

CENTRO PAULA SOUZA
FATEC SANTO ANDRÉ
Tecnologia em Eletrônica Automotiva

DIEGO PASSARELLI FAUSTINO
EDGAR AQUINO DO NASCIMENTO
GABRIEL PEREIRA DE PAULA

ESTUDO COMPARATIVO ENTRE VEÍCULOS ELÉTRICOS E
A COMBUSTÃO, LEVANDO EM CONSIDERAÇÃO O
ASPECTO DE CUSTO PARA SUA MANUTENÇÃO

Santo André
2026

**DIEGO PASSARELLI FAUSTINO
EDGAR AQUINO DO NASCIMENTO
GABRIEL PEREIRA DE PAULA**

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE VEÍCULOS ELÉTRICOS E
A COMBUSTÃO, LEVANDO EM CONSIDERAÇÃO O
ASPECTO DE CUSTO PARA SUA MANUTENÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Tecnologia em
Eletrônica Automotiva da Fatec, orientado
pelo Prof. MSc. Adriano Ribolla e
coorientado pelo Prof. MSc. Fernando
Garup Dalbo, como requisito parcial para
obtenção do título de Tecnólogo em
Eletrônica Automotiva.

Santo André

2026

FICHA CATALOGRÁFICA

F268e

Faustino, Diego Passarelli

Estudo comparativo entre veículos elétricos e a combustão, levando em consideração o aspecto de custo para sua manutenção / Diego Passarelli Faustino, Edgar Aquino do Nascimento, Gabriel Pereira de Paula. - Santo André, 2026. – 57f: il.

Trabalho de Conclusão de Curso – FATEC Santo André.
Curso de Tecnologia em Eletrônica Automotiva, 2026.

Orientador: Prof. Adriano Ribolla

1. Eletrônica. 2. Veículos elétricos. 3. Estudo. 4. Veículos de combustão. 5. Tecnologia. 6. Redução de poluentes. 7. Sistemas veiculares. 9. Manutenção. 10. Motores de combustão interna. I. Nascimento, Edgar Aquino do. II. Paula, Gabriel Pereira de. III. Estudo comparativo entre veículos elétricos e a combustão, levando em consideração o aspecto de custo para sua manutenção.

629.2

LISTA DE PRESENÇA

Santo André, 16 de junho de 2026.

LISTA DE PRESENÇA REFERENTE À APRESENTAÇÃO DO
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO COM O TEMA: “ESTUDO
COMPARATIVO ENTRE VEÍCULOS ELÉTRICOS E A
COMBUSTÃO, LEVANDO EM CONSIDERAÇÃO O ASPECTO DE
CUSTO PARA SUA MANUTENÇÃO” DOS ALUNOS DO 6º
SEMESTRE DESTA U.E.

BANCA

PRESIDENTE:

PROF. ADRIANO RIBOLLA



MEMBROS:

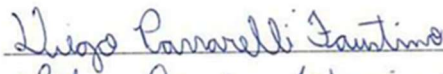
PROF. WESLEY MEDEIROS TORRES



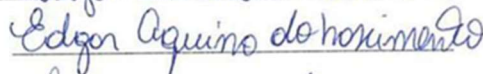
PROF. ELIEL WELLINGTON MARCELINO

**ALUNOS:**

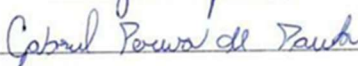
DIEGO PASSARELLI FAUSTINO



EDGAR AQUINO DO NASCIMENTO



GABRIEL PEREIRA DE PAULA



Dedicatória

Dedicamos este trabalho aos nossos familiares, orientadores e amigos que nos apoiaram e instruíram para a realização desse estudo, sem os quais não seria possível concluir o curso.

Agradecimentos

Agradecemos a Deus por nos ajudar a superar todos os obstáculos encontrados ao longo do curso.

Aos professores, que nos corrigiram e ensinaram permitindo apresentar um melhor desempenho no processo de formação.

Agradecemos especialmente aos nossos pais e irmãos, que incentivaram o grupo nos momentos mais difíceis.

*"Se enxerguei mais longe, foi por estar sobre os
ombros de gigantes".
(Isaac Newton, 1675)*

RESUMO

Atualmente, os veículos elétricos ganharam força no mercado automobilístico por seu baixo índice de emissão de poluentes, tais como: dióxido de carbono (CO_2), gás metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O) e ozônio (O_3). Essa problemática também se manifesta na poluição sonora. No entanto, a sociedade tem levado cada vez mais em consideração o custo para adquirir um veículo e o seu custo de manutenção após a compra. Com base nesse panorama, foi elaborado um estudo comparativo em que se observaram os custos de manutenção de um veículo elétrico e de um veículo a combustão. Para isso, optou-se pelo modelo Renault Kwid, cuja versão E-Tech apresenta características semelhantes à versão com motor a combustão interna 1.0 L. O trabalho tem como foco demonstrar as vantagens e desvantagens de um modelo em relação ao outro, levando em consideração qual deles proporcionará maior benefício monetário ao consumidor após a compra.

Palavras-chave: Veículos elétricos. Veículos a combustão. Custo de manutenção.

ABSTRACT

Currently, electric vehicles have gained prominence in the automotive market due to their low pollutant emissions, such as carbon dioxide (CO₂), methane gas (CH₄), nitrous oxide (N₂O), and ozone (O₃). This issue is also reflected in noise pollution. However, society has increasingly considered the cost of purchasing a vehicle and its maintenance expenses after acquisition. Based on this context, a comparative study was developed to analyze the maintenance costs of an electric vehicle and an internal combustion engine vehicle. For this purpose, the Renault Kwid model was selected, whose E-Tech version presents characteristics similar to the 1.0 L internal combustion engine version. This study aims to demonstrate the advantages and disadvantages of each model, considering which one provides greater financial benefits to consumers after purchase.

Keywords: Electric vehicles. Internal combustion engine vehicles. Maintenance cost.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01: Benz Motorwagen, de Karl Benz, 1885	18
Figura 02: Veículo elétrico do ano de 1890	20
Figura 03: Tesla Model Y, modelo mais vendido em 2023.....	23
Figura 04: Bateria de um carro a motor a combustão interna	25
Figura 05: Bateria de um carro elétrico	26
Figura 06: Motor Renault E-Tech 100% elétrico.....	29
Figura 07: Diagrama de pressões correspondente aos 4 ciclos de funcionamento de um motor ciclo Otto	30
Figura 08: Peças do motor à combustão interna.....	31
Figura 09: Mapa de descontos e isenção do IPVA.....	33
Figura 10: Estrutura de um Pneu	35
Figura 11: Manutenção Veicular.....	37
Figura 12: Valor gasto para a troca de componentes por 100.000 Km – Kwid com motor a combustão interna vs Kwid E-Tech	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Calendário de vencimento de SP do IPVA de 2024.....	32
---	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 01: Síntese geral do aspecto de custo da manutenção.....	40
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABVE	Associação Brasileira do Veículo Elétrico
CARB	Conselho de Recursos Aéreos da Califórnia
IPVA	Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores
LFP	Lítio-Ferro-Fosfato
EESM	Motor Síncrono de Excitação Externa
RENAVAM	Registro Nacional de Veículos Automotores
VEs	Veículos Elétricos
SEFAZ-SP	Secretaria da Fazenda e Planejamento de São Paulo
SENAI-SP	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial de São Paulo
IEA	International Energy Agency
FIPE	Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 Motivação	16
1.2 Objetivo	16
1.3 Metodologia	16
2 BREVE HISTÓRIA DOS VEÍCULOS COM MOTOR A COMBUSTÃO INTERNA..	18
3 BREVE HISTÓRIA DOS VEÍCULOS ELÉTRICOS	20
3.1 Cenário atual dos veículos elétricos	22
4 PRINCIPAIS DIFERENÇAS DO VEÍCULO ELÉTRICO PARA O VEÍCULO A COMBUSTÃO INTERNA.....	24
4.1 Bateria de um veículo com motor a combustão interna	24
4.1.1 Bateria de um veículo elétrico	25
4.2 Motor	27
4.2.1 Motor elétrico.....	28
4.2.2 Motor à combustão interna.....	29
4.3 IPVA	31
4.4 Seguro.....	34
4.5 Pneu	34
4.6 Tabela Fipe	36
5 MANUTENÇÃO VEICULAR	37
5.1 Manutenção corretiva	37
5.2 Manutenção preventiva	38
5.3 Manutenção preditiva	39
5.4 Manutenção detectiva	39
6 COMPARAÇÕES	40
6.1 Observação sobre o gráfico	41
6.2 Suspensão	43
6.2.1 Custo de substituição da suspensão – carro elétrico (Kwid E-Tech).....	44
6.2.1 Custo de substituição da suspensão – carro a combustão (Kwid)	44
6.3 Pneus	45
6.4 Câmbio	45
6.5 Bateria	46
6.6 Sistema de freios.....	46
6.7 Motor	47
7 PROJETOS FUTUROS.....	48
8 CONCLUSÃO.....	49
9 REFERÊNCIAS.....	50
ANEXO A – TABELA FIPE KWID COM MOTOR À COMBUSTÃO	54
ANEXO B – TABELA FIPE KWID ELÉTRICO E-TECH	54
ANEXO C – VOLUMES DE VEÍCULOS ELÉTRICOS NO BRASIL	54
ANEXO D – AMORTECEDOR TRASEIRO/DIANTEIRO, PASTILHA DE FREIO E DISCO DE FREIO RENAULT KWID	55
ANEXO E – BATERIA 12 V MOURA	55
ANEXO F – PNEU CONTINENTAL	56
ANEXO G – ROLAMENTOS DA RODA RENAULT KWID.....	56
ANEXO H – BANDEJAS/BUCHAS RENALT KWID	57
ANEXO I – PIVÔS DA SUSPENSÃO RENALT KWID	57

1 INTRODUÇÃO

Atualmente as empresas, em razão de pressões legais e ambientais, buscam cada vez mais reduzir a emissão de gases provenientes dos motores a combustão, investindo, assim, em veículos elétricos. Devido à emissão de gases gerados pelos veículos e ao aumento excessivo de sua circulação em decorrência dos congestionamentos, o descontrolado do efeito estufa vem se tornando um problema para a sociedade, uma vez que a temperatura do planeta está se elevando. Com isso, a demanda por veículos elétricos em circulação nas ruas vem aumentando gradativamente, e a emissão de gases poluentes tende a diminuir.

Seguindo essa perspectiva, vêm sendo implementados outros meios de minimizar as emissões, sendo um deles o veículo elétrico. Nesse cenário, o carro elétrico pode ser uma solução viável para a substituição de veículos de passeio a combustão, especialmente com o avanço da tecnologia das baterias, o que permite que a frota de carros elétricos aumente, diminuindo, assim, a frota de veículos movidos a combustíveis fósseis em circulação e amenizando alguns dos problemas causados por eles.

O carro elétrico é silencioso, apresenta menor custo de manutenção e maior eficiência energética em comparação aos veículos a combustão (IEA, 2023; EHSANI et al., 2018). Algumas vantagens do veículo elétrico incluem o baixo consumo de energia quando o veículo está parado no trânsito e a possibilidade de regeneração de energia durante as frenagens e em declives, o que contribui para o aumento de sua autonomia.

Por outro lado, entre as principais desvantagens, destacam-se a autonomia ainda limitada em comparação aos veículos a combustão e o maior tempo de recarga. Enquanto veículos a combustão podem ser reabastecidos em poucos minutos, os veículos elétricos podem demandar horas para atingir carga total, dependendo da infraestrutura de carregamento disponível (IEA, 2023; LUTSEY, 2015).

Os veículos elétricos têm ganhado cada vez mais espaço no mercado brasileiro. Segundo a Associação Brasileira do Veículo Elétrico (ABVE, 2024), foram vendidos 79.304 veículos leves eletrificados no Brasil em 2024. Em razão desse crescimento, a procura por veículos elétricos aumentou significativamente, assim como as dúvidas relacionadas à viabilidade financeira entre os modelos elétricos e os modelos a combustão.

1.1 Motivação

Devido ao aumento da popularidade dos carros elétricos nos últimos anos, principalmente em razão da busca pela redução de emissões de poluentes, surgiu uma ampla discussão sobre qual tipo de veículo apresenta maior vantagem financeira, considerando o custo de aquisição e de manutenção. Diante desse cenário, este estudo propõe uma análise comparativa da viabilidade financeira entre veículos elétricos e veículos a combustão interna, considerando os custos de aquisição e manutenção, a fim de identificar qual apresenta maior vantagem econômica no curto e no longo prazo.

1.2 Objetivo

O principal objetivo deste estudo é comparar um veículo elétrico e um veículo a combustão do mesmo fabricante, buscando identificar qual deles proporcionará maior benefício financeiro ao longo de cinco anos, levando em consideração o preço de aquisição e os custos de manutenção.

A presente pesquisa caracteriza-se como um estudo de natureza aplicada, com abordagem qualitativa e quantitativa, tendo como objetivo principal realizar uma análise comparativa entre veículos elétricos e veículos com motor a combustão interna, considerando especialmente os custos relacionados à manutenção ao longo do tempo. Para isso, adotou-se como objeto de estudo o modelo Renault Kwid, em suas versões com motor a combustão interna e elétrica (E-Tech), por apresentarem características estruturais semelhantes, o que possibilita uma comparação mais precisa e coerente.

1.3 Metodologia

No que se refere aos procedimentos metodológicos, a pesquisa foi desenvolvida por meio de revisão bibliográfica e análise documental, utilizando artigos científicos, relatórios técnicos, publicações institucionais e materiais disponibilizados por fabricantes e órgãos do setor automotivo. Foram selecionadas fontes atualizadas e relevantes, com foco em aspectos técnicos, econômicos e operacionais dos

veículos, permitindo fundamentar teoricamente as comparações realizadas ao longo do estudo.

Além disso, foram levantados dados relacionados aos custos de manutenção, incluindo valores de peças, frequência de substituição e características de desgaste dos principais componentes, como suspensão, pneus, freios, motor, bateria e sistema de transmissão. Esses dados foram organizados e analisados de forma comparativa, buscando identificar diferenças significativas entre os dois tipos de motorização e seus impactos no custo total de utilização.

O estudo foi organizado em capítulos sequenciais que permitem uma compreensão progressiva do tema. Inicialmente, apresenta-se uma contextualização histórica dos veículos a combustão e elétricos, seguida pela análise das principais diferenças entre essas tecnologias. Posteriormente, são abordados conceitos relacionados à manutenção veicular e, por fim, realiza-se um estudo comparativo detalhado dos componentes e dos custos de manutenção, com o objetivo de identificar qual modelo apresenta maior viabilidade econômica ao longo do tempo.

Dessa forma, a metodologia adotada possibilita uma análise consistente e fundamentada, contribuindo para a compreensão das vantagens e desvantagens entre veículos elétricos e veículos a combustão, especialmente sob a perspectiva financeira e de manutenção.

Optamos por realizar a comparação considerando um período de 5 anos de uso ou 100.000 km rodados, pois, a partir dessa faixa de utilização, os veículos geralmente começam a demandar manutenções mais significativas e a substituição de componentes sujeitos ao desgaste natural. Nesse período, é comum a necessidade de troca de itens como pneus, pastilhas e discos de freio, amortecedores, rolamentos, bandejas, pivôs e outros componentes mecânicos. Assim, a análise baseada em 5 anos ou 100.000 km permite uma avaliação mais representativa dos custos de manutenção entre o veículo elétrico e o veículo a combustão, refletindo de forma mais fiel as despesas que os proprietários tendem a enfrentar ao longo do uso do veículo.

2 BREVE HISTÓRIA DOS VEÍCULOS COM MOTOR A COMBUSTÃO INTERNA

A história dos veículos com motor a combustão interna representa um marco fundamental no desenvolvimento tecnológico e na transformação da mobilidade humana. Esse tipo de motorização consolidou-se como base da indústria automobilística moderna, influenciando profundamente aspectos econômicos, sociais e ambientais ao longo dos séculos (BRUNETTI, 2018).

Os primeiros avanços que antecederam os motores a combustão interna ocorreram ainda no século XVIII, com o desenvolvimento de veículos a vapor, como o de Nicolas-Joseph Cugnot. No entanto, foi ao longo do século XIX que surgiram os motores de combustão interna, resultado de experimentações voltadas à eficiência energética e ao uso de combustíveis líquidos e gasosos. Em 1876, Nikolaus Otto desenvolveu o motor de quatro tempos, conhecido como ciclo Otto, considerado um dos principais fundamentos da engenharia automotiva moderna (MARTINS, 2016).

Em 1886, Karl Benz projetou o primeiro automóvel movido por motor a combustão interna, o Benz Patent-Motorwagen, considerado o precursor dos veículos modernos. Esse marco histórico consolidou a viabilidade prática dos automóveis e abriu caminho para sua produção e disseminação (MOM, 2016; BRUNETTI, 2018).

A Figura 01 apresenta o Benz Patent-Motorwagen, desenvolvido por Karl Benz, considerado um dos primeiros veículos com motor a combustão interna da história.

Figura 01: Benz Motorwagen, de Karl Benz, 1885.



Fonte: EDUCAÇÃO AUTOMOTIVA (2016).

No início do século XX, a indústria automobilística passou por uma grande transformação com a introdução da produção em massa. Henry Ford, ao lançar o Modelo T em 1908, revolucionou o setor ao implementar a linha de montagem, tornando os veículos mais acessíveis à população (HOUNSHELL, 1984). Esse processo contribuiu significativamente para a expansão da mobilidade urbana e para o crescimento econômico global.

A partir da segunda metade do século XX, os motores a combustão interna passaram por constantes aprimoramentos tecnológicos, com foco no aumento da eficiência, do desempenho e na redução de emissões. Na década de 1970, a crescente preocupação ambiental levou à criação de regulamentações mais rigorosas, incentivando o desenvolvimento de tecnologias como catalisadores e sistemas de controle de emissões (BRUNETTI, 2018).

Atualmente, a indústria automobilística enfrenta novos desafios relacionados à sustentabilidade e à redução dos impactos ambientais. Nesse contexto, observa-se uma crescente transição para veículos elétricos, híbridos e outras tecnologias de propulsão de baixa emissão, impulsionada por regulamentações ambientais mais rigorosas, avanços tecnológicos e pela busca por maior eficiência energética (IEA, 2024).

3 BREVE HISTÓRIA DOS VEÍCULOS ELÉTRICOS

Os carros elétricos não são uma invenção recente, tendo sido introduzidos no mercado automobilístico há mais de 100 anos. No final do século XIX e início do século XX, começaram as primeiras aplicações do conceito de veículos movidos a bateria, com a produção de modelos em pequena escala. O desenvolvimento dos veículos elétricos teve início com experimentos conduzidos por inventores como Ányos Jedlik e Thomas Davenport, que criaram protótipos de motores elétricos aplicados ao transporte (GUARNIERI, 2016; KIRSCH, 2000).

Em 1879, o britânico Thomas Parker construiu um dos primeiros veículos elétricos práticos, utilizando baterias recarregáveis, representando um avanço significativo na mobilidade elétrica (MOM, 2016). Alguns anos depois, o inventor americano William Morrison desenvolveu um dos primeiros veículos elétricos de produção, com capacidade para transportar até seis pessoas, tornando-se relativamente popular na época. Esses avanços iniciais evidenciam que a eletrificação do transporte é um conceito antigo, constantemente aperfeiçoado ao longo do tempo (KIRSCH, 2000).

A Figura 02 apresenta um veículo elétrico do ano de 1890.

Figura 02: Veículo elétrico do ano de 1890



Fonte: SAINT-GOBAIN SEKURIT (2021).

No início do século XX, os carros elétricos eram bastante populares, especialmente em áreas urbanas, onde a poluição e o ruído dos motores a combustão interna representavam problemas significativos. Marcas como Detroit Electric e Baker Electric destacaram-se na produção desses veículos, sendo reconhecidas pela inovação e praticidade. O modelo Baker Electric, por exemplo, oferecia autonomia relativamente adequada para a época, tornando-se uma opção atrativa para consumidores urbanos (SCHIFFER, 1994).

Com o avanço dos motores a gasolina e a introdução da produção em massa, os veículos com motor a combustão interna tornaram-se mais acessíveis. A redução de custos, aliada à limitação tecnológica das baterias e à ausência de infraestrutura de recarga, contribuiu significativamente para o declínio dos veículos elétricos ao longo do século XX (WILSON, 2023).

A partir da década de 1960, especialmente nos Estados Unidos, houve um renovado interesse no desenvolvimento de veículos elétricos, impulsionado por preocupações ambientais e pela busca por alternativas energéticas. Nos anos 1970, montadoras como a General Motors iniciaram projetos experimentais de veículos elétricos, embora com pouco sucesso comercial (WILSON, 2023). Posteriormente, órgãos reguladores como a California Air Resources Board (CARB) estabeleceram normas que incentivaram a inovação no setor automotivo, estimulando empresas como Toyota e outras a investirem em tecnologias mais limpas (IEA, 2022).

Em 1996, a General Motors lançou o EV1, considerado um dos primeiros veículos elétricos modernos produzidos em maior escala, embora seu projeto tenha sido encerrado em 2003. Em 2008, a Tesla introduziu o Roadster, um carro esportivo totalmente elétrico com autonomia superior a 300 km, demonstrando o potencial de desempenho dos veículos elétricos. Posteriormente, a empresa expandiