutura de recarga rápida e ultrarrápida;
- Necessidade de padronização de Plugs e Conectores, visto que no Brasil são utilizados os padrões europeu e americano;
- Indefinição de enquadramento do veículo elétrico como unidade consumidora de energia;
- Ausência de definição de um protocolo aberto e não proprietário para as plataformas de gestão;
- Dificuldades de comercialização no mercado cativo e no mercado livre de energia para as aplicações da mobilidade elétrica.

## 2.6 MARKET SHARE

Chesbrough (2006), afirma que não existe valor inerente a uma tecnologia em si, mas sim, que o valor é determinado pelo modelo de negócio usado por trazê-lo para um mercado, ou seja, uma mesma tecnologia pode gerar valores diferentes através de diferentes modelos de negócios.

Ainda segundo Chesbrough (2006), se uma tecnologia inferior for aplicada em modelos de negócios adequados, esta terá melhores resultados do que tecnologias superiores aplicadas ou comercializadas em modelos de negócios que sejam inadequados.

Os principais envolvidos na mobilidade elétrica devem se integrar, para que aceitem novos provedores de serviços relacionados com esse tipo de tecnologia, principalmente empresas de geração e distribuição de energia elétrica. Com a entrada dessas empresas cria-se a oportunidade de se gerar novos negócios, que trazem inovação para a sociedade (ABDEKAFI, MOKHOTIN E POSSELT, 2013).

A adoção da eletromobilidade é impulsionada pelos avanços tecnológicos e iniciativas verdes, acompanhadas pela evolução de políticas públicas e aperfeiçoamento das baterias e da infraestrutura. Em países como Estados Unidos, China, Europa e Japão, os veículos elétricos e híbridos devem atingir uma parcela significativa das vendas, algo entre 4% e 6% ao ano, impulsionado principalmente pelo desenvolvimento de novos modelos para o segmento da população A e B.

Na figura 5, é possível observar o número de vendas e *Market share* global de veículos elétricos e híbridos previstos até o ano de 2050.



Fonte: Roland Berger (2013)

A mobilidade elétrica constitui uma solução de mobilidade terrestre limpa, eficiente e mais barata para operar, quando comparada utilizando veículos de combustão. É importante destacar que mesmo nos casos em que a eletricidade usada para o carregamento dos veículos elétricos seja gerada a partir de combustíveis fósseis, ainda assim o veículo elétrico tem vantagem pois concentra as emissões nas fontes geradoras de energia, que são passíveis de serem reguladas e frequentemente

monitoradas, diferentemente dos veículos de combustão que são numerosos e de difícil controle (DARGEY, 2017).

O aumento de veículos elétricos no Brasil irá certamente aumentar o consumo de energia nos próximos anos, mas visto que boa parte da energia do país vem de fontes renováveis a adoção em larga escala de EVs principalmente no segmento de transportes é uma alternativa promissora para o país, tanto do ponto de vista estratégico quanto ambiental (DARGEY, 2017).

O crescimento global no mercado de veículos elétricos e híbridos hoje se concentra em três regiões: Europa, Estados Unidos e China. Embora essas regiões concentrem 39% do *market share* mundial de veículos elétricos, a maior parcela dos veículos comercializados são híbridos que possuem uma maior facilidade de difusão de mercado, isso acontece devido os modelos híbridos já possuírem uma infraestrutura tecnológica que os acercam, diferentemente dos puramente elétricos que são totalmente dependentes de carregadores de bateria (CASTRO, VEIGA, 2018).

## 2.7 MODELOS DE NEGÓCIOS

O modelo de negócio é uma arquitetura organizacional e financeira e caracteriza a lógica de criar, entregar e capturar valor para as organizações envolvidas, onde são conectados recursos, processos e fornecedores (TEECE, 2012).

A ascensão dos veículos elétricos está gerando investimentos em novas infraestruturas e soluções, como por exemplo, o desenvolvimento de modelos de negócios para carregamento das baterias e o uso de veículos de maneira compartilhada, criando oportunidades de negócios em outros segmentos de mercado (MCKINSEY, 2014).

### 2.7.1 *Car Sharing*

Uma opção que pode viabilizar o acesso mais rápido a mobilidade elétrica, seria adotar e expandir os serviços de compartilhamentos de veículos ou *car sharing services* (CSS) no cenário brasileiro. O modelo de negócio de *car sharing* também pode ser classificado como um sistema produto-serviço (PSS), pois se caracteriza como um serviço que comercializa a utilização de um veículo e também outros serviços relacionados ao veículo. O usuário do serviço obtém o benefício de utilizar o

veículo e vários outros atrelados ao uso com base no pagamento de aluguel, podendo retirar o veículo de bases e utilizando-o em períodos de curta duração ou mesmo assinatura mensal. Além disso, o usuário tem o benefício de não ter custos e as responsabilidades de propriedade, como por exemplo, impostos, manutenção e seguro (MCKINSEY, 2015).

O veículo particular ainda lidera como a primeira escolha de transporte para muitas pessoas devido a sua comodidade, porém um veículo permanece boa parte do tempo estacionado; outro fator bastante observado é que boa parte dos veículos circulam com apenas o motorista, sendo um grande desperdício de combustível e dinheiro (MCKINSEY, 2015).

Segundo Shaheen (2008), quando uma pessoa possui um veículo, boa parte dos custos da propriedade é fixa; já no modelo de compartilhamento os custos são muito mais racionais, pois se limita apenas durante a utilização do veículo. A atratividade do serviço de *car sharing* é determinada pela tecnologia embarcada no serviço, a grande maioria das empresas que prestam esse tipo de serviço administram o seu negócio com tecnologias avançadas, que podem incluir reservas programadas e automatizadas, acesso ao veículo sem o uso de chave e monitoramento. Com tantas opções juntas no mesmo serviço, isso gera mais escolhas para a mobilidade dos usuários, complementando com a redução de veículos nas ruas e, conseqüentemente, contribuindo de maneira efetiva na qualidade de vida em grandes cidades.

O mercado de compartilhamento de veículos ultrapassou os US\$ 2 Bilhões em 2020 mesmo em um período de desaceleração econômica, isso demonstra o potencial que este modelo de negócio tem e o quanto ainda deve crescer nos próximos anos. Os serviços de compartilhamento de carro são uma alternativa flexível que pode ser usada em vários ambientes para melhorar a mobilidade global. Esse tipo de serviço reduz a dependência da propriedade de veículos particulares, reduz as emissões dos veículos e o consumo de energia, e incentiva um estilo de vida mais ativo combinando-o com o transporte por bicicleta ou mesmo a pé (GLOBAL MARKET INSIGHTS, 2021).

Os serviços de *car sharing* devem ser adaptados às características da região onde eles forem implementados, ou seja, veículos elétricos ficam dependendo de equipamentos de recarga para que o serviço possa funcionar adequadamente (COHEN, 2017).

## 2.7.2 Recarga de veículos

Um modelo de negócio que envolva o carregamento das baterias dos veículos elétricos pode ser feito em estações de recarga com uma função semelhante à dos postos de gasolina atuais, mas obviamente utilizando uma estrutura diferente (CASTRO, BARROS, VEIGA, 2016).

Segundo Veiga (2016), já existe também a possibilidade atualmente de se substituir completamente a bateria, como é o sistema amplamente utilizado em empilhadeiras elétricas. Como atualmente ainda se tem um alto custo na compra de baterias a soluções como o aluguel ou o *leasing* acaba diluindo o custo de compra.

Ainda segundo Veiga (2016), o próprio carregamento das baterias causa uma demanda adicional para as distribuidoras de energia e, por esses veículos elétricos serem acumuladores de energia, os próprios veículos podem se integrarem ao sistema energético de forma *smart grid*.

Atualmente na Europa, se evidencia a diversidade e criatividade na elaboração de modelos de negócios, principalmente nas formas de cobrança existentes (CASTRO, MONTEATH, VIEIRA 2020).

Os três modelos aplicados em larga escala no continente são:

- i. Pagamentos *ad-hoc*, este modelo cria a flexibilização de acesso a serviços pelos clientes, disponibilizando para o cliente o pagamento através de cartão de crédito ou mesmo dinheiro.

Os valores de cobrança podem ser cobrados pelo tempo de recarga, buscando otimizar o uso dos pontos de recarga e evitando congestionamentos. A aplicação de cobrança por kWh consumidos e a fidelização por taxa fixa, também são modelos aplicados e que agregam outros serviços para o cliente, como por exemplo, serviços extras de manutenção, limpeza e assistência técnica.

- ii. Fidelização do cliente, o modelo em questão que também é empregado no cenário europeu, consiste em não estabelecer cobrança pelo carregamento. Apesar de ainda não gerar receita com esse modelo, cria a possibilidade de expansão das estações o que estimula a difusão dos veículos elétricos.

A concessão das estações de recarga cria um ecossistema saudável para outros serviços, como redes varejistas, restaurantes e de publicidade que são alternativas a uma receita extra.

Quando é avaliado o potencial de transição para veículos elétricos, um dos pontos importantes observados é o custo das tecnologias quando comparados aos veículos de combustão interna. Apesar dos veículos elétricos exigirem maiores investimentos no momento de sua compra, eles oferecem custos operacionais reduzidos, como é o exemplo no caso das manutenções e reabastecimento. Portanto, um fator importante acerca deste cenário é da transição para veículos elétricos no modelo de negócio é até que ponto a economia operacional compensaria o investimento (CASTRO, MONTEATH, VIEIRA 2020).

### 2.7.3 OEM - *Original Equipment Manufacturer*

OEM, em português, fabricante original do equipamento, é um conceito onde o próprio fabricante da tecnologia gera novos negócios e opções ao cliente sobre um produto ou serviço (GESEL, 2020).

A fabricante norte americana de veículos elétricos Tesla Motors, por exemplo, oferece a seus clientes acesso exclusivo às estações de carregamento super rápidas *Supercharger*, que são compatíveis apenas com os veículos da marca.

Esse modelo também está sendo experimentado no conceito de *leasing* de baterias, separado da compra do próprio veículo a fim de reduzir o preço alto dos veículos elétricos. Vinculado a isso, outro fator positivo agregado a esse tipo de serviço é que eles não precisam se preocupar com a duração e desempenho da bateria ao longo prazo. No caso da Tesla, ela gera também papel ativo na construção da infraestrutura necessária para a alavancagem do uso de carros elétricos. Embora não beneficie veículos de outras marcas, esse tipo de ação cria a possibilidade de contribuir de maneira indireta com outros negócios onde esses carregadores estão instalados, como comércios espalhados pela região (GESEL, 2020).

### 2.7.4 Desenvolvimento de aplicativos

Com o crescente aumento na demanda por mobilidade, serviços como o de *car sharing* também criam novas possibilidades de negócios que estão relacionados ao desenvolvimento de aplicativos de serviços móveis, uma vez que haverá novas

necessidades de administrar a recarga dos veículos e também o negócio (CASTRO, BARROS, VEIGA, 2016).

Os sistemas de navegação e outros softwares relacionados com a infraestrutura de carregamento e gestão de serviços de mobilidade elétrica ainda não estão amplamente inseridas no mercado. O mercado a ser explorado por esses aplicativos tendem a crescer no mesmo ritmo em que a mobilidade elétrica for se difundindo no mercado. Vale ressaltar que as opções atualmente disponíveis para a gestão dos negócios como o sistema de *Car sharing* são desenvolvidas atendendo todos os protocolos de segurança de dados esperados pelo usuário da plataforma. A parceria de utilização de veículos compartilhados mais os aplicativos de gestão, criam um ambiente inteligente de negócio, tornando o acesso à tecnologia acessível para todos e em qualquer lugar (GESEL, 2020).

A fim de contribuir para um futuro mais sustentável, a solução viabilizada através de aplicativos cria soluções de mobilidade complementares aos tradicionais sistemas de veículos, favorecendo o uso dos veículos graças as possibilidades de compartilhamento, contribuindo em meios urbanos complexos e congestionados (CASTRO, BARROS, VEIGA, 2016).

O investimento em desenvolvimento de novos aplicativos gera para as empresas de veículos elétricos um cenário de protagonismo onde possuirão vantagens com relação à facilidade de uso para seus serviços em relação aos demais concorrentes de mercado (GESEL, 2020).

## 2.8 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para a estruturação da pesquisa foram realizados levantamentos bibliográficos para a obtenção dos dados necessários para o embasamento científico usados na elaboração das propostas. O principal mecanismo utilizado para a busca do embasamento teórico foi o portal virtual Google Scholar, que é uma ferramenta gratuita de pesquisa que organiza e lista trabalhos e metadados da literatura acadêmica em uma variada lista de formatos. Dentro do portal, foi inserido palavras chaves, dentre elas: mobilidade elétrica, viabilidade econômica, políticas de mobilidade urbana, cenário de negócios, mobilidade e incentivos, modelo de negócios mobilidade sustentável, caminhões elétricos, transporte, problemas logísticos, infraestrutura, ações regulatórias, *market share electric vehicle* e poluição urbana.

O portal fornece várias funcionalidades de filtros e para a pesquisa foi especificado ordenar por relevância as palavras chaves inseridas e também atribuindo um recorte temporal dos últimos 10 anos, chegando nos embasamentos científicos listados:

Novais (2016), aborda sobre os principais fatores que desencadearam a história por trás da utilização em larga escala dos veículos elétricos no Brasil e também aborda sobre a existência de um mito de um possível blackout na rede brasileira de energia com o uso em larga escala desse tipo de tecnologia no país. O futuro da mobilidade global será através de veículos elétricos, uma vez que, sua eficiência energética contribui para a redução do aquecimento global e também contribui para uma vida livre de gases, principalmente o CO<sub>2</sub>, que causam tanto mal à saúde humana, fato esse, inclusive, debatido e firmado durante a realização da Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas.

Drumm (2014) aborda que a queima de combustíveis fósseis em veículos de combustão interna, chamados ICE (*Internal Combustion Engine*) é um dos principais fatores para o aquecimento descontrolado do planeta. Esse aquecimento descontrolado está gerando desastres como inundações, longos períodos de estiagens, furacões e entre outros desastres. O transporte, em específico, é uma das principais atividades econômicas que produzem o CO<sub>2</sub>, uma vez que são utilizados em sua grande maioria veículos de grande porte como caminhões e ônibus movidos a diesel.

Segundo Verbruggen, Hoekstra, Hofman (2018), grandes avanços já vêm ocorrendo para o desenvolvimento de veículos pesados elétricos, porém, considerando exclusivamente o cenário de caminhões, um grande desafio vem atrelado ao desenvolvimento de baterias com cada vez mais capacidade de armazenagem de energia e que levem cada vez menos tempo para serem carregadas.

Segundo Delgado, Costa, Febraro, Silva (2017), os principais impactos resultantes da expansão do uso veículos elétricos do setor de transporte mundial é uma expressiva redução da poluição, uma vez que o impacto ambiental do uso de veículos a combustão é superior à ao setor energético, tendo como base o Estados Unidos. Ainda que exista um aumento muito expressivo do consumo de energia elétrica para suprir os veículos elétricos do mundo, o impacto ambiental ainda assim é menor.

Segundo Global EV (2019), grandes potências econômicas como a China já têm investido fortemente na mobilidade elétrica, inclusive para prestação de serviços públicos como transporte coletivo da população e também na coleta de lixo. Essas iniciativas são peças-chaves para a redução gradual dos índices de poluição do ar, contribuindo significativamente para a redução do aquecimento global. A descarbonização do ar é um elemento fundamental para o atingimento das metas de redução do aquecimento do planeta e a utilização de veículos elétricos torna isso possível, uma vez que, não poluem o meio ambiente com gases como o CO<sub>2</sub>.

Gesel (2020), aponta que a sustentabilidade se tornou um pilar estratégico do desenvolvimento econômico. Várias medidas, incluindo novas formas de incentivar a eficiência energética e o uso de energias renováveis reduzindo as emissões de gases de efeito estufa em todos os setores são fundamentais para um futuro livre de gases tóxicos. Vale ressaltar que, neste caso, um dos principais emissores de CO<sub>2</sub> inclui o setor de transporte que só no Brasil é responsável por boa parte dos índices de poluição.

Ballou (2011), conhecer e perceber o papel estratégico da cadeia de suprimentos e sua relevância econômica para qualquer economia global é fundamental. Visando a competitividade no mercado globalizado, as empresas passaram a entender a grande importância de se investir em maneiras de redução de custos, tempo de produção e de entrega de seus produtos. Boa parte dos custos de um produto está justamente no transporte dele e adotar estratégias que reduzam esta operação, torna a empresa mais competitiva no mercado.

Feng (2012), a possibilidade de redução dos custos da operação de transporte pode ser reduzida em até 4 vezes com a adoção de veículos elétricos quando comparados aos atuais veículos movidos com combustíveis fósseis. Uma operação que consegue adotar esse modelo mais eficiente de transporte se torna cada vez mais competitiva no mercado, uma vez que, com custos de operação reduzidos o repasse do custo de operação para o cliente também é reduzido, tornando o produto mais competitivo e atrativo aos olhos do cliente.

Figliozzi (2012), as atividades de transporte de cargas enfrentam todos os dias durante sua operação, gargalos logísticos que dificultam a eficiência de toda a operação. Um exemplo que é bastante comum inclusive em cidades brasileiras é a questão de restrições à circulação de veículos em determinados dias, horários, locais e tipo de veículo. Em uma atividade de transporte limitar a circulação dos veículos cria

um obstáculo gigantesco para a operação. Uma estratégia que pode ser adotada para contornar este problema é a adoção da mobilidade elétrica para o transporte, visto que, estes veículos não precisam ficar retidos de circulação como ocorrem nos veículos convencionais.

Aditjandra, Galatioto, Bell, Zunder (2016), destacam que transporte urbano de cargas envolve o deslocamento de mercadorias através de áreas urbanas e podem incluir mercadorias ou serviços produzidos ou consumidos pela população, empresas. Grande parte desse deslocamento é realizada por áreas urbanas densamente povoadas e com um trânsito caótico. Parte de ações do governo para tentar colocar ordem a esse caos é adotar leis que restringem a circulação de veículos em determinados horários, porém isso além de não resolver o problema ainda cria outro que é o gargalo na operação logística.

Gevaers (2011), aponta que o maior problema das operações de transporte está na chamada, última milha, que é justamente a operação realizada em áreas densamente povoadas. As ações aplicadas por governos para tentar amenizar o problema e grandes centros não são resolvidas criando restrições de circulação, a única coisa criada pela adoção destas medidas é atrapalhar as operações de transporte.

Oliveira (2014), destaca que a restrição de circulação de veículos não ajuda em nada no caótico trânsito da cidade de São Paulo. Segundo ele, a prefeitura da cidade só conseguiu gerar mais custos para o setor de transporte depois de adotar a chamada zona de máxima restrição de circulação, que foi instaurada através de decreto municipal pela prefeitura da cidade e que até o momento em nada ajudou a resolver os problemas de trânsito da cidade, que vão muito além de um trânsito congestionado, a cidade em si, perde pela perda de eficiência em diversos setores.

Silveira (2009), destaca que boa parte dos veículos utilizados para o transporte de cargas são movidos por combustíveis fósseis, ainda se não bastasse isso, muitos veículos não recebem manutenção preventiva e acabam gerando ainda mais poluição para a cidade. Isso ainda aliado ao fator de poluição sonora causada por estes veículos torna grandes cidades, como São Paulo, uma indústria de poluição.

Iwan (2014), os principais aspectos dos veículos elétricos estão alinhados com um futuro livre de gases do efeito estufa. A adoção da mobilidade elétrica torna possível o atingimento das metas e compromissos firmados em compromissos

climáticos. A Mobilidade elétrica é uma tecnologia chave para o atingimento das metas de redução das emissões de gases que geram o efeito estufa.

Marcovitch (2016), o Brasil é um dos países que participou e firmou os compromissos de redução da poluição. O setor de transporte no cenário brasileiro é um dos que mais polui no mundo, visto que boa parte dos transportes realizados no país são feitos utilizando caminhos movidos a diesel. O modal de transporte rodoviário é o mais utilizado no país para escoar produtos em geral.

Campos, Vellasco (2017), detalham que, com a regulamentação do setor de transportes como serviços essenciais para a população se cria a possibilidade melhorar a mobilidade em todo o território nacional, isso pode gerar novos investimentos ao setor e fomentar a utilização de veículos elétricos.

Racz, Muntean, Stan (2015), abordam as principais características dos veículos puramente elétricos, híbridos e movidos a célula de combustível. Os EVs em si são muito mais eficientes e baratos de manter, visto que inúmeros componentes que são necessários em veículos movidos com combustíveis fósseis, nos elétricos não são necessários.

Chan (2007), o surgimento da tecnologia de mobilidade elétrica remonta aos anos 30, quando se tem disponível os primeiros protótipos de veículos elétricos no mundo. A tecnologia da época limitava bastante sua produção que eram considerados tecnicamente inadequados para serem utilizados. Tecnologia esquecida por várias décadas só voltou ao foco devido à crise do petróleo na década de 70.

Morganti, Browne (2018), abordam que não se deve pensar na mobilidade elétrica de maneira isolada somente nos veículos. O cenário de mobilidade elétrica vai muito além de apenas veículos, mas sim, de toda uma infraestrutura de recarga das baterias dos veículos. Um outro ponto também observado é com relação a infraestrutura de rede elétrica que depende de melhorias para suprir a demanda extra que vai surgir com a crescente disseminação da tecnologia.

Roland Berger (2013), sinaliza que ações conjuntas por parte das indústrias e do governo são de extrema importância para o desenvolvimento e disseminação da tecnologia. Parte dos desafios a serem vencidos para a disseminação da tecnologia no país dependem de parcerias pública-privadas e também de regulamentações que garantam um ambiente seguro de investimentos privados.

Diger (2010), boa parte das ações realizadas no mercado norte americano para fomento a disseminação de veículos elétricos está ligada a criação de incentivos

fiscais. Os Estados Unidos criaram políticas de incentivos fiscais que trouxeram e ainda trazem resultados para o setor. Grande parte das vendas de veículos elétricos no país nos últimos anos só foi possível e concretizada graças às políticas públicas de incentivos oferecidas pelo governo.

Nilsson, Nykvist, (2016), detalham que, no cenário internacional o foco é em objetivos específicos para estímulo da mobilidade elétrica através de regulação e estímulos fiscais. As estratégias globais adotadas pela maioria dos países onde a mobilidade elétrica está se disseminando só está dando certa por estes objetivos terem sido firmados. O mercado europeu é o melhor exemplo de que boas estratégias adotadas resultam em um mercado de EVs aquecido e que também se percebe grandes avanços na infraestrutura dos países do bloco.

Bjerkan (2016), grande parte das ações de incentivos fiscais já são um grande fator para viabilizar o interesse pela mobilidade elétrica. Os países do bloco europeu adotaram essas estratégias fiscais e hoje em dia possuem o melhor plano de disseminação da mobilidade elétrica. Além dos incentivos monetários, os países do bloco adotaram uma forte postura de investimento na infraestrutura.

Singh (2020), aborda que no modelo europeu de fomento a mobilidade elétrica o fator de incentivos fiscais foi um dos fatores determinantes de incentivo a compra. Vinculado a isso se leva também os instrumentos que disponibilizam uma estrutura regulatória sólida.

Markit (2020), as ações estratégicas somadas aos estímulos e regulamentação bem definida, cria um ambiente favorável para os crescentes números de comercialização de EVs na Europa, as metas estão sendo alcançadas graças a um forte trabalho entre governo, empresas e a sociedade civil onde ficou claro aos envolvidos os anseios com relação à tecnologia.

Baran (2011), aborda que o mercado americano planeja com a expansão da mobilidade elétrica no país diminuir a dependência de petróleo estrangeiro, além de aumentar a produção de combustíveis renováveis. Essa estratégia levou o governo norte americano a destinar um investimento anual de US\$ 95 milhões para programas de pesquisa e desenvolvimento de um sistema de transporte elétrico.

Segundo Weijnen (2017), o mercado asiático tem investido fortemente na mobilidade elétrica. Dentre os objetivos almejados também está o de reduzir a dependência de petróleo estrangeiro, assim como acontece também Estados Unidos. A China se beneficiou de incentivar o desenvolvimento de tecnologias avançadas,

políticas preferenciais e projetos pilotos bem implantados e hoje detém uma grande infraestrutura de carregamento no país.

Chesbrough (2006), aborda que não existe valor inerente a uma tecnologia em si, mas sim, que o valor é determinado pelo modelo de negócio usado por trazê-lo para um mercado, ou seja, uma mesma tecnologia pode gerar valores diferentes através de diferentes modelos de negócios.

Abdefaki, Mokhotin, Posselt (2013), detalham que os envolvidos na mobilidade elétrica devem se integrar para que gerem novos provedores de serviços relacionados à tecnologia, isso cria um ambiente favorável para o surgimento de novos negócios que trazem a inovação para a sociedade na qual ela foi inserida.

Dargey (2017), com o crescente aumento da utilização de veículos elétricos no Brasil a demanda por energia também irá aumentar muito. Boa parte da geração de energia do país é proveniente de fontes renováveis e sendo assim o país estará reduzindo gradativamente os índices de gases poluentes lançados na atmosfera, mesmo que os veículos elétricos têm a vantagem de concentrar as emissões nas fontes geradoras de energia, que são passíveis de serem reguladas e frequentemente monitoradas, diferentemente dos veículos de combustão que são numerosos e de difícil controle.

Castro, Barros, Veiga (2018), o mercado global de veículos elétricos e híbridos se concentram nos Estados Unidos, Europa e Japão. Os veículos híbridos possuem uma maior facilidade de difusão no mercado, principalmente pelo valor ser inferior a um veículo totalmente elétrico, além disso, os híbridos não dependem exclusivamente de carregadores de baterias.

Mckinsey (2014), detalha que a ascensão dos veículos elétricos desafia os modelos de negócios, criando um ambiente novo para novas soluções que devem surgir. Essas novas oportunidades criam novas possibilidades de investimentos que não eram possíveis de serem adotados na mobilidade que utiliza veículos de combustão interna.

Cohen (2017), aborda que serviços de mobilidade elétrica devem ser inseridos onde existam infraestrutura para isso. Os serviços de veículos compartilhados podem adotar a utilização de veículos elétricos, porém para isso funcionar a disponibilidade de carregadores onde o serviço foi inserido deve estar disponível em uma grande escala para atender a demanda dos usuários.

Castro, Monteath, Vieira (2020), o mercado europeu foi o que mais criou políticas de fomento a mobilidade elétrica no mundo. As ações resultaram e ainda resultam em um crescente número na comercialização de veículos elétricos no continente. Grande parte das ações foram empregadas através de regulamentação e estímulos fiscais. As ações de investimento na infraestrutura dos países do bloco também impulsionam a disseminação da tecnologia, sendo até mesmo uns dos principais aspectos levados em consideração pelos possíveis compradores de veículos elétricos.

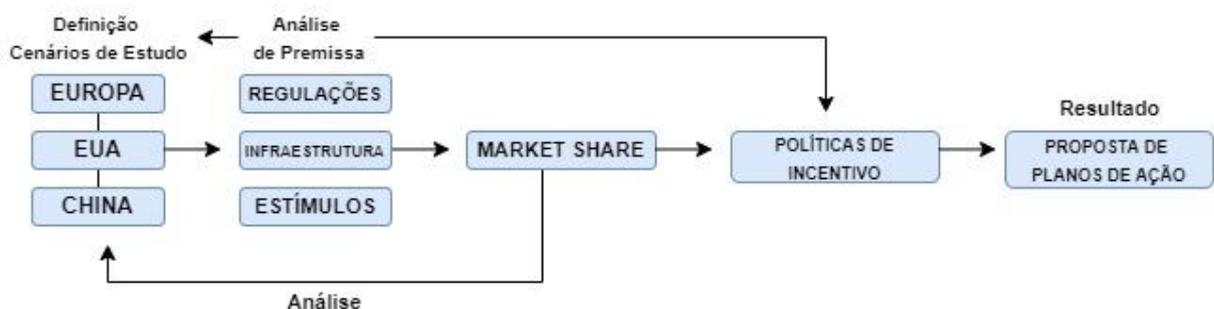
### 3 MÉTODO

Para obtenção de dados acadêmicos e estratégicos foram realizadas pesquisas bibliográficas para tomada de conhecimento dos temas abordados e conseqüentemente insumos para o desenvolvimento. A pesquisa do tipo descritiva caracteriza-se como um estudo de múltiplos casos de regulações e estímulos.

A estruturação da presente pesquisa permite a comparação de possíveis modelos de negócios já existentes na mobilidade elétrica e os atuais modelos de regulações e estímulos aplicados no cenário internacional. Estes dados foram reunidos a partir das bases acadêmicas contemplando a tecnologia, inovação, políticas e relatórios de apontamento das indústrias do setor atuantes do setor.

Na figura 6 é apresentado um fluxograma de como a pesquisa foi construída.

FIGURA 6 - FLUXOGRAMA DA PESQUISA



FONTE: O Autor (2022).

O trabalho se inicia considerando três cenários para estudo, delimitando a três dos principais mercados globais de veículos elétricos no mundo, sendo o mercado americano, europeu e asiático.

Após a definição de quais mercados serão abordados na pesquisa, foi feito a análise das premissas que serão considerados para cada país estudado, foram considerados os principais fomentos para a disseminação do uso de veículos elétricos colocados em prática como políticas públicas, que são: regulações, infraestrutura e estímulos.

Nas premissas de infraestrutura são abordados os principais meios tecnológicos e de investimento para que os veículos elétricos sejam utilizados como meio de transporte de pessoas e também para aplicações de transporte de cargas.

Os estímulos dissertados trazem as ferramentas empregadas no cenário internacional e que principalmente por meio de estímulos fiscais estão gerando

resultados positivos na comercialização de meios de transporte elétricos. Boa parte das iniciativas fiscais adotam o abatimento de impostos ou descontos na compra de um veículo elétrico sendo assim uma das principais ações empregadas no cenário internacional e que podem ser replicadas no cenário brasileiro.

Para a definição de quais ações estão sendo mais eficientes no sentido de disseminar o uso de EVs, foi considerado como indicador o número de vendas de veículos elétricos em um período de 7 anos de 2015 a 2021. Esse indicador reflete se as medidas adotadas para impulsionar a mobilidade elétrica estão funcionando ou não, visto que, se as medidas adotadas não estivessem tendo o efeito esperado o número *market share* estaria estagnado ou em declínio. Com base no período analisado foi possível a proposição dos planos de ação previstos neste trabalho.

## 4 RESULTADOS

No presente capítulo será apresentado o desenvolvimento do trabalho, segundo os passos do fluxograma, bem como os resultados construídos ao longo da pesquisa.

Os planos de ação detalhados no decorrer do capítulo visam auxiliar a disseminação da mobilidade elétrica no cenário brasileiro, replicando as principais estratégias internacionais que atualmente contribuem de maneira positiva e efetiva para fomentar o uso de veículos elétricos que é o futuro da mobilidade global.

### 4.1.1 Análise preliminar

No período analisado na pesquisa, o mercado europeu foi o que mais teve crescimento e se destacou com medidas que podem ser replicadas no cenário brasileiro. O número de vendas de veículos elétricos está em expansão há oito anos consecutivos desde a recessão de 2009. Entretanto, esse crescimento teve uma desaceleração em 2016, principalmente devido ao mercado americano ter desacelerado devido ao baixo valor do petróleo e de outras commodities, levando o consumidor a optar por veículos movidos a combustíveis fósseis. Essa desaceleração de mercado não foi tão negativa para o mercado global, pois foi compensada devido as vendas robustas de veículos elétricos na Europa e a aceleração na Ásia, esses mercados só conseguiram se manter em crescimento pois são fortemente segurados e impulsionados por medidas eficientes de estímulos, incluindo políticas públicas de incentivos fiscais (GESEL, 2020).

