

FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS  
ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO DE EMPRESAS DE SÃO PAULO

JOSÉ CARLOS D'ANDREA MATEUS

UMA APLICAÇÃO DA TÉCNICA DE CENÁRIOS PARA A INDÚSTRIA DE  
AUTOPEÇAS DE VEÍCULOS DE PASSAGEIROS E COMERCIAIS LEVES MOVIDOS  
POR MOTOR A COMBUSTÃO INTERNA NO BRASIL: POTENCIAIS CENÁRIOS PARA  
A INDÚSTRIA AUTOMOTIVA FRENTE À POSSÍVEL ADOÇÃO DOS VEÍCULOS  
ELÉTRICOS”

SÃO PAULO - SP

2021

JOSÉ CARLOS D'ANDREA MATEUS

UMA APLICAÇÃO DA TÉCNICA DE CENÁRIOS PARA A INDÚSTRIA DE AUTOPEÇAS DE VEÍCULOS DE PASSAGEIROS E COMERCIAIS LEVES MOVIDOS POR MOTOR A COMBUSTÃO INTERNA NO BRASIL: POTENCIAIS CENÁRIOS PARA A INDÚSTRIA AUTOMOTIVA FRENTE À POSSÍVEL ADOÇÃO DOS VEÍCULOS ELÉTRICOS”

Dissertação apresentada à Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas, como requisito para obtenção do título de Mestre em Administração de Empresas.

Linha de Pesquisa: Estratégia

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Túlio Prado Junior

SÃO PAULO – SP

2021

D'Andrea Mateus, José Carlos.

Uma aplicação da técnica de cenários para a indústria de autopeças de veículos de passageiros e comerciais leves movidos por motor a combustão interna no Brasil: potenciais cenários para a indústria automotiva frente à possível adoção dos veículos elétricos / José Carlos D'Andrea Mateus. - 2021.

99f.

Orientador: Sérgio Túlio Prado Junior.

Dissertação (mestrado profissional MPA) – Fundação Getulio Vargas, Escola de Administração de Empresas de São Paulo.

1. Indústria automobilística - Brasil. 2. Veículos elétricos. 3. Gases estufa. 4. Previsão na administração. 5. Incerteza (Economia). I. Prado Junior, Sérgio Túlio. II. Dissertação (mestrado profissional MPA) – Escola de Administração de Empresas de São Paulo. III. Fundação Getulio Vargas. IV. Título.

CDU 65.012.23

JOSÉ CARLOS D'ANDREA MATEUS

UMA APLICAÇÃO DA TÉCNICA DE CENÁRIOS PARA A INDÚSTRIA DE AUTOPEÇAS DE VEÍCULOS DE PASSAGEIROS E COMERCIAIS LEVES MOVIDOS POR MOTOR A COMBUSTÃO INTERNA NO BRASIL: POTENCIAIS CENÁRIOS PARA A INDÚSTRIA AUTOMOTIVA FRENTE À POSSÍVEL ADOÇÃO DOS VEÍCULOS ELÉTRICOS”

Dissertação apresentado à Escola de Administração de Empresas de São Paulo, da Fundação Getulio Vargas, como requisito para obtenção do título de Mestre em Administração Empresas.

**Linha de Pesquisa:** Estratégia

**Data de avaliação:** 30 de setembro de 2021

**Banca examinadora:**

---

Prof. Dr. Sérgio Túlio Prado Junior  
Orientador  
FGV-EAESP

---

Prof. Dr. Moacir de Miranda Oliveira Junior  
FEA-USP

---

Prof. Dr. Antônio Gelis Filho  
FGV-EAESP

---

Eng. Lázaro De Figueiredo Junior  
CEO – Yazaki Mercosul

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus e Jesus Cristo por terem me concedido a oportunidade de estudar nessa renomada Escola e também por terem me dado saúde e forças para superar todos os obstáculos durante essa desafiadora jornada.

Ao professor Dr. Sérgio Túlio Prado Jr. pelo harmonioso convívio, pela paciência na condução das orientações e pelo constante estímulo transmitido no desenvolvimento e execução deste trabalho.

Aos executivos da indústria automobilística, às grandes amizades construídas ao longo de nossa jornada profissional que, pacientemente, dedicaram seu precioso tempo, colaborando com suas experiências na execução desse trabalho.

Ao meu amigo Lázaro De Figueiredo Junior pela sua pronta disposição em dispor de seu valioso tempo e colaborar participando de minha banca de qualificação e defesa dessa dissertação.

Aos meus amigos e professores do mestrado que promoveram momentos extraordinários de troca de conhecimentos, alegrias e amizade.

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho à minha família, em especial à minha mãe Maria (*in memoriam*) e à minha esposa Adenira, pela paciência, compreensão durante minhas longas ausências, sempre me apoiando e incentivando na realização deste meu sonho.

Aos meus filhos e netos pelas incontáveis manifestações de carinho e apoio nessa longa e desafiadora jornada.

*O futuro não é um lugar onde estamos indo, mas um lugar que estamos criando. O caminho para ele não é encontrado, mas construído e o ato de fazê-lo muda tanto o realizador quanto o destino.*

*Antoine de Saint-Exupéry*

## RESUMO

A indústria automotiva desenvolveu seu modelo de negócio centrado nos veículos movidos por combustão interna (MCI). A partir dos anos 1960, com o crescimento de movimentos em prol do controle das emissões de poluentes, surgem novas demandas por veículos mais seguros e com menor nível de emissões de gases de efeito estufa (GEE). A partir de então, a indústria retoma o desenvolvimento dos veículos elétricos (VE). Mas somente no início do século XXI é que ocorre um processo consistente de mudança e reestruturação do setor automobilístico, que impulsiona as transformações globais nessa indústria. Surgem oportunidades para a transição do veículo movido a combustão interna (MCI) para o elétrico. O objetivo deste estudo é identificar incertezas e possíveis cenários com horizonte nos próximos 20 anos da atual indústria automotiva brasileira (IAB). A análise considera a transição dos motores a combustão para um futuro eletrificado. Decidiu-se pela utilização do método de Schwartz: foram abordadas e analisadas incertezas críticas e, com base nos dados obtidos, construídos os cenários prospectivos.

**Palavras-chaves:** veículo elétrico (VE), motor a combustão interna (MCI), indústria automobilística brasileira (IAB), gases efeito estufa (GEE), cenários.



## ABSTRACT

The automotive industry has developed its business model centered on vehicles powered by internal combustion (MCI). From the 1960s onwards, with the growth of movements in favor of the control of pollutant emissions, new demands for safer vehicles and with lower levels of greenhouse gas (GHG) emissions emerged. Since then, the industry resumes the development of electric vehicles (EV). But only at the beginning of the 21st century is there a consistent process of change and restructuring in the automotive sector, which drives global transformations in this industry. Opportunities arise for the transition from an internal combustion-powered vehicle (MCI) to an electric one. The objective of this study is to identify uncertainties and possible scenarios with a horizon over the next 20 years of the current Brazilian automotive industry (IAB). The analysis considers the transition from combustion engines to an electrified future. It was decided to use the Schwartz method: critical uncertainties were addressed and analyzed and, based on the data obtained, prospective scenarios were constructed.

**Keywords:** electric vehicle (EV), internal combustion engine (MCI), Brazilian automobile industry (IAB), Greenhouse gases (GHG), scenarios.

## **LISTA DE FIGURAS, GRÁFICOS E TABELAS**

Tabela 1 - Ranking dos 10 maiores produtores de automóveis no mundo

Tabela 2 – Tipos de Veículos Elétricos

Tabela 3 - Carros Elétricos a venda no Brasil

Tabela 4 – Carros movidos por motor a combustão mais vendidos no Brasil

Tabela 5 – Produção de veículos 2003-2019

Tabela 6 - Faturamento nominal

Tabela 7 – Comparativo das metodologias de construção de cenários

Tabela 8 - Perfil dos participantes do brainstorming

Tabela 9 – Fatores chaves

Tabela 10 – Força Motrizes (macroambiente)

Tabela 11 – Forças motrizes e fatores-chave

Tabela 12 - Matriz de hierarquização de importância e incerteza

Tabela 13 – Matriz de incerteza crítica

Gráfico 1 – Produção total de veículos entre 1957 -2019 (1000 un.)

Gráfico 2 – Participação global antropogênica em GEE, 2010

Gráfico 3 – Redução das emissões de GEE por setor até 2050 – cenário 2DS vs cenário 6DS

Gráfico 4 – Estoque global de carros elétricos 2010-2019

Gráfico 5 – Participação no mercado de veículos elétricos (BEV+PHEV) no mundo, 2019

Gráfico 6 – Evolução do veículo elétrico

Gráfico 7 – Custos de baterias para BEVs e PHEVs

Gráfico 8 – Cenário de implementação para o estoque de carros elétricos até 2020

Gráfico 9 – Evolução da produção de etanol anidro e hidratado a partir da cana-de-açúcar

Figura 1 - Etapas da Metodologia de Schwartz

Figura 2 – Matriz de incerteza crítica do estudo

Figura 3 – Matriz de incerteza x Importância

Figura 4 – Eixos ortogonais

Figura 5 – Eixos ortogonais dos cenários

## **SUMÁRIO**

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2 INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA: HISTÓRICO, CONTEXTO E IMPACTO AMBIENTAL.....</b>	<b>14</b>
<b>2.1 O AUTOMÓVEL .....</b>	<b>14</b>
<b>2.1.2 A INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA NO BRASIL.....</b>	<b>15</b>
<b>2.2 COMPARATIVOS DE TECNOLOGIA.....</b>	<b>16</b>
<b>2.3 NÍVEL DE EMISSÕES DE CO<sub>2</sub>.....</b>	<b>20</b>
<b>2.5 HISTÓRICO E PROJEÇÕES PARA A ADOÇÃO DO VEÍCULO ELÉTRICO ...</b>	<b>27</b>
<b>2.5.1. ADOÇÃO DO VEÍCULO ELÉTRICO .....</b>	<b>31</b>
<b>2.6 O VEÍCULO ELÉTRICO NO BRASIL .....</b>	<b>35</b>
<b>2.7 MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA E IMPORTÂNCIA DO ETANOL.....</b>	<b>38</b>
<b>2.8 REFLEXOS NA CADEIA PRODUTIVA EM FUNÇÃO DA EVOLUÇÃO DA INTRODUÇÃO DO VEÍCULO ELÉTRICO .....</b>	<b>42</b>
<b>3.1 MODELO DE SCHWARTZ - GBN – GLOBAL BUSINESS NETWORK .....</b>	<b>48</b>
<b>3.2 MODELO DE GODET – ANÁLISE PROSPECTIVA .....</b>	<b>51</b>
<b>3.3 MODELO DE PORTER.....</b>	<b>52</b>
<b>3.4 MODELO DE GRUMBACH .....</b>	<b>55</b>
<b>3.5 MODELO SHELL.....</b>	<b>55</b>
<b>3.6 QUADRO COMPARATIVO DAS METODOLOGIAS .....</b>	<b>56</b>
<b>4 - METODOLOGIA DE PESQUISA</b>	
<b>4.1 COLETA DAS INFORMAÇÕES E PERSPECTIVAS PROFISSIONAIS NECESSÁRIAS À ELABORAÇÃO DOS CENÁRIOS .....</b>	<b>59</b>

<b>5. APLICAÇÃO DO MÉTODO DE SCHWARTZ PARA CONSTRUÇÃO DE CENÁRIOS PROSPECTIVOS .....</b>	<b>62</b>
<b>5.1 IDENTIFICAÇÃO DA QUESTÃO PRINCIPAL .....</b>	<b>62</b>
<b>5.2 IDENTIFICAR OS FATORES-CHAVE (MICROAMBIENTE).....</b>	<b>62</b>
<b>5.3 IDENTIFICAÇÃO DAS FORÇAS MOTRIZES E ELEMENTOS PREDETERMINADOS DE INCERTEZAS - (MACROAMBIENTE).....</b>	<b>65</b>
<b>5.5 SELEÇÃO E DEFINIÇÃO DA LÓGICA DE CENÁRIOS E DOS VETORES .....</b>	<b>73</b>
<b>5.6 DESCRIÇÃO DOS CENÁRIOS .....</b>	<b>76</b>
<b>5.6.1 SUNNY DAY .....</b>	<b>77</b>
<b>5.6.2 PASSING CLOUD .....</b>	<b>79</b>
<b>5.6.3 CLOUD DAY .....</b>	<b>81</b>
<b>5.6.4 NIGHTMARE.....</b>	<b>82</b>
<b>5.7 ANÁLISE DAS IMPLICAÇÕES E ALTERNATIVAS .....</b>	<b>84</b>
<b>5.8 SELEÇÃO DE INDICADORES E SINALIZADORES PRINCIPAIS .....</b>	<b>85</b>
<b>6. CONCLUSÕES.....</b>	<b>87</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>90</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A indústria automobilística mundial vem enfrentando um processo de transformação global, da substituição da atual tecnologia de propulsão de veículos movidos através de motor a combustão interna (MCI) por motor elétrico, com o objetivo de obter aumento de eficiência energética e simultaneamente reduzir o nível de emissão de gases poluentes. Por isso, elevados investimentos estão sendo feitos em pesquisa, desenvolvimento e produção de veículo elétrico (VE) (Barassa e Consoni, 2015).

A oportunidade de transição do veículo movido a combustão interna (MCI) para o elétrico traz uma série de desafios para indústria de autopeças. A partir da identificação dos fatores-chave, das forças motrizes, do grau de importância e das incertezas que influenciam a trajetória dessa indústria, este estudo tem como objetivo a construção de possíveis cenários com horizonte nos próximos 20 anos da atual indústria de autopeças brasileira frente ao ambiente atual e seu modelo de negócio centrado no motor a combustão interna (MCI), para o modelo de crescente adoção do veículo elétrico (VE). em função da transição do veículo movido a combustão interna (MCI) para os veículos elétricos (VE).

A questão do aumento da consciência ambiental é fundamental para o entendimento das transformações na indústria. Esse processo teve seu início na década de 1960, estimulada pela efetivação de uma série de eventos relacionadas ao meio ambiente. A partir de então, a sociedade começou a centrar sua atenção para os problemas ambientais e com isso, as grandes montadoras, voltaram a dirigir sua atenção aos automóveis elétricos. Naquela época, o chumbo ainda era utilizado como aditivo para a gasolina, não havia filtros nem catalizadores para conter as emissões e o automóvel era considerado uma das principais fontes da poluição atmosférica nas grandes cidades (Carvalho, 2001).

Atualmente, o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) é um dos grandes responsáveis pelo desencadeamento do aquecimento global e de problemas associados à poluição. Em 2016, as emissões de transporte envolvendo o transporte rodoviário, ferroviário, aéreo e marítimo, representaram mais de 24% das emissões globais de CO<sub>2</sub> (WRI – Brasil, 2019).

Programas e projetos visando à economia de baixo carbono têm surgido com o objetivo maior de restringir os impactos sobre o meio ambiente, por meio da limitação no tocante às emissões dos Gases de Efeito Estufa (GEE). Para cumprir com estes programas, quase todos os países do mundo assumiram o compromisso de reduzir suas emissões de CO<sub>2</sub> conforme o

Acordo do Clima de Paris - United Nations Framework Convention on Climate Change UNFCCC 2018 (IEA, 2018).

A década de 1970 foi um período adequado e favorável para os veículos elétricos (VE) pois, compatibilizava a redução da emissão de poluentes com a possibilidade de utilização de energias renováveis. Naquela oportunidade, os protótipos de veículos elétricos (VE) que foram desenvolvidos, não chegaram a ter sua produção em massa, devido aos elevados custos de produção.

Na década de 70 os principais países produtores de petróleo, dão início ao processo de estabelecer cotas e regular a venda do produto aos países consumidores. Em 1973 devido a questões políticas, as vendas para os Estados Unidos e Europa sofrem um embargo e os preços do petróleo sobem cerca de 400% em três meses, obrigando os governos a lançarem programas de controle de consumo de combustível (IPEA, 2010).

De acordo com Leff (2001, p.343): “ a degradação ambiental se manifesta como sintoma de uma crise de civilização, marcada pelo modelo de modernidade regido pelo predomínio do desenvolvimento da razão tecnológica sobre a organização da natureza. Assim, a questão ambiental problematiza as próprias bases da produção; apontando para a desconstrução do paradigma econômico da modernidade e para a construção de futuros possíveis, fundados nos limites das leis da natureza, nos potenciais ecológicos, na produção de sentidos sociais e na criatividade humana”.

As atividades econômicas relacionadas à geração e ao consumo de energia começaram a levar em consideração os fatores ambientais e de modo notável três eventos indicavam a necessidade do desenvolvimento de tecnologias alternativas renováveis e não poluentes para a geração de energia:

- a) A publicação do Livro Limites para o Crescimento no ano de 1972 pelo Clube de Roma propôs limites para a intensidade do crescimento da exploração dos recursos naturais não renováveis.
- b) Em função de questões políticas, as nações produtoras começaram a regular o escoamento do petróleo, o que ficou conhecido como a Crise do Petróleo em 1973. Como consequência devido aos boicotes e embargos no fornecimento de petróleo, diversos países tiveram de enfrentar ondas de racionamento com reflexos significativos nas economias do mundo todo.
- c) O avanço da utilização da energia nuclear desencadeou preocupação com relação a questões relacionadas com a segurança da operação, bem como a destinação final dos dejetos radioativos oriundos do processo de geração.

Conforme bem pondera Leff (2001, p.15-16), “os padrões dominantes de produção e consumo na década de 60, retratavam a irracionalidade ecológica dos modelos preponderantes de produção e consumo que estabeleceram os limites do crescimento econômico, e com isso, dá-se o início dos debates teóricos e políticos para valorizar a natureza e internalizar as externalidades socioambientais ao sistema econômico”.

Através da utilização dos recursos naturais decorrente da necessidade de abastecer as atividades produtivas, a consequência é uma pressão sobre a economia e a possibilidade de escassez destes recursos e o lançamento de poluentes no ar em volumes superiores à capacidade de absorção pela natureza. Este fato fica evidenciado pelo meio dos impactos que afetam e continuam a afetar a atmosfera do planeta, como podemos verificar através do problema do aquecimento global.

A presente dissertação irá assim buscar explorar de que forma específica como os movimentos acima relacionados impactarão a indústria automobilística brasileira, mais especificamente no setor de autopeças. Para isso o texto que se segue está estruturado em seis capítulos, sendo o primeiro a presente Introdução. O capítulo 2 apresenta a revisão da literatura percorrendo sobre a indústria automobilística, a evolução da consciência ambiental, efeitos do CO<sub>2</sub> no aquecimento do planeta e os movimentos em prol da mitigação de seus efeitos e medidas governamentais. No Capítulo 3 são descritos os métodos de construção e planejamento de cenários e um comparativo entre as diversas metodologias. O Capítulo 4 é destinado à apresentação da metodologia e coleta de dados para a elaboração do presente estudo. Nele são apresentados os passos realizados no desenvolvimento do trabalho. Descrevo os casos, reconheço os atores que participaram do processo e apresento as plataformas de participação. O Capítulo 5 trata da aplicação do método de Schwartz. Nele, são desenvolvidas todas as etapas do modelo partindo da apresentação da questão central e a análise realizada a partir dos dados coletados. Assim, definimos os eixos ortogonais para a construção dos cenários. Por fim, o Capítulo 6 traz as conclusões e as limitações deste trabalho e as oportunidades para futuras pesquisas.

## **2 INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA: HISTÓRICO, CONTEXTO E IMPACTO AMBIENTAL**

Encarado como substituto e superação da natureza, o automóvel é uma marca da chamada Segunda Revolução Industrial e um dos símbolos mais importantes do século XX (Melo, 2008).

Este capítulo apresenta um breve histórico do surgimento do automóvel, seus benefícios e contradições. Além disso, discorre sobre a indústria automobilística, a evolução da consciência ambiental, efeitos do CO<sub>2</sub> no aquecimento do planeta e os movimentos em prol da mitigação de seus efeitos e medidas governamentais. Adicionalmente, abordamos a questão da matriz energética no Brasil como um possível influenciador dos veículos movidos por combustão interna (MCI).

### **2.1 O AUTOMÓVEL**

Humphrey e Memedovic (2003) argumentam que a indústria automotiva é reconhecida como a mais global entre as indústrias e que seus produtos estão em todo o mundo, mas ela é dominada por um pequeno número de companhias, que são reconhecidas mundialmente, como a VW, BMW, DAIMLER, GM, FORD, FCA- PSA (STELLANTIS), TOYOTA, HONDA, HYUNDAI, em uma situação de oligopólio. Contudo, em alguns aspectos a indústria automotiva é mais regional que global, como a rede de fabricação de peças, para o abastecimento de linhas de montagem.

Além da importância na economia, a indústria automobilística tem sido pioneira no desenvolvimento de novas tecnologias e, especialmente, em novos modelos de gestão fabril. No último século, ela foi origem das principais mudanças ocorridas no processo produtivo, criando o que, hoje, conhecemos como Indústria Moderna (Humphrey e Memedovic, 2003).

Para Fani (2005), os veículos automotores permitiram as grandes aglomerações humanas com muitos quilômetros quadrados de extensão e com uma área de influência muito maior capaz de abastecê-las de insumos e trabalho especializado. Isso sem falar na diversidade de formas de lazer, convívio social e cultura disponível a minutos de distância e que tornam a vida urbana não apenas minimamente agradável, como capaz de ser considerada pela maioria das pessoas como mais atraente do que a vida no campo.

O automóvel e seu congênere para cargas revolucionaram a vida e a geografia do planeta, permitindo a liberação da capacidade de auto realização, expansão e experimentação



individual e social dos humanos. Assim, o uso do automóvel foi altamente positivo, apesar de todas as contradições emergentes. As viagens que poderiam durar dias ou meses se tornaram mais rápidas e o custo do transporte humano ou de carga também foi reduzido.

### 2.1.2 A INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA NO BRASIL

Desde sua implantação, a indústria automobilística sempre desempenhou papel de extrema relevância para a economia brasileira. Contando atualmente com 26 fabricantes de veículos, 473 empresas de autopeças, capacidade instalada de 5,05 milhões de unidades por ano, 1,3 milhões de empregos diretos e indiretos (2019) e, tendo sido responsável por 18% do PIB (2017) da indústria de transformação (ANFAVEA, 2020).

Segundo dados da International Organization of Motor Vehicle Manufacturer (OICA, 2019), o Brasil é o oitavo produtor mundial de automóveis, e o sexto mercado consumidor do mundo (ANFAVEA, 2020).

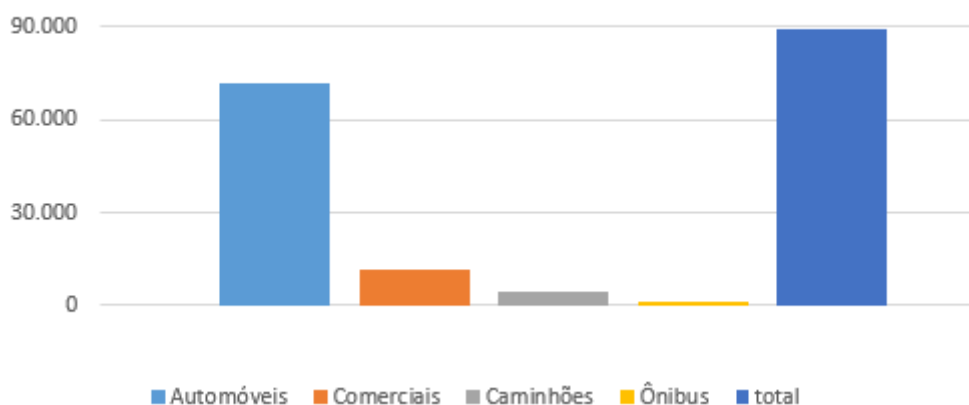
Tabela 1 - Ranking dos 10 maiores produtores de automóveis no mundo

Ranking	País	Carros de Passageiros	Comerciais Leves	Total
1	China	21.360.193	4.360.472	25.720.665
2	USA	2.512.780	8.367.239	10.880.019
3	Japão	8.328.756	1.355.542	9.684.298
4	Alemanha	4.661.328	0	4.661.328
5	Índia	3.623.335	892.682	4.516.017
6	México	1.382.714	2.604.080	3.986.794
7	Coreia do Sul	3.612.587	338.030	3.950.617
<b>8</b>	<b>Brasil</b>	<b>2.448.490</b>	<b>496.498</b>	<b>2.944.988</b>
9	Espanha	2.248.019	574.336	2.822.355
10	França	1.675.198	527.262	2.202.460

Fonte: OICA (2019)

Segundo dados da ANFAVEA (2020), de 1957 até dezembro de 2019, foram produzidos 71,64 milhões de automóveis, 11,63 milhões de veículos comerciais leves, 4,73 milhões de caminhões e 1,12 milhões de ônibus, totalizando 89,14 milhões de unidades, este total inclui a produção de veículos montados (CBU) e desmontados (CKD). Neste mesmo período foram vendidos e licenciados 65,08 milhões de automóveis, 10,54 milhões de veículos comerciais leves, 3,99 milhões de caminhões e 0,77 milhões de ônibus, totalizando 80,40 milhões de unidades.

Gráfico 1 – Produção total de veículos entre 1957 -2019 (1000 un.)



Fonte: Elaboração própria dados Anfavea anuário 2020

A indústria automobilística brasileira é a 8ª maior produtora de veículos automotores do mundo, tendo produzido em 2019 um total de 2,95 milhões de unidades, sendo que deste total, 2,26 milhões com motorização “*flexfuel*”, não tendo sido registrado neste ano, a produção de veículos elétricos (VE). Sua relevância para a economia brasileira é a de contribuir com 3% do PIB em 2017 e 18% do PIB da indústria de transformação (ANFAVEA, 2020).

O desenvolvimento do mercado brasileiro mostra-se tímido em relação à adoção do veículo elétrico (VE). De acordo com dados da ANFAVEA (2020), de 2006 a 2019, foram registrados um total de 11.858 veículos elétricos (VE) que, comparados com a frota circulante de 56.652.190 veículos, representa apenas 0,02%.

## 2.2 COMPARATIVOS DE TECNOLOGIA

Para entender o domínio dos veículos a combustão interna (MCI) até a atualidade, é importante analisar as diferentes tecnologias e os fatores que determinaram o seu sucesso ao longo dos anos.

Chan (2007) apresenta o seguinte conceito sobre veículo elétrico (VE): “ Veículo elétrico (VE) é um veículo rodoviário que se move com propulsão elétrica”. Com esta definição ampla em mente e, no contexto das alternativas tecnológicas plausíveis que a indústria automobilística tem potencial de adotar, os veículos elétricos (VE) podem se apresentar em várias configurações, tais como: veículo elétrico a bateria (VEB), veículo elétrico híbrido (VEH), veículo elétrico híbrido Plug-in (VEHP) ou veículo elétrico híbrido a células de

combustível (VEHCC). No âmbito das rotas tecnológicas possíveis a indústria automobilística está disponibilizando estes veículos como alternativa para atender as novas demandas.

Atualmente, os veículos elétricos (VE) estão em diferentes estágios de desenvolvimento e enfrentando diferentes desafios e demandando diferentes estratégias.

Mesmo considerando-se as alternativas acima mencionadas, ainda não há um consenso claro e tecnicamente definido, especificando qual é o melhor design a se consagrar como sendo a solução dominante e romper o paradigma tecnológico dominante do motor a combustão interna (MCI). “ Indefinições sobre o melhor material para a produção das baterias, tempo de vida útil, reciclagem, autonomia de rodagem, tempo de abastecimento e a matriz energética existente nos diversos mercados, são alguns dos desafios tecnológicos a serem solucionados ” (Consoni et al., 2016).

A tabela 2 detalha os diversos tipos de veículos elétricos.

