



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA (CCT)
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA**

JACYNTHA LAYS RODRIGUES OLIVEIRA

**CENÁRIO ATUAL DO MERCADO INTERNACIONAL E NACIONAL
DOS VEÍCULOS ELÉTRICOS (VE)**

**FORTALEZA
2023**

JACYNTHA LAYS RODRIGUES OLIVEIRA

CENÁRIO ATUAL DO MERCADO INTERNACIONAL E NACIONAL
DOS VEÍCULOS ELÉTRICOS (VE)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Elétrica do Centro de Ciências e Tecnologia (CCT) da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Engenharia Elétrica.

Prof. Dr. Ernande Eugenio Campelo
Morais.

FORTALEZA

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

O47c Oliveira, Jacyntha Lays Rodrigues.
Cenário atual do mercado internacional e nacional dos veículos elétricos (VE) / Jacyntha Lays Rodrigues Oliveira. – 2023.
76 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia Elétrica, Fortaleza, 2023.

Orientação: Prof. Dr. Ernande Eugenio Campelo Moraes.

1. Cenário. 2. Mercado. 3. Veículos elétricos (VE). 4. Políticas públicas. I. Título.

CDD 621.3

JACYNTHA LAYS RODRIGUES OLIVEIRA

**CENÁRIO ATUAL DO MERCADO INTERNACIONAL E NACIONAL
DOS VEÍCULOS ELÉTRICOS (VE)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Elétrica do Centro de Ciências e Tecnologia (CCT) da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Engenharia Elétrica.

Prof. Dr. Ernande Eugenio Campelo
Morais.

Aprovada em: / /2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ernande Eugenio Campelo Moraes (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Raphael Amaral da Câmara
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Eng. Alysson de Lima Ponciano
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

A minha família e todos que amo.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de iniciar expressando meu profundo agradecimento a Deus, pois sem Ele nada seria possível. Sua presença constante em minha vida foi fundamental para superar os desafios e alcançar esta conquista tão significativa.

Quero dedicar um agradecimento especial aos meus pais, Dulce e Eilson, por terem aceitado e apoiado minha decisão de cursar a faculdade. Seu amor incondicional e encorajamento foram pilares essenciais ao longo dessa jornada. Sou imensamente grata por tudo o que fizeram por mim.

Ao meu irmão Bruno, agradeço por continuar ao lado dos nossos pais e ser meu companheiro durante todo o tempo em que moramos juntos. Sua presença trouxe conforto e alegria aos momentos de desafio, e sou grata por sua compreensão e apoio incondicional.

Aos meus tios Gilda e Messias, sou imensamente grata por terem me acolhido em sua casa para que eu pudesse cursar a faculdade. Sua generosidade e dedicação permitiram que eu me dedicasse aos estudos de forma integral. Sem a ajuda de vocês, essa conquista não seria possível.

Gostaria de expressar minha gratidão ao meu namorado Isaac, que esteve ao meu lado em todos os momentos, me apoiando e compreendendo minhas frustrações. Sua paciência, carinho e incentivo foram essenciais para me manter motivada e perseverante. Sou grata por ter você ao meu lado.

Não posso deixar de mencionar minhas amigas Ana Celine, Maria de Fátima, Jéssica Cunha e Nathalia Drusilla. Elas estiveram comigo nos momentos mais especiais, compartilhando alegrias e tristezas ao longo dessa jornada acadêmica. Sua amizade, apoio e companheirismo foram verdadeiramente inestimáveis. Agradeço por cada sorriso, palavra de conforto e encorajamento.

Por fim, expresso meu sincero agradecimento a banca avaliadora, principalmente ao professor Ernande, que se dispôs a me orientar nesse trabalho. Sua dedicação, conhecimento e orientação foram fundamentais para o desenvolvimento deste projeto. Agradeço por sua disponibilidade e confiança em meu potencial.

A todos que mencionei e também àqueles que, de alguma forma, contribuíram para a minha jornada acadêmica, meu mais profundo agradecimento.

Essa conquista não seria possível sem o apoio e a colaboração de cada um de vocês. Serei eternamente grata por todo o suporte recebido.

É justo que muito custe o que muito vale.

RESUMO

Devido à crescente preocupação com o meio ambiente e recursos naturais, a produção e uso de veículos elétricos têm sido incentivados por governos mundiais como uma opção sustentável para o futuro da indústria automotiva. Não há dúvida de que os benefícios ambientais proporcionados pelo Veículo Elétrico (VE) são consideráveis, o que torna essencial a transição para uma economia mais sustentável através da mobilidade elétrica. Entretanto o objetivo deste trabalho é elaborar uma análise sucinta, utilizando-se de uma revisão bibliográfica, que mostre o cenário atual do mercado de VE no mundo e no Brasil, identificando os principais fabricantes e modelos de veículos, as tendências de mercado, os desafios e as oportunidades para a expansão desse mercado. Decidiu-se então, por uma metodologia de revisão bibliográfica evidenciando como desenvolvimento da investigação, fazer a leitura e os fichamentos das teorias, conceitos e métodos propostos pelos teóricos lidos para embasar a pesquisa. Diante dessas explicações citadas, as conclusões apontam para o fato de que mesmo havendo um aumento de interesse em VE, ainda há muitos obstáculos a serem superados para torná-los mais acessíveis e práticos para os consumidores comuns. Faz-se necessário compreender profundamente as motivações dos países em incentivar a utilização de veículos elétricos, assim como antecipar os obstáculos para o desenvolvimento contínuo deste setor no futuro próximo com a inovação e, a partir da concretização de colaborações planejadas, proporcionar uma evolução sustentável.

Palavras-chave: Cenário. Mercado. Veículos elétricos (VE). Políticas públicas.

ABSTRAT

Due to growing concern over the environment and natural resources, the production and use of electric vehicles has been encouraged by governments worldwide as a sustainable option for the future of the automotive industry. There is no doubt that the environmental benefits provided by the Electric Vehicle (EV) are considerable, which makes the transition to a more sustainable economy through electric mobility essential. However, the objective of this paper is to prepare a brief analysis, using a literature review, which shows the current scenario of the EV market in the world and in Brazil, identifying the main manufacturers and vehicle models, market trends, challenges and opportunities for the expansion of this market. It was decided then, for a methodology of bibliographic review, evidencing as a development of the research, to read and summarize the theories, concepts and methods proposed by the theorists read to support the research. In view of these explanations, the conclusions point to the fact that even though there is an increase in interest in EVs, there are still many obstacles to be overcome in order to make them more accessible and practical for ordinary consumers. It is necessary to deeply understand the motivations of countries in encouraging the use of electric vehicles, as well as anticipate the obstacles for the continued development of this sector in the near future with innovation and, from the realization of planned collaborations, provide a sustainable evolution.

Keywords: Scenario. Market. Electric vehicles (EV). Public policies.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Ford Comuta (1967).....	20
Figura 2	- GM XP 512 (1969).....	20
Figura 3	- Toyota Prius (1997).....	21
Figura 4	- Honda Insight (1999).....	21
Figura 5	- Matriz Energética Mundial (2020).....	24
Figura 6	- Fontes renováveis/não renováveis no Brasil e no mundo (2020).....	25
Figura 7	- Oferta interna de energia elétrica por fonte.....	25
Figura 8	- Consumo de energia no Brasil (2020-2021).....	26
Figura 9	- Representação do rotor e estator.....	30
Figura 10	- Componentes do motor CC com escovas.....	31
Figura 11	- Representação do motor de indução.....	32
Figura 12	- Carregador de emergência.....	35
Figura 13	- Carregador portátil.....	36
Figura 14	- Carregador residencial ou <i>wallbox</i>	37
Figura 15	- Carregador comercial ou <i>parking</i>	38
Figura 16	- Estação de carga rápida CC (FAST CHARGER DC).....	39
Figura 17	- Gurgel Itaipu (1974).....	41
Figura 18	- Estados brasileiros com isenção de IPVA para VE's.....	49
Figura 19	- Taxa de motorização: Brasil.....	57
Figura 20	- Estados líderes na frota brasileira (2007-2019).....	58
Figura 21	- Municípios líderes na frota brasileira (2007-2019).....	58
Figura 22	- Estações de abastecimentos de EV em Fortaleza-CE.....	60
Figura 23	- Sistema de compartilhamento de EV em Fortaleza-CE.....	61
Figura 24	- Desmatamento entre os estados de Rondônia e Amazonas.....	63

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Exemplos de incentivos para aquisição de VE.....	51
Quadro 2 - Ações de promoção governamental para VEs.....	54
Quadro 3 - Ações de promoção pública de VEs em áreas selecionadas.....	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Perspectiva do número de VEs Registrados segundo ABVE.....	22
Tabela 2	- Unidades de veículos licenciados no Brasil por tipo de combustível.	27
Tabela 3	- Tipos de carregamento de acordo com o nível de recarga.....	40
Tabela 4	- Distribuição em percentual de eletropostos por estado.....	42
Tabela 5	- <i>Ranking</i> dos dez modelos eletrificados leves mais vendidos.....	65
Tabela 6	- <i>Comparativo geral entre VE X VCI</i>	67

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABDI	Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
ABINEE	Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica
ABRABAT	Associação Brasileira de Baterias Automotivas e Industriais
ABVE	Associação Brasileira do Veículo Elétrico
ADECE	Agência de Desenvolvimento do Estado do Ceará
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANFAVEA	Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores
APS	<i>Announced Pledges Scenario</i>
BEM	Balanço Energético Nacional
BEV	<i>Battery Electric Vehicle</i>
BIG	Banco de Informação de Geração
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CA	Corrente Alternada
CC	Corrente Contínua
CEM	<i>Clean Energy Ministerial</i>
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
COPEL	Companhia Paranaense de Energia
CPQD	Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações
CSLL	Contribuição Social sobre Lucro Líquido
ECM	<i>Electronically Commutated Motor</i>
ENEL	Entidade Nacional de Eletricidade
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
EUA	Estados Unidos da América
EVI	<i>Electric Vehicles Initiative</i>
FIEC	Federação das Indústrias do Estado do Ceará
GEE	Gases de Efeito Estufa
GT7	Grupo de Trabalho 7 – Híbridos e Elétricos
HEV	<i>Hybrid Electric Vehicle</i>
ICE	<i>Internal Combustion Engine</i>
IEA	Agência Internacional de Energia
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
INPE	Instituto de Pesquisas Espaciais

INPI	Instituto Nacional da Propriedade Industrial
IPI	Imposto sobre Produto Industrializado
IPM	Motor de Imã Permanente
IPVA	Imposto Sobre Propriedade de Veículo Automotor
IRPJ	Imposto de Renda Pessoa Jurídica
ITEMM	Instituto de Tecnologia Edson Mororó Moura
MCI	Motor a Combustão Interna
MCTIC	Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
MDIC	Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
ME	Motor Elétrico
MME	Ministério de Minas e Energia
NDCs	Contribuições Nacionalmente Determinadas
NiHM	Hidreto Metálico de Níquel
OIE	Oferta Interna de Energia
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PbA	Bateria de Chumbo-ácido
PHEV	<i>Plug-In Hybrid Electric Vehicle</i>
PIB	Produto Interno Bruto
PL	Projeto de Lei
PMSM	<i>Permanent Magnet Synchronous Motor</i>
PPCDam	Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal
PROALCOOL	Programa Nacional do Álcool
PROCONVE	Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores
PROMOB-e	Projeto Sistemas de Propulsão Eficiente
RENOVABIO	Política Nacional de Biocombustíveis
SAE	<i>Society of Automotive Engineers</i>
SEM	Motor de Relutância Comutada
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SINDIPEÇAS	Sindicato Nacional da Indústria de Componentes para Veículos Automotores
UE	União Europeia
VEs	Veículos Elétricos
VCI	Motor a Combustão Interna

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	Justificativa e motivação	16
1.2	Objetivos	16
1.2.1	<i>Objetivo geral</i>	16
1.2.2	<i>Objetivos específicos</i>	17
1.3	Metodologia	17
1.4	Estrutura do trabalho	18
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
2.1	Histórico de evolução do Veículo Elétrico	19
2.1.1	<i>Paralelo com o cenário nacional</i>	23
2.2	Tecnologias marcantes para o desenvolvimento do VEs	28
2.2.1	<i>Tipos de motores elétricos usados em VE</i>	30
2.2.2	<i>Tipos de baterias elétricas usados em VE</i>	32
2.2.3	<i>Tipos de carregadores para VE</i>	34
2.2.4	<i>Em que momento tecnológico o Brasil se encontra</i>	40
3	NORMALIZAÇÃO, LEGISLAÇÃO E POLÍTICAS PÚBLICAS	45
3.1	Leis e normas internacionais	45
3.1.1	<i>O cenário nacional</i>	47
3.2	Políticas públicas internacionais	50
3.3	Políticas públicas nacionais	57
3.3.1	<i>O cenário no estado do Ceará</i>	59
4	O FUTURO DOS VEs NO BRASIL	62
4.1	Os VEs e o mercado brasileiro	64
5	CONCLUSÃO	67
	REFERÊNCIAS	69

1 INTRODUÇÃO

À medida que o mundo se torna cada vez mais consciente da necessidade de tecnologias limpas e mobilidade sustentável, fabricantes e governos estão investindo pesadamente em veículos elétricos (VEs). Nos últimos anos, o mundo tem falado muito sobre as mudanças climáticas e a necessidade urgente de reduzir as emissões nocivas. Como resultado, o mercado de veículos elétricos está avançando, prometendo um futuro mais limpo e verde para todos nós.

A *Electric Vehicles Initiative* (EVI) é um fórum político multi governamental criado em 2010 no âmbito da *Clean Energy Ministerial* (CEM). Reconhecendo as oportunidades oferecidas pelos veículos elétricos, o EVI se dedica a acelerar a adoção de VE em todo o mundo. Para fazer isso, ele se esforça para entender melhor os desafios políticos relacionados à mobilidade elétrica, para ajudar os governos a enfrentá-los e servir como uma plataforma para compartilhamento de conhecimento entre os formuladores de políticas governamentais (IEA, 2023).

No mercado internacional, países como China, Estados Unidos e Noruega têm liderado a adoção de VE, com políticas públicas agressivas de apoio à sua produção, comercialização e uso. Na China, por exemplo, há uma série de políticas públicas, como subsídios, isenções fiscais e cotas para a produção de VE, que têm impulsionado o mercado interno de VE. Nos Estados Unidos, o governo tem incentivado a adoção de VE por meio de programas de estímulo à compra, subsídios e projetos de infraestrutura para carregamento de baterias. Já na Noruega, o incentivo fiscal é um dos principais motivos para a liderança no *ranking* mundial de adoção de VE (DELGADO; *et al.*, 2017).

Preocupações com as mudanças climáticas e o aquecimento global resultaram na recente formulação e adoção do Acordo de Paris por grande parte dos países do mundo, inclusive os maiores emissores de gases de efeito estufa (GEE) mundiais – EUA e China (DELGADO; *et al.*, 2017, p. 9). O Brasil assinou o Acordo de Paris, uma adesão internacional para ajudar a combater as mudanças climáticas. O Brasil prometeu reduzir suas emissões de gases de efeito estufa em 37% a partir dos níveis de 2005 até 2025, e em 43% até 2030 (MILANEZ; *et al.*, 2017).

É grande a expectativa com relação à adoção de VE nos próximos anos. De acordo com dados da Agência Internacional de Energia (IEA, da sigla em inglês), cerca de 3 milhões de carros elétricos foram vendidos no mundo em 2020,

representando 4,6% das vendas globais de veículo e somando 10 milhões de carros elétricos nas estradas do mundo (IEA, 2021). Apesar da desaceleração econômica causada pela pandemia e a redução de 16% nas vendas de veículos em 2020, as vendas de carros elétricos aumentaram 41%, com destaque principalmente para o mercado europeu e chinês. Os registros de ônibus e caminhões elétricos também se expandiram nos principais mercados, alcançando estoques globais de 600 mil e 31 mil veículos, respectivamente (IEA, 2021) (ECHEVARRIA; *et al.*, 2022).

No Brasil, o mercado de VE tem crescido a cada ano, tanto na produção quanto na venda de veículos. O governo brasileiro tem adotado medidas de estímulo à produção e comercialização de VE, como a redução de impostos e a isenção do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI), além da redução das alíquotas de importação. Alguns estados brasileiros também têm adotado incentivos fiscais para a compra de VE.

1.1 Justificativa e motivação

Atualmente, existe uma crescente preocupação com a sustentabilidade dos combustíveis e a escassez dos recursos fósseis. Por isso, precisamos de novas tecnologias que atendam às necessidades da sociedade. Veículos elétricos podem ajudar a reduzir significativamente a emissão de poluentes.

Deste modo, É importante analisar como a tecnologia dos carros elétricos afeta o mundo inteiro, especialmente em países grandes. Isso significa avaliar o impacto que teria no meio ambiente.

1.2 Objetivos

Os objetivos são as concretizações que se almeja alcançar com o desenvolvimento de um estudo e, no caso do presente, foram estabelecidos como:

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo deste trabalho é investigar o cenário atual do mercado de VE no mundo e no Brasil, identificando os principais fabricantes e modelos de veículos,

as tendências de mercado, os desafios e as oportunidades para a expansão desse mercado.

1.2.2 Objetivos específicos

Como objetivos específicos têm-se:

- ✓ Contextualizar histórico e evolução de VE;
- ✓ Apresentar políticas públicas de incentivo à produção, comercialização e uso de VE no mundo e no Brasil;
- ✓ Evidenciar Leis e normas voltadas para VE;
- ✓ Avaliar futuros fatores de implantação de VE no mundo e no Brasil.

1.3 Metodologia

Esta pesquisa se caracteriza como de natureza exploratória, já que contou com a leitura dos conceitos e teorias relacionados ao tema aqui proposto e que se encontram na literatura especializada do campo científico onde o tema se encontra.

[...] muitas vezes as pesquisas exploratórias constituem a primeira etapa de uma investigação mais ampla. Quando o tema escolhido é bastante genérico, tornam-se necessários seu esclarecimento e delimitação, o que exige revisão da literatura, discussão com especialistas e outros procedimentos (GIL, 2008).

Para a revisão de literatura, foi realizada uma revisão bibliográfica dos conceitos fundamentais para o entendimento do tema geral e, como desenvolvimento da investigação, fazer a leitura e os fichamentos das teorias, conceitos e métodos propostos pelos teóricos lidos para embasar a pesquisa. Dessa leitura, extraíram-se os principais conceitos que se aplicavam mais diretamente às questões levantadas pelos objetivos deste estudo e os ordenou conforme seriam usados nos capítulos específicos e suas respectivas seções. Essa ordenação pode ser constatada na observação de como o referencial teórico é apresentado na sua seção.

1.4 Estrutura do trabalho

Este trabalho de conclusão de curso possui um total de cinco capítulos, sendo eles a Introdução, a Fundamentação teórica apresentando: Um histórico e evolução do mercado dos VEs, Normalização e legislações voltadas para VEs, Políticas públicas atuais buscando como resultados O futuro dos VEs e seus benefícios para o mercado e, por fim, a conclusão apresenta o desfecho para o assunto abordado nos demais capítulos. Os tópicos dentro do referencial teórico possuem a intenção de introduzir, ao leitor, acerca da temática que será discutida neste documento, bem como fundamentar a pesquisa ilustrando a maneira de observar de forma ideológica que foi seguido para o projeto que resultou na produção deste trabalho.

Diante desse cenário com o avanço da tecnologia e a crescente preocupação com as opções de transporte sustentável, é seguro dizer que os veículos elétricos se tornarão uma visão cada vez mais comum nas estradas de todo o mundo, mais cedo ou mais tarde. Esta análise tem por finalidade contribuir para um debate mais amplo sobre a importância da adoção de VE como alternativa aos veículos a combustão, bem como para o desenvolvimento de novas políticas públicas que possam acelerar a transição rumo a um transporte mais limpo e sustentável. Compreender as tendências do mercado internacional e nacional de VE e as políticas públicas adotadas em diferentes países pode fornecer subsídios para a formulação de políticas mais efetivas de incentivo à produção, comercialização e uso de VE no Brasil.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Histórico de evolução do Veículo Elétrico

A história dos carros elétricos está intimamente relacionada com a história das baterias. Em 1800, o italiano Alessandro Volta demonstrou que a energia elétrica poderia ser armazenada quimicamente. Com isso, em 1821, o britânico Michael Faraday demonstrou os princípios da geração de motores elétricos ao aplicar a pilha química de Volta como um componente de seus experimentos e em 1831, Faraday apresentou os princípios da indução eletromagnética com a estreita relação entre correntes elétricas e magnetismo, estabelecendo assim a base para os motores elétricos e geradores que são necessários para carros elétricos (FERREIRA; DIAS, 2020).

O primeiro veículo elétrico foi construído por Thomas Davenport, somente em 1835. A partir desse momento e ao longo do século XIX, veículos elétricos começaram a ser construídos e adaptados para funcionarem em trilhos. Em 1859, o belga Gaston Planté realizou a demonstração da primeira bateria de chumbo e ácido. Esse equipamento veio a ser utilizado por diversos veículos elétricos desenvolvidos a partir do início da década de 1880 na França, nos E.U.A. e no Reino Unido. Em 1885, Karl Benz demonstrou o primeiro motor à combustão interna, mas foi a partir dos anos 1890 que a indústria automobilística começou a se desenvolver mais rapidamente (FEISTEL, 2016).

Em 1901, Thomas Edison, interessado no potencial dos veículos elétricos, desenvolveu a bateria níquel-ferro, com capacidade de armazenamento 40% maior que a bateria de chumbo, só que com custo de produção muito mais elevado. As baterias níquel-zinco e zinco-ar foram também criadas no final do século XIX (BARAN; LEGY, 2011).

Houve uma queda na produção de VE a partir de 1912 em virtudes de vários fatores, dentre eles: a gasolina que tornou-se um combustível atrativo para o setor de transportes devido às descobertas de petróleo no Texas, que reduziram o seu preço. A partir da década de 1930 os VEs passaram a ser produzidos em escala cada vez menor. No Japão do pós-guerra a produção do carro elétrico caiu na década de 1950 quando o racionamento de combustíveis cessou. Seu retorno só aconteceu em 1960, um debate novo surgiu, quando a opinião pública começou a se

voltar para os problemas ambientais, principalmente depois que Rachel Carson publicou seu livro *Silent Spring* (Primavera Silenciosa), em 1962 (FERREIRA; DIAS, 2020, p. 6).

Por volta de 1967, a Ford apresentou ao mundo o Ford Comuta (Figura 1), um carro limitado para até três pessoas, sendo uma criança e dois adultos. Partindo da mesma ideologia, a General Motors (GM) no ano de 1969 projetou o seu protótipo GM XP 512 (Figura 2) no mesmo conceito sendo também um carro pequeno só que com capacidade para duas pessoas (GOLDEMBERG; LEBENSZTAJN; PELLINI, 2018).

Figura 1 – Ford Comuta (1967)



Fonte: Portal Ford Media Center (2016).

Figura 2 – GM XP 512 (1969)



Fonte: Portal GM Authority (2020).

Com pouco desenvolvimento na década de 70, o entusiasmo diante do potencial dos veículos elétricos voltou com força total no final dos anos 80, onde os veículos elétricos começaram a ter um significativo avanço tecnológico, ganhando apoio de ambientalistas, governantes e fabricantes de automóveis ao redor do mundo (ALVES, 2014, p. 24). O Japão, foi um dos pioneiros em estruturar e assumir a posição de condutor do desenvolvimento dos veículos elétricos, passou a implementar ações de políticas que envolviam os automóveis elétricos no começo da década de 70 (SCHIAVI, 2020, p. 87).

Com o crescente interesse da população mundial, os fabricantes de automóveis começaram a desenvolver protótipos de veículos híbridos e chegaram a ganhar incentivos de seus governos. Porém, foi só em 1997, no Japão, que a Toyota lançou o Prius (Figura 3), um sedã híbrido de quatro portas que 3 anos mais tarde chegou aos EUA obtendo sucesso imediato e competindo com o híbrido da Honda Insight (Figura 4) que chegara em 1999 ao mercado americano com enorme sucesso também (ALVES, 2014, p. 24).

Figura 3 – Toyota Prius (1997)



Fonte: Portal InstaCarro, (2023).

Figura 4 – Honda Insight (1999)



Fonte: Portal Global.honda, (2023).

Pode-se observar um crescimento do uso dos veículos elétricos a partir de 1997, quando a multinacional Toyota lançou o seu primeiro modelo produzido em larga escala e concorrente aos carros de combustão. O grande impacto no meio fez ressurgir o interesse pelos veículos elétricos e incentivou grandes inovações focadas para estes veículos. O sucesso do lançamento fez com que o carro elétrico fosse considerado um produto contemporâneo, mesmo já tendo quase 100 anos de trajetória (GOMES, 2020 apud BARAN; LEGEY, 2011).

Atualmente, duas empresas se destacam no cenário mundial da fabricação dos veículos elétricos. A primeira é a americana Tesla, que fabrica carros elétricos de luxo de alta performance e tecnologia embarcada. Famosa por produzir modelos autônomos que podem guiar o veículo sem a ação do condutor. A segunda empresa é a chinesa BYD, que tem uma vasta estrutura de fábricas espalhadas pelo planeta e é a maior fabricante de veículos elétricos em número de venda de veículos elétricos no primeiro semestre de 2022 (SANTOS, 2022).

No Brasil, de acordo com Feistel (2016) segundo ABVE (2015) foi apresentado o número de VEs registrados no Brasil nos últimos anos e a previsão até 2030, como pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1 - Perspectiva do número de VEs Registrados segundo ABVE

ANO	VEs REGISTRADOS
2012	122
2013	491
2014	855
2015	3,000
2020	30.000
2030	67.000

Fonte: Feistel (2016). Adaptado pela autora do trabalho.

Os veículos elétricos são aqueles movidos por motores elétricos em vez de motores a combustão interna. Em vez de depender de gasolina ou diesel, os VE são alimentados por baterias recarregáveis.

Os carros movidos a combustível fóssil são responsáveis por uma grande parte das emissões de dióxido de carbono, metano e outros gases que contribuem para a mudança climática. Ao incentivar a produção e venda de VE, os governos podem ajudar a reduzir essas emissões e proteger o meio ambiente.

Os veículos elétricos estão se tornando cada vez mais populares por diversas razões, mais evidenciada em primeiro lugar, eles são mais eficientes do que os carros movidos a combustível fóssil, o que os torna bastante atrativos. Exemplo disso são os diversos países que estão incentivando a produção e venda de VE como uma forma de reduzir as emissões de gases de efeito estufa e melhorar a qualidade do ar, partindo do conceito de desenvolvimento sustentável com força e foco que concentrava na necessidade de utilização de fonte de energia alternativa e no desenvolvimento de novas tecnologias de transporte, tendo as atenções voltadas no intuito de reduzir a poluição nas grandes cidades (BARAN; LEGEY, 2011).

2.1.1 Paralelo com o cenário nacional

Muitos países dependem de petróleo importado para abastecer seus veículos e gerar eletricidade. Ao incentivar a produção e o uso de VE, os governos podem reduzir essa dependência e promover a independência energética. Além disso, os VE podem ser alimentados por energia renovável, como solar e eólica, o que pode reduzir ainda mais a dependência de combustíveis fósseis.

Os VE representam uma nova fronteira na tecnologia automotiva de contorno global, incentivando a produção e o uso de VE como forma de impulsionar a inovação. Ao apoiar a pesquisa e desenvolvimento de VE, os governos podem ajudar a criar empregos no setor de tecnologia e promover a competitividade econômica.

Dentre outros fatores a poluição do ar causada pelos carros movidos a combustível fóssil pode ter um impacto significativo na saúde pública, gerando custos altos. Ao reduzir as emissões dos carros, os VE podem ajudar a reduzir o número de doenças respiratórias e outros problemas de saúde relacionados à poluição do ar, algo que é bastante comum nos grandes centros urbanos.

Portanto, atualmente, os veículos elétricos são uma das maiores tendências da indústria automotiva, mas no Brasil, para torná-los mais acessíveis e viáveis para os consumidores, é preciso enfrentar alguns desafios, dentre os maiores está o custo elevado dos VE em comparação com os carros movidos a combustão. Além disso, as limitações da autonomia das baterias podem gerar preocupações nos consumidores sobre a capacidade de fazer viagens mais longas e

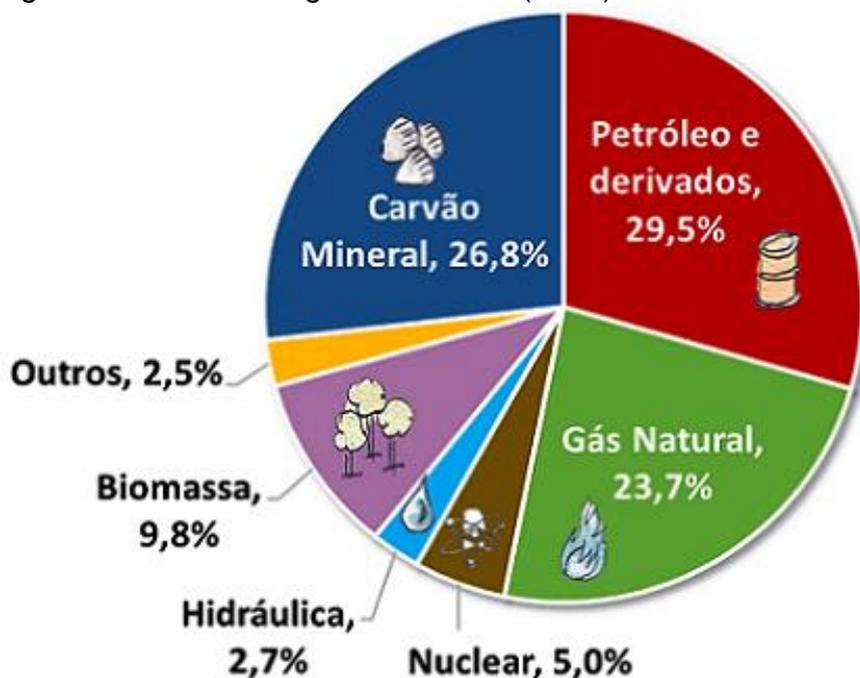
a disponibilidade limitada de modelos e pontos de recarga também podem ser um obstáculo para a adoção dos VE.

Por outro lado, a transição para os VE pode ter um impacto significativo na economia e no mercado de trabalho da indústria automotiva. Mudanças na cadeia produtiva e no mercado de peças podem ser necessárias, mas também podem surgir novas oportunidades de emprego em áreas como a manutenção e produção de baterias e motores elétricos.

O relatório anual da Bloomberg sobre veículos elétricos, conhecido como *Electric Vehicle Outlook*, em sua edição de 2019, estima que no ano de 2040 33% da frota global de veículos será elétrica, sendo a maior parte desta fatia formada por veículos puramente elétricos e uma pequena parcela formada por veículos elétricos híbridos *plug-in*, porém o estudo não especifica qual será esta proporção, sendo assim, este estudo considera uma participação de 10% de veículos híbridos *plug-in* na frota de elétricos para todos os cenários (KURODA, 2019, p. 65).

O mundo possui uma matriz energética composta, principalmente, por fontes não renováveis, como o carvão, petróleo e gás natural, conforme Figura 5.

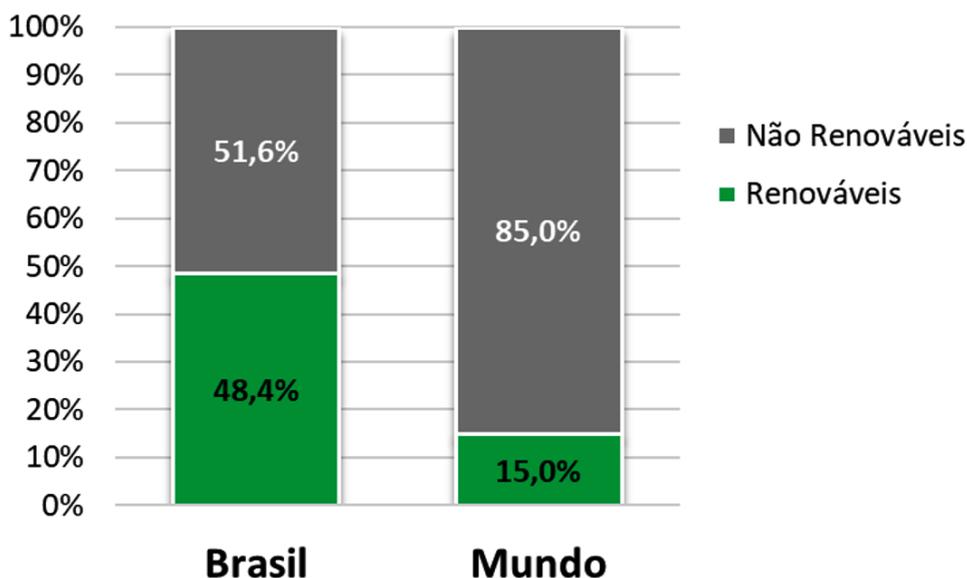
Figura 5 - Matriz Energética Mundial (2020)



Fonte: BRASIL (2022).

Comparando o consumo de energia proveniente de fontes renováveis e não renováveis no Brasil e no mundo para o ano de 2020 (Figura 6).

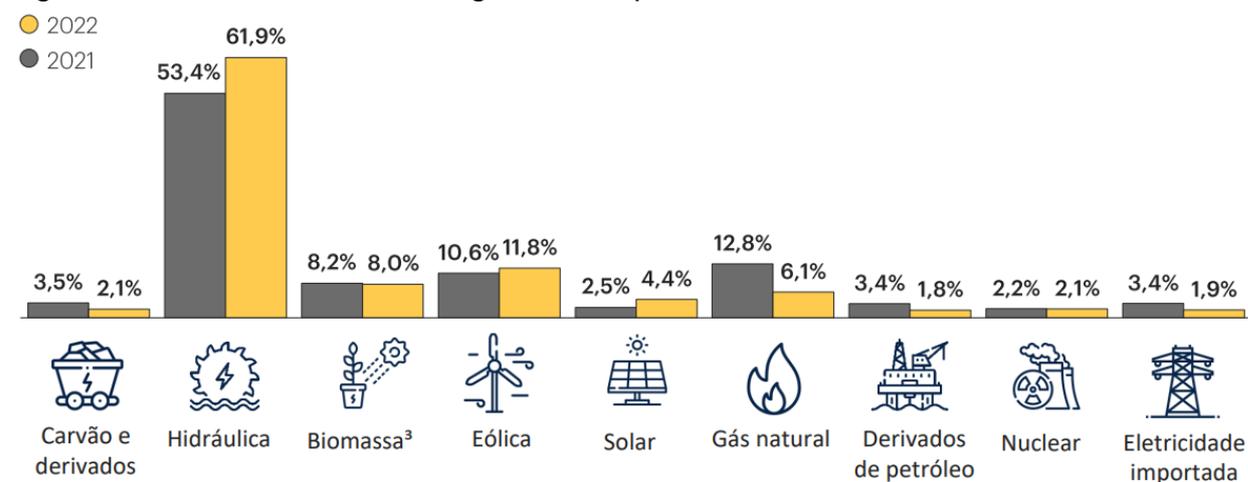
Figura 6 - Energia proveniente de fontes renováveis/não renováveis no Brasil e no mundo (2020)



Fonte: BRASIL (2022).

Enquanto isso, no Brasil, de acordo com o Balanço Energético Nacional (BEN 2023), a geração de energia elétrica no Brasil apresenta a estrutura da oferta interna de eletricidade no Brasil 2022/2021 (Figura 7).

Figura 7 - Oferta interna de energia elétrica por fonte



Fonte: BRASIL (2023).

De acordo com Oliveira; Menezes (2023) o mundo possui uma matriz energética fortemente baseada em fontes de energia não renováveis e o debate em torno do esgotamento das fontes de energias não renováveis não é novo, intensificando a partir da década de 1960, com a preocupação de que “se o

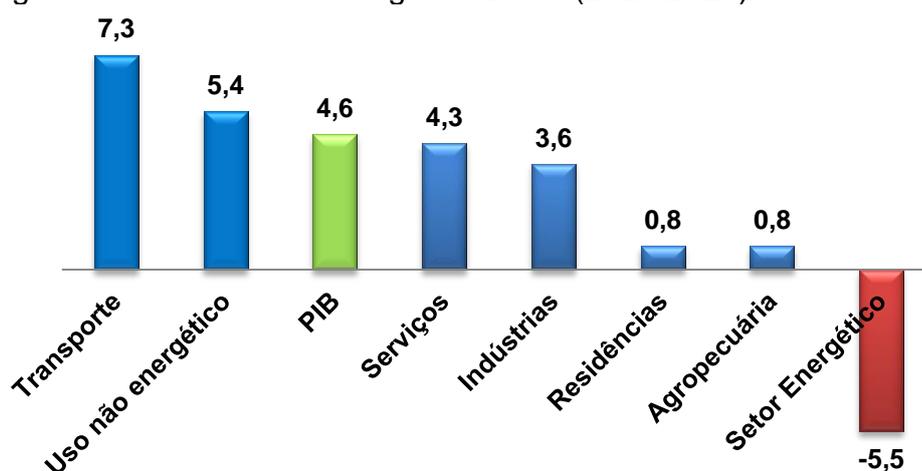
crescimento econômico a longo prazo tiver que ser sustentado por um longo período, isso somente pode ocorrer por meio de uma alta taxa de mudança técnica no uso de materiais, de energia e do estoque de capital”.

Ao compararmos com o Brasil, a história é bem semelhante ao resto do mundo, na qual a oferta de energia não renováveis é superior a oferta de energia renovável evidenciado na Figura 6. Entretanto essa questão merece mais estudos voltados a relevância dada ao veículo elétrico ao compararmos com projetos bem-sucedidos perante as baterias desenvolvidas apresentarem maior armazenamento, economizando assim a energia ofertada.

Porém, destacando-se como um dos maiores consumidores de energia do mundo, a Oferta Interna de Energia (OIE) elétrica no Brasil registrou em 2021, um acréscimo de 4,5% em relação ao ano anterior, próximo ao crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) que foi de 4,6% no mesmo período (EPE, 2022).

Quem mais consumiu a energia no Brasil em 2021 foi, sobretudo o setor industrial e o transporte de carga e de passageiros, respondendo por aproximadamente 65% do consumo de energia no país. Houve um aumento de 3,4% do uso de energia em 2021 em relação a 2020. Neste cenário, o setor de transportes apresentou o maior avanço entre os setores e se tornou, novamente, o líder no país em termos de consumo energético, conforme a Figura 8.

Figura 8 - Consumo de energia no Brasil (2020-2021)



Fonte: EPE (2022), Adaptado pela autora do trabalho.

Como o número de veículos nas estradas brasileiras continua a crescer, é evidente que a demanda por energia elétrica aumentará nos próximos anos. No

entanto, no horizonte, há uma solução promissora: os veículos elétricos e o hidrogênio verde. Embora não seja o assunto principal deste trabalho, o hidrogênio verde tem um grande impacto positivo na conjuntura atual. Além de oferecerem uma vantagem estratégica, os veículos elétricos e os sistemas de propulsão movidos a hidrogênio verde são escolhas mais ecologicamente sustentáveis em comparação com os combustíveis tradicionais. Esse aumento na demanda por energia elétrica e hidrogênio verde incentivará ainda mais investimentos no setor de energia renovável no Brasil, buscando manter a crescente participação do país em fontes de energia renovável, como a energia eólica e solar.

Segundo a ANFAVEA (2023), esse mercado está em fase inicial, chegando a marca de quase cinquenta mil veículos híbridos ou elétricos registrados no ano de 2022, o que significa 3% do mercado interno de veículos, conforme mostra a Tabela 2.

Tabela 2 - Unidades de veículos licenciados no Brasil por tipo de combustível (2022)

Tipo de motorização	Total do ano 2022	(%) do mercado interno de veículos
Gasolina	48.804	2%
Híbrido/Elétrico	49.262	3%
Flex Fuel	1.633.282	83%
Diesel	229.114	12%

Fonte: ANFAVEA (2023), Adaptado pela autora do trabalho.

No Brasil, o mercado de veículos leves eletrificados entra em 2023 com mais um recorde: as vendas de 2022 atingiram 49.245 veículos, ou 41% acima de 2021 (34.990 veículos). Com esses números, o total da frota eletrificada em circulação no Brasil já está em 126.504 veículos, incluindo automóveis leves híbridos (HEV), híbridos *plug-in* (PHEV) e totalmente elétricos (BEV) (ABVE, 2023).

DELGADO; *et al.*, (2017) destacam que:

[...] os carros elétricos no mercado brasileiro ainda são produtos ao alcance apenas das classes A e B. Mesmo veículos que, no contexto mundial, não são classificados em categorias premium, chegam ao país em uma faixa de preços que não compete com os modelos populares à combustão interna devido aos custos de fabricação ainda elevados e valores associados à logística e importação – embora desde 2015 já existam subsídios para a importação equivalente a 100% de isenção de Imposto de Importação para modelos totalmente elétricos com autonomia de pelo menos 80 quilômetros (DELGADO; *et al.*, 2017, p. 74).

As perspectivas para o futuro dos VE são promissoras com o desenvolvimento de novas tecnologias, a expansão do mercado e as mudanças nas políticas públicas para incentivar a adoção dos VE. No entanto, é importante considerar as implicações econômicas e nos empregos que essa transição pode trazer.

2.2 Tecnologias marcantes para o desenvolvimento do VEs

Os VEs fazem parte do grupo de veículos denominados “emissões zero”, pois quase não emitem poluentes (atmosférico e sonoro) na sua utilização. Além disso, a eficiência (capacidade do motor de gerar trabalho) de seus motores pode chegar a 80%, o que os torna muito mais eficientes do que os veículos equipados com motores à combustão interna, cuja eficiência energética situa-se entre 12% e 18% (DELGADO; *et al.*, 2017, p. 17).

De acordo com Theotonio (2018), os VEs apresentam fatores definidos e importantes para sua difusão, tendo como vantagens:

- **Redução da poluição ambiental** - os veículos puramente elétricos não emitem quaisquer gases com efeito de estufa na sua locomoção, sendo assim denominados zero emissões. Existem, no entanto, emissões desses gases no ato dos processos envolvidos na fabricação de tais veículos e das respectivas baterias. Entretanto, mesmo nos veículos híbridos as emissões nocivas são menores do que nos veículos tradicionais;

- **Redução da poluição sonora** - os veículos elétricos possuem níveis de emissão de ruídos muito baixos, sendo extremamente silenciosos quando comparados com os veículos equipados unicamente com motor de combustão interna;

- **Poupança nos combustíveis** - os veículos elétricos tem menor custo por quilometro percorrido, quando comparado com os veículos de combustão interna. Além disso, também são energeticamente mais eficientes que os veículos de combustão, tendo um gasto de energia por espaço percorrido menor que os veículos convencionais;

- **Maior eficiência do motor** - os veículos elétricos utilizam tipicamente entre 0.1 a 0.23 kWh por quilometro. A média de consumo equivalente para um

veículo a gasolina é de 0.98 kWh por quilometro, sendo assim bastante menos eficientes que um veículo elétrico;

- **Conforto ao dirigir** - não é necessário realizar trocas de marcha, dispensando assim o pedal de embreagem, tornando assim a direção muito mais confortável e menos estressante, principalmente no trânsito congestionado dos grandes centros urbanos;

- **Frenagem regenerativa** - a frenagem regenerativa, disponível em alguns modelos de veículos híbridos, utiliza o fato de um motor elétrico poder funcionar como gerador. Durante a frenagem do veículo, a energia cinética que é liberada é convertida em energia elétrica e usada para recarregar as baterias, ou seja, o veículo devolve energia ao sistema (THEOTONIO, 2018, p. 7).

Os gastos globais com carros elétricos ultrapassaram US\$ 425 bilhões em 2022, um aumento de 50% em relação a 2021. Apenas 10% dos gastos podem ser atribuídos ao apoio do governo, o restante foi dos consumidores. Os investidores também mantiveram a confiança nos VEs, com as ações de empresas relacionadas a VE consistentemente superando as montadoras tradicionais desde 2019. Os investimentos de capital de risco em startups de tecnologias de VE e bateria também aumentaram, atingindo quase US\$ 2,1 bilhões em 2022, um aumento de 30% em relação a 2021, com investimentos aumentando em baterias e minerais essenciais (IEA, 2023). Além de desafios econômicos que a indústria de veículo encontra na cadeia de fornecedores durante a transição para a motorização elétrica.

2.2.1 Tipos de motores elétricos usados em VE

O motor elétrico (ME) é o principal componente do veículo elétrico. Conforme Karthik (2019) o rápido desenvolvimento no campo da eletrônica de potência e técnicas de controle criou um espaço para vários tipos de motores elétricos a serem usados em veículos elétricos. As principais características requeridas para tal aplicação automotiva é o alto torque de partida, alta densidade de potência e boa eficiência.

Carros elétricos contam com uma tecnologia diferente dos demais veículos movidos a combustível. A eficiência desses veículos está diretamente relacionada ao tipo de motor utilizado e ao tamanho da bateria presente, incluindo também o peso do carro bem como velocidade buscada em suas saídas. O *design*

do motor elétrico deve ser desenvolvido de forma que o veículo consiga gerar o máximo de energia possível para ser armazenada nas baterias e depois alimentar as rodas sem muitas perdas (NEOCHARGE, 2020).

Santos (2022) especifica que, no funcionamento do motor elétrico, o campo magnético nas bobinas do estator (parte fixa), gerado pela corrente elétrica de entrada, excita um campo magnético no rotor (parte rotativa), fazendo que o mesmo gire no seu eixo. O autor destaca, como exemplo que, a empresa WEG, fabricante de motores e inversores elétricos, tem desenvolvido vários protótipos para aprimorar seus equipamentos voltados para a mobilidade elétrica.

O motor elétrico não precisa de um sistema de lubrificação complexo, pois utiliza mancais de rolamento na união do eixo à carcaça e, por ter apenas uma peça móvel, o rotor, tem uma maior confiabilidade e um custo de manutenção drasticamente reduzido em relação ao motor a combustão interna (MCI). Sendo assim, o motor consiste em dois elementos, apresentados na Figura 9, estacionário (ESTATOR) e um rotativo (ROTOR), no qual ficam anexados dentro de uma carcaça, juntamente com outros itens que compõe o motor elétrico. Quando a corrente elétrica passa pelo motor, os dois elementos, que possuem campos magnéticos diferentes, se repelem causando a rotação do rotor dentro do estator (NEOCHARGE, 2020).

Figura 9 - Representação do rotor e estator

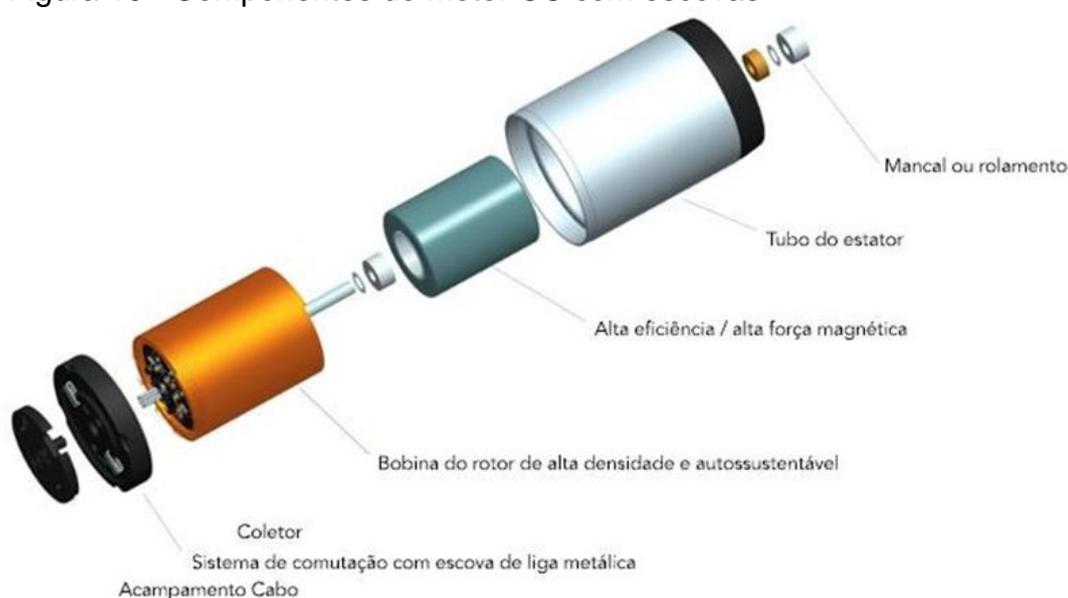


Fonte: NeoCharge (2020).

Bermudez (2021) aponta os principais tipos de motores elétricos empregados em VEs são:

Motor de corrente contínua: um motor de Corrente Contínua (CC), apresentado na Figura 10, nada mais é do que um motor alimentado por CC, sendo esta alimentação proveniente de uma bateria ou qualquer outra de alimentação CC. A sua comutação (troca de energia entre rotor e estator) pode ser através de escovas (escovado) ou sem escovas (*brushless*) e com relação a velocidade, o motor CC pode ser controlado apenas variando a sua tensão, diferentemente de um motor elétrico de corrente alternada (CA), cuja velocidade é variada pela frequência.

Figura 10 - Componentes do motor CC com escovas



Fonte: NeoCharge (2020).

Motor de indução: o motor de indução, Figura 11, funciona por corrente alternada e é construído de tal maneira que se têm dois campos magnéticos girantes. O campo magnético do rotor tende a alinhar-se com o campo do estator sendo induzida uma força eletromotriz que produz o movimento de rotação do rotor. A velocidade de rotação do rotor, tem um ligeiro atraso em relação ao campo magnético girante, devido à carga aplicada ao motor, daí a designação de motor assíncrono. O rotor em gaiola de esquilo é o mais utilizado em automóveis por não conter escovas, sendo mais barato e exigindo menos manutenções. Porém, seu torque de arranque não é muito elevado resultando em uma rotação inicial lenta. Novas tecnologias de motores de indução têm chamado atenção de algumas marcas de automóveis elétricos (AZEVEDO, 2018).

Figura 11 - Representação do motor de indução



Fonte: NeoCharge (2020).

Motor síncrono de ímã permanente: o princípio básico de operação de um motor síncrono de ímã permanente, é que a corrente de campo produz um campo magnético estacionário. Da mesma forma, as correntes circulantes no estator do motor síncrono produzirão um campo magnético girante. Assim, existem dois campos presentes no motor e o campo do rotor tenderá a se alinhar com o campo do estator à medida que este gira. Possuem torque elevado e são relativamente pequenos se comparados aos motores de indução para uma mesma potência.

Motor de relutância comutada: um motor de relutância comutada (SRM) funciona através da manipulação de forças eletromagnéticas. Estes motores consistem tipicamente de um rotor, que é tipicamente composto de ferro e eletromagnetos. Estes não são eletroímãs com coerência. Em vez disso, ligam e desligam para estabelecer polos no rotor ferromagnético. Este tipo de rotor permite o funcionamento a temperaturas elevadas. É uma vantagem em relação aos motores de ímãs permanentes, pois nesses, as altas temperaturas desmagnetizariam os ímãs (AZEVEDO, 2018).

2.2.2 Tipos de baterias elétricas usados em VE

Azevedo (2018) destaca que a bateria é o dispositivo que armazena energia e alimenta o motor elétrico para subsequente geração de movimento. As baterias mais utilizadas em veículos elétricos no mundo são as de:

Hidreto Metálico de Níquel (NiHM): possui uma liga metálica com alta capacidade de armazenamento de hidrogênio que proporciona alta densidade de energia e alta capacidade da bateria. Possui alta resistência à oxidação e um

número grande de ciclos de carga e descarga, uma das suas desvantagens é não poder ser descarregada por completo, o que prejudica seu uso em carros elétricos;

A bateria de chumbo-ácido (PbA): são extremamente agressivas ao meio ambiente. Os metais pesados contidos nelas obrigam uma recuperação do metal pesado e um cuidado adequado nos seus descartes. São usadas em veículos em geral para alimentar os sistemas de partida, iluminação e ignição. As baterias industriais são utilizadas para tracionar motores de veículos elétricos e também em serviços que não podem ser interrompidos em caso de queda de energia elétrica (*nobreak*). É a mais comum em veículos convencionais à combustão, sendo que os veículos elétricos comercializados em geral utilizam outras tecnologias;

A bateria de sal fundido do tipo Zebra (*Zero Emission Battery Research Activity*): é uma tecnologia relativamente madura, mas que tem como limitação a necessidade de aquecimento para cerca de 270°C para funcionamento (temperatura necessária para manter o sal na fase líquida), o que consome bastante energia. Sua vantagem é não conter materiais tóxicos, como as de chumbo-ácido. Outro fator limitante é possuir apenas um fabricante, a FZ Sonick;

E a bateria de íon-lítio: são comumente utilizadas e representam um grande avanço tecnológico para os veículos elétricos. As principais características das baterias de íons lítio são bom desempenho e segurança aos usuários. Além disso, o fato de empregarem materiais de baixa densidade permite que sejam projetadas para terem menor massa, tamanho e custo. Possui baixa toxicidade, se comparado as baterias de chumbo, causando danos ambientais menores. As baterias de íon-lítio constituem a maior aposta para equipar os veículos elétricos e híbridos. Como o lítio é um elemento pequeno e leve, as baterias à base de lítio apresentam maiores níveis de potência e energia por unidade de massa. A energia específica dessas baterias é duas vezes maior em comparação à energia das baterias NiMH e quatro vezes maior em relação aos níveis da bateria PbA. Vale lembrar que possuem um tempo de autonomia e precisam ser recarregadas (baterias recarregáveis são denominadas secundárias) com frequência através de uma fonte externa.

O carregamento do VE é classificado de acordo com o montante máximo de eletricidade disponibilizado, que por sua vez afeta a velocidade de recarga. O tipo, uso e capacidade da bateria também afetam a velocidade de recarga – que varia entre 30 minutos e 20 horas. Portanto, é preciso distinguir os tipos de recargas

considerando o nível de tensão e de corrente (contínua ou alternada) (DELGADO; *et al.*, 2017, p. 27).

2.2.3 Tipos de carregadores para VE

Vasco (2020) evidencia que um requisito crucial para a utilização em massa do carro elétrico é uma infraestrutura para recarga de baterias, levando em consideração que, sem ter onde carregar o veículo, o usuário sente-se restrito e menos disposto a aderir a esta nova tecnologia. Portanto, há uma relação direta e proporcional entre a inserção e a quantidade de veículos elétricos no mercado e o tipo de infraestrutura desenvolvida.

Carregar um veículo elétrico é quase tão simples quanto carregar um celular, basta conectar o cabo do carregador no veículo e começar o processo. No entanto, há diferentes tipos de carregadores e cada um pode ser mais ou menos adequado de acordo com o local de instalação, tempo para recarga, potência dos carregadores e, especialmente, a necessidade do usuário (NEOCHARGE, 2021):

Carregador de emergência: é o carregador que acompanha o carro já no momento da compra e que permite carregar o carro em tomadas comuns de 10 A, como aquelas que possuímos em casa. Eles são pequenos e leves, podendo ser carregados no próprio porta-malas (Figura 12). Geralmente com uma corrente máxima de 8 ou 10 A, o carregador portátil fornece uma potência máxima de cerca de 2 kW em 220 V ou 1 kW em 110 V. Em um veículo com uma bateria de 40 kW, por exemplo, uma carga completa levaria 20h ou 40h, é realmente muito lenta se comparada com outros tipos de carregadores. Outra vantagem do carregador emergencial para carros elétricos é que ele vai funcionar praticamente em qualquer casa, empresa ou comércio, uma vez que usa as tomadas comuns. Por isso é chamado por este nome, afinal em uma emergência é melhor carregar devagar do que não poder carregar.

Figura 12 – Carregador de emergência



Fonte: Fonte: NeoCharge (2021).

Carregador portátil: Os carregadores portáteis são muito parecidos com os carregadores de emergência, sendo a principal diferença a potência de carregamento. Enquanto os de emergência ficam limitados a 10 A com 1 fase, os carregadores portáteis podem fornecer até 32 A e em até 3 fases, multiplicando por 10 a potência máxima fornecida, reduzindo drasticamente o tempo de recarga das baterias (Figura 13). A potência máxima de carga é de 22 kW em 380 V (trifásico), mas também existem modelos monofásicos de 7 kW (220 V) ou ainda os modelos de 3,7 kW (16 A em 220 V). Essa capacidade de 7 ou 22 kW é a mesma dos carregadores de parede ou “*Wallbox*”, para que sirva de referência. Com 22 kW é possível carregar uma bateria de 40 kW em menos de 2h, enquanto com 7 kW, uma carga completa poderia levar cerca de 6h.

Figura 13 – Carregador portátil



Fonte: NeoCharge (2021).

Carregador residencial ou *wallbox*: O carregamento residencial é responsável por 80% de todo o carregamento feito por motoristas de veículos elétricos. O motivo para isso é muito simples, este é o local onde o veículo passa o maior número de horas e, portanto, é a melhor oportunidade para carregá-lo. Os carregadores residenciais (*home charger*) são mais rápidos e seguros que os carregadores emergenciais que acompanham o carro no momento da compra. Como são geralmente fixos e instalados na parede, são conhecidos também como *Wallbox* (carregador de parede) (Figura 14). Assim como os carregadores portáteis, os carregadores *Wallbox* são mais rápidos que os emergenciais, pois enquanto o carregador veicular emergencial chega a 10 A, o carregador residencial chega a 16 ou 32 A e pode ser instalado em tensões de 220/380 V, dependendo da disponibilidade da rede residencial. São também muito seguros, porque eles contam com mais proteções e utilizam uma instalação elétrica dedicada, garantindo maior segurança para as pessoas, para o equipamento e até mesmo para o imóvel. O *Wallbox* pode ser instalado tanto na parede como em totens e é encontrado na potência de 3,7 kW até 22 kW utilizando corrente alternada (CA) para carregar o veículo, levando cerca de 2 a 12 horas para completar totalmente a capacidade de uma bateria de 40 kW.

Figura 14 – Carregador residencial ou *wallbox*



Fonte: Fonte: NeoCharge (2021).

Carregador comercial ou *parking*: Estes carregadores são muito similares aos residenciais e até é possível encontrar espaços comerciais utilizando um carregador residencial, da mesma forma que não seria difícil encontrar um carregador comercial em uma instalação residencial. A maior diferença entre eles é a quantidade de recursos disponíveis no carregador e a robustez. Eles podem ser instalados tanto na área interna quanto externa e, por conta da aplicação, são projetados para suportar grande fluxo de veículos (Figura 15). Eles podem ser encontrados no mercado com o nome de estação de recarga ou carregador *parking* (estacionamento), que é uma de suas aplicações mais frequentes. Sua potência varia de 3,7 kW a 22 kW ou até 40kW, em alguns casos com duas saídas e dependendo da disponibilidade da rede elétrica e realiza a recarga do veículo com correntes de 16 A ou 32 A – levando cerca 2 a 6 horas para completar a bateria de um carro com 40 kWh de capacidade. Os recursos que estes carregadores oferecem são variados a ajudam os proprietários do ponto de carregamento a ter maior controle e visibilidade do uso do equipamento. Eles possibilitam ter o histórico de consumo e fazer a gestão de energia, monitorar e controlar o acesso, além de permitir cobrança pelo uso. As informações podem ser acessadas por meio de um módulo de comunicação direto do celular ou computador.

Figura 15 – Carregador comercial ou *parking*

Fonte: Fonte: NeoCharge (2021).

Estação de carga rápida CC (FAST CHARGER DC): Estes carregadores rápidos, também conhecidos como eletropostos, *Fast Charge* DC ou carregadores ultrarrápidos, são os mais potentes existentes em uso e conseguem realizar a recarga da bateria de um veículo elétrico em poucos minutos, sendo ideais para postos de serviço e abastecimento, rodovias e frotistas. São grandes devido ao inversor integrado em seu interior que fornece energia já em corrente contínua (CC). Mesmo assim, ainda possuem saída para carga em corrente alternada (CA), quando necessário ou desejável (Figura 16). Para carregar em uma estação de carga rápida é preciso saber que nem todos os veículos são capazes de carregar em corrente contínua, pois, para que esse tipo de recarga aconteça, é necessária proteções adicionais e um controle mais apurado do fornecimento de energia para as baterias. Normalmente, o carregamento em CC utiliza conectores específicos já anexados ao carregador como o combo CSS ou CHAdeMO. A carga dos carregadores ultrarrápidos é realizada no modo de carga “classe 3”, que são carregadores instalados em estações de recarga, sendo mais volumosos e pesados, o que impactaria no consumo do veículo que já recebe a tensão de carga rápida.

necessária para recarga de suas baterias nesse caso (BRANDÃO, 2021, p. 45). Em CA, a estação fornece energia a uma potência de 40 a 60 kW, enquanto em CC, a potência chega a 400 kW, ficando limitado à potência máxima de recarga do próprio carro. Por conta desta alta potência o veículo é carregado em pouco tempo. As estações de carregamento rápido podem ser instaladas em áreas internas ou externas e geralmente são fixadas no solo. A maioria vem com recursos de medição e gestão de energia, e dispositivos de segurança para proteger tanto o equipamento quanto o veículo.

Figura 16 – Estação de carga rápida CC (FAST CHARGER DC)



Fonte: Fonte: NeoCharge (2021).

A aceleração da inovação pode ajudar, como por meio de tecnologias avançadas de baterias que exigem quantidades menores de minerais críticos, bem como medidas para apoiar a adoção de modelos de veículos com tamanho de bateria otimizado e o desenvolvimento da reciclagem de baterias. Em março de 2023, a União Europeia propôs o *Net Zero Industry Act*, que visa atender 40% das

necessidades da União Europeia para tecnologias estratégicas líquidas zero de carbono até 2030 (IEA, 2023).

Tabela 3 - Tipos de carregamento de acordo com o nível de recarga

Nível*	Uso típico	Tensão/voltagem e tipo de corrente	Autonomia por hora de recarga
Nível I	Residências e locais de trabalho.	127 V Corrente alternada.	3km a 8km
Nível II	Residências, locais de trabalho e locais públicos.	220-240 V Corrente alternada.	10km a 96km
Fast Charger*	Locais públicos.	Pode atingir até 600 V Corrente alternada ou contínua.	96km a 160km

* Níveis I e II são chamados de “carregamento lento”. Embora fosse natural chamar DC *fast chargers* de carregadores de “Nível III”, esse termo não é tecnicamente correto porque o chamado “Nível III” significa apenas que o veículo possui ambas as portas de carregamento para os Níveis I e II separadamente. Além disso, eles também fornecem corrente contínua para a bateria através de um adaptador especial, enquanto que carregadores Nível I e Nível II fornecem apenas corrente alternada para o veículo.

Fonte: (DELGADO; *et al.*, 2017, p. 27). Adaptado pela autora do trabalho.

A tabela explana sobre a categorização dos tipos de carregamento para VEs, que são utilizados nas estações de recarga, sendo elas domésticas, comerciais ou públicas, mostrando também suas vantagens quanto a voltagens e quilometragens quanto ao nível do carregador.

2.2.4 Em que momento tecnológico o Brasil se encontra

A fabricação de veículos elétricos espalhou-se pelo mundo e no Brasil não foi diferente. O empresário João Augusto Conrado do Amaral Gurgel, que era Engenheiro Mecânico e dono da empresa que levava seu nome, decidiu investir parte de sua produção de veículos, que até então era somente à combustão, para elétrico e desenvolveu, em 1974, o primeiro projeto de carro elétrico da América Latina, chamado de Itaipu (Figura 17) (ALVES, 2014, p. 44).

Figura 17 - Gurgel Itaipu (1974)



Fonte: Schaun (2021).

A passos lentos, contudo, essa realidade está um pouco mais distante, sejam por questões tecnológicas, seja por termos um ritmo diferente do resto do mundo em relação à redução de emissões. Ainda assim, dado que, eventualmente, essa tecnologia terá potencial para ser adotada no país, o momento é propício para iniciarmos a discussão a respeito da sua inserção e seus impactos sobre os setores energético, ambiental e automotivo brasileiros (DELGADO; *et al.*, 2017, p. 14).

Recentemente o Brasil propôs políticas fiscais que incluem e isenções fiscais para importações de carros elétricos desde 2015 (IEA, 2023). O governo no Brasil pode reduzir impostos para empresas que transportam veículos elétricos. Isso pode ajudar a criar novos empregos nas empresas que produzem esses veículos, e também ajudar o governo a ganhar mais dinheiro com impostos, como também o governo pode incentivar as empresas a comprar veículos elétricos usando a parte dos impostos, isso ajudaria a ter mais veículos elétricos no país.

Em 2018, foi lançado no Brasil um projeto que viabiliza o setor automobilístico sustentável, o programa conhecido como Rota 2030. Algumas medidas adotadas no projeto visam diminuir impostos em veículos elétricos e até isentar em caso de peças desses automóveis não fabricadas no Brasil, e converter a arrecadação em pesquisa e desenvolvimento, assim contribuindo para a evolução desse mercado no Brasil (MACIEL; *et al.*, 2021).

De acordo com ABVE (2021) o total de eletropostos públicos e semipúblicos no Brasil saltou de cerca de 500 pontos em março de 2021 para 754 em julho, dos quais 735 em operação. Esses números indicam um crescimento de 50% em apenas quatro meses dos pontos de recarga disponíveis para veículos elétricos. O perfil da infraestrutura de recarga no país foi feito pela Tupinambá Energia para o Grupo de Eletropostos da Associação Brasileira do Veículo Elétrico (ABVE), de acordo com Tabela 4.

Tabela 4 - Distribuição em percentual de eletropostos por estado

ESTADO	Em %
São Paulo	49,31%
Santa Catarina	11,03%
Rio de Janeiro	9,31%
Paraná	7,93%
Distrito Federal	7,59%
Minas Gerais	6,21%
Espírito Santo	2,76%
Rio Grande do Sul	2,07%
Pernambuco	1,72%
Goiás	1,03%
Bahia	0,34%
Mato Grosso	0,34%
Mato Grosso do Sul	0,34%

Fonte: ABVE (2021). Adaptado pela autora do trabalho.

Foram considerados eletropostos públicos aqueles instalados em parques, ruas e praças. Semipúblicos são os de *shoppings*, áreas de estacionamento privados, pátios de redes de lanchonetes, postos de abastecimento etc., ou seja, estabelecimentos privados com livre acesso para qualquer veículo elétrico ou híbrido *plug-in* (ABVE, 2021). Podemos observar que a predominância de carregadores há uma representatividade maior nas regiões sudeste e sul do país. Devemos discutir mais sobre as questões de infraestrutura necessárias para a adoção generalizada de carros elétricos, como a criação de estações de carregamento em todo o país, por mais que ainda há desafios mercadológicos que precisam ser vencidos.

Para que os VE sejam uma opção viável para os consumidores, é necessário expandir a infraestrutura de recarga de baterias. Isso pode incluir a

instalação de estações de recarga em mais locais públicos, como estacionamentos e postos de gasolina.

A efetiva implantação em larga escala com a otimização dos componentes relacionados aos veículos elétricos podem se tornar uma alternativa atrativa para o Brasil, desde que seja adotada, em curto prazo, uma política de incentivo à sua utilização (FERREIRA; DIAS, 2020, p. 7).

Do mesmo modo que no resto do mundo, preocupações com preço dos combustíveis, eficiência energética e questões ambientais, assim como a busca por novos modelos de negócios, estão presentes no Brasil, levando à procura por veículos mais limpos e eficientes nas últimas décadas (DELGADO; *et al.*, 2017, p. 74).

No Brasil, os carros elétricos podem mudar o jogo, mas apenas se houver uma política de curto prazo que incentive seu uso. Embora nossa frota ainda esteja em sua fase inicial de veículos elétricos seria um forte concorrente dos combustíveis poluentes e traria benefícios ambientais e estratégicos de longo prazo. Devemos enfatizar também que o transporte individual não é tão eficiente quanto o transporte público, especialmente em nosso país que está em desenvolvimento, por tanto criar incentivos para este tipo de transporte é essencial.

Santos; Grangea (2021) pontuam que devido ao programa de P&D da ANEEL, algumas empresas do setor elétrico de distribuição de energia vêm pesquisando o tema da mobilidade elétrica e possíveis atuações há algum tempo no Brasil, como é o caso do Grupo CPFL, que investe no setor desde 2013. Destacam-se também a ENEL, EDP e COPEL, embora somente a partir de 2017 observa-se uma maior movimentação na exploração deste mercado em potencial. No geral, as empresas do setor elétrico procuraram parceiros do setor automobilístico, fornecedores de equipamento, proprietários de pontos de acesso público e provedores de softwares para a execução de seus projetos. Dentre os parceiros, destacam-se o Grupo BMW Brasil, BOSCH, WEG, redes Graal e postos Ipiranga.

E para que tudo possa dar um passo a diante, como exemplo disso, existem novas tecnologias como a produção de baterias de alta qualidade é um componente crítico da produção de VE. Para expandir a produção de VE, é necessário investir na pesquisa e desenvolvimento de baterias mais eficientes e duráveis. Os VEs representam uma nova fronteira na tecnologia automotiva e é

necessário continuar investindo na pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias para torná-los mais eficientes e acessíveis.

Os carros elétricos estão prontos para se tornarem uma realidade, devido ao imperativo de não usar mais combustíveis fósseis e os problemas ambientais. As tecnologias de carros elétricos têm avançado rapidamente, permitindo que os carros elétricos sejam mais acessíveis, seguros e eficientes, vários avanços tecnológicos foram alcançados, desde os primeiros protótipos até os modelos mais atuais, e dentre esses avanços destacam-se as vantagens e a segurança dos carros elétricos em comparação com os carros a combustão, como a economia de combustível, a redução das emissões de gases de efeito estufa e a facilidade de manutenção. Portanto, o mercado de veículos elétricos mostra-se um negócio com potencial de expansão no Brasil.

3 NORMALIZAÇÃO, LEGISLAÇÃO E POLÍTICAS PÚBLICAS

Com a crise do petróleo em 1970, o interesse em carros elétricos aumentou novamente, impulsionado também por uma legislação ambiental mais rigorosa e, com isso, as empresas de automóveis começaram a projetar veículos elétricos, tendo como base fatores econômicos e ambientais (VASCO, 2020).

3.1 Leis e normas internacionais

Santos; Grangea (2021) esclarece que é cada vez mais importante garantir que a economia cresça com a preservação do meio ambiente. Diversas medidas estão sendo tomadas para isso, como aumentar a eficiência energética, usar fontes de energia renováveis e reduzir as emissões de gases de efeito estufa. O setor de transportes é um dos principais responsáveis por essas emissões, perante a este setor, tecnologias de transporte mais eficientes estão sendo desenvolvidas globalmente para reduzir a quantidade de poluentes. A exemplo disto, o continente Europeu desde 2005 vem substituindo veículos movidos a combustão interna por veículos elétricos.

A partir da década de 1970 surgiram programas governamentais nos EUA, em países europeus, no Japão e em diversos outros países para o controle de emissões de gases tóxicos dos automóveis. Com a Lei do Ar Limpo, decretada nos EUA, foram estabelecidas metas que limitaram as emissões de gases poluentes sendo que no início dos anos 2000 a legislação foi alterada tornando-se mais rigorosa, os níveis de gases poluentes passaram a atingir 95% de redução em comparação aos padrões de 1970 (VASCO, 2020).