Diante do agravamento das mudanças climáticas causadas pelo aquecimento do planeta, é observado um consenso entre os países participantes dos acordos climáticos acerca da necessidade de um desenvolvimento econômico e social sustentável. Direcionar esforços para o setor de mobilidade se demonstra fundamental para a redução da poluição global (IEA, 2020).

Vinculado a esse movimento de tornar a mobilidade mais sustentável, cresce também a geração de energia elétrica através de fontes renováveis, fomentadas através de políticas de incentivo para a redução dos custos de novas tecnologias de geração de baixo carbono. Na Europa, por exemplo, a participação de fontes renováveis aumentou de 14% em 2000, para 34% em 2019 (IEA, 2020).

Em termos gerais os EVs ganham espaço de mercado mesmo quando a geração de energia é proveniente de fontes poluidoras, como é o caso da Polónia, isso ocorre devido ao conjunto de políticas e diretivas aplicadas no cenário europeu.

Notadamente, o número de veículos elétricos vem crescendo em toda a união europeia, partindo de 150 mil EVs em 2016, para 283 mil unidades no ano de 2019. A infraestrutura de carregamento necessária também teve um aumento muito expressivo partindo de 3,2 mil para 169,8 mil carregadores entre os anos de 2016 e 2020. Essa alavancagem na infraestrutura foi observada nos mercados da França, Finlândia, Alemanha, Noruega, Holanda, Nova Zelândia, Portugal e Suécia, demonstrando os esforços do bloco europeu para a construção de uma economia e sociedade sustentável (IEA, 2020).

As principais motivações para a eletrificação na UE são destacadas abaixo:

- Segurança energética, que em 2014 atingiu a maior taxa de dependência energética totalizando 55,1%
- Preocupação com as alterações climáticas provenientes pelo lançamento de gases que causam o efeito estufa, que aumento 10% entre 1990 e 2018, somente proveniente das atividades de transporte
- Inovação e oportunidades industriais, gerando mercado para o desenvolvimento industrial em um mercado novo de mobilidade sustentável (EUROPEAN COMMISSION, 2019)

Diante de um processo de transição energética, os países da UE já estabelecem esforços para adquirir ou desenvolver suas capacidades industriais para implementar tecnologias sustentáveis (IRENA, 2020). O cenário europeu se constitui de uma visão estratégica de longo prazo visando a contenção das mudanças climáticas. Nesse sentido, a fundamental atuação governamental, estabelecendo metas, diretivas e mecanismos para o desenvolvimento e implantação da mobilidade elétrica, se apresenta como um essencial para a construção de todo um ecossistema de mobilidade sustentável.

Embora já existam medidas importantes, como a redução do IPI para EVs no âmbito estadual. Ainda que as atuais ações vigentes no Brasil sejam escassas, as medidas geram efeitos positivos para o setor de mobilidade elétrica. Segundo a Comissão Economia para a América Latina (CEPAL) que desenvolveu uma abordagem para apoiar os países membros na construção de estilos de desenvolvimento sustentável, conhecida como *Big Push* para a Mobilidade

Sustentável no Brasil, que busca fornecer evidências para apoiar políticas públicas que contribuam para o desenvolvimento do transporte urbano sustentável no país, como acontece por exemplo, com o plano Rota 2030, que é baseado nos conhecimentos obtidos por meio de experiência prática obtidas do cenário europeu com o apoio da cooperação e parceria em temas ligados a inovação e sustentabilidade. Sendo assim, o cenário brasileiro pode se beneficiar das ações de fomento implementadas pelo bloco europeu replicando as medidas a fim de ampliar o acesso a veículos elétricos.

#### 4.1.2 Análise de ações internacionais

Para aumentar a capacidade competitiva da mobilidade elétrica se faz necessário entender as necessidades para gerar valor ao cliente. Sem uma estratégia inovadora a mobilidade elétrica se torna apenas uma alternativa mais cara e com menor autonomia que a de carros tradicionais (EGBUE, LONG, 2012).

Segundo Kley (2011), essas estratégias inovadoras para fomento da mobilidade elétrica, tendem a seguir direções distintas a fim de reduzirem o custo e ampliar a aceitação pelos consumidores. As seguintes ações devem ser implantadas para como um meio de disseminar o interesse pela tecnologia:

- i. Conceitos inovadores de mobilidade como os serviços de *car sharing* que já contam com uma grande base de usuários, diluindo os custos de capital entre um grande número de clientes;
- ii. Massificar a implantação de veículos elétricos para serviços de transporte públicos, como por exemplo, o transporte da população,
- iii. Novas aplicações para melhorar a eficiência econômica dos veículos elétricos, onde, por exemplo, pode se adotar o conceito *vehicle to grid*, tornando os EVs em um fornecedor de energia para o sistema elétrico,
- iv. Reutilização de componentes, que não atendem mais no funcionamento satisfatório do veículo, como acontece nas baterias, que ainda podem ter outras aplicações fora do veículo,
- v. Aceitação de utilização: Sendo ainda um grande obstáculo ao público é a visão de que EVs ainda possuem uma baixa autonomia. Nesse caso, a criação de serviços baseado em uma infraestrutura para recargas orientadas para o usuário pode se tornar uma solução economicamente interessante para o cliente (KLEY 2011).

As ações listadas apresentam que a mobilidade elétrica deve buscar resolver as diversas barreiras técnicas e econômicas, e entender as relações entre os diferentes agentes da indústria automobilística. Sobretudo, se destaca que além das montadoras e dos fornecedores de baterias, novos integrantes também precisam ser integrados, como é o caso das concessionárias de energia elétrica. O fato é que para evoluir os serviços de mobilidade elétrica também dependem das características da região e políticas de incentivos que permitam que essa tecnologia cresça e amadureça contribuindo de maneira positiva para todo o ecossistema envolvido.

A União Europeia que reúne ao todo 27 estados membros independentes criou as primeiras normas obrigatórias para veículos novos de passageiros com relação à emissão de gases de CO<sub>2</sub> em 2009. Muito embora a grande maioria dos veículos comercializados no velho continente ainda seja a gasolina e diesel os veículos elétricos e híbridos já tem 7% de todo o mercado (GESEL, 2020).

Dentre as políticas públicas adotados no continente que podem variar entre os estados membros ressaltam-se os incentivos diretamente atribuídos ao consumidor, dentre eles:

- i. Subsídios para a compra de veículos elétricos;
- ii. Isenção fiscal;
- iii. Redução de imposto, podendo ser até mesmo zerado;
- iv. Isenção de taxas anuais;
- v. Recarga com desconto
- vi. Acesso preferencial de faixa e estacionamento.

Na adoção de outros incentivos é destaque também no cenário europeu a questão de infraestrutura que conta com padrões de construção de carregadores, ampla disponibilidade de carregadores e também incentivos fiscais para a aquisição de equipamentos de recarga (GESEL, 2020).

Na figura 7, é possível observar a disponibilidade da principal infraestrutura para o uso em larga escala de veículos elétricos

FIGURA 7 - CARREGADORES NA EUROPA



FONTE: ICCT (2020)

No quesito de pesquisa e desenvolvimento tecnológico para a mobilidade elétrica o cenário europeu é referência global para a inovação na fabricação de veículos elétricos e tecnologias empregadas na recarga dos veículos.

Segundo Gesel (2021), governos e intuições que não aplicam ou oferecem incentivos para a compra e utilização de veículos elétricos tendem a fracassar com o futuro da mobilidade. Os incentivos fiscais aplicados devem ser divididos em subsídios e redução de impostos. Os subsídios tendem a ter um valor monetário atrelado ao tipo de veículo e sua aplicação, podendo ser diferenciado pela categoria ao qual o veículo se enquadra. Caminhões, por exemplo, tendem a ter um subsídio maior, visto que a aplicação do veículo é para o desenvolvimento de atividades de transporte de cargas. A desoneração do imposto de compra de veículos é implementada principalmente em todo o país, com isenção parcial ou total de pelo menos um imposto de compra para veículos elétricos elegíveis. Há também alguns países como Alemanha, Holanda, Suécia, França e o Reino Unido que isentam os veículos elétricos do imposto rodoviário e das taxas anuais, os consumidores percebem essas recompensas menos do que as recompensas no ponto de venda.

Outra característica levada em consideração no estudo, são os quatro ecossistemas difundidos dentro de estímulos provenientes de instrumentos políticos, que são eles:

- i. *Market share*: que apresentam o portfólio mais diversificado entre os países da Europa, sendo este um dos itens mais explorados na literatura. A Noruega, por exemplo, é o país do bloco que mais explora a diversidade de incentivos monetários e não monetários ligados ao

uso e aquisição de veículos elétricos. Isso fica evidente para o mercado com quase 30% de *market share*. Isso evidencia que políticas de incidem diretamente em uma das principais barreiras para a disseminação da mobilidade elétrica, o custo dos veículos.

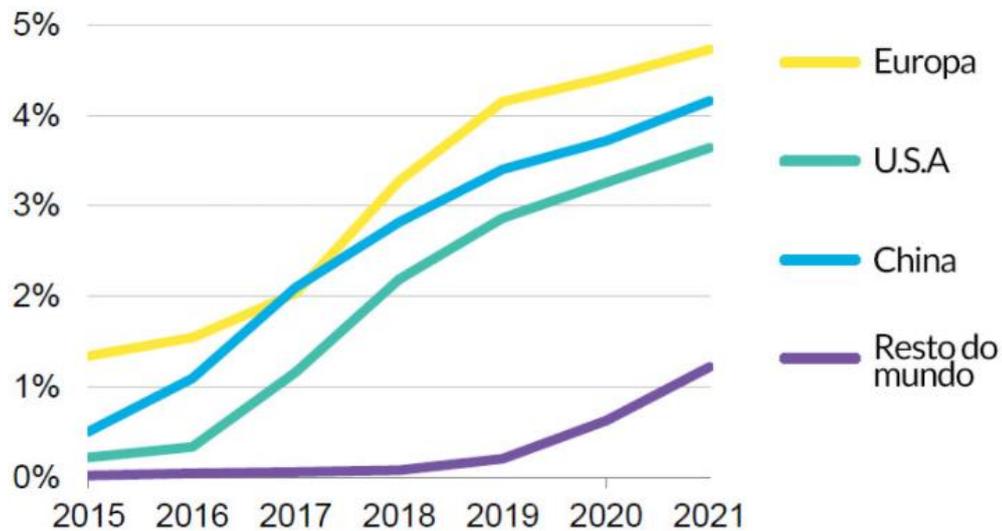
- ii. Incentivos a programas (P&D): o investimento em programas de pesquisa e desenvolvimento nos países europeus levou na diminuição dos custos de compra e autonomies dos veículos elétricos. Esses programas são pioneiros no que diz respeito ao caminho científico e tecnológico, além de serem facilitadores na criação de parcerias entre peças chaves.
- iii. Necessidades: a integração dos veículos elétricos aos sistemas locais de transporte e energia elétrica são usados como incentivos ao consumo e também como uma ferramenta para entender comportamentos e desempenho do uso de veículos. Os casos que tiveram sucesso como na China e Alemanha começaram com projetos pilotos em algumas localidades do país, para só depois serem aplicados em escala nacional.
- iv. Concepção: os movimentos destinados para a criação de capacidade produtiva local e gerar novos negócios, ajudam a criar um ambiente prospero a novos negócios. Podendo ser até mesmo indiretos como é o caso de regiões que se desenvolveram mediante a instalação ou chegada de uma nova indústria.

