



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO DE JOINVILLE
DEPARTAMENTO ENGENHARIA
CURSO ENGENHARIA AUTOMOTIVA

Nathalie Yamamoto Tavares

ANÁLISE DO POSICIONAMENTO ESTRATÉGICO DOS VEÍCULOS HÍBRIDOS A
ETANOL COM BASE NA MATRIZ SWOT À LUZ DAS ESTRATÉGIAS
COMPETITIVAS DE PORTER

Joinville
2024

NATHALIE YAMAMOTO TAVARES

ANÁLISE DO POSICIONAMENTO ESTRATÉGICO DOS VEÍCULOS HÍBRIDOS A
ETANOL COM BASE NA MATRIZ SWOT À LUZ DAS ESTRATÉGIAS
COMPETITIVAS DE PORTER

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de Engenharia Automotiva do Centro Tecnológico de Joinville da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Automotiva

Orientadora: Profa. Dra. Janaína Renata Garcia

Joinville

2024

NATHALIE YAMAMOTO TAVARES

ANÁLISE DO POSICIONAMENTO ESTRATÉGICO DOS VEÍCULOS HÍBRIDOS A ETANOL
COM BASE NA MATRIZ SWOT À LUZ DAS ESTRATÉGIAS COMPETITIVAS DE PORTER

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Automotiva e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Automotiva

Joinville (SC), 06 de Dezembro de 2024.

Banca examinadora

Prof. Dra Janaína Renata Garcia
Orientadora/Presidente

Eng. Stefany de Souza
Membro

Eng. Guilherme Venturi
Membro

Dedico esse trabalho à minha avó Celia Ugadin Yamamoto (*in memoriam*)
que não pôde ver sua neta se tornar engenheira

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Lila e Rodrigo, agradeço por todo apoio e amor incondicional que todos os dias da minha vida me incentivaram para ser a minha melhor versão.

Ao meu namorado, Lucas, pelo amparo emocional durante todos os anos de faculdade e especialmente durante a minha jornada escrevendo esse trabalho.

À minha irmã, Amanda, que sempre me desafiou a ser um exemplo a ser seguido e que hoje é minha inspiração de força e dedicação.

Às minhas amigas que vibraram por mim desde que passei no vestibular e que compartilharam momentos de diversão durante toda a minha vida e faculdade.

À minha orientadora, Professora Janaína, por acreditar na minha ideia e pelo apoio e conselhos quando achei que não ia conseguir concluir o trabalho.

Aos meus colegas de trabalho que ouviram incessantemente os meus comentários e lamúrias durante o período em que fazia este trabalho.

RESUMO

Em vista do recente foco na eletrificação da frota automotiva a fim de minimizar emissão de Gases de Efeito Estufa e o cenário brasileiro atual, este trabalho apresenta uma análise estratégica do posicionamento dos veículos híbridos a etanol no mercado automotivo nacional. Utilizando a Matriz SWOT ponderada e as estratégias competitivas de Porter, o estudo identifica os principais fatores internos e externos que influenciam essa tecnologia no cenário nacional. Foram evidenciadas forças, como a infraestrutura de etanol amplamente estabelecida e a menor emissão de gases de efeito estufa, enquanto as fraquezas incluem o alto custo inicial e a dependência de políticas de incentivo. As oportunidades estão ligadas à crescente demanda por soluções sustentáveis, enquanto as ameaças envolvem a concorrência com veículos elétricos e híbridos plug-in. Os resultados sugerem que a estratégia de diferenciação é a mais adequada para os veículos híbridos a etanol, posicionando-os como uma alternativa prática e sustentável para o Brasil. Para estudos futuros, recomenda-se a análise de políticas de incentivo e o comportamento do consumidor em relação aos benefícios ambientais dessa tecnologia.

Palavras-chave: Veículos híbridos a etanol. Matriz SWOT. Estratégia competitiva. Porter. Sustentabilidade.

ABSTRACT

In view of the recent focus on the electrification of the automotive fleet in order to minimize greenhouse gas emissions and the current Brazilian scenario, this work presents a strategic analysis of the positioning of ethanol hybrid vehicles in the national automotive Market, this study presents a strategic analysis of the positioning of ethanol hybrid vehicles in the Brazilian automotive market. Using the weighted SWOT Matrix and Porter's competitive strategies, the research identifies the main internal and external factors influencing this technology in the national scenario. Strengths such as the well-established ethanol infrastructure and reduced greenhouse gas emissions were highlighted, while weaknesses include high initial costs and dependency on incentive policies. Opportunities are tied to the growing demand for sustainable solutions, while threats involve competition with electric and plug-in hybrid vehicles. The results suggest that a differentiation strategy is most suitable for ethanol hybrid vehicles, positioning them as a practical and sustainable alternative for Brazil. Future studies are recommended to analyze incentive policies and consumer behavior regarding the environmental benefits of this technology.

Keywords: Ethanol hybrid vehicles. SWOT Matrix. Competitive strategy. Porter. Sustainability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Ciclo Otto.....	19
Figura 2 - Benz Patent Motor Car	20
Figura 3 – Ford Modelo T	21
Figura 4 – O carro elétrico Flocken Elektrowagen	22
Figura 5 – Arquitetura de um BEV	24
Figura 6 – BYD Dolphin	25
Figura 7- Arquitetura de um MHEV.....	26
Figura 8 – Audi Q8.....	26
Figura 9 – Configuração dos veículos híbridos.....	27
Figura 10 - Corolla Altis Premium Hybrid.....	28
Figura 11 – Arquitetura de um PHEV	29
Figura 12 – GWM Haval H6 GT.....	29
Figura 13 – Arquitetura de um FCEV.....	30
Figura 14 – Metodologia do trabalho	32
Figura 15: Análise SWOT	33
Figura 16 – Evolução do preço do etanol para o consumidor de 2013-2022	39
Figura 17 – Tarifa de energia em MWh ao longo dos anos no Brasil	40
Figura 18 – Distribuição de preços do KWh no Brasil.....	41
Figura 19 – Matriz energética EU-28 em 2021	43
Figura 20 – Matriz energética do Brasil em 2022	43
Figura 21 – ACV Volvo Recharge com diferentes matrizes energéticas	44
Figura 22 - ACV Volvo dos diferentes modelos	45
Figura 23 – ACV BMW	46
Figura 24 – ACV para cenário brasileiro.....	47
Figura 25 – Demanda de minérios críticos para 2030	47
Figura 26 – Quantidade e eletropostos por UF no Brasil.....	48
Figura 27 – Quantidade de eletropostos e postos por Estado brasileiro	51
Figura 28 - Quantidade de VE de passeio por carregador	49
Figura 29 – Matriz com o cruzamento dos fatores.....	61

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Matriz SWOT para veículos híbridos a etanol.....	55
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Vantagens competitivas de acordo com consumidor/marcas. **Erro!**
Indicador não definido.

Tabela 2 – Desvalorização dos diferentes tipos de propulsão.....38

Tabela 3 – Quantidade de eletropostos e postos por Estado brasileiro50

Tabela 4 – Classificação das características da Matriz SWOT57

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABVE – Associação Brasileira do Veículo Elétrico

ACV – Avaliação de Ciclo de Vida

ANP – Agência Nacional do Petróleo

BEV – Battery Electric Vehicle

FCEV – Fuel Cell Electric Vehicle

GEE – Gases de Efeito Estufa

HEV – Hybrid Electric Vehicle

IEA – International Energy Agency

KERS – Kinetic Energy Recovery System

MCI – Motor de Combustão Interna

MHEV – Mild Hybrid Electric Vehicle

PHEV – Plug-in Hybrid Electric Vehicle

VE – Veículo Elétrico

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	OBJETIVOS	17
1.1.1	Objetivo geral	17
1.1.2	Objetivos específicos	18
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
2.1	MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA	19
2.2	VEÍCULOS ELETRIFICADOS	21
2.2.1	Tipos de veículos eletrificados	23
2.2.1.1	<i>Veículos elétricos à bateria (BEV)</i>	23
2.2.1.2	<i>Veículos Híbridos leves (MHEV)</i>	25
2.2.1.3	<i>Veículo Híbrido (HEV)</i>	27
2.2.1.4	<i>Veículo Híbrido Plug-in (PHEV)</i>	28
2.2.1.5	<i>Veículo a célula de combustível - FCEV</i>	30
3	METODOLOGIA	32
4	VANTAGENS COMPETITIVAS	35
4.1.1	Custo	36
4.1.2	Demandas ambientais	41
4.1.3	Infraestrutura	48
4.2	POSICIONAMENTO ESTRATÉGICO.....	52
4.2.1	Correlação dos Fatores	60
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	64
	REFERÊNCIAS	66

1 INTRODUÇÃO

Desde o período pré industrial, a temperatura média da superfície do planeta subiu em 1,2 °C, e as emissões de CO₂ para o recorde histórico de 37 giga toneladas em 2022, para conter os impactos ambientais a redução da emissão de Gases do Efeito Estufa (GEE) se tornou prioridade para os Governos (International Energy Agency, 2023).

Uma das políticas exploradas é o incentivo e a maior utilização de veículos zero emissão, o que gerou um aumento exponencial da frota mundial de veículos eletrificados, segundo a International Energy Agency (IEA)(2023), aproximadamente 18% do total de vendas. No entanto, a frota brasileira anda a passos mais lentos que o cenário mundial, com 4,3% dos veículos emplacados em 2023 sendo eletrificados, segundo a Anfavea (Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores, 2023). O que levanta questões de viabilidade desse tipo de propulsão no mercado brasileiro tendo em vista sua grande extensão territorial, desafios em infraestrutura e manufatura.

Tendo em vista o recente foco de atenção direcionada aos veículos elétricos, o desenvolvimento de tecnologias relacionadas aos biocombustíveis ficou em segundo plano e, sendo o segundo maior produtor mundial de etanol, o Brasil tem grande potencial ao explorar e aprimorar melhor o uso de biocombustíveis. Estes, que também têm papel importante na caminhada da descarbonização, uma vez que na etapa do plantio, captam CO₂ da atmosfera.

No entanto, para que essa tecnologia alcance uma boa posição competitiva no mercado, seu posicionamento estratégico deve ser avaliado. Segundo Porter (1996), o sucesso de uma organização ou produto é baseado em como ela se posiciona em relação aos seus concorrentes, considerando seus pontos fortes internos e as condições maiores do mercado. O posicionamento estratégico é, portanto, uma das ferramentas críticas para analisar a maneira como os veículos híbridos a etanol podem se destacar em relação aos sistemas de propulsão alternativos que incluem veículos elétricos e híbridos plug-in, que também visam reduzir a pegada de carbono.

Uma maneira de avaliar esse posicionamento é por meio da Matriz SWOT, uma ferramenta de análise estratégica extremamente popular. A Matriz SWOT

ajudará na identificação de forças — fatores internos que favorecem a competitividade, fraquezas (fatores internos que limitam o desempenho), oportunidades (fatores externos que podem ser explorados para o crescimento) e ameaças (fatores externos que podem impactar negativamente a estratégia). Ao aplicar essa ferramenta ao contexto dos veículos híbridos a etanol, é possível traçar um panorama claro sobre as vantagens e os desafios que essa tecnologia enfrenta no mercado brasileiro, permitindo uma análise estratégica mais precisa e fundamentada (ANDREWS, 1971; MINTZBERG; AHLSTRAND; LAMPEL, 2000).

Neste sentido, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o posicionamento estratégico dos veículos híbridos a etanol no Brasil, utilizando a Matriz SWOT para analisar os fatores internos e externos que influenciam a competitividade dessa tecnologia no cenário automotivo nacional. A análise será feita considerando leis e incentivos governamentais, a infraestrutura disponível e o comportamento do consumidor brasileiro.

A análise também será fundamentada nas estratégias de diferenciação e foco, conforme descrito por Porter (1996), bem como nas abordagens adaptativas e emergentes defendidas por Mintzberg, Ahlstrand e Lampel (2000), que consideram a importância de ajustes constantes às mudanças do mercado. Isso permitirá que o trabalho ofereça insights sobre como os veículos híbridos a etanol podem se consolidar como uma solução estratégica e viável, não apenas do ponto de vista ambiental, mas também econômico e social, alinhando-se às demandas por sustentabilidade e eficiência energética no Brasil.

1.1 OBJETIVOS

Para resolver o problema apresentado das condições que afetam o posicionamento estratégico do veículo elétrico no Brasil, propõem-se os seguintes objetivos.

1.1.1 Objetivo geral

Avaliar o posicionamento estratégico dos veículos híbridos a etanol com base na Matriz SWOT e nas estratégias competitivas de Porter.

1.1.2 Objetivos específicos

- Analisar o contexto da indústria automotiva brasileira, considerando as demandas ambientais, tecnológicas e de infraestrutura voltadas para a adoção de biocombustíveis e veículos híbridos.
- Identificar o comportamento do consumidor brasileiro em relação ao uso de veículos eletrificados e a biocombustíveis, utilizando dados estatísticos secundários e análises de mercado para compreender preferências e desafios.
- Desenvolver a matriz SWOT para os veículos híbridos a etanol para o cenário brasileiro atual.
- Avaliar as oportunidades de crescimento e desafios enfrentados pelos veículos híbridos a etanol, considerando aspectos como políticas governamentais, infraestrutura e aceitação no mercado.
- Aplicar conceitos das estratégias competitivas de Porter para o veículo híbrido a etanol a fim de posicioná-los no mercado brasileiro.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os veículos elétricos não são uma invenção nova, os primeiros que se tem registro datam do século XIX, os fazendo contemporâneos à criação dos veículos movidos por motor de combustão interna. Para melhor entendimento dos tipos de veículos, cada uma das configurações será discutida a seguir.

2.1 MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

A história da indústria automotiva tem seus primórdios no século XIX, com o desenvolvimento de motores comerciais que queimavam uma mistura de carvão e ar à pressão atmosférica. J. J. E. Lenoir desenvolveu os primeiros motores comercializáveis desse tipo nos anos de 1860, com uma eficiência máxima de aproximadamente 5%. Depois, Nikolaus Otto e Eugen Langen desenvolveram o primeiro motor de ignição por centelha, em 1867, com eficiência térmica de 11%, que trabalhava com quatro ciclos de operação, com uma fase de admissão, uma de compressão, uma de ignição a partir da centelha seguida de expansão e então uma de exaustão. Esse ciclo de operação é denominado hoje como Ciclo de Otto e está ilustrado na Figura 1 (Heywood, 2018).

Figura 1- Ciclo Otto

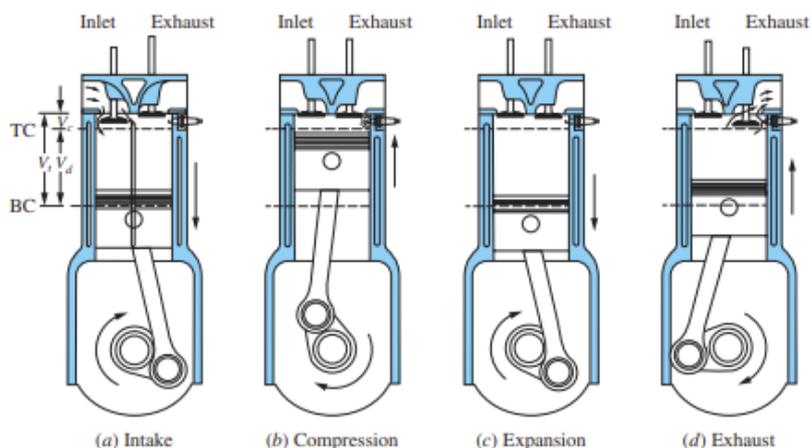


Figure 1.2 The four-stroke operating cycle.¹²

Fonte: Heywood (2018).

Em 29 de Janeiro de 1886, quando Karl Benz solicitou a patente para o seu veículo alimentado por um motor à gasolina, a patente número 37435 (Benz, 1886)

que o automóvel ganhou o que pode ser considerada como sua certidão de nascimento. Assim, em Julho de 1886, os jornais noticiaram a primeira apresentação pública do Benz Patent Motor Car de três rodas, que é ilustrado na Figura 2 (Mercedes-Benz Group, 2024). E, segundo Rae (1984), a indústria automotiva teve seu grande salto de inovação para produção em massa devido à Henry Ford com a construção de seu Quadriciclo em 1896 e o depois introduzido Modelo T em 1908.

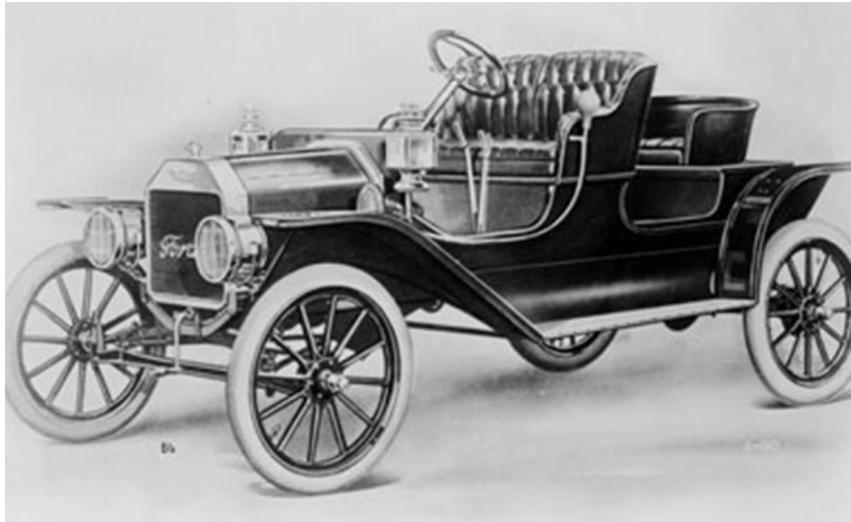
Figura 2 - Benz Patent Motor Car



Fonte: Mercedes Benz Group (2024).

De acordo com a história da empresa americana Ford, em 1908 abre sua primeira montadora em outro continente, se estabelecendo em Paris. No Brasil, a Ford Motor Company instala-se na cidade de São Paulo anos depois, em 1919 (Cortezzi, 2017). Ford Modelo T mostrado na Figura 3 se tornou o veículo mais vendido do mundo, com mais de 15 milhões de unidades vendidas até o fim de sua produção em 1927 (Ford, 2024).

Figura 3 – Ford Modelo T



Fonte: Ford (2024).

2.2 VEÍCULOS ELETRIFICADOS

Em paralelo com a criação dos veículos movidos a motor de combustão interna, desenvolvem-se os veículos elétricos. Segundo Flink (1988) o desenvolvimento inicial e o surgimento dos veículos elétricos são documentados em diversas fontes, e discute o aparecimento de carros elétricos por volta dos anos de 1880 na Europa, incluindo o Flocken Elektrowagen mostrado na Figura 4, de 1888, considerado um dos primeiros carros elétricos. Devido à maior facilidade de dirigir esses veículos, uma vez que não era necessário trocar as marchas nem iniciar o motor manualmente com uma manivela, os carros elétricos ganharam popularidade entre os séculos XIX e XX, com uma frota de aproximadamente 30.000 carros nos EUA na virada do século XX (Rae, 1984).

Figura 4 – O carro elétrico Flocken Elektrowagen



Fonte: V2C (2024).

Porém, a produção em massa do Modelo T, faz com que os carros de motor de combustão interna sejam amplamente disponíveis e acessíveis, diminuindo o interesse por carros elétricos. Em 1912, com a introdução da partida elétrica, que dispensa a necessidade de iniciar o motor manualmente, a venda dos veículos com motor a combustão aumenta ainda mais, atingindo novos segmentos da sociedade, o tornando responsável pela popularização do automóvel (Ford, 2024).

Em relação à disseminação do automóvel, 1,4 milhões de veículos leves foram emplacados no ano de 2023 no Brasil, sendo que 95% deste montante ainda contam com motorização à combustão, segundo dados da Anfavea (2023). Porém, “em 2040, o Brasil deverá ter 11 milhões de BEVs [...], o volume vai representar 55% das vendas de novos veículos, 20% de todo parque instalado e uma receita anual de US\$ 65 bilhões.” (MCKINSEY & COMPANY, 2023). E a expectativa, segundo a International Energy Agency (IEA) (2023) é que o valor do carro elétrico e o de motor de combustão interna se equiparem em torno da década de 2030, cenário que leva em consideração as políticas e o cenário atual, que no caso do Brasil ainda depende de fatores como incentivos governamentais e infraestrutura.

2.2.1 Tipos de veículos eletrificados

Existem vários tipos de veículos eletrificados, cada um com sua arquitetura e particularidades, e devido ao fato da adesão a esses veículos terem acontecido principalmente no exterior, muitas fontes utilizam a abreviação dos termos em inglês, o que também será tratado neste trabalho para padronização:

- Veículos elétricos à bateria (Battery Electric Vehicle - BEV);
- Híbridos leves (Mild Hybrid Electric Vehicle - MHEV);
- Híbrido completo (Hybrid Electric Vehicle - HEV);
- Híbridos plug-in (Plug-in Hybrid Electric Vehicle - PHEV);
- Veículos a célula de combustível (Fuel Cell Vehicles - FCEV);

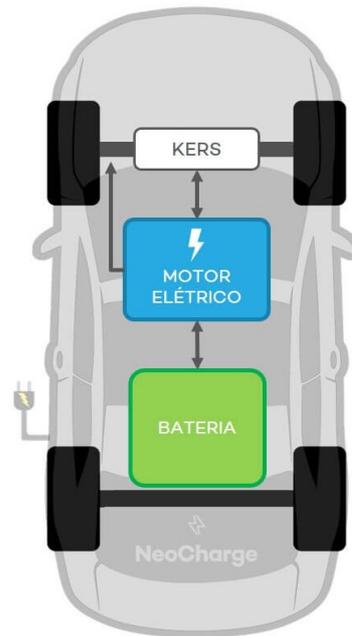
Cada uma das configurações será elencada e explicada na sequência.

2.2.1.1 *Veículos elétricos à bateria (BEV)*

Também conhecidos como VE (Veículo Elétrico) ou BEV (Battery Electric Vehicle), esse tipo de veículo conta com uma bateria como armazenamento de energia, um motor elétrico e um controlador. O controlador tem a função de gerenciar a potência enviada do motor para as rodas do veículo, controlando a velocidade e aceleração para movê-lo para frente ou em marcha à ré, neste caso, o controlador usado é conhecido como controlador de dois quadrantes. Mas, para um automóvel, é desejável que tenha um sistema de frenagem regenerativa, para maior autonomia e para desaceleração sem fricção, para isso, usa-se um controlador de quatro quadrantes (Larminie, 2012).

O sistema de frenagem regenerativa também pode ser encontrado na literatura e meios de pesquisa como KERS (Kinetic Energy Recovery System) que traduzido literalmente significa sistema de recuperação de energia cinética. Além disso, os veículos elétricos a bateria precisam ser conectados a um carregador por meio de um plugue para recarregar suas baterias. A Figura 5 ilustra a arquitetura desses veículos de forma simplificada.

Figura 5 – Arquitetura de um BEV.



Fonte: NeoCharge (2024).

No Brasil, dentre os modelos de veículos BEV mais vendidos no ano de 2023 segundo dados da Associação Brasileira do Veículo Elétrico (ABVE) estão dois modelos da fabricante BYD, BYD Dolphin GS 180EV e BYD Yuan Plus GL 310 EV e da fabricante Volvo, o modelo Volvo XC40 6 Plus. A Figura 6 mostra o BYD Dolphin GS 180EV.

Figura 6 – BYD Dolphin



Fonte: BYD (2024).

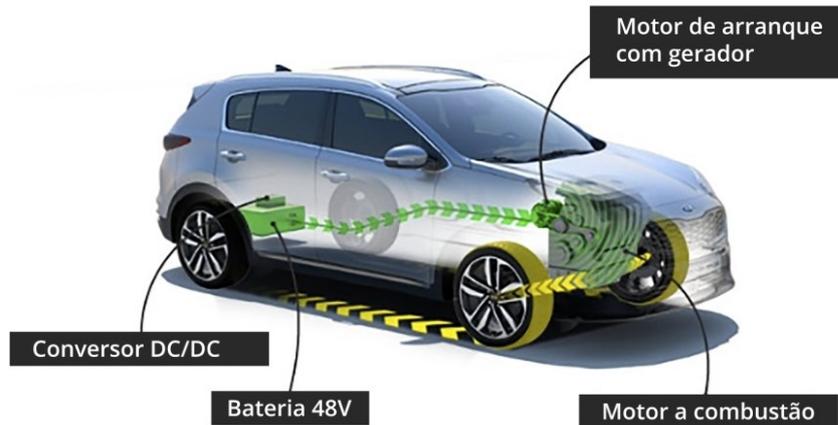
Esses veículos mencionados contam com uma autonomia de até 367 km, o que, sem carregamento no meio do trajeto, não completa uma viagem de São Paulo ao Rio de Janeiro. Dessa forma, a autonomia reduzida desse tipo de veículo, torna-se a principal objeção na hora de decidir por comprar um modelo completamente elétrico. A falta de infraestrutura no país também não contribui com essa decisão, uma vez que ainda existem muitos trechos do país sem disponibilidade de carregadores de alta velocidade que permitam viagens intermunicipais.

2.2.1.2 Veículos Híbridos leves (MHEV)

Os veículos híbridos leves, em geral possuem como o nome já diz, propulsão mista, podendo ter um motor elétrico e um de combustão interna. Cada tipo de configuração de veículo híbrido, entretanto, conta com sua particularidade e modo de uso de cada um dos motores e baterias. Segundo Dantom (2018), os veículos híbridos leves não podem ser ligados à rede de energia, tampouco operar plenamente em modo elétrico. Estes contam com uma bateria alimentada pela frenagem regenerativa que auxilia no arranque em baixa velocidade, em situações de ultrapassagem, diminuindo consumo de combustível e na emissão de CO₂.

Esse tipo de veículo conta com uma bateria de 48V ou 12V que é recarregada com a frenagem do veículo, arquitetura a qual é mostrada na Figura 7.

Figura 7- Arquitetura de um MHEV



Fonte: Open Source Lab (2024).

Os veículos MHEV não aparecem na lista citada de veículos eletrificados mais vendidos do país no ano de 2023, mas são exemplos dessa categoria os modelos: Audi Q8 Performance, Mercedes C EQ Boost e Evoque R-Dynamic HSE P300. O exemplar da Audi é mostrado na Figura 8.

Figura 8 – Audi Q8



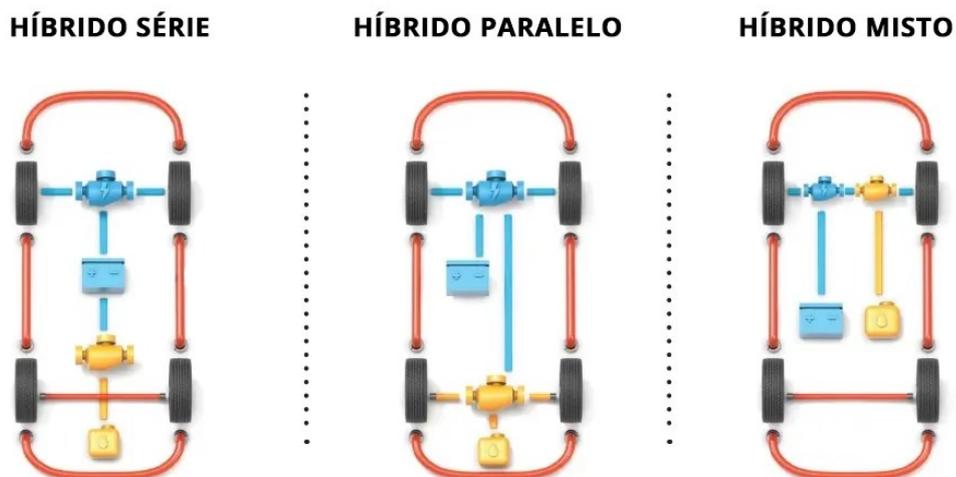
Fonte: Audi (2024).

2.2.1.3 Veículo Híbrido (HEV)

Os veículos híbridos, ou também conhecidos como híbridos completos pode ter sua propulsão através do motor elétrico e/ou pelo motor de combustão interna. A seleção é feita pelo veículo de acordo com sua velocidade, necessidade de potência e carga da bateria. Essa bateria é recarregada por um sistema de frenagem regenerativa e por um gerador acoplado ao MCI, uma vez que ela não pode ser conectada à rede de energia (Dantom, 2018). E segundo Santos (2018) os veículos híbridos podem ser classificados de acordo com sua configuração, existindo as variações: Veículo Elétrico Híbrido Série, Veículo Elétrico Híbrido Paralelo e Veículo Elétrico Híbrido Misto.

O Veículo Híbrido Série é a configuração onde apenas o motor elétrico transfere potência para as rodas e o MCI é utilizado para alimentar a bateria, o Paralelo tem como característica ambos os motores serem utilizados para a tração do veículo, podendo os motores estarem ligados no mesmo eixo, tanto o traseiro quanto dianteiro, ou cada um em um eixo. Já no Veículo Híbrido Misto, os motores estão conectados no mesmo eixo, mas a participação de cada um é controlada por uma central eletrônica que busca a melhor eficiência. A construção simplificada dessas configurações é mostrada na Figura 9 abaixo.

Figura 9 – Configuração dos veículos híbridos



Fonte: Adaptado de Quatro Rodas (2024).

No cenário nacional, esses veículos chamam bastante à atenção do consumidor. No ano de 2023 dentre os 20 veículos eletrificados mais vendidos do país segundo dados da ABVE, 8 deles contavam com essa tecnologia. Além de não dependerem de disponibilidade de carregadores, em sua maioria tem a característica de serem *flex fuel*, ou seja, podem ser abastecidos tanto com gasolina ou etanol. São exemplares desta tecnologia os carros Toyota Corolla Cross XR Hybrid, Toyota Corolla Altis Premium Hybrid e o GWM Haval 6 Premium HEV. O primeiro é mostrado na Figura 10.

Figura 10 - Corolla Altis Premium Hybrid



Fonte: Toyota (2024).

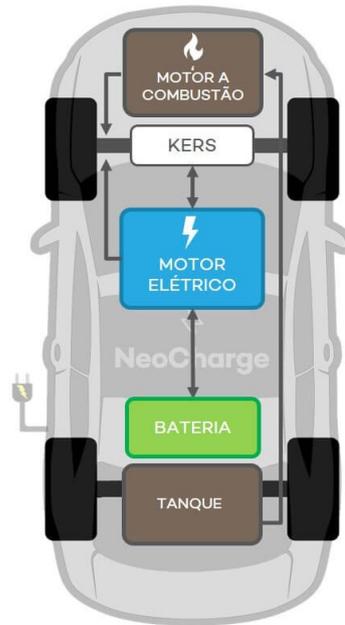
2.2.1.4 Veículo Híbrido Plug-in (PHEV)

Os veículos híbridos plug-in funcionam de forma análoga aos híbridos completos, mas com baterias maiores e a possibilidade de carregamento ligando-os à rede de energia. Devido à suas maiores baterias, possuem maior autonomia no modo puramente elétrico, podendo rodar de 16 a 48 km neste modo. Após esta autonomia ser completamente exaurida, o veículo altera seu modo de direção para puramente híbrido (Dantom, 2018).

Dessa forma, a quantidade de poluentes emitida por um híbrido plug-in tende a ser mais baixa que um híbrido completo ou um híbrido leve, uma vez que a

central eletrônica analisa e entrega o tipo de propulsão mais indicada para cada situação, podendo o veículo atuar de forma puramente elétrica.

Figura 11 – Arquitetura de um PHEV



Fonte: NeoCharge (2024).

Essa categoria de veículos conta com os representantes BYD Song Plus GS DM, O Caoa Chery Tiggo e o GWM Haval H6 GT mostrado na Figura 12.

Figura 12 – GWM Haval H6 GT



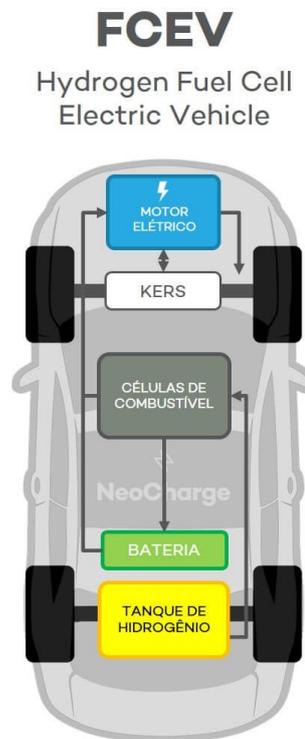
Fonte:GWM Motors (2024).

2.2.1.5 Veículo a célula de combustível - FCEV

Também popularmente conhecidos como veículos a hidrogênio, os veículos a célula de combustível têm estas como fonte de geração de energia para a propulsão do veículo a partir do motor elétrico. Elas funcionam como uma célula eletroquímica que transformam o agente redutor (combustível) e agente oxidante (comburente) em energia elétrica (Santos, 2018).

Têm como vantagens a boa autonomia (entre 320 e 600 km) e o fato de poderem ser abastecidos com etanol ou hidrogênio, além de todos os benefícios de um carro elétrico. Ainda são poucos os modelos disponíveis no mercado e ainda têm alto custo de fabricação, principalmente pelo valor dos catalisadores de platina, porém os modelos à célula de combustível são projetados para durarem toda a vida útil do veículo. Um esquema simplificado desse tipo de veículos é mostrado na Figura 13.

Figura 13 – Arquitetura de um FCEV



Fonte: NeoCharge (2024).

O modelo Toyota Mirai é um exemplo conhecido de um FCEV no mercado, porém esse modelo não é comercializado no Brasil, pois não teria como abastecê-lo com a infraestrutura atual do país, sendo encontrado em regiões dos EUA como Califórnia, Japão e algumas cidades europeias.

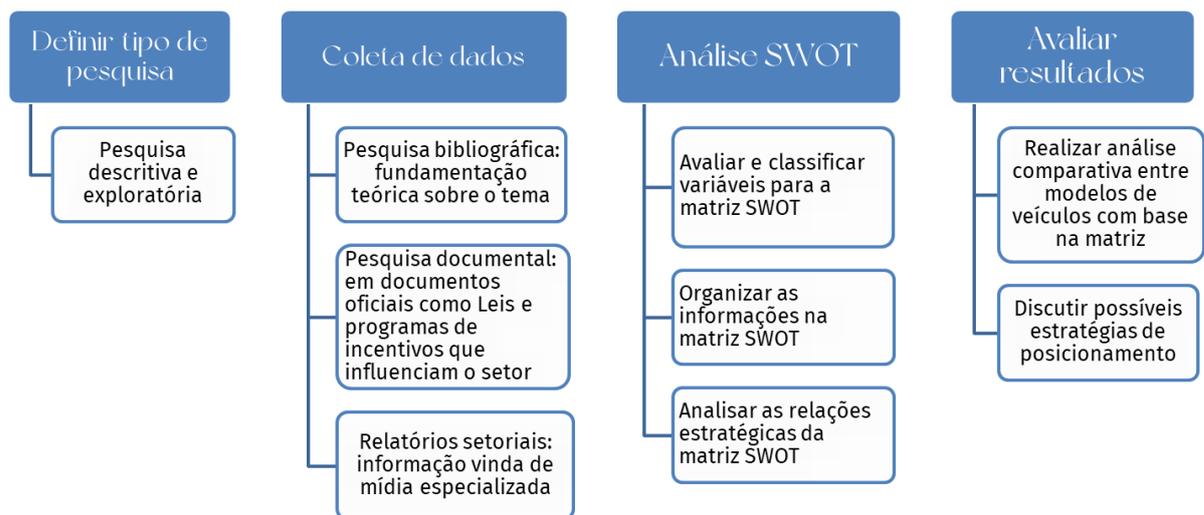
Compreendidas as principais arquiteturas e configurações de propulsão automotiva, este trabalho foca na análise do veículo híbrido a etanol a fim de determinar se há vantagem competitiva em relação o modelo à combustão tradicional e ao totalmente elétrico. A escolha desses modelos condiz com a diversidade de soluções energéticas disponíveis no mercado atual e permite uma abordagem abrangente das suas características, vantagens e limitações no contexto brasileiro. Considerando o Brasil como um dos maiores produtores de biocombustíveis do mundo e sua infraestrutura bem estabelecida para o etanol, o veículo híbrido a etanol surge como uma alternativa promissora, especialmente frente às restrições de infraestrutura de recarga para veículos totalmente elétricos.

Com base nisso, o próximo capítulo se propõe a investigar o posicionamento estratégico dos veículos híbridos a etanol, destacando as variáveis internas e externas que influenciam sua competitividade no mercado nacional, com vistas a propor estratégias que sustentem seu crescimento e aceitação entre os consumidores.

3 METODOLOGIA

O objetivo deste trabalho é avaliar o posicionamento estratégico dos veículos híbridos a etanol no mercado brasileiro, identificando os fatores internos e externos que influenciam sua competitividade e viabilidade. Utilizando a Matriz SWOT (FOFA) como principal ferramenta de análise, o trabalho busca identificar as forças e fraquezas (ambiente interno) e as oportunidades e ameaças (ambiente externo) para propor estratégias que maximizem as vantagens competitivas e minimizem os desafios enfrentados por essa tecnologia no contexto brasileiro. Para isso, a metodologia realizada seguindo o fluxo a seguir.

Figura 14 – Metodologia do trabalho



Fonte: A Autora (2024)

A metodologia presente neste trabalho fundamenta-se na Análise SWOT (Forças, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças) como principal ferramenta metodológica para avaliar o posicionamento estratégico dos veículos híbridos a etanol no mercado automotivo brasileiro. Segundo Batalha e Silva (2008), a análise estratégica de um setor pode ser efetivamente conduzida por meio da matriz SWOT, que permite identificar e ponderar os fatores internos e externos que influenciam a competitividade de uma tecnologia ou produto.

De acordo com Wright, Kroll e Parnell (2000), a análise SWOT proporciona uma visão abrangente do ambiente interno (forças e fraquezas) e externo (oportunidades e ameaças), possibilitando a formulação de estratégias que maximizem os pontos positivos e minimizem ou eliminem os negativos. Dessa forma, essa metodologia é adequada para compreender o contexto da indústria automotiva em relação aos veículos híbridos a etanol, visando propiciar um posicionamento competitivo no mercado brasileiro. A Figura 15 mostra a estrutura da Matriz SWOT.

Figura 15 – Análise SWOT



Fonte: A Autora (2024).

A matriz SWOT pode ser dividida em variáveis internas, que incluem os pontos fortes e fracos da tecnologia no mercado, e variáveis externas, que são as oportunidades e ameaças do ambiente competitivo (Harrison, 2010 apud Firmino et al., 2020). No contexto deste estudo, a análise das Forças e Fraquezas é a avaliação de produtos e aspectos específicos do setor, como disponibilidade de etanol e estrutura de distribuição, oportunidades e ameaças com base em fatores externos, como políticas públicas e tendências de mercado.

As forças dizem respeito aos elementos que favorecem a competitividade dos veículos híbridos a etanol, incluindo a vantagem de utilizar um combustível renovável e a infraestrutura de distribuição de etanol já estabelecida no Brasil. Esses

fatores fortalecem o posicionamento da tecnologia no cenário automotivo nacional (Oliveira, 2007).

As fraquezas englobam limitações que podem impactar a adoção em larga escala desses veículos, como o custo inicial e a necessidade de manutenção específica, além da percepção limitada do consumidor sobre o potencial do etanol no contexto de propulsão híbrida. A análise das fraquezas permite identificar pontos críticos que necessitam de melhorias estratégicas para aumentar a competitividade (Dutra, 2014).

O ambiente externo é analisado sob duas perspectivas: o macroambiente, que inclui fatores econômicos, políticos e sociais que impactam o setor de veículos híbridos, e o microambiente, que considera aspectos como clientes, concorrentes e fornecedores (Bateman, 2010 apud Dutra, 2014). O macroambiente abrange variáveis que não podem ser controladas pela indústria, mas que influenciam diretamente seu desenvolvimento, como os incentivos governamentais para tecnologias sustentáveis e a crescente demanda por soluções de baixo carbono (Wright; Kroll; Parnell, 2000 apud Dutra, 2014).

As oportunidades são definidas como fatores externos que, se bem aproveitados, podem contribuir para o sucesso da tecnologia no mercado. Entre elas, destaca-se a aceitação do etanol como uma alternativa sustentável no Brasil e o suporte de políticas públicas, como o programa Rota 2030, que incentivam o uso de biocombustíveis e tecnologias híbridas no país (Fernandes, 2012).

Por outro lado, as ameaças incluem fatores que podem dificultar a expansão dos veículos híbridos a etanol, como a concorrência com veículos elétricos e híbridos plug-in, que recebem incentivos crescentes. Outro ponto crítico é a volatilidade dos preços do etanol e a incerteza das políticas de longo prazo que possam impactar o setor (Oliveira, 2007).

4 VANTAGENS COMPETITIVAS

Uma vez conhecidas as configurações de veículos disponíveis no mercado, é necessário entender as diferenças competitivas entre elas. Para isso, serão levadas em consideração as principais características que o consumidor busca ao comprar um novo veículo.

Para encontrar os pontos mais citados, foi feita uma consulta na mídia especializada buscando os itens de maior importância para o consumidor e os mais citados pelas marcas ao vender seus veículos, esses dados são apresentados no Quadro 1. A página *Negócios SC* (2023) informa que em 48% das respostas dos consumidores o preço é buscado, seguido por confiabilidade com 34%. Já a *Auto Esporte* (2021), aponta que em pesquisa feita pela OLX, o preço aparece em primeiro lugar, mas a segurança é o segundo termo mais procurado pelos consumidores, seguido de consumo de combustível. Enquanto isso, as marcas frisam a tecnologia em primeiro lugar com as informações de conectividade como CarPlay e Android Auto.

Quadro 1 – Vantagens competitivas de acordo com consumidor/marcas

Consumidor	Marcas
Custo-Benefício: preço do veículo, eficiência energética e manutenção e seguro acessíveis.	Tecnologia: Conectividade (Apple CarPlay, Android Auto), assistência ao motorista.
Confiabilidade e durabilidade: marca e reputação, garantia.	Segurança: Altas classificações Latin NCAP, Airbags, controle de estabilidade.
Segurança: Altas classificações Latin NCAP, Airbags, controle de estabilidade.	Desempenho: eficiência energética, potência e torque.
Conforto: espaço interno, recursos de conveniência.	Design: aparência exterior e qualidade dos materiais.
Desempenho: potência e torque, estabilidade e suspensão.	Conforto: espaço interno, recursos de conveniência.
Design e estilo: aparência exterior e qualidade dos materiais.	Confiabilidade e durabilidade: histórico da marca, programas de garantia robustos.

Fonte: A Autora (2024).

O valor a ser pago no veículo bem como de sua manutenção aparece no topo da preferência dos consumidores, esse comportamento pode ser justificado pelo alto custo de possuir um carro no Brasil, uma vez que o carro novo mais barato disponível no mercado em 2024 é o Fiat Mobi Like no valor de R\$65.890 totalizando quase 50 salários mínimos (Fiat, 2024).

Além das preferências dos consumidores, a legislação brasileira cria necessidade de adequação das marcas para atendê-la, em requisitos de segurança como a obrigatoriedade de sistemas como o *airbag* com a Lei Federal nº 11.910 de 18 de março de 2009 (BRASIL, 2009) e a Resolução nº 380, de 28 de abril de 2011, que sancionam que todos os veículos automotores novos saídos de fábrica a partir de 2014 devem estar equipados com o sistema antitravamento das rodas – ABS e a bolsa de ar – *airbag*, além de requisitos ambientais que limitam emissões (CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO, 2011). Dessa forma, os requisitos ambientais são atendidos mais pela sua obrigatoriedade que por um desejo diretamente do cliente.

Além disso, o Programa de Mobilidade Verde e Inovação (Mover), lançado pelo governo em 2023, oferece incentivos fiscais significativos, totalizando R\$ 19,3 bilhões até 2028, para estimular o desenvolvimento e a produção de tecnologias limpas. O Mover amplia as diretrizes do antigo Rota 2030, instituído pela Lei nº 13.755/2018, que tinha como objetivo incentivar a inovação, pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias no setor automotivo e promover a eficiência energética da indústria automotiva brasileira (BRASIL, 2018), e promove um incentivo fiscal maior para empresas que investem em eficiência energética e tecnologias sustentáveis. O programa também inclui o "IPI Verde", que reduz os impostos para veículos com menores emissões de carbono. O objetivo é não apenas reduzir o consumo de combustível, mas também preparar a indústria automotiva brasileira para um futuro mais sustentável e competitivo no mercado global.

Alinhado com as projeções de eletrificação da frota nacional, este trabalho avaliará o posicionamento estratégico dos veículos com MCI a etanol, veículos 100% elétricos e híbridos com etanol para o cenário nacional. Levando em consideração preferências do consumidor e a necessidade à adequação às legislações.

4.1.1 Custo

Os veículos movidos a etanol se originaram após a crise do petróleo que aconteceu na década de 1970, que acelerou a busca de alternativas ao combustível fóssil. O Brasil teve grande participação neste cenário, com o Programa Nacional do

Álcool (Proálcool) lançado em 1975 (BRASIL, 1975), e desde o lançamento desta tecnologia, continua sendo uma das principais configurações de veículos do país uma vez que, segundo a Anfavea, no ano de 2023 foram emplacados 1.809.864 veículos *flex*, isto é, capazes de operar tanto com gasolina quanto com etanol.

Por ser uma tecnologia existente há quase 50 anos no mercado, a manutenção e a mão de obra especializada desse tipo de veículo são facilmente encontradas, além disso, o abastecimento rápido do veículo, uma das principais objeções à compra de veículos elétricos, se torna uma vantagem quando comparado com os veículos elétricos. No Brasil, segundo o anuário da Agência Nacional do Petróleo (ANP) existiam 43.266 postos de combustíveis ativos em 2022. Em contrapartida, os carros elétricos contam com pouco mais de 10% desse montante, com 4631 eletropostos disponíveis no país (ABVE, 2024).

Em adição às vantagens, os preços dos veículos à combustão tendem a ser mais baixos, pelo menos por enquanto, que os veículos com a tecnologia de carros elétricos. O carro popular mais barato da categoria combustão em 2024, como já mencionado neste trabalho, é o Fiat Mobi Like no valor de R\$65.890, enquanto o carro elétrico mais barato disponível no Brasil é o Renault Kwid E-Tech, que em sua versão mais básica, custa R\$99.990 (Renault, 2024), isto é aproximadamente 37% mais caro, os valores comparando os três mais baratos de cada categoria são mostrados na Tabela 1.

Tabela 1 - Comparativo de preços de diferentes propulsões em 2024

Modelos de veículos a combustão flex		
Marca	Modelo	Preço
Fiat	Mobi Like 1.0	R\$65.890,00
Citroën	C3 Live Plus 1.0	R\$69.990,00
Renault	Zen 1.0	R\$73.640,00
Modelos de híbridos		
Marca	Modelo	Preço
Toyota	Corolla Altis	R\$187.790,00
KIA	Niro EX	R\$199.990,00
Toyota	Corolla Cross XRV	R\$ 202.690,00
Modelos de veículos elétricos		
Marca	Modelo	Preço
Renault	Kwid E-Tech	R\$99.990,00
BYD	Dolphin Mini	R\$115.800,00
CAOA Cherry	iCar	R\$119.990,00

Fonte: A Autora (2024)

Para encontrar os preços de cada um dos veículos, foram consultados os sites oficiais de cada marca: Citroën, Fiat, Renault, BYD, CAO A Cherry, Toyota e KIA no dia 30/06/2024. E, levando em consideração os três veículos mais baratos de cada categoria, é fácil perceber que os veículos MCI possuem vantagem competitiva no quesito preço em comparação às outras duas categorias.

A mídia especializada, como Auto Esporte e analistas do Goldman Sachs (2024), aponta que o preço dos veículos ICE e BEV irão se equiparar até 2030, se as tendências e planos mundiais se confirmem, porém até lá, o veículo a combustão apresenta vantagem competitiva no quesito preço em comparação ao veículo elétrico e híbrido.

Além do preço de compra do veículo, é importante considerar sua desvalorização anual e preço de revenda. Para isso, foram consultadas informações da Kelley Blue Book (KBB, 2023) especialista em precificação de automóveis para elencar a desvalorização média dos veículos por tipo de propulsão mostrada na Tabela 2 a seguir.

Tabela 2 – Desvalorização dos diferentes tipos de propulsão

Intervalo de Tempo	Combustão Interna	Híbrido	Elétrico
1º ano	15,69%	9,75%	20%
1 a 5 anos	7-10%	6-8%	8-12%
Mais de 6 anos	5%	4-6%	6-10%

Fonte: A Autora (2024).

Dessa forma, no quesito desvalorização e preço de revenda os veículos híbridos possuem vantagem em relação aos modelos à combustão ou elétricos, uma vez que após 6 anos atingem de 50% a 60% de desvalorização acumulada, enquanto os elétricos podem ultrapassar de 70%, mas vale observar que essa é uma estimativa generalista que não leva em consideração características específicas do veículo, como modelo, marca ou condições do mercado.

Além disso, apesar de pesquisas, como a da Gartner (2024), apontarem que até 2027 os preços dos veículos elétricos serão reduzidos em até 30% e sua produção mais barata que veículos MCI, os preços de reparo de chassi e bateria destes mesmos veículos em acidentes graves podem elevar, fazendo com que acidentes envolvendo VEs, tenham maiores chances de perda total, elevando assim,

o preço de seguros ou até a recusa de seguradoras a cobrirem determinados veículos.

Outro aspecto sobre os custos do veículo a ser avaliado é o preço de abastecê-lo. O preço do etanol teve uma crescente desde 2013, segundo dados da Agência Nacional do Petróleo (ANP) (2023), a Figura 16 mostra essa evolução.

Figura 16 – Evolução do preço do etanol para o consumidor de 2013-2022

TABELA 4.8. PREÇO MÉDIO DO ETANOL HIDRATADO COMBUSTÍVEL AO CONSUMIDOR, SEGUNDO GRANDES REGIÕES E UNIDADES DA FEDERAÇÃO - 2013-2022

GRANDES REGIÕES E UNIDADES DA FEDERAÇÃO	PREÇO MÉDIO ¹ DO ETANOL HIDRATADO COMBUSTÍVEL AO CONSUMIDOR (R\$/LITRO)									
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
BRASIL	1,969	2,067	2,230	2,652	2,691	2,889	2,901	2,950	4,334	4,420
Região Norte	2,424	2,567	2,810	3,358	3,409	3,642	3,599	3,583	4,824	5,150
Rondônia	2,452	2,635	2,766	3,394	3,446	3,733	3,782	3,671	4,998	5,480
Acre	2,636	2,853	3,059	3,351	3,654	3,926	3,949	3,945	5,295	5,390
Amazonas	2,428	2,540	2,795	3,292	3,276	3,524	3,364	3,378	4,465	4,840
Roraima	2,696	2,762	3,053	3,680	3,658	3,763	3,785	3,699	4,916	5,670
Pará	2,526	2,687	2,942	3,539	3,596	3,694	3,758	3,836	5,223	5,470
Amapá	2,415	2,800	2,846	3,656	3,737	3,841	3,706	3,794	5,309	5,820
Tocantins	2,249	2,341	2,636	3,237	3,387	3,666	3,683	3,606	5,000	5,250
Região Nordeste	2,297	2,418	2,582	3,064	3,073	3,375	3,465	3,393	4,816	4,990
Maranhão	2,348	2,537	2,735	3,223	3,284	3,541	3,653	3,617	4,880	5,250
Piauí	2,406	2,551	2,727	3,094	3,069	3,400	3,442	3,429	4,914	5,040
Ceará	2,333	2,462	2,682	3,220	3,275	3,590	3,697	3,629	4,997	5,280
Rio Grande do Norte	2,418	2,622	2,699	3,188	3,219	3,472	3,609	3,612	5,130	5,280
Paraíba	2,260	2,288	2,399	3,017	2,996	3,174	3,283	3,119	4,617	4,680
Pernambuco	2,275	2,387	2,492	2,964	2,961	3,221	3,375	3,379	4,760	4,870
Alagoas	2,427	2,528	2,641	3,225	3,218	3,471	3,542	3,484	4,828	4,840
Sergipe	2,475	2,504	2,646	3,136	3,156	3,513	3,480	3,532	4,864	4,930
Bahia	2,241	2,366	2,576	3,008	3,024	3,389	3,442	3,332	4,779	5,010
Região Sudeste	1,893	1,994	2,174	2,568	2,602	2,812	2,823	2,874	4,256	4,340
Minas Gerais	2,092	2,197	2,317	2,712	2,753	3,056	3,004	2,986	4,410	4,510
Espírito Santo	2,486	2,605	2,795	3,202	3,336	3,564	3,594	3,586	4,973	5,160
Rio de Janeiro	2,286	2,454	2,732	3,241	3,312	3,532	3,826	3,891	5,263	5,280
São Paulo	1,830	1,924	2,100	2,484	2,515	2,715	2,710	2,767	4,139	4,220
Região Sul	2,076	2,144	2,315	2,799	2,870	3,039	3,013	3,040	4,443	4,760
Paraná	1,947	2,041	2,255	2,697	2,754	2,948	2,928	2,970	4,378	4,710
Santa Catarina	2,404	2,493	2,608	3,118	3,240	3,480	3,553	3,631	5,017	5,430
Rio Grande do Sul	2,427	2,484	2,685	3,537	3,629	4,002	4,059	4,140	5,726	5,720
Região Centro-Oeste	2,025	2,167	2,273	2,750	2,762	2,909	2,884	2,984	4,362	4,300
Mato Grosso do Sul	2,158	2,192	2,368	2,838	3,070	3,339	3,407	3,306	4,479	4,570
Mato Grosso	1,982	2,093	2,099	2,582	2,472	2,718	2,608	2,840	4,164	4,100
Goiás	1,954	2,138	2,290	2,775	2,789	2,940	2,979	3,012	4,408	4,320
Distrito Federal	2,277	2,478	2,754	3,139	3,250	3,415	3,239	3,255	4,949	4,990

FONTE: ANP/SDC (Levantamento de Preços e de Margens de Comercialização de Combustíveis).

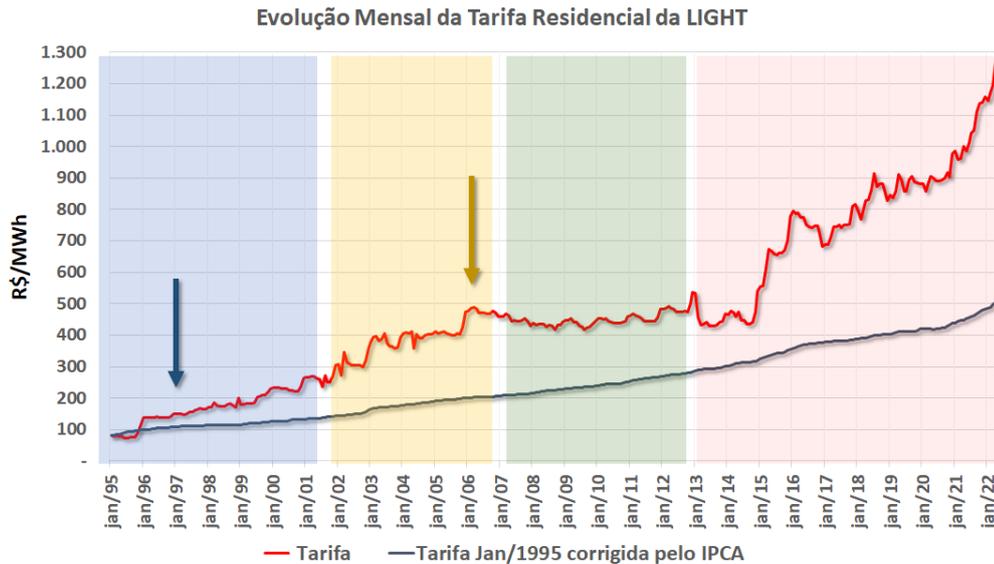
NOTA: Preços em valores correntes.

¹Preços médios ponderados com base nas vendas informadas pelas distribuidoras.

Fonte: ANP (2023).

Para os VEs, o preço de seu carregamento será ditado pelo preço do KWh, que assim como o etanol, tem seu preço crescente devido à inflação como mostrado na Figura 17. E assim como o combustível, apresenta diferentes tarifas em cada uma das cidades e estados brasileiros, mostrados na Figura 18.

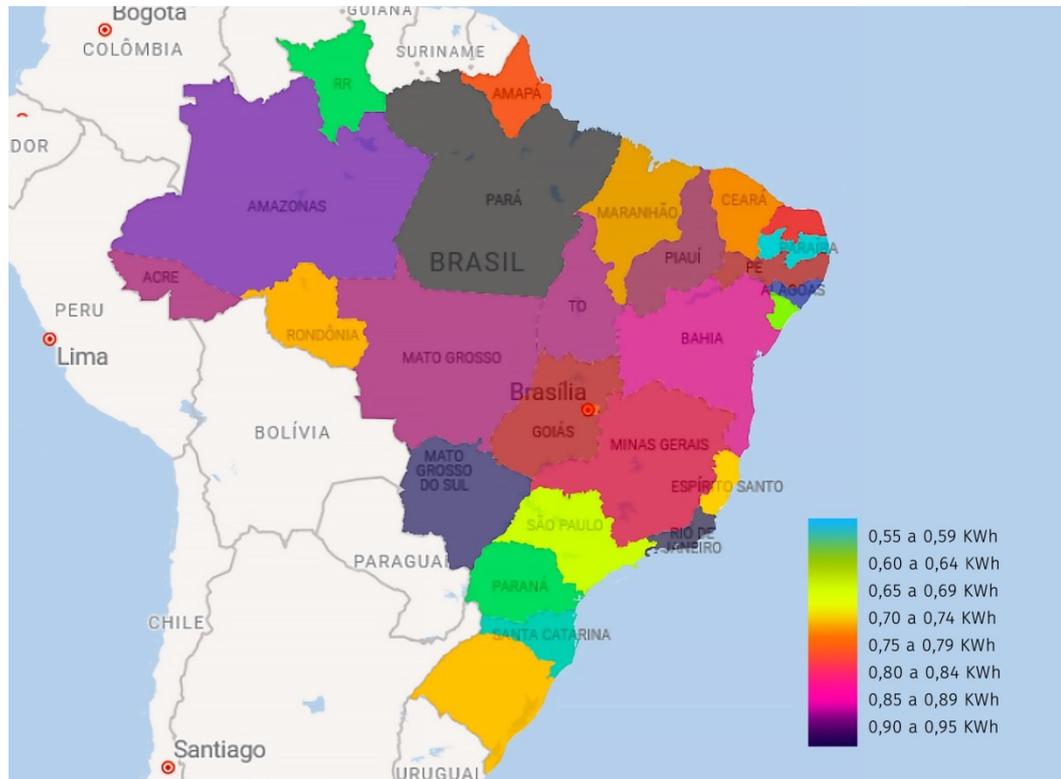
Figura 17 – Tarifa de energia em MWh ao longo dos anos no Brasil



Fonte: D'ARAUJO (2022).

Embora o carregamento de veículos elétricos (VEs) seja amplamente promovido como uma alternativa de custo reduzido em comparação ao abastecimento de veículos com motores a combustão interna (MCIs), alguns custos adicionais são frequentemente negligenciados. Além do custo da energia elétrica, é necessário considerar os investimentos em infraestrutura de recarga residencial, como a instalação de estações de carregamento Wallbox. Esses equipamentos, que permitem a recarga mais rápida e segura dos VEs, têm um custo inicial elevado, variando entre R\$ 2.000 até R\$ 10.000, dependendo do modelo e da potência.

Figura 18 – Distribuição de preços do KWh no Brasil



Fonte: Adaptado de ANEEL (2023).

Além disso, a instalação exige ajustes elétricos na residência, com custos adicionais de mão de obra e materiais. Esses fatores tornam o carregamento domiciliar uma opção que, embora ofereça economia no longo prazo, implica um investimento inicial significativo. Adicionalmente, a manutenção periódica do Wallbox e do sistema elétrico instalado é necessária para garantir a segurança e o desempenho da recarga, o que gera custos contínuos. Há também, no cenário atual, a situação em que condomínios prediais não comportam ou não permitem a instalação do dispositivo.

4.1.2 Demandas ambientais

O aquecimento global e discussões sobre os gases do efeito estufa não é uma novidade, a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, realizada em Estocolmo em 1972, foi um marco inicial para a conscientização global

sobre questões ambientais, incluindo a mudança climática. Alguns anos depois, em 1997, acontece o Protocolo de Kyoto, um tratado internacional que obriga os países industrializados a reduzir suas emissões de GEE, um dos primeiros esforços globais significativos para abordar as mudanças climáticas. Mais recentemente, em 2015, é realizado o Acordo de Paris, que visa manter o aumento da temperatura global abaixo de 2°C em relação aos níveis pré-industriais e busca esforços para limitar o aumento a 1,5°C. Dessa forma, diversas políticas foram criadas para a diminuição da emissão de CO₂ ao longo dos anos, como o ROTA 2030 (Brasil, 2018).

Se a redução da emissão de CO₂ pelos escapamentos for o único objetivo, os carros elétricos são a escolha óbvia, uma vez que em sua operação, não emitem nenhum GEE. Entretanto, a emissão pelos escapamentos não é a única geradora de impactos ambientais, muitos fatores devem ser levados em consideração ao avaliar o impacto que um veículo gera ao meio ambiente, por exemplo: extração de matéria prima, processos produtivos, transporte de peças ou geração de energia para abastecimento do veículo – seja ela a energia elétrica ou a extração de combustível para combustão e transformação de energia química em térmica. A fim de elencar todos esses aspectos, usa-se a chamada Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) e a análise de toda a pegada de carbono, desde o início da cadeia produtiva é tão importante quanto a análise das emissões do veículo quando já foi entregue ao consumidor final.

A Avaliação de Ciclo de Vida (ACV), ou life cycle assessment (LCA) é uma técnica para melhor compreender e lidar com impactos associados a produtos e proteção ambiental. Pode ser utilizada para identificar oportunidades de melhoria de desempenho ambiental em diversas partes do ciclo de vida de um produto, como seleção de indicador de desempenho ambiental, em nível de informação para tomadores de decisão e até mesmo como um marketing positivo para o apelo ambiental de um produto (ABNT, 2009).

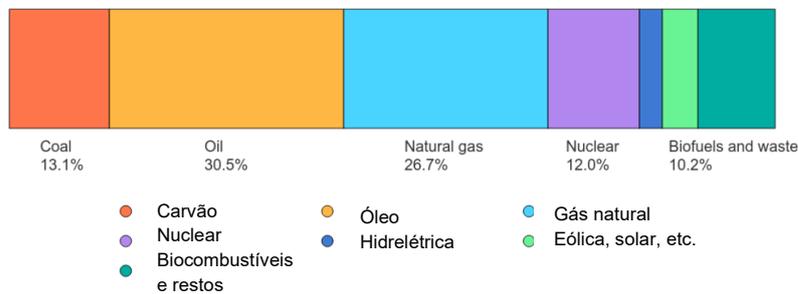
O estudo de ACV é estruturado em quatro fases: definição de objetivo e escopo, análise de inventário, avaliação de impactos e por último a fase de interpretação.

A fase de análise de inventário do ciclo de vida (ICV) é a segunda fase de uma ACV. Trata-se de um inventário dos dados de entrada/saída associados ao sistema em estudo. Essa fase envolve a coleta dos dados necessários para o alcance dos objetivos do estudo em questão. A fase de avaliação de impacto do ciclo de vida

(AICV) é a terceira fase da ACV. O objetivo da AICV é prover informações adicionais para ajudar na avaliação dos resultados do ICV de um sistema de produto, visando ao melhor entendimento de sua significância ambiental. A interpretação do ciclo de vida é a fase final do procedimento de ACV, na qual os resultados de um ICV e/ou de uma AICV, ou de ambos, são sumarizados e discutidos como base para conclusões, recomendações e tomada de decisão de acordo com a definição de objetivo e escopo. Em alguns casos, o objetivo de uma ACV pode ser alcançado através da realização apenas de uma análise de inventário e de uma interpretação. Esse procedimento é usualmente denominado estudo de ICV. (ABNT, 2009, p.7).

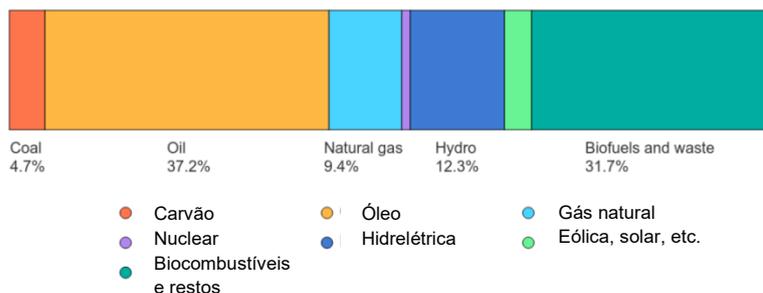
A montadora de veículos sueca, Volvo, fez uma avaliação de ciclo de vida de quatro modelos de seus veículos: Volvo XC40 e Volvo C40 em sua versão elétrica e a combustão. É importante levar em consideração que as análises de ciclo de vida normalmente são feitas com base na matriz energética europeia (EU-28) para fazer parte das análises. A porção de cada fonte da EU-28 em 2021 é mostrada na Figura 19 enquanto a matriz energética do Brasil é mostrada na Figura 19 (IEA, 2023). Além disso, o estudo da Volvo considera todo material e cadeia produtiva dos veículos, além de assumir que a vida média útil do carro é de 200.000 km.

Figura 19 – Matriz energética EU-28 em 2021



Fonte: IEA Adaptado pela Autora (2023)

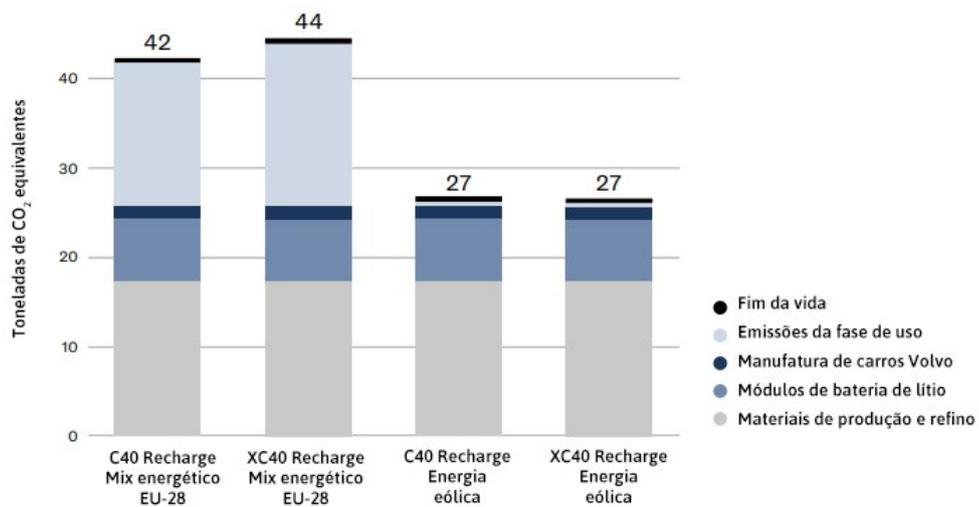
Figura 20 – Matriz energética do Brasil em 2022



Fonte: IEA Adaptado pela Autora (2023)

A Figura 21 mostra os resultados de toneladas de CO₂ equivalentes para o ACV tendo em vista cada uma das matrizes energéticas, é possível notar que uma matriz energética renovável tem impacto muito positivo com relação às emissões da fase de uso do veículo.

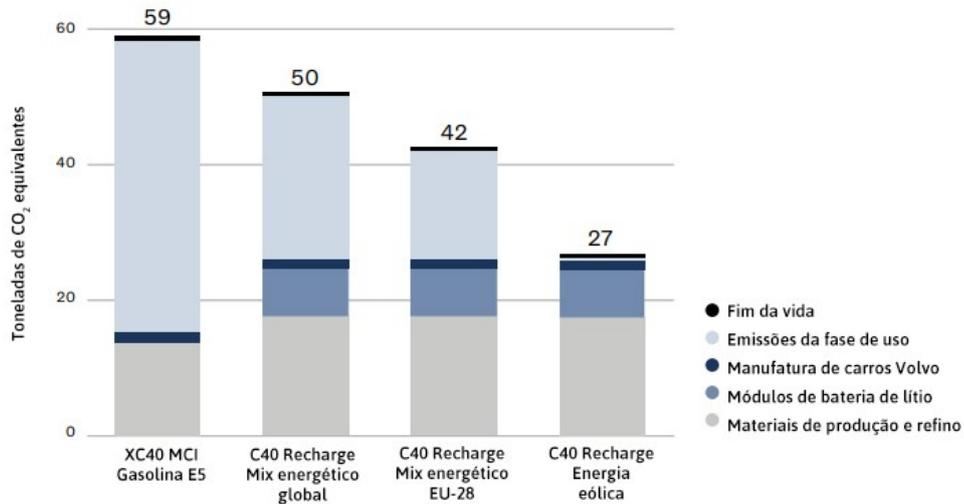
Figura 21 – ACV Volvo Recharge com diferentes matrizes energéticas



Fonte: Volvo (2021).

A Figura 22 mostra os resultados da comparação levando em consideração cada um dos modelos de veículos. Nota-se que o veículo à gasolina apresenta uma diferença de 18% em dióxido de carbono equivalente em comparação ao modelo totalmente elétrico com o mix energético global.

Figura 22 - ACV Volvo dos diferentes modelos

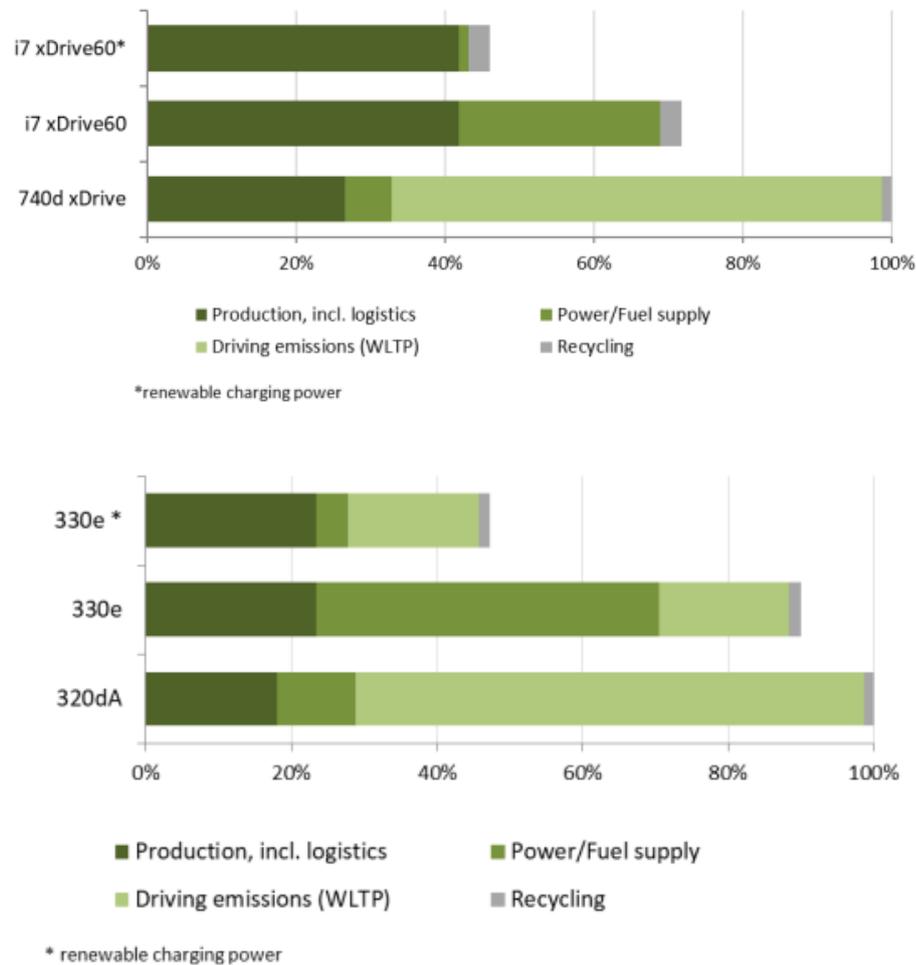


Fonte: Volvo (2021)

Essa diferença de 18% pode ser reduzida quando levado em consideração o cenário nacional, uma vez que para fabricar um veículo elétrico no território nacional será necessária a importação de grande parte da matéria prima, principalmente minérios presentes nas baterias, aumentando a parcela carbono do veículo na fase de fabricação devido à necessidade de transporte do material. Além disso, a avaliação do ciclo de vida é importante para analisar se as demandas ambientais estão sendo diminuídas ou apenas transferidas para outra etapa do processo produtivo (Vargas, 2016).

Outro comparativo, agora da montadora de veículos alemã BMW, mostra nas Figura 23 os impactos ambientais calculados a partir de avaliação do ciclo de vida entre os modelos BMW série 7 (elétrico e diesel) e os modelos BMW série 3 (híbrido plug-in e gasolina) (BMW, 2019).

Figura 23 – ACV BMW



Fonte: BMW (2019).

Observa-se que neste caso, para o BMW Série 7 existe uma grande diferença na emissão de CO₂ por quilograma equivalente (kg CO₂e) para os modelos elétricos e a combustão. Mas, se feita a comparação entre os modelos, o BMW Série 3 330e, que é um híbrido plug-in, tem impacto quase equivalente ao modelo totalmente elétrico i7 xDrive60 em suas condições de menor poluição, dessa forma, se ao invés de um veículo híbrido que utiliza combustível fóssil, o comparativo fosse feito com um veículo que utiliza um biocombustível, o resultado pode ser mais positivo para o veículo híbrido. Para Gauto, et al (2023) a associação de baixa pegada de carbono dos biocombustíveis com a eficiência dos motores elétricos, podem ultrapassar a redução de carbono esperada com os BEVs, podendo ser um melhor caminho para a descarbonização.

O estudo conduzido da ACV com diversos veículos e considerando o cenário específico do Brasil, mostra que o veículo PHEV e HEV abastecidos com biocombustíveis têm menos gramas de emissão de CO₂ equivalente por quilômetro rodado que os modelos totalmente elétricos (Gauto, et al, 2023).

Figura 24 – ACV para cenário brasileiro

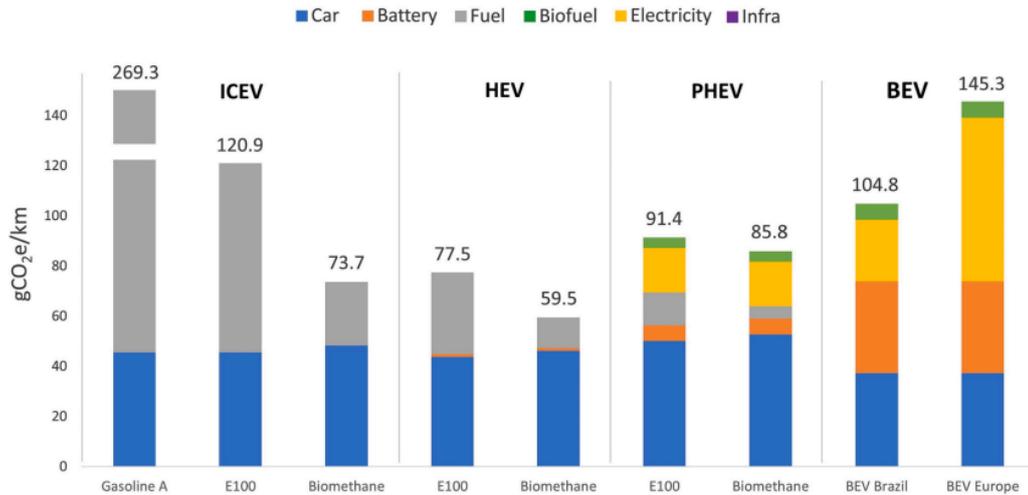
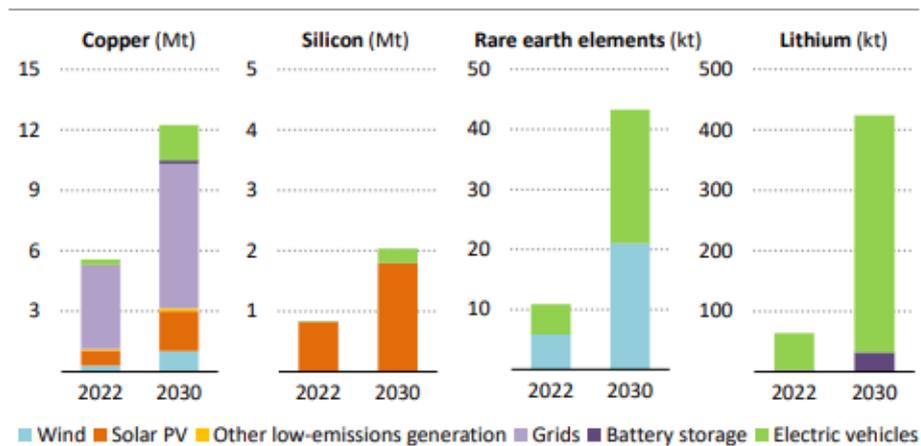


Fig. 2. Comparison of the average GHG emissions in the LCA for selected vehicles.

Fonte: Gauto et al (2023).

Ademais, a eletrificação gerará uma busca maior de metais para a fabricação de baterias, e a Figura 25 mostra um prospecto de demandas de minérios críticos para 2030 (IEA, 2022).

Figura 25 – Demanda de minérios críticos para 2030

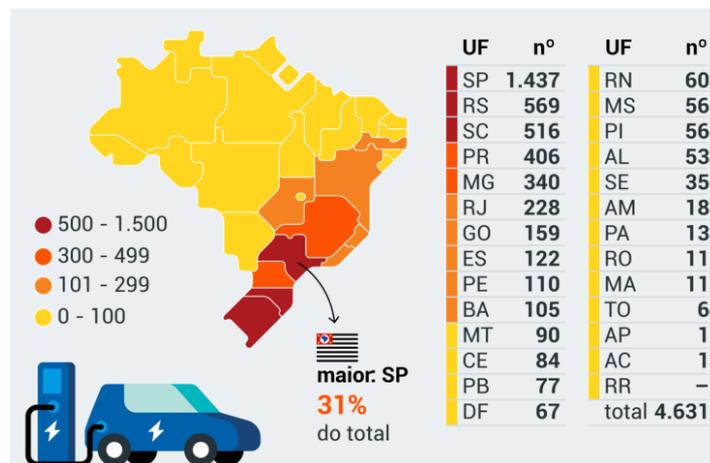


Fonte: IEA (2023, p. 63).

4.1.3 Infraestrutura

Como acontece com a criação de novas tecnologias, a infraestrutura para suprir uma frota de carros elétricos está por se desenvolver. E, dentre as principais demandas, destaca-se a necessidade de estações de carregamento disponíveis. O Brasil conta com apenas 4631 eletropostos em suas vias segundo dados da ABVE (2024), mostrados na Figura 26, e este número não é capaz de suprir as necessidades do consumidor para viagens interestaduais, já que, segundo o IBGE com parceria com o Ministério do Turismo (2021), constatou que o brasileiro viaja 53,7% das vezes utilizando seu próprio veículo ou da empresa.

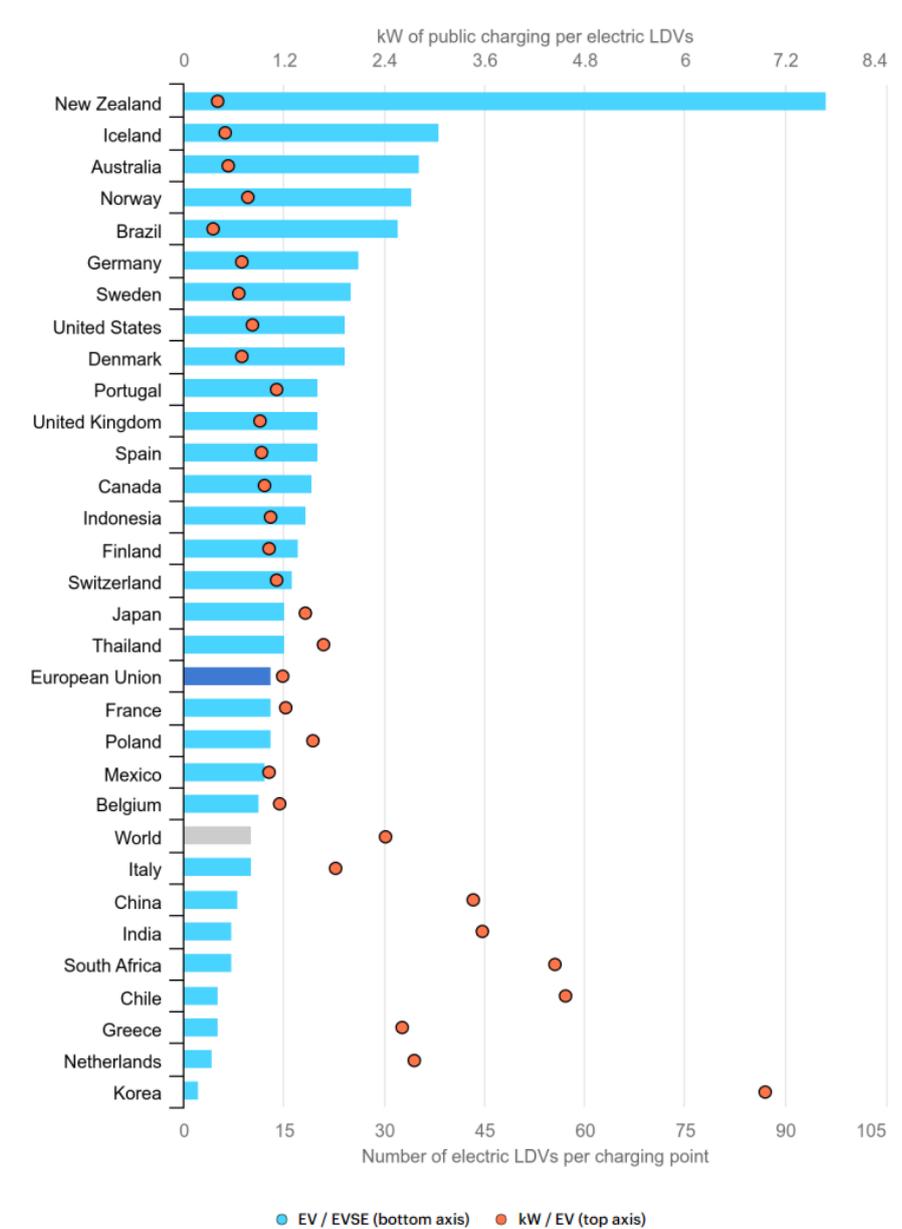
Figura 26 – Quantidade e eletropostos por UF no Brasil



Fonte: Poder 360 (2024).

No cenário global, a Figura 27 mostra a quantidade de estações de carregamento em comparação com quantidade de veículos elétricos populares. Pode-se notar que países com maior adoção de veículos elétricos também tem uma grande proporção de estações de recarga disponíveis.

Figura 27 – Quantidade de VE de passeio por carregador



Fonte: IEA (2023).

Em contrapartida, a ANP (2024) atesta que no ano de 2024 existem 44.696 revendedores varejistas de combustível em atividade, quase cem vezes a quantidade de locais de carregamento de veículos elétricos. A disparidade pode ser constatada ao observar a Tabela 3 e o gráfico da Figura 28, que comparam as quantidades de postos de combustível e estações de carregamento ativas em agosto do ano de 2024 e extensão territorial em cada um dos Estados brasileiros.

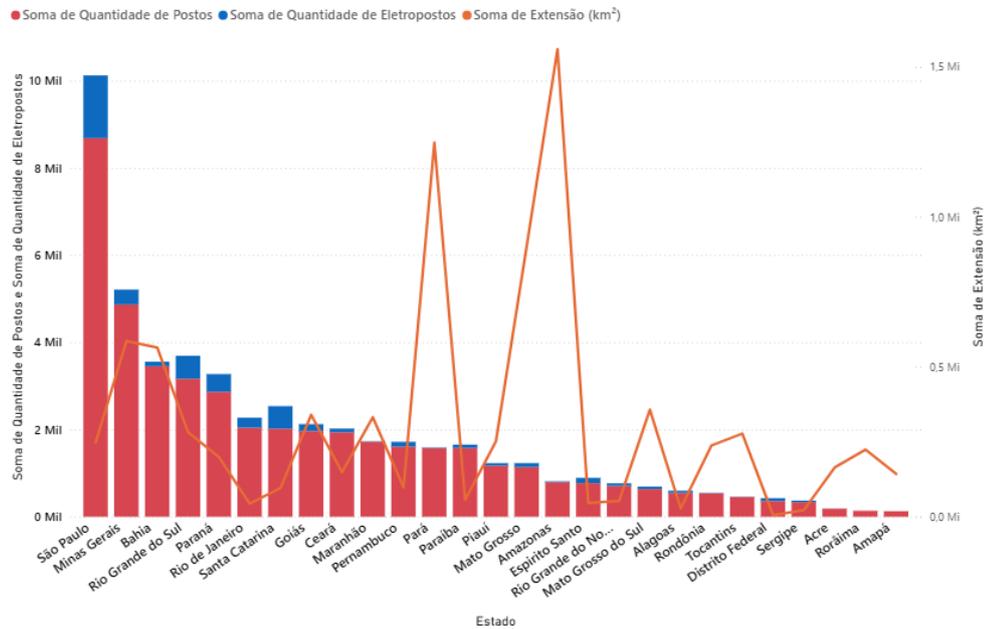
Tabela 3 – Quantidade de eletropostos e postos por Estado brasileiro

Estado	Quantidade de Eletropostos	Quantidade de Postos	Extensão (km²)
São Paulo	1.437	8.685	248.219,80
Rio Grande do Sul	526	3166	281.704,10
Santa Catarina	516	2021	95.730,90
Paraná	406	2866	199.311,90
Minas Gerais	340	4869	586.525,30
Rio de Janeiro	228	2044	43.778,60
Goiás	159	1965	340.083,70
Espirito Santo	122	772	46.071,40
Pernambuco	110	1609	98.308,60
Bahia	105	3452	564.689,70
Mato Grosso	90	1140	903.354,90
Ceará	84	1939	148.917,50
Paraíba	77	1577	56.466,80
Distrito Federal	67	360	5.799,00
Rio Grande do Norte	60	708	52.808,00
Mato Grosso do Sul	56	636	357.142,50
Piauí	56	1173	251.608,90
Alagoas	53	545	27.764,70
Sergipe	35	336	21.915,30
Amazonas	18	796	1.559.164,90
Pará	13	1577	1.247.686,50
Rondônia	11	537	237.587,50
Maranhão	11	1722	331.980,30
Tocantins	6	455	277.617,90
Amapá	1	127	142.811,60
Acre	1	188	164.120,70
Rorâima	0	138	224.297,50

Fonte: Adaptado de ANP e ABVE (2024).

Nota-se que, devido à extensão territorial do Brasil, as quantidades de pontos de recarga em muitos Estados, ainda são incompatíveis com a ideia de eletrificação total da frota de automóveis.

Figura 28 – Quantidade de eletropostos e postos por Estado brasileiro



Fonte: Autora (2024).

Não apenas, deve-se considerar o acréscimo na demanda energética, uma vez que a adoção de veículos elétricos pode deslocar o impacto ambiental para a geração de energia e a insegurança sobre o fornecimento de energia gera um impacto negativo para a população e perspectivas de desenvolvimento econômico.

4.2 POSICIONAMENTO ESTRATÉGICO

O posicionamento estratégico é um conceito central no campo da administração estratégica e refere-se à escolha de uma organização sobre como competir dentro de um mercado específico. Segundo Michael Porter, o posicionamento estratégico envolve a definição clara de como a empresa se diferencia de seus concorrentes e como essa diferenciação proporciona uma vantagem competitiva sustentável (PORTER, 1996). No caso dos veículos híbridos a etanol, o posicionamento estratégico considera a forma como essa tecnologia pode se estabelecer como uma alternativa sustentável e eficiente frente aos veículos tradicionais a combustão e aos elétricos.

O modelo das cinco forças competitivas de Porter permite analisar a atratividade e a competitividade de um mercado, e tem sido amplamente utilizado para entender a dinâmica de diferentes indústrias (PORTER, 1996). Na indústria automotiva, essas forças incluem a ameaça de novos entrantes, o poder de barganha dos fornecedores e dos compradores, a ameaça de produtos substitutos e a rivalidade entre os concorrentes. No Brasil, os veículos híbridos a etanol coexistem com tecnologias como os veículos elétricos e os híbridos plug-in, que também buscam diminuir a pegada de carbono e contribuir para a descarbonização da frota global (ABVE, 2023).

Essas tecnologias, embora promissoras, enfrentam desafios no cenário brasileiro. A infraestrutura de recarga para veículos elétricos, por exemplo, ainda está em desenvolvimento, e a matriz energética nacional, embora predominantemente renovável, requer ajustes para suportar um aumento expressivo no uso de veículos elétricos (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2023). Por outro lado, o etanol é uma fonte de energia amplamente disponível e consolidada no Brasil, o que oferece uma vantagem competitiva para os veículos híbridos a etanol (BRASIL, 2023).

Em vez de serem encarados como uma "ameaça", os veículos elétricos e híbridos plug-in podem ser vistos como tecnologias complementares que, embora eficientes em termos de redução de emissões de carbono, não são necessariamente a melhor solução imediata para o mercado brasileiro, considerando a infraestrutura existente. Segundo Mintzberg (2000), as estratégias devem ser adaptáveis ao

contexto local, e o Brasil apresenta condições favoráveis ao uso de biocombustíveis, que já são bem aceitos pelos consumidores e possuem uma cadeia de abastecimento consolidada.

Portanto, os veículos híbridos a etanol podem se posicionar como uma solução intermediária para o Brasil, oferecendo uma alternativa sustentável e economicamente viável, especialmente em áreas onde a infraestrutura de recarga elétrica ainda é limitada. Nesse contexto, o posicionamento estratégico dos veículos híbridos a etanol deve considerar tanto as vantagens de utilizar uma tecnologia já estabelecida quanto a necessidade de competir com outras formas de propulsão sustentável.

De acordo com Porter (1996), existem três estratégias para obter vantagem competitiva: liderança em custo, diferenciação e focalização. No caso dos veículos híbridos a etanol, a diferenciação pode estar associada à sua capacidade de oferecer uma tecnologia intermediária que combina combustíveis renováveis com um menor impacto ambiental, posicionando-os como uma alternativa aos elétricos, principalmente em mercados onde a infraestrutura para veículos totalmente elétricos ainda é limitada (ABVE, 2023).

A diferenciação, nesse contexto, pode se concentrar na eficiência energética, na autonomia, e na compatibilidade com o etanol, um combustível amplamente disponível no Brasil. Além disso, a liderança em custo pode ser alcançada pela redução do preço de veículos híbridos a etanol em comparação aos modelos elétricos, cujos custos de produção e infraestrutura de recarga são significativamente mais altos.

A escola de posicionamento também destaca a importância da escolha do mercado-alvo. No Brasil, o mercado de veículos híbridos a etanol pode ser fortalecido devido à política de incentivo ao uso de biocombustíveis, como o Programa Nacional de Biocombustíveis (Rota 2030). Essas políticas colocam o país em uma posição única para explorar o uso do etanol, ao mesmo tempo em que o mercado mundial avança para eletrificação. Mintzberg e seus colegas argumentam que a estratégia também precisa ser adaptável e emergente, ou seja, capaz de evoluir conforme o ambiente competitivo muda (MINTZBERG, 2000).

Dessa forma, os fabricantes de veículos híbridos a etanol podem usar uma abordagem estratégica híbrida, combinando elementos de diferenciação e foco para

competir em nichos específicos, como consumidores que valorizam a sustentabilidade e a infraestrutura já existente no Brasil para o etanol.

Os desafios para o posicionamento dos veículos híbridos a etanol incluem a falta de infraestrutura de eletrificação, que limita a competitividade dos híbridos em comparação com os elétricos. No entanto, a tecnologia híbrida a etanol tem a oportunidade de se destacar por sua flexibilidade no uso de combustíveis, sua autonomia e sua capacidade de atender ao mercado brasileiro sem a necessidade de uma rápida expansão da infraestrutura elétrica (VOLVO, 2021). Esse fator pode ser determinante no curto prazo para consumidores que buscam alternativas sustentáveis, mas que ainda não estão prontos para migrar completamente para veículos elétricos.

Complementando o entendimento do posicionamento estratégico, a Matriz SWOT é uma ferramenta essencial para analisar os fatores internos e externos que influenciam a competitividade de um produto ou organização. Ela proporciona uma visão clara dos pontos fortes, fraquezas, oportunidades e ameaças que podem impactar diretamente o posicionamento estratégico de um produto no mercado (ANDREWS, 1971).

No caso dos veículos híbridos à biocombustível no Brasil, a Matriz SWOT ajuda a identificar e compreender as condições que afetam a implementação e o crescimento dessa tecnologia no mercado brasileiro. Como uma ferramenta analítica, a matriz permite que as empresas adaptem suas estratégias de maneira a maximizar suas vantagens competitivas e mitigar as ameaças e fraquezas que possam surgir no cenário.

A seguir, no Quadro 2 é montada matriz SWOT específica para os veículos híbridos a etanol:

Quadro 2 – Matriz SWOT para veículos híbridos a etanol

Forças (Strengths)	<ul style="list-style-type: none"> 1 - Disponibilidade abundante de etanol como combustível no Brasil 2 - Baixa emissão de gases de efeito estufa comparado aos veículos unicamente a combustão interna (adicionar que o etanol é renovável) 3 - Maior autonomia combinada ao comparar com o elétrico 4 - Tecnologia já consolidada no mercado brasileiro 5 - Aproveitamento da infraestrutura existente de postos de abastecimento de etanol
Fraquezas (Weaknesses)	<ul style="list-style-type: none"> 1 - Alto custo inicial de aquisição comparado a veículos convencionais 2 - Manutenção mais cara devido à complexidade da tecnologia híbrida 3 - Dependência de políticas de incentivo ao uso de biocombustíveis 4 - Percepção limitada do público sobre os benefícios ambientais e econômicos em longo prazo
Oportunidades (Opportunities)	<ul style="list-style-type: none"> 1 - Crescente demanda por soluções sustentáveis no setor automotivo 2 - Incentivos governamentais para redução de emissões de carbono e uso de biocombustíveis 3 - Mercado consumidor brasileiro com alta aceitação do etanol como combustível 4 - Potencial exportação da tecnologia para outros países emergentes 5 - Melhoria contínua nas tecnologias híbridas e baterias
Ameaças (Threats)	<ul style="list-style-type: none"> 1 - Concorrência crescente com veículos elétricos e plug-in 2 - Instabilidade dos preços do etanol no mercado 3 - Mudanças nas políticas ambientais que possam priorizar veículos elétricos em detrimento dos híbridos 4 - Avanço acelerado da eletrificação total da frota mundial

Fonte: A Autora (2024).

Com os fatores definidos, a fim de possibilitar análise do posicionamento estratégico dos veículos híbridos, será adotada uma abordagem quantitativa, na qual cada fator é avaliado com base em seu impacto e probabilidade de ocorrência.

Segundo Weihrich (1982), o uso permite que os fatores internos (forças e fraquezas) e externos (oportunidades e ameaças) sejam ponderados, proporcionando uma base mais objetiva para a análise situacional. Kotler e Keller (2012) destacam que a atribuição de valores numéricos a esses fatores auxilia na priorização estratégica, uma vez que os gestores podem focar nos elementos de maior influência no contexto de mercado.

Além disso, Hillson (2003) reforça que a combinação entre impacto e probabilidade é uma prática comum em gestão de riscos e planejamento estratégico, pois permite identificar e classificar de forma mais precisa os elementos que devem ser maximizados ou mitigados. Dessa forma, a análise quantitativa dos fatores da matriz SWOT neste trabalho, considerando o impacto e a probabilidade de cada um, busca fornecer uma compreensão mais aprofundada e fundamentada dos elementos que influenciam o posicionamento dos veículos híbridos a etanol no mercado brasileiro. A Tabela 4 mostra os fatores com seus respectivos valores de impacto = I, probabilidade = P e a ponderação destes dois valores, a partir da multiplicação entre eles, resultado = R. O impacto refere-se à magnitude de tal fator em relação ao posicionamento estratégico do veículo elétrico a etanol, enquanto a probabilidade refere-se à chance de tal fator acontecer.

Para as Forças, os fatores oscilam entre 4 e 5, estas exploram as vantagens na percepção do consumidor para a escolha de um veículo híbrido que englobam principalmente a praticidade, seja no abastecimento ou na manutenção do veículo. Além de abordar o fator ambiental e de infraestrutura, que para os governos têm alta importância e probabilidade.

Dentre as Fraquezas, destaca-se o preço, que aparece tanto no custo de aquisição do veículo, quanto na manutenção. Devido ao perfil do consumidor, foram-lhes atribuídos valores importância 4. Além disso, a dependência de incentivos políticos apresenta o maior valor de 5, visto que se não houver incentivo estatal, não tem como uma tecnologia progredir em âmbito nacional.

Em contrapartida, as Oportunidades também foram alimentadas com fatores altos de ponderação no quesito impacto, uma vez que aborda novamente os vieses políticos e do setor automotivo de redução de impacto ambiental, e do fato do etanol já ser uma alternativa mais sustentável que os combustíveis fósseis e quando alinhados à tecnologia híbrida, apresenta resultados ainda melhores.

Os fatores apresentados nas Ameaças focam na concorrência com os veículos elétricos, já que o avanço destes e possível priorização por parte do governo para essa categoria, limita recursos e tempo investido no aprimoramento das tecnologias híbridas por isso, os fatores são determinados como 4 ou 5.

Tabela 4 – Classificação das características da Matriz SWOT

Categoria	Fatores	I	P	R = I * P
Forças	Disponibilidade abundante de etanol como combustível no Brasil	5	5	25
	Baixa emissão de gases de efeito estufa comparado aos veículos unicamente a combustão interna com combustível fóssil	4	5	20
	Maior autonomia combinada	4	4	16
	Tecnologia já consolidada no mercado brasileiro	4	5	20
	Aproveitamento da infraestrutura existente de postos de abastecimento de etanol	5	5	25
Fraquezas	Alto custo inicial de aquisição comparado a veículos convencionais	4	4	-16
	Manutenção mais cara devido à complexidade da tecnologia híbrida	4	3	-12
	Dependência de políticas de incentivo ao uso de biocombustíveis	5	4	-20
	Percepção limitada do público sobre os benefícios ambientais e econômicos em longo prazo	3	4	-12
Oportunidades	Crescente demanda por soluções sustentáveis no setor automotivo	5	5	25
	Incentivos governamentais para redução de emissões de carbono e uso de biocombustíveis	5	4	20
	Mercado consumidor brasileiro com alta aceitação do etanol como combustível	4	5	20
	Potencial exportação da tecnologia para outros países emergentes	4	3	12
	Melhoria contínua nas tecnologias híbridas e baterias	4	4	16
Ameaças	Concorrência crescente com veículos elétricos e plug-in	4	5	20
	Instabilidade dos preços do etanol no mercado	4	4	16
	Mudanças nas políticas ambientais que possam priorizar veículos elétricos em detrimento dos híbridos	5	4	20
	Avanço acelerado da eletrificação total da frota mundial	5	4	20

Fonte: A Autora (2024).

A Matriz SWOT, ao alimentada com os valores ponderados, permite uma visão quantitativa que facilita a priorização estratégica dos fatores analisados. A atribuição de valores de impacto e probabilidade para cada fator torna a análise mais objetiva, ajudando a identificar quais elementos têm maior relevância para a competitividade dos veículos híbridos a etanol no Brasil.

Na análise das forças, a disponibilidade abundante de etanol como combustível no Brasil obteve um valor ponderado alto (25), devido ao impacto e probabilidade significativos. Este resultado indica que a infraestrutura de produção e distribuição de etanol é uma vantagem competitiva sólida para os veículos híbridos a etanol. A literatura destaca que, em mercados onde há suporte à infraestrutura de biocombustíveis, a adoção de veículos híbridos tende a ser facilitada, pois já existe uma base estabelecida para o abastecimento (KOTLER; KELLER, 2012).

Outro fator com ponderação alta é a autonomia dos veículos híbridos a etanol (valor ponderado de 16). A autonomia representa uma das principais preocupações dos consumidores, pois afeta diretamente a confiança e o conforto em trajetos longos. Segundo Kotler e Keller (2012), a experiência do consumidor é altamente influenciada pela conveniência de uso, e uma autonomia maior reduz a necessidade de recargas frequentes, o que é especialmente relevante em regiões com infraestrutura de recarga limitada. Esse fator justifica a alta ponderação da autonomia como uma força, pois representa um diferencial significativo em comparação aos veículos puramente elétricos, que ainda enfrentam desafios relacionados ao alcance limitado.

Entre as fraquezas, o alto custo inicial de aquisição destacou-se com um valor ponderado significativo (16), indicando que o investimento inicial necessário para os veículos híbridos a etanol é um fator limitante. Segundo Porter (1996), custos elevados podem reduzir a atratividade de uma tecnologia para consumidores sensíveis ao preço, o que sugere que políticas de incentivo ou subsídios seriam necessários para compensar essa fraqueza.

Além disso, a insegurança de abastecimento/recarga foi considerada uma fraqueza importante para o consumidor, o que justifica a alta ponderação da dependência de políticas de incentivo ao uso de biocombustíveis (valor ponderado de 20). A incerteza quanto à disponibilidade de postos de abastecimento e o medo de ficar sem combustível em trajetos longos são aspectos que impactam

negativamente a experiência do usuário. Estudos mostram que a falta de uma infraestrutura confiável é uma barreira significativa para a adoção de tecnologias híbridas e elétricas, especialmente em mercados emergentes onde o suporte para recarga e abastecimento pode ser inconsistente (FERNANDES, 2012). Essa insegurança reforça a necessidade de políticas de incentivo que garantam a manutenção e expansão da infraestrutura de etanol, para oferecer maior confiança ao consumidor.

A análise das oportunidades revelou que a crescente demanda por soluções sustentáveis no setor automotivo tem um valor ponderado alto (25), sugerindo que o mercado brasileiro está favorável a inovações que reduzam a pegada de carbono. Conforme Kotler e Keller (2012), a demanda por sustentabilidade abre novas perspectivas para empresas que conseguem adaptar-se rapidamente às expectativas ambientais do consumidor.

Outro fator importante é o potencial de exportação da tecnologia para outros países emergentes (valor ponderado de 15). A literatura defende que, em mercados com tecnologias bem-sucedidas localmente, existe um potencial para replicar essas soluções em regiões com características semelhantes (HILLSON, 2003). Nesse caso, o Brasil, com seu know-how em biocombustíveis, poderia liderar a exportação de veículos híbridos a etanol para mercados com infraestrutura similar.

Entre as ameaças, a concorrência crescente com veículos elétricos e plug-in apresenta um valor ponderado significativo (20). O avanço das tecnologias de veículos elétricos, associado a incentivos governamentais em diversos países, aumenta a competição direta, colocando pressão sobre os veículos híbridos a etanol. Segundo Fernandes (2012), a entrada de novos concorrentes pode ameaçar a participação de mercado de tecnologias híbridas, especialmente em contextos em que a infraestrutura para veículos elétricos está em expansão.

Além disso, a instabilidade dos preços do etanol foi identificada como uma ameaça relevante, com valor ponderado de 16. Isso indica que variações nos custos de insumos podem afetar diretamente a competitividade dos veículos híbridos a etanol, dado que mudanças nos preços dos biocombustíveis afetam os custos operacionais do consumidor (OLIVEIRA, 2007).

Os valores ponderados na Matriz SWOT revelam uma estrutura clara das vantagens e limitações da tecnologia de veículos híbridos a etanol no Brasil. Forças

e oportunidades relacionadas ao etanol e à sustentabilidade aparecem como pilares para a competitividade dessa tecnologia, alinhando-se com a demanda por soluções mais ecológicas. No entanto, a análise destaca duas preocupações principais para o consumidor: a autonomia e a insegurança de abastecimento/recarga. Esses fatores refletem a necessidade de uma infraestrutura confiável e de políticas de incentivo que assegurem a continuidade do fornecimento de etanol. Fraquezas como o custo elevado e a dependência de políticas de incentivo, juntamente com ameaças de concorrência e instabilidade de preços, mostram que a adoção dessa tecnologia depende de um ambiente regulatório favorável e de estratégias que abordem diretamente essas preocupações do cliente. Assim, o uso da Matriz SWOT ponderada fornece insights valiosos para a definição de estratégias que possam maximizar as oportunidades e mitigar os riscos associados (WEIHRICH, 1982; KOTLER; KELLER, 2012).

4.2.1 Correlação dos Fatores

Para compreender o que mais impacta no posicionamento estratégico do veículo híbrido a etanol, é feita a correlação dos fatores, a partir do cruzamento de todas as características e produto entre eles, dessa forma é possível identificar onde investir o marketing ou investir capital para melhoria. A Figura 29 mostra a matriz.

Figura 29 – Matriz com o cruzamento dos fatores

			Forças					Fraquezas			
			16	20	20	25	25	-20	-16	-12	-12
			Maior autonomia combinada	Tecnologia já consolidada no mercado brasileiro	Baixa emissão de gases de efeito estufa comparado aos veículos unicamente a combustão interna	Aproveitamento da infraestrutura existente de postos de abastecimento de etanol	Disponibilidade abundante de etanol como combustível no Brasil	Dependência de políticas de incentivo ao uso de biocombustíveis	Alto custo inicial de aquisição comparado a veículos convencionais	Manutenção mais cara devido à complexidade da tecnologia híbrida	Percepção limitada do público sobre os benefícios ambientais e econômicos em longo prazo
Oportunidades	Potencial exportação da tecnologia para outros países emergentes	12	192	240	240	300	300	-240	-192	-144	-144
	Melhoria contínua nas tecnologias híbridas e baterias	16	256	320	320	400	400	-320	-256	-192	-192
	Mercado consumidor brasileiro com alta aceitação do etanol como combustível	20	320	400	400	500	500	-400	-320	-240	-240
	Incentivos governamentais para redução de emissões de carbono e uso de biocombustíveis	20	320	400	400	500	500	-400	-320	-240	-240
	Crescente demanda por soluções sustentáveis no setor automotivo	25	400	500	500	625	625	-500	-400	-300	-300
Ameaças	Concorrência crescente com veículos elétricos e plug-in	20	320	400	400	500	500	-400	-320	-240	-240
	Avanço acelerado da eletrificação total da frota mundial	20	320	400	400	500	500	-400	-320	-240	-240
	Mudanças nas políticas ambientais que possam priorizar veículos elétricos em detrimento dos híbridos	20	320	400	400	500	500	-400	-320	-240	-240
	Instabilidade dos preços do etanol no mercado	16	256	320	320	400	400	-320	-256	-192	-192

Somatório das Forças X Oportunidades	7533
Somatório das Oportunidades X Fraquezas	-5580
Somatório das Ameaças X Forças	10706
Somatório das Ameaças X Fraquezas	-4560

Fonte: A Autora (2024).

As cores verde, amarelo e vermelho, na matriz indicam diferentes níveis de impacto: as áreas em verde correspondem aos cruzamentos de menor impacto para o setor, seguidas pela área amarela, que representam cruzamentos de impacto moderado, e, por fim, as áreas centrais em vermelho, que evidenciam os cruzamentos de maior impacto.

Devido ao grau de importância dado ao fator ambiental e a falta de infraestrutura do país para comportar veículos elétricos, os fatores de força que resolvem esses impasses apresentam a magnitudes de 25 fazendo com que o somatório de 10706 seja o maior de todos os quadrantes, na categoria Forças X Ameaças. Por essa razão, o quadrante das Forças X Oportunidades também possui o segundo maior somatório.

Essa disposição reflete a necessidade de uma estratégia de enfrentamento, onde as forças identificadas devem ser usadas para mitigar os riscos representados pelas ameaças. Segundo Mintzberg, Ahlstrand e Lampel (2000), a estratégia de enfrentamento das ameaças requer o uso eficiente dos recursos e competências internas para transformar essas ameaças em oportunidades.

Nesse contexto, de acordo com Porter (1996) e as estratégias a serem exploradas, conforme Figura 30 os veículos híbridos a etanol devem buscar uma estratégia de diferenciação, destacando-se através de suas vantagens sustentáveis e da compatibilidade com a infraestrutura de etanol, conforme evidenciado nos resultados da análise SWOT. Esta abordagem estratégica visa garantir um posicionamento competitivo e sustentável no mercado, convertendo as ameaças em oportunidades ao utilizar as forças do setor para enfrentar os desafios externos.

Figura 30 – Vantagem Estratégica de Porter

		Vantagem estratégica	
		Unicidade observada pelo cliente	Posição de baixo custo
Alvo estratégico	No âmbito de toda a indústria	Diferenciação	Liderança em custo
	Apenas um segmento	Foco	

Fonte: Nova Escola Marketing (2023).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo analisar o posicionamento estratégico dos veículos híbridos a etanol no Brasil, utilizando a Matriz SWOT e as estratégias competitivas de Porter para identificar e ponderar os fatores internos e externos que afetam essa tecnologia no cenário automotivo nacional. Os resultados obtidos a partir da análise SWOT, cruzamento de fatores e estudo das forças competitivas apontam para a viabilidade dos veículos híbridos a etanol como uma solução intermediária e sustentável, especialmente adequada ao contexto brasileiro.

Observou-se que os veículos híbridos a etanol possuem várias forças competitivas, incluindo a disponibilidade e infraestrutura consolidada do etanol, além de uma autonomia que atende às necessidades do consumidor local. Essas características são fundamentais para diferenciar essa tecnologia dos veículos totalmente elétricos, que enfrentam limitações devido à infraestrutura de recarga ainda insuficiente no país.

Por outro lado, algumas fraquezas e ameaças foram identificadas, como o alto custo inicial de aquisição e a dependência de políticas de incentivo para biocombustíveis. Essas fraquezas, combinadas com a crescente concorrência dos veículos elétricos e híbridos plug-in, sugerem a necessidade de uma abordagem estratégica que maximize as vantagens dos híbridos a etanol e enfrente os desafios regulatórios e de mercado.

A partir da análise das estratégias genéricas de Porter, conclui-se que a estratégia de diferenciação é a mais adequada para os veículos híbridos a etanol, uma vez que essa tecnologia pode se posicionar como uma alternativa sustentável e econômica, especialmente em locais com infraestrutura adequada para o etanol. Adicionalmente, recomenda-se que as montadoras e stakeholders invistam em campanhas de conscientização sobre os benefícios ambientais e econômicos dos híbridos a etanol, ampliando a aceitação pública.

Para trabalhos futuros, sugere-se a análise de cenários para mensurar o impacto de políticas de incentivo específicas, assim como estudos sobre o comportamento do consumidor em relação à percepção de valor e sustentabilidade dos veículos híbridos a etanol. Dessa forma, poderá ser possível direcionar

estratégias que aumentem a competitividade dessa tecnologia frente às tendências globais de eletrificação.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Ranking de Tarifas Residenciais**. Portal de Relatórios Abertos, [S.I.], 2024. Disponível em: <https://portalrelatorios.aneel.gov.br/luznatarifa/rankingtarifas>. Acesso em: 9 nov. 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (ANP). **Anuário Estatístico 2023**. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/anuario-estatistico/arquivos-anuario-estatistico-2023/anuario-2023.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2024.

ANDREWS, K. R. **The Concept of Corporate Strategy**. Homewood, Ill: Dow Jones-Irwin, 1971.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 14040**: Gestão ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Princípios e estrutura. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO VEÍCULO ELÉTRICO. **Anuário 2023**. Disponível em: <https://www.abve.org.br>. Acesso em: 29 set. 2024.

AUDI MEDIA CENTER. **Audi Q8**. Audi Media Center, [S.I.], 2024. Disponível em: <https://www.audi-mediacycenter.com/en/audi-q8-10296>. Acesso em: 20 out. 2024.

AUTOESPORTE. **Brasileiro elege preço e segurança como principais exigências na hora de comprar um carro**. Disponível em: <https://autoesporte.globo.com/mercado/noticia/2021/10/brasileiro-elege-preco-e-seguranca-como-principais-exigencias-na-hora-de-comprar-um-carro.ghtml>. Acesso em: 15 dez. 2024.

BARNEY, J. B.; HESTERLY, W. S. **Administração Estratégica e Vantagem Competitiva**. 3. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.

BATALHA, M. O.; SILVA, A. L. **Gestão Estratégica Aplicada ao Agronegócio**. São Paulo: Atlas, 2008.

BATEMAN, T. S.; SNELL, S. A. **Administração: Construindo Vantagem Competitiva**. São Paulo: Atlas, 1998.

BENZ, Karl. **Fahrzeug mit Gasmotorenbetrieb**. Depositante: Karl Benz.. Titular: Kaiserliches Patentamt, Benz & Co. in Mannheim. Nr. 37435. Depósito: 29 jan. 1886. Concessão: 2 nov. 1886.

BMW. **Environmental Report BMW i7 xDrive60**. 2022. Disponível em: https://www.bmwgroup.com/content/dam/grpw/websites/bmwgroup_com/responsibility/downloads/en/2023/Environmental-report_BMW-i7xDrive60.pdf. Acesso em: 25 ago. 2024

BMW. **Environmental Report BMW 330e Plug-inHybrid**. 2019. Disponível em: https://www.bmwgroup.com/content/dam/grpw/websites/bmwgroup_com/responsibility/downloads/en/2020/Environmental-report_BMW-330e.pdf. Acesso em: 25 ago. 2024

BRASIL. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Dados Cadastrais dos Revendedores Varejistas de Combustíveis Automotivos**. 2024. Disponível em: <https://dados.gov.br/dados/conjuntos-dados/dados-cadastrais-dos-revendedores-varejistas-de-combustiveis-automotivos>. Acesso em 26 ago. 2024.

BRASIL. Congresso Nacional. **LEI Nº 11.910, de 2009**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Lei/L11910.htm#:~:text=LEI%20N%C2%BA%2011.910%2C%20DE%2018,suplementar%20de%20reten%C3%A7%C3%A3o%20%2D%20air%20bag. Acesso em 31 mai. 2024.

BRASIL. **Decreto nº 76.593, de 14 de novembro de 1975**. Institui o Programa Nacional do Álcool e dá outras Providências. Brasília, 14 nov. 1975..

BRASIL. **Lei nº 13.755, de 10 de dezembro de 2018**. Estabelece requisitos obrigatórios para a comercialização de veículos no Brasil (Rota 2030). Diário Oficial da União, Brasília, DF, 11 dez. 2018.

BRASIL. **Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços**. Rota 2030: Mobilidade e Logística. Brasília: 2018.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. **Rota 2030 - Mobilidade e Logística**. 2020. Disponível em <https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/competitividade-industrial/setor-automotivo/rota-2030-mobilidade-e-logistica>. Acesso em 10 ago. 24.

BYD BRASIL. **Dolphin Mini**. Disponível em: <https://www.dvabyd.com.br/novos/byd-dolphin-mini>. Acesso em: 10 dez. 2024.

CAOA CHERY. **iCar: A pequena maravilha do Mundo**. Disponível em: <https://caoachery.com.br/icar>. Acesso em: 10 dez. 2024.

CITROËN. **Ofertas do mês**. Disponível em: <https://www.citroen.com.br/ofertas.html>. Acesso em: 10 dez. 2024.

CORTEZZI, F. C. M. **O veículo elétrico e o impacto na curva de carga de consumidores: estudo de caso do Fiat 500E**. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017.

DANTOM, Tom. **Veículos Elétricos e Híbridos**. 1. ed. São Paulo, 2018.

D'ARAUJO, Roberto Pereira. **Ainda a Celeuma da Tarifa Brasileira**. Ilumina, [S.l.], 23 ago. 2022. Disponível em: <https://www.ilumina.org.br/ainda-a-celeuma-da-tarifa-brasileira/>. Acesso em: 9 nov. 2024.

FERNANDES, A. A. R. **Planejamento Estratégico: Fundamentos, Processos e Práticas**. São Paulo: Atlas, 2012.

FIAT. **Monte o seu Mobi**. Disponível em: <https://mobi.fiat.com.br/monte.html>. Acesso em: 15 mai. 2024.

FLINK, J. J. **The Automobile Age**. [S.l.]: MIT Press, 1988.

FORD. **COMPANY TIMELINE**. Disponível em: <https://corporate.ford.com/about/history/company-timeline.html>. Acesso em: 27 abr. 2024.

GARTNER. **Gartner outlines a new phase for electric vehicles**. Disponível em: <<https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2024-03-07-gartner-outlines-a-new-phase-for-electric-vehicles>>. Acesso em: 9 nov. 2024.

GAUTO, M. A. *et. al.* Hybrid vigor: Why hybrids with sustainable biofuels are better than pure electric vehicles. **Energy For Sustainable Development**. v.76, p. 1-11. 01 out. 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0973082623001102?via%3Dihub>. Acesso em: 25 ago. 2024.

GLOBO AUTOESPORTE. **Brasileiro elege preço e segurança como principais exigências na hora de comprar um carro**. Autoesporte, [S.l.], 14 out. 2021. Disponível em: <https://autoesporte.globo.com/mercado/noticia/2021/10/brasileiro-elege-preco-e-seguranca-como-principais-exigencias-na-hora-de-comprar-um-carro.ghtml>. Acesso em: 20 out. 2024.

GOLDMAN SACHS. **Lower battery prices are expected to eventually boost EV demand**. Goldman Sachs, [S.l.], 29 fev. 2024. Disponível em: <https://www.goldmansachs.com/insights/articles/even-as-ev-sales-slow-lower-battery-prices-expect>. Acesso em: 14 nov. 2024.

GWM MOTORS. **Haval H6 GT 2025**. GWM Motors, [S.l.], 2024. Disponível em: <https://www.gwmmotors.com.br/novos/haval-h6-gt-2025>. Acesso em: 20 out. 2024.

HEYWOOD, J. B. **Internal Combustion Engine Fundamentals**. 2. ed. New York: McGraw-Hill Education, 2018.

HILLSON, David. **Effective Opportunity Management for Projects: Exploiting Positive Risk**. New York: Marcel Dekker, 2003.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Global EV Outlook 2023: Catching up with climate ambitions**. Paris: IEA, 2023.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Number of electric LDVs per public charging point and kW per electric LDV**. 2022. IEA, Paris. Disponível em: <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/number-of-electric-ldvs-per-public-charging-point-and-kw-per-electric-ldv-2022>. Acesso em 01 set. 2024

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Energy Mix**. Disponível em: <https://www.iea.org/regions/europe/energy-mix>. Acesso em: 10 ago. 2024.

JORNAL DO CARRO. **Carros elétricos e a combustão terão mesmos preços em breve, aponta estudo**. Jornal do Carro, [S.l.], 14 jun. 2023. Disponível em: <https://jornaldocarro.estadao.com.br/carros/carros-eletricos-e-a-combustao-terao-mesmos-precos-em-breve-aponta-estudo/>. Acesso em: 20 out. 2024

KBB BRASIL. **Quanto os carros valorizam ou desvalorizam no Brasil**. São Paulo: Kelley Blue Book Brasil, 2023. Disponível em: <https://www.kbb.com.br>. Acesso em: 6 nov. 2024.

KIA BRASIL. **Kia Brasil anuncia nova versão EX do Niro**. Disponível em: <https://www.kia.com.br/kianews/kia-brasil-anuncia-nova-versao-ex-do-niro>. Acesso em: 15 dez. 2024.

KOTLER, Philip; KELLER, Kevin Lane. **Administração de marketing**. 14. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2012.

LARMINIE, J; LOWRY, J. **Electric Vehicle Technology Explained**. 2. ed. Chichester: Wiley, 2012

MCKINSEY & COMPANY. **O futuro da mobilidade no Brasil**. McKinsey & Company, [S.l.], 2023. Disponível em: <https://www.mckinsey.com.br/our-insights/all-insights/o-futuro-da-mobilidade-no-brasil>. Acesso em: 20 out. 2024.

MERCEDES-BENZ GROUP. **The first automobile 1885–1886**.. Disponível em: <https://group.mercedes-benz.com/company/tradition/company-history/1885-1886.html>. Acesso em: 27 abr. 2024.

MINISTÉRIO DO TURISMO. **Boletim do Turismo Doméstico Brasileiro 2021**. Disponível em: https://www.gov.br/turismo/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/observatorio/demanda-turistica/demanda-turistica-domestica/BoletimdoTurismoDomsticoBrasileiro2021_DIVULGAO.pdf. Acesso em: 10 dez. 2024.

MINTZBERG, H.; AHLSTRAND, B.; LAMPEL, J. **Safári de estratégia: um roteiro pela selva do planejamento estratégico**. Porto Alegre: Bookman, 2000.

NEGÓCIOS SC. **O que o consumidor pensa na hora de comprar um carro?** Negócios SC, [S.l.], 30 maio 2023. Disponível em: <https://www.negociossc.com.br/blog/o-que-o-consumidor-pensa-na-hora-de-comprar-carro/#:~:text=Mas%20o%20que%20os%20consumidores,a%20confiabilidade%2C%20com%2034%25>. Acesso em: 20 out. 2024.

NEOCHARGE. **Tipos de Carros Elétricos - Veículos Elétricos (VE)**. Disponível em: <https://www.neocharge.com.br/tudo-sobre/carro-eletrico/tipos-veiculos-eletricos>. Acesso em: 10 dez. 2024.

NOVA ESCOLA MARKETING. **Estratégias de Porter: diferenciação, preço e segmentação**. Nova Escola Marketing, [S.l.], 2012. Disponível em: <https://novaescolademarketing.com.br/estrategias-de-porter-diferenciacao-preco-e-segmentacao/>. Acesso em: 5 dez. 2024.

OLIVEIRA, D. P. R. **Planejamento Estratégico: Conceitos, Metodologia e Práticas**. 24. ed. São Paulo: Atlas, 2007.
PORTER, M. **What is Strategy?** Harvard Business Review, v. 74, n. 6, p. 61-78, 1996.

RAE, J. B. **The American Automobile Industry: The Evolution of American business : industries, institutions, and entrepreneurs**. 1. ed. Chicago: Twayne Publishers, 1984.

RENAULT. **Kwid E-TECH**. Disponível em: <https://www.renault.com.br/veiculos-eletricos/kwid-etech.html>. Acesso em: 10 dez. 2024.

RENAULT. **Kwid: Versões e Preços**. Disponível em: <https://www.renault.com.br/veiculos-de-passeio/kwid/versoes-e-precos.html>. Acesso em: 10 dez. 2024.

TOYOTA. **Toyota Corolla Altis Premium Hybrid**. Disponível em: <https://www.toyota.com.br/modelos/corolla-hybrid>. Acesso em: 10 dez. 2024.

TOYOTA. **Corolla Cross Hybrid**. Disponível em: <https://www.toyota.com.br/modelos/corolla-cross-hybrid>. Acesso em: 10 dez. 2024.

TOYOTA. **Corolla Hybrid**. Disponível em: <https://www.toyota.com.br/modelos/corolla-hybrid>. Acesso em: 10 dez. 2024.

VARGAS, J. E. V. **Implementação de Análise da competitividade ambiental de veículos elétricos no Brasil no cenário atual e futuro conceitos de manufatura colaborativa**. 2016. Dissertação (Mestre em Planejamento de Sistemas Energéticos) - Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2016.

V2CHARGE. **History of Electric Cars: The Evolution from the First Model to the Present Day**. V2Charge, [S.l.], 2024. Disponível em: <https://v2charge.com/history-of-electric-cars-the-evolution-from-the-first-model-to-the-present-day/>. Acesso em: 5 dez. 2024.

VOLVO CARS. **Volvo C40 Recharge**: Relatório de Avaliação do Ciclo de Vida (LCA). 2021. Disponível em: <https://www.volvocars.com/images/v/-/media/market-assets/intl/applications/dotcom/pdf/c40/volvo-c40-recharge-lca-report.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2024.

WEIHRICH, Heinz. **The TOWS Matrix – A Tool for Situational Analysis**. *Long Range Planning*, v. 15, n. 2, p. 54-66, 1982.

WRIGHT, P.; KROLL, M.; PARNELL, J. **Administração Estratégica: Conceitos**. São Paulo: Atlas, 2000.