Vários países contam com medidas regulatórias para economia de combustíveis e controle das emissões de GEE de novos veículos registrados. Mas, dentre eles, Índia, Coreia do Sul, alguns países europeus e Japão possuem normas gerais aplicáveis em todo o território para maior eficiência energética de combustíveis, o que indiretamente acaba favorecendo o desenvolvimento dos veículos elétricos (DELGADO; *et al.*, 2017, p. 46).

Santos; Grangea (2021); Lieven (2015) mencionam que medidas destinadas a aumentar a circulação de veículos elétricos abordando incentivos para influenciar o comportamento de usuários de transporte ainda precisam ser

exploradas para além de regulamentos governamentais ou penalidades sobre combustíveis fósseis. Essas medidas vêm sendo cada vez mais implementadas em países da Europa e Estados Unidos, e podem ser estabelecidas por meio de:

I regras de trânsito, como estacionamento exclusivo no centro das cidades e faixas rápidas;

II Incentivos monetários como subsídios na compra de VE ou isenção de taxas rodoviárias, e

III investimentos em infraestrutura de carregamento, por exemplo.

Em 2009, a União Europeia estabeleceu regras obrigatórias sobre emissões de CO₂ para carros novos. A maioria dos carros vendidos na Europa são a gasolina ou diesel, mas também há veículos híbridos elétricos, que representam 4% dos novos veículos. Além disso, veículos elétricos à bateria e *plug-in* representaram 3% dos novos carros registrados na Europa (SANTOS; GRANGEA, 2021).

A União Europeia e os Estados Unidos aprovaram legislação para atender às suas ambições de eletrificação. A União Europeia adotou novos padrões de CO₂ para carros e vans que estão alinhados com as metas de 2030, definidas no pacote Fit for 55. Nos Estados Unidos, a Lei de Redução da Inflação (IRA), combinada com a adoção da regra *Advanced Clean Cars II* da Califórnia por vários estados, poderia proporcionar uma participação de mercado de 50% para carros elétricos em 2030, em linha com a meta nacional. A implementação dos padrões de emissões, recentemente propostos pela Agência de Proteção Ambiental dos EUA, deve aumentar ainda mais essa parcela (IEA, 2023).

Devido a pressões inflacionárias e a guerra entre a Rússia e Ucrânia, em agosto de 2022 o Congresso dos EUA aprovou a Lei de Redução da Inflação, que tem como objetivo combater a pressão atmosférica e abordar as mudanças climáticas. A lei inclui medidas como créditos fiscais para energia de baixo carbono e veículos elétricos, descontos para eletrodomésticos eficientes em energia e financiamento para painéis solares e turbinas eólicas. A lei também traz desenvolvimento para a indústria de petróleo e gás, com novas oportunidades para arrendamento de terras federais para exploração e créditos fiscais para projetos de hidrogênio de baixo carbono e captura de carbono. No entanto, algumas disposições aumentam os impostos sobre a indústria, o que poderia desencorajar investimentos de longo prazo e afetar a segurança energética (IBP, 2022).

3.1.1 O cenário nacional

No Brasil, a rota tecnológica dos biocombustíveis é a que tradicionalmente vem se destacando, desde o Programa Nacional do Álcool (PROALCOOL), na década de 1970, até a atual Política Nacional de Biocombustíveis (RENOVABIO), instituída pela Lei nº 13.576/2017. Assim, o mercado de veículos elétricos sempre teve um papel marginal na composição de políticas e ações governamentais (SANTOS; GRANGEA, 2021).

Em busca de veículos mais eficientes e com menor impacto ambiental, o setor automotivo retomou e intensificou o interesse pelos veículos elétricos. Nos anos 2000, mais um aspecto passou a contribuir de forma significativa para esse movimento: o preço do petróleo alcançou níveis elevados, impactando diretamente no preço dos combustíveis derivados, o que fomentou tecnologias veiculares alternativas (SLOWICK; *et al.*, 2018).

Santos; Grangea, (2021) explanam sobre uma falta de direcionamento para a promoção dos VEs, as iniciativas no âmbito das políticas públicas que visam promover a integração dos VEs aos sistemas de energia no Brasil são poucas e têm abrangência limitada. Entretanto, apesar de incipientes e descentralizadas, observa-se um aumento significativo das iniciativas governamentais de mobilidade elétrica nos últimos anos destacando-se algumas iniciativas federais e municipais:

- O Projeto de Lei nº 3.895, de 22 de maio de 2012, elaborado pelo deputado federal Ronaldo Benedet, dispõe sobre a atividade de revenda varejista de eletricidade para abastecimento de veículo automotor elétrico ou híbrido. O projeto altera a Lei nº 9.074 de 1995 e cria a figura do revendedor varejista de energia elétrica para fins automotivos ao dispor sobre a atividade de revenda varejista de eletricidade para abastecimento de veículo automotor elétrico ou elétrico híbrido;

- O Projeto de Lei da Câmara nº 65, de 15 de julho de 2014 (antes PL no 4.751/2012), dos deputados federais Heuler Cruvinel e Onofre Santo Agostini, obriga as concessionárias de energia elétrica a instalar eletropostos em estacionamentos públicos e o poder público a desenvolver mecanismos que promovam, nos prédios residenciais, a instalação de tomadas para recarga de VEs nas vagas de garagem (SANTOS; GRANGEA, 2021).

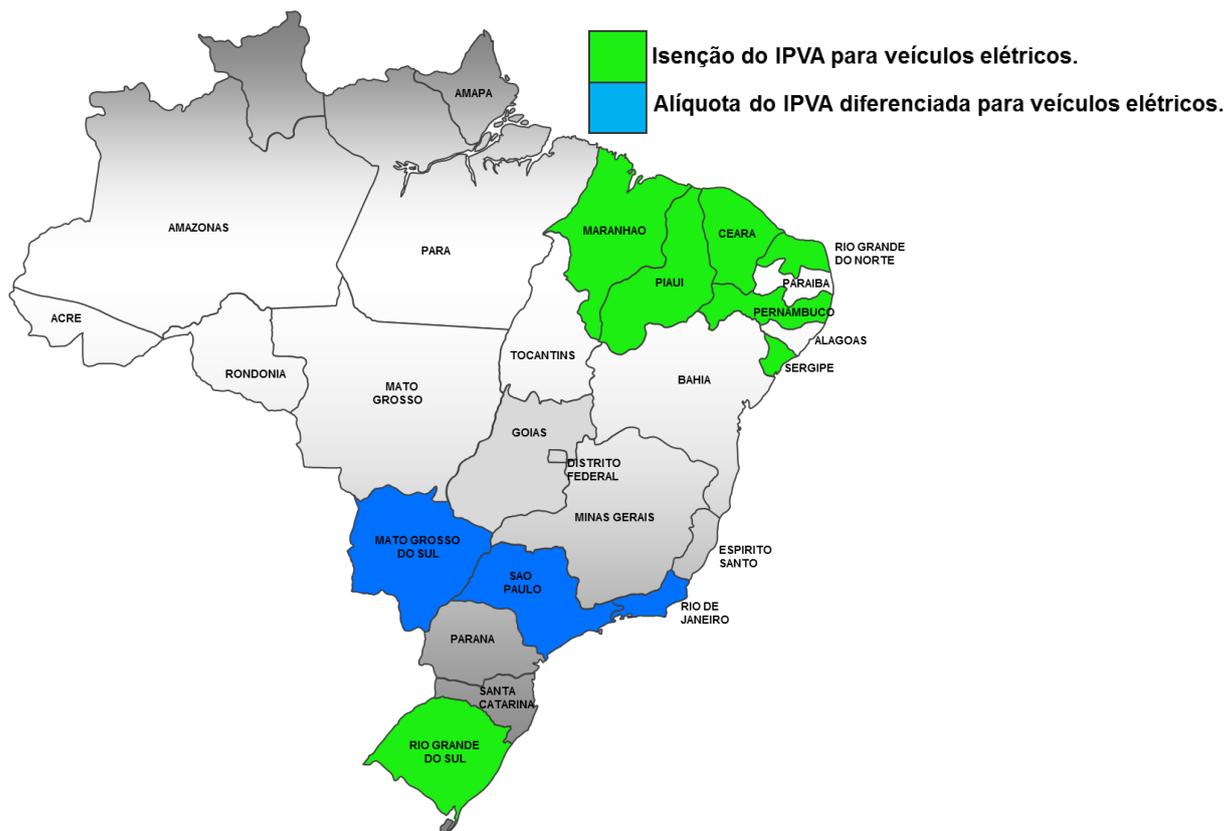
Desde 2017 o PROMOB-e atua na promoção da mobilidade elétrica no Brasil por meio da formulação e implementação de políticas federais em três vetores principais: políticas públicas, normas e regulamentações e modelos de negócio. O Projeto Sistemas de Propulsão Eficiente PROMOB-e, é um projeto de cooperação internacional estabelecido entre Brasil e Alemanha, que atua com a finalidade de alcançar sua meta global de redução de emissões de GEE por meio do desenvolvimento da mobilidade elétrica (BRASIL, 2021).

Em meados dos anos de 1980, a Resolução CONAMA 18 estabeleceu o Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE), que estreou um novo horizonte visando o controle ambiental no setor automobilístico brasileiro. A resolução estabelece diretrizes, padrões e prazos para reduzir a emissões de poluentes, sendo válida tanto para veículos automotores nacionais ou importados (JUNIOR; DE SOUZA, 2018).

Através do PROCONVE, a diminuição dos níveis de emissão GEE permitidos vem sendo implantada gradativamente, desde a sua primeira versão. Essa resolução garante que todos os lançamentos de novos veículos e motores nacionais e importados funcionem dentro dos limites de emissões permitidos, sendo que todas as emissões de escapamento são testadas, quantificadas e comparadas rigidamente aos limites (VASCO, 2020).

Outro ponto que merece destaque, é a isenção de IPVA para veículos elétricos em sete estados brasileiros (Figura 18), os proprietários de veículos movidos a motor elétricos são isentos do IPVA e, em três estados, os veículos elétricos têm alíquota do IPVA diferenciada (ABVE, 2017).

Figura 18 - Estados brasileiros com isenção de IPVA para VE's



Fonte: ABVE (2017), Adaptado pela autora do trabalho.

O Grupo de Trabalho 7 – Híbridos e Elétricos (GT7), teve início em outubro de 2017 e foi criado no âmbito das discussões do Rota 2030. O GT7 visa elaborar um plano nacional para o desenvolvimento da mobilidade elétrica baseado na participação e no diálogo entre setores e instituições representando ministérios, empresas públicas, reguladores, normatizadores, associações, sindicatos, centros de pesquisa e universidades, como Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTIC), Ministério de Minas e Energia (MME), *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit* (GIZ), Empresa de Pesquisa Energética (EPE), Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO), ABDI, *Society of Automotive Engineers* (SAE), Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA), Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE), Associação Brasileira de Baterias Automotivas e Industriais (ABRABAT), Sindicato Nacional da Indústria de Componentes para Veículos Automotores

(SINDIPEÇAS), Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações (CPQD), Instituto de Tecnologia Edson Mororó Moura (ITEMM) e Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI, unidades de São Paulo e Paraná) (SANTOS; GRANGEA, 2021).

O Rota 2030, programa de mobilidade e logística, com foco específico na ampliação do setor automotivo brasileiro, refere-se a um plano com previsão de duração de 15 anos, cujo objetivo é o de gerar previsibilidade e segurança para o setor. Sucessor do Programa Inovar-Auto, encerrado em 2017, o Rota 2030 herdou determinados regulamentos e um regime tributário especial para itens de autopeças importados, que não sejam fabricados localmente. O programa objetiva ainda inserir a indústria automotiva brasileira no contexto global e possui princípios que visam a sustentabilidade ambiental e cidadania. Os principais benefícios fiscais do programa são:

- a) redução do IPI (Imposto sobre produtos industrializados) em até 2% para os veículos que atendam aos requisitos do programa antes de 2022;
- b) isenção do Imposto de Importação para peças que não são produzidas nacionalmente conforme mencionado acima;
- c) redução de até 15,3% do valor gasto em pesquisa e desenvolvimento (P&D) no IRPJ e na CSLL;
- d) para veículos elétricos o programa estabelece a redução do IPI de 25% para uma faixa entre 7% e 20%, variando segundo critérios de peso e eficiência energética.

Os principais pré-requisitos para obtenção dos incentivos fiscais do programa Rota 2030 são:

- a) ter um departamento de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D);
- b) estar em situação regular com os Tributos Federais;
- c) investimentos mínimos em P&D (CBIE, 2020).

3.2 Políticas públicas internacionais

Os principais países do mundo vêm adotando uma série de medidas para incentivar a difusão de veículos híbridos e elétricos. Os incentivos observados são os mais variados e visam, além de tornar a solução economicamente atraente, superar, no caso dos puramente elétricos, obstáculos iniciais como a escassez de

infraestrutura de abastecimento e a baixa autonomia (VAZ; BARROS; CASTRO, 2015). Os autores destacam também que:

Os principais países desenvolvidos vêm investindo recursos em P&D para avançar no domínio tecnológico dos veículos elétricos e de seus componentes centrais, como bateria, inversor, motor etc. Como exemplo, no Reino Unido, o Conselho Estratégico de Tecnologia identificou sessenta projetos de P&D voltados a iniciativas de baixo carbono. Na Suécia, € 2,5 milhões (cerca de US\$ 3 milhões) foram destinados à atividade de P&D em baterias. Já no Japão, há uma concentração no desenvolvimento de infraestrutura. Na Alemanha, o apoio financeiro está mais direcionado à parte mecânica, à criação de uma cadeia integrada de valor, além de tecnologia de informação e comunicação e baterias. Nos EUA, o orçamento de 2012, de US\$ 268 milhões, esteve concentrado em baterias, células a combustível, sistemas veiculares e infraestrutura [IEA (2013)]. Nos países em desenvolvimento, alguns esforços merecem destaque. Na China, aproximadamente 元 7 bilhões (cerca de US\$ 1,1 bilhão) estão sendo direcionados para projetos de demonstração da tecnologia e de sua viabilidade [IEA (2013)]. Na Índia, em janeiro de 2013, foi lançado o Plano Nacional de Mobilidade Elétrica 2020. A estrutura prevê uma estreita colaboração entre governo, indústria e academia e tem como meta posicionar o país como um dos líderes nesse mercado (VAZ; BARROS; CASTRO, 2015).

Governos de todo o mundo estão criando suas regras e regulamentos para tornar os veículos elétricos mais populares. Essas políticas são projetadas para ajudar a reduzir a poluição do ar e tornar os carros elétricos mais acessíveis, sendo assim, andam investindo bastante dinheiro em pesquisa e desenvolvimento para melhorar os veículos elétricos e as partes que os compõem, como bateria, conversor e motor.

Os subsídios governamentais são essenciais para a inclusão em massa dos veículos elétricos e na construção de estações de recarga. Em quase todos os países, onde há uma presença considerável de veículos elétricos, há o fornecimento de incentivos diretos ou fiscais para instalação de infraestrutura de recarga doméstica ou pública e aquisição de carros elétricos, o Quadro 1 apresentado a seguir, mostra alguns exemplos (VASCO, 2020).

Quadro 1 - Exemplos de incentivos para aquisição de veículos elétricos

REGIÃO	PAÍSES	INCENTIVOS FINANCEIROS	INFRAESTRUTURA
América do Norte	EUA	Até US\$ 7,5 mil em crédito no valor de venda, de acordo com a capacidade da bateria. Há redução progressiva até o fabricante atingir duzentos mil	Crédito de imposto de 30% do custo para instalações comerciais de pontos de recarga (limite de US\$ 30 mil). Crédito de

		veículos produzidos. Também há incentivos por parte de alguns estados.	imposto de até US\$ 1 mil para instalações residenciais. US\$ 360 milhões destinados à infraestrutura em projetos-piloto.
Ásia	China	Subsídios para a compra de veículos de até US\$ 8.365,87.	-
	Índia	Subsídio de US\$ 1.218,67 ou 20% do preço do veículo, prevalecendo o que for menor. Incentivos fiscais para elétricos puros e híbridos <i>plug-in</i> .	Há planos para facilitar a instalação de postos elétricos.
	Japão	Isonção de taxas de aquisição e sobre o peso do veículo. Incentivos de até US\$ 6.123,01 para a compra de elétricos puros e híbridos <i>plug-in</i> .	Apoio para custear até 50% do custo do equipamento de recarga, limitado a até ¥ 1,5 milhão (cerca de US\$ 12 mil) por carregador.
Europa	Suécia	Isonção de taxa de licenciamento nos primeiros cinco anos. Subsídios de US\$ 5.055,37 no preço de veículos que emitam até 50 g CO ₂ /km. Equalização do valor tributável do veículo de baixa emissão ao do correspondente diesel/ gasolina para frotas de empresas.	Apoio por meio de fundo para pesquisa, desenvolvimento e demonstração. Não há incentivos mais amplos para infraestrutura.
	Alemanha	Isonção de taxas de licenciamento.	Quatro regiões foram escolhidas para demonstração de elétricos puros e híbridos <i>plug-in</i> .
	Dinamarca	Isonção de impostos de registro e de licenciamento.	Cerca de US\$ 11 milhões para o desenvolvimento de infraestrutura de recarga.
	Espanha	Subsídios de até 25% no preço do veículo antes dos impostos no montante de até € 6 mil (cerca de US\$ 6.740,59).	Incentivos públicos para um projeto-piloto de demonstração. Incentivos para instalação de infraestrutura de recarga em colaboração entre governos federal e regionais.