#### 4.1.3 Estruturação das propostas

Para viabilizar a construção das propostas de ações pela pesquisa, foi considerado como métrica os indicadores de comercialização de veículos elétricos nos últimos sete anos.

A figura 8, demonstra que nos últimos anos a demanda por veículos elétricos tem aumentado no após ano, graças ao crescente número de programas e incentivos adotados principalmente por países do bloco europeu.

FIGURA 8 - PERCENTUAL DE VENDAS DE EVS NO MUNDO



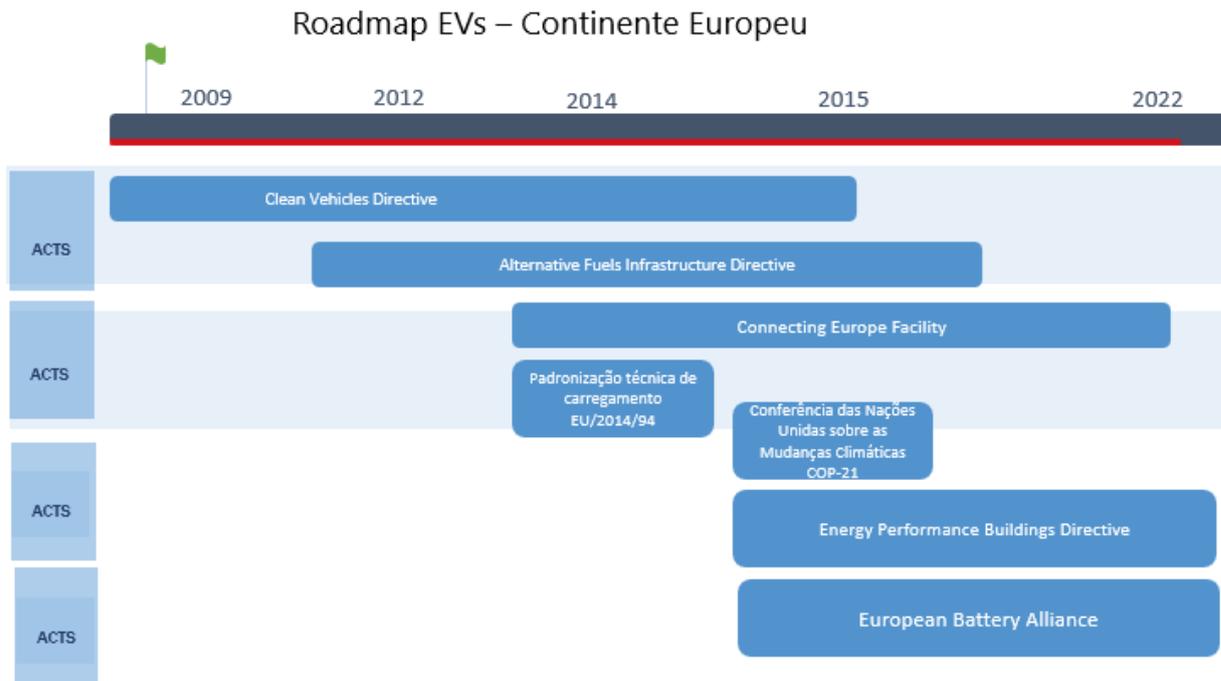
FONTE: BLOOMBERG (2021)

Com a figura 8 é possível observar que aquelas regiões onde se têm mais planos de fomento à mobilidade elétrica, maior é o número de comercialização de veículos elétricos.

Levando em consideração um período de sete anos de vendas, fica destacado o grande avanço do público europeu em adotar a mobilidade elétrica nos países do bloco. Desta forma foi realizado o mapeamento das ações empregadas no continente a partir da grande recessão de 2009 que foi o mercados globais voltaram a se aquecer.

A figura 9, apresenta um *roadmap* com a evolução das iniciativas implementadas e agendas assumidas pelo continente europeu.

FIGURA 9 - ROADMAP EVS



FONTE: Autor (2022)

Ao longo dos últimos anos, é possível observar a forte atuação do bloco europeu na maneira de promover o desenvolvimento de um ecossistema de mobilidade elétrica.

Sob uma análise, as políticas e diretivas se dividem em seis principais aspectos de atuação, todas com um mesmo objetivo central que é promover a mobilidade elétrica, mas com atuações diferentes entre si, sendo elas:

#### 1. Definição de padrões de emissões de veículos

Que tem por objetivo o atingimento das metas de emissões dos acordos internacionais, dentre eles a COP-21 (2015) onde no mesmo ano foi atualizada a regra EURO6, que é mais exigente que com relação aos índices de poluição e consumo de combustível de veículos de combustão.

#### 2. Metas de infraestrutura

Que foi instituída a partir de 2014 com a *Alternative Fuels Infrastructure Directive*, visando a construção e metas de uma infraestrutura pública de recarga obrigatória até 2020 para os países do bloco. Vale destacar que a definição de metas com relação a infraestrutura é necessária considerando que isso fornece uma segurança e tranquilidade aos usuários. Além dessa questão, como uma outra maneira de agregar mais veículos elétricos as frotas governamentais, revisou em 2009 a *Clean Vehicles Directive* para compras públicas de veículos leves, caminhões e

ônibus elétricos até 2025, ano em que deverá acontecer uma nova revisão do protocolo.

### 3. Regulamentos de construção de edifícios

Em 2016, foi implementado também o programa *Energy Performance Buildings Directive* que requer que os países membros da UE especifiquem requisitos mínimos para uma infraestrutura de carregamento em edifícios novos (IEA, 2019).

### 4. Financiamento para o ecossistema de mobilidade

Desde 2014, o *Connecting Europe Facility* é um fundo da UE criado para investimentos em infraestrutura em projetos de transporte, energia e serviços digitais. Ainda assim outros fundos foram criados, como o *Horizon 2050* que apoia projetos focados especificamente em pesquisa e inovação na mobilidade elétrica. Esse fundo destinou em 2020, € 11,8 milhões para o projeto COBRA que prevê o desenvolvimento de baterias sem cobalto, e ainda o chamado *Innovation Fund* que busca financiar até 2030 projetos que visam à promoção de tecnologias de baixo carbono (GREEN CAR CONGRESS, 2020).

### 5. Padrões técnicos

A padronagem de carregamento de veículos elétricos garante acessibilidade a rede e reduz os riscos de investimento. Para isso foi publicado em 2014 a diretiva EU/2014/94, que estabelece normas técnicas para estações de carregamento, público e residencial, como a diferença entre carregamento lento e carregamento rápido e a fiscalização dos agentes responsáveis pela prestação deste serviço.

### 6. Desenvolvimento da cadeia produtiva

O desenvolvimento de sistemas de baterias mais eficientes, maior capacidade de armazenamento e com custo reduzido auxilia na adoção veículos elétricos. Isso decorre devido ao fato de que as baterias se constituem como um componente de encarecimento dos EVs. Para isso a UE começou a desenvolver em 2016 o plano *European Battery Alliance* que reúne governos, indústria e bancos para o desenvolvimento de um ecossistema de bateria no cenário europeu.

É importante destacar que com a crise causada pela pandemia de coronavírus, houve uma preocupação de que os estímulos governamentais na Europa poderiam ser reduzidos devido à queda da economia. No entanto, as oportunidades de aumento da competitividade econômica e a dinamização da cadeia de valor, fizeram a mobilidade elétrica se tornar uma peça fundamental de recuperação econômica. (THE CONVERSATION, 2022).

Nesta perspectiva de tempo, a pesquisa em questão fornece informações e elementos baseados em sistema de governança que tem sido aplicado pelos países mais bem-sucedidos no desenvolvimento e na produção de veículos elétricos, destacando-se o modelo adotado pelo bloco europeu. Vale enfatizar que o conhecimento e ações adotadas internacionalmente forma experiências de governança de forma a identificar os seus instrumentos permitindo aprender lições que podem ser replicadas ou sugeridas para a construção de uma governança no cenário de mobilidade elétrica brasileira (CONSONI, BERMÚDEZ, 2018).

Para a elaboração de planos de ação de ajustamento do marco regulatório atual, a fim de impulsionar a mobilidade elétrica no cenário brasileiro é tarefa que tem origem na compreensão do que está ocorrendo em nível mundial. Essa definição de ações, em sua definição mais ampla, deve ser entendida como o processo de elaboração, tomada de decisão e implementação de medidas que possibilitem o alcance de metas sociais, e envolva ou deva envolver atores externos ao governo federal, incluindo o setor privado, universidades, instituições de pesquisa, organizações internacionais e governos.

No que diz respeito ao enquadramento legal e regulatório foi observado do contexto nacional, ou seja, compreendendo os arranjos que podem ser mais ou menos coercitivos no cenário brasileiro, levando também no âmbito de oferta de produtos e serviços, como por exemplo, regulamentos e normas não aplicáveis no nosso cenário.

Analisando o sistema de governança brasileiro, se percebe que apresenta muitas características que contrastam com o cenário internacional, entretanto, o Brasil ainda não escolheu como se posicionar mediante aos avanços que o setor precisa para se tornar amplo no país.

Essa inércia acarreta o não cumprimento de metas e objetivos firmados pelo país, como é o caso da COP-21 e o plano de implantar o plano nacional de adaptação à mudança do clima que foi iniciado em 2016. Este cenário leva a destacar a quase total ausência de políticas brasileiras diretamente ligadas à mobilidade elétrica. Em um panorama geral, boa parte das políticas adotadas atuou de maneira indireta, ou seja, se encontra mesclada com outros esforços de tecnologias limpas ou mesmo sustentáveis.