Tabela 2 – Tipos de Veículos Elétricos

Tipos de VE(s)	VE(s) Bateria	VE(s) Híbridos	VE(s) Célula Combustível
Propulsão	Motores Elétricos	Motores Elétricos Motores a Combustão Interna	Motores Elétricos
Sistema de Energia	Bateria Ultra capacitor	Bateria Ultra capacitor Unidade Geradora MCI	Células de Combustível
Fonte de Energia & Infraestrutura	Carregamento na rede elétrica	Postos de Gasolina Carregamento na rede elétrica	Hidrogênio Metanol ou gasolina Etanol
Características	Emissões Zero Independência de óleos cru curto alcance - 100 -200 Km Custo inicial alto Disponível Comercialmente	Emissões muito baixas Dependência de óleo cru longo alcance Complexo Disponível Comercialmente	Emissões Zero ou Ultra baixa Alta eficiência Energia Independência de óleo cru Percurso atingido Satisfatório Alto custo de aquisição Em desenvolvimento
Maiores problemas	Gerenciamento da bateria Alta performance propulsão instalações de abastecimento	Gerenciamento de múltiplas fontes de energia dependente ciclo de condução dimensionament o e gestão da bateria	Custo célula combustível Processador combustível sistema de abastecimento

Fonte: Elaboração própria com base Chan e Chau (2001)

Os veículos movidos a combustão interna (MCI), utilizam máquinas térmicas que são dispositivos que permitem transformar calor em trabalho. O calor pode ser obtido de diferentes fontes: combustão, energia elétrica, energia atômica. Este trabalho concentra-se apenas com o caso em que o calor é obtido pela queima de combustível, isto é, energia química em trabalho mecânico, ou seja, a obtenção de trabalho é ocasionada por uma sequência de processos realizados por fluido ativo que é uma substância formada pela mistura de ar e combustível (Brunetti, 2012).

O sucesso do carro de combustão interna (MCI) no início do século XX se explica em parte com a vitória tecnológica deste modelo em comparação às outras tecnologias. Outros fatores externos determinantes foram a produção em escala dos veículos, preço do petróleo atrativo e a rápida multiplicação dos postos de distribuição de gasolina.

Além disso, outro fator determinante para o sucesso dos veículos a combustão interna (MCI) foi o preço. Segundo Cowan e Hultén (1996), em 1900, um carro elétrico custava entre USD 1.250 e USD 3.500, enquanto o preço de um carro a vapor era entre USD 1.000 e USD 2.000 e entre USD 650 e USD 1.500 para um carro de combustão interna (MCI).

Esta diferença de preços entre os veículos pode se explicar pelo custo próprio de cada tecnologia, como também pela estratégia de venda da montadora. Logo depois, as diferenças de preços entre as tecnologias se acentuaram, seguindo diversas estratégias de mercados dos fabricantes. Mais especificamente, a produção em grande escala foi introduzida bem mais cedo na indústria dos carros de combustão interna (MCI), reduzindo drasticamente o preço desses modelos (Cowan e Hultén, 1996).

Sendo assim, além das diferenças tecnológicas a adoção dos veículos elétricos (VE) enfrenta, portanto, obstáculos relativos à viabilidade econômica quando comparada aos veículos movidos por combustão interna (MCI). Cita-se como exemplo, autonomia de rodagem, disponibilidade de postos de abastecimento e como um dos principais fatores, os custos das baterias. Segundo estudo da KPMG (2019), os custos do pacote da bateria, representam 40% do custo de um veículo elétrico inteiro, tendo diminuído em mais de 70% nos últimos 7 anos e, espera-se que irá se reduzir pela metade até 2030 devido aos desenvolvimentos de novas tecnologias como química celular e as economias de escala.

A combinação dos fatores acima elencados, oneram os preços dos veículos elétricos (VE) quando comparada com as alternativas dos veículos movidos por combustão interna (MCI), impactando no seu processo de adoção pelo público comprador.

Dessa forma, ao longo desse período de transição entre os veículos movidos por combustão interna (MCI) para os veículos elétricos (VE), é de fundamental importância que

políticas de incentivos sejam desenvolvidas visando estimular a inserção desses veículos no mercado. Além de não contarem com produção local os veículos elétricos (VE) têm de suportar os elevados custos de produção das baterias, a falta de infraestrutura de carregamento, redes de serviço de manutenção, e a confiança por parte dos consumidores.

Com exceção do Corolla híbrido, que é produzido localmente pela Toyota do Brasil, com preço a partir de R\$ 162.890,00 é 23% mais caro que a versão convencional movida por motor a combustão cujo preço de entrada é de R\$ 132.390,00. (Motor1, 2021), os veículos elétricos (VE) disponíveis no mercado brasileiro, são todos importados e seus preços estão mencionados na tabela abaixo.

Tabela 3 - Carros Elétricos a venda no Brasil

Marca	JAC	RENAULT	CHERRY	JAC	NISSAN	BMW	GM	JAGUAR	AUDI	MERCEDES
Modelo	iEV 20	Zoe	Arrizo 5E*	iEV40	Leaf	i3	Bolt	IPace*	e-Tron	EQC
Preço R\$	159,900	203,678	159,900	225,900	259,900	279,950	274,000	452,200	529,990	477,900
Preço U\$	31,431	40,036	31,431	44,404	51,087	55,028	53,859	88,886	104,177	93,938

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de AUTOPAPO (2021)

(\*) Não foi possível atualizar o preço em 2021

Taxa de conversão de R\$ para U\$ = R\$ 5,0874

Outra exceção são os veículos de alta gama como Jaguar, Audi e Mercedes que se destinam a nicho específico de mercado, os demais veículos da tabela acima, podem ser analisados e comparados em termos de preços, pois enquadram-se basicamente nas mesmas categorias e faixa de atendimento de consumidores. Comparando-se os modelos, nota-se uma substancial diferença de preços, cujo fator é determinante para a decisão de compra por parte dos consumidores.

Tabela 4 – Carros movidos por motor a combustão mais vendidos no Brasil

Marca	GMB	HYUNDAI	FCA	FCA	FCA	FCA	FCA	FCA	VWB	VWB
Modelo	Onix	HB20	Argo	Strada	Mobi	Toro	Compass	Renegade	T-Cross	Gol
Preço R\$	62,150	63,990	61,840	75,049	53,042	112,610	140,515	92,990	92,990	54,150
Preço U\$	12,216	12,578	12,156	14,752	10,426	22,135	27,620	18,278	18,278	10,644

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de Garagem 360 (2021), Webmotors (2021) e BCB (2021)

Os valores contidos na tabela consideram os preços dos veículos de entrada e podem variar de acordo com a versão escolhida. Taxa de conversão de R\$ para U\$ = R\$ 5,0874

Outro fator relevante na escolha da tecnologia é a autonomia do veículo. A partir da década de 1920 foram construídas várias rodovias conectando grandes cidades nos Estados Unidos. O sistema rodoviário atingiu níveis de qualidade e quantidade suficientes que favoreciam o uso de veículos. Como a capacidade das baterias dos veículos elétricos (VE) não possibilitava grandes deslocamentos, o interesse por veículos elétricos (VE) perdeu a concorrência nesse quesito.

Por sua vez, os veículos movidos por motores a combustão interna (MCI), foram favorecidos devido as conexões e interligações das estradas entre as cidades americanas, pois tinham autonomia razoavelmente adequada para viagens de longa distância e instalações de postos de gasolina coerente com o planejamento rodoviário (Borden e Boske, 2013).

Na tentativa de reduzir as emissões de CO<sub>2</sub>, Smith (2010) anota que algumas tecnologias inovadoras já foram implementadas nos veículos de combustão (MCI) para reduzir o consumo de combustível. Por exemplo, o *downsizing* permite reduzir o tamanho da capacidade do motor sem afetar expressivamente o desempenho (potência e torque). Assim, dependendo do *downsizing* aplicado ao motor, as economias de combustível são estimadas entre 3% e 7,5%.

Freyssenet (2011) pondera que a indústria automobilística global pode se mover em direção aos cenários de diversidade ou progressividade, sugerindo que existe a possibilidade de um lock-in tecnológico e como consequência nesse cenário há risco de queda de economia de escala, aumentando os custos para os fabricantes desenvolverem e oferecerem melhores e diversas opções de produto.

Nesse caso, pode-se especular que as consequências para o Brasil, um país orientado para os agro combustíveis, é ficar preso a uma tecnologia progressivamente obsoleta, que não receberia investimentos significativos para um maior desenvolvimento - algo que pode estar ocorrendo atualmente, se considerarmos o fato de que a maioria dos novos motores a combustão interna (MCI) desenvolvidos nas sedes das empresas não estarem disponíveis no mercado brasileiro (De Mello et al., 2013).

## **2.3 NÍVEL DE EMISSÕES DE CO<sub>2</sub>**

Um grande desafio para as montadoras no início do século 21, além da incerteza do abastecimento de petróleo, é a questão da sustentabilidade ambiental decorrente da crescente pressão da legislação sobre emissões de CO<sub>2</sub> (Oltra e Saint Jean, 2009) e movimentos e

iniciativas sociais que são guiados pela defesa de questões relacionadas, como aquecimento global e mobilidade urbana, como a ‘Rede do Dia Mundial sem Carros’ (De Mello et al., 2013).

A pesquisa ambiental e as atividades inovadoras realizadas pela indústria automotiva são orientadas por objetivos múltiplos. Os principais objetivos são a redução das emissões poluentes primárias (monóxido de carbono, óxido de nitrogênio, partículas, dióxido de enxofre e compostos orgânicos voláteis), a redução dos gases de efeito estufa (especialmente emissões de CO<sub>2</sub>) e a diminuição do consumo de combustível.

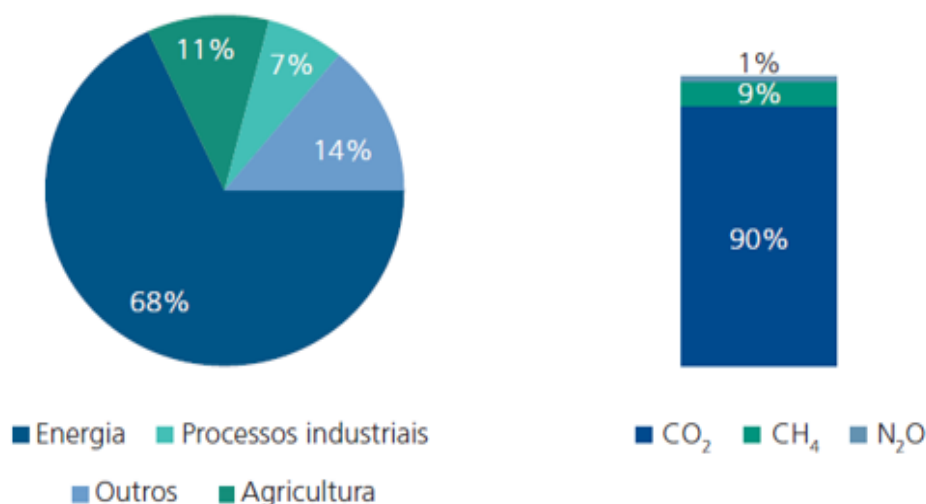
Dada a dificuldade em combinar esses objetivos, alguns *trade-off* são necessários. Neste contexto, as atividades de pesquisa e inovação das empresas automotivas seguem simultaneamente diferentes trajetórias tecnológicas em busca de um compromisso tecnológico para produzir veículos mais limpos, silenciosos e com maior eficiência energética.

As inovações em veículos de baixa emissão (LEVs) correspondem a todas as inovações que visam diminuir as emissões poluentes globais e / ou locais. Essas inovações podem se referir a diferentes partes de um veículo. Mas o cerne da pesquisa e das atividades inovadoras em veículos elétricos (VE) realizadas por empresas automotivas diz respeito aos sistemas de propulsão de veículos, com foco em tecnologias de motores (Oltra e Saint Jean, 2009).

Segundo Barassa e Consoni (2015), “a agenda ambiental e a pressão para a adoção de práticas mais sustentáveis e com menor impacto ao meio ambiente vêm impondo à indústria automobilística global a necessidade de adoção de novas tecnologias alternativas às tradicionais, que se sustentam no motor a combustão interna (MCI). No centro desse debate, coloca-se como necessidade a redução do uso dos combustíveis fósseis, responsáveis pela emissão de poluentes na atmosfera e consequentes problemas relacionados à saúde pública. ”

Conforme o estudo da International Energy Agency (IEA) em CO<sub>2</sub> Emissions – From Fuel Combustion, a emissão de GEE de origem antropogênica, ou seja, derivada da ação humana, é resultado principalmente de processos relacionados à produção e ao uso de energia (68%), nos quais o CO<sub>2</sub> apresenta contribuição majoritária (90%) (IEA, 2015).

Gráfico 2 – Participação global antropogênica em GEE, 2010.



Fonte: IEA (2015)

Os veículos elétricos (VE) estão sendo introduzidos no mundo com o objetivo de descarbonizar o setor de transporte e reduzir a poluição atmosférica. “Países como Reino Unido e França, anunciaram que veículos movidos por motor a combustão interna (MCI) não serão mais produzidos a partir de 2040. Holanda e Índia não venderão mais veículos com motores a combustão interna (MCI) a partir de 2030. Na Alemanha, espera-se que a venda de veículos com motor a combustão interna (MCI) seja também proibida a partir de 2030. Na Noruega, o governo planeja “ações fortes para alcançar o objetivo de zero carros novos movidos a combustíveis fósseis a partir de 2025 (Da Silva, 2017 p.5).

Segundo dados do SEEG Sistema de Estimativa de Emissões de Gases de Efeito Estufa, o Brasil é responsável por 3,4% das emissões mundiais de CO<sub>2</sub>, tendo emitido em 2018 um total de 1,9 giga toneladas de carbono, o que classifica o país como o sétimo maior emissor do mundo, ficando atrás da China, USA, União Europeia, Índia, Indonésia e Rússia (WRI – Brasil, 2019). Como signatário do Acordo de Paris, em documento encaminhado à ONU “as metas de redução de emissões para o Brasil, anunciadas pela INDC (Intended Nationally Determined Contributions) são de 37% abaixo dos níveis de 2005. Já em 2025, e de 43% em 2030, para o conjunto da economia” (Milanez et al., 2017).

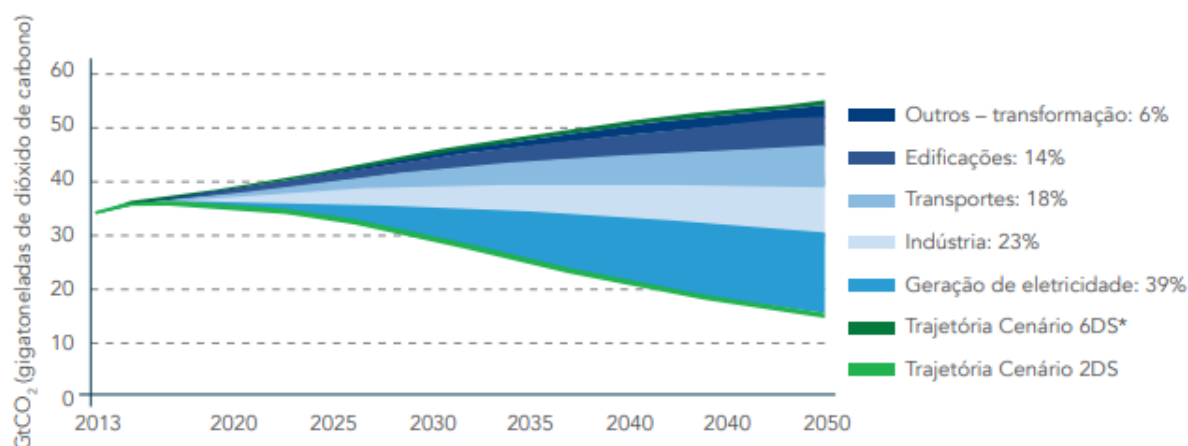
Atualmente, o setor de transporte é responsável por quase um quarto das emissões diretas globais de CO<sub>2</sub> relacionadas à energia e contribui significativamente para a poluição do ar. Os objetivos e compromissos globais e locais para melhorar o clima e a qualidade do ar enfatizam o papel crítico e fundamental que o setor de transporte tem a desempenhar (IEA,



2020). Como fator principal nesse debate insere-se a questão relacionada à necessidade de redução da queima de combustível fóssil, considerado como uma das principais fontes emissoras de poluição atmosférica e o consequente desenvolvimento de tecnologias que possam romper com o atual modelo de veículo movido por motor a combustão interna (MCI).

Para cumprir o acordo de Paris, que dispõe sobre a redução de consumo de energia e emissões de Gás Efeito Estufa (GEE), estabeleceram-se dois cenários de aumento de temperatura, sendo um, de não ultrapassar 2° Celsius (Cenário 2DS) em que a descarbonização do setor de transporte deve ser de 18% até 2050 e o aumento máximo de 6° Celsius até o final do século em um cenário onde nenhuma ação é adotada em relação à redução do consumo de energia.

Gráfico 3 – Redução das emissões de GEE por setor até 2050 – cenário 2DS vs cenário 6DS



Fonte: IEA (2020)

\* O Cenário 6°C da IEA (6DS) considera, essencialmente, a continuidade das tendências atuais e exclui a adoção de políticas transformadoras do setor energético. Em 2050, o uso energético quase dobra (comparado a 2010) e as emissões totais de GEE aumentam ainda mais, levando a um aumento projetado da temperatura global de pelo menos 6°C no longo prazo.

A projeção de volume de carros para o ano de 2030, considerando-se o cenário 2DS de limitação de aquecimento da temperatura de 2° Celsius, é estimada em 140 milhões de veículos, significando que a participação dos veículos elétricos será de 10% do total da frota global de veículos leves de transporte de passageiros (IEA, 2016).

## 2.4 MEDIDAS E POLÍTICAS GOVERNAMENTAIS DE INCENTIVO

Segundo Oltra e Saint Jean (2009), na literatura sobre os determinantes das inovações ambientais, é usual assumir que as forças de mercado por si só não forneceriam incentivos

suficientes à inovação e que a predisposição dos consumidores em pagar por melhorias ambientais será muito baixa.

Assim, durante o processo de transição da adoção do veículo elétrico (VE), políticas governamentais de incentivos são fundamentais, pois funcionam como indutores da aceleração da penetração desses veículos. Ainda em processo de implementação no mercado, seus custos de produção são mais elevados que os veículos movidos a motor de combustão interna (MCI) haja vista, não serem beneficiados pela economia de escala de produção, além de suportar o impacto dos elevados custos das baterias, questões da aceitação pelos consumidores e a escassez de infraestrutura de recarga (Castro e Ferreira, 2010).

A disseminação do veículo elétrico (VE) em todo o mundo ainda é considerada modesta e está se difundindo de forma progressiva e gradual, fato este que possibilita a realização de planejamento de investimentos na medida em que vai se consolidando o aumento da frota destes veículos e para poder suportar o aumento de consumo de energia, referidos investimentos deverão ser dirigidos em primeiro lugar na rede de distribuição de energia elétrica.

De acordo com Castro e Ferreira (2010, a difusão do veículo elétrico (VE) pode ser incentivada e apoiada pelo governo por meio de cinco tipos de ações:

- a) Bônus aos compradores de veículos elétricos;
- b) Desconto em tributos que incidem sobre o veículo;
- c) Adoção de restrições à utilização de veículos convencionais;
- d) Auxílio à pesquisa;
- e) Implantação de infraestrutura.

Esse apoio foi fortalecido e introduzido logo após a crise econômica mundial de 2008, quando diversos países aproveitaram os pacotes de benefícios para promover uma discriminação em favor dos veículos híbridos e elétricos (Castro e Ferreira, 2010).

Steinhilber et al. (2013) e Orsato et al (2012) elencam outros fatores considerados como determinantes para o sucesso dos VE em qualquer mercado:

- a) A regulamentação política e governamental (planejamento urbano, regulação de tráfego, tarifas do setor elétrico, entre outros);
- b) O investimento no desenvolvimento de infraestruturas;
- c) Mudança de paradigma em relação à utilização de novas formas de mobilidade;
- d) Investimento da indústria automotiva no desenvolvimento de novas tecnologias das baterias;
- e) Evolução dos custos de energia notadamente preços do petróleo;
- f) Mudanças no mercado automotivo global;

- g) Incentivos para Pesquisa & Desenvolvimento, desenvolvimento tecnológico, atratividade do modelo de negócio;
- h) Incentivos ao consumidor;

Os autores consideram que a introdução e a penetração dos veículos elétricos (VE) deparam-se com algumas barreiras que poderão inibir a sua proliferação nos mercados e que o seu potencial apenas será percebido e aceito se não for encarado como um real substituto dos veículos movidos a combustão interna (MCI), mas sim como um complemento à sua utilização (Steinhilber et al., 2013; Orsato et al., (2012).

Sovacool e Hirsh (2008) “ênfatisam que a introdução da tecnologia dos veículos elétricos (VE) enfrenta barreiras técnicas, mas os obstáculos sociais e políticos são igualmente importantes. Esses obstáculos incluem a avaliação inadequada das taxas de desconto e futuras economias de combustível pelos consumidores, bem como sua hesitação em confiar em tecnologias novas e radicais, e barreiras institucionais e comerciais”.

Considerando-se que os preços dos veículos elétricos (VE) ainda são elevados em função dos custos da bateria, isto os torna pouco atrativos do ponto de vista econômico para o consumidor, quando comparados com as alternativas de veículos movidos por combustão interna (MCI). Como parte de suporte ao processo de difusão do veículo elétrico (VE), vários países adotaram políticas de incentivo, subsidiando parte do custo de aquisição oferecendo incentivos aos compradores.

Os Estados Unidos concedem um bônus de US\$ 7.500 para a compra de um veículo elétrico (VE). Adicionalmente, políticas regionais específicas de cada estado norte-americano podem ampliar o valor desse bônus em até US\$ 2.500 – variável de estado para estado. França e Alemanha oferecem bônus variando entre €4.000 a €6.300.

Na Noruega, os veículos elétricos (VE) têm isenção de até 100% do VAT, recolhem uma tarifa menor pela circulação do veículo e têm isenção de pagamento de estacionamento, travessias em *ferryboat* e pedágios.

O Japão oferece benefícios de até US\$ 8.500 em subsídios baseados no preço de compra, a China oferece subsídios equivalentes a US\$ 8.700. O Reino Unido concede bônus de até £5.000, desconto na taxa de circulação, isenção de cobrança de estacionamento no centro de Londres. Outros países da Europa também oferecem bônus e vantagens específicas de acordo com suas legislações (Boston Consulting, 2017).

Para possibilitar o desenvolvimento de tecnologias de veículos elétricos (VE) no Brasil, o governo deveria proporcionar um ambiente propício a esse desenvolvimento. Esse ambiente é o resultado de articulações de políticas públicas, do ambiente sociocultural, da

conscientização dos usuários e do mercado, do ajuste dos regimes científicos e tecnológicos (De Mello et al., 2013).

Nesse contexto, as regulamentações estaduais são necessárias para criar condições econômicas e de mercado para superar a inércia inovadora da indústria automotiva local (Orsatto e Clegg, 1999; Geels, 2004).

Em julho de 2018, o Governo Federal estabeleceu o Rota 2030, programa de mobilidade e logística, com foco específico no desenvolvimento do setor automotivo brasileiro. Trata-se de um plano com previsão de duração de 15 anos, divididos em fases quinquenais, 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 a inserção da indústria automotiva brasileira no contexto global e por princípio as 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 (VE) o programa estabelece a redução do IPI (Imposto sobre produtos industrializados) 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 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.

O Ministério da Economia e a Anfavea (Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores) firmaram uma parceria definindo cinco programas prioritários que receberão cerca de R\$ 1,0 bilhão nos próximos cinco anos (CBIE, 2020).

## 2.5 HISTÓRICO E PROJEÇÕES PARA A ADOÇÃO DO VEÍCULO ELÉTRICO

Com uma capacidade de produção anual instalada de 5,05 milhões de veículos, o Brasil é um importante player no cenário global, passando da décima primeira colocação em 2011 para a oitava posição em 2014 com a participação de 4% do mercado mundial (DIEESE, 2015).

A partir deste ano instalou-se uma grave crise no setor automobilístico que em 2020 culminou com uma redução de 36% em relação ao volume produzido em 2014. Conhecer o histórico e a dinâmica do comportamento futuro da indústria é de vital importância pois, ela envolve não só a avaliação do consumo de combustíveis e suas emissões de CO<sub>2</sub>, que produzem o efeito estufa, como também o impacto no consumo de energia.

Outros fatores de igual relevância e que merecem atenção são os relativos à cadeia de fornecimento que precisam estar devidamente capacitadas para atender às futuras demandas do mercado, portanto, necessitam se preparar para suportar os investimentos requeridos à reestruturação e modernização de suas linhas de produção frente às novas realidades tecnológicas.

Face à potencial difusão dos veículos elétricos (VE) investimentos em infraestrutura de distribuição de energia e postos de carregamento, adaptação de pontos de recarga em prédios e residências requerem políticas de incentivos por parte dos governos quer seja, federal, estadual ou municipal.

A adoção dos veículos movidos a propulsores de combustão interna (MCI) teve uma evolução progressiva devido ao fato de que a estrutura necessária ao seu abastecimento já havia se difundido largamente e, portanto, menos complexa, necessitando de menos investimentos em relação à implementação da rede de distribuição para a carga dos veículos elétricos (VE). Além disso, até a década de 70 o petróleo era abundante e a energia elétrica era limitada e não disponível em todas as localidades.

Contudo, em função da crise do petróleo na década de 1970 o veículo elétrico (VE) voltou a ativar a atenção da indústria automobilística e o Senado dos USA apresentou um programa de U\$ 160 milhões para fomentar a produção de veículos elétricos (VE) e o desenvolvimento de produção de baterias. Havia no início, a meta de produzir de 2.500 veículos elétricos e híbridos entre 1978 e 1979, elevando ao crescimento gradativo da produção ao patamar de 5.000 veículos por ano (Baran, 2010).

Já na década de 1980, outros fatores ganharam importância, como o trabalho elaborado pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente, sob a coordenação da ONU, o relatório “Nosso Futuro Comum” ou “Relatório Brundtland”; apresentado em 1987, introduziram e

popularizaram o conceito de desenvolvimento sustentável e a conservação do meio ambiente: “desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas necessidades”. Para elaboração deste relatório que leva seu nome, foi indicada a primeira-ministra da Noruega, Gro Harlem Brundtland (ONU Brasil, 2020). Assim, o ritmo de investimentos destinados ao desenvolvimento de veículos elétricos (VE), declinou na década de 1980 em função da redução da pressão constante da elevação dos preços do petróleo. Como consequência, o desenvolvimento de fontes alternativas de combustíveis como etanol e biodiesel, bem como das dificuldades técnicas e de custo, enfrentadas pelas indústrias automobilísticas, notadamente no caso das baterias se tornaram realidade.

Apesar dos elevados investimentos até então dispendidos em pesquisa e desenvolvimento (P&D), eles não foram suficientes o bastante para atingir o nível de custo necessário para tornar o preço do veículo elétrico (VE) atraente ao consumidor. Toda a evolução, até os dias atuais, a bateria elétrica é uma das maiores limitadoras do ponto de vista técnico e econômico da motorização para esses veículos, graças a fatores como baixa autonomia, longo tempo para recarga e reduzido número de pontos de recarga.

Outro fator limitante à difusão mais acelerada do veículo elétrico (VE) é relativo à limitação de modelos e ao custo de aquisição quando comparado com os veículos produzidos no país pois, apesar de demandar uma quantidade menor de componentes em sua fabricação, a participação do custo da bateria é ainda muito relevante, porque mesmo apesar de estar em nível de redução contínuo, esse custo ainda é um dos fatores de maior peso na fabricação do veículo elétrico (VE).

Uma retomada do interesse pelos veículos elétricos (VE) ocorreu apenas no final da década de 1980, quando passaram a ser mais frequentes as questões relacionadas ao aquecimento global e à poluição do ar nas grandes cidades. Desde essa época, as questões relativas à poluição passaram a ser abordadas com mais regularidade, e em função desses debates, políticas governamentais foram gradativamente implementadas em muitos países, todas visando à redução das emissões veiculares urbanas.

A mobilidade elétrica traz grandes vantagens à população e ao planeta, permitindo o uso racional e eficiente dos recursos naturais, mas, sem dúvida, afeta o interesse da indústria do petróleo, das montadoras de veículos convencionais e, principalmente, dos fabricantes dos insumos para os veículos a combustão (MCI). A American Automobile Manufacturers Association (AAMA) desacreditou o benefício ambiental eventual dos veículos elétricos (VE), afirmando que o chumbo presente nas baterias não traria benefícios ambientais. Em paralelo,

as empresas petrolíferas – Exxon, Shell e Texaco – financiaram de maneira direta propagandas contra os veículos elétricos (VE).

Neste sentido, o lobby da indústria automobilística americana, associado ao apoio das companhias petrolíferas, fez com que o governo californiano abandonasse o programa CARB em 1996 (Borba, 2012).

Os maiores agentes da indústria automobilística privilegiam ainda o status-quo, preferindo investir em mudanças tecnológicas incrementais que fixam a estabilidade da indústria automobilística (Geels, 2012).

Todavia, a percepção da importância da redução das emissões de gases do efeito estufa é de grande relevância na atualidade. As mudanças climáticas causam impactos generalizados sobre o meio ambiente. Dentre outros fatores, ressaltam-se o aquecimento da atmosfera e dos oceanos, a diminuição das quantidades de neve e de gelo e a subida generalizada do nível dos mares.

Em seu relatório anual, o IPCC (2014) destaca que o aquecimento global é estimado em torno de 0,85°C para o período de 1880 até 2012. Por outro lado, entre 1979 e 2012 foi medido que a extensão média de gelo no mar Ártico diminuiu com uma taxa compreendida entre 3,5 e 4,1% por década, ilustrando a rápida fonte do gelo nos polos do planeta. Por fim, entre 1901 e 2010, o nível global dos mares subiu de 0,19 metros, sendo maior que a subida dos mesmo durante os dois últimos milênios (IPCC, 2014).

Assim, um dos maiores desafios ambientais do início do século XXI é relacionado à mitigação dos gases de efeito de estufa. Neste quadro, o setor de transportes é um dos maiores emissores de gases de estufa, representando por si só 20% da demanda mundial em energia primária e 25% das emissões de CO<sub>2</sub> (IEA, 2012).

É perceptível a necessidade de buscar modificações tecnológicas que reduzam o consumo de derivados de petróleo da frota de veículos leves. A dependência de combustíveis fósseis tende a aumentar nos próximos anos, concentrando-se principalmente pelo crescimento do transporte rodoviário e na indústria petroquímica. Espera-se que a demanda agregada em petróleo deste setor cresça 25% até 2035, atingindo um patamar de 59 milhões de barris por dia (IEA, 2013).

Nesse sentido, a maioria dos países desenvolvidos já está aplicando padrões cada vez mais restritivos de eficiência energética veicular para limitar a dependência dos veículos aos combustíveis fósseis (ICCT, 2014).

Outro ponto que deve ser levado em conta são os demais componentes do veículo elétrico (VE). Embora no tocante ao desenvolvimento industrial, os veículos elétricos (VE) são

posicionados de maneira crucial como um potencial facilitador de grandes reduções de custos, pois a sua construção não requer o uso de velas, cabos de vela, correias dentadas, não necessitam de filtros de ar, óleo lubrificante, catalisador, escapamento, alternador, motor de partida, caixa de câmbio e uma série de outros itens necessários aos motores de combustão interna (MCI) que demandam um grande volume de dinheiro. Por outro lado, dada a sua relevância para a transição para a energia limpa, o desenvolvimento da tecnologia de baterias, um dos principais componentes da cadeia de valor e, de importância estratégica para a competitividade industrial, tende a evoluir e com isso possibilitar a sua redução de preços, (IEA, 2019).

Vários fatores explicam a profunda mudança do mercado automobilístico no início do século XX e entre todos, a superação tecnológica do veículo de combustão interna (MCI) sobre as outras tecnologias é o vetor mais relevante para explicar esse fenômeno.

Os problemas do carro elétrico eram basicamente relacionados com a baixa capacidade de armazenamento de energia das baterias, que determinava uma autonomia reduzida desses veículos. O veículo elétrico (VE):

- a) Possuía uma velocidade máxima baixa;
- b) Não conseguia subir as vias de maior inclinação.

Embora os avanços tivessem sido realizados na capacidade de armazenamento, as performances das baterias impediram que carros elétricos (VE) fossem competitivos com os veículos de combustão interna (MCI) no início do século XX. Uma das grandes desvantagens dos veículos elétricos (VE) está associada à baixa autonomia da bateria e o tempo de recarga. Como a rede de postos de recarga ainda não tem número de postos suficientes para recarga, a maioria dos veículos elétricos são carregados em casa ou em locais de trabalho.

De acordo com Berger e Iniewski (2012), a recarga de um veículo elétrico (VE) em um domicílio pode dobrar o consumo de energia da residência. Vários domicílios conectados a um mesmo transformador, ao recarregar seus veículos podem causar sobrecarga no sistema, em especial nos horários de pico, onde já operam com temporárias sobrecargas.

Paralelamente a essas dificuldades enfrentadas pelos modelos elétricos e a vapor, o veículo de combustão interna (MCI) superou seus próprios desafios técnicos.

Em 1912, a empresa americana CADILLAC lançou os primeiros veículos de combustão interna (MCI) equipados com motores de arranque elétricos, resolvendo um dos maiores problemas do carro de combustão interna (MCI) (Sherman, 2008).

Isso fez com que os veículos elétricos (VE) perdessem uma importante vantagem tecnológica. Assim que o veículo de combustão interna (MCI) ganhava destaque no mercado, os esforços em P&D no setor das baterias se direcionaram para o desenvolvimento de técnicas



de produção em grande escala de baterias de pequena capacidade de armazenamento utilizadas nos carros de combustão interna, e deixaram de lado as pesquisas para aumentar a capacidade de armazenamento das baterias de carros elétricos (VE).

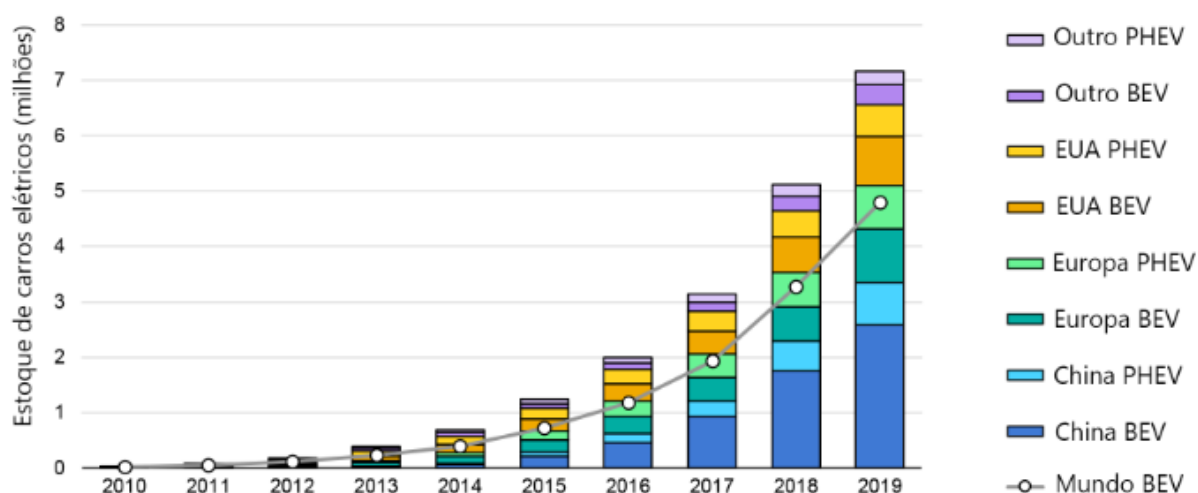
Aliás, os avanços tecnológicos do veículo de combustão interna (MCI) não se limitaram a facilitar o arranque do motor, pois várias invenções permitiram reduzir o consumo de água, melhorar a autonomia e aumentar a velocidade máxima.

Nesse quadro, o veículo de combustão interna (MCI) ganhou a batalha tecnológica do início do século XX. Os desafios foram superados rapidamente e permitiram superar os carros elétricos. Todavia, praticamente todas as funções dos automóveis modernos, como aceleração, frenagem, controles de tração, de estabilidade e de injeção de combustível, sistemas de combustão *lean-burn*, dirigibilidade, segurança, ajuste da posição da direção e dos bancos, navegação, proteção antichoque, telemática, sistemas de controle de voz e entretenimento já são controladas e/ou viabilizadas pela eletrônica embarcada, dependendo da complexidade dos respectivos sistemas de controle e dos preços dos modelos (McAlinden et al., 2000).

### 2.5.1. ADOÇÃO DO VEÍCULO ELÉTRICO

Em 2019, o estoque global de veículos elétricos (VE) atingiu o volume de 7,2 milhões de unidades representando um Market Share recorde de 2,6% do mercado mundial, tendo se expandido nos maiores mercados com exceção de Japão, Coreia e Estados Unidos. Apesar do modesto crescimento, é possível notar os efeitos das políticas de governos incentivando a difusão do veículo elétrico (VE), com impactos relevantes a partir de 2016 (IEA, 2020).

Gráfico 4 – Estoque global de carros elétricos 2010-2019



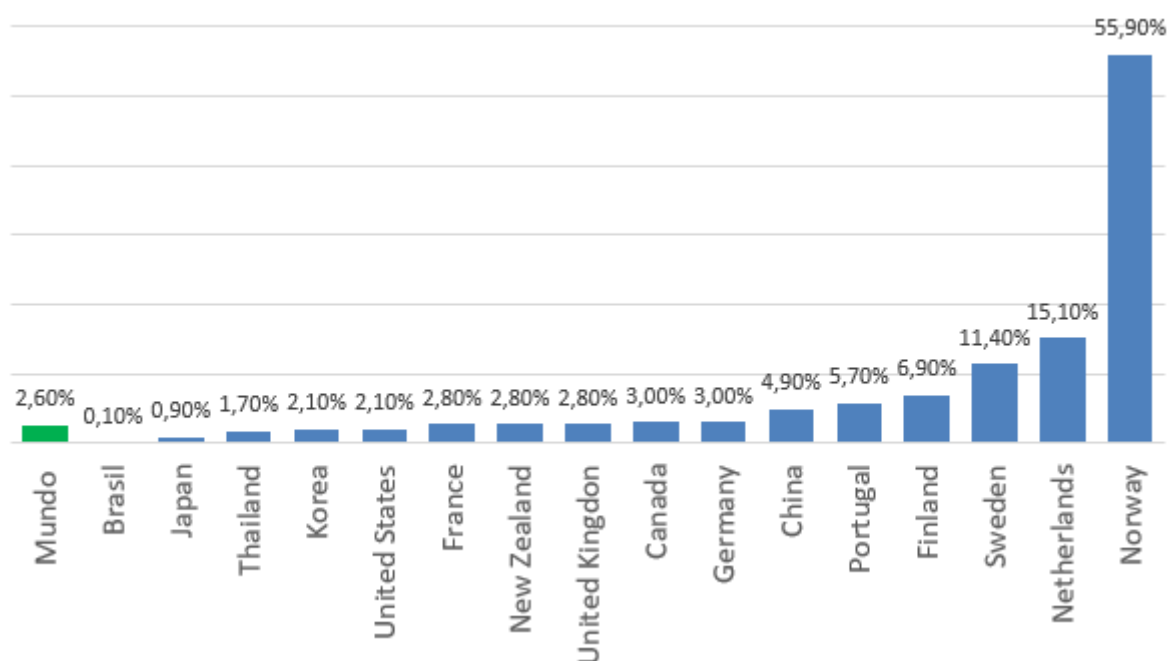
Fonte: IEA (2020)

A taxa de adoção do veículo elétrico (VE) ainda é relativamente pequena, mesmo levando-se em consideração os países nos quais foram adotadas medidas e políticas governamentais de incentivo.

Existem também, questões relacionadas ao aceite por parte dos consumidores da adoção do veículo elétrico (VE), devido aos diferenciais técnicos comparados com o veículo movido a motor de combustão interna (MCI). Dentre elas, destaca-se a autonomia de rodagem, infraestrutura de suporte ao carregamento das baterias, que são necessárias para uma maior taxa de adoção dos veículos elétricos (VE) no mercado de automóveis.

O gráfico abaixo indica a participação no mercado de veículos elétricos nos principais mercados mundiais.

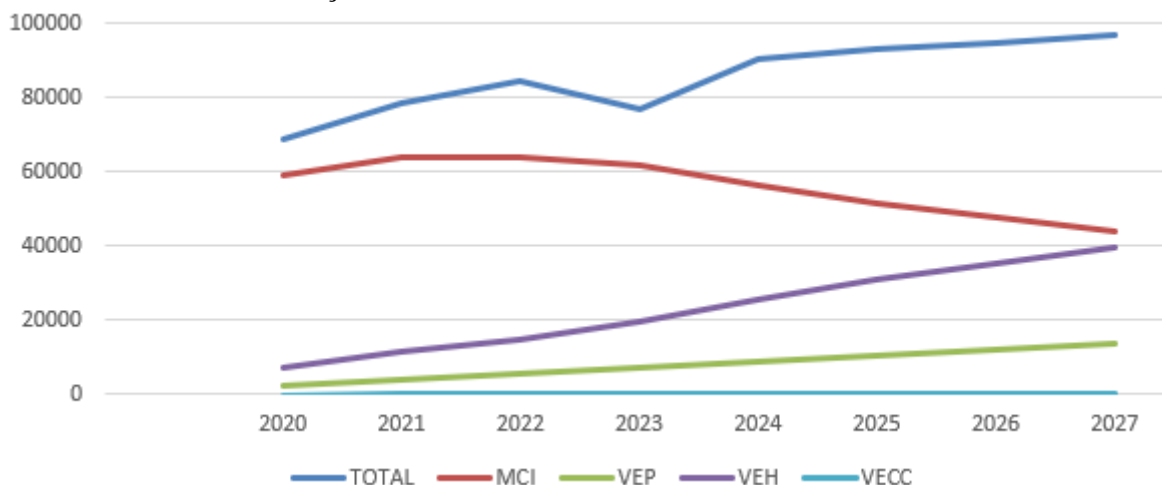
Gráfico 5 – Participação no mercado de veículos elétricos (BEV+PHEV) no mundo, 2019



Fonte: Elaboração própria dados IEA (2020)

As projeções da evolução do volume de produção e vendas dos veículos elétricos (VE) no mundo considerando-se a soma de: Veículo Elétrico Bateria (VEB), Veículo Elétrico Híbrido (VEH) e Veículo Elétrico de Célula de Combustível (VECC), apresentam uma trajetória de crescimento constante, saltando de 9,37 milhões em 2020 para 53,1 milhões em 2027 (IHS, 2020).

Gráfico 6 – Evolução do veículo elétrico



Fonte: Elaboração própria dados IHS Markit (2020)

Segundo o IEA Global EV Outlook 2018, está definida até 2030, uma meta de 100 milhões de carros e 400 milhões de veículos com duas e três rodas.

Para se atingir tais metas, a modelagem do IEA calcula que 35% do volume das vendas globais de veículos deverá ser de veículos elétricos (VE). Em novembro de 2017, a Comissão Europeia propôs uma atualização dos padrões de emissão de CO<sub>2</sub> para novos carros de passageiros e veículos comerciais leves para o período de 2030, como parte do pacote de mobilidade limpa.

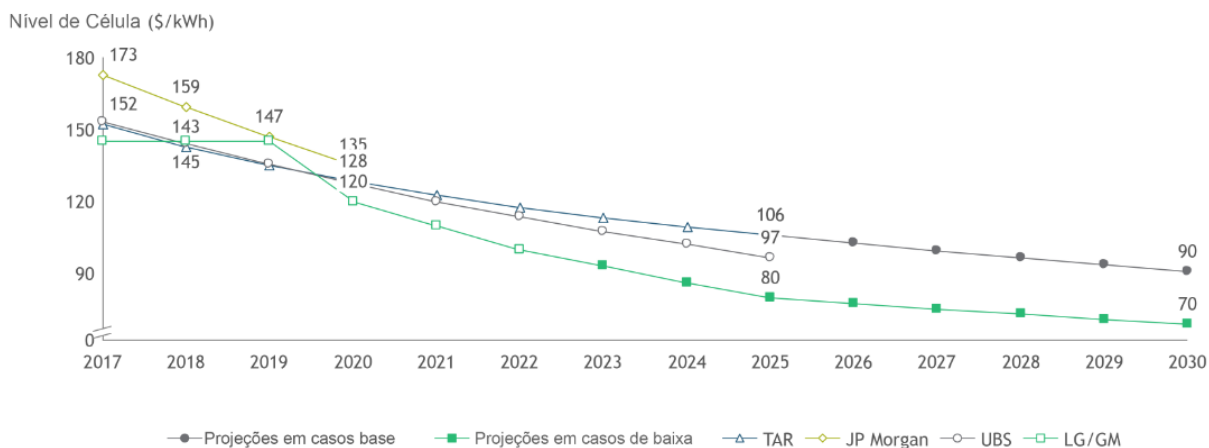
O objetivo proposto é a de redução de 15% de CO<sub>2</sub> por quilômetro para veículos novos em 2025 e 30% de redução para 2030. O regulamento proposto traça uma visão que inclui a quota de produção de veículos com zero e baixa-emissões que atingem 15% em 2025 e 30% ou mais em 2030 (IEA, 2018).

As condições do mercado mundial estão caminhando de forma sustentada e com investimentos maciços por parte da indústria automobilística para a transição da mobilidade por motor a combustão interna (MCI), para mobilidade elétrica.

Os avanços obtidos com os desenvolvimentos de baterias mais leves, com mais autonomia, e consequente redução de seus preços, ajustados com a evolução das políticas públicas e as conquistas recentes das montadoras (incentivos fiscais), estão ajustando-se para criar um ponto de inflexão em 2030.

Em função dos constantes aprimoramentos tecnológicos, o custo das baterias, tem apresentado desde 2009, uma redução anual constante de 20%. (Boston Consulting Group, 2017).

Gráfico 7 – Custos de baterias para BEVs e PHEVs



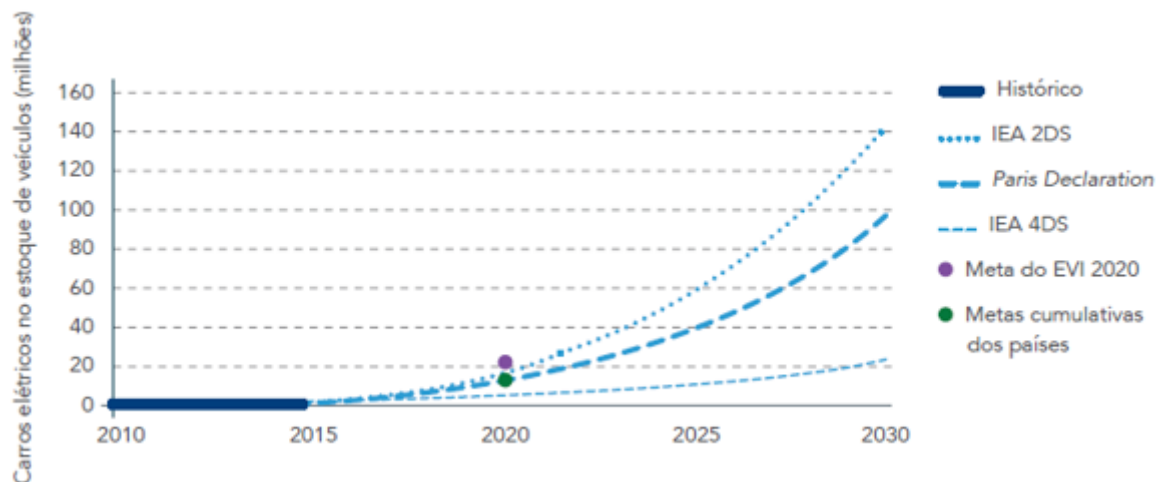
Fonte: Boston Consulting Group (2017)

Na figura abaixo encontram-se as projeções e cenários relacionados com o desenvolvimento dos veículos elétricos (VE) sendo: EVI -20/20 frota de 20 Milhões em todo o globo.

“A Paris Declaration on Electro-Mobility and Climate Change and Call to Action, estabelece um objetivo global de implantação de 100 milhões de carros elétricos e 400 milhões de 2-rodas e 3-rodas (motos e triciclos elétricos) em 2030” (Da Silva, 2017).

As projeções da IEA consideram que, para se alcançarem essas metas, é preciso que o mercado tenha um crescimento substancial contribuindo até lá com o aumento do estoque atual de 1,26 milhões de veículos elétricos, e também contribuir para um rápido desenvolvimento e introdução de novos modelos de veículos elétricos (VE).

Gráfico 8 – Cenário de implementação para o estoque de carros elétricos até 2030



Fonte: IEA (2016)

Nota: 2DS = cenário de 2oC; 4DS = cenário de 4oC.

Com relação à segurança energética, emissões de combustíveis fósseis e a competitividade industrial de longo prazo, levarão governos a buscarem incentivos para encontrar soluções a fim migrarem para o mercado de veículos elétricos (VE) (Hensley et al. 2009). Se essa situação se concretizar, então o impacto em toda a indústria automotiva, nos seus funcionários, nos países e nas relações nacionais e internacionais será tremenda (Freysenet 2011). Independentemente do potencial cenário futuro sob a qual essa “segunda revolução automotiva” ocorrerá, os veículos elétricos (VE) irão decolar mais cedo ou mais tarde. (Freysenet, 2009; Huth et al., 2012; Klug, 2014)

De acordo com a informação publicada na UNEP:

“O pensamento de ciclo de vida (*life cycle thinking*, LCT) diz respeito a ir além do foco tradicional no local de produção e nos processos produtivos para incluir os impactos ambiental, social e econômico de um produto ao longo de todo o seu ciclo de vida. A utilização do Pensamento do Ciclo de Vida (LCT) estimula o desenvolvimento sustentável com o mínimo de impactos, preocupando-se com a preservação das gerações futuras. Deve-se enfatizar que a avaliação do desempenho ambiental de um produto, processo ou serviço leva em conta não apenas a disposição de resíduos como também o consumo de recursos naturais. Seus principais objetivos são: reduzir, ao longo de todo o ciclo de vida de produtos, o uso de recursos e as emissões associadas, e melhorar o desempenho socioeconômico do modelo de produção e consumo, facilitando a análise das relações entre as dimensões social, ambiental e econômica internamente às organizações e ao longo da cadeia de suprimento bidirecional, ou seja, nos sentidos direto e reverso” (Life Cycle Management, 2007, p. 12).

## 2.6 O VEÍCULO ELÉTRICO NO BRASIL

O ritmo de adoção do veículo elétrico (VE) no Brasil tem se apresentado de forma lenta, contando com poucos modelos, sendo que em sua maioria os modelos ofertados pela indústria automobilística são híbridos e, mesmo dispondo de potencial de geração de energia elétrica para impulsionar a mudança desse cenário, no Brasil existem pouca infraestrutura de abastecimento/recarga, tanto nos centros urbanos como ao longo das rodovias.

Apesar do expressivo crescimento de volumes projetados até 2030 para o veículo elétrico (VE), no Brasil este crescimento é bem modesto, apresentando um total de vendas entre 2019 e 2020 de 19.426 unidades sendo 11.858 unidades em 2019 e 7568 unidades até julho

2020. Anualizados, estes volumes representam 0,2% do volume de vendas de veículos no Brasil (ANFAVEA, 2020b).

A difusão do veículo elétrico (VE) no mercado global, segue um ritmo mais acelerado quando comparado com o Brasil. Segundo a Agência Internacional de Energia IEA – 2020, no período 2014-2019 foram produzidos 7,2 Milhões de veículos elétricos com um crescimento médio anual de 60% (IEA, 2020).

Os veículos elétricos (VE) começaram a entrar nos mercados a partir de 2005 e desde então a sua adoção teve uma evolução constantemente crescente em diversas regiões do mundo.

Em 2010, a frota que era de apenas 17.000 unidades, teve uma significativa expansão e em 2019 atingiu o expressivo volume de 7,2 milhões de unidades. Deste total, 47% estavam concentrados na China. Em nove países circulavam mais de 100.000 veículos elétricos e, o Market share em outros 20 países já havia superado a marca de 1%, enquanto no Brasil ele era de apenas 0,04% (IEA, 2020).

Em 2019 foram vendidos 2,1 milhões de veículos elétricos (VE) no mundo. No Brasil as vendas atingiram o modesto volume de 11.844 unidades, registrando um expressivo aumento em relação as 3.965 unidades vendidas em 2018, demonstrando uma potencial tendência de crescimento futuro (IEA, 2020; ANFAVEA, 2020).

Entretanto, para que haja o avanço dessa tendência de crescimento no Brasil, a exemplo do que vem ocorrendo em outros países, é necessário que o governo desenvolva planos de incentivos, subsídios e políticas específicas que incentivem a produção e a aquisição desses veículos.

Segundo o Denatran, a frota circulante de veículos leves em 2019 era de 56.6 milhões de veículos, sendo que deste total 0,0227 milhões de veículos elétricos (VE), representando apenas 0,04% dessa frota (Ministério da Infraestrutura - DENATRAN, 2020).

Proff (2011) pondera que, nos mercados em países emergentes, a indústria automobilística tem à sua frente decisões a serem tomadas relativas à tentativa de dar um salto para a mobilidade elétrica, a exemplo do que ocorre com a China, onde o Estado apoia intensivamente a indústria visando aumentar a fabricação de veículos elétricos (VE), ou continuar e possivelmente até aumentar a fabricação de veículos movidos a combustão interna (MCI), como parece ser o caso do Brasil, onde por enquanto, a produção de veículos elétricos (VE) é pouco discutida em função das alternativas de alimentação flexfuel por biocombustíveis.

O parque industrial automobilístico brasileiro está centrado na produção de veículos movidos a combustão interna (MCI), área na qual detém know-how no desenvolvimento de

motores movidos a etanol e biodiesel. Conta com plataformas de engenharia de aplicação e adaptação às condições específicas do país, não havendo nelas departamentos de engenharia com know-how para pesquisa e desenvolvimento de plataformas de novos veículos e motorizações alternativas para veículos leves.

Todas as montadoras instaladas no Brasil são subsidiárias de empresas globais e, devido à necessidade intensiva de investimento em capital e retenção do know-how, estas atividades ficam sob a responsabilidade das matrizes. Haja vista que o poder de tomada de decisões de investimento aqui no Brasil é relativamente baixo (De Mello et al., 2013).

Segundo De Mello et al. (2013 p.3), “a indústria automobilística no Brasil não desenvolveu localmente competências neste campo e existe a preocupação de alguns atores de que o Brasil se torne um mero importador neste segmento, perdendo a oportunidade de se consolidar como um desenvolvedor e produtor global relevante na cadeia de abastecimento automotivo. Outros importantes mercados emergentes e produtores, como México, Rússia e Índia, estão na mesma situação, e o caso brasileiro pode ser uma referência para eles”.

Ponderam De Mello et al. (2013) que existem duas forças motoras que norteiam o desenvolvimento de veículos elétricos (VE): a incerteza sobre o fornecimento de petróleo e a redução das emissões de dióxido de carbono. O Brasil desenvolveu know-how na utilização de biocombustíveis de recursos renováveis, principalmente etanol de cana-de-açúcar, associado à crescente produção e às novas descobertas de reserva de petróleo em águas profundas (o chamado “pré-sal”), esta combinação de fatores, pode levar o governo e a indústria brasileira a uma espécie de inércia na tomada de decisões sobre o uso de novas tecnologias na indústria automobilística.

No entanto, o que parece provável é que se o Brasil quiser ser considerado um importante player do mercado automobilístico, não sendo apenas um produtor de autopeças, mas também um desenvolvedor de produtos que possam ser comercializados em todo o mundo, é preciso considerar a hipótese de desenvolver competências tecnológicas específicas para o veículo elétrico (VE), evitando assim, ficar restrito ao “lock-in” tecnológico do motor a combustão interna (MCI) movidos a gasolina, etanol, biocombustíveis e diesel (De Mello et al., 2013).

Com a experiência do desenvolvimento do motor flexfuel baseada no etanol, a indústria automobilística brasileira tem a oportunidade de explorar sua aplicação em soluções de motorização híbrida. Como exemplo de sucesso, temos o desenvolvimento do motor do veículo híbrido equipado com motor de combustão interna (MCI) flexfuel conduzido pela Toyota, que

combina um propulsor elétrico e outro flexfuel a gasolina e etanol, que colocou lado a lado as equipes da Toyota Motor Corporation, no Japão, e da Toyota do Brasil (Toyota, 2018).

Para complementar o assunto, temos as seguintes citações que sustentam o tema acima descrito:

“Uma eventual mudança de motorização no Brasil não teria a redução da emissão de gases de efeito estufa como indutor importante. Ao menos para veículos leves, não há pressão ambiental significativa, uma vez que o Brasil conta com o etanol como combustível competitivo tanto em preço quanto em emissões de gases de efeito estufa. O mesmo não se pode dizer quanto a caminhões e ônibus, importantes no Brasil e movidos a diesel” (IEL, 2018 p.14).

“É chegado o momento de o Brasil acordar para o fato de que está atrasado na corrida para o Carro Elétrico, quando deveria estar na vanguarda – como fez em relação ao Carro a Etanol” (Velloso, 2010).

Os autores acima alertam o Brasil está atrasado na adoção do veículo elétrico (VE). No entanto essa adoção não será necessariamente a solução para a redução da emissão de gases de efeito estufa, uma vez que o etanol já faz uma certa compensação da emissão dos poluentes.

## **2.7 MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA E IMPORTÂNCIA DO ETANOL**

Os debates relativos ao desenvolvimento e adoção das novas tecnologias de propulsão têm como principais drivers: a matriz energética; a dependência de biocombustíveis; da constante alteração do preço do petróleo; da legislação ambiental no tocante aos requerimentos da melhoria na eficiência veicular preconizando otimização do consumo de combustível; e a redução de emissão de gases causadores do efeito estufa CO<sub>2</sub>.

Ao analisar-se a matriz energética brasileira e a importância do etanol para o Brasil, pode-se notar um possível conflito de interesses que influencia as políticas de incentivo ao veículo elétrico (VE). O Brasil possui a matriz energética mais renovável do mundo industrializado com 45,3% de sua produção proveniente de fontes como recursos hídricos, biomassa e etanol, além das energias eólica e solar.

As usinas hidrelétricas são responsáveis pela geração de mais de 75% da eletricidade do país. Vale lembrar que a matriz energética mundial é composta por 13% de fontes renováveis no caso de países industrializados, caindo para 6% entre as nações em desenvolvimento (CMDAS, 2017).

O Brasil é o maior produtor de etanol de cana-de-açúcar do mundo, ocupando posição de liderança na tecnologia de sua produção. “Atualmente, cerca de 80% da produção global é



atendida por apenas dois países: Brasil e Estados Unidos. ” (Ministério de Minas de Energia, 2020 p. 117).

Criado em novembro de 1975 o Programa Nacional do Alcool – Proálcool - tinha entre seus objetivos o de diminuir a dependência brasileira do petróleo cujos preços dispararam em função do súbito aumento em 1973 o que ficou conhecido como “choque de preços do petróleo” e, impulsionar a produção de bioenergia no país através do desenvolvimento de uma fonte alternativa de energia (FAPESP, 2016).

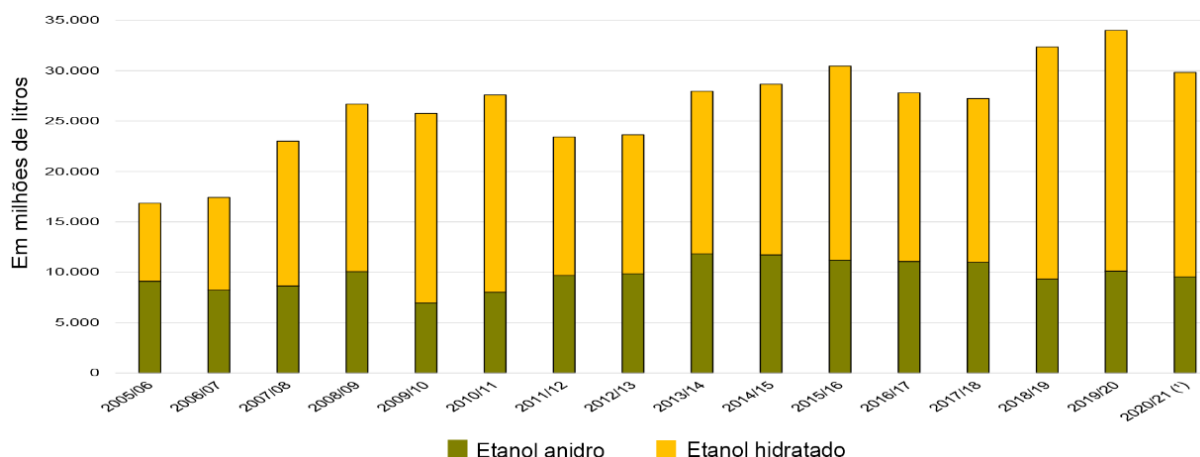
Em um contexto de transição energética, os veículos a combustão interna (MCI) serão substituídos, de modo mais acelerado ou mais lento, por veículos elétricos (VE). Entretanto, entende-se que esta substituição será realizada globalmente após avanços significativos na tecnologia do motor a combustão (MCI).

Na próxima década, as montadoras ainda buscarão o máximo de eficiência desses veículos, seja por meio da redução de peso, por melhorias na injeção direta, uso dos gases de combustão (turbo), arquitetura de motores, tecnologia eletroeletrônica embarcada ou aperfeiçoamentos aerodinâmicos, na transmissão, em pneus, etc., de veículos. Neste contexto, no Brasil, também se desenvolverão veículos flexfuel, a partir da experiência nacional com o uso do etanol e da gasolina automotiva” (Ministério de Minas de Energia, 2020 p. 209).

Como forma de manter a liderança e aproveitar o potencial dos biocombustíveis, especificamente o etanol, em publicação recente a matriz da Volkswagen decidiu que a unidade brasileira será transformada em um centro de pesquisa, desenvolvimento e produção de motores “flex” – que funcionam com etanol ou gasolina para aplicação em veículos híbridos. Dentro deste contexto, o conceito e a estratégia é de exportar tecnologia e também os futuros motores para países da América Latina e também para regiões mais distantes como África do Sul e Índia. ( Valor Econômico, 2021).

De acordo com dados da CONAB (2020), a produção de etanol na safra 2020/2021 deverá atingir o volume de 29,8 bilhões de litros e, o etanol anidro, que é adicionado à gasolina, deverá ter uma produção de 9,6 bilhões de litros.

Gráfico 9 – Evolução da produção de etanol anidro e hidratado a partir da cana-de-açúcar



Fonte: Conab (2020)

\* Estimativa em dezembro/2020

Com o advento do segundo choque do petróleo em 1979 o Brasil inicia um ciclo de investimentos no desenvolvimento de veículos movidos exclusivamente como motores a álcool hidratado. Nos anos de 1985 e 1986 a produção desses veículos atingiu o patamar recorde de 96% de todos os veículos novos vendidos no Brasil (Alves e Brandão, 2007).

De acordo com dados da ANFAVEA (2020), entre os anos de 2003 a 2019, foram produzidos 40.305.700 veículos leves nos diversos combustíveis assim distribuídos:

- a) Gasolina = 10.113.063 = 25,1%
- b) Etanol = 109.724 = 0,3%
- c) Flexfuel = 29.724.527 = 73,7%
- d) Diesel = 358.376 = 0,9%

Tabela 5 – Produção de veículos 2003-2019

ANO	AUTOMÓVEIS				
	GASOLINA	ETANOL	FLEX-FUEL	DIESEL	TOTAL
2003	1.470.628	31.728	39.853	19.571	1.561.780
2004	1.586.869	49.796	282.710	35.229	1.954.604
2005	1.227.480	27.871	820.791	45.959	2.122.101
2006	882.394	339	1.291.913	29.744	2.204.390
2007	685.515	–	1.764.494	31.940	2.481.949
2008	574.218	–	2.026.768	33.024	2.634.010
2009	341.875	–	2.298.942	14.887	2.655.704
2010	599.398	–	2.311.721	13.089	2.924.208
2011	409.805	–	2.215.548	5.540	2.630.893
2012	340.622	–	2.418.397	6.538	2.765.557

2013	329.851	–	2.616.845	8.015	2.954.711
2014	204.093	–	2.254.120	5.542	2.463.755
2015	218.666	–	1.785.284	3.482	2.007.432
2016	188.984	–	1.605.855	5.696	1.800.535
2017	320.054	–	1.956.607	31.682	2.308.343
2018	368.661	–	1.985.740	32.727	2.387.128
2019	363.950	–	2.048.939	35.711	2.448.600
TOTAL	10.113.063	109.734	29.724.527	358.376	40.305.700

Fonte: Elaboração própria com base em ANFAVEA (2020)

O motor flexfuel foi desenvolvido pelo centro de pesquisas da Bosch do Brasil e iniciou a sua comercialização no ano de 2003. O conceito desta motorização foi originado com o objetivo de permitir a possibilidade dos veículos a utilizarem álcool, gasolina ou qualquer proporção de mistura entre estes dois combustíveis em um mesmo tanque de combustível.

Devido a essa flexibilidade de escolha do tipo de combustível associada à incerteza da evolução dos preços do álcool e da gasolina, os veículos flexfuel possibilitavam ao proprietário do veículo a escolha do combustível mais barato e ou a combinação do uso de ambos ao mesmo tempo e, isso agregou valor a este tipo de veículo (Alves e Brandão, 2007).

“Em 2019, o etanol substituiu 450 mil barris por dia, ou 46% de toda a gasolina consumida no país, sendo elemento central da engenharia automotiva aqui desenvolvida.” (Datagro, 2020 p. 2-3).

É de se destacar o fato de que, mesmo tendo uma matriz energética que é fortemente dependente de recursos não renováveis, a indústria automobilística mundial está concentrando esforços e investimentos no desenvolvimento dos veículos elétricos (VE), enquanto o Brasil, que conta com uma matriz energética suportada por fontes renováveis, com enorme potencial hidráulico e de biocombustíveis, como etanol e biodiesel ainda não tem uma clara política industrial voltada para o desenvolvimento do veículo elétrico (VE).

Sob a liderança de países desenvolvidos, Europa, Estados Unidos, Japão, limites cada vez mais rigorosos foram impostos à emissão de poluição veicular e isto obrigou a indústria automobilística a investir em desenvolvimento tecnológico dos motores a combustão interna (MCI) mais eficientes, para atender aos exigentes padrões estabelecidos por estes países.

Sendo líder em termos globais, na utilização de biocombustíveis, o Brasil é pioneiro na utilização do etanol em larga escala e essa é uma alternativa parcial a ser aplicada ao problema da emissão de gases de efeito estufa.

Neste contexto, insere-se que os veículos movidos a etanol poderiam ser considerados como substitutos naturais dos veículos movidos convencionalmente a gasolina. As

oportunidades relativas aos custos de operação devem ser comparadas, de modo a verificar sua viabilidade econômica em relação aos veículos movidos a gasolina. Em termos de performance veicular, não há grandes perdas em relação à autonomia dos veículos movidos a gasolina, podendo seu uso ser estendido a veículos de maior porte. Tecnicamente esta solução não implica em grandes mudanças para a indústria automobilística (Pompermayer, 2010).

## **2.8 REFLEXOS NA CADEIA PRODUTIVA EM FUNÇÃO DA EVOLUÇÃO DA INTRODUÇÃO DO VEÍCULO ELÉTRICO**

Com a crescente introdução do veículo elétrico (VE), é preciso citar a transformação que este modelo de propulsão irá ocasionar em toda a cadeia de suprimentos. Com a supressão dos componentes de propulsão do motor a combustão interna (MCI), caixa de câmbio entre outros componentes, e a substituição por módulos completamente novos, como bateria, motor elétrico, novos mecanismos de relacionamento e operação irão se desencadear na cadeia de suprimentos (Klug, 2014).

Apesar dos avanços e progressos técnicos, o mercado brasileiro mantém-se por ora, pouco explorado pela indústria automobilística, permanecendo ainda com indecisões tecnológicas com relação ao seu funcionamento e a difusão de veículos elétricos (VE) apresenta-se como uma “janela de oportunidades” que deve ser explorada pelos players da indústria automotiva mundial.

Tradicionalmente produzido internamente pelas montadoras, o motor a combustão interna (MCI), ao ser substituído pela propulsão elétrica, abrirá uma lacuna na geração de valor da indústria, pois será capturado pelos fabricantes de motor elétrico. Como resultado dessa mudança de tecnologia de propulsão de motor a combustão interna (MCI) para propulsão por motor elétrico, espera-se um considerável impacto no mercado de reposição. A nova relação de peças com as quais serão montados os veículos elétricos (VE), mudará de forma significativa o modelo de negócios desse mercado, ainda que haverá um longo percurso onde caminharão juntos os dois tipos de veículos (Klug, 2014).

Os fabricantes de peças essenciais utilizadas nos veículos com propulsão por motores a combustão interna tais como embreagens, caixas de câmbio, bombas de água, bombas de combustível, velas, escapamentos e silenciadores entre outras, deverão redefinir suas estratégias e identificar novas oportunidades de negócio.

Trata-se, portanto, da necessidade de desenvolver um novo modelo de negócios que inclua a substituição de tecnologias da queima de combustível fóssil por um modelo baseado na utilização de tecnologia baseada em fontes renováveis.

## **2.9 A INDÚSTRIA DE AUTOPEÇAS E O MERCADO DE REPOSIÇÃO**

Face ao processo de transição da potencial adoção do veículo elétrico (VE) em substituição ao veículo movido por combustão interna (MCI), é esperado que haverá uma transformação na indústria automobilística que certamente irá afetar grande parte da cadeia de fornecedores (*upstream*), concessionárias e prestadores de serviço (*downstream*). Todos eles precisarão se adequar/adaptar às novas realidades do mercado. O setor de autopeças tem importância fundamental na indústria automobilística tanto sob o prisma do desenvolvimento de novas tecnologias quanto no processo de terceirização de atividades produtivas que antes eram executadas internamente pelas montadoras.

Diante de um cenário de competição intensiva e de busca constante por redução de custos, as montadoras transferem a responsabilidade pelo desenvolvimento e produção de itens que não fazem parte de seu core business para a indústria de autopeças e se concentram em seu real core business de “design e montadora de veículos”. Essa transferência de atividades de desenvolvimento e de produção conferem a indústria de autopeças aumento de valor adicionado aos produtos de seu fornecimento.

A indústria de autopeças faturou no ano de 2019 R\$ 150.891 bilhões apresentando um crescimento de 6,7% em relação ao faturamento de R\$ 141.378 bilhões do ano de 2018. Neste mesmo ano, as empresas associadas ao SINDIPEÇAS (2020; 2021), empregavam 250.567 trabalhadores, registrando uma queda de 1,3% em relação ao ano de 2018 que contava com 253.843 trabalhadores. Em 2019, o setor investiu U\$ 284,5 milhões, apresentando quedas significativas de 19,8% em relação aos U\$ 354,9 milhões investidos em 2018 e 47,8% em comparação com os investimentos de U\$ 545,7 milhões realizados no ano de 2017. A utilização da capacidade média instalada no setor de autopeças em 2019 foi de 70,4%, apresentando uma ligeira recuperação de 1,9 p.p. em relação aos 68,5% de 2018.

No ano de 2019 o setor exportou U\$ 6,9 bilhões sofrendo uma queda de 12,6% sobre o registrado no ano de 2018, quando foram exportados produtos totalizando U\$ 7,9 bilhões.

O principal segmento de mercado da indústria de autopeças são as montadoras que em 2019 totalizou R\$ 99.738 bilhões com a participação de 66,1% do faturamento do setor, seguido

pelo mercado de reposição com R\$ 21.728 bilhões - 14,4%, com as exportações respondendo por R\$ 23.589 bilhões – 15,7% e os negócios intrassetoriais (faturamento de um fabricante de autopeças para outro) representando R\$ 5.733 bilhões – 3,8%.

Em função das crises econômicas que o país vem atravessando, o desempenho da indústria brasileira de autopeças apresenta uma trajetória com grandes oscilações de seu faturamento nominal com a consequente redução de sua participação no PIB nos últimos 7 anos.

Tabela 6 - Faturamento nominal\*

Ano fiscal	2015	2016	2017	2018	2019	2020 (estimativa)	2021 (projeção)
R\$ bilhões	96,1	99,2	118,6	141,4	150,9	124,5	142,6
Variação Nominal a.a. (%)	-11,5%	3,2%	19,6%	19,2%	6,7%	-17,5%	14,6%
US\$ bilhões	28,8	28,5	37,1	38,7	38,2	24,1	28
Variação a.a. (%)	-37,6%	-1,1%	30,4%	4,1%	-1,1%	-36,9%	16,2%

Fonte: Sindipeças (2021)

\*Faturamento com ICMS (Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços) e sem IPI (Imposto sobre Produtos Industrializados). Taxa média anual do dólar - Venda.

De acordo com levantamento feito pela economista Juliana Trece do Ibre/FGV, a indústria automobilística vem perdendo participação no Produto Interno Bruto desde 2011. A base do estudo é um recorte da série história do IBGE (2020) para o setor que teve início em 2000. O pico da série foi em 2008, quando atingiu a máxima de 1,1% do PIB, dessa data em diante apresentou oscilações, tendo atingido a menor fatia de participação no ano de 2016 com apenas 0,2%. Houve uma pequena recuperação nos anos de 2017 e 2018 atingindo 0,3%, com o fechamento das fabricas da Ford, é esperada que a tendência de redução continue nos próximos anos (Economia Uol, 2021).

### 3 MÉTODOS DE CONSTRUÇÃO, PLANEJAMENTO E ANÁLISE DE CENÁRIOS

No prefacio do livro de Marcial et al. (2002, p. 11) o Embaixador Ronaldo Mota Sardenberg – Ministro da Ciência e Tecnologia argumenta que, “O ser humano é, por natureza, criativo e curioso. A busca do avanço das fronteiras do conhecimento e de suas aplicações é uma constante na história de nossa civilização. É marca da evolução da humanidade e causa primeira das profundas e aceleradas transformações contemporâneas. As mudanças profundas desta virada de século marcarão com certeza a tessitura socioeconômica das décadas futuras. Paradoxalmente — e esta é uma das mais fortes características do mundo globalizado de hoje

—, a mesma criatividade que nos faz avançar nos leva, cada vez mais, a enfrentar o fator imprevisibilidade”.

Em um ambiente de negócios em constantes transformações onde se defronta com situações de extrema complexidade e altos graus de incerteza, é requerido das empresas e de seus gestores o desenvolvimento de competências gerenciais que os capacitem a analisa-las e planeja-las para enfrentar os efeitos futuros em suas organizações.

“Nesse ambiente, cenário prospectivo se constitui numa técnica gerencial que faz parte do processo estratégico das organizações que, com a sua aplicação, procura-se construir, para as empresas, um futuro mais qualificado e adequado a esse mundo de incertezas”. (Moritz, 2004).

O método de cenários fornece diversas visões de futuro que auxiliam na tomada de decisão e planejamento estratégico da empresa ou setor. No caso da discussão do setor de autopeças no Brasil, frente à transição do veículo a combustão interna (MCI) para o veículo elétrico (VE), o método de cenários foi escolhido pois possibilita a construção dessa visão de futuro para o setor.

A análise de futuro é componente importante de um processo de gestão estratégica dinâmico. A discussão de cenários futuros pode aprimorar a tomada de decisão dos agentes do sistema e alinhar a estratégia presente de uma organização.

Segundo as opções vislumbradas, a possibilidade de se trabalhar com visões de futuro e de delimitar as incertezas prepara as empresas do atual sistema automobilístico para possíveis eventos futuros.

Com base nos estudos teóricos, será evidenciado o poder de transformação que é exercido no conjunto de indústria incumbente que sobreviverá à introdução do veículo elétrico (VE).

De acordo com Adner (2017, p.41) “Independentemente disso, na medida em que as empresas se alinham através de diferentes arranjos afetará sua capacidade de criar valor para o cliente final”.

Segundo estudo da Deloitte (2015, p.13), “plataformas amplamente definidas, ajudam a tornar os recursos e participantes mais acessíveis uns aos outros conforme a necessidade. Eles podem se tornar poderosos catalisadores de um rico ecossistema de recursos e participantes. Embora existam muitos tipos de plataformas e o termo seja usado em muitos contextos, as plataformas que funcionam bem compartilham dois elementos-chave: estrutura de governança e um conjunto de protocolos de ativação”.

O planejamento de cenário tem uma longa história decorrente de sua utilização pelos militares em jogos de guerra, tendo seu uso sido transferido para utilização civil por intermédio da empresa RAND durante e após a Segunda Guerra Mundial. Após seu desligamento da RAND, Herman Kahn continuou seu desenvolvimento, com a criação do Hudson Institute (Heijden, 1996).

Marcial (2001) argumenta que o futuro pode ocorrer de formas ilimitadas, com infinitas possibilidades de eventos, logo é impossível e improdutivo empenhar-se em tentar explorar todas as alternativas e, por isso ainda não se definiu o número de cenários a serem desenvolvidos mas, alguns autores, como Geus, Schwartz e Heijden, afirmam que cenários em demasia podem confundir os administradores, pois não seria possível para eles conseguirem acompanhar todos os seus desdobramentos.

A técnica da construção de cenários é um processo que envolve uma intensa colaboração de todos os participantes e deve ser elaborado a partir de ideias, pensamentos amplos e com livre opinião sobre o tema a ser discutido. Os participantes do processo devem ser pessoas com reconhecida experiência profissional, bem informadas, entusiasmadas e que estão interessadas na pesquisa e desenvolvimento de novas ideias.

Em função de suas características específicas, os métodos de construção de cenários diferem entre si e devem servir como opção de acordo com a metodologia e adequada ao perfil de cada empresa que a utiliza. Na pesquisa sobre as definições com relação à caracterização de cenários, mencionam-se a seguir as perspectivas e opiniões de alguns autores:

Segundo Schwartz (2000), os cenários podem ser definidos como uma ferramenta para organizar a percepção das pessoas em relação a alternativas de ambientes futuros nos quais irão acontecer as consequências de suas decisões. A construção de cenários é feita de forma sutil em torno de enredos nos quais são destacados corajosamente componentes importantes do cenário mundial.

Para Godet (2000) cenário é o conjunto formado pela descrição de uma situação futura e do encaminhamento dos acontecimentos que possibilitem passar da situação originária para a futura. Um cenário não é uma realidade futura, mas um meio de representá-la com o objetivo de esclarecer a ação presente à luz de futuros possíveis e desejáveis.

No conceito de Porter (1996), cenário é uma visão internamente consistente da estrutura futura de um setor. É baseado num conjunto de suposições plausíveis sobre as incertezas importantes que podem influenciar a estrutura industrial. Porter destaca que a análise de cenário em um ambiente organizacional, oferece suporte e subsídios ao planejamento estratégico por meio de estudos de eventos futuros plausíveis.



“Os cenários não são projeções, previsões ou preferências; em vez disso, são histórias alternativas coerentes e confiáveis sobre o futuro. Eles são projetados para ajudar as empresas a desafiar suas suposições, desenvolver suas estratégias e testar seus planos” (Cornélius, Van De Putte e Romani, 2005).

A abordagem de Schoemaker (1997, p. 44) para a construção de cenário segue a escola de estratégia denominada “visão baseada em recursos, ou seja, se as capacidades centrais de uma empresa são escassas, duráveis, defensáveis ou difíceis de imitar, elas podem formar a base para uma vantagem competitiva sustentável e com lucratividade superior.”

Para Marcial e Grumbach (2002, p. 105) a identificação preliminar dos dados fundamentais constitui um conjunto de informações que individualizam a organização pública ou empresa privada, no ambiente em que se encontra inserida, e que orientam a realização de todo o seu planejamento estratégico, nesses dados, está definido o propósito do sistema.

De acordo com Kosow e Gassner (2008, p.1): “Cenário pode ser definido como uma descrição de uma possível situação futura, incluindo o caminho do desenvolvimento que leva a essa situação. Cenários não pretendem representar uma descrição completa do futuro, mas sim destacar elementos centrais de um futuro possível e chamar a atenção aos fatores-chave que impulsionarão futuros desenvolvimentos. Muitos analistas de cenários sublinham que os cenários são construções hipotéticas e não alegam que os cenários que eles criam, representam a realidade.”

Na visão da Shell (2008), os cenários são baseados na intuição, mas elaborados como estruturas analíticas. Eles são escritos como histórias que fazem futuros potenciais parecerem vívidos e atraentes. Eles não fornecem uma visão consensual do futuro, nem são previsões: eles podem descrever um contexto e como ele pode mudar, mas não descrevem as implicações dos cenários para os usuários em potencial nem ditam como eles devem responder.

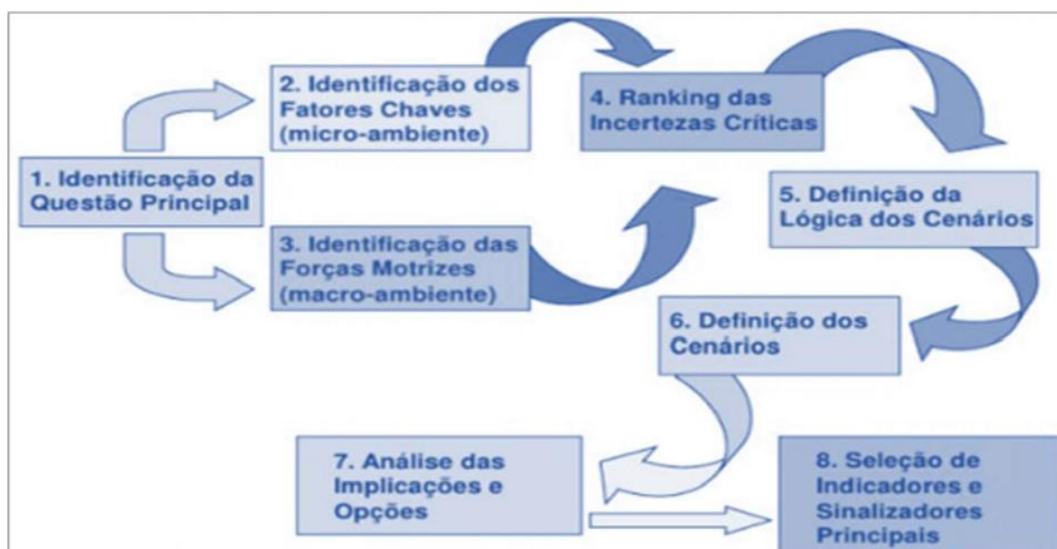
Diversos são os métodos de análise de cenários disponíveis na literatura e após a realização da pesquisa bibliográfica, optou-se pela análise dos métodos de construção de cenários futuros de Schwartz, Godet, Porter, Grumbach e Shell. Esses autores foram identificados em outros trabalhos acadêmicos, como referência dos autores de doutorado Moritz (2004) e Kato (2005).

### 3.1 MODELO DE SCHWARTZ - GBN – GLOBAL BUSINESS NETWORK

A metodologia GBN desenvolvida por Schwartz é composta de oito etapas. O autor sustenta que no processo de construção de cenários, é essencial a participação de uma equipe heterogênea e diversificada, composta de diferentes níveis da organização e departamento.

As oito etapas são descritas a seguir:

Figura 1 - Etapas da Metodologia de Schwartz



Fonte: Schwartz (1991)

1) Identificação da questão central : definição do tópico específico, objeto de interesse da discussão da empresa, ou seja, a questão estratégica que é objeto da construção dos cenários alternativos. Schwartz (1991), destaca que é nesta etapa que se deve começar a pensar os conceitos “de dentro para fora” em vez de “de fora para dentro” das organizações. Ou seja, começar com uma questão específica, indo em seguida analisar o meio ambiente, identificar os fatores e decisões que podem influenciar o futuro dos negócios das empresas. Em paralelo, devem ser definidas as dimensões de espaço e tempo que serão cobertos pelo estudo. Para a elaboração desta fase, Schwartz (1991) recomenda que seja feita uma análise da situação atual da empresa através de pesquisas e, baseado nos dados obtidos, construir uma relação que contenha os fatores relevantes que possam influenciar o futuro.

2) Sessão de Brainstorm para identificar os fatores-chave: relacionar as forças de mudança e as tendências que influenciam a empresa e que tenham estreita ligação com seu ambiente de negócios;

3) Identificação das forças motrizes e elementos predeterminados de incertezas: neste terceiro passo, são identificadas as forças motrizes do macroambiente que podem influenciar os fatores - chaves que foram identificados previamente. Estas forças podem ser fatores de mudança que ocorrem de forma lenta e gradual, tendências já observadas ou movimentos supostamente inevitáveis ou irreversíveis. Estas forças devem ser refletidas implícita ou explicitamente em todos os cenários.

Além de uma lista de verificação das forças sociais, econômicas, políticas, ambientais e tecnológicas, outra forma utilizada para se conhecer os aspectos relevantes do macro ambiente foi o uso da pergunta: Quais são as forças identificadas por trás das forças micro ambientais que foram identificadas no passo anterior? Algumas dessas forças são predeterminadas, e algumas são altamente incertas e é de grande utilidade conhecer e diferenciar o que é inevitável e necessário e o que é imprevisível, mesmo assim ainda é uma questão de escolha.

Hierarquização por importância e incerteza: uma vez identificadas as forças motrizes, elas devem ser classificadas de acordo com relevância e grau de incerteza crítica. Nessa fase, devem ser distinguidas duas abordagens fundamentalmente diferentes para determinar as premissas básicas de um pequeno número de cenários. A sugestão de Schwartz é de fazer a seleção de duas ou três variáveis que forem classificadas como as mais incertas e mais importantes para facilitar a identificação lógica do cenário.

Tendo a definição das forças motrizes elas foram classificadas com base em dois critérios: sendo o primeiro, o grau de importância e o segundo, o grau de incerteza em torno desses fatores e tendências. O objetivo foi identificar dois ou três fatores ou tendências mais importantes e mais incertos. As incertezas críticas são aquelas cuja ocorrência é incerta (as que se originam das perguntas para as quais ainda não se tem resposta), que são de grande importância para a questão principal, ou que, quando ocorrem, exercem grande impacto na questão principal e ou que pode se derivar para outras hipóteses. Os elementos predeterminados são aqueles, cujas variáveis não tem relação de dependência com outros eventos, como o envelhecimento das gerações pois, eles são sempre os mesmos em todos os cenários. (Marcial et al., 2002).

Uma vez caracterizados os eixos fundamentais das incertezas críticas, elas devem ser representadas em uma matriz, na qual os diferentes cenários sejam identificados. A lógica do cenário será caracterizada por sua posição na matriz formada pelas forças motrizes mais significativas (Schwartz, 1991).

4) Seleção e definição da lógica de cenários e dos vetores em torno dos quais haverá mudança. Desenvolver e construir narrativas robustas e diferenciadas de cenários com

utilização de ferramentas storytealling, identificando personagens que farão parte da narrativa. Esta é a fase onde se concentram as atividades para a seleção e escolha das lógicas de cenários; o objetivo é o de concluir com apenas poucas opções onde as alternativas sejam significativas e impactem de forma distinta os tomadores de decisão.

Na etapa de seleção e definição da lógica de cenários e dos vetores é que se procede com efeito a escolha das lógicas dos cenários. Essa escolha é feita com base nos resultados do exercício de classificação e são com efeito os eixos ao longo dos quais os eventuais cenários serão diferentes.

A determinação desses eixos está entre as etapas mais importantes em todo o processo de geração de cenários, o objetivo é terminar com apenas alguns cenários cujas diferenças fazem a diferença para os tomadores de decisão. Para que os cenários funcionem como ferramentas de aprendizagem úteis, as lições que eles ensinam devem ser baseadas em questões básicas para o sucesso da decisão focal.

E essas diferenças fundamentais - ou “motivadores de cenário” - devem ser poucas para evitar a proliferação de diferentes cenários em torno de todas as incertezas possíveis. “Muitas coisas podem acontecer, mas apenas alguns cenários podem ser desenvolvidos em detalhes ou o processo se dissipa” (Schwartz, 1991).

5) Descrição dos cenários: identificados os fatores mais relevantes que determinam as lógicas dos cenários, o próximo passo é o detalhamento das ações estratégicas com foco nos fatores-chave e nas tendências identificadas nas etapas dois e três. Os cenários devem ser apresentados de forma narrativa, explicando detalhadamente a evolução do mundo em um horizonte de tempo pré-determinado. “A lógica de um cenário caracteriza-se pela localização na matriz das forças mais significativas do cenário” (Schwartz, 1991).

Enquanto as forças mais importantes determinam as lógicas que distinguem os cenários, é necessário encorpar seus esqueletos voltado à lista de fatores-chave e tendências identificadas nos Passos Dois e Três. Cada fator-chave e tendência deve receber alguma atenção em cada cenário. Algumas vezes fica aparente que lado da incerteza se localiza em qual cenário; às vezes, não. Se dois cenários diferem por causa da política protecionista ou global, então é provável que faça sentido incluir uma alta taxa de inflação no cenário protecionista e uma taxa mais baixa no outro. São exatamente tais ligações e implicações mútuas que os cenários devem ser feitos para revelar. Neste caso é necessário organizar os pedaços como uma narrativa. Como o mundo iria de um ponto ao outro? Que eventos poderiam ser necessários para tornar a versão final do cenário plausível? Existem indivíduos cuja ascendência ao público facilite caracterizar um dado cenário?

6)Análise das implicações e alternativas: após a descrição da narrativa das propostas de cenários, retorna-se à questão central, para verificar em cada um dos cenários as implicações, vulnerabilidades e oportunidades existentes. Essa é a fase em que é fundamental pressupor como será a situação da organização nos cenários e identificar as decisões a serem adotadas no caso de ocorrer efetivamente uma determinada alternativa, ou escolher uma estratégia mais robusta com plano de ações que gerariam resultados positivos em qualquer situação.

Uma vez que os cenários foram desenvolvidos com algum detalhe, então é hora de retornar à questão principal, ou seja a decisão identificada na etapa um para ensaiar o futuro. De acordo com Schwartz (1991), este é o momento em que se pode analisar as vulnerabilidades e as oportunidades que se apresentam, através da comparação do posicionamento estratégico, face às definições e decisões a serem adotadas.

7)Seleção de indicadores e sinalizadores principais: definir indicadores para possibilitar o monitoramento e a evolução de cada um dos cenários. Esta é a etapa em que se procura entender qual dos cenários encontra-se mais próximo da evolução dos acontecimentos.

Schwartz (1991) recomenda também que sejam estabelecidos indicadores de monitoramento para acompanhar os desdobramentos, a evolução do direcionamento que cada um dos cenários está em relação ao outro. Com esse procedimento é possível avaliar com antecedência como cada um dos cenários está se comportando quando comparado em relação aos outros e frente à realidade que está se desenvolvendo.

“É importante saber o mais rápido possível qual dos vários cenários está mais próximo do curso da história conforme ela realmente se desenrola” (Schwartz, 1991 p.246).

Com uma cuidadosa seleção dos indicadores- chaves de monitoramento, é possível ter uma vantagem sobre a concorrência ao se conhecer com antecedência o que o futuro reserva para o setor e como esse futuro poderá possivelmente afetar as estratégias e decisões no setor pois, através dos cenários, será possível se obter uma tradução dos movimentos de alguns dos indicadores-chaves em um conjunto ordenado de implicações específicas do setor (Schwartz, 1991).

### **3.2 MODELO DE GODET – ANÁLISE PROSPECTIVA**

O método de Godet é baseado na identificação e projeção de variáveis-chave de cenários e dos atores relacionados a estas variáveis, ou seja, os stakeholders para o qual os cenários são elaborados.

Desde sua criação em 1986, este modelo vem sendo aprimorado e em sua última versão de 2000, Godet define o processo de modelagem em nove etapas. O método consiste em três grandes grupos:

- 1) Identificar as variáveis-chave, este é o objetivo da análise estrutural;
- 2) Analisar o jogo dos atores para fazer as perguntas-chave para o futuro;
- 3) Reduzir a incerteza sobre as questões-chave e eliminar os cenários ambientais mais prováveis graças aos métodos especializados.

As nove etapas do processo de modelagem que se integram ao planejamento de cenários são:

- 1) Analise do problema exposto e delimitar o problema a ser estudado. Situar o método prospectivo em seu contexto sócio organizacional;
- 2) Elaborar um diagnóstico da empresa, mapear seu know-how e suas competências;
- 3) Identificar as principais variáveis-chave da empresa, utilizando como suporte, a análise estrutural do ambiente de negócios;
- 4) Entender a dinâmica e a visão retrospectiva da empresa, identificando fatores-chaves, fraquezas e forças competitivas em relação aos principais atores que a influenciam, interna e externamente o seu ambiente estratégico de negócios;
- 5) Analisar ameaças e oportunidade visando reduzir as incertezas sobre as questões-chaves para o futuro, utilizar métodos de pesquisa para destacar tendências de peso, riscos de ruptura e finalmente conceber ambientes de cenários mais plausíveis;
- 6) Identificar projetos coerentes e estratégias que sejam compatíveis tanto com a identidade da empresa quanto com os cenários mais prováveis;
- 7) Fase final de reflexão preliminar com a avaliação e plausibilidade das opções estratégicas. Este passo antecede à fase da decisão e das ações a serem adotadas;
- 8) Etapa crucial da seleção das estratégias. Esta é a fase de submissão de estratégias plausíveis ao comitê gestor da empresa, responsável pela definição e hierarquização dos objetivos;
- 9) Implementação do plano de ação e monitoria; na etapa de coordenação, são estabelecidas as linhas de ações e seu monitoramento, de modo que seus objetivos estratégicos sejam acompanhados.

### **3.3 MODELO DE PORTER**

A metodologia de construção de cenários proposta por Porter é constituída por oito etapas onde são analisadas as variáveis do macro ambiente e do mercado, buscando evidenciar a forma de atuação dos concorrentes do setor e compreende as seguintes fases:

1) **Identificação de incertezas:** nesta etapa devem ser levantadas os principais aspectos que possam acarretar impactos positivos ou negativos no futuro da empresa. De acordo com Porter (1996), deve-se analisar cada elemento relacionado ao modelo das cinco forças e classificar tais elementos de acordo com três categorias, conforme o grau de incerteza (elementos constantes, incertos ou pré-determinados – para os quais a mudança é previsível). Nessa análise, as incertezas são classificadas em tendências aparentes, germes de novas tendências ou ruptura de tendências aparente. Também nesta etapa são levantadas e identificadas as discontinuidades. Porter (1996) recomenda combinar a opinião de peritos com o de observadores externos à empresa, para evitar pensamentos convencionais e abrir possibilidades de identificar possibilidades de mudança.

2) **Determinação dos fatores causais:** nesta fase devem ser determinadas as principais causas dos elementos incertos identificados na fase anterior. Segundo Mc Master (1997), esta tarefa é importante, pois permite entender quais elementos incertos podem influenciar outros elementos incertos, o que possibilita entender o relacionamento dessas variáveis, podendo-se identificar os fatores causais. Porter (1996) também destaca que nesta fase devem ser supostas as possibilidades de estado futuro para cada variável, identificando as configurações alternativas que podem surgir no futuro.

3) **Escolha das variáveis de cenário:** nesta etapa deverão ser selecionados os elementos incertos que apresentam maior independência em relação às outras variáveis e que apresentam maior grau de impacto em relação à indústria. De acordo com Porter (1996) somente estas variáveis independentes serão consideradas as variáveis de cenários. Feita a identificação, procede-se a análise mais detalhada de seus fatores causais.

4) **Definição das configurações das variáveis de cenário:** devem ser definidas as suposições plausíveis relativas a cada variável de cenário. Cada conjunto de suposições (chamado pelo autor de configurações) depende do quanto cada fator causal possa diferir em sua evolução futura. Para evitar que o número de combinações seja maior do que o tratável, Porter (1996) sugere restringir o tratamento de acordo com quatro características: evidenciar diferenças importantes na estrutura da indústria, destacar impacto sobre a estrutura, considerar opinião da alta administração em pelo menos um cenário e, por último, considerar um limite quanto ao número de cenários a construir (três ou quatro geralmente).

5) Construção dos cenários, a partir das configurações mais consistentes, escolhidas para cada variável: o cenário deve apresentar uma visão consistente da estrutura de relacionamento do estado futuro das variáveis. Para Porter (1996), as variáveis de cenário, mesmo que razoavelmente independentes, se afetam mutuamente, o que facilita a obtenção de combinações consistentes. A seguir, para cada estrutura de cenários, devem-se derivar o comportamento das variáveis dependentes e acrescentar os elementos pré-determinados e os elementos constantes, analisando com cuidado a intensidade com que cada um entrará em cada cenário.

6) Análise dos cenários: deve-se analisar as implicações de cada cenário para a concorrência. Análises sob a ótica das cinco forças competitivas, sobre a atratividade futura da indústria e sobre vantagens competitivas devem ser realizadas para cada cenário. Quanto à sequência, Porter (1996) recomenda analisar primeiro os cenários mais distintos e deixar por fim o cenário mais provável, para que a visão mais diferenciada dos cenários exploratórios auxilie na variedade de opções estratégicas.

7) Introdução do comportamento da concorrência em cada cenário: Porter (1996) explica que o comportamento da concorrência, além de afetar a empresa diretamente, pode afetar a velocidade e a própria direção da mudança estruturais dos cenários. O comportamento da concorrência possui duas maneiras de ser tratado: deve-se introduzir variáveis de cenário relacionadas à concorrência se o comportamento desta for altamente incerto ou se a entrada de novos concorrentes seja provável. Outros comportamentos da concorrência devem ser tratados como elementos da análise crítica de vantagem competitiva de cada cenário.

8) Cenários industriais e estratégias competitivas: definir a estratégia da empresa de acordo com as possibilidades de evolução dos cenários analisados. Porter (1996) recomenda alguns métodos básicos para se lidar com a incerteza na concepção da estratégia. Estes métodos incluem apostar em um dos cenários (mais provável, ou melhor, para a empresa), garantir resultados para qualquer cenário (preservando sua “flexibilidade”) e trabalhar para influenciar alguns fatores causais de acordo com o melhor cenário. Ao mesmo tempo o autor alerta para os riscos contidos em cada uma destas estratégias, que estão relacionados ao comprometimento prematuro de recursos, inconsistências das estratégias para cenários alternativos, probabilidade relativa dos cenários e custos para modificar a estratégia. Porter (1996) finaliza indicando que, para lidar com os riscos, quatro aspectos devem ser contemplados: definição do cenário mais interessante de acordo com a posição competitiva inicial, importância e vantagens de ser o *first-mover*, atenção aos custos e recursos necessários e análise das escolhas esperadas dos concorrentes.



### 3.4 MODELO DE GRUMBACH

A metodologia de construção de cenários proposta por Grumbach se fundamenta nos seguintes conceitos:

1)Planejamento estratégico com visão de futuro baseada em cenários prospectivos, empregando simulação Monte Carlo;

2)Análise de parcerias estratégicas, levando em conta princípios da teoria dos jogos que permitem a gestão estratégica, com base em análise de fatos novos obtidos pela inteligência competitiva;

3)Utilização dos softwares Puma e Lince, que automatizam os procedimentos previstos em cada uma de suas fases;

4)Adoção do enfoque sistêmico, em que a organização pública ou empresa privada objeto de um estudo de planejamento estratégico e cenários prospectivos é tratada como um sistema aberto, que influencia e é influenciada pelo seu ambiente;

5)Emprego intensivo da modelagem matemática e ferramentas de pesquisa operacional;

6)Geração dos cenários prospectivos por simulação Monte Carlo, utilizando variáveis binárias para modelar as questões estratégicas; procedimento que oferece os seguintes benefícios:

- a) construção de um número finito de cenários;
- b) análise conjunta de diversas variáveis;
- c) análise de interdependência entre as variáveis; e
- d) acompanhamento da dinâmica dos cenários.

7)Emprega princípios da teoria dos jogos para modelar a forma de agir dos atores (pessoas, empresas e governos).

### 3.5 MODELO SHELL

A metodologia de construção de cenários utilizada pela Shell é cíclica e por isso, ela permite que após a etapa final de construção dos cenários, seja possível a identificação de novos fatores-chave e de novas incertezas críticas que não haviam sido consideradas, dando-se então a retomada de um outro processo de construção de novos cenários.

A metodologia de construção de cenários da escola Shell é constituída por oito etapas onde se busca definir o problema, os fatores- chave e as forças motrizes do macro ambiente, e compreende as seguintes fases:

- 1) Definição do problema, questão ou decisão a ser tomada;
- 2) Identificação dos fatores-chave;
- 3) Identificação das forças motrizes do macro ambiente;
- 4) Hierarquização das variáveis; incerteza e importância;
- 5) Definição de eixos ortogonais;
- 6) Construção dos cenários;
- 7) Opções estratégicas;
- 8) Indicadores para monitoramento.

### 3.6 QUADRO COMPARATIVO DAS METODOLOGIAS

A partir da análise dos métodos foi elaborado um quadro comparativo das metodologias de construção de cenários utilizadas neste estudo, tendo como referência o quadro de Marcial (2005, p 45) no qual são comparadas as abordagens prospectivas e métodos de análise das variáveis de acordo com a visão dos autores Schwartz, Godet, Porter, Grumbach, incluindo a metodologia Shell; todas elas com material publicado na literatura especializada.

Tabela 7 – Comparativo das metodologias de construção de cenários.

CARACTERÍSTICAS	MÉTODOS				
	Schwartz GBN	Godet	Porter	Grumbach	Shell
Delimitação do Problema	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Estudos Históricos	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Identificação das variáveis	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
identificação dos atores	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
checagem de consistência	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Rapidez na atualização dos dados	Não	Não	Não	Não	Não
Dificuldade de trabalhar com muitas variáveis	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Consulta a especialistas	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Comportamento do concorrente	Não	Não	Sim	Não	Não
Variável qualitativa e quantitativa	Qualit*	Sim	Sim	Qualit*	Qualit*
Apresentação detalhada da técnica	Não	Sim	Não	Sim	Sim
Flexibilidade dos cenários	Sim	Não	Sim	Não	Sim
Método sistemático	Não	Não	Não	Sim	Não

Impactos cruzados	Não	Sim	Sim	Sim	Não
Método Deplhi	Não	Sim	Sim	Sim	Não
Hierarquia Probabilística	Não	Sim	Sim	Sim	Não
Modelo mental dos dirigentes	Sim	Não	Sim	Sim	Sim
Cenários exploratórios	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Cenários exploratórios múltiplos	Sim	Sim	Sim	Não**	Sim

Fonte: Adaptado pelo autor de Marcial (2005, p 45)

Notas: \*Variáveis qualitativas

\*\* Cenários exploratórios extrapolativos

Dentre as metodologias apresentadas no quadro acima, o modelo escolhido para a elaboração de cenários foi o de Schwartz. A seguir são apresentadas as justificativas para a seleção deste modelo:

- ☐ Utiliza os conhecimentos de profissionais experientes que militam na área com capacidade técnica e competências para identificar as forças motrizes e as incertezas do ambiente de negócios;
- ☐ Colaboração do envolvidos no desenvolvimento de suas expertises enquanto intensificam a busca da identificação dos fatores que afetam o objeto do estudo;
- ☐ Proporciona um ambiente de interação visando elucidar as proposições de cada participante de modo a possibilitar o entendimento de todos;
- ☐ Contribui para o desenvolvimento e aprimoramento da lógica envolvida no processo;
- ☐ Processo possui uma sistemática, mas é flexível e interativo, isso permite o desenvolvimento de pensamentos e ideias heterogêneas;
- ☐ Sugere a criação de indicadores para medir a evolução e o comportamento dos cenários, possibilitando comparação entre eles.

De acordo com a metodologia GBN, Ogilvy e Schwartz (2004) argumentam que cenários são narrativas de ambientes futuros alternativos, nos quais as decisões adotadas com base nas percepções de hoje (atuais) poderão vir a se materializar. Eles não são previsões. Nem são estratégias. Em vez disso, são mais como hipóteses de diferentes futuros concebidos especificamente para destacar os riscos e oportunidades envolvidos em questões estratégicas específicas.

#### 4. METODOLOGIA DE PESQUISA

Este projeto tem como objetivo trabalhar o conceito de cenários múltiplos e a sua importância para a indústria automobilística de autopeças brasileira, em especial para os veículos de passageiros e comerciais leves movidos por motor a combustão interna (MCI) para os próximos 20 anos frente ao novo desafio da adoção do carro elétrico. Foi realizada uma pesquisa com 11 executivos que contam com larga experiência de atuação na indústria automobilística e em diferentes áreas de produto. Por conseguinte, este projeto tem a característica exploratória, sendo que, o eixo principal focou nas ideias e nas avaliações dos envolvidos que participaram das sessões de brainstorming em função de suas experiências e atuação nessa indústria.

Segundo Buarque (2003), existem dois possíveis conjuntos que são diferenciados de acordo com sua qualidade principalmente quanto a inexistência do desejo dos formuladores do futuro, são eles os cenários exploratórios e o cenário desejado ou normativo.

Os cenários exploratórios são essencialmente técnicos e decorrentes de um tratamento racional das probabilidades. Ainda segundo Buarque (2003) “Os cenários exploratórios podem ter várias formas de acordo com o grau de importância que for conferido às latências e aos fatores de mudança que amadurecem na realidade, indicando maior ou menor abertura para as inflexões e descontinuidades futuras. ”

De acordo com Gil (1999), “pode-se dizer que as pesquisas exploratórias possuem como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou a descoberta de presságios. Seu planejamento é, portanto, bastante flexível, de modo que possibilite a consideração dos mais variados aspectos relativos ao fato estudado”. “Ainda segundo Gil (1999), a pesquisa bibliográfica é composta por material já elaborado, principalmente por livros e artigos”. Já Saunders, Lewis e Thornhill (2000) enfatizam que os estudos exploratórios são desenvolvidos primordialmente por meio de pesquisas bibliográficas, com denso diagnóstico na literatura; em conversas com outros pesquisadores especialistas na área, buscando informações sobre as especificidades do fenômeno pesquisado; e pela condução de entrevistas em grupos focais.

#### **4.1 COLETA DAS INFORMAÇÕES E PERSPECTIVAS PROFISSIONAIS NECESSÁRIAS À ELABORAÇÃO DOS CENÁRIOS**

O estudo considera as possíveis contribuições da metodologia estudada para uma visão mais ampla dos possíveis cenários dos agentes atuais da indústria automobilística de autopeças diante do novo modelo elétrico, em especial do motor a combustão (MCI). Por se tratar de um tema exploratório, optou-se por realizar uma pesquisa bibliográfica, dados históricos da indústria automobilística e de autopeças, publicações de órgãos e associações representativas do setor, publicações de entrevistas com executivos da indústria em revistas especializadas, webinar's e encontros virtuais com executivos com vasta experiência no setor utilizando a ferramenta ZOOM (em decorrência das restrições e medidas sanitárias impostas pelas autoridades devido a pandemia do COVID19, essa atividade foi realizada utilizando-se a ferramenta ZOOM).

Os encontros virtuais são dos principais momentos do projeto, pois é aqui que florescem as discussões, os modelos mentais e as ideias que identificam as principais forças do ambiente que se relacionam com a questão principal.

A definição da questão principal foi realizada com base em pesquisas em base de dados de associações de empresas do mercado automobilístico. Cita-se ANFAVEA, SINDIPEÇAS, ABVE, IEA, OICA, IHS, publicações de empresas de consultoria KPMG, BOSTON CONSULTING, DELOITTE, em jornais e revistas especializadas e mídias digitais. Tomando como base, a lista dos tópicos relevantes ao estudo e, com a estrutura organizada dessa lista, definiu-se a questão principal.

Segundo Richardson (2012), as fontes dos dados históricos classificam-se em fontes primárias e fontes secundárias. Uma fonte primária é aquela que teve uma relação física direta com os fatos analisados, existindo um relato ou registro da experiência vivenciada. Os escritos de uma pessoa que relata a sua vida em termos históricos, ainda que o documento esteja elaborado na terceira pessoa, também constituem fontes primárias. Assim, as fontes podem ser de dois tipos: animada e inanimada. Uma fonte secundária é aquela que não tem uma relação direta com o acontecimento registrado, senão através de algum elemento intermediário.

O estudo tem início com a investigação de material de pesquisa visando identificar temas estratégicos relacionados com a indústria automobilística e de autopeças, destacando-se às exigências ambientais, no tocante à limitação de emissões de gases de efeito estufa a partir de 2030. Tema que tem sido amplamente discutido, que vem ganhando força nos últimos anos e que tem motivado as montadoras a investir pesadamente no desenvolvimento da motorização

elétrica como alternativa para o cumprimento das metas e prazos estabelecidos para a redução de gases de efeito estufa.

A partir da identificação e elaboração de uma lista que contempla limites geográficos e temporais com os fatores que podem influenciar o futuro, elas foram utilizadas para auxiliar a definição da questão principal.

Na segunda etapa, isso foi feito através da realização de sessões de brainstorming e discussões com profissionais especializados e de pesquisas em literatura e publicações especializadas no assunto. Para a realização destes encontros, selecionamos onze profissionais do mercado (vide relação tabela 8) e o critério utilizado para a escolha dos participantes considerou os seguintes requisitos:

- a) Estar exercendo ou ter exercido cargos de nível gerencial e/ ou direção em suas organizações;
- b) Ter experiência mínima de quinze anos de atividade neste mercado;
- c) Ter atuado diretamente no desenvolvimento de produtos;
- d) Ter desempenhado em suas empresas atividades relacionadas com planejamento de produto;
- e) Atuar no mercado de autopeças O&M e de reposição.

Foram realizadas duas sessões de brainstorming utilizando-se a ferramenta ZOOM, com duração de uma hora e meia cada uma, que contou com a participação de executivos da indústria de autopeças, que atuam tanto no atendimento direto às montadoras como no mercado de reposição. Nestas sessões foram discutidos temas de relevância cujo impacto teriam efeito na transição do veículo movido a combustão interna (MCI) para veículos elétricos (VE).

Por se tratar de um grupo de executivos com larga experiência e que atuam no setor há muitos anos não foi necessária a formalidade de apresentação de cada um, pois devido a suas atividades, participação em eventos, seminários promovidos pelas montadoras, sindicatos e associações de classe, todos eles mantêm relacionamento profissional entre si. No início da sessão, foi explicado a todos que, por se tratar de uma sessão de exploração de ideias, a palavra seria franqueada a todos, de modo a permitir a manifestação espontânea livre de qualquer crítica e/ou juízo de valor, deixando claramente expresso que não havia limitação de apresentação de ideias e/ou posição ou expressão de seus modelos mentais que pudessem ser consideradas certa ou errada. Como a reunião foi gravada, todas as ideias foram registradas e posteriormente compiladas em uma lista que será apresentada na sessão a seguir.

A relação dos participantes com seus respectivos perfis está listada na tabela abaixo:

Tabela 8 - Perfil dos participantes do brainstorming

Participante	Cargo e perfil dos Participantes	Experiência no mercado (anos)
P1	CEO - Sistemas de Marcha e Transmissões para veículos	30
P2	Diretor Comercial - Peças e acessórios para refrigeração e lubrificação	30
P3	Diretor Superintendente - Peças e transmissões para veículos	30
P4	Diretor Comercial - Peças e acessórios para veículos sistemas suspensão	20
P5	Gerente Comercial - Sistemas de vedação de rodas	20
P6	Gerente Comercial - Retentores e juntas de vedação	35
P7	Gerente Comercial - Fundição blocos motor ferro e alumínio	35
P8	Diretor Comercial - Vedações - Juntas de motor - defletores de calor	30
P9	Diretor Comercial – Eixos	25
P10	Gerente Comercial - Sistemas de exaustão	15
P11	Consultor – Rolamentos	35

Fonte: elaborado pelo autor (2021)

As conversas com os participantes levaram em média cerca de uma hora e meia e como todos já estavam familiarizados com o tema da conversa, as sessões transcorreram em um ambiente em que todos tiveram liberdade para expressar livremente suas opiniões com base na experiência profissional.

Os participantes foram também informados sobre como os dados seriam utilizados na construção de trabalho acadêmico por meio de e-mail e concordaram em participar, assim como com a divulgação dos resultados neste trabalho.

Após a definição dos fatores-chave, a terceira etapa do processo, consistiu na elaboração de uma relação e análise das forças motrizes (forças do macro ambiente) que podem influenciar os fatores-chave previamente identificados, com o intuito principal de procurar eventuais relações entre o macro e o microambiente.

## 5. APLICAÇÃO DO MÉTODO DE SCHWARTZ PARA CONSTRUÇÃO DE CENÁRIOS PROSPECTIVOS

### 5.1 IDENTIFICAÇÃO DA QUESTÃO PRINCIPAL

A questão principal identificada foi: “Quais são os possíveis cenários sobre a perspectiva da indústria local de autopeças fornecedora para veículos de passageiros e comerciais leves movidos por motor a combustão interna no mercado automotivo brasileiro para os próximos 20 anos frente a adoção do veículo elétrico?”

### 5.2 IDENTIFICAR OS FATORES-CHAVE (MICROAMBIENTE)

Esta etapa do projeto é destinada ao levantamento de fatores- chaves que podem influenciar o movimento de transição da adoção dos veículos elétricos (VE) em substituição aos veículos movidos por combustão interna (MCI). Entende-se por fatores-chave as principais forças existentes no ambiente próximo que estejam estreitamente relacionadas com o ramo de negócio da empresa e com a questão principal.

Os participantes expuseram suas opiniões e propostas de temas que foram anotadas pelo autor e posteriormente compiladas; foram levantadas no total 32 fatores chave que estão relacionados na tabela 9 abaixo:

Tabela 9 – Fatores chaves

	FATORES- CHAVES	EXPLANAÇÃO
1	As montadoras instaladas no Brasil estão fazendo investimentos para a transição do veículo com motor a combustão para o veículo elétrico	Até o presente momento, as montadoras não estão fazendo investimentos diretos no desenvolvimento dos veículos elétricos. Realizam testes em veículos importados com o objetivo de adequá-los as condições de rodagem no país. Ainda não existe uma regulamentação legal e critérios para o nosso mercado. O país tende a ser um replicador / produtor de peças desenvolvidas nas matrizes isto é, se o Brasil for competitivo.
2	Empresas estão interessadas em fazer investimentos no Brasil para a produção de baterias para o veículo elétrico	Estão em andamento assinatura de acordos para investimento e implantação de fabricas para a produção de baterias destinadas ao mercado de veículos elétricos ( Jornal do Carro 19/12/2020)
3	Qual(is) tecnologia(s) embarcada(s) estão sendo utilizadas nos veículos elétricos?	Além da própria tecnologia do veículo elétrico, está sendo utilizada também a tecnologia embarcada do veículo com motor a combustão
4	Estágio de desenvolvimento dos motores a combustão já estão em nível "state of the art" no tocante a emissão de GEE	Os motores atualmente em produção e uso no Brasil atendem as especificações de acordo com normativa Euro V



5	Considerando a matriz energética do Brasil, o Etanol pode ser considerado como uma vantagem competitiva	O etanol é uma alternativa viável e competitiva contra veículos elétricos desde que, seu preço não ultrapasse a 65% do preço do combustível derivado do petróleo. Os preços variam de acordo com ciclos de plantio e colheita da cana, entre 2009 e 2019 preços tiveram uma variação entre 59% e 66,4% com pico de 71,6% em 2011 (Ministério de Minas de Energia, 2019) O Brasil deve aproveitar a vantagem do Etanol - Pablo Di Si - Pres.VWB ( Valor Econ 21/02/21)
6	Principais barreiras para a difusão do veículo elétrico no Brasil?	Preço de venda do veículo elétrico, limitado portfólio de produtos a disposição dos consumidores, falta de: uma cadeia de fornecimento e industrialização no país, infraestrutura de redes e postos de recarga
7	Políticas públicas podem ser implementadas para incentivar e promover a difusão do veículo elétrico .	Redução de impostos incidentes sobre veículos elétricos; suspensão da aplicação da regra de rodízio em cidades onde ela é utilizada, permissão para trafegar em faixas de ônibus, criar áreas específicas para estacionamento; criar linhas de crédito com taxas diferenciadas de financiamento. Em sete estados brasileiros os veículos elétricos são isentos de IPVA (ABVE)
8	O aumento do preço de combustíveis fósseis pode gerar uma correlação que interfira positivamente na adoção do veículo elétrico	Por se tratar de uma commodity, os preços dos combustíveis fósseis estão sempre sujeitos a variação do mercado internacional e da flutuação do U\$ portanto, enquanto existir essa dependência, a tendência é de que haja uma correlação positiva que beneficie a difusão mais acelerada dos VE.
9	Investimento em desenvolvimento e capacitação profissional para atender a futura demanda dos veículos elétricos	O crescimento do mercado vai criar a demanda por profissionais especializados em veículos elétricos e as empresas deverão investir em programas específicos entretanto, o ritmo ainda é lento; deverá haver uma acomodação que acompanhe esse ritmo
10	Barreiras e oportunidades para que durante a fase de transição do veículo movido a combustão interna para o veículo elétrico	Alto custo com investimentos em P&D, adaptação das linhas de produção para o veículo elétrico, baixos volumes de produção, encarecimento de custos, mudança de conceito e aceitação da substituição de uma tecnologia dominante no mercado, montadoras dependentes de definições das matrizes
11	A infraestrutura de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica tem condições para suportar a futura demanda dos veículos elétricos	Estudos do Laboratório Mobilidade Elétrica da CPFL estimam que o consumo dos veículos elétricos ampliaria o consumo de energia entre 0,6% a 1,7% no SIN (Sistema Integrado Nacional) em 2030, para uma frota estimada entre 5 a 13 milhões de veículos (Beck, 2017).
12	A indústria brasileira está preparada para a produção de componentes para veículos elétricos	Filiais de grandes empresas de autopeças instaladas no Brasil estão se preparando para produzir peças e componentes para os veículos elétricos
13	As montadoras instaladas no Brasil têm demonstrado interesse em estabelecer relacionamentos de parceria com a cadeia de fornecimento local ou estão optando por importar os componentes	A política da montadoras é a de ter relacionamento com parceiros e fornecedores locais mas, no momento devido a falta de produção local e aos baixos volumes, no momento não se justifica investimento em nacionalização e as montadoras estão optando por importar
14	Quais fatores o consumidor leva em consideração para a decisão de substituir um veículo movido a combustão interna por um veículo elétrico	Questões que podem influenciar a decisão do consumidor : Preço de aquisição, quantidade de pontos de recarga, autonomia da bateria, tempo de recarga, rede de serviço
15	Novos entrantes no mercado de mobilidade, representam uma ameaça para as empresas já estabelecidas no País	A mobilidade deixou de ser considerada apenas para atender as necessidades de transporte, deslocamento de um local para outro e a produção de veículos. As próprias montadoras já estão reposicionando seus objetivos de negócios. Empresas de tecnologia já dão sinais de interesse em obter uma fatia maior no negócio

16	As alterações nos hábitos de compra do consumidor como o conceito de propriedade e o desejo de adquirir veículos afetarão os volumes do mercado	Estudos envolvendo a questão do comportamento das novas gerações em relação a forma de se locomover e de propriedade tem demonstrado que o nível de interesse na compra e posse de um automóvel tende a diminuir
17	A adoção por aplicativos, de modelo de utilização de veículos alugados e compartilhados causam impacto na mobilidade	A tendência da utilização de compartilhamento e aluguel de veículos é a de crescimento. O sucesso do modelo de negócios está associado a utilização de aplicativos mas, ainda existe uma parcela de consumidores que preferem o modelo tradicional de compra, posse e utilização independente do veículo.
18	O custo de aquisição dos VE é uma barreira de entrada	Comparados com os preços dos veículos a combustão interna, os preços dos veículos elétricos ainda são maiores do que os movidos a combustão interna. Um dos grandes desafios da indústria automobilística é o de aproximar os preços dos veículos elétricos aos níveis dos preços dos veículos movidos a combustão interna.
19	O menor custo de operação, rodagem e manutenção pode beneficiar a adoção do veículo elétrico	Os custos de manutenção dos veículos elétricos são em média 20 a 30% mais baratos do que os mesmos custos de um veículo a combustão interna (ABVE - mobilidade Estadão)
20	O impacto das exigências ambientais para a redução das emissões influencia o ritmo de adoção do veículo elétrico em substituição ao veículo movido a combustão interna	Exigências legais e acordos ambientais que regulamentem e façam restrições ao nível de emissões de GEE são fatores que impactam diretamente na substituição do motor a combustão
21	Relevância do papel dos incentivos governamentais para impulsionar a indústria no desenvolvimento da tecnologia dos veículos elétricos	O governo tem desenvolvido políticas e programas de investimento visando incentivar o desenvolvimento da indústria automotiva - Ex: ROTA 2030
22	Desenvolvimento de política diferenciada de crédito para incentivar a compra de veículos elétricos	Foram criadas linhas de crédito especiais para incentivar o crescimento do mercado de veículos movidos a combustão interna. Para os veículos elétricos, a criação de linhas de crédito especiais seriam uma alternativa para impulsionar as vendas
23	Impostos com alíquotas reduzidas e subsídios são fatores que podem incentivar a venda de veículos elétricos	O governo já reduziu os impostos de importação para veículos elétricos entretanto, falta um projeto mais abrangente para impulsionar a sua adoção
24	Reação do consumidor frente ao mercado de revenda dos veículos elétricos; como impulsionar este mercado	Mercado ainda incipiente devido ao baixo volume de vendas comercializados. A preocupação do consumidor deve ser relativa a facilidade e ou dificuldade de vender o veículo usado bem como qual será o seu valor de revenda
25	A oferta de mais modelos de veículos elétricos pode impulsionar as vendas	O mercado oferece um pequeno número de opções e os altos preços são fatores que ainda limitam a expansão do consumo
26	Desenvolvimento de rede de serviços e mercado de peças de reposição para veículos elétricos	Disponibilidade de mão de obra, rede de serviços e de peças de reposição são fatores essenciais para incentivar a adoção do veículo elétrico
27	Canais de vendas online representam uma força que pode incrementar o volume de vendas de veículos e peças de reposição	Lojas físicas ainda desempenham papel de grande relevância no atual modelo de negócios mas, os canais digitais deverão ganhar mais força. É necessário consolidar no consumidor as vantagens de compras em lojas virtuais
28	Empresas que atuam no mercado de reposição estão investindo em canais de vendas digitais	Grandes empresas fabricantes de componentes para o mercado de reposição estão fazendo investimentos e utilizando plataforma de vendas digitais já consolidadas, exemplo Mercado Livre. A Infraestrutura requerida e acesso à tecnologia é um dos principais desafios a serem vencidos

29	Quais estratégias podem ser adotadas pelas empresas que atuam no mercado de reposição, quer seja na produção e ou comercialização de itens destinados aos veículos movidos a combustão interna frente a transição para os veículos elétricos	Trata-se de um mercado que atende a veículos com um ciclo de vida média variando de veículo novo até 20/25 anos portanto, os efeitos de grande monta, neste mercado somente serão sentidos dentro dos próximos anos. Devido as características construtivas dos veículos elétricos que apresentam menor quantidade de componentes o turnover também deverá ser menor, além de sofrer a concorrência de produtos importados
30	O ciclo de desenvolvimento e de vida do produto são fatores limitantes a adoção de um ritmo de transição mais acelerado para que a frota de veículos elétricos tenha um crescimento expressivo até 2030	Produtos com longo ciclo de desenvolvimento, altos custos de investimento e com ciclo de vida média entre 5 a 7 anos, são fatores limitantes para uma introdução mais acelerada dos veículos elétricos no Brasil
31	Quais impactos na indústria automotiva brasileira após as matrizes definirem as suas estratégias de produto para o desenvolvimento do veículo elétrico e a tardia destinação de investimentos para o Brasil criar uma defasagem em relação a outros países	Seguir com a produção de veículos movidos por motor a combustão interna e devido a alternativa de biocombustíveis "indústria verde" - implementar melhorias de eficiência para os motores flexfuel. Para aproveitar a capacidade instalada, ser considerado como um polo produtor e exportador destes motores para outros países emergentes
32	Sendo subsidiárias das indústrias automotivas mundiais e, diante da tendência da eletrificação veicular, quais são as possíveis alternativas para as indústrias automobilísticas instaladas no Brasil	Como subsidiárias, restam poucas alternativas para as indústrias estabelecidas no País pois, dependem das matrizes para o desenvolvimento de novas tecnologias. Para atender ao mercado local e para outros mercados emergentes, elas podem continuar produzindo veículos e peças por um longo período, utilizando a tecnologia convencional do motor a combustão interna. A transição para a tecnologia do veículo elétrico poderá ser feita quando seus custos forem compatíveis com a realidade brasileira

Fonte: elaborado pelo autor (2021)

### 5.3 IDENTIFICAÇÃO DAS FORÇAS MOTRIZES E ELEMENTOS PREDETERMINADOS DE INCERTEZAS - (MACROAMBIENTE)

Esta é a fase mais intensiva do processo de pesquisa e deve estender-se sobre os mercados, novas tecnologias, fatores políticos, forças econômicas e ambientais. A identificação das forças motrizes foi feita com base na questão principal; nesse momento se identificaram quais forças eram fundamentais para a decisão a ser tomada. O objetivo era encontrar relações de dependência e conexões entre os diversos fatores

Após discussões e análise dos 32 fatores-chaves levantadas, os participantes concluíram por consenso definir como forças motrizes as variáveis relacionadas na tabela 10 abaixo.

Tabela 10 – Força Motrizes (macro ambiente)

Variável	FORÇAS MOTRIZES - MACROAMBIENTE
1	Investimento por parte das montadoras instaladas no Brasil para a transição do veículo com motor a combustão para veículo elétrico
2	Investimento no desenvolvimento de infraestrutura de geração, transmissão, distribuição de energia e de postos de recarga
3	Decisão das matrizes sobre estratégia de produto para a indústria automobilística brasileira
4	Como subsidiárias das indústrias automotivas mundiais, quais alternativas plausíveis para as indústrias automobilísticas instaladas no Brasil
5	Investimento na modernização da indústria automotiva brasileira para capacitar/adaptar a produção do veículo elétrico
6	Etanol como fonte alternativa ao veículo elétrico - aproveitamento da matriz energética brasileira
7	Utilização de motores com maior eficiência energética e utilização de combustíveis não fósseis com custos competitivos
8	Legislação e exigências ambientais limitando o nível de emissões GEE
9	Custo de aquisição, utilização e manutenção do veículo elétrico
10	Ciclo de desenvolvimento e vida do produto são fatores limitantes ao ritmo de adoção do veículo elétrico
11	Desenvolvimento de estratégia de vendas, implantação rede de serviços, vendas de peças de reposição e mercado de revenda

Fonte: elaborado pelo autor (2021)

#### 5.4 HIERARQUIZAÇÃO POR IMPORTÂNCIA E INCERTEZA

A seleção das forças motrizes que foram identificadas na tabela 9 dos fatores-chaves, foi feita a partir da realização de sessão de brainstorming com os executivos participantes do estudo – vide tabela 8. Uma vez definidos os fatores-chaves, o passo seguinte consistiu no exame e discussão aprofundada das forças do macro ambiente haja vista que elas poderiam influenciar diretamente a questão principal e os fatores-chave.

Nesse momento discutiu-se com o maior nível de detalhes os fatores políticos, econômicos, sociais, tecnológicos, ecológicos e legais (análise PESTEL) para se identificar e analisar os riscos, procurando as inter-relações entre as forças motrizes e o microambiente.

Nessa etapa o autor participou como moderador, anotando as sugestões propostas pelos participantes sem, contudo, interferir no desenvolvimento das ideias e conceitos dos participantes. Foi o momento no qual, os integrantes, todos com larga experiência de mercado,

teceram considerações a respeito dos fatores do microambiente que seriam capazes de influenciar a questão principal e o ritmo de adoção do veículo elétrico (VE).

As propostas e modelos mentais que surgiram foram filtrados objetivando equilibrar as ideias ambíguas e identificar conceitos plausíveis de acordo com a relevância da contribuição para o desenvolvimento do projeto, assegurando, contudo, que todas as ideias e propostas dos participantes estavam refletidas na relação dos fatores identificados que estão relacionados na tabela 11.

Após o levantamento dos 32 fatores-chaves definidas na fase de identificação mencionados na tabela 9, o passo seguinte foi o de se identificar as forças motrizes que impulsionam o setor para se determinar as incertezas críticas. Nesta fase o autor instruiu os participantes a abordarem todos os temas através de uma análise dedutiva explorando os 32 fatores-chave com o objetivo de se identificar as forças motrizes, uma vez que elas podem ter impacto direto na questão principal. Coube também ao autor monitorar as conversas de modo que as discussões sobre a identificação das forças motrizes se mantivessem dentro do escopo do trabalho e nos casos necessários redirecionar as discussões para que se tornassem produtivas e dentro dos objetivos do tema, que era encontrar relações de dependência e conexões entre os diversos fatores.

Essa é a fase mais intensiva do processo de pesquisa e deve estender-se sobre os mercados, novas tecnologias, fatores políticos, forças econômicas e ambientais. A identificação das forças motrizes foi feita com base na questão principal e nesse momento se identificaram quais forças eram fundamentais para a decisão a ser tomada. Após discussões e análise dos 32 fatores-chaves levantadas, os participantes concluíram por definir como forças motrizes as variáveis relacionadas na tabela 11 abaixo.

Tabela 11 – Forças motrizes e fatores-chave

	FORÇAS MOTRIZES	FATORES-CHAVE
1	Investimento por parte das montadoras instaladas no Brasil para a transição do veículo motor a combustão para veículo elétrico	Até o momento as montadoras instaladas no Brasil não estão fazendo investimentos diretos no desenvolvimento dos veículos elétricos. Estão realizando testes de rodagem nos importados para adequar as condições das estrada brasileiras. Ainda não existe regulamentação legal e critérios para nosso mercado
2	Investimento no desenvolvimento de infraestrutura de geração, transmissão, distribuição de energia e postos de recarga	Principais barreiras para a difusão do veículo elétrico; A infraestrutura de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica tem condições para suportar futura demanda dos veículos elétricos

3	Decisão das matrizes sobre a estratégia de produto para a indústria automobilística brasileira	Alternativa é seguir com produção de veículos movidos a combustão interna, aproveitando a capacidade instalada e ser um polo exportador para países emergentes
4	Como subsidiárias das indústrias automobilísticas mundiais, quais alternativas plausíveis que podem ser adotadas pelas indústrias instaladas no Brasil	Indústrias instaladas no Brasil, dependem das matrizes para o desenvolvimento de novas tecnologias. A médio e longo prazo, a indústria pode continuar produzindo veículos e peças utilizando a tecnologia convencional do motor a combustão, para atender ao mercado local e outros países emergentes. Transição para veículo elétrico a partir do momento que custos forem compatíveis
5	Investimento na modernização da indústria automotiva brasileira para capacitar / adaptar a produção do veículo elétrico	Alto custo com investimento em P&D, adaptação das linhas de produção para veículo elétrico, baixos volumes encarecem os custos Substituição de uma tecnologia dominante no mercado e dependência de definições da estratégias das matrizes
6	Etanol como fonte alternativa ao veículo elétrico - aproveitamento da matriz energética brasileira	Etanol como alternativa viável e competitiva contra veículos elétricos, historicamente preço médio entre 59 a 66,4% do preço de combustível fóssil
7	Utilização de motores com maior eficiência energética e utilização de combustíveis verdes com custos competitivos	Indústria seguir com produção de veículos movidos a combustão interna devido alternativa biocombustíveis e melhorar eficiência para motores flexfuel Aproveitar capacidade instalada e ser polo exportador para países emergente
8	Legislação e exigências ambientais limitando o nível de emissões de GEE	Os motores atualmente em produção atendem as especificações de emissão de acordo com normativa Euro V Exigências legais e acordos ambientais restringem nível emissão GEE e impactam na substituição do motor a combustão interna
9	Custo de aquisição, utilização, manutenção do veículo elétrico	Custo de aquisição veículos elétricos ainda são maiores que os movidos a combustão interna Desafio da indústria é o de aproximar os preços dos veículos elétricos aos níveis do combustível interna Custos de manutenção veículos elétricos são em média 20 a 30% menores
10	Ciclo de desenvolvimento e vida do produto são fatores limitantes ao ritmo de adoção do veículo elétrico	Longo ciclo de desenvolvimento, altos custos com investimentos em P&D para um ciclo de vida média entre 5 a 7 anos, são fatores limitantes para introdução mais acelerada dos veículos elétricos no Brasil
11	Desenvolvimento de estratégia de vendas, redes de serviço, vendas de peças de reposição e mercado de revenda	Mercado maduro para veículos movidos a combustão com ciclo de vida de novo até 20/25 anos - efeitos somente serão sentidos dentro dos próximos anos - custos de manutenção menores devido menor número de itens nos veículos elétricos Disponibilidade de mão de obra, rede de serviços e peças de reposição fatores essenciais

Fonte: elaborado pelo autor (2021)

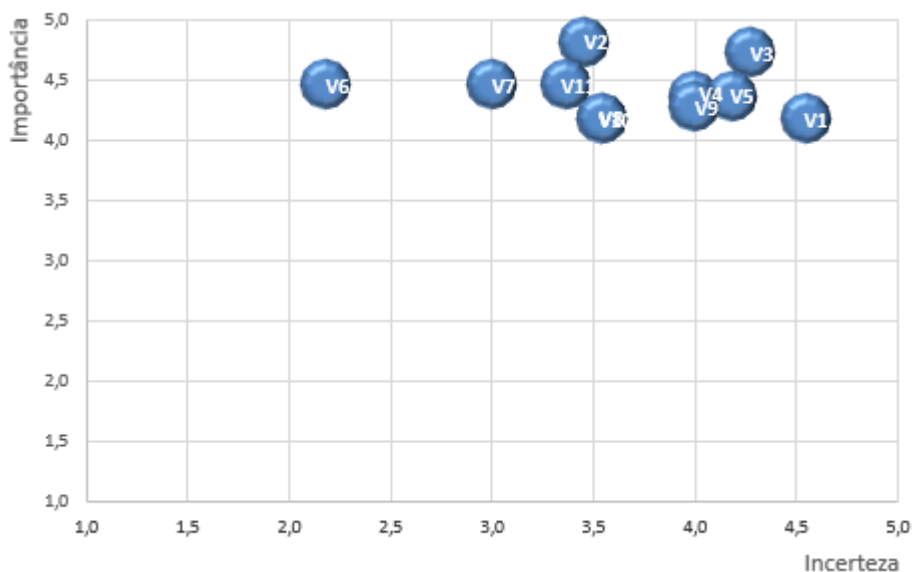
Após a definição das forças motrizes, elaboramos sua classificação através das respostas ao questionário que foi respondido pelos executivos participantes e que deram origem à tabela 12, matriz de hierarquização de importância e incerteza.

Marcial et al. (2002) sugere que as forças motrizes sejam classificadas através da utilização da matriz de incerteza crítica. Para identificar as variáveis que representam incertezas críticas, ordenaram-se as variáveis identificadas como incertas segundo seu grau de incerteza em relação ao ambiente futuro, atribuindo 1 (um) à variável com grau de incerteza mais baixo e “n” a que possuir o maior grau de incerteza. Adotou-se o mesmo procedimento para classificar essas mesmas variáveis quanto ao seu grau de importância para o sucesso da questão principal, atribuindo 1 (um) à variável de menor importância e “n” à variável de maior importância, para qual atribuímos “5” (cinco).





Figura 2 – Matriz de incerteza crítica do estudo



Fonte: Elaborado pelo autor

A classificação foi feita com base em dois critérios, seguindo a recomendação de Schwartz (1991), sendo o primeiro, o grau de incerteza para o sucesso da questão central, e o segundo, o grau de importância em torno desses fatores e tendências e alerta para atentar à definição do número de variáveis classificadas como críticas que deve ser limitada, pois a utilização de muitas variáveis pode trazer como consequência uma quantidade de cenários difíceis de serem administrados.

Foram identificadas as 5 forças motrizes que apresentaram os maiores valores médios de incerteza e importância:

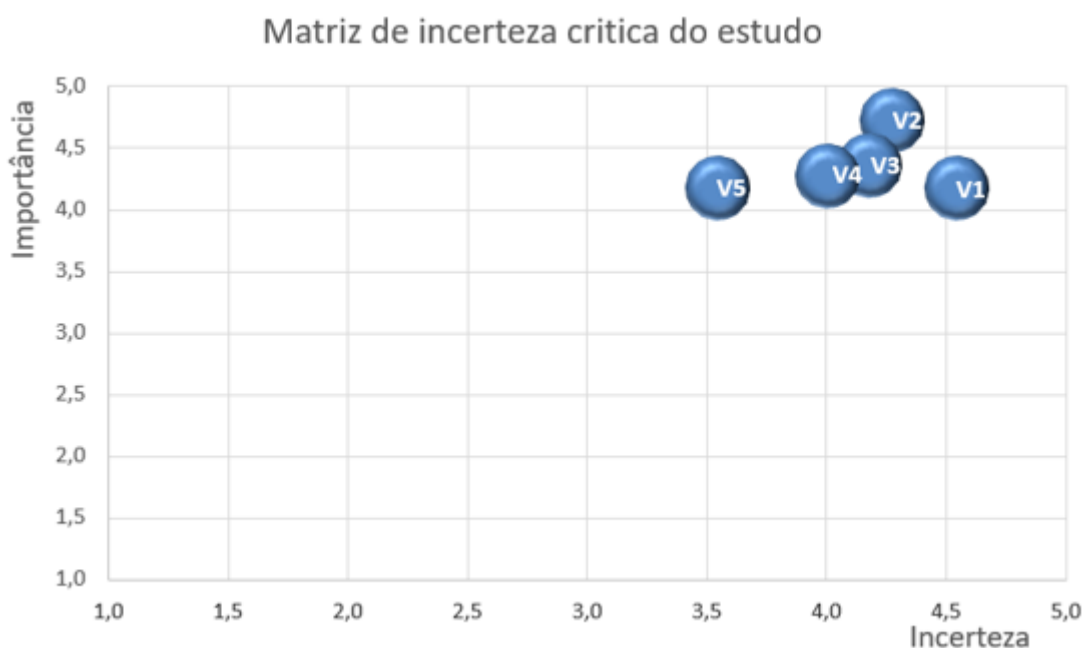
Tabela 13 – Matriz de incerteza crítica

MATRIZ DE INCERTEZA CRÍTICA - VALORES MÉDIOS				
Variável	Forças Motrizes	Incerteza	Importância	Somatória
V1	Força Motriz 1	4,55	4,18	8,73
V2	Força Motriz 3	4,27	4,73	9,00
V3	Força Motriz 5	4,18	4,36	8,55
V4	Força Motriz 9	4,00	4,27	8,27
V5	Força Motriz 8	3,55	4,18	7,73

Fonte: Elaborado pelo autor

A partir da hierarquização das variáveis críticas de incerteza e importância constrói-se um gráfico de incerteza x importância conforme recomendado por Schwartz (1991) onde as incertezas críticas são as variáveis com alto grau de impacto e incerteza. As variáveis classificadas com maior grau de incerteza e de importância serão definidas para compor os eixos ortogonais que irão diferenciar os cenários.

Figura 3 – Matriz de incerteza x Importância



Fonte: Elaborado pelo autor

Com base na matriz de incerteza e importância, cinco forças são identificadas como sendo as principais incertezas críticas. As demais foram consideradas como sendo fatores pré-determinados.

Apesar de termos identificado cinco incertezas, Schwartz (1991), recomenda a utilização de no máximo três eixos, sendo dois o número ideal, entretanto para ele, não se deve produzir três cenários, para evitar a tentação de identificar o intermediário como o mais provável e tratá-lo como uma previsão (Marcial, 2002).

Analizamos as cinco incertezas e devido a semelhança entre a Força Motriz 1 e Força Motriz 5 (vide quadro) decidiu-se por descartar a Força Motriz 5 e em seu lugar consideramos a Força Motriz 8 que apresenta os maiores valores médios de incerteza em relação às demais forças motrizes, em seguida, foram reunidas em dois grupos de duas variáveis conforme

relacionamos abaixo que irão compor os eixos ortogonais da matriz que possibilitará a visualização da lógica dos cenários:

- ☐ Grupo 1 – Investimentos modernização da indústria e estratégia de produtos, Forças motrizes variáveis V1 e V2;
- ☐ Grupo 2 – Custos de aquisição, manutenção dos veículos e Legislação ambiental, Forças motrizes variáveis V8 e V9.

## 5.5 SELEÇÃO E DEFINIÇÃO DA LÓGICA DE CENÁRIOS E DOS VETORES

A indústria automobilística é considerada como um importante polo de desenvolvimento tecnológico e inovação, gerador de emprego e renda além de ser um setor que demanda investimento intensivo em capital, contribuindo para o crescimento de curto e longo prazo nos países onde estão instaladas. Devido à busca constante por excelência em custos, produtividade e competitividade, o setor está sempre em transformação com impactos diretos em sua gestão produtiva.

Após terem sido identificadas a relação e agrupadas as incertezas, identificar a relação e agrupar as incertezas vide Figura 4 abaixo - realizamos uma nova sessão de brainstorming com os mesmo componentes do grupo que definiram os fatores-chave e as forças motrizes, assim, organizamos um novo encontro, seguindo os mesmos procedimentos da primeira reunião. A sessão foi realizada de forma virtual com a utilização da ferramenta ZOOM, com duração de duas horas e foi dividida em duas etapas: a primeira parte para definição dos eixos e lógica dos cenários e a segunda para definição das polaridades e enredos.

Diante desse contexto, consideramos como dois pilares de evolução dessa indústria : “desenvolvimento / inovação” e “investimentos”, sendo portanto os eixos ortogonais que melhor caracterizam a construção dos diferentes cenários deste estudo:

- ☐ Desenvolvimento / inovação
- ☐ Investimentos

As polaridades que melhor caracterizam os dois eixos e diferenciam o estudo dos cenários são:

- ☐ Progressivo e Tradicional
- ☐ Intensivo e moderado

Figura 4 – Eixos ortogonais



Fonte: Elaboração própria a partir de Marcial (2005)

Em qualquer cenário, o título, segundo Schwartz (1991), “é possuidor de uma carga tremenda, pois age como sua referência”. Ele serve como lembrança ou referência de um cenário específico. Logo, para exercer bem sua função, todo título deve condensar a essência da história escrita, delineada em poucas palavras. Os nomes a ele atribuídos devem dar a ideia da lógica dos cenários, além de ser de fácil memorização.

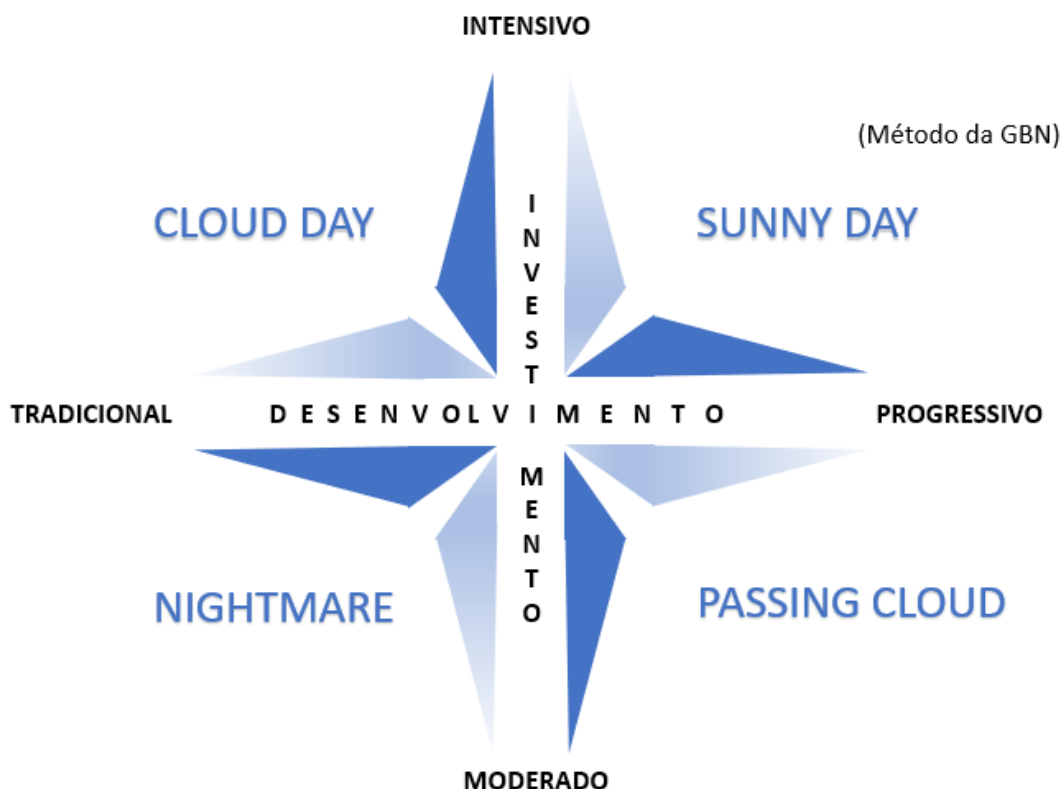
Foi apresentado aos participantes do trabalho os grupos das incertezas críticas, vide figura 5, e a seguir explicamos a dinâmica para se desenvolver e definir os nomes de cada um dos eixos, os quais devem seguir critério de utilidade, consistência e plausibilidade, não podendo entretanto, haver relação entre os eixos horizontais e verticais. Foram discutidas várias sugestões e após ter ouvido e anotado as propostas, foi elaborada uma pequena lista com quatro sugestões, tendo os membros do grupo definido os nomes dos eixos que melhor representam o estudo.

Após a definição dos nomes dos eixos ortogonais, o próximo passo foi a construção de uma matriz com quatro quadrantes onde cada um deles representa a lógica de um determinado cenário conforme descrito a seguir:

- Sunny Day – a lógica do cenário é de desenvolvimento “progressivo” e investimento “intensivo” o veículo elétrico (VE) tem uma difusão acelerada com forte tendência de declínio do motor a combustão (MCI);
- Passing Cloud – a lógica do cenário é o desenvolvimento “progressivo” e investimento “moderado”, as economias de custos totais do veículo elétrico (VE) não apresentavam vantagens significativas comparadas com as dos veículos movidos por combustão interna (MCI) não sendo portanto, suficientes para motivar sua difusão;
- Cloud day – a lógica do cenário é o desenvolvimento “tradicional” e investimento “intensivo”, com toda a tecnologia disponível e apesar da modernização das linhas de produção, o país não está preparado para oferecer um veículo elétrico (VE) feito para ser acessível ao consumidor;
- Nightmare - a lógica do cenário é o desenvolvimento “tradicional” e investimento “moderado”; a indústria não faz investimentos suficientes na atualização do line-up de veículos , o país não faz investimentos em infraestrutura, retrocede nos limites da legislação de emissões e os veículos movidos a combustão interna (MCI) continuam a ser o design dominante.

A representação da lógica dos cenários está configurada de acordo com a figura abaixo:

Figura 5 – Eixos ortogonais dos cenários



Fonte: Elaboração própria a partir de Marcial (2005)

## 5.6 DESCRIÇÃO DOS CENÁRIOS

Tendo definidas as lógicas que distinguem cenários, o próximo passo foi seu detalhamento, utilizando os dados da relação de fatores e tendências principais que foram identificadas na etapa anterior. A construção dos cenários foi realizada de forma narrativa, conforme proposto pelo método selecionado, explicando-se detalhadamente “como o mundo evoluiu durante o horizonte de tempo preestabelecido” (Marical, 2001 p.97).

Segundo Schwartz (1991), os cenários caracterizam-se, sobretudo, pelo fato de serem tanto plausíveis quanto surpreendentes. Eles devem ser capazes de quebrar velhos estereótipos e seu processo de elaboração deve ser o mais participativo possível, sem o que, certamente fracassarão.

As narrativas das estórias foram desenvolvidas, considerando-se a visão do narrador sob a ótica dos acontecimentos havidos entre os anos de 2020 a 2040, ano em que ele vive no futuro, por isso, as narrativas encontram-se no tempo passado.

### 5.6.1 SUNNY DAY

Entre os anos de 2020 e 2040 houve um salto gigantesco no desenvolvimento tecnológico. As montadoras investiram em fábricas de baterias e reduziram em mais de 70% o custo desses componentes, o que viabilizou a produção em massa de carros elétricos com preços equivalentes aos cobrados por modelos com motor a combustão.

A indústria automobilística brasileira, que chegou a ocupar a quarta posição mundial em volumes de produção e de vendas, vinha se recuperando de uma crise econômica que teve início em 2013. Em 2020, o setor começava a dar sinais de uma vigorosa retomada, mas o surto pandêmico da COVID19 paralisou o mundo inteiro. Novamente essa indústria volta a sentir os reflexos dos efeitos econômicos da redução de produção e vendas.

A frota de veículos elétricos e híbridos atingiu a marca de 41.000 unidades em 2021 e apresentava clara tendência de crescimento: as vendas triplicaram em comparação a 2019.

Com um programa de incentivos fiscais acompanhado de aportes das montadoras, fornecedores começaram a produzir componentes para os automóveis eletrificados, revertendo o processo de desindustrialização que afetava o país. Um novo parque fabril se consolida.

Os resultados obtidos superaram as expectativas. As vendas chegaram a 3,5 milhões de unidades em 2030, ante os volumes previstos por várias empresas de consultoria em função das expectativas do prolongamento da crise de abastecimento de semicondutores de 2021 / 2022 que afetou toda a cadeia de suprimentos. Finalmente, a produção retornou aos patamares de 2013, 17 anos após a crise da metade da segunda década do século XXI.

Seguindo a tendência mundial, movimentos relativos à mudança climática ganham tração no Brasil a partir de 2030 e tornam-se o centro da consciência social e política. Os consumidores querem veículos mais seguros e com menores níveis de emissões de gases do efeito estufa (GEE).

Com a adoção da agenda ESG (critérios para corporações e sociedade desenvolverem boas práticas ambientais, sociais e de governança), empresas adotam veículos elétricos (VE) em suas frotas. Esse movimento faz as locadoras ampliarem a oferta de automóveis que não emitem poluentes, o que movimenta ainda mais as linhas de produção.

Outro fator que acelerou a adoção dos veículos elétricos é a geração dos millenials que, devido aos efeitos colaterais da corona vírus, restringem a utilização de transporte por aplicativos e dos transportes públicos, intensificando a demanda desses veículos.

A indústria automobilística é compelida a desenvolver carros elétricos mais acessíveis e atraentes, que se tornam sucesso de vendas no Brasil. Essas opções foram também as mais procuradas nos serviços de assinatura, modalidade que se consolidou na terceira década do século XXI.

Para acompanhar a tendência de vanguarda e os sinais do mercado, o governo brasileiro criou políticas ambientais mais rígidas, definindo metas restritivas para emissões de GEE. São adotadas medidas de incentivo tanto para a indústria investir em pesquisa e desenvolvimento de produto como para estimular os consumidores.

É criado um programa de renovação de frota que concede bônus na troca de um veículo a combustão interna (MCI) por um modelo elétrico. Até o ano de 2035, o compartilhamento de veículos também avança.

Programas de investimento em geração de energia foram criados. A expansão da rede de recarga, antes concentrada na iniciativa privada, tornou-se política de estado. Novas edificações, sejam residenciais ou comerciais, foram obrigadas por lei a oferecer tomadas para automóveis. Surgiram vários startups investindo em soluções para o novo modelo de mobilidade.

Para aproveitar o potencial do mercado brasileiro, as matrizes das montadoras fizeram pesados investimentos no país e definiram estratégias de longo prazo para o desenvolvimento de baterias, além de estabelecerem parcerias com a cadeia de fornecedores para acelerar a produção e difusão do veículo elétrico (VE).

Apesar do avanço da eletrificação, os fabricantes ainda apostaram na melhoria dos motores a combustão interna (MCI). A iniciativa buscava aproveitar os biocombustíveis disponíveis no país. Entretanto, a eficiência energética não atendia completamente às metas estabelecidas pelo governo.

O país convive com diversos modelos de propulsão por um longo período: veículos movidos a gasolina, diesel, etanol e gás natural veicular (GNV) permanecem em circulação.

Conflitos internacionais trazem como consequência uma nova escalada dos preços do petróleo, a exemplo do que ocorreu na década de 1970. O contexto contribui significativamente para acelerar a adoção do veículo elétrico (VE), pois a indústria brasileira de biocombustíveis eleva, a reboque, os preços do etanol.

Com o contínuo investimento em baterias e o fortalecimento de parcerias com a cadeia de fornecedores locais, a indústria automobilística brasileira reduziu a dependência de componentes importados, cujos preços estavam sujeitos aos altos e baixos da variação cambial.



Os investimentos iniciados em 2030 para geração e distribuição de eletricidade deram resultado. Ampliada, a matriz energética confere confiança e independência na escolha entre veículos puramente elétricos ou híbridos.

Neste contexto de contínuo desenvolvimento tecnológico, de investimentos governamentais, e acompanhamento de tendência de eletrificação veicular, a indústria obtém sinergias e está preparada para competir e participar nos mercados americanos, europeus e asiáticos.

Devido ao acelerado crescimento das vendas, a indústria automobilística promove o lançamento de novos modelos e versões de carros elétricos (VE), e algumas montadoras chegam a anunciar o encerramento da produção de veículos com motores a combustão (MCI).

Os setores petrolífero e sucroalcooleiro reagem provocando uma guerra de preços, mas não conseguem segurar o avanço e a difusão dos veículos elétricos e híbridos. A partir de 2040, a produção dos veículos movidos a motor a combustão (MCI) segue em queda acentuada e os veículos elétricos (VE) confirmam sua supremacia e continuam sua trajetória crescente em um “Sunny Day”

### **5.6.2 PASSING CLOUD**

A indústria automobilística estava se recuperando de um período de crise iniciada em 2014, que resultou em uma queda significativa na produção e nas vendas. A depressão veio após 10 anos seguidos de resultados positivos.

Em 2013, foram fabricadas no Brasil 3,71 milhões de unidades. Em 2016, a indústria sofreu um baque com a redução de 41,5% em relação ao volume de produção daquele ano e apenas 2,17 milhões de veículos saíram das linhas de montagem.

Por se tratar de uma indústria de projeção mundial –que segue o direcionamento de suas matrizes na Europa, nos EUA e na Ásia, acreditava-se que, apesar dos problemas internos, o setor automotivo nacional seguiria recebendo aportes financeiros para sustentar o desenvolvimento e suportar a tendência da eletrificação veicular.

Estimulados pelas notícias de aportes financeiros veiculadas pela indústria automobilística, o parque industrial de fornecedores brasileiros acompanha o ritmo de investimentos em suas unidades de modo a poder acompanhar e atender as novas demandas dos veículos elétricos (VE).

Mesmo tendo sofrido reveses ao longo da crise, os prognósticos das indústrias ligadas ao setor sugeriam a continuidade da recuperação iniciada em 2017. Havia confiança em uma

retomada vigorosa a partir de 2020, mas as expectativas foram abaladas com o surgimento da pandemia de Covid-19, agravada com a crise mundial de abastecimento de semicondutores em 2021.

Com países isolados, interrupções nas linhas de produção, alta no preço dos insumos, desvalorização do real perante o dólar e falta de componentes em diversos momentos, os volumes no setor automotivo retrocederam aos níveis registrados em 2016, derrubando as perspectivas de uma recuperação a curto prazo.

Com a consequente queda de receitas, as indústrias foram obrigadas a se adequar à nova realidade e a redirecionar seus esforços. Manter a saúde financeira para atravessar mais um período de crise tornou-se a principal meta.

Os investimentos foram reduzidos, e em função de sua magnitude, as matrizes mantiveram os recursos para que o desenvolvimento dos veículos elétricos fosse realizado em seus países de origem. Essa decisão criou um hiato na inserção do Brasil nessa competição pelos recursos necessários ao desenvolvimento de produto. O país ficou em uma posição de “seguidor de tecnologia”.

Por sua vez, a economia teve uma profunda queda de geração de renda. As receitas do governo, que já estavam escassas, tiveram que ser redirecionadas aos programas de assistência social aos desempregados e às empresas afetadas pela crise, sendo que muitas delas encerraram suas atividades. Em 2020, após mais de 100 anos de operação no país, a Ford anuncia oficialmente, o encerramento de suas atividades industriais e fecha todas as suas fábricas. Milhares de empregos são perdidos.

Com a falta de recursos, o governo não tinha como oferecer incentivos para as indústrias investirem em pesquisa e desenvolvimento ou em infraestrutura, nem como conceder benefícios de redução de impostos.

Sem recursos e sem estímulos governamentais, veículos elétricos (VE) continuaram a chegar ao mercado apenas como importados – e com preços altos quando comparados aos veículos equipados com motores a combustão interna (MCI). Esses modelos continuaram a ser a tecnologia dominante por mais duas décadas.

Mesmo tendo compromissos com a agenda ambiental de redução de emissões de GEE, o país continuou dependendo da produção dos veículos movidos a gasolina, etanol ou diesel.

A redução dos custos de rodagem e de manutenção proporcionadas pelo veículo elétrico em comparação aos automóveis com motor a combustão não eram suficientes para motivar sua difusão, haja vista a total falta de infraestrutura e ao elevado custo de aquisição. Neste contexto

as expectativas de uma difusão acelerada dos veículos elétricos (VE) seguem os rumos como a de uma “passing cloud”

### 5.6.3 CLOUD DAY

O setor automobilístico esteve sob pressão no início do século 21 devido aos temas relativos à agenda ambiental e à pressão para se adotar práticas mais sustentáveis na cadeia produtiva. A indústria se manteve no centro dos debates, pressionada por legislações cada vez mais restritivas em relação às emissões de GEE.

Como alternativa, os fabricantes de veículos, em conjunto com seu parque de fornecedores, investiram na melhoria da eficiência de seus motores a combustão interna (MCI). Além da tecnologia flexfuel conciliada ao turbo, houve projetos envolvendo sistemas híbridos, carros elétricos e até movidos a pilha de hidrogênio alimentada por etanol, com nível de emissão de CO<sub>2</sub> próximo de zero.

Para aproveitar os recursos da matriz energética do país e ao mesmo tempo continuar inserido como player no mercado mundial, a indústria automotiva brasileira concentrou seus esforços no desenvolvimento de veículos híbridos com a utilização de motores a combustão interna flexfuel, com isso utilizando o etanol como combustível.

Esta alternativa ainda continuaria restrita a um nicho de mercado devido ao elevado preço final do veículo. A Toyota manteve a hegemonia de vanguarda e foi a primeira montadora a produzir no Brasil o veículo híbrido flexfuel Corolla com preço 23% maior que o modelo flexfuel convencional.

Tomava-se por premissa que os veículos elétricos (VE), mesmo não sendo uma novidade, representariam uma “disrupção”: seria o fim do paradigma que prevaleceu nos 100 anos anteriores, com o mercado dominado por veículos com motores a combustão interna (MCI).

Por sua vez, os governos que estiveram no poder tinham recursos escassos para investir na infraestrutura de geração de energia devido aos pesados gastos em assistência social gerados pela pandemia de Covid-19.

A necessidade de caixa era imensa: não havia espaço para redução de impostos incidentes sobre os veículos elétricos (VE), o que os tornava praticamente inacessíveis à maioria da população. A comercialização, portanto, ficou restrita a uma parcela de consumidores concentrados no mercado de veículos Premium, todos importados e cotados em dólar.

Apesar da existência de uma agenda ambiental, dos constantes aumentos nos preços dos combustíveis fósseis e das questões de saúde pública devido à exposição aos poluentes emitidos pelos veículos, as matrizes das montadoras tinham outra estratégia de produto e destinavam poucos investimentos às unidades brasileiras.

Com a inexistência de um mercado atrativo que justificasse aportes na transformação de suas unidades de produção, a cadeia de fornecedores manteve-se dependente do mercado de veículos movidos por motores a combustão (MCI). Com isso, afastaram-se cada vez mais do desenvolvimento de componentes para veículos elétricos (VE) e restritos ao fornecimento local perderam mais uma oportunidade de ser um player global.

Apesar dos menores custos de rodagem e de manutenção quando comparados aos carros movidos a gasolina, etanol ou diesel, a adoção do veículo elétrico (VE) pelos consumidores continuou em ritmo lento, com crescimento baixo ano após ano e sempre limitado a modelos de alto valor. O Brasil seguiu com participação inferior a 1% nas vendas globais de automóveis que podem ser recarregados na tomada.

Como consequência, a evolução do mercado de reposição de peças e de comercialização de veículos elétricos usados não se mostrou atrativo. Isso afastou ainda mais os potenciais consumidores do produto.

As startups, que tinham planos de investimentos em postos de recarga rápida de baterias, revisaram suas estratégias e postergaram todo o cronograma de execução. A expansão da rede ficou a cargo das próprias montadoras, como forma de incentivar o consumidor a adquirir seus produtos. Todavia esses investimentos foram direcionados para a ligação entre as grandes cidades e em estradas de maior tráfego de veículos.

O que parecia ser uma tendência de crescimento em função de todo o arsenal tecnológico desenvolvido em suas matrizes configurou-se como uma nuvem que passa. O país não estava devidamente preparado para oferecer um veículo elétrico (VE) feito para ser acessível ao consumidor em substituição ao automóvel movido por combustão interna (MCI), que continua sendo dominante, indefinidos e o país “não perde a oportunidade de perder uma oportunidade” como um “cloud day”.

#### **5.6.4 NIGHTMARE**

A legislação ambiental tornou-se mais severa, porém, o país não investe em infraestrutura. A expectativa pela chegada dos veículos elétricos (VE) nacionais se transformou em frustração.

É a figura do caos; as matrizes não fazem investimentos, pelo contrário. São os movimentos de desindustrialização, como o feito pela Ford em 2020 ao fechar suas fábricas após 100 anos de operação no Brasil, que se sobrepõem no mercado.

As startups que apostaram em postos de recarga rápida não conseguiram recuperar os recursos devido à falta de clientes rodando com veículos elétricos (VE). Muitas estações estão sucateadas.

O governo não estimula os consumidores por meio da redução dos impostos incidentes sobre os veículos elétricos. Com as dificuldades de infraestrutura, os carros que foram vendidos são desvalorizados no mercado de usados, o que dificulta ainda mais a comercialização de modelos zero-quilômetro. Havia o receio de grandes perdas no futuro.

Os preços dos combustíveis sofrem reajustes constantes. A indústria sucroalcooleira, devido a problemas climáticos, tem enormes perdas nas colheitas e não consegue produzir com custos adequados para atender tanto o mercado de etanol como o mercado de açúcar. O etanol, considerado como uma alternativa limpa e ambientalmente amigável, trava uma acirrada concorrência com os combustíveis fósseis. A indústria petrolífera reage fortemente e pratica preços que tornam os custos de produção do etanol insustentáveis frente ao preço de venda final ao consumidor.

Os veículos produzidos no país seguem em ritmo descompassado em relação aos modelos feitos pelas mesmas marcas em mercados mais maduros. Dessa forma, não são atraentes enquanto produtos de exportação e ficam restritos ao Brasil.

Sem fatores que motivem investimentos em novas tecnologias e com a necessidade de obter recursos oriundos de produtos já existentes, a indústria automobilística mantém a sua conhecida e bem-sucedida estratégia de produtos para países emergentes, apoiando-se em legislações locais menos exigentes em quesitos como segurança e eficiência energética.

As anunciadas paralizações da produção de motores a combustão interna (MCI) feitas por diversas montadoras, tornam-se apenas uma realidade em seus países de origem, mas devido à condição econômica que o país enfrenta, eles continuam a ser produzidos no Brasil, afastando o país da participação nos mercados americanos, europeus e asiáticos.

Por sua vez, diante da realidade que se apresentava, o governo retrocede e alivia as pressões sobre exigências ambientais. O país não consegue atingir níveis mínimos de emissões de GEE exigidos em outros mercados e sofre sanções da Comunidade Europeia e dos EUA.

A fabricação de veículos equipados com motores a combustão interna (MCI) segue por mais duas décadas, confirmando assim a supremacia e a dependência desse tipo de automóvel. Sem a possibilidade de acompanhar o ritmo de desenvolvimento atualizado de suas matrizes, a

indústria de autopeças brasileira continua refém de um aprisionamento tecnológico (lock-in) e continua a enfrentar seu “nightmare”

## **5.7 ANÁLISE DAS IMPLICAÇÕES E ALTERNATIVAS**

Através da análise das incertezas e das forças motrizes avaliaram-se impactos de inovações potencialmente disruptivas na indústria automotiva em um horizonte temporal de 20 anos. Considerou-se também ameaças e oportunidades para o Brasil de as empresas do setor de enfrentarem os riscos decorrentes do processo de transição do veículo movido por combustão interna (MCI) para os veículos elétricos (VE), bem como a capacidade para superá-los.

As narrativas construídas indicam o complexo contexto envolvendo as questões relativas ao desenvolvimento de políticas públicas, cumprimento das exigências dos acordos de limitação de emissão de gases efeito estufa, matriz energética brasileira, utilização de biocombustíveis e não menos importante os interesses das matrizes de investir em novas tecnologias no Brasil, em uma fase onde se requer uso intensivo de capital em seus países de origem.

A evolução tecnológica requerida pelo veículo elétrico (VE) traz no seu bojo a necessidade de formação de parcerias com os fornecedores locais que contam com capacidades limitadas, tanto do aspecto tecnológico, quanto das limitações de recursos para acompanhar o ritmo de desenvolvimento das montadoras.

Ficou evidenciada a importância da participação dos órgãos governamentais no sentido de definir especificações claras para a eletrificação veicular bem como da criação de programas de incentivo a sua difusão. Cito como exemplo a Lei nº 17.336/2020 do Município de São Paulo, determinando que a partir de 01 de abril de 2020, todos os prédios em construção terão que disponibilizar estações de carregamento para carros elétricos e híbridos plug-in. (Calejo, 2020)

Por outro lado, após quase um século de predominância da tecnologia do motor a combustão interna (MCI), é de se esperar que a transição para o veículo elétrico (VE) seja feita de forma lenta e gradual, pois até o presente momento, ainda não está claramente definido qual será o tipo de propulsão veicular que será o mais adequado às condições do país: se o veículo puramente elétrico movido a bateria; se o veículo híbrido combinado com motorização flexfuel, cuja adoção possibilita a utilização do etanol, ou os veículos movidos a célula de combustível.

Trava-se ainda uma disputa para se definir qual poderá ser o design dominante da propulsão desse futuro veículo.

Com certeza este trabalho não tem como objetivo exaurir todas as alternativas existentes no mercado, mas buscou em seus quatro cenários oferecer uma visão de longo prazo sobre o tema, possibilitando uma análise de fatores-chaves e cenários plausíveis.

## **5.8 SELEÇÃO DE INDICADORES E SINALIZADORES PRINCIPAIS**

Para dar suporte e acompanhar o desenvolvimento dos quatro cenários, elaboro uma lista indicadores com características robustas que podem ser aplicados a eles e serem acompanhados com frequência de acordo com os índices oficiais publicados pelo governo, montadoras e organizações do setor.

A seguir relacionam-se os indicadores -chaves de monitoramento:

- ☐ Produção mensal de veículos e sua distribuição por modalidade de propulsão, a combustão interna, elétrico, híbrido, célula de combustível, outros;
- ☐ Evolução das vendas de veículos novos e sua distribuição por modalidade de propulsão, a combustão, elétrico, híbrido, célula de combustível, outros;
- ☐ Análise comparativa dos preços dos veículos de acordo com sua modalidade de propulsão;
- ☐ Políticas públicas dos governos federais, estaduais e municipais visando incentivar a adoção de veículos movidos por modalidade de propulsão alternativa ao motor a combustão interna;
- ☐ Comparativo de custos de manutenção entre veículos movidos por propulsores a combustão interna e os movidos por propulsores elétrica, híbridos e células de combustível;
- ☐ Evolução dos custos dos combustíveis fósseis, biocombustíveis e energia elétrica;
- ☐ Investimentos governamentais e privados em infraestrutura de postos de recarga de veículos elétricos;
- ☐ Difusão dos postos de recarga em todas as regiões do país;
- ☐ Investimentos por parte das indústrias automobilísticas em P&D em veículos movidos por propulsão elétrica e adaptação de suas linhas de produção;

- ☐ Evolução das parcerias e desenvolvimento do parque de fornecedores na cadeia de fornecimento;
- ☐ Acompanhamento da evolução da agenda ambiental no tocante às definições de políticas relacionadas à restrição de emissões de GEE.



## 6. CONCLUSÕES

O presente estudo teve como objetivo a construção de cenários para a indústria automotiva de veículos de passageiros e comerciais leves movidos por combustão interna no Brasil e procurou analisar possíveis alternativas que essa indústria poderá enfrentar em relação à adoção do veículo elétrico (VE). Para se conseguir atingir este objetivo, utilizamos o modelo de Schwartz, composto por oito passos para a construção de cenários que consideram a análise da situação atual e a visualização de potenciais situações futuras. A partir da aplicação do modelo, identificamos as forças motrizes e os fatores-chave que deram origem a dois grupos de incertezas críticas e deles foram derivados dois grupos que compuseram os eixos ortogonais do estudo, sendo: a) desenvolvimento; e b) investimento. Com base no posicionamento destes dois fatores, construíram-se os cenários.

Cabe ressaltar que o desenvolvimento desses cenários não tem como objetivo principal a previsão de futuro, pois segundo Godet (2008), “O futuro é múltiplo, indeterminado e aberto a uma grande variedade de possibilidades”.

Esse estudo contribui para a literatura de planejamento de cenários da indústria automobilística de autopeças, podendo auxiliar na construção de potenciais cenários prospectivos descritos nessa pesquisa e para empresas específicas que em particular queiram utilizar desse método como uma ferramenta estratégica de possíveis visões de futuro.

No âmbito global, a indústria automobilística está enfrentando desafios tecnológicos que evidenciam uma clara tendência de possíveis rupturas nos próximos 20 anos.

Trata-se de uma transformação que abrange o desenvolvimento e a utilização de novas tecnologias, em substituição às tradicionalmente existentes dos motores movidos por combustão interna (MCI), visando otimizar sua eficiência energética e simultaneamente contribuir para a redução das emissões de CO<sub>2</sub>.

Nesse contexto, o veículo elétrico (VE) é uma das opções viáveis para atender a agenda ambiental e as novas demandas da sociedade, devendo apresentar uma trajetória de crescimento.

Qualquer que seja a estratégia em desenvolvimento, os motores a combustão interna (MCI) estarão fadados ao declínio não importando qual o tipo de combustível.

A difusão do veículo elétrico (VE) surge como uma ameaça para os veículos movidos por combustão interna (MCI), principalmente para as empresas que têm seu modelo de negócios centrado na produção de peças para esse modelo de propulsão.

Mesmo contando com uma matriz energética predominantemente renovável que pode beneficiar alternativamente veículos movidos por motores que utilizam biocombustíveis (flexfuel), é possível prognosticar que haverá um mercado crescente para os veículos elétricos (VE) com a consequente redução de volume dos veículos movidos a combustão interna (MCI).

Tendo em vista a condição atual que está atravessando a indústria automobilística a nível mundial, foi consenso entre todos os participantes que a transição do veículo movido a combustão interna (MCI) para o veículo elétrico (VE), é um fato inquestionável e deve ganhar tração.

Devido às características do mercado brasileiro, o ritmo desta transição deverá ser lento e gradual, em função do sucesso da tecnologia dos veículos movidos a combustão interna (MCI), da matriz energética brasileira, da utilização dos biocombustíveis e das condições de contorno da infraestrutura que necessita de maciços investimentos. A evolução da combinação de todos estes fatores contribuirá para que nos próximos 20 anos veículos elétricos (VE) conquistem uma parcela significativa do mercado, entretanto, a tecnologia dominante ainda deverá ser a dos veículos movidos a combustão interna (MCI).

Uma limitação do estudo deve-se ao fato de ter sido realizado com participação de um número reduzido de 11 executivos que foram selecionados a partir de suas posições de liderança nas empresas que trabalham, larga experiência de atuação na indústria automobilística e de autopeças. Todos eles com suas visões estratégicas próprias sobre o mercado, trabalhando em empresas distintas e por questões de “compliance” não competem entre si.

Pelos resultados das avaliações sobre incertezas, observou-se que a visão de futuro desses profissionais a respeito da indústria automobilística e de autopeças, apresenta-se com certa semelhança. Esta condição delimita a amplitude de visão que seria possível com a participação de outros stakeholders.

Como novas oportunidades de pesquisa, identificaram-se: 1) selecionar um número maior de executivos participantes com experiência na área; 2) selecionar e incluir participantes com experiência em áreas diversas não relacionadas à indústria automobilística; e 3) incluir a participação dos stakeholders, consumidor ou não consumidor de veículos.

As visões e expectativa do futuro de um número maior de participantes, principalmente daqueles que não atuam na área do público consumidor e não consumidor de veículos, certamente influenciarão os resultados dos fatores críticos, tornando-os mais dispersos na construção da matriz de importância e incerteza e com isso delinearão novos eixos e novos cenários.

Como a dinâmica do desenvolvimento da indústria automobilística segue um processo de constantes inovações e introdução de novas oportunidades, recente notícia divulgada na imprensa informa que a matriz da VW decidiu lançar mão de uma estratégia alternativa para manter e aumentar a relevância do Brasil e sua região nos planos globais do grupo – e no cenário automotivo mundial. Para cumprir com esses objetivos, a VWB será o polo central de desenvolvimento e incluirá o etanol em seu plano global de descarbonização com o objetivo de combinar o biocombustível com eletrificação, desenvolver motores flex, produzir modelos híbridos e avançar na pesquisa de células de hidrogênio. Novas informações como esta devem ser monitoradas e caso os planos da indústria sejam confirmados, será possível a elaboração de novos cenários.

Para finalizar, esse estudo buscou trazer uma contribuição para o desenvolvimento de processos de planejamento estratégico e a técnica de cenários prospectivos pode ser utilizada como uma ferramenta que contribuirá para a visão de futuro da empresa.

## REFERÊNCIAS

ABVE. 10 razões para a manutenção do carro elétrico ser mais barata. 2021. <https://mobilidade.estadao.com.br/inovacao/10-razoes-para-a-manutencao-do-carro-eletrico-ser-mais-barata/>

ADNER, Ron – Ecosystem as Structure: An Actionable Construct for Strategy – Journal of Management – Vol 43 No.1, January 2017; 39-58 – DOI: 10.1177/0149206316678451

ALVES, Mariana de Lemos; BRANDÃO, Luiz Eduardo Teixeira - Automóvel Flexfuel: Quanto vale a opção de escolher o Combustível? – XXXI Encontro da ANPAD - Rio de Janeiro -2007

ANFAVEA – Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores. [www.anfavea.com.br/](http://www.anfavea.com.br/) Consulta 02 de agosto 2020

AUTOPAPO. 2021. <https://autopapo.uol.com.br/noticia/carros-eletricos-no-brasil/> Consulta em 16 de junho 2021.

BARAN, Renato; LEGEY, Luiz Fernando Loureiro; Veículos elétricos: história e perspectiva no Brasil – XIII Congresso Brasileiro de Energia (novembro de 2010) – BNDES Setorial 33, p.207-224

BARASSA, Edgar, CONSONI Flavia L , O renascimento dos veículos elétricos: trajetória e tendências atuais – Com Ciência - SBPC – Revista Eletrônica de Jornalismo Científico – 2015

BCB (2021) <https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/historicocotacoes> Acesso em 16 de julho de 2021.

BECK, Raul Fernando – Revista Pesquisa Fapesp - 2017 A ascensão dos elétricos (<https://revistapesquisa.fapesp.br/a-ascensao-dos-eletricos/>) – consulta 17/06/2021

BERGER, Lars Torsten; INIEWSKI, Krzysztof - Smart Grid Applications, Communications and Security – John Wiley & Sons, Inc, Publication – 2012

BORBA, Bruno Soares Moreira Cesar – Modelagem Integrada da Introdução de Veículos Leves Conectáveis à Rede Elétrica no Sistema Energético Brasileiro – Rio de Janeiro : UFRJ/COPPE, 2012

BORDEN, Eric J., BOSKE, Leigh B., Electric Vehicles and Public Charging Infrastructure: Impediments and Opportunities for Success in the United States - Center for Transportation Research – University of Texas at Austin – 2013

BOSTON Consulting Group - The Electric Car Tipping Point – November 2, 2017.

BRUNETTI, Franco – Motores de Combustão Interna – 2012 Volume 1 – 1ª. Reimpressão 2013 Editora Edgard Blucher Ltda.

BUARQUE, Sergio C – Metodologias e Técnicas de Construção de Cenários – IPEA – Fevereiro 2003 – pag. 22 – 23 - 24

CBIE – Centro Brasileiro de Infraestrutura – O que é o Rota 2030 – artigos 12 de junho 2020

CALEJO, Marco. Agora é Lei: Empreendimentos novos terão de prever recarga de veículos elétricos. 2020. <https://www.saopaulo.sp.leg.br/blog/agora-e-lei-empreendimentos-novos-terao-de-prever-recarga-de-veiculos-eletricos/> - consulta 31/05/2021

CHAN, C.C. The State of the Art of electric, Hybrid and Fuel Cell Vehicles. Proceedings of the IEEE.95 (4), pp. 704-718, 2007.

CHAN, C.C.; CHAU, K.T. – Modern Electric Vehicle Technology – Oxford Science Publications – 2001

CARVALHO, I.C.M., - Qual educação ambiental? Elementos para um debate sobre educação ambiental e extensão rural. Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável, Porto Alegre, v.2, n.2, abr/jun2001.

CASTRO, Bernardo Hauch Ribeiro de; FERREIRA, Tiago Toledo - Veículos elétricos: aspectos básicos, perspectivas e oportunidades. BNDES – Setorial 32, p.267-310 – Setembro 2010.

CMADS – Comissão de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – 2017 - <https://edemocracia.camara.leg.br/audiencias/sala/reuniao/48388> - consulta 07/07/2021 8:58 hs

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento – Monitoramento Agrícola – Cana de Açúcar – V.7 Safra 2020/21 – N.3 – Terceiro levantamento – dezembro 2020.

CONSONI, Flavia L; BARASSA, Edgar; MORAES, Henrique Botin. – Conhecimento Científico e Tecnológico para o Veículo Elétrico no Brasil: Uma análise a partir das Instituições de Ciência e Tecnologia e Seus Grupos de Pesquisa. Desafio Online, Campo Grande,v.4n.2, Agosto 2016

CORNÉLIUS, Peter; Van de PUTTE, Alexander; ROMANI, Mattia – Three Decades of Scenario Planning in Shell – California Management Review – VOL 48, NO 1 FALL 2005

COWAN, Robin, HULTÉN, Staffan, 1996,” Escaping Lock-In: The Case of Electric Vehicle”. Technological Forecasting and Social Change, v.53, pp.61-79

DA SILVA, Bruce Tatiana e al, Cadernos FGV Energia Maio, 2017.

DA SILVA, Bruce Tatiana, Caderno FGV Energia, Dezembro.2017.

DATAGRO – Plinio Nastari. 2020 - <https://portal.datagro.com/pt/column/36660/plinio-nastari> - consulta em 21 de janeiro de 2021.

DELOITTE University Press – Pattern of Disruption - Anticipating Disruptive Strategies in a world of unicorns, black swans, and exponentials – 2015

De MELLO, A.M., R. Marx y A. Souza (2013), “Exploring Scenarios for the Possibility of Developing Design and Production Competencies of Electrical Vehicles in Brazil,” International Journal of Automotive Technology and Management, Vol.13, No. 3, pp. 289-314.

DIEESE Desenvolvimento e estrutura da indústria automotiva no Brasil - Nota Técnica Número 152 – dezembro 2015

ECONOMIA Uol. 2021. <https://economia.uol.com.br/noticias/estadao-conteudo/2021/01/17/participacao-da-industria-automotiva-deve-cair-ainda-mais.htm>

FANI, Ana Alessandri Carlos – Novos Caminhos da Geografia – Ed. Contexto – 2005

FAPESP. Proálcool: uma das maiores realizações do Brasil baseadas em ciência e tecnologia | AGÊNCIA FAPESP 2016 - <https://agencia.fapesp.br/proalcool-uma-das-maiores-realizacoes-do-brasil-baseadas-em-ciencia-e-tecnologia/24432/>

FREYSSINET, Michel - The second automobile revolution. Promises and Uncertainties The Second Automobile Revolution. Basingstoke and New York: Plagrave Macmillan, 2009. - GERPISA international network

FREYSSINET, M., Three possible scenarios for cleaner automobiles, International Journal of Automobile Technology and Management, issue n°4, 2011. Digital publication, freyssenet.com, 2013, 217 Ko, ISSN 7116-0941. CNRS, GERPISA

GARAGEM 360 (2021). Carros 2021: veja os 20 modelos mais vendidos até aqui. <https://garagem360.com.br/carros-2021-mais-vendidos/> Acesso em 16 de junho de 2021.

GEELS, F.W. (2004) 'From sectoral systems of innovation to socio-technical systems: insights about dynamics and change from sociology and institutional theory', Research Policy, Vol. 33, Nos. 6–7, pp.897–920

GEELS Frank W., A socio-technical analysis of low-carbon transitions: Introducing the multilevel perspective into transport studies, Journal of Transport Geography(24), pp. 471-482, 2012

GIL, A. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas, 1999. – São Paulo: Atlas 1999

GODET, Michel. Manual de prospectiva estratégica: da antecipação a ação. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1993.

GODET, Michel; ROUBELAT, Fabrice; Creating the Future – The use and misuse of scenarios Long Range Planning Vol.29, n°2, pp. 164-171, 1996

GODET, Michel; La Caja de Herramientas de La Prospectiva Estratégica – Cuadernos de LIPS – Laboratoire d'Investigation Prospective et Stratégique – Abril 2000

GODET, Michel, DURANCE, Philippe, DIAS, Julio. A prospectiva estratégica para as empresas e os territórios. IEESF: Lisboa, 2008.

GODET, Michel; DURANCE, Phillipe; GERBER, Adam. Strategic Foresight – La Prospective – Use and Misuse of Scenario Building – research working paper (#10) – Cahiers du LIPSOR – LIPSOR Working Paper – Edition Dunod in its Topos collection in September 2008

HEIJDEN, Kess Van Der; Scenarios, The Art of Strategic Conversation – John Wiley & Sons -1996

HUMPHREY, John, MEMEDOVIC Olga – The Global Automotive Industry Value Chain – UNIDO United Nations Industrial Development Organization – Institute of Development Studies – Brighton, UK: Viena 2003

HUTH, C.; WITTEK, K. and SPENGLER, T.S. –“Elektrifizierung des Antriebsstrangs” Neue Mobilität, January 2012 – Vol.6, pp. 106-107.

IBGE - <https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/> consulta 09 de agosto 2020

IEA, International Energy Agency (2012c) Technology Roadmap: High-Efficiency, Low-Emissions Coal-Fired Power Generation. IEA. Paris.

IEA – International Energy Agency (2013) Global EV Outlook 2013

IEA – International Energy Agency (2015) Global EV Outlook 2015

IEA – International Energy Agency (2016) Global EV Outlook 2016

IEA – International Energy Agency (2018) Global EV Outlook 2018

IEA – International Energy Agency (2019) Global EV Outlook 2019

IEA – International Energy Agency (2020) Global EV Outlook 2020

IEL – Instituto Euvaldo Lodi –@ 2018 - Estudo de Sistema Automotivo – Industria 2027 – MEI- Mobilização Empresarial pela Inovação

ICCT, The International Council on Clean Transportation, Passenger vehicle greenhouse gas and fuel economy standards: A global update, ICCT, Washington DC, 2014.

IHS-Markit Information Handling Services – Edition April 2019.

IPCC - THE Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – História do Petróleo – 2010. Ano 7 Edição 59 – 29/03/2010

JORNAL DO CARRO. Brasil terá polo de produção de baterias e componentes para veículos elétricos. 2020. <https://jornaldocarro.estadao.com.br/carros/brasil-polo-producao-baterias-veiculos-eletricos/>

KATO, Jerry Miyoshi – Cenários Estratégicos para o Transporte Rodoviário de Cargas no Brasil – Florianópolis 2005. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, 2005

KLUG, Florian – Logistics implications of electric car manufacturing; Munich University of Applied Sciences, - Int. J. Services and Operations Management, Vol. 17, No.3, 2014

KOSOW Hannah, GASSNER Robert - Methods of Future and Scenario Analysis - Overview, Assessment, and Selection Criteria - The German Development Institute – 2008.

KPMG International – Mobility 2030: Transforming the Mobility Landscape How consumers and businesses can seize the benefits of the mobility revolution. 2019.

LEFF, Enrique. Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade e poder. Petrópolis: Vozes. 2001.

MARCIAL, Elaine C. & Costa A.J.L - O uso de cenários prospectivos na estratégia empresarial: Vidência especulativa ou Inteligência Competitiva - Anais do 25º Encontro da ANPAD Campinas, set. 2001

MARCIAL, Elaine – Cenários Prospectivos – Escola Nacional de Administração Pública ENAP – DFP – Coordenação da Formação de Carreiras – Brasília – Maio 2005

MARCIAL, Elaine Coutinho; GRUMBACH, Raul José dos Santos. Cenários prospectivos: como construir um futuro melhor. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2002 Adobe Digital Editora 1a. edição digital 2011

McALINDEN et al. (2000) Michigan Automotive Partnership Research Memorandum, n. 2. Michigan, - The High Technology Automotive State UMTRI Report No 2000-24-2

Mc Master, M; Antevisão: explorando a estrutura do futuro. In J.M.F. Ribeiro (org). Prospectiva e cenários: uma breve introdução metodológica. Lisboa: Departamento de Prospectiva e Planejamento, 1997

MELO, Victor Andrade de. O automóvel, o automobilismo e a modernidade no Brasil (1891-1908). Revista Brasileira Ciência Esporte, Campinas, v. 30, n. 1, p. 187-203, set. 2008.

MILANEZ, Artur Yabe, MANCUSO, Rafael Vizeu, GODINHO, Renato Domith, POPPE, Marcelo Khaled – 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.

MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA, DENTRAN – Departamento Nacional de Transito, RENAVAL – Registro Nacional de Veículos Automotores anos 2011 a 2019 - <http://antigo.infraestrutura.gov.br/component/content/article/115-portal-denatran/8552-estat%C3%ADsticas-frota-de-ve%C3%ADculos-denatran.html> – consulta 10 de agosto de 2020

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA –Resenha Energética Brasileira – Exercício de 2018 –Edição de Maio de 2019

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – Plano nacional de Energia 2050 – pg 117 – 209 – Brasília MME/EPE, 2020

MORITZ, Gilberto de Oliveira. Planejando por Cenários Prospectivos: A construção de um referencial metodológico baseado em casos. Florianópolis, 2004. 151 páginas. Tese(Doutorado em Engenharia de Produção) Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, 2004



Motor1. Disponível em: Motor1.uol.com.br - 2021

OGILVY, J.; SCHWARTZ, P. , Plotting your scenarios 2004. – Global Business Network

OICA INTERNATIONAL ORGANIZATION OF MOTOR VEHICLE MANUFACTURERS. 2019 Disponível em: <https://www.oica.net/category/production-statistics/2019-statistics/>

OLTRA, V. and SAINT-JEAN, M. (2009) ‘Sectoral systems of environmental innovation: an application to the French automotive industry’, *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 76, No. 4, pp.567–583.

ONU Brasil. Meio ambiente | ONU Brasil <https://nacoesunidas.org/acao/meio-ambiente/08/05/2020>

ORSATTO, R.J. and Clegg, S.R. (1999) ‘The political ecology of organizations’, *Organization & Environment*, Vol. 12, No. 3, pp.263–279.

ORSATO, Renato J; DIJK, Marc; KEMP, René - The emergence of an electric mobility trajectory – May 08 2012 - *Energy Policy* 52 (2013) 135–145.

Di SI, Pablo- Pres.VWB (Valor Economico 21/02/21). <https://valor.globo.com/live/noticia/2021/01/21/brasil-tem-vantagem-do-etanol-na-transicao-do-setor-automobilistico-avalia-di-si.ghml>

POMPERMAYER, Fabiano Mezadre - Estratégia de Implantação do Carro Elétrico no Brasil – Instituto Nacional de Altos Estudos – INAE – Rio de Janeiro 2010.

PORTER, Michael E. Competição: estratégias competitivas essenciais. 7ª. Ed. Rio de Janeiro Campus, 199.

PORTER, Michael E. Estratégia competitiva: técnicas para análise de indústrias e da concorrência. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

PORTER, Michael E. Vantagem Competitiva. Campus: Rio de Janeiro, 1996 8ª. Reimpressão.

PROOF, Heike. What will happen to Brazilian automotive subsidiaries after their parent companies make the transition to electric mobility. *Int. J. Automotive Technology and Management*, Vol. 11, No. 4, 2011

RICHARDSON, Roberto Jarry et al – Pesquisa Social Métodos e Técnicas – 3ª. Edição Revista e ampliada – Editora Atlas – 2012

SHERMAN, Don - If it was a first, might very well have come from Cadillac Automotive News. 9/15/2008 *How General Motors Change*, Vol. 83 Issue 6325A, p36-36. 1p. 3 Black and White Photographs.

SCHWARTZ, Peter. *The Art of the Long View* 1991 (p. 243). Crown. Edição do Kindle.

SCHWARTZ, Peter. – *A Arte da Visão de Longo Prazo – Planejando o futuro em um mundo de incertezas*. São Paulo - Best Seller, 2000

SINDIPEÇAS / ABIPEÇAS – Sistema Sindipeças – Frota Circulante Nacional – Relatório da Frota Circulante – Edição de 2020

SINDIPEÇAS / ABIPEÇAS – Desempenho da Indústria Brasileira de Autopeças – Edição Fevereiro 2021

SMITH, Cristina Bastin. Análise da Difusão de Novas Tecnologias Automotivas em prol da Eficiência Energética na Frota de Novos Veículos Leves no Brasil. Tese de Doutorado. PPE/COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro, 2010.

SOVACOOOL, B., HIRSH, R., 2008. Beyond batteries: an examination of the benefits and barriers to plug-in hybrid electric vehicles (PHEVs) and a vehicle-to-grid (V2G) transition. *Energy Policy* 37, 1095–110.

STEINHILBER et al. Socio-technical inertia: Understanding the barriers to electric vehicles. 2013. journal homepage: [www.elsevier.com/locate/enpol](http://www.elsevier.com/locate/enpol)

SHELL; Scenarios an Explorer's Guide – Exploring the Future – Shell International BV 2008

SHELL; Cenários sob Novas Lentes – Mudança de Perspectiva para um mundo em transição – 2013 New Lens Scenarios – A Shift in Perspective for a world in transition – 2009 & 2013.

SCHOEMAKER, Paul J.H – When and How to Use Scenario Planning: A Heuristic Approach with Illustration – *Journal of Forecasting* – Vol. 10, 549-564 (1991)

SCHOEMAKER, Paul J. H. -How to link strategic vision to core capabilities. *Sloan Management Review*, p. 67-81, Fall 1992.

SCHOEMAKER, Paul J.H., Disciplined Imagination: From Scenarios to Strategic Options, *Int. Studies of Mgt. & Org.*, Vol 27, No.2, summer 1997, pp 43-70.

SCHOEMAKER, Paul J.H., Multiple Scenario Development: Its Conceptual and Behavioral Foundation – *From Strategic Management Journal*, Vol.14, 193-213(1993).

SCHOEMAKER, Paul J.H., Scenario Planning: A Tool for Strategic Thinking – MIT SLOAN Management Review – Magazine Winter, January 15, 1995

LIFE CYCLE MANAGEMENT – A Business Guide to Sustainability - Copyright United Nations Environment Programme 2007 – pag 12  
<https://books.google.com.br/books?hl=ptBR&lr=&id=uAxhWIygWzwC&oi=fnd&pg=PA8&dq=unep+2007+report+life+cycle+thinking&>

TOYOTA – Toyota apresenta primeiro protótipo de veículo híbrido do mundo. 2018.  
<https://www.toyota.com.br/mundo-toyota/noticias/toyota-apresenta-primeiro-prototipo-de-veiculo-hibrido-flex-do-mundo/> - acesso 05 de fevereiro 2021 12:00 hs

VALOR ECONOMICO – Edição de 12/07/2021. Conheça os planos da Volks que podem ajudar a salvar a indústria automotiva local

VELLOSO, João Paulo dos Reis. Estratégia de Implantação do Carro Elétrico no Brasil versão preliminar - Cadernos Fórum Nacional 10 - ESTUDOS E PESQUISAS Nº 368. 2010.

WEBMOTORS (2021) <https://www.webmotors.com.br/fiat/strada/2021> Acesso em 16 de junho de 2021.

WRI – Brasil – World Resource Institute – Shiyang Wang; Mengpin Ge – 2019 <https://wribrasil.org.br/pt/blog/2019/10/transporte-fonte-de-emissoes-que-mais-cresce-entenda-em-cinco-graficos> - 17/07/20