

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS – UFMG
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS
GESTÃO DE NEGÓCIOS

JOÃO FRANCISCO PEIXOTO DE CARVALHO SOARES

**ANÁLISE ECONÔMICA E AMBIENTAL DO USO DE CARROS ELÉTRICOS E
HÍBRIDOS SOB A PERSPECTIVA DO CONSUMIDOR**

BELO HORIZONTE
2025

JOÃO FRANCISCO PEIXOTO DE CARVALHO SOARES

**ANÁLISE ECONÔMICA E AMBIENTAL DO USO DE CARROS ELÉTRICOS E
HÍBRIDOS SOB A PERSPECTIVA DO CONSUMIDOR**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Pós-Graduação em Gestão de Negócios da Universidade Federal de Minas Gerais sobre orientação do Prof. Dr. Ricardo Augusto Oliveira Santos.

BELO HORIZONTE
2025

Ficha catalográfica

S676a Soares, João Francisco Peixoto de Carvalho.

2025 Análise econômica e ambiental do uso de carros elétricos e híbridos sob a perspectiva do consumidor [manuscrito] / João Francisco Peixoto de Carvalho Soares. – 2025.

1 v.: il.

Orientador: Ricardo Augusto Oliveira Santos

Monografia (especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais, Centro de Pós-Graduação e Pesquisas em Administração.

Inclui bibliografia.

1. Administração 2. Economia. I. Santos, Ricardo Augusto Oliveira. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Centro de Pós-Graduação e Pesquisas em Administração. III. Título.

CDD: 658

Elaborado por Rosilene S. Santos – CRB-6/2527

Biblioteca da FACE/UFMG. – RSS/ 085/2025



Universidade Federal de Minas Gerais
Faculdade de Ciências Econômicas
Centro de Pós-Graduação e Pesquisas em Administração
Curso de Especialização em Gestão Estratégica

ATA DA DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO do Senhor **JOÃO FRANCISCO PEIXOTO DE CARVALHO SOARES**, matrícula nº **2023707131**. No dia 30/07/2025 às 18:00 horas, reuniu-se em sala virtual, a Comissão Examinadora de Trabalho de Conclusão de Curso - TCC, indicada pela Coordenação do Curso de Especialização em Gestão Estratégica - CEGE, para julgar o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado "**ANÁLISE ECONÔMICA E AMBIENTAL DO USO DE CARROS ELÉTRICOS E HÍBRIDOS SOB A PERSPECTIVA DO CONSUMIDOR**", requisito para a obtenção do Título de Especialista. Abrindo a sessão, o orientador e Presidente da Comissão, Prof. Dr. Ricardo Augusto Oliveira Santos, após dar conhecimento aos presentes do teor das Normas Regulamentares de apresentação do TCC, passou a palavra ao aluno para apresentação de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores, seguida das respostas do aluno. Logo após, a Comissão se reuniu sem a presença do aluno e do público, para avaliação do TCC, que foi considerado:

(X) APROVADO

() NÃO APROVADO

70,00 pontos (setenta) trabalhos com nota maior ou igual a **60** serão considerados aprovados.

O resultado final foi comunicado publicamente ao aluno pelo orientador e Presidente da Comissão. Nada mais havendo a tratar, o Senhor Presidente encerrou a reunião e lavrou a presente ATA, que será assinada por todos os membros participantes da Comissão Examinadora. Belo Horizonte, 30/07/2025.

Documento assinado digitalmente
gov.br RICARDO AUGUSTO OLIVEIRA SANTOS
Data: 30/08/2025 21:09:54-0300
Verifique em <https://validar.iis.gov.br>

Prof. Dr. Ricardo Augusto Oliveira Santos
(Orientador - professor convidado CEGE/UFMG)

Documento assinado digitalmente
gov.br SIMONE EVANGELISTA FONSECA
Data: 30/08/2025 21:39:01-0300
Verifique em <https://validar.iis.gov.br>

Dra. Simone Evangelista Fonseca
(UFOP)

RESUMO

Com a crescente preocupação ambiental que estamos experienciando no mundo, a busca por práticas sustentáveis passa a ser cada vez maior, o que possibilita e exige a adaptação do mercado automobilístico a esse novo modelo sustentável. Diante disso, neste trabalho é apresentada uma análise sobre a viabilidade econômica e ambiental a cerca da aquisição de carros elétricos e híbridos no cenário automobilístico brasileiro e mundial, abordando e retratando principalmente a perspectiva do consumidor sobre esses modelos de automóveis. São abordados temas como a capacidade financeira, o poder de compra dos consumidores e o preço dos automóveis tanto no Brasil quanto no exterior, trazendo uma comparação entre ambos os locais e apresentando também quais são os riscos de se adquirir esses automóveis no país.

Trago questões que dizem respeito à infraestrutura de cada um dos locais retratados, que demonstram se tais modelos são eficientes e necessários.

Dessa forma, busco saber se é realmente viável a aquisição desses modelos de automóveis e quais são as principais razões para o grande aumento na venda desse tipo de veículo no país.

Palavras chave: sustentabilidade; híbrido; elétrico; aquisição; preço; infraestrutura

ABSTRACT

With the growing environmental concerns experienced worldwide, the pursuit of sustainable practices has become increasingly significant, requiring the automotive market to adapt to this new sustainable model. This study presents an analysis of the economic and environmental feasibility of acquiring electric and hybrid cars in both the Brazilian and global automotive contexts, with a particular focus on consumer perspectives regarding these vehicles. Key aspects such as financial capacity, purchasing power, and vehicle pricing in Brazil and abroad are addressed, providing a comparative view of both markets and highlighting the risks involved in acquiring these vehicles in the Brazilian context. The research also considers the infrastructure conditions of the regions analyzed, which reveal whether such models are truly efficient and necessary. Ultimately, this work seeks to determine whether the acquisition of electric and hybrid cars is genuinely viable and to identify the main reasons behind the significant growth in sales of these vehicles in Brazil.

Keywords: sustainability; hybrid; electric; acquisition; price; infrastructure

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|-----------|
| Tabela 1 – Parâmetros para a economia do carro..... | 13 |
| Tabela 2 - Emissões de CO ₂ relacionadas à energia por setor (Mt)..... | 14 |
| Tabela 3 - Dados mensais de distância, energia percorrida e custos de utilização do Nissan Leaf 40kWh..... | 20 |
| Tabela 4 - Comparativo entre BYD Dolphin e Chevrolet Ônix em 5 anos..... | 22 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|-----------|
| Figura 1 - Infográfico diferença entre carros elétricos e carros a combustão..... | 15 |
| Figura 2 - Número de países x salário médio necessário para comprar carro (melhores)..... | 18 |
| Figura 3 - Número de países x salário médio necessário para comprar carro (piores)..... | 18 |
| Figura 4 - Modelo BYD Dolphin..... | 21 |
| Figura 5 - Modelo a combustão..... | 21 |
| Figura 6 - Quantidade de carros elétricos vendidos durante 2023..... | 24 |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 08 |
| 1.1. PROBLEMA DE PESQUISA..... | 09 |
| 1.2. JUSTIFICATIVA DA PESQUISA..... | 11 |
| 1.3. OBJETIVOS..... | 12 |
| 1.3.1 Objetivo Geral..... | 12 |
| 1.3.2 Objetivos Específicos..... | 12 |
| 2. REFERENCIAL TEÓRICO | 13 |
| 2.1. DIFERENÇA ENTRE CARROS ELÉTRICOS E A COMBUSTÃO | 13 |
| 2.2. A SUSTENTABILIDADE NOS MODELOS ELÉTRICOS E HÍBRIDOS | 15 |
| 2.3. CENÁRIO NACIONAL | 17 |
| 2.4. MERCADO MUNDIAL | 23 |
| 3. METODOLOGIA | 25 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 26 |
| 4.1. DIFERENÇA ENTRE CARRO HÍBRIDO E ELÉTRICO | 26 |
| 4.2. SUSTENTABILIDADE E A ADOÇÃO DE UM CARRO ELÉTRICO/HÍBRIDO ... | 26 |
| 5. CONCLUSÃO | 30 |
| REFERÊNCIAS | 31 |

1. INTRODUÇÃO

A poluição ambiental decorrente do uso de veículos de combustão interna constitui um dos principais desafios para a sustentabilidade urbana contemporânea. Automóveis movidos a gasolina e diesel emitem gases de efeito estufa, como o dióxido de carbono (CO₂), além de poluentes atmosféricos nocivos, a exemplo dos óxidos de nitrogênio (NO_x) e do material particulado, que comprometem a qualidade do ar e a saúde pública (Pangoni, 2023).