Fazendo uma analogia comparativa com o cenário internacional, em especial nas perspectivas dos instrumentos de política adotadas, se percebe que no Brasil são fragmentadas, onde a promoção de uso de EVs não ocorre em todas as esferas do

setor. Nos últimos anos o esforço brasileiro se concentrou na esfera de pesquisa e desenvolvimento, mas mesmo assim de maneira muito pequena. Boa parte está ligada a pesquisas em universidades e institutos de pesquisa.

Por isso que é necessária a contribuição da pesquisa em questão, demonstrando e compreendendo a estrutura do setor e propondo ações para que possamos adotar modelos de governança que deram certos no cenário internacional e que podem contribuir no nosso cenário.

#### 4.1.4 Roadmap de propostas

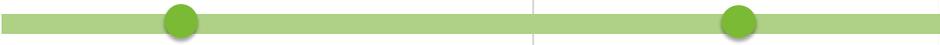
A atuação de roadmap corresponde a um plano estratégico que descreve os passos necessários para que uma organização, seja ela o próprio estado ou empresa, alcancem metas dispostas em um período determinado, orientado por uma visão de futuro.

O roadmap é um exercício prático, pois a partir das especificações de um futuro almejado, são identificadas as ações e propostas para que o objetivo futuro seja atingido.

O mapeamento de rotas tecnológicas (TRM), é uma técnica de planejamento aplicável tanto no âmbito empresarial como no governamental. O seu objetivo pode ser caracterizado como o alinhamento do desenvolvimento tecnológico com as políticas de investimento. Na atuação governamental o TRM atua na formulação de políticas e incentivos dos planos nacionais para viabilizar a implantação de uma nova tecnologia. No âmbito de atuação empresarial o foco é identificar necessidades barreiras provenientes de razões técnicas, políticas ou mesmo comerciais (DAIM, 2012).

A figura 10, apresenta um roadmap das propostas de ação com os respectivos embasamentos e foco de atuação em áreas específicas de atuação como fiscal, regulações e infraestrutura.

FIGURA 10 - ROADMAP DE PROPOSTAS

Technology Roadmap	Foco de atuação			Embasamento		
						
Curto prazo 2 anos	FISCAIS	REGULAMENTAÇÃO TÉCNICA	POLÍTICAS PÚBLICAS	CLEAN VEHICLES DIRECT		
Médio prazo 4 anos	COOPERAÇÃO	ABERTURA TECNOLÓGICA	PARCERIA	ALTERNATIVE FUELS INFRASTRUCTURE DIRECTIVE		
Longo prazo 6 anos	DIFUSÃO TECNOLÓGICA		INFRAESTRUTURA	CONNECTING EUROPE FACILITY		
				EUROPE BATTERY ALLIANCE		
				ENERGY PERFORMANCE BUILDINGS DIRECTIVE		

Fonte: Autor (2022)

#### 4.1.5 Proposta de ações de curto prazo (2 anos)

Essa organização das propostas de ações em períodos determinados possibilita começar a direcionar e delimitar o levantamento das políticas estudadas na pesquisa.

Para a implantação dessas ações no cenário nacional, não se faz necessário inicialmente o aporte financeiro, uma vez que elas foram originadas de regulação e estímulos aplicados por políticas públicas de fomento a mobilidade elétrica. O período estipulado já leva em consideração as discussões abordadas com a sociedade civil europeia e os órgãos regulatórios do setor.

As ações previstas neste período de curto prazo têm relação à adoção de incentivos, subsídios e isenção, assegurados por lei. Um outro ponto a ser abordado durante esse período é a articulação para o monitoramento e fiscalização das medidas colocadas em prática por parte do poder público.

A diversidade de desafios que existem no segmento da mobilidade elétrica cria a necessidade de uma implantação coordenada em conjunto com ações políticas e regulação voltada para um ambiente institucional favorável para a disseminação no uso de EVs.

As estratégias de políticas públicas podem variar de acordo com a realidade de cada país. Algumas peculiaridades socio territoriais podem influenciar de maneira decisiva na elaboração e realização de medidas institucionais.

O cenário brasileiro se mostra aberto para a implantação da mobilidade elétrica, porém ainda carece de ações tanto do poder público quanto da sociedade civil. Detalhando cada uma das oito propostas de ações iniciais temos:

i. “A criação de políticas públicas de incentivos fiscais e de financiamento público para investimento”, que conforme abordado durante a pesquisa se mostrou com um dos principais fatores de atratividade para a compra de EVs na Europa nos últimos anos. Esta ação pode ser constituída de leis como as atuais em curso: lei nº 304/2017 que institui a política de substituição dos automóveis movidos a combustíveis fósseis; a lei nº 2156 de 2021 que institui a Política Nacional de Mobilidade Elétrica e suas diretrizes e também o projeto de lei nº 2461 de 2021 que cria o Programa de Modernização Veicular e Mobilidade Elétrica.

ii. “Criação de regulação plugs e conectores”, a regulamentação técnica é o guia de boas práticas para os órgãos reguladores que tem por finalidade delimitar no âmbito nacional funções e padrões de segurança para produtos, estabelecendo métodos de ensaio e outros requisitos técnicos necessários para os regulamentos aplicáveis, ou recorrer a normas técnicas para este fim. A utilização ou não de normas técnicas fica a critério do órgão regulador. No Brasil, tal papel é assumido pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia - Inmetro.

iii. “Propor políticas públicas a fim de incentivar a mobilidade elétrica”, as políticas de incentivo através de estímulos e regulações demonstram para empresas e para a sociedade o compromisso de se cumprir as metas assumidas pelo governo que refletem em um cenário positivo para investimentos privados.

iv. “Criar incentivos para a redução da conta tarifária de pontos que ofertem o carregamento elétrico”, esta medida atua com o papel de agregar valor ao investimento. Pode ser implantada através de estímulos do governo para estabelecimentos que ofertem o carregamento aos seus clientes, e com isso, tenham uma tarifa de energia com valor diferenciado, visto que, o estabelecimento está contribuindo para a difusão da mobilidade elétrica na sua região.

v. “Incentivos de fomento a indústria nacional a fim de baratear insumos”, a criação de programas que estimulem a indústria nacional a produzir os insumos para a fabricação de veículos elétricos cria mais um cenário positivo para o país, a geração de empregos, renda e aumento na arrecadação de impostos. Esse cenário é possível graças a já existirem no cenário nacional grandes indústrias do setor elétrico e eletrônico.

vi. “Articulação dos órgãos competentes para a tomada de decisão regulatória”, o envolvimento de todos os órgãos inerentes ao tema para a implantação de novas políticas públicas minimiza quaisquer problemas na sua implantação tendo em vista que cada órgão leva para a discussão o conhecimento prévio do cenário nacional e isso facilita no processo de implementar novas regras para o setor.

vii. “Atualização de normas para que permitam a flexibilização de contratação de demanda”, a revisão de atual resolução normativa ANEEL N°414, de 9 de setembro de 2010 que prevê atualmente que a demanda de potência ativa a ser obrigatória e continuamente disponibilizada pela distribuidora, no ponto de entrega, conforme valor e período de vigência fixados em contrato, e que deve ser integralmente paga, seja ou não utilizada durante o período de faturamento, expressa em quilowatts (kW).

Na tabela 3 é apresentado o resumo contendo as propostas de ação para um período de 2 anos, baseado nas ações implantadas no mercado Europeu para fomento da mobilidade elétrica no continente.

TABELA 3 - PROPOSTA DE AÇÃO DE CURTO PRAZO (2 ANOS)

1	Criação de políticas públicas de incentivos fiscais e de financiamento público para investimento no setor
2	Criação de regulação para plugs e conectores
3	Propor políticas públicas a fim de incentivar a mobilidade elétrica
4	Criar incentivos para a redução da conta tarifária de pontos que ofereçam o carregamento elétrico
5	Incentivos de fomento a indústria nacional a fim de baratear insumos
6	Articulação dos órgãos competentes para a tomada de decisão regulatória
7	Atualização de normas para que permitam a flexibilização de contratação de demanda

Fonte: Autor (2022)

#### 4.1.6 Proposta de ações de médio prazo (4 anos)

As propostas de ações previstas de médio prazo também visam estratégias a serem adotadas pelo poder público através de estratégias de políticas públicas.

Ainda que se encontre em aberto, pesquisas sobre governança refletem o consenso de interesses da comunidade científica em compreender o desenvolvimento de características e de se administrar as alterações na governança de transformação (STOKER, 2008). A boa governança pressupõe coerência e coordenação e a complementaridade das partes envolvidas públicas e privadas, em ações institucionalizadas que se somam para fortalecer a ação individual e coletiva (RHODES, 1996).

A pesquisa sobre governança busca assimilar e, em alguns casos, propor ações que incidem de maneira direta como os envolvidos “atores sociais” se interagem para alcançar objetivos comuns. Estas ações têm origem muitas vezes pela demanda social, pela problemática ambiental que influenciam as ações de instituições ao longo do tempo.

Detalhando cada uma das cinco propostas de ações de médio prazo que podem ser aplicadas no cenário nacional, temos:

i. “Criação de estímulos para o mercado e cooperação com países proeminentes em mobilidade elétrica”, a abertura de mercado cria um movimento para a entrada de novos integrantes ao seguimento de mobilidade elétrica, isso gera de maneira saudável mais competitividade no setor. Porém conforme o modelo europeu é preciso delimitar ações para que não se crie concorrência injusta entre as empresas envolvidas.

ii. “Abertura de aspectos tecnológicos”, esse aspecto derruba barreiras criadas pelo desenvolvimento de novas tecnologias, através da abertura de patentes e possível replicar tecnologias que estão dando certo, sejam elas atribuídas a equipamentos ou mesmo veículos.

iii. “Criação de incentivos para concessões de infraestrutura pública”, a infraestrutura pública pode ser atualizada para proveito da mobilidade, assim como já ocorrem com as rodovias brasileiras e a parceira com concessionárias que administram vários trechos pelo Brasil. Pode ser constituída uma parceria pública-privada a fim de promover investimentos que serão benéficos para a mobilidade elétrica.

Iv “Criação de incentivos para adoção de sistemas de armazenamento de energia” essa modalidade de incentivo propicia a disseminação do conceito *vehicle to grid* que é um uso inteligente e bidirecional de veículos elétricos e híbridos, que implica em conectar o veículo a uma rede elétrica para carregar as baterias do veículo e também possibilitando de emitir energia elétrica de volta à rede da concessionária para participar do gerenciamento da demanda de eletricidade no país.

v. “Fiscalização periódicas dos órgãos reguladores para validar a aplicação dos resultados dos projetos”, a fim de monitorar as ações implantadas e garantir o cumprimento conforme previa as concessões firmadas.

A tabela 4, detalha o resumo das propostas de ação para um período médio de 4 anos.

TABELA 4 - PROPOSTA DE AÇÃO DE MÉDIO PRAZO (4 ANOS)

1	Criação de estímulos para o mercado e cooperação com países proeminentes em mobilidade elétrica
2	Abertura de aspectos tecnológicos
3	Criação de incentivos para concessões de infraestrutura pública
4	Criação de incentivos para adoção de sistemas de armazenamento de energia
5	Fiscalização periódicas por órgãos reguladores para validar a aplicação dos resultados dos projetos

Fonte: Autor (2022)

#### 4.1.7 Proposta de ações de longo prazo (6 anos)

As propostas de ações previstas de longo prazo buscam criar, adequar e habilitar o cenário brasileiro para a continuidade dos aspectos de fomento para a mobilidade elétrica.

Retrato da experiência europeia, a criação de parcerias e a implementação de incentivos facilita a difusão nas fases iniciais da introdução da tecnologia com vistas à posterior disseminação, tão necessária para a redução dos preços. O modelo de incentivos e governança abordado na Europa demonstra que principalmente na fase de inserção da nova tecnologia é necessário o apoio dado pelos governos. Somente assim se permite massificar a produção e as vendas, atingindo uma economia de escala que permita a redução dos preços. Reforçar a necessidade de atuação do governo para alavancar a mobilidade elétrica no país tem o mesmo papel das iniciativas que levaram os governos da Europa a replanejar o futuro de mobilidade dos países do bloco. A mobilidade elétrica nos países do bloco hoje é uma referência, devido ao envolvimento de boa parte da sociedade civil no desenho dos anseios sociais que almejam um futuro móvel com qualidade, seguro e que não cause danos ao meio ambiente.

A disseminação no uso de veículos elétricos e sua massificação de produção é uma condição essencial para que se concretize a alteração do paradigma sobre a mobilidade elétrica e a mobilidade elétrica se imponha como o modo de deslocamento de bens e pessoas.

Para a formulação dos últimos três planos de ações foi considerado um cenário pós parcerias públicas-privadas concretizadas, onde capital já foi aplicado no setor e que as ações de curto e médio prazo já estejam implementadas. Diante disso, as ações de caracterização como:

i. “Adaptação e modernização para um sistema de fluxo de energia bidirecional V2G”, o sistema hoje possui um fluxo unidirecional e precisará se adaptar para atender os novos padrões e expectativas que lhe serão submetidos. Uma rede com mais comunicação, menos dependente de uma central geradora, com geração de energia mais diversificada.

ii. “Habilitação de contribuição do veículo elétrico na resposta da demanda V2G”, devido ao aumento de demanda que os veículos elétricos trazem para o setor energético brasileiro é de extrema importância adequar a oferta à demanda de energia elétrica. As redes de distribuição devem estar preparadas para interagir com o consumidor e criar estímulos para que este recarregue o seu veículo sem sobrecarregar o sistema elétrico, ou seja, fora dos horários de grande demanda. E para que essa sinergia ocorra são necessárias a criação de faixa horária e a implantação de redes inteligentes capazes de monitorar, além de uma gestão da rede que permita que os veículos elétricos sejam fontes de compartilhamento de energia com o sistema da concessionária de energia.

A tabela 5, apresenta as propostas de ação para um período de longo prazo.

TABELA 5 - PROPOSTA DE AÇÃO DE LONGO PRAZO (6 ANOS)

1	Adaptação e modernização para um sistema de fluxo de energia bidirecional V2G
2	Habilitação de contribuição do veículo elétrico na resposta da demanda V2G

Fonte: Autor (2022)

## 5 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Ao longo deste trabalho foram identificadas as principais estratégias adotadas para a disseminação no uso de veículos elétricos. Apesar de já existirem iniciativas no país, principalmente por iniciativas da sociedade civil, ainda se tem um longo caminho para tornar tal tecnologia disponível em larga escala no país, e desta maneira contribuir efetivamente para o bem-estar social e ambiental da população.

O Brasil é um país de dimensões continentais, e isso agrega ainda mais desafios pelo fato da infraestrutura ser mais complexa de ser implementada se comparado com um país menor. As iniciativas que podem tornar a mobilidade elétrica uma realidade presente na nossa sociedade deve partir do poder público, utilizando poder de lei e também projetos de infraestrutura com investimentos em parcerias pública-privada. Tais medidas ajudarão a transpor gargalos que atualmente fazem

com que o interesse por veículos elétricos ainda seja restrito a uma pequena parcela da sociedade.

Atualmente um dos principais itens que barram essa disseminação dos EVs é o valor agregado do veículo e também a falta de infraestrutura de carregamento, fazendo com que inviabilize boa parte da utilização dos veículos elétricos.

A presente pesquisa revela que sem o apoio necessário por parte do governo com políticas públicas eficientes dificilmente agendas ambientais serão cumpridas pelo Brasil. Outro fator possível de ser observado é que a atitude do consumidor em relação aos veículos elétricos é positiva principalmente quando adotada políticas de incentivos fiscais. Os dados de comercialização de EVs são bastante positivos na Europa, continente onde justamente estão em práticas as melhores políticas fiscais de incentivo a mobilidade elétrica.

Para gerar uma contribuição com a sociedade civil, empresas e o governo, foi feito esta pesquisa, com propostas de ações destinados ao setor público e privado para os próximos anos. Vale ressaltar que, grande parte das ações previstas contam fortemente com a atuação de políticas públicas instauradas pelo governo juntamente com a participação de empresas e a sociedade brasileira, criando uma solução eficiente de mobilidade segura e sustentável que gera renda, novos negócios e o cuidado com o meio ambiente. Certamente, a adoção da mobilidade elétrica pode ser um dos maiores legados deixados para as futuras gerações de brasileiros que ainda estão por vir em um futuro que já em sendo construído.

Futuramente, seria importante uma análise que avalie se as ações propostas nessa pesquisa estão sendo aplicadas efetivamente no cenário nacional e se elas estão tendo resultados positivos do mercado Europeu, isso vai reforçar que boa parte das ações não dependem exclusivamente de capital para serem colocadas em prática. O cenário político pode prover mudanças no quesito de uma mobilidade mais sustentável e eficiente adotando uma postura facilitador para a disseminação da tecnologia no Brasil.

## REFERÊNCIAS

AMADEU, M. S. U. dos S. et al. Manual de normalização de documentos científicos de acordo com as normas da ABNT. Curitiba: Ed. UFPR, 2015. Disponível em: <<http://www.editora.ufpr.br/portal/livros/manual-de-normalizacao-de-documentos-cientificos-de-acordo-com-as-normas-da-abnt/>>. Acesso em: 04 de maio de 2020.

ANFAVEA, A. N. F. et al. O caminho da descarbonização do setor automotivo no Brasil. São Paulo: ANFAVEA, 2021. Disponível em: <<https://anfavea.com.br/docs/apresentacoes/APRESENTA%C3%87%C3%83O-ANFAVEA-E-BCG.pdf>>. Acesso em: 15 de novembro de 2021.

ABDEKAFI, M. P. et al. Modelos de Negócios Aplicados a Compartilhamento de Veículos Elétricos. Fortaleza: UNIFOR, 2018. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/328656376\\_Modelos\\_de\\_Negocios\\_Aplicados\\_a\\_Compartilhamento\\_de\\_Veiculos\\_Eletricos](https://www.researchgate.net/publication/328656376_Modelos_de_Negocios_Aplicados_a_Compartilhamento_de_Veiculos_Eletricos)>. Acesso em: 15 de novembro de 2021.

ADITJANDRA, G. B. Z. et al. Evaluating the impacts of urban freight traffic. Inglaterra: EUROPE JOURNAL, 2016. Disponível em: <<https://journals.open.tudelft.nl/ejtir/article/view/3110>>. Acesso em: 3 de setembro de 2021.

BALLOU, R. H. et al. Transportes, administração de materiais e distribuição física. São Paulo: ATLAS, 2011. Disponível em: <<https://www.webartigos.com/artigos/analise-da-logistica-segundo-ballou-ronald-h-2011/149607>>. Acesso em: 15 de agosto de 2021.

BJERKAN, K. Y. et al. Incentives for promoting Battery Electric Vehicle (BEV). Oslo: EUROPE JOURNAL, 2016. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/290533518\\_Incentives\\_for\\_promoting\\_Battery\\_Electric\\_Vehicle\\_BEV\\_adoption\\_in\\_Norway](https://www.researchgate.net/publication/290533518_Incentives_for_promoting_Battery_Electric_Vehicle_BEV_adoption_in_Norway)>. Acesso em: 17 de setembro de 2021.

CHAN, C. C. et al. The State of the Art of Electric, Hybrid, and Fuel Cell Vehicles. Nova Jersey: IEEE, 2017. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/4168013>>. Acesso em: 3 de setembro de 2021.

CAMPOS, C. V. et al. Gases do Efeito Estufa. São Paulo: SIELO SP, 2017. Disponível em: <<https://www.scielosp.org/article/csc/2017.v22n4/1141-1154/>>. Acesso em: 3 de setembro de 2021.

COHEN, S. C. et al. Can We Advance Social Equity with Shared, Autonomous and Electric Vehicles? California: TRANSPORTATION STUDIES, 2017. Disponível em: <[https://www.transformca.org/sites/default/files/3R.Equity.Indesign.Final\\_.pdf](https://www.transformca.org/sites/default/files/3R.Equity.Indesign.Final_.pdf)>. Acesso em: 25 de novembro de 2021.

CASTRO, B. da V. et al. Veículos Elétricos Funcionamento e seus benefícios. Lages: Ed. UNIFACVEST, 2018. Disponível em: <<http://revista.ipt.br/index.php/revistaIPT/article/view/71>>. Acesso em: 22 de novembro de 2021.

BOURBON E. et al. Alternative Fuel and Advanced Technology Vehicles. Virginia: ALLEGHENY SCIENCE, 2020. Disponível em: <<https://afdc.energy.gov/vehicles/search/download.pdf?year=2022>>. Acesso em: 19 de setembro de 2021.