	França	€ 450 milhões (cerca de US\$ 505 milhões) em descontos concedidos aos consumidores que comprarem veículos eficientes, com 90% desse montante advindo de taxas sobre os veículos ineficientes e 10% de subsídios diretos.	€ 50 milhões (cerca de US\$ 56 milhões) para cobrir 50% do custo com infraestrutura de recarga (equipamento e instalação).
	Holanda	Redução de impostos no valor de 10% a 12% do custo do veículo.	Quatrocentos postos de recarga apoiados por incentivos.
	Itália	Isenção de taxas de licenciamento nos primeiros cinco anos. A partir do sexto ano, o desconto é de 75%.	-
	Noruega	Isenção de impostos de compra (IVA) e de licenciamento. Isenção de impostos de importação para elétricos puros.	Governo investiu cerca de US\$ 7,3 milhões na construção de dois mil postos de recarga. Em 2013, 4,5 mil postos já estavam disponíveis.
	Reino Unido	Subsídio de 25% no preço do carro até o máximo de US\$ 6.537,35 e de 20% no custo de um comercial leve até o máximo de £ 8 mil (cerca de US\$ 10.459,96), desde que o veículo emita menos que 75 g CO2 /km. Há também isenção de taxas para veículos elétricos puros.	Cerca de US\$ 55 milhões destinadas a postos de recarga públicos, residenciais e em ruas e rodovias.

Fonte: Vasco (2020). Adaptado pela autora do trabalho.

Segundo Cenci, (2019); IEA (2018), políticas para o desenvolvimento do mercado de veículos elétricos são essenciais, tanto no seu início (que se está presenciando) quanto na evolução para um mercado de massa, sendo elas adaptativas para cada uma dessas fases. Na fase inicial de difusão, a adoção de veículos elétricos em setores públicos, tal como ônibus, tem o duplo benefício de mostrar a tecnologia para a população e promover oportunidade aos governantes de serem um exemplo a ser seguido, difundindo assim esse mercado. Dessa forma,

também se estará entregando uma demanda inicial para o começo da economia em escala.

Mello; Marx e Souza (2013) descreveram três possíveis cenários futuros para o desenvolvimento de tecnologias de motores em médio prazo em termos mundiais: diversidade, progressividade e ruptura. No primeiro cenário, cada montadora encontrará um nicho diversificado em diferentes países ou regiões que suportam o tipo de motorização que lhes é mais favorável.

O segundo cenário, progressividade, afirma que a transformação nos automóveis seria progressiva, de *Internal Combustion Engine* (ICE) a gasolina para ICE a gás ou agrocombustível, para híbridos e híbridos *plug-in*, para EV com baterias e, finalmente, para motores de célula de combustível. Depende de uma relativa estabilidade nos preços do petróleo e das pressões das mudanças climáticas e tende a favorecer os grandes grupos automotivos tradicionais.

O cenário de ruptura é marcado pelo rápido aumento do mercado de VEs, principalmente relacionado aos preços e dependência do petróleo e metas mais rígidas de redução de emissões de gases. Depende da orientação dos governos para criar infraestrutura e condições financeiras. Isso favoreceria empresas tradicionais que já estão investindo pesadamente em eletricidade, como a Nissan, montadoras chinesas, recém-chegadas e *start-ups* que estão criando novos modelos de negócios em EV (MELLO; MARX; SOUZA, 2013).

Tais políticas que os governos mundiais implementaram para promover o uso de veículos elétricos, incluem-se neste contexto, incentivos para ajudar as pessoas a comprar veículos elétricos, criando estações de recarga e definindo padrões ambientais.

SLOWIK, Peter; *et al* (2018) avaliam várias iniciativas e ações de políticas públicas que foram oferecidas para promover o desenvolvimento da mobilidade elétrica, em vários mercados da América do Norte, Europa e Ásia, conforme as quatro categorias indicadas no Quadro 2.

Quadro 2 - Ações de promoção governamental para VEs

CATEGORIA	AÇÃO
Políticas regulatórias para veículos e combustíveis limpos.	<ul style="list-style-type: none"> • Cotas de veículos limpos • Normas de eficiência de combustível • Normas de combustível limpo que dão crédito aos VEs

Incentivos ao consumidor.	<ul style="list-style-type: none"> • Incentivos para a compra de veículos (subsídios e isenções fiscais) • Isenções de taxas anuais • Acesso preferencial às faixas de rodagem • Acesso preferencial a estacionamentos • Carga com desconto/gratuita • Programas de financiamento
Infraestrutura de recarga.	<ul style="list-style-type: none"> • Protocolos-padrão para equipamentos de recarga de veículos elétricos (EVSE) • Incentivos ou financiamento de EVSEs • Implementação direta • Códigos de construção prontos para VEs
Planejamento, política e outras promoções.	<ul style="list-style-type: none"> Metas de compras • Estratégia de mobilidade elétrica • Alcance e conscientização • Projetos de demonstração • Iniciativas de frotas • Zonas de veículos de baixa emissão

Fonte: PROMOB-E (2018). Adaptado pela autora do trabalho.

O crescimento dos VEs segue, em grande parte, o nível de ação e apoio do governo, conseqüentemente, a aceitação dos VEs varia substancialmente e, em grande parte, em paralelo com o nível de ação dos governos e as políticas de apoio nos âmbitos nacional, provincial e local. Nos primeiros anos, quando a produção de VEs é baixa, as montadoras tendem a focar seus esforços de *marketing* e implementação de VEs nas regiões com as políticas mais favoráveis. O Quadro 3 resume as ações de promoção de VEs consideradas nesta avaliação e sua execução nos principais mercados, que respondem por mais de 90% das vendas globais acumuladas de VEs.

Quadro 3 - Ações de promoção pública de VEs em áreas selecionadas

Área	Vendas aproximadas e participação em vendas em 2017.		Políticas regulatórias para veículos e combustíveis limpos			Incentivos ao consumidor						Infraestrutura de recarga			Planejamento, políticas e outras promoções							
			Cotas de veículos limpos	Normas de eficiência de combustível	Normas de combustível limpo com créditos aos VEs	Subsídios para a compra de VEs	Isenções fiscais para a compra de VEs	Isenções de taxas anuais	Acesso preferencial às faixas de rodagem	Acesso preferencial a estacionamentos	Carga com desconto/gratuita	Programas de financiamento	Protocolos-padrão para equipamento de recarga de veículos elétricos (EVSE)	Incentivos ou financiamento de EVSEs	Implementação direta	Códigos de construção prontos para VEs	Metas de compra	Estratégia de mobilidade elétrica	Alcance e conscientização	Projetos de demonstração	Iniciativas de frotas	Zonas de veículos de baixa emissão
Canadá	19.000	0,9%	/	X	/	/				/			X	/	/	X	/	/	/	/		
China	600.200	2,1%	X	X		X	X	X		/	/			X	/	/	X	X	/	X	X	/
França	36.900	1,8%		X		X	X	X		/				X	X	X	X	/	/	/	X	/
Alemanha	53.500	1,6%		X		X	X	X	/	/	X	/	X	X	X		X	X	X	X	X	
Japão	55.900	1,1%		X		X	X	X			X			X	X	/	X	X	/	/	X	
Holanda	9.200	2,2%		X		/	X	X	X	/	X		X	X	X		X	X	X	X	X	/
Noruega	62.200	39,2%		X			X	X	X	/	X			X	X	/	X	X	X	/	X	/
Reino Unido	48.400	1,9%		X		X	X	X		/	/	X		X	X	/	X	X	X	X	X	/
Estados Unidos (exceto Califórnia)	96.000	0,7%	/	X		X	/	/	/	/	/		/	X	/	/	X	X	/	/	/	
Califórnia	96.500	4,9%	X	X	X	X			X	/	X	X	X	X	/	X	X	X	X	X	X	

X denota programa nacional e / indica programa local ou regional menor.

Fonte: PROMOB-E (2018). Adaptado pela autora do trabalho.

Ao longo do ano passado, houve um progresso substancial na adoção de legislação alinhada com a redução de emissões na União Europeia em pelo menos 55% até 2030, conforme descrito no *Fit for 55* pacote. Em março de 2023, a União Europeia adotou novos padrões de CO2 para carros e vans exigindo uma redução de 55% e 50% nas emissões de carros novos e vans até 2030 (em relação a 2021), e 100% para ambos até 2035. Conforme consta no regulamento, a Comissão também apresentará uma proposta para permitir o registro de veículos movidos exclusivamente a combustíveis neutros em CO2 a partir de 2035 (IEA, 2023, p. 72).

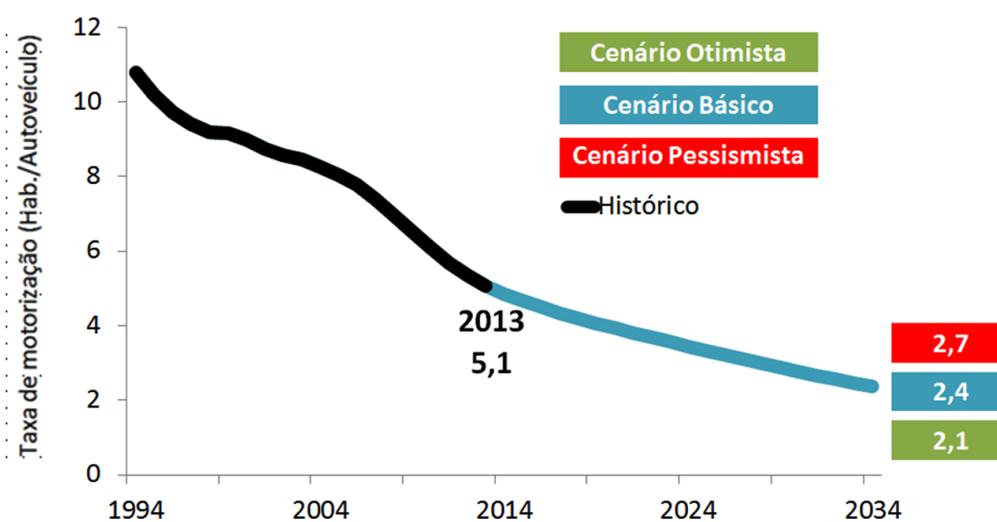
3.3 Políticas públicas nacionais

O setor de transportes desempenha papel crucial em qualquer economia, seja na movimentação de pessoas seja na de cargas. O correto entendimento do perfil da matriz de transportes de um país é um passo necessário e fundamental para o desenvolvimento de políticas públicas, pois se trata de um setor de alta demanda energética, grande impacto ambiental e causador de diversas externalidades positivas e negativas (VAZ; BARROS; CASTRO, 2015).

As premissas de ANFAVEA (2014) mostram que a população no Brasil será de 226 milhões de habitantes em 2034, um crescimento médio de 0,5% ao ano, seguido de um crescimento do PIB com aumento médio de 3% ao ano. Ao considerar este aumento do PIB per capita e a tendência mundial de evolução da taxa de motorização, foi feito um cálculo através da ANFAVEA na qual aponta que a taxa no Brasil sairá de 5,1 habitantes por veículo em 2013 e chegará em 2,4 daqui 20 anos. Isto significa que a frota circulante, segundo o estudo, crescerá 140%, ou seja, atingirá 95,2 milhões de autoveículos, que em 2013 a frota era 39,7 milhões, conforme Figura 19.

Figura 19 – Taxa de motorização: Brasil

Histórico e Projeção: 1994-2034



Fonte: ANFAVEA (2014).

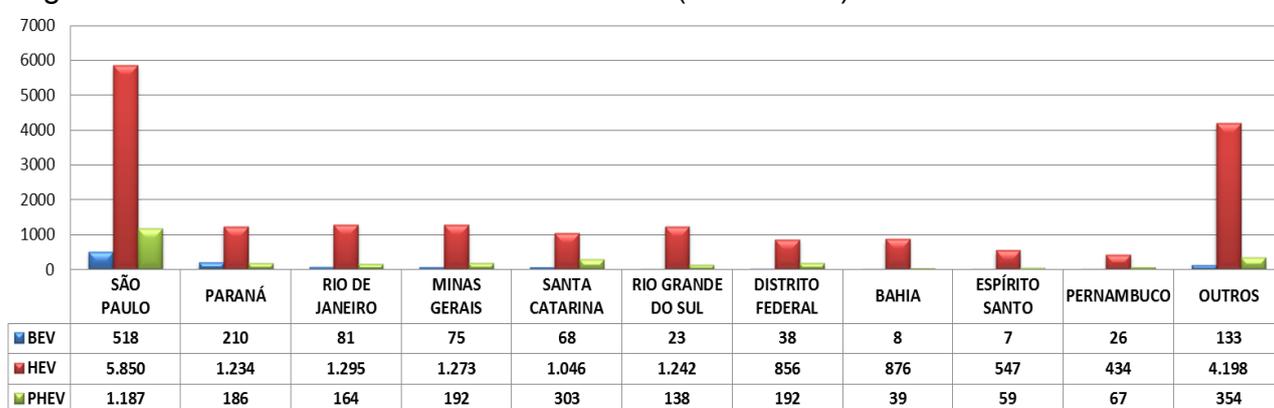
Algumas políticas já começaram a chegar ao Brasil, mas ainda de forma lenta. Um exemplo é o Decreto presidencial nº 9.442, de 5 de julho de 2018, o qual

diminui as alíquotas do IPI sobre veículos equipados com motores elétricos e híbridos (CENCI, 2019).

Observa-se e é bem notável que somente através das leis de isenção tributária será possível tornar viáveis os carros elétricos, visto que, sabemos da influência nociva dos impostos em seu custo total.

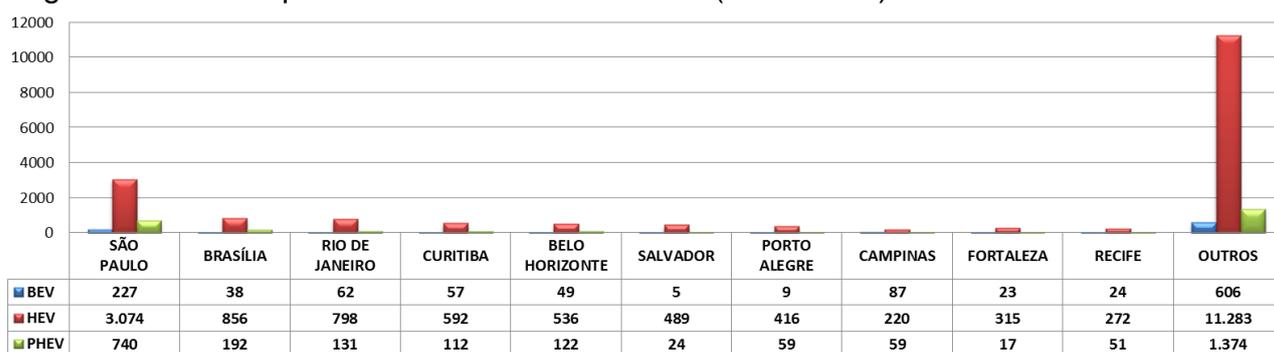
De acordo com 1º Anuário Brasileiro da Mobilidade Elétrica 2020, evidenciamos nas Figuras 20 e 21 quais os estados e os municípios estão no topo do *ranking* como líderes na frota de veículos elétricos.

Figura 20 – Estados líderes na frota brasileira (2007-2019)



Fonte: Ministério da Infraestrutura (2020). Adaptado pela autora do trabalho.

Figura 21 – Municípios líderes na frota brasileira (2007-2019)



Fonte: Ministério da Infraestrutura (2020). Adaptado pela autora do trabalho.

Alguns estados brasileiros oferecem incentivos para pessoas que possuem veículos elétricos, como isenção do imposto sobre propriedade de veículos automotores. Isso significa que as pessoas não precisam pagar esse imposto em sete estados:

- Ceará (Lei 12.023 – art. 4, IX – redução de impostos de veículos a motor elétrico);

- Maranhão (Lei 5.594 – art. 9, XI – idem para veículos a força motriz elétrica);
- Pernambuco (Lei 10.849 – art. 5, XI – idem para veículo a motor elétrico);
- Piauí (Lei 4.548 – art. 5, VII - idem veículo movido a motor elétrico);
- Rio Grande do Norte (Lei 6.967 – art. 8, XI – idem para veículos movidos a motor elétrico);
- Rio Grande do Sul (Lei 8.115 – art. 4, II – idem, de força motriz elétrica);
- Sergipe (Lei 3.287 – art. 4, XI – veículos movidos a motor elétrico).

O Brasil possui o Projeto de Lei (PLC65/14) realizado na Comissão de Infraestrutura da Câmara, através de consulta pública, que institui a obrigatoriedade de instalação de pontos de recarga para veículos elétricos em vias públicas e em ambientes residenciais e comerciais. Sendo aprovado, irá obrigar as concessionárias de energia elétrica a instalarem pontos de recarga, mas somente através de pedido dos proprietários, podendo ser fixados em edifícios (comerciais e residenciais) ou em vias públicas, com a devida autorização do poder público local (BRASIL, 2014).

3.3.1 O cenário no estado do Ceará

O Brasil, até novembro de 2018, possuía 160.217.905 kW de potência elétrica instalada, contabilizando todas as fontes, sendo renováveis ou não (excetuando a de matriz nuclear), segundo dados do Banco de Informação de Geração (BIG) da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Do total supracitado, o Ceará foi responsável por 2,57% da capacidade instalada nacional (4.115.735 KW), ficando em 13º lugar entre as unidades federativas.

No ano de 2016, foi lançado em Fortaleza (CE) o sistema de compartilhamento de automóveis “Vamo, de Veículos Alternativos para Mobilidade”. O programa é fruto de parceria entre a Hapvida Saúde, que investiu R\$ 7 milhões no Vamo, com a Prefeitura de Fortaleza e a Sarttel. Em sua fase inicial o projeto contou nesta fase, com quatro estações em funcionamento e oito carros totalmente elétricos. As unidades são dos modelos chineses Zhi Dou, do Xindayang Group, e E6, da BYD. A ideia é que o programa chegue a 20 veículos, com 12 estações que atualmente é de 8 estações (Figura 22) de compartilhamento espalhadas pela

cidade. A iniciativa pretende espalhar o modelo de *car sharing* e reduzir o impacto ambiental do uso de automóveis em Fortaleza.

Figura 22 – Estações de abastecimentos de EV em Fortaleza-CE



Fonte: Prefeitura Municipal de Fortaleza (2017).