No entanto, a persistência desse modelo de transporte está intimamente ligada ao comportamento dos consumidores, que, por razões econômicas, culturais e de infraestrutura, continuam priorizando veículos a combustão em detrimento de alternativas mais limpas, como os automóveis elétricos ou híbridos (Pangoni, 2023).

Isso evidencia a necessidade de compreender a relação entre o consumo de veículos e seus impactos ambientais, destacando a importância de políticas públicas e mudanças comportamentais que promovam a transição para uma mobilidade mais sustentável.

A preocupação com a sustentabilidade ambiental, outrora tratada como um tema periférico nas estratégias organizacionais passou a ocupar posição central na tomada de decisão das empresas, sobretudo diante das transformações nos paradigmas socioeconômicos contemporâneos. De acordo com Donaire e Oliveira (2018), as organizações têm sido compelidas a reconsiderar suas práticas produtivas em função de novos contextos que exigem abordagens sustentáveis, envolvendo não apenas a lógica econômica tradicional (o que, como, quanto e para quem produzir), mas também responsabilidades de cunho social e ambiental.

Nesse cenário, observa-se uma crescente incorporação de princípios sustentáveis em diversos setores industriais, com destaque para a indústria automobilística. Essa passou a buscar soluções tecnológicas que atendessem tanto à necessidade de competitividade quanto às exigências de redução de impactos ambientais, especialmente no que diz respeito às emissões de gases poluentes. Tal contexto tem impulsionado o desenvolvimento e a comercialização de veículos com menor impacto ambiental, como os carros elétricos e híbridos.

A expansão desse segmento no Brasil é reflexo de um movimento global que combina avanços tecnológicos, pressão de órgãos reguladores e uma demanda crescente por alternativas de mobilidade mais limpa, eficiente e econômica. Segundo Moraes Júnior, Ikeda e Cunha Filho (2018), os veículos elétricos e híbridos se destacam pela significativa economia de combustível, podendo chegar a 50% em relação aos modelos convencionais e pela redução das emissões de gases de efeito estufa, representando um avanço em direção à mobilidade sustentável.

Os motores elétricos são geralmente mais eficientes do que os motores à combustão interna, convertendo uma maior parte da energia da bateria em movimento, o que significa menos energia consumida para a mesma distância percorrida (Koivisto et al., 2022).

Já os carros híbridos utilizam uma combinação de um motor de combustão interna e um motor elétrico, o que permite uma redução no consumo de combustível e, conseqüentemente, nas emissões de CO₂. Muitos veículos híbridos possuem sistemas de frenagem regenerativa, que capturam a energia normalmente perdida durante a frenagem e a utilizam para recarregar a bateria, aumentando a eficiência geral do veículo. Ao operar em modo elétrico em baixas velocidades ou durante paradas, os híbridos podem reduzir significativamente o uso de gasolina ou diesel, diminuindo as emissões associadas (Koivisto et al., 2022).

Diante desse contexto, torna-se relevante compreender como os consumidores percebem os aspectos econômicos e ambientais relacionados ao uso desses veículos. A percepção do usuário é um fator chave para a consolidação desse mercado, pois influencia diretamente a aceitação, adoção e disseminação das novas tecnologias automotivas.

1.1 Problema de pesquisa

A busca por soluções sustentáveis no setor automotivo tem se intensificado diante da crescente preocupação com os impactos ambientais causados pelas emissões veiculares, sobretudo em contextos urbanos. Desde a Revolução Industrial, o desenvolvimento tecnológico no setor automobilístico promoveu ganhos em mobilidade, produtividade e escala, mas também contribuiu significativamente para a emissão de poluentes atmosféricos, como o dióxido de carbono (CO₂), agravando o aquecimento global e comprometendo a qualidade ambiental (Alves, 2017).

Como resposta a essas pressões, o mercado tem se reinventado, priorizando tecnologias menos agressivas ao meio ambiente. No Brasil, essa transição se evidencia no crescimento do mercado de veículos elétricos e híbridos, que aliam inovação tecnológica, desempenho ambiental e economia de longo prazo. Empresas como BYD, GWM e Haval têm ampliado sua presença no país, impulsionadas pelo interesse dos consumidores em alternativas mais eficientes e sustentáveis. Segundo dados da Associação Brasileira do Veículo Elétrico (ABVE), as vendas de veículos eletrificados no Brasil cresceram 63% em 2024 em relação ao ano anterior, sinalizando uma mudança relevante no comportamento de consumo e nas estratégias do setor automotivo.

A autonomia que o automóvel possui, uma vez que, é importante considerarmos que o Brasil ainda não possui infraestrutura moderna e eficiente suficiente para abastecer os carros elétricos e híbridos, não havendo postos com estações de abastecimento elétrico como ocorre em outros países. Segundo os dados de uma pesquisa realizada pelo CNT (Confederação Nacional do Transporte), no ano de 2021, na região Norte do Brasil, foram analisados 13.610km de rodovias, gerando informações interessantes que demonstram que 77,8% da malha rodoviária da região apresenta algum tipo de problema, sendo consideradas regulares, enquanto 22,2% são consideradas boas ou ótimas. Já no que tange à pavimentação 67,9% apresentam problemas, 32,1% estão em condições satisfatórias e 1,4% estão totalmente destruídos. Com relação à sinalização, 76,3% são consideradas regulares, ruins ou péssimas, 23,7% ótimas ou boas (CNT, 2021).

Já na região Nordeste, foram analisados 29.220km de rodovias, que apresentaram os resultados de que 64,1% da malha rodoviária apresenta algum problema, sendo consideradas regulares, ruins ou péssimas e 35,9% são consideradas ótimas ou boas. No que se refere à pavimentação, 52,4% apresentam problemas, 47,6% estão satisfatórias e 0,9% estão destruídas. Por fim, na questão da sinalização, 66% são consideradas regulares, ruins ou péssimas, 34% ótimas ou boas (CNT, 2021).

A região Sudeste é a que apresenta os melhores dados dentre as regiões pesquisadas. Foram considerados 30.206km e apresentaram os seguintes resultados: 51,1% da malha rodoviária apresentam algum problema e são consideradas, regulares, ruins ou péssimas enquanto 48,9% são consideradas boas ou ótimas. Referente à pavimentação, 45,4% apresentam algum problema e 54,6% são consideradas satisfatórias. No quesito sinalização 45,6% são consideradas ruins ou péssimas e 54,4% são consideradas boas ou ótimas (CNT, 2021).

Na região Sul, foram analisados 18.269km, o que resultou em 64,7% da malha rodoviária foram consideradas regulares, ruins ou péssimas, enquanto 35,3% são consideradas boas ou ótimas. Ao considerarmos a pavimentação, 50,6% apresentam problemas, enquanto 49,4% são consideradas boas ou ótimas e 0,2% estão totalmente destruídas. Quanto à sinalização, 63,3% são consideradas regulares, ruins ou péssimas e 36,7% são boas ou ótimas (CNT, 2021).

Por fim, foram analisados os dados da região Centro-Oeste, sendo considerados 17.798km de rodovias, sendo 61,3%, são considerados regulares ruins ou péssimas e 38,7% são consideradas boas ou ótimas. Com relação à pavimentação, 53,3% da região apresenta algum problema, enquanto 46,7% são satisfatórias e 0,3% estão totalmente destruídas. No quesito sinalização, 51,6% são consideradas regulares, ruins ou péssimas, enquanto 48,4% são consideradas boas ou ótimas (CNT, 2021).

Apesar desse avanço, persistem lacunas quanto à compreensão sobre como os usuários percebem o custo-benefício e o impacto ambiental dessas tecnologias. Considerando que a percepção do consumidor desempenha papel central na consolidação de mercados emergentes, torna-se necessário investigar como esses fatores de desempenho econômico e sustentabilidade ambiental são percebidos no uso cotidiano. Dessa forma, esta pesquisa busca responder à seguinte questão: **Qual é a percepção dos usuários sobre o desempenho financeiro e ambiental dos carros elétricos e híbridos no Brasil?**

1.2 Justificativa da pesquisa

O crescimento expressivo do mercado de veículos elétricos e híbridos no Brasil e no mundo reflete uma tendência global de transição para modelos de mobilidade mais sustentáveis. Em 2024, foram emplacados mais de 135 mil veículos eletrificados no país, representando um crescimento de 63% em relação ao ano anterior, de acordo com dados da Associação Brasileira do Veículo Elétrico (ABVE, 2024). Esse aumento evidencia não apenas a ampliação da oferta por parte das montadoras, mas também o interesse crescente dos consumidores por alternativas automotivas alinhadas a preocupações ambientais e econômicas.

Entretanto, embora a percepção predominante entre consumidores seja a de que veículos elétricos e híbridos são mais sustentáveis e econômicos do que os modelos movidos exclusivamente a combustão, ainda existem controvérsias sobre os reais benefícios ambientais e financeiros desses veículos. Estudos recentes indicam que os impactos ambientais de veículos elétricos dependem de diversos fatores, como a matriz energética utilizada para o carregamento, a produção e o descarte das baterias e a infraestrutura disponível para suporte à mobilidade elétrica. Segundo Koivisto et al. (2022), a redução de emissões de gases de efeito estufa pode chegar a 34% com a adoção de veículos elétricos em cenários com energia de fontes renováveis, mas essa variação pode ser até 4,5 vezes maior ou menor dependendo do contexto energético e do ciclo de vida avaliado.

Além disso, uma revisão sistemática publicada por Vieira et al. (2024) identificou 37 fatores que influenciam a adoção de veículos elétricos e híbridos no Brasil, agrupados em categorias como desempenho técnico, barreiras econômicas, percepção ambiental, infraestrutura de recarga e fatores psicológicos. Entre os principais entraves apontados pelos consumidores estão o custo de aquisição, a autonomia limitada das baterias e a escassez de pontos de recarga em determinadas regiões. Esses aspectos revelam que, embora os consumidores demonstrem interesse por alternativas sustentáveis, sua decisão de compra é fortemente influenciada por

percepções de custo-benefício, desempenho e conveniência.

Dessa forma, torna-se relevante investigar como os usuários avaliam o desempenho econômico e ambiental dos carros elétricos e híbridos no Brasil, considerando que sua percepção influencia diretamente o processo de adoção tecnológica. Ao analisar criticamente os fatores que sustentam essa percepção, esta pesquisa contribuirá para uma compreensão mais aprofundada sobre os desafios e as oportunidades da mobilidade sustentável no país, oferecendo subsídios para políticas públicas, estratégias comerciais e decisões de consumo mais informadas e assertivas.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

Analisar a viabilidade econômica e ambiental de veículos elétricos e híbridos em comparação aos modelos com motor a combustão, com base em parâmetros técnicos, financeiros e ambientais identificados na literatura e em modelos disponíveis no mercado brasileiro.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Realizar uma revisão sobre o funcionamento e as características dos veículos com motor a combustão, híbridos e elétricos, abordando aspectos tecnológicos, operacionais e de sustentabilidade.
- Identificar os principais parâmetros utilizados na comparação entre diferentes tipos de motorização, considerando indicadores de desempenho, custo-benefício e impacto ambiental.
- Selecionar modelos representativos de veículos elétricos, híbridos e a combustão disponíveis no mercado brasileiro, para compor a análise comparativa.
- Comparar os modelos selecionados com base nos parâmetros previamente definidos, destacando vantagens e desvantagens sob a ótica econômica e ambiental.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Diferença entre carros elétricos e a combustão

Os carros híbridos, trazem de fato, alguns benefícios à população. Dentre esses, podemos destacar a redução do ruído dos motores de carros à combustão, uma melhoria na qualidade do ar que respiramos e para os usuários desses modelos de automóveis, podemos destacar uma maior economia com combustível. Não somente questões financeiras permeiam a aquisição desses modelos. Muitos consumidores optam por eles, pela ideia de serem mais ambientalmente sustentáveis (Castro, Ferreira, 2010).

Segundo Castro, Ferreira (2010), existem três fatores principais responsáveis pelo crescente interesse nos veículos elétricos: a superação de entraves tecnológicos, as preocupações com o meio ambiente e com a segurança energética dos países. Eles afirmam que cerca de 80% dos motoristas norte-americanos, sentem que o automóvel que possua uma autonomia de 50 milhas, cerca de 80km, é suficiente para satisfazer as suas necessidades básicas, como pode ser observado na tabela 1.

Tabela 1. Parâmetros para autonomia do carro

| Parâmetro | Frequência | Frequência acumulada |
|------------------------------------|------------|----------------------|
| Menos ou igual a 5 | 10 | 10 |
| Maior que 5 e menor ou igual a 10 | 12 | 23 |
| Maior que 10 e menor ou igual a 20 | 21 | 44 |
| Maior que 20 e menor ou igual a 30 | 16 | 60 |
| Maior que 30 e menor ou igual a 40 | 11 | 71 |
| Maior que 40 e menor ou igual a 50 | 8 | 79 |
| Maior que 50 e menor ou igual a 60 | 5 | 84 |
| Maior que 60 | 16 | 100 |

Fonte: Sandalow (2009)

O setor de transportes é atualmente responsável por uma significativa parcela de emissão de CO² na atmosfera, que atualmente estão em níveis alarmantes e insustentáveis. De acordo com a IEA (2009) – International Energy International de Energia, se mantivermos a proporção de emissão de gases prejudiciais ao efeito estufa na atmosfera, teremos, nos próximos anos, um aumento significativo Agency ou Agência na temperatura da Terra.

According to our analysis, the greenhouse-gas concentration implied by the Reference Scenario would result in an eventual global mean temperature rise of up to 6° C. According to the studies summarised by the IPCC, this could lead to hundreds of millions of people being displaced from their homes, massive

water and food shortages, widespread mortality of ecosystems and species, and substantial human health risks (IEA, 2009, p. 113).

A tabela abaixo, evidencia a participação de cada setor da indústria, nas emissões de gases danosos e sua respectiva taxa de crescimento.

Tabela 2 Emissões de CO₂ relacionadas à energia por setor (Mt)

| | 1990 | 2007 | Variação (%) |
|---------------------------|--------------|--------------|--------------|
| Geração de eletricidade | 7.471 | 11.896 | 59,23 |
| Outros setores de energia | 1.016 | 1.437 | 41,44 |
| Indústria | 3.937 | 4.781 | 21,44 |
| Transporte | 4.574 | 6.623 | 44,80 |
| Rodoviário | 3.291 | 4.835 | 46,92 |
| Residencial | 1.891 | 1.877 | -0,74 |
| Serviços | 1.066 | 878 | -17,64 |
| Agricultura | 405 | 433 | 6,91 |
| Uso não energético | 581 | 900 | 54,91 |
| Total | 20.941 | 28.825 | 37,65 |

Fonte: IEA (2009, p. 185).

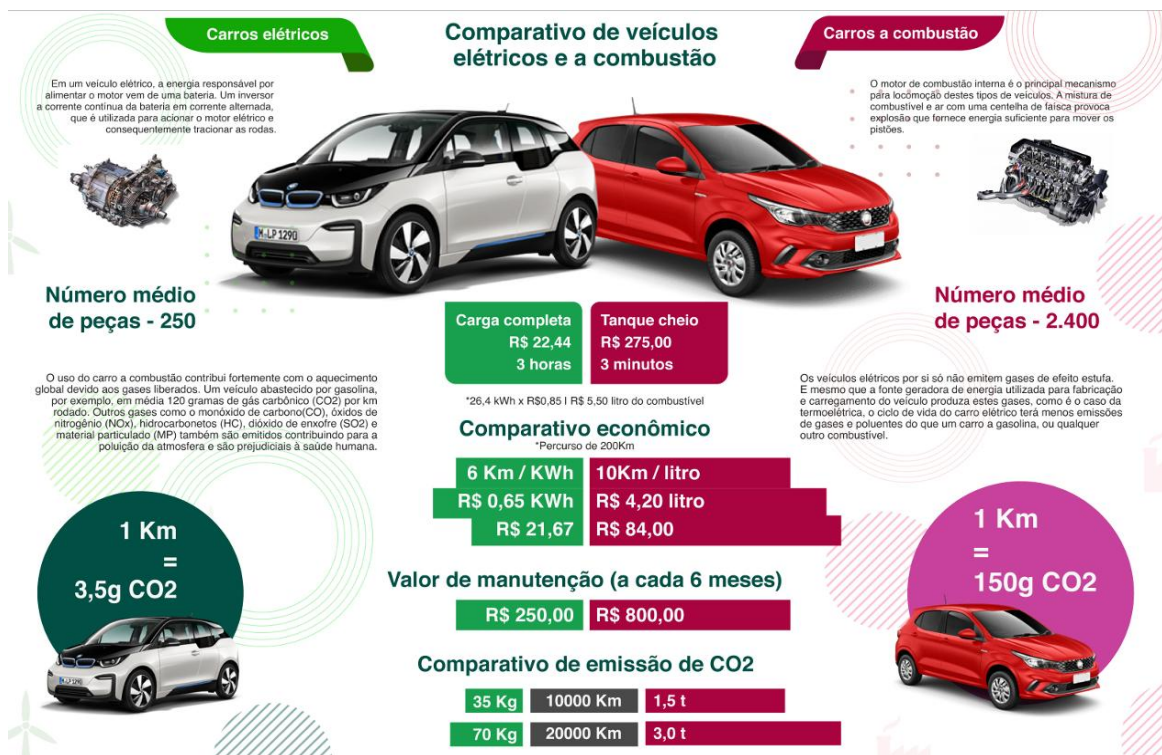
Dessa maneira, muitas empresas têm reavaliado sua relação com a preservação do meio ambiente, de modo que as suas condutas de trabalho estejam de acordo com novos critérios legais, de mercado e da sociedade. Ou seja, a visão econômica, anteriormente preponderante no planejamento, tem sido alterada por um conceito mais abrangente de desenvolvimento sustentável, onde as metas de avanços estão ligadas as práticas de redução dos efeitos nocivos.

Observa-se que a produção na indústria automobilística teve um grande salto nos últimos anos com a fabricação de modelos elétricos e híbridos. Os carros elétricos são compostos basicamente por um motor elétrico, um inversor, baterias, carregador para as baterias, um sistema de resfriamento do motor, carregador de bordo, ligado ao sistema de freio regenerativo e uma bateria auxiliar para alimentar sistemas eletrônicos de navegação.

Já os motores à combustão interna são aqueles que utilizam a queima (combustão) dos gases para funcionarem, no ciclo de Otto. Essa queima, por sua vez, libera gases tóxicos (CO₂), nocivos ao meio ambiente. A diferença entre o ciclo Otto e o Diesel é que, o primeiro, funciona pela aspiração da mistura ar-combustível, promovendo a combustão através de uma faísca, enquanto o segundo, aspira apenas o ar, e após a compressão, o combustível é pulverizado, promovendo a queima devido ao elevado calor e pressão gerados pela compressão do ar de emissão (Santos, 2007).

De acordo com a figura abaixo, as diferenças entre veículos elétricos e a combustão estão exatamente relacionadas à partida do motor, ao número de peças utilizadas nesse motor, à quantidade de emissão de gás carbônico por parte dos automóveis e à facilidade/custo da manutenção. Dessa forma, os benefícios dos modelos, fazem menção não somente à questão financeira, mas também à questão ambiental.

Figura 1. Infográfico diferença entre carros elétricos e carros a combustão



Fonte: <http://www.mobilize.org.br/midias/estatisticas/grafico-ucorp.pdf>

2.2 A sustentabilidade nos modelos elétricos e híbridos

O conceito de sustentabilidade teve origem na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano de 1972, em Estocolmo e foi empregado em 1987, em um relatório de pesquisa chamado "Relatório Brundtland" (Miranda, 2014), indo além das preocupações ambientais e abrangendo aspectos econômicos, sociais e culturais.

O aumento do impacto ambiental, gerado pela produção de produtos de forma inconsciente e insustentável, tem sido debatido e passou a sensibilizar todas as áreas da sociedade, contribuindo significativamente para a modificação de valores que promovam o desenvolvimento sustentável (Silva, 2021).

A Organização das Nações Unidas, fundada em 1945 é composta por 193 Estados-membros e lançou em 2015, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), um plano global de ação abrangendo questões ambientais, sociais, econômicas e culturais. Os ODS são diretrizes para dirigir as ações da comunidade internacional em um roteiro mais sustentável e resiliente até o ano de 2030 (ONU, 2022).

A Agenda 2030 para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) representa um quadro comum de cooperação internacional para promover o desenvolvimento sustentável. O transporte sustentável é o ponto chave do ODS 11, cidades e comunidades sustentáveis: Estimular o transporte sustentável e a redução da poluição do ar nas áreas urbanas (ONU, 2022).

Como estratégias globais para a redução do Co₂, o Brasil tem adotado medidas que buscam minimizar o problema. O governo brasileiro tem implementado medidas fiscais para tornar os veículos elétricos mais acessíveis. Alguns modelos elétricos podem ter alíquotas de IPI reduzidas, chegando a 7%, em comparação com os 25% aplicados a muitos veículos à combustão. Além disso, vários estados oferecem isenção total ou parcial do IPVA para veículos elétricos (Consoni et al., 2018).

Programas de incentivo como o Mover (mobilidade verde e inovação) e IPI verde também são destacados como importantes medidas estabelecidas para o incentivo da adoção de veículos que poluam menos o ambiente. Esses programas foram criados visando promover a expansão de investimentos em eficiência energética, incluir limites mínimos de reciclagem na fabricação dos veículos e cobrar menos impostos de quem polui menos, com a criação do IPI verde. De acordo com representantes do governo Federal a adoção do Mover vai ajudar no cumprimento com a descarbonização do planeta e com o enfrentamento às mudanças climáticas, conforme preconizado na Agenda 2030.

Assim, o incentivo em busca de um carro elétrico/híbrido, surge na atualidade como uma alternativa sustentável, haja visto que reduzem a emissão de poluentes e gases do efeito estufa. De acordo com Barbosa, Emanuel (2024), os carros elétricos e híbridos desempenham um papel importante na redução da emissão de poluentes e gases do efeito estufa. Os carros elétricos não emitem poluentes do escapamento, como óxidos de nitrogênio (NO_x) e material particulado, que são comuns em veículos movidos a combustíveis fósseis. Quando carregados com eletricidade proveniente de fontes renováveis (como solar ou eólica), os carros elétricos podem operar com uma pegada de carbono muito baixa, contribuindo para a redução das emissões de gases do efeito estufa.

2.3 Cenário Nacional

No cenário atual brasileiro, ainda não há uma boa infraestrutura para a utilização de carros elétricos. Apesar disso, é possível observarmos um crescimento significativo na venda desses modelos no país, conforme reportagem apresentada na revista Auto Esporte em outubro de 2024. *"Nossa expectativa, agora, é de atingir um volume de vendas superior a 160.000 unidades até o final de dezembro"*, afirma Ricardo Barros, presidente da ABVE (Associação Brasileira do Veículo Elétrico). Ainda segundo a reportagem, esse valor representa um aumento de aproximadamente 70% em relação à quantidade de automóveis emplacados no ano de 2023.

Outro grande problema que ocorre no cenário automobilístico brasileiro, além da falta de infraestrutura e da ainda pequena cultura de consumo dos carros elétricos, é o preço desses bens. Um automóvel do modelo *Tesla Model S*, em Portugal, tem o seu preço aproximado de € 97.000,00 ⁽¹⁾, o que representa cerca de 111 vezes o salário-mínimo do país. Quando comparamos esse mesmo modelo com o mercado brasileiro, o cenário se inverte completamente. Podemos encontrar esse mesmo carro à venda por aproximadamente R\$ 789.000,00 (menor valor encontrado na Web Motors), o que representa cerca de 558 vezes o salário-mínimo no Brasil.

Essa comparação não vale somente para os carros mais caros. Se compararmos um BYD Dolphin Mini, carro elétrico mais barato do Brasil, com esse mesmo automóvel em outros países, o preço do carro no mercado brasileiro, continua sendo muitas vezes maior. Em Portugal novamente, esse carro custa €18.800,00, o que representa cerca de 22 vezes o salário-mínimo do país, contra R\$ 99.800,00 do Brasil, o que representa cerca de 69 vezes o salário-mínimo do brasileiro. Além disso, temos também que considerar o preço gasto com energia elétrica em ambos os países, bem como a autonomia de cada um dos automóveis.

Segundo um levantamento feito em 2021 pela Scrap Car Comparison, o Brasil é o 5º país do mundo onde é mais caro comprar um carro novo, em relação ao salário médio anual dos habitantes (Figura 3 e 4).

Figura 2. Número de países x salário médio necessário para comprar carro (melhores)

| País | % do salário médio anual necessário para comprar e dirigir um carro |
|------------------------------|---|
| 1. Austrália | 49,48% |
| 2. Estados Unidos da América | 54,87% |
| 3. Dinamarca | 60,34% |
| 4. Canadá | 64,40% |
| 5. Suécia | 75,84% |
| 6. Alemanha | 78,44% |
| 7. Países Baixos | 84,65% |
| 8. França | 87,00% |
| 9. Reino Unido | 89,36% |
| 10. Finlândia | 91,58% |

Fonte: Scrapcar Comparison, 2024

Figura 3. Número de países x salário médio necessário para comprar carro (piores)

| País | % do salário médio anual necessário para comprar e dirigir um carro |
|----------------|---|
| 1. Turquia | 652,29% |
| 2. Argentina | 515,77% |
| 3. Colômbia | 508,93% |
| 4. Uruguai | 443,68% |
| 5. Brasil | 441,89% |
| 6. Ucrânia | 413,78% |
| 7. Guatemala | 355,94% |
| 8. Rússia | 290,04% |
| 9. México | 285,20% |
| 10. Costa Rica | 269,83% |

Fonte: Scrapcar Comparison, 2024

Para que um proprietário de carro elétrico possa fazer uma viagem mais longa, é necessário, por parte dele, um planejamento prévio, sendo essencial ao motorista estabelecer e planejar a melhor rota a ser feita, para que a bateria do seu carro não acabe no meio do percurso. Esse mapeamento prévio é fundamental para motorista de carros elétricos que vivem em países de grandes extensões territoriais, como o Brasil e os Estados Unidos. Segundo o site do IBGE, o Brasil ocupa a 5ª colocação dentre os maiores países em extensão territorial do mundo, com uma área de 8.510.417km², enquanto os Estados Unidos da América, ocupam a 3ª colocação, com uma área de 9.831.510km² (IBGE, 2024).

Outro ponto a se observar na utilização de carros elétricos é a autonomia que esse automóvel tem, bem como o tempo necessário para se recarregar a bateria. Em alguns países mais desenvolvidos, existem estações de recarga rápida, que conseguem recarregar totalmente a bateria do automóvel em cerca de 30 minutos (Teixeira, 2021).

De acordo com o estudo realizado por Barbosa, Emanuel (2024), os carros elétricos são veículos que funcionam exclusivamente com motores elétricos alimentados por baterias recarregáveis, eliminando a necessidade de motores à combustão interna. Já os carros híbridos combinam um motor a combustão interna com um motor elétrico e uma bateria recarregável. Esses veículos podem operar usando apenas o motor elétrico em determinadas situações, reduzindo o consumo de combustível e as emissões.

Os carros elétricos têm como um atributo a sua contribuição para a redução das emissões de gases de efeito estufa. Por não queimarem combustíveis fósseis, os carros elétricos não emitem poluentes atmosféricos diretamente, tornando-se uma opção mais limpa e ecológica. Porém é válido ressaltar que o processo produtivo do carro elétrico ainda é muito poluente, utilizando muita energia e produzindo muitos gases tóxicos para a atmosfera. São conhecidos por sua operação silenciosa, isso proporciona uma experiência de condução suave, com menos ruído e uma eficiência notável na conversão de energia elétrica em movimento. As baterias dos carros elétricos podem ser recarregadas em pontos de recarga domésticos, comerciais ou de alta potência. A autonomia dos veículos elétricos tem aumentado significativamente, permitindo viagens mais longas entre recargas (Barbosa, Emanuel, 2024).

Segundo a página oficial da Nissan Portugal, citado por Castro (2020, p. 5) o preço de venda ao público do Nissan Leaf 40kWh Acenta é de 32.400€. Da mesma forma e para efeitos de comparação, o Toyota C-HR 1.8 Hybrid Comfort apresenta um preço de 28.870€, enquanto o Volkswagen Golf Trendline 1.6 TDI tem um preço de 29.197€. Desta forma, o veículo elétrico tem um custo de aquisição superior do que os restantes veículos, enquanto os veículos híbridos

e a combustão apresentam preços semelhantes, com custos de aquisição menores em cerca de 3.400€. Abaixo temos a tabela com os dados mensais de distância, energia percorrida e custos de utilização do Nissan Leaf 40kWh:

Tabela 3. Dados mensais de distância, energia percorrida e custos de utilização do Nissan Leaf 40kWh

| # | Mês | Distância percorrida (KM) | Energia consumida (kWh) | Custo |
|----|--------------|---------------------------|-------------------------|-----------------|
| 1 | Junho | 1078 | 135,20 | 16,99 € |
| 2 | Julho | 1976 | 248 | 31,14 € |
| 3 | Agosto | 3044 | 404,55 | 43,97 € |
| 4 | Setembro | 2797 | 409,51 | 45,43 € |
| 5 | Outubro | 1964 | 329,83 | 36,04 € |
| 6 | Novembro | 2490 | 388,98 | 43,15 € |
| 7 | Dezembro | 2962 | 496,17 | 57,79 € |
| 8 | Janeiro | 2326 | 396,83 | 45,98 € |
| 9 | Fevereiro | 2161 | 342,6 | 40,42 € |
| 10 | Março | 2452 | 376,52 | 41,03 € |
| | TOTAL | 23250 | 3528,2 | 401,94 € |

Fonte: Castro (2020, p.6)

No Brasil, também podemos fazer uma comparação semelhante. Se utilizarmos como base os carros mais baratos oferecidos no país, tanto elétrico quanto à combustão, temos, segundo a Tabela FIPE (maio 2025), os seguintes valores: BYD Dolphin Mini (zero Km), com um preço de R\$ 157.651, contra R\$ 92.662 do Chevrolet Onix Hatch 1.0. Essa diferença de quase R\$ 65 mil reflete o custo extra da tecnologia elétrica, incluindo bateria e componentes eletrônicos mais avançados. Tal valor pode parecer elevado, mas é importante compará-lo com o que se gasta ao longo do tempo em combustível e revisões. Além disso, a desvalorização de veículos elétricos tende a ser menor em mercados que já adotaram incentivos fiscais e infraestrutura de recarga. Portanto, o preço de compra inicial é apenas o primeiro dos vários itens que compõem o custo total de propriedade (COSTA, 2025).

O BYD Dolphin possui consumo homologado de 14 kWh a cada 100 km percorridos. Rodando 400 km por semana, o elétrico demanda cerca de 56 kWh, gerando um gasto médio semanal de R\$ 37,29 (a R\$ 0,666/kWh em São Paulo). Esse valor equivale a R\$ 149,16 por mês, R\$ 1.789,92 por ano e R\$ 8.949,60 em cinco anos. Como a tarifa de energia costuma ser mais estável que o preço dos combustíveis, esses cálculos dificilmente oscilarão drasticamente, garantindo previsibilidade orçamentária para o proprietário do Dolphin (COSTA, 2025).

Figura 4. Modelo BYD Dolphin



Foto: Reprodução/BYD

Já o modelo a combustão, apresenta consumo médio urbano de 9,3 km/l no etanol e 13,3 km/l na gasolina. Para percorrer os mesmos 400 km semanais, seriam necessários aproximadamente 43 litros de etanol (considerando o preço de R\$ 4,00/l → R\$ 172 por semana em média) ou 30 litros de gasolina (considerando o preço de R\$ 6,00/l → R\$ 180 por semana em média). Mensalmente, isso significa R\$ 688,00 de etanol ou R\$ 720,00 de gasolina, totalizando R\$ 41.280,00 em cinco anos no etanol e R\$ 43.200,00 em cinco anos na gasolina. Além de mais caro, o preço dos combustíveis pode variar conforme mercado e tributos, tornando o gasto ainda menos previsível.

Figura 5. Modelo a combustão



Foto: Reprodução/Chevrolet

O IPVA é outro fator que se deve ser considerado na aquisição de um automóvel. No estado de São Paulo, por exemplo, os proprietários de carros elétricos pagam uma alíquota menor (2%) do que os proprietários de carros a combustão (4%). Dessa forma, aplicando o preço da Tabela FIPE (maio 2025), o Onix (R\$ 92.662,00) gera um IPVA anual de R\$ 3.706,48, que chega a R\$ 18.532,40 em cinco anos. Já o Dolphin (R\$ 157.651,00), o IPVA resulta em R\$ 3.153,02 por ano, totalizando R\$ 15.765,10 em cinco anos. Essa diferença faz com que o proprietário do elétrico pague R\$ 2.767,30 a menos de IPVA ao longo de cinco anos. Por fim, temos gastos com seguro. Considerando um motorista de 30 anos em São Paulo, o Onix Hatch 2025 tem cotação média anual de R\$ 3.814, totalizando R\$ 19.070 em cinco anos. Já o BYD Dolphin EV sai por R\$ 6.712 ao ano, chegando a R\$ 33.560 em cinco anos, devido ao valor das baterias e ao perfil de assistência técnica ainda mais limitado. Abaixo, temos uma tabela apresentando o comparativo de custo em 5 anos:

Tabela 4. Comparativo entre BYD Dolphin e Chevrolet Ônix em 5 anos

| Item | Ônix (etanol) | Ônix (Gasolina) | Dolphin |
|-----------------------------|----------------------|------------------------|----------------|
| Preço de compra | R\$92.662 | R\$92.662 | R\$157.651 |
| IPVA (5 anos) | R\$18.532,40 | R\$18.532,40 | R\$15.765,10 |
| Seguro (5 anos) | R\$19.070 | R\$19.070 | R\$33.560 |
| Combustível ou Energia | R\$41.280 | R\$43.200 | R\$8.949,60 |
| Custo total acumulado | R\$171.544,40 | R\$173.464,40 | R\$215.925,70 |
| Gasto sem o valor da compra | R\$80.802,40 | R\$80.802,40 | R\$58.274,70 |

Fonte:<http://www.techtudo.com.br/comparativo/2025/05/carro-eletrico-ou-acombustao-qual-sai-maisbarato-em-5-anos-com-calculos-edinfoeletro.ghhtml>.

Apesar das vantagens apresentadas pelos carros elétricos, os carros elétricos no Brasil ainda não valem a pena financeiramente. Se considerarmos o que se gasta com os carros elétricos, conforme apresentado acima, excluindo o valor de aquisição do produto, (R\$ 58.274,70) com o que se gasta com carros a combustão, ainda excluindo o valor de aquisição do produto, (R\$ 80.802,40), a diferença é de R\$ 22.527,70, valor esse que é menor do que a diferença entre o preço de compra dos automóveis, que é de R\$ 64.989,00. Dessa forma, percebe-se que, no Brasil, o carro elétrico ainda não é vantajoso economicamente, quando comparado aos carros à combustão (Costa, 2025).

Os carros elétricos/ híbridos apresentam também desvantagens, como por exemplo o ciclo de vida da bateria: apesar de serem mais sustentáveis durante o uso em comparação aos veículos

movidos por combustíveis fósseis, as baterias dos carros elétricos têm um ciclo de vida limitado. No caso de carros híbridos, ainda depende de combustíveis fósseis em certos momentos, e as baterias elétricas adicionam complexidade ao ciclo de vida do veículo (Barbosa, 2024).

O descarte das baterias também é uma desvantagem: descarte no final desse ciclo é um desafio ambiental a ser enfrentado, haja visto que as baterias de íon de lítio podem levar à contaminação ambiental, uma vez que essas contêm substâncias químicas tóxicas. O Brasil, não apresenta uma infraestrutura adequada para o tratamento e reciclagem dessas baterias, o que corrobora para danos ambientais, caso seja descartado inadequadamente (Barbosa, 2024). Ainda, é importante ressaltar que a infraestrutura de abastecimento ainda é limitada no país. Assim, obstáculos são apontados referente a tecnologia, no qual os passageiros precisam percorrer longas distâncias para recarregar a bateria.

2.3 Mercado mundial

Atualmente, os Estados Unidos da América, a Europa e a China, são os países responsáveis por cerca de 95% da produção de carros elétricos do mundo. De acordo com a World EV Sales Report, aproximadamente 13,6 milhões de carros elétricos foram vendidos no mundo em 2023, representando uma fatia de 16% do mercado total de carros vendidos, sendo a grande maioria deles da marca Tesla.

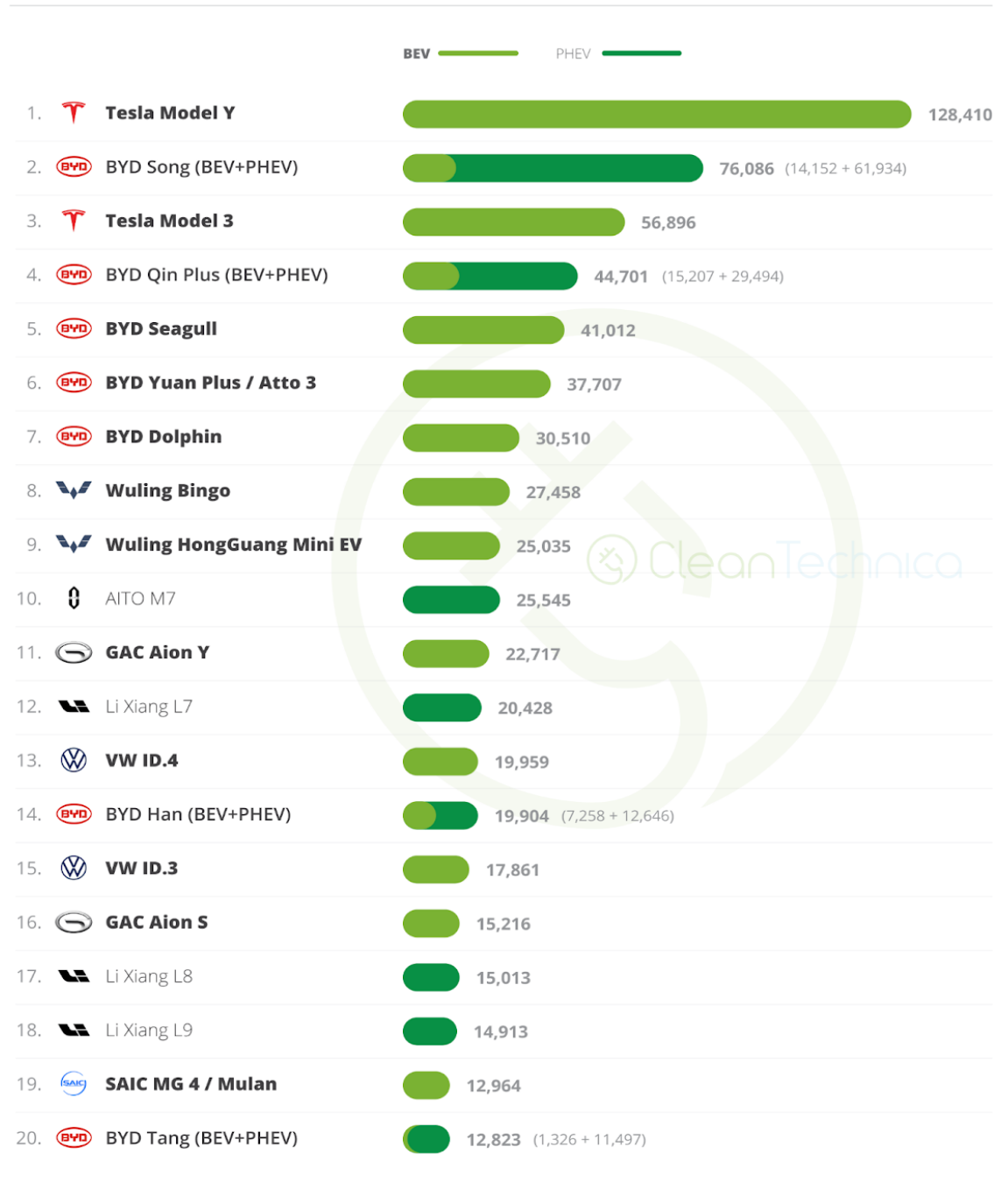
Ainda de acordo com World EV Sales Report em 2022, o número de carros elétricos vendidos no mundo, era de aproximadamente 10 milhões, o que corresponde a um valor 35% menor do que no ano de 2023. Segundo o Conselho Federal Suíço, a isenção de impostos como incentivo de compra, já não era mais necessária, dado o forte aumento da participação dos veículos elétricos no total das importações de automóveis do país e a convergência no preço desses automóveis.

A imagem abaixo ilustra a quantidade de carros elétricos vendidos, durante o ano de 2023, em todo o mundo.

Figura 6. Quantidade de carros elétricos vendidos durante 2023

Top Selling Plugin Electric Vehicles in the World

December 2023



Fonte: http://www.arenaev.com/global_electric_car_sales_soar_july_2023_saw_over_11_million_evs_sold-news-2404.php.

3. METODOLOGIA

Com o intuito de explorar a viabilidade econômica e ambiental do uso de carros elétricos e híbridos no Brasil, foi utilizado para o presente trabalho, a pesquisa bibliográfica. Conforme orienta Severino (2016), a pesquisa bibliográfica é aquela em que se realiza a partir do registro disponível, decorrentes de pesquisas anteriores, utilizando-se de dados já trabalhados por outros pesquisadores.

A coleta dos dados foi realizada a partir da revisão, através de artigos científicos, livros, relatórios técnicos e outras fontes relevantes que abordem o tema, haja visto obter uma base teórica sólida e identificar os principais conceitos sobre carros elétricos e híbridos no Brasil.

Para o estudo de caso teve como ponto de partida entrevista com o gestor de concessionárias de carros elétricos/híbridos em Belo Horizonte e engenheiros mecânicos voltados para o ramo automotivo, a partir de perguntas sobre o tema, a saber:

Dos objetivos específicos:

- Qual a diferença entre carro elétrico e híbrido?
- Qual o modelo mais vendido e por quê?
- Quais são as vantagens e desvantagens na aquisição de um carro elétrico em termos de quilometragem, segurança e sustentabilidade?
- Em relação aos carros híbridos, o que diferencia de um carro a combustão? Qual a vantagem de ter um carro híbrido? E as desvantagens?
- No caso do carro elétrico, como é realizado o descarte da bateria? Por ser de Litio, não contaminaria o meio ambiente?

Do objetivo geral:

- Você acha que os modelos estão sendo mais procurados por questões econômicas ou de sustentabilidade?

Os dados coletados, foram analisados e discutidos com a literatura e criados eixos temáticos.

4. RESULTADOS

Essa sessão teve como objetivo analisar a entrevista com base na teoria desenvolvida ao longo do trabalho, a fim de responder o problema de pesquisa. Os resultados foram categorizados conforme a técnica de análise de conteúdo da fala do participante e mediante a discussão com a teoria.

4.1 Diferença entre carro híbrido e elétrico

Analisando o conhecimento sobre os carros híbridos e elétricos e seu funcionamento, Teixeira (2025) define

os carros elétricos como sendo aqueles que não emitem poluentes. No caso dos carros híbridos, é que quando está em uma velocidade , variando entre 40 a 60 km/h o veículo é totalmente elétrico. Assim, a finalidade do híbrido é que dentro das cidades, nas metrópoles, vai ser usado praticamente o motor elétrico, sem emissão de poluentes. Entretanto, quando há viagens longas 100 a 200 km, o motor não será suficiente e assim precisa ser usado o motor a combustão.

Conforme o roteiro de entrevista, os resultados apresentam que a informação extraída é de que há uma diferença entre esses modelos. De acordo com Santos (2017), o veículo elétrico é aquele que não faz o uso de qualquer sistema de combustão interna. A força do motor está concentrada em baterias de íons de lítio especiais e que suportam cargas elevadas, o que confere maior autonomia. Seu carregamento se dá pelo acoplamento do veículo, mediante a um cabo especial em uma tomada.

O veículo híbrido, em contrapartida, é um veículo de transição, ou seja, entre a mecânica convencional e os novos modelos puramente elétricos (Santos, 2017; Zilio, 2024). Destarte, o modelo híbrido, se dá em razão da força de seu deslocamento, alimentado por motor à combustão e motor elétrico. É um sistema harmônico com trabalho integrado entre motor à combustão interna e motor elétrico, otimizando a potência e a autonomia do veículo.

4.2 Sustentabilidade e a adoção de um carro elétrico/híbrido

A adoção de carros elétricos e híbridos representa um passo significativo em direção à mobilidade sustentável, pois contribui para a redução das emissões de gases de efeito estufa e da poluição sonora, além de promover maior eficiência energética em comparação aos veículos convencionais a combustão.

Conforme a fala do especialista,

A vantagem está no microclima, os carros diminuem a poluição, ou seja daquele local que normalmente se caracteriza com mais poluentes. Assim, ele diminui a emissão de poluentes de forma localizada, em cidades altamente poluídas, a exemplo de São Paulo. Entretanto, é necessário avaliar também as desvantagens, a exemplo da matriz energética que é um poluente.

Os carros elétricos não emitem CO₂ ou poluentes atmosféricos durante o uso, o que contribui para a melhoria da qualidade do ar urbano, corroborando com os achados deste estudo. Já os híbridos emitem menos gases poluentes do que veículos convencionais, especialmente em trajetos urbanos. Quanto as desvantagens, podemos destacar a extração do lítio usados nas baterias, no qual pode causar degradação ambiental. Em países onde a matriz elétrica é baseada em carvão ou gás natural, a recarga de veículos elétricos pode resultar em emissões indiretas significativas.

No entanto, essa transição ainda enfrenta desafios importantes, como os impactos ambientais da produção de baterias, que demandam a extração de minerais como lítio, cobalto e níquel, a necessidade de expansão da infraestrutura de recarga e a dependência, em muitos países, de matrizes energéticas ainda baseadas em combustíveis fósseis. Assim, para que os benefícios sejam efetivamente alcançados, é essencial combinar a popularização desses veículos com investimentos em energias renováveis, políticas públicas de incentivo e estratégias de reaproveitamento e reciclagem de baterias, consolidando um modelo de transporte verdadeiramente sustentável. Ainda, há desafios na logística reversa e reciclagem eficiente de baterias de íon-lítio, que contêm metais pesados.

O participante ressalta que não houve um direcionamento a respeito do descarte das baterias, sendo assim reforça que

Ao ser criado os veículos a bateria de lítio, acreditavam que seria transformado em energias renováveis, recicláveis e com maior durabilidade. Porém não aconteceu. A bateria de lítio tem durabilidade até 8 anos e após são descartadas sendo que ao não ter um local destinado, contaminam o meio ambiente.

No que se refere as baterias, Bermúdez-Rodríguez, Consoni (2020) apontam que as baterias de lítio têm um papel chave no contexto da mobilidade elétrica por serem o elemento mais importante e de maior custo na cadeia de valor dos veículos elétricos. Diferentemente do veículo com MCI, que depende dos combustíveis fósseis ou dos biocombustíveis para obter sua energia, nos veículos elétricos a bateria ocupa este papel central (BERMÚDEZ-RODRÍGUEZ, CONSONI, 2020).

Alguns estudiosos, vem destacando a importância sobre a reciclagem de baterias, no qual

ressalta-se assim como nos resultados deste estudo sobre os gargalos tecnológicos associados à reciclagem alternativa precisam ser superados para dar sustentação à cadeia produtiva de LIBs e atender à crescente demanda de VEBs (Moreia et al., 2024).

O Lítio é uma substância facilmente inflamável, que necessita apenas do oxigênio para pegar fogo. As baterias de íons de lítio podem liberar fumaça perigosa e gases inflamáveis quando são danificadas por uma força externa e expostas a condições de trabalho difíceis. Portanto, é viável ter combustão contínua, jatos de chamas e até mesmo uma explosão de gás. É improvável que os sistemas de bateria se auto inflamem em configurações normais de operação, mas estão sujeitos a ataques térmicos, mecânicos e elétricos externos.

A toxicidade da fumaça produzida pela queima de baterias de lítio, é maior do que aquela gerada por carros à combustão, fazendo com que os danos gerados pela poluição sejam maiores, o que pode ser considerado um risco quando se fala de sustentabilidade (Larsson et al., 2017).

Assim, deve-se levar em consideração também os problemas com o transporte dessas baterias. Por serem muito grandes e pesadas, esse transporte é bastante complicado e caro, sendo necessário a utilização de uma empresa especializada para tal, inviabilizando o uso do automóvel durante esse período o que eleva ainda mais custo para arrumar o veículo. Vale ressaltar que essas baterias pesam cerca de 700 kg, enquanto as baterias de carros a combustão, pesam no máximo 5 kg (140x mais leve). Dessa forma, em uma situação de emergência, o carro elétrico torna-se um grande problema ao seu proprietário (Rangarajan et al., 2022).

No que se refere aos modelos mais vendidos, o entrevistado reforça

Os carros eletricos são mais caros, e os modelos mais vendidos são da Tesla no mundo e no Brasil o BYD. A toyota é a maior fabricante de Híbridos no mundo. Quanto a questão econômica ela é a mais procurada, entretanto ao vendê-lo desvaloriza, chegando a 30% do valor. Ainda, a infra-estrutura é deficitária, com rota para abastecimento; pessoas abastecendo pela duração do carregamento.

Corroborando com os achados deste estudo, no cenário atual brasileiro, os valores dos carros híbridos/elétricos ainda são altos, comparados a outros países. Um automóvel do modelo *Tesla Model S*, em Portugal, tem o seu preço aproximado de € 97.000,00, o que representa cerca de 111 vezes o salário-mínimo do país. Quando comparamos esse mesmo modelo com o mercado brasileiro, o cenário se inverte completamente. Podemos encontrar esse mesmo carro à venda por aproximadamente R\$ 789.000,00 (menor valor encontrado na Web Motors), o que representa cerca de 558 vezes o salário-mínimo no Brasil.

Essa comparação não vale somente para os carros mais caros. Se compararmos um BYD Dolphin Mini, carro elétrico mais barato do Brasil, com esse mesmo automóvel em outros países,

o preço do carro no mercado brasileiro, continua sendo muitas vezes maior. Em Portugal novamente, esse carro custa €18.800,00, o que representa cerca de 22 vezes o salário-mínimo do país, contra R\$ 99.800,00 do Brasil, o que representa cerca de 69 vezes o salário-mínimo do brasileiro. Além disso, temos também que considerar o preço gasto com energia elétrica em ambos os países, bem como a autonomia de cada um dos automóveis.

Entretanto, é possível observarmos um crescimento significativo na venda desses modelos no país, conforme apresentados pela Associação Brasileira de Veículo Elétrico. Em 2024, comparado a 2023, houve um crescimento de 200% em veículos elétricos plug-in (ABVE, 2024).

Segundo o site do IBGE, o Brasil ocupa a 5ª colocação dentre os maiores países em extensão territorial do mundo, com uma área de 8.510.417km², enquanto os Estados Unidos da América, ocupam a 3ª colocação, com uma área de 9.831.510km² (IBGE, 2025).

Outro ponto a se observar na utilização de carros elétricos é a autonomia que esse automóvel tem, bem como o tempo necessário para se recarregar a bateria. Em alguns países mais desenvolvidos, existem estações de recarga rápida, que conseguem recarregar totalmente a bateria do automóvel em cerca de 30 minutos. No Brasil, temos espalhados no Brasil 10.662 pontos de recarga, de acordo com a Associação Brasileira do veículo Elétrico, o qual mostra que ainda se tem um déficit de pontos no país.

5. CONCLUSÃO

Neste estudo, buscou-se analisar a percepção dos usuários sobre o desempenho financeiro e ambiental dos carros elétricos e híbridos no Brasil. De maneira geral, conforme a literatura e a entrevista realizada, a sustentabilidade é reconhecida, porém menos determinante na decisão de compra. Enquanto grande parte dos modelos elétricos oferecem uma maior economia durante o seu uso, eles enfrentam barreiras significativas, tais como o alto preço de compra para aquisição do automóvel, uma grande desvalorização, quando comparados aos carros à combustão e a infraestrutura limitada, principalmente no Brasil, com péssimas rodovias e estreadas, além de poucos locais para recarga. Já os modelos híbridos são vistos, em sua maioria, como opções mais seguras e práticas, uma vez que aliam a economia de combustível a uma maior familiaridade mecânica e melhor revenda. Assim, a escolha por veículos eletrificados no Brasil ainda é guiada mais por benefícios econômicos do que meramente por preocupações ambientais. Dessa forma, chegamos à conclusão de que os carros híbridos são, de fato, as melhores opções no que tange a sustentabilidade e economia.

REFERÊNCIAS

- AXSEN, J.; KURANI, KS Híbrido, híbrido plug-in ou elétrico — O que os compradores de carros querem? **Energy policy**, v. 61, p. 532–543, 2013.
- ABVE. Associação Brasileira de veículos elétricos. Mercado de veículos elétricos plug-in cresce 200% nos últimos 12 meses. Disponível em: <http://www.abve.org.br/mercado-deveiculos-eletricos-plug-in-cresce-200-nos-ultimos-12-meses/>. Acesso em 05 abr. 2025.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO VEÍCULO ELÉTRICO – ABVE. **Emplacamentos de veículos elétricos crescem 63% em 2024**. São Paulo: ABVE, 2024. Disponível em: <https://www.abve.org.br>. Acesso em: 22 jun. 2025.
- ALVES, N.S.M. **A indústria 4.0 e o setor automotivo: um estudo sobre os impactos da nova revolução industrial**. Trabalho de Conclusão de curso. Universidade Federal de Uberlândia, 2020.
- CAVAGLIANO, L. **Análise da viabilidade técnica e econômica da substituição de veículos a combustão interna por veículos elétricos e veículos elétricos híbridos no Brasil**. Trabalho de Graduação. Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, 2020.
- CASTRO, B.H.R; FERREIRA, TT. **Veículos elétricos: aspectos básicos, perspectivas e oportunidades**. BNDES Setorial 32, p. 267-310
- DONAIRE, D; OLIVEIRA, D.C. **Gestão ambiental na empresa**. 3.ed. editora: atlas, 2018.
- FREITAS, LFS; MEDEIROS, K. DE S. Sustentabilidade veicular: o uso de veículos elétricos e híbridos/ Sustentabilidade Veicular: O Uso de Veículos Elétricos e Híbridos. **Revista Brasileira de Desenvolvimento**, v. 7, n. 8, pág. 84614–84634, 2021.
- KARLSSON, S. What are the value and implications of two-car households for the electric car? **Transportation research. Part C, Emerging technologies**, v. 81, p. 1–17, 2017.
- KOIVISTO, M.; DE CARVALHO, L. G.; DOS SANTOS, T. C. et al. **Greenhouse gas emissions of electric vehicles in Brazil: a comprehensive review of the life cycle perspective**. *Journal of Cleaner Production*, v. 356, p. 131892, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131892>.
- LARSSON F, ANDERSSON P, BLOMQVIST P, MELLANDER BE. Toxic fluoride gas emissions from lithium-ion battery fires. **Sci Rep**. v.7, n.1, p.10018, 2017. doi: 10.1038/s41598-017-09784-z
- MOREIRA, Y. H. B., MANTEGAZINI, D. Z., ANDRADE, G. R. S., & BACELOS, M. S. Reciclagem de baterias de íon-lítio: uma breve revisão sobre os processos, avanços e perspectivas. **Brazilian Journal of Production Engineering**, v.10, n.1, p.36–52. 2024. <https://doi.org/10.47456/bjpe.v10i1.42817>.
- MORAES JÚNIOR, A. A. de; IKEDA, A. H.; CUNHA FILHO, R. S. R. **Veículos Elétricos: O Futuro da Indústria Automobilística**. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós Graduação em

Administração e Economia) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo, 2018.

PANGONI, F.C. **Análise de viabilidade técnica e econômica entre veículos a combustão interna e veículos elétricos.** Dissertação de Mestrado. Programa de pós-graduação em eficiência energética e sustentabilidade. Campo Grande, 2023.

RANGARAJAN, S.; SUNDDARARAJ, S.P.; et al. Lithium-Ion Batteries—The Crux of Electric Vehicles with Opportunities and Challenges. **Clean Technol.** v.4, n.1, p. 908-930, 2022. <https://doi.org/10.3390/cleantechno14040056>

SANTOS, A.C.R. **Análise da viabilidade técnica e econômica de um veículo elétrico versus veículo a combustão.** 2017. 64 fl. Monografia. Curso de especialização em eficiência energética aplicada aos processos produtivos. Universidade Federal de Santa Maria, Santana do Livramento, 2017.

SILVA, C.D.D. **Educação ambiental, sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: investigações, desafios e perspectivas futuras** [livro eletrônico]. 1.ed. Curitiba-PR: Editora Bagai, 2021. E-Book.

SCROSATI, B; HASSOUN, J; SUN, YK. Lithium-ion batteries. A look into the future. **Energy Environ. Sci.**, v.4, 3287, 2011.

VIEIRA, R. P.; MATTOS, L. V.; IKEDA, M. K. **Drivers and barriers in the adoption of electric vehicles in Brazil: a systematic literature review.** *Sustainability*, v. 16, n. 3, p. 1485, 2024. <https://doi.org/10.3390/su16031485>.

WEISS, M; ZERFASS, A; HELMERS, E. Fully electric and plug-in hybrid cars- An analysis of learning rates, user costs, and costs for mitigating CO2 and air pollutant emissions. **Journal of Cleaner Production** v.212, 1478e1489, 2019.

ZILIO, TDS. **Alternativa de motores híbridos como solução sustentável para o cenário brasileiro.** Universidade Estadual Paulista (UNESP). Sorocaba, 2024.

APÊNDICE 1

ROTEIRO DE ENTREVISTA

1. Qual a diferença entre carro elétrico e híbrido?
2. Qual o modelo mais vendido e por quê?
3. Quais são as vantagens e desvantagens na aquisição de um carro elétrico em termos de quilometragem, segurança e sustentabilidade?
4. No caso do carro elétrico, como é realizado o descarte da bateria? Por ser de Litio, não contaminaria o meio ambiente?
5. Em relação aos carros híbridos, o que diferencia de um carro a combustão? Qual a vantagem de ter um carro híbrido? E as desvantagens?
6. Você acha que os modelos estão sendo mais procurados por questões econômicas ou de sustentabilidade?