CHESBROUGH, H. et al. Open Innovation: Researching a New Paradigm. Oxônia: OXFORD UNIVERSITY PRESS, 2006. Disponível em: <[https://books.google.com.br/books?hl=pt-&lr=&id=RdcSDAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR9&dq=CHESBROUGH,+2006&ots=kRRb3ZMcD5&sig=R6nYjrcko\\_zSaauQH1GwNTlisku0#v=onepage&q=CHESBROUGH%2C%202006&f=false](https://books.google.com.br/books?hl=pt-&lr=&id=RdcSDAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR9&dq=CHESBROUGH,+2006&ots=kRRb3ZMcD5&sig=R6nYjrcko_zSaauQH1GwNTlisku0#v=onepage&q=CHESBROUGH%2C%202006&f=false)>. Acesso em: 15 de novembro de 2021.

DRUMM, F. C. et al. Poluição Atmosférica Proveniente da Queima de Combustíveis Derivados do Petróleo em Veículos Automotores. Santa Maria: Ed. UFSM, 2014. <<https://periodicos.ufsm.br/index.php/reget/article/view/10537>>. Disponível em: Acesso em 11 de junho de 2020.

DELGADO, T. B et al. Carros Elétricos. Rio de Janeiro: FGV, 2017. Disponível em: <[https://fgvenergia.fgv.br/sites/fgvenergia.fgv.br/files/caderno\\_carros\\_eletricos-fgv-book.pdf](https://fgvenergia.fgv.br/sites/fgvenergia.fgv.br/files/caderno_carros_eletricos-fgv-book.pdf)>. Acesso em: 11 de junho de 2020.

DIGER, R. J. et al. The Emergence of an Electric Mobility Trajectory. Londres: ENERGY POLICY, 2011. Disponível em: <[https://pesquisa-eaesp.fgv.br/sites/gvpesquisa.fgv.br/files/arquivos/orsato\\_-\\_the\\_emergence\\_of\\_an\\_electric\\_mobility\\_trajectory.pdf](https://pesquisa-eaesp.fgv.br/sites/gvpesquisa.fgv.br/files/arquivos/orsato_-_the_emergence_of_an_electric_mobility_trajectory.pdf)>. Acesso em: 07 de setembro de 2021.

FENG, W. et al. Conventional vs Electric Commercial Vehicle Fleets: A Case Study of Economic and Technological Factors Affecting the Competitiveness of Electric Commercial Vehicles in the USA. Portland: PORTLAND STATE UNIVERSITY, 2012. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/257715669\\_Conventional\\_vs\\_Electric\\_Commercial\\_Vehicle\\_Fleets\\_A\\_Case\\_Study\\_of\\_Economic\\_and\\_Technological\\_Factors\\_Affecting\\_the\\_Competitiveness\\_of\\_Electric\\_Commercial\\_Vehicles\\_in\\_the\\_USA](https://www.researchgate.net/publication/257715669_Conventional_vs_Electric_Commercial_Vehicle_Fleets_A_Case_Study_of_Economic_and_Technological_Factors_Affecting_the_Competitiveness_of_Electric_Commercial_Vehicles_in_the_USA)>. Acesso em: 15 de agosto de 2021.

FIGLIOZZI, M. A. et al. The Time Dependent Vehicle Routing Problem with Time Windows. Portland: PORTLAND STATE UNIVERSITY, 2011. Disponível em: <<https://www.scirp.org/%28S%28vtj3fa45qm1ean45vvffcz55%29%29/reference/referencenpapers.aspx?referenceid=1630616>>. Acesso em: 3 de setembro de 2021.

GLOBAL, E. V. et al. Scaling-up the transition to electric mobility, Paris: INTERNATIONAL ENERGY, 2019. Disponível em: <[http://www.indiaenvironmentportal.org.in/files/file/Global\\_EV\\_Outlook\\_2019.pdf](http://www.indiaenvironmentportal.org.in/files/file/Global_EV_Outlook_2019.pdf)>. Acesso em: 28 de julho de 2020.

GESEL, L. S. et al. Experiências Internacionais em Mobilidade Elétrica. Rio de Janeiro: Ed. UFRJ, 2021. Disponível em: <[http://www.gesel.ie.ufrj.br/app/webroot/files/publications/14\\_santos\\_TDSE\\_102\\_2021\\_08\\_11.pdf](http://www.gesel.ie.ufrj.br/app/webroot/files/publications/14_santos_TDSE_102_2021_08_11.pdf)>. Acesso em: 28 de julho de 2021.

GEVAERS, G.E et al. City Distribution and Urban Freight Transport Bruxelas: Ed. VRIJE UNIVERSITEIT, 2011. Disponível em: <<https://www.elgaronline.com/view/edcoll/9780857932747/9780857932747.00009.xml>>. Acesso em: 15 de maio de 2021.

DALE I. C. C. et al. Effects of battery manufacturing on electric vehicle life-cycle Washigton: ICCT, 2018. Disponível em: <<https://theicct.org/publication/effects-of-battery-manufacturing-on-electric-vehicle-life-%20charged%20using%20renewable%20energy>>. Acesso em: 20 de outubro de 2021.

IWAN S. T. et al. Analysis of Parcel Lockers' Efficiency as the Last Mile Delivery Solution. Estetino: TRANSPORTATION RESEACH, 2016. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/299460301\\_Analysis\\_of\\_Parcel\\_Lockers'\\_Efficiency\\_as\\_the\\_Last\\_Mile\\_Delivery](https://www.researchgate.net/publication/299460301_Analysis_of_Parcel_Lockers'_Efficiency_as_the_Last_Mile_Delivery)>. Acesso em: 15 de maio de 2021.

MCKINSEY, G. H. M et al. Accelerating the Global Adoption of Electric Vehicles. Holanda: ELSEVIER, 2015. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S104061901500250X>>. Acesso em: 22 de novembro de 2021.

MARCOVITCH, J. et al. Políticas para redução dos gases GEE. São Paulo: Ed. USP, 2015. Disponível em: <[https://mudarfuturo.fea.usp.br/wp-content/uploads/2016/01/00\\_Marcovitch.pdf](https://mudarfuturo.fea.usp.br/wp-content/uploads/2016/01/00_Marcovitch.pdf)>. Acesso em: 3 de setembro de 2021.

MORGANTI, B. M. et al. Policy implications for promoting the adoption of electric vehicles. Estetino: TRANSPORTATION RESEACH, 2018. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0965856418301186>>. Acesso em: 3 de setembro de 2021.

VARGAS, J. E. V. et al. An Outlook for Battery Electric Vehicles Adoption in Brazil Campinas: Ed. UNICAMP, 2020. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2032-6653/11/3/60/pdf>>. Acesso em: 17 de setembro de 2021.

MARKIT, I. H. S. et al. Global electric vehicle Sales. Londres: MARKIT TECHNOLOGY, 2018. Disponível em: <<https://cleanenergynews.ihsmarkit.com/research-analysis/global-electric-vehicle-sales-grew-41-in-2020-more-growth-comi.html>>. Acesso em: 19 de setembro de 2021.

NYKVIST, N. N. et al. Governing the electric vehicle transition – Near term interventions to support a green energy economy. Estocolmo: KTH ROYAL INSTITUTE, 2016. Disponível em: <<https://www.sei.org/publications/governing-the>>

electric-vehicle-transition-near-term-interventions-to-support-a-green-energy-economy/>. Acesso em: 07 de setembro de 2021.

NOVAIS, C. R. B. et al. Mobilidade Elétrica: Desafios e Oportunidades. Rio de Janeiro: FGV RIO, 2016. Disponível em: <[https://www.fgv.br/fgvenergia/celso\\_novais\\_mobilidade\\_eletrica/files/assets/common/downloads/Celso%20Novais\\_Mobilidade%20Eletrica.pdf](https://www.fgv.br/fgvenergia/celso_novais_mobilidade_eletrica/files/assets/common/downloads/Celso%20Novais_Mobilidade%20Eletrica.pdf)>. Acesso em: 07 de junho de 2020.

O'CONNOR L. V. R. et al. The Energy of Transportation. Washigton: THE DIALOGUE, 2011. Disponível em: <<https://archive.transatlanticrelations.org/wp-content/uploads/2017/11/ch04.pdf>>. Acesso em: 15 de abril de 2021.

OLIVEIRA, M. M. et al. O estudo do meio sobre a cidade e o urbano. Paraíba: GEOUSP ONLINE, 2014. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/geousp/article/view/90070>>. Acesso em: 15 de maio de 2021.

ROLAND, R. B. et al. Study E-Mobility Index. Munique: REPORT, 2013. Disponível em: <[rolandberger.com/publications/publication\\_pdf/roland\\_berger\\_e\\_mobility\\_index\\_q3\\_2015\\_20150911.pdf](http://rolandberger.com/publications/publication_pdf/roland_berger_e_mobility_index_q3_2015_20150911.pdf)>. Acesso em: 07 de setembro de 2021.

RACZ, A. A. M. et al. A Look into Electric/Hybrid Cars from an Ecological Perspective. Napoca: SCIENCE DIRECT, 2014. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/277649247\\_A\\_Look\\_into\\_ElectricHybrid\\_Cars\\_from\\_an\\_Ecological\\_Perspective](https://www.researchgate.net/publication/277649247_A_Look_into_ElectricHybrid_Cars_from_an_Ecological_Perspective)>. Acesso em: 15 de maio de 2021.

SINGH, S. M. et al. Electric Vehicle Market Share. Nova Iorque: ALLIED MARKET RESEACH, 2020. Disponível em: <<https://www.alliedmarketresearch.com/electric-vehicle-market>>. Acesso em: 19 de setembro de 2021.

TEECE, D. J. et al. Business models and dynamic capabilities. California: INSTITUTE BUSINESS INNOVATION, 2012. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/318649781\\_Business\\_models\\_and\\_dynamic\\_capabilities](https://www.researchgate.net/publication/318649781_Business_models_and_dynamic_capabilities)>. Acesso em: 22 de novembro de 2021.

VERBRUGGEN, F. J. R. et al. Evaluation of the state-of-the-artof full-electricmediumand heavy-dutytrucks Kobe: VEHICLE SYMPOSIUM, 2018. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/332780799\\_Evaluation\\_of\\_the\\_state-of-the-art\\_of\\_full-electric\\_medium\\_and\\_heavy-duty\\_trucks](https://www.researchgate.net/publication/332780799_Evaluation_of_the_state-of-the-art_of_full-electric_medium_and_heavy-duty_trucks)>. Acesso em: 07 de junho de 2020.

WEIJNEN, M. et al. A conceptual framework for the analysis of the effect of institutions on biofuel supply chains. Holanda do Sul: APPLIED ENERGY, 2017. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030626191631515X>>. Acesso em: 15 de novembro de 2021.

YANG, R. M. et al. Smart Charging Strategies for Optimal Integration of Plug-In Electric Vehicles Within Existing Distribution System Infrastructure. Nova Jersey: IEEE, 2016. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7448958>>. Acesso em: 20 de outubro de 2021.