Durante a 1ª edição do Seminário de Mobilidade Elétrica, promovido pela Federação das Indústrias do Estado do Ceará (FIEC) e a Agência de Desenvolvimento do Estado do Ceará (ADECE) explanou-se que o Ceará poderá criar formas de incentivo que já são realidades em outras cidades de países desenvolvidos. O estímulo para pontos de recarga, compartilhamento de veículos elétricos e outras tantas iniciativas que poderão ser inspiradas em soluções e algumas já adotadas em Fortaleza (FOCUS.JOR, 2021). E como um futuro próximo, o Governo do Estado do Ceará e a empresa chinesa Higer, por meio de sua representante no país, a Tevx Higer, vão assinar em breve um acordo de cooperação que irá viabilizar a construção de uma fábrica de veículos elétricos, além de permitir que frotas de ônibus (Figura 23) do transporte público possam ser renovadas por veículos não poluentes (MOREIRA, 2022).

Figura 23 – Sistema de compartilhamento de EV em Fortaleza-CE



Fonte: Portal Diário do Transporte (2022).

No Ceará, de janeiro a agosto de 2020, foram comercializados 133 automóveis, 39 camionetas e 31 utilitários eletrificados, totalizando 203 unidades, excluindo ônibus, caminhões e veículos levíssimos (motos, assim como bicicletas e patinetes elétricos). De acordo com a ABVE, confirma-se a estimativa de crescimento de 60% nas vendas em 2020 sobre 2019, o crescimento dos VEs no Brasil seguirá trajetória oposta ao conjunto do mercado. Isto porque a estimativa de outubro deste ano da Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA) prevê queda de 31% nas vendas domésticas totais em 2020, em relação ao ano passado (DANTAS JR., 2020).

4 O FUTURO DOS VEs NO BRASIL

Para Leff (2004) a crise da civilização se apresenta como uma expressão clara na forma da degradação ambiental, resultante do embate entre o modelo de modernidade pautado no avanço tecnológico e a preservação dos ecossistemas naturais. Dessa forma, a problemática ambiental questiona os raízes da produção, sugerindo uma desconstrução do paradigma econômico moderno e a criação de futuros baseados nos limites da natureza e na criatividade humana para a produção de um sentido social ecologicamente responsável.

O *Announced Pledges Scenario* (APS) traduzido para o português significa cenário de promessas anunciadas, assume que todas as ambições e metas anunciadas pelos governos de todo o mundo são cumpridas integralmente e no prazo. No que diz respeito à eletromobilidade, inclui todos os principais anúncios recentes de metas de eletrificação e emissões líquidas zero de longo prazo e outras promessas, independentemente de terem sido ancoradas na legislação ou em Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs) atualizadas. Por exemplo, a APS assume que os países que assinaram a declaração da Conferência das Partes (COP 26) sobre como acelerar a transição para carros e vans 100% zero emissões alcançará esse objetivo, mesmo que ainda não existam políticas ou regulamentos para apoiá-lo (IEA, 2023).

Lopes, (2021) descreve que o Brasil é um país que participou de diversas conferências e assinou distintos documentos, afirmando o compromisso com a preservação do meio ambiente, e dentre estas participações e acordos está o Rio+20, em que o país se mostrou disposto a participar das ideias que foram propostas pela conferência, a exemplo das seguintes medidas:

[...] combate à pobreza, o crescimento do emprego formal, a melhor distribuição de renda, a melhora na segurança alimentar e nutricional, o enfrentamento da mudança do clima – com compromissos voluntários e planos setoriais ousados de redução de emissões –, a conservação da biodiversidade, a ampliação e diversificação da matriz energética, com ênfase em fontes renováveis, a existência de movimentos sociais fortes e avanços na equidade de gênero, entre outros (LOPES, 2021 p. 58).

Porém, de acordo com levantamento feito pelo Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), é mostrado que, de 1º a 30 de dezembro de 2022, 218 Km² da Amazônia, estiveram sob alertas de desmatamento, distribuídos nos estados que

concentram as maiores taxas de desmatamento estão o Pará (48,12%), seguido de Roraima (21,1%) e Amazonas (9,1%). No acumulado entre janeiro e dezembro de 2022, houve recorde da série histórica: uma área total destruída de 10.267 km², superando o registrado nos anos anteriores da série, Figura 24, que mostra o desmatamento flagrado durante sobrevoo de monitoramento do Greenpeace em agosto de 2022.

Figura 24 – Desmatamento flagrado entre os estados de Rondônia e Amazonas, durante sobrevoo de monitoramento



Fonte: Greenpeace (2023).

Desde seu lançamento no ano de 2004 o Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDam), estando em sua 5ª fase apresentou através do Decreto Federal Nº 11.367 de 1º de janeiro de 2023 contribuições através de quatro eixos para conter o avanço do desmatamento entre 2023 e 2027. O projeto contará com 13 ministérios na execução e será base para atingir a meta do desmatamento zero na Amazônia até 2030, esse plano irá levar a um grande panorama nos alicerces de possibilidades econômicas sustentáveis e dispositivos econômicos para uma conversão da economia ilegal para a economia sustentável (COSTA, 2023).

Os VE possuem um grande potencial como tendência futura da indústria automotiva, mas é preciso superar os desafios atuais e pensar no impacto que essa transição pode ter na economia e no mercado de trabalho. Em suma, a crescente

popularidade dos veículos elétricos é uma tendência que veio para ficar e que deve mudar significativamente o futuro da indústria automotiva.

Apesar dos desafios a serem enfrentados, a transição para a mobilidade elétrica é fundamental para garantir um futuro mais limpo e sustentável para todos. É importante lembrar ainda que, além dos benefícios ambientais, a expansão da produção e uso de VE também trará mudanças significativas na economia e no mercado de trabalho da indústria automotiva. Nesse sentido, é fundamental que governos, empresas e consumidores trabalhem juntos para garantir a expansão da mobilidade elétrica de forma justa, eficiente e sustentável.

O estímulo aos carros elétricos se junta com a política de transformação de uma economia do petróleo (ou fóssil) para uma economia sustentável, baseada em fontes de energia renováveis e tem se tornado uma tendência do futuro da indústria automotiva (LI; YANG; SONG, 2017). Refletindo sobre as problemáticas energéticas existentes, é perceptível que os carros elétricos são a direção futura mais adequada para se explorar; isso vale especialmente para áreas urbanas onde as suas menores emissões sonoras e de gases tóxicos são essenciais, tendo em vista, poucos impactos ambientais.

4.1 Os VEs e o mercado brasileiro

Segundo Costa (2019), para garantir o máximo dos benefícios sócio-técnico-econômico-ambientais o Brasil deve desenvolver a mobilidade elétrica de forma estruturada. A produção do veículo e de seus componentes deve ser local, com o intuito de gerar empregos, evitar o aumento das importações, reduzir a dependência energética das fontes de petróleo, reduzir as emissões de GEE e mitigar as mudanças do clima.

Empresas pioneiras de VE atuam há anos no mercado nacional, como é o caso da BMW (que já vendeu 230 unidades do i3 em cinco anos) e da Renault (vendeu cerca de 20 veículos, em sete meses), mas é a primeira vez, que uma fábrica de VEs investe de forma mais ampla em nosso mercado, a Nissan, através de um lançamento ambicioso no Brasil, lança a segunda geração do Leaf, com empenho explícito e meta informal de vender umas 200 unidades, no primeiro ano cheio, em uma rede de sete concessionárias (em cinco Estados e Distrito Federal) (CALMON, 2019).

De acordo com Azevedo (2018) o mercado de carros elétricos se mostra muito promissor. O desafio tecnológico que ele representa poderia gerar uma quantidade absurda de empregos, capital e inovações. O autor destaca também que:

[...] descobertas não só no campo dos automóveis, mas em tudo que está relacionado com eles, como baterias, motores, entre outros. A energia poupada e bem aproveitada evitaria o desperdício de recursos e de capital. O Brasil possui grande espaço territorial e uma quantidade vasta de recursos para gerar energia “limpa”. Sua malha rodoviária gigantesca, apesar de dificultar a implementação da infraestrutura necessária para atender esses veículos, favorece o uso desse tipo de locomoção e estimularia a vendas desses automóveis. A redução dos impostos, o incentivo tecnológico e as políticas de estímulo desse mercado poderiam gerar muito capital para a nação e torná-la um exemplo de progresso a ser seguido. Quando nossa mentalidade mudar e passarmos a nos preocupar com nosso planeta e com as pessoas que nele vivem, algo poderá ser feito (AZEVEDO, 2018, p. 47).

Segundo dados da ABVE (2023), o mercado brasileiro de carros elétricos em março de 2023 houve um acréscimo de 55,5% emplacando 5.989 unidades em relação a março de 2022 que emplacou 3.851 veículos. Comparando com o trimestre do ano de 2022 a alta foi de 50% Tabela 5.

Tabela 5 – *Ranking* dos dez modelos eletrificados leves mais vendidos em março de 2023

Ranking	Modelo	Montadora	Unidades Vendidas Março/2023
1 ^a	Corolla Cross	Toyota	1.184
2 ^a	Corolla Altis	Toyota	583
3 ^a	XC60	Volvo	504
4 ^a	Tiggo 5X	Caoa Chery	355
5 ^a	Tiggo 8	Caoa Chery	287
6 ^a	Song Plus	BYD	205
7 ^a	RAV4	Toyota	176
8 ^a	Discovery	Land Rover	170
9 ^a	Q5	Audi	157
10 ^a	Cayenne	Porsche	152

Fonte: ABVE (2023). Adaptado pela autora do trabalho.

Apesar dos números informados na Tabela 5 mostrarem crescimento, de acordo com Chaves (2023) enquanto parte do mundo acelera em direção à tecnologia do carro elétrico, o Brasil integra o grupo de países que vê um crescimento apenas modesto na adoção dos automóveis movidos a eletricidade, tendo uma participação no mercado na qual subiu de 1,8% em 2021 para 2,5% em

2022. O crescimento é expressivo, mas está longe do ritmo de países como China, Alemanha, Noruega e Estados Unidos (JONES, 2023).

Para Souza; Hiroi (2021) o potencial existe, mas é necessário explorá-lo ainda mais, pois no mercado brasileiro, os carros elétricos ainda estão restritos às classes A (essencialmente, a parcela mais rica do país) e B (poder aquisitivo um pouco menor que o da classe A), em virtude de preços elevados, devido aos custos de fabricação, logística e importação, sendo assim, são necessários incentivos fiscais, investimentos em baterias menos custosas e com mais autonomia e em infraestrutura adequada de reabastecimento, através de estratégias de parceria entre os setores público e privado.

Considerando que se trata da introdução do veículo elétrico no mercado brasileiro, é imprescindível que sejam abordados diferentes cenários e utilizadas diversas ferramentas de simulação para avaliar com maior exatidão sua integração neste mercado.

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho expôs um referencial teórico com compreensões de conceitos básicos e fundamentais a respeito do veículo elétrico ligado a políticas que consistem em intervenções que visem a redução dos impactos ambientais e seus benefícios voltados para o setor de transporte, suavizando a ação de emissão de gases de efeito estufa no mundo todo, bem como considerando para um cenário futuro um panorama mais conservador através da inclusão do veículo elétrico.

O sucesso do desenvolvimento em um país depende em grande parte da execução de planos e políticas bem elaborados, sobretudo no que diz respeito à infraestrutura elétrica, área vital e estratégica para a sustentabilidade econômica nacional. A fim de fomentar o desenvolvimento ordenado desse setor e colocar o Brasil na vanguarda dos caminhos tecnológicos emergentes, será necessário investir significativamente em pesquisa, planejamento e atividades coordenadas. Considerando-se esse cenário, o mercado de veículos elétricos surge como uma área ainda pouco explorada no país.

Baseado em um estudo elaborado por Cavalcante Júnior (2021) na qual examinou todas as informações previamente mencionadas sobre os dois diferentes tipos de veículos comercializados no Brasil em relação ao seu tipo de motorização, A Tabela 6 contém informações importantes para o consumidor ao adquirir um carro e a avaliação de vantagens de cada veículo em relação a essas informações, juntamente com um somatório que representa a pontuação total, na qual lê-se: 1 = pouco vantajoso; 2 = vantajoso; 3= muito vantajoso.

Tabela 6 – Comparativo geral entre Veículo elétrico X Veículo com motor a combustão interna

FATORES	VE	VCI
CUSTO DE AQUISIÇÃO	1	3
CUSTO POR 100KM	3	1
MANUTENÇÃO	2	1
IMPOSTOS	1	1
AUTONOMIA	1	2
FATOR AMBIENTAL	3	1
PERFORMANCE	3	2
DEGRADAÇÃO DA BATERIA	1	3
REDE DE ABASTECIMENTO	1	3
SOMATÓRIO:	16	17

Fonte: Cavalcante Júnior (2021). Adaptado pela autora do trabalho.

Hoje esse número ainda reflete um cenário vantajoso para aquisição de um veículo a combustão interna, mas devemos reverter esse cenário.

Diante do exposto, foi possível observar que há um crescente fortalecimento das iniciativas capazes de enfrentar esses desafios, com grande destaque aos avanços na área dos veículos elétricos e às inovações sustentáveis que eles promovem. Apesar disso, surge um conjunto significativo de entraves que impedem ou dificultam com muita intensidade a expansão das frotas compostas por VEs; entendidos aqui como elementos problemáticos estão aqueles focados na assertividade técnica das diversas partes dos veículos em pauta (como motores elétricos e sistemas informáticos), incluindo as baterias cujos avanços têm sido gradativos.

Vale salientar ainda que, para incentivar tanto produtores quanto consumidores de veículos elétricos, é necessário implementar políticas sólidas baseadas em incentivos financeiros bem planejados. Juntamente com outras ferramentas sob medida disponíveis para cada país ou área, especialmente projetadas para fornecer segurança aos usuários finais dos VEs.

Por fim, é interessante salientar que, os fatores econômicos têm que reconhecer que o custo da compra é o principal desafio à consolidação dos automóveis elétricos no mercado, exigindo economias de escalas obtidas apenas por meio do crescimento nas vendas.

Assim então, o estudo concluído pode ser considerado satisfatório, mostrando a importância da escolha da temática, propondo para futuros trabalhos estudar o entendimento sobre a adesão ao veículo elétrico com a inserção de consequentes benefícios ao país.

REFERÊNCIAS

- ALVES, Jeferson Tondo. **Veículos elétricos: difusão no mercado brasileiro e mundial, cenários e perspectivas de crescimento.** 137f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - Universidade Federal da Bahia, 2014. Disponível em: http://www.pei.ufba.br/sites/pei.ufba.br/files/dissertacao_final_jeferson_alves.pdf. Acesso em: 13 mai. 2023.
- ASSOCIAÇÃO Brasileira do Veículo Elétrico – ABVE. **Eletrificados fecham 2022 com novo recorde.** [online], 2023. Disponível em: <http://www.abve.org.br/eletrificados-fecham-2022-com-novo-recorde-de-vendas/>. Acesso em: 13 mai. 2023.
- _____. **Eletrificados têm o melhor 1º trimestre da história.** [online], 2017. Disponível em: <http://www.abve.org.br/eletrificados-tem-o-melhor-trimestre-da-historia/>. Acesso em: 13 mai. 2023.
- _____. **IPVA para veículos elétricos.** [online], 2017. Disponível em: <http://www.abve.org.br/ipva-para-veiculos-eletricos/>. Acesso em: 13 mai. 2023.
- _____. **Rede de recarga aumenta 50% em quatro meses.** [online], 2021. Disponível em: <http://www.abve.org.br/eletropostos-no-brasil-crescem-50-em-quatro-meses/>. Acesso em: 13 mai. 2023.
- ASSOCIAÇÃO Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores – ANFAVEA. **Licenciamento total de automóveis e comerciais leves por combustível.** [online], 2023. Disponível em: <https://anfavea.com.br/site/edicoes-em-excel/>. Acesso em: 13 mai. 2023.
- _____. **2034 – Uma visão do futuro.** [online], 2014. Disponível em: https://anfavea.com.br/docs/06%2011%2014_PressRelease_Estudo_2034.pdf. Acesso em: 18 mai. 2023.
- AZEVEDO, Marcelo Henrique de. **Carros elétricos: viabilidade econômica e ambiental de inserção competitiva no mercado brasileiro.** 54f. Monografia (Graduação em Engenharia de Controle e Automação) - Universidade Federal de Ouro Preto, 2018. Disponível em: https://www.monografias.ufop.br/bitstream/35400000/1579/6/MONOGRAFIA_Carros_EI%c3%a9tricosViabilidade.pdf. Acesso em: 23 mai. 2023.
- BARAN, Renato; LEGEY, Luiz Fernando Loureiro. **Veículos elétricos: história e perspectivas no Brasil.** BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n.33, p. 207-224, mar. 2011. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/1489>. Acesso em: 13 mai. 2023.
- BERMUDEZ, Rodrigo Bagatin Veleza. **Os desafios para implementação de veículos elétricos no BRASIL.** 44f. Monografia (Especialização em Sistemas Embarcados para Indústria Automotiva) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, 2021. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/29950>. Acesso em: 23 mai. 2023.

BRANDÃO, Dener Augusto de Lisboa. **Carregador veicular ultrarrápido baseado no conversor *True Unit Power Factor***. 150f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, 2021. Disponível em: <https://www.ppgee.ufmg.br/defesas/1837M.PDF>. Acesso em: 23 mai. 2023.

BRASIL. Câmara dos Deputados Federais. **Projeto de Lei da Câmara nº 65**, de 2014. [online]. Disponível em: <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/118247>. Acesso em: 23 mai. 2023.

BRASIL. Empresa de Pesquisa Energética (EPE). **Relatório Síntese 2023**. [online], 2023. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2022>. Acesso em: 13 mai. 2023.

_____. **Balanco energético nacional 2022**. [online], 2022. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-748/topico-681/BEN_S%C3%ADntese_2023_PT.pdf. Acesso em: 13 mai. 2023.

_____. **Matriz Energética e Elétrica**. [online], 2022. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>. Acesso em: 13 mai. 2023.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás (IBP). **Implicações da Lei da Redução da Inflação nos Estados Unidos** [online], 2022. Disponível em: <https://www.ibp.org.br/observatorio-do-setor/analises/implicacoes-da-lei-da-reducao-da-inflacao-nos-estados-unidos/>. Acesso em: 20 mai. 2023.

BRASIL. Ministério da Economia. **PROMOB-e 2017-2021: mobilidade elétrica para o Brasil**. Brasília - DF, 2021. Disponível em: <https://www.pnme.org.br/biblioteca/promob-e-2017-2021-portugues/>. Acesso em: 18 mai. 2023.

CALMON, Fernando. **Carro elétrico no Brasil: ousar ou esperar**. Portal Automotive Business [online]. Disponível em: <https://www.automotivebusiness.com.br/pt/posts/artigo/carro-eletrico-no-brasil-ousar-ou-esperar/>. Acesso em: 23 mai. 2023.

CAVALCANTE JÚNIOR, Luiz Claudio Paulino. **Análise comparativa da substituição de motores a combustão por motores elétricos no setor de transportes**. 14f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência e Tecnologia) - UNIVERSIDADE Federal Rural do Semiárido – UFRSA, 2021. Disponível em: https://repositorio.ufersa.edu.br/bitstream/prefix/6550/1/LuizCPCJ_ART.pdf. Acesso em: 5 jul. 2023.

CEARÁ, Secretaria do Planejamento e Gestão (SEPLAG). **Ceará ocupa o 13º lugar no ranking energético nacional e tem como principais matrizes de energia a termelétrica e a eólica**. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará IPECE. [online], 2018. Disponível em: <https://www.ipece.ce.gov.br/2018/12/12/ceara->

ocupa-o-13o-lugar-no-ranking-energetico-nacional-e-tem-como-principais-matrizes-de-energia-a-termeletrica-e-a-eolica/. Acesso em: 18 mai. 2023.

CENCI, Arthur Ely. **Veículos elétricos e seu impacto na demanda de energia elétrica**. 76f. Monografia (Graduação em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2019. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/197782>. Acesso em: 18 mai. 2023.

CENTRO BRASILEIRO DE INFRAESTRUTURA (CBIE) **O que é o Rota 2030?** [online], 2020. Disponível em: <https://cbie.com.br/o-que-e-o-rota-2030/>. Acesso em: 18 mai. 2023.

COSTA, Emily. **PPCDAm: novo plano contra desmatamento tem tecnologias para prever devastação e bioeconomia para desenvolver Amazônia**. Portal Infoamazonia [online]. Disponível em: <https://infoamazonia.org/2023/04/14/novo-ppcdam/>. Acesso em: 23 mai. 2023.

COSTA, José Evaldo Geraldo. **Introdução em massa de veículos elétricos de passageiros no Brasil: avaliação de impacto no uso de energia, mitigação climática e necessidades de infraestrutura de recarga para vários estudos de caso**. 277f. Tese (Doutorado em Filosofia em Políticas de Mudanças Climáticas e Desenvolvimento Sustentável) - Universidade Nova Lisboa, 2019. Disponível em: <https://run.unl.pt/handle/10362/83963>. Acesso em: 23 mai. 2023.

D'AGOSTO, Márcio de Almeida; *et al.* **Normas e regulamentos para a mobilidade elétrica no enquadramento do Brasil: análise internacional e propostas de N&R para o contexto brasileiro**. PROMOB-e, 2020. [online]. Disponível em: <https://www.pnme.org.br/wp-content/uploads/2020/07/Normas-e-regulamentos-para-mobilidade-eletrica-no-enquadramento-do-Brasil-1.pdf>. Acesso em: 18 mai. 2023.

DANTAS JR, Anchieta. **Ceará tem potencial para avanços no mercado de carro elétrico**. Portal TRENDSCE, 2020. Disponível em: <https://www.trendsce.com.br/2020/12/14/ceara-tem-potencial-para-avancos-no-mercado-de-carro-eletrico/>. Acesso em: 18 mai. 2023.

DELGADO, Fernanda; *et al.* Carros elétricos. **Cadernos FGV Engenharia**. [online], n. 7, v. 4, maio 2017. Disponível em: <https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/19179/Caderno%20Carros%20Eltricos-FGV-BOOK%20FINAL.pdf>. Acesso em: 08 mai. 2023.

ECHEVARRIA, Carlos; *et al.* **Estimando a demanda potencial de energia para veículos elétricos: um estudo de caso para o Sul do Brasil e seus possíveis desdobramentos**. Banco Interamericano de Desenvolvimento, 2022. Disponível em: <https://publications.iadb.org/pt/estimando-demanda-potencial-de-energia-para-veiculos-eletricos-um-estudo-de-caso-para-o-sul-do>. Acesso em: 08 mai. 2023.

FEISTEL, Karin Rezende. **Análise do cenário mundial do VE e os desafios da sua inserção na matriz energética brasileira**. 87f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Santa Maria – RS. 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/8581>. Acesso em: 13 mai. 2023.

FERREIRA, José Paulo; DIAS, Márcio José. Veículos elétricos e híbridos: história e perspectivas para o Brasil. **Revista Processos Químicos**. Jul / Dez de 2020. Disponível em: http://ojs.rpqsenai.org.br/index.php/rpq_n1/article/view/610/526. Acesso em: 13 mai. 2023.

GADDAM, Yogeshwari S. **Motor elétrico IPM-SynRM da Tesla modelo 3**. Portal Lesics Engineers Pvt.Ltd., publicado em: 8 jan. 2021 [online]. Disponível em: https://www.lesics.com/tesla-model-3_s-ipm-synrm-electric-motor.html. Acesso em: 23 mai. 2023.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2018.

GOLDEMBERG, Clovis; LEBENSZTAJN, Luiz; PELLINI, Eduardo Lorenzetti. **A evolução dos carros elétricos e híbridos**. EDisciplinas USP. 2018. 56 p. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5138633/mod_resource/content/1/A%20evolu%C3%A7%C3%A3o%20dos%20ve%C3%ADculos%20el%C3%A9tricos%20V6%20Compacta.pdf. Acesso em: 13 mai. 2023.

GOMES, Eduardo Wegenast. **Veículos elétricos: impactos econômicos e ambientais**. 40f. Monografia (Graduação em Administração) – Universidade Federal Fluminense, 2020. Disponível em: <https://app.uff.br/riuff/bitstream/handle/1/25153/TCC%20Eduardo%20Final.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 13 mai. 2023.

GREENPEACE Brasil. **Amazônia perdeu 10.267 km² em 2022, aponta Deter**. [online]. Disponível em: https://www.greenpeace.org/brasil/blog/amazonia-perdeu-10-267-km%20b2-em-2022-aponta-deter/?appeal=21057&utm_source=google&utm_medium=paid&utm_campaign=florestas&utm_content=aq_20230206_grants&utm_term=desmatamento%20no%20governo%20bolsonaro&utm_campaign=&utm_source=adwords&utm_medium=ppc&hsa_acc=7235609613&hsa_cam=19664562138&hsa_grp=147414698153&hsa_ad=647783171649&hsa_src=g&hsa_tgt=kwd-1424541551912&hsa_kw=desmatamento%20no%20governo%20bolsonaro&hsa_mt=b&hsa_net=adwords&hsa_ver=3&gclid=Cj0KCQjwmtGjBhDhARIsAEqfDEfZ8QI_SsPXBtX74f41Hw4VD58cgRTfbEJMVdCZsDuBSbzI7PPLiAwaAgY6EALw_wcB. Acesso em: 23 mai. 2023.

INTERNATIONAL ENGERGY AGENCY (IEA). **EV Global Perspectiva 2023: alcançando as ambições climáticas** [online], 2023. Disponível em: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/dacf14d2-eabc-498a-8263-9f97fd5dc327/GEVO2023.pdf>. Acesso em: 08 mai. 2023.

JONES, Frances. Obstáculos travam a expansão do carro elétrico no Brasil. **Pesquisa FAPESP**, [online], v. 326, abr. 2023. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/obstaculos-travam-a-expansao-do-carro-eletrico-no-brasil/>. Acesso em: 23 mai. 2023.

KARTHIK, Sri Hari. **Tipos de motores usados em veículos elétricos**. Portal CircuitDigest [online] publicado em: 3 mai. 2019. Disponível em: <https://circuitdigest.com/article/different-types-of-motors-used-in-electric-vehicles-ev>. Acesso em: 23 mai. 2023.

KURODA, Willian Toshio. **A introdução do veículo elétrico na matriz elétrica brasileira**: situação atual e projeções. 81f. Monografia (Graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), 2019. Disponível em: http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/9847/1/CT_COELE_2019_1_19.pdf. Acesso em: 23 mai. 2023.

LEFF, Enrique. **Saber ambiental**: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder. 3. ed. rev. e aum. Petrópolis: Vozes, 2004.

LI, Yong; YANG, Jie; SONG, Jian. Princípios de design e tecnologias de análise de escala do sistema de energia de novas baterias de íon-lítio e íon-alumínio para veículos elétricos de energia sustentável. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Elsevier, v. 71, p. 645-651. 2017. Acesso em: 23 mai. 2023.

LIEVEN, Theo. **Medidas políticas para promover a mobilidade elétrica**: uma perspectiva global. Pesquisa em transporte parte A: política e prática. Elsevier, v. 82, p. 78-93, 2015. Disponível em: <https://ideas.repec.org/a/eee/transa/v82y2015icp78-93.html>. Acesso em: 18 mai. 2023.

LOPES, Wittor Pereira. **O debate sobre a degradação do meio ambiente e a inserção do carro elétrico no mercado**: um estudo de caso do Brasil no pós-protocolo de Quioto. 81f. Monografia (Graduação em Relações Internacionais) - Pontifícia Universidade Católica de Goiás, 2021. Disponível em: https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/bitstream/123456789/3446/1/TCC%20WITTOR%20PEREIRA%20LOPES_WITTOR%20PEREIRA%20LOPES.pdf. Acesso em: 23 mai. 2023.

MACIEL, Ana Carolina; *et al.* **Desenvolvimento do setor automobilístico sustentável no Brasil**. 43f. Monografia (Graduação em Ciências Econômicas) - Universidade São Judas Tadeu, SP, 2021. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/18063>. Acesso em: 13 mai. 2023.

MELLO, Adriana Marotti de; MARX; Roberto; SOUZA, Adcley. Explorando cenários para a possibilidade de desenvolver competências de design e produção de veículos elétricos no Brasil. **Int. J. Tecnologia e Gestão Automotiva**, [online], v. 13, n. 3, p. 289-314, 2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/263532609_Exploring_scenarios_for_the_possibility_of_developing_design_and_production_competencies_of_electrical_vehicles_in_Brazil. Acesso em: 18 mai. 2023.

MILANEZ, Artur Yabe; *et al.* O Acordo de Paris e a transição para o setor de transportes de baixo carbono: o papel da plataforma para o biofuturo.

Biocombustíveis, BNDES Setorial 45, p. 285-340, 2017. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/11756>. Acesso em: 08 mai. 2023.

MOREIRA, Willian. **Governo do Ceará e Higer vão firmar acordo para instalação de fábrica de veículos elétricos no Estado**. Portal Diário do Transporte, 2022. [online]. Disponível em: <https://diariodotransporte.com.br/2022/07/06/governo-do-ceara-e-higer-va-0-firmar-acordo-para-instalacao-de-fabrica-de-veiculos-eletricos-no-estado/>. Acesso em: 18 mai. 2023.

NEOCHARGE. **Como funciona o motor de um carro elétrico**. Portal NeoCharge [online], publicado em: 28 jan. 2020. Disponível em: <https://www.neocharge.com.br/tudo-sobre/carro-eletrico/motor-como-funciona>. Acesso em: 23 mai. 2023.

_____. **Tipos de carregadores para veículos elétricos**. Portal NeoCharge [online], 2021. Disponível em: <https://www.neocharge.com.br/tudo-sobre/carregador-carro-eletrico/tipo-carregador-ve>. Acesso em: 23 mai. 2023.

OLIVEIRA, Moisés Geraldo de; MENEZES, Daniel Francisco Nagao. O cenário de produção de energia elétrica a partir de fontes renováveis no BRASIL. **Revista Argumentum**, Marília/SP, v. 24, n. 1, p. 119-135, Jan.-Abr. 2023. Disponível em: <http://ojs.unimar.br/index.php/revistaargumentum/article/view/1405/1038>. Acesso em: 23 mai. 2023.

PLATAFORMA NACIONAL DE MOBILIDADE ELÉTRICA (PNME) **1º Anuário Brasileiro da Mobilidade Elétrica**. Brasília e Rio de Janeiro, 2021. [online]. Disponível em: <https://www.pnme.org.br/wp-content/uploads/2021/03/1o-ANUARIO-BRASILEIRO-DA-MOBILIDADE-ELETRICA-2020.pdf>. Acesso em: 18 mai. 2023.

PORTAL AUTOMOTIVE BUSINESS (AB). **Fortaleza já tem frota compartilhada de carros elétricos**. [online], 2016. Disponível em: <https://automotivebusiness.com.br/pt/posts/noticias/fortaleza-ja-tem-frota-compartilhada-de-carros-eletricos/>. Acesso em: 18 mai. 2023.

PORTAL FOCUS.JOR. **Ceará deverá incentivar uso de carro elétrico**. [online], 2021. Disponível em: <https://focus.jor.br/ceara-devera-incentivar-uso-de-carro-eletrico/>. Acesso em: 18 mai. 2023.

PORTAL FORD MEDIA CENTER. **Ford Comuta: carro-conceito elétrico completa 50 anos de história**. [online]. Disponível em: <https://media.ford.com/content/fordmedia/fsa/br/pt/news/2016/02/05/ford-comuta--carro-conceito-eletrico-completa-50-anos-de-histori.html>. Acesso em: 13 mai. 2023.

PORTAL GLOBAL.HONDA. **Honda apresenta o "INSIGHT": um carro híbrido que oferece o menor consumo de combustível do mundo para um veículo movido a gasolina produzido em massa**. [online] 1999. Disponível em: <https://global.honda/newsroom/worldnews/1999/4990906c.html>. Acesso em: 13 mai. 2023.

PORTAL GM AUTHORITY. **O GM XP 512 de 1969 era uma representação precisa do futuro da mobilidade.** [online]. Disponível em: <https://gmauthority.com/blog/2020/01/1969-gm-xp-512-was-an-accurate-depiction-of-the-future-of-mobility/>. Acesso em: 13 mai. 2023.

PORTAL INSTACARRO. **Prius: como nasceu o primeiro Toyota híbrido do mundo produzido em larga escala.** [online]. Disponível em: <https://www.instacarro.com/blog/mercado-automotivo/historia-do-toyota-hibrido-prius/>. Acesso em: 13 mai. 2023.

SANTOS, Jackson da Silva. **Análise técnica e econômica da conversão de um veículo de combustão interna para um veículo elétrico.** 67f. Monografia (Graduação em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Pernambuco, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/48353>. Acesso em: 13 mai. 2023.

SANTOS, Luan; GRANGEA, Carolina. **Experiências internacionais em mobilidade elétrica.** Grupo de Estudos do Setor Elétrico (GESEL), UFRJ, 2021. Disponível em: https://www.gesel.ie.ufrj.br/app/webroot/files/publications/14_santos_TDSE_102_2021_08_11.pdf. Acesso em: 18 mai. 2023.

SCHAUN, André. **Gurgel Itaipu foi o primeiro carro elétrico nacional, mas morreu por problemas que existem até hoje.** Portal Auto Esporte [online], 2021. Disponível em: <https://autoesporte.globo.com/um-so-planeta/noticia/2021/04/gurgel-itaipu-foi-o-primeiro-carro-eletrico-nacional-mas-morreu-por-problemas-que-existem-ate-hoje.ghtml>. Acesso em: 13 mai. 2023.

SCHIAVI, Marcela Taiane. **Estudo das tendências e desenvolvimentos tecnológicos do carro elétrico no Brasil.** 216f. Tese (Doutorando em Ciência, Tecnologia e Sociedade) - Universidade Federal de São Carlos, SP. 2020. Disponível em: https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/13246/Estudos%20das%20tend%C3%AAncias%20e%20desenvolvimentos%20do%20carro%20el%C3%A9trico%20no%20Brasil_MTS.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 13 mai. 2023.

SLOWIK, Peter; *et al.* **Avaliação internacional de políticas públicas para eletromobilidade em frotas urbanas.** PROMOB-e, 2018. [online]. Disponível em: https://theicct.org/wp-content/uploads/2021/06/ICCT_Brazil-Electromobility-PT-20122018.pdf. Acesso em: 18 mai. 2023.

SOUZA, Carolina Curassá Rosa de; HIROI, Jaqueline. O mercado de carros elétricos no Brasil: análise de entraves e sugestões para expansão. **Práticas em Contabilidade e Gestão.** [online], v. 9 n. 1, p. 1-19, 2021. Disponível em: <http://editorarevistas.mackenzie.br/index.php/pcg/article/view/14150>. Acesso em: 23 mai. 2023.

THEOTONIO, Sérgio Barcelos. **Veículos elétricos e híbridos: panomara patentário no Brasil.** Rio de Janeiro: Instituto Nacional da Propriedade Industrial –INPI, 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/inpi/pt->

br/assuntos/informacao/ViculosEletricoseHbridos_FINAL_Jan2019.pdf. Acesso em: 13 mai. 2023.

VASCO, Murilo Nogueira. **Breve abordagem da viabilidade econômica dos carros 100% elétricos**. 56f. Monografia (Graduação em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal do Tocantins, 2020. Disponível em: <https://repositorio.uft.edu.br/handle/11612/2216>. Acesso em: 18 mai. 2023.

VAZ, Luiz Felipe Hupsel; BARROS, Daniel Chiari; CASTRO, Bernardo Hauch Ribeiro de. Veículos híbridos e elétricos: sugestões de políticas públicas para o segmento. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 41, p. 295-344, mar. 2015. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/4284>. Acesso em: 18 mai. 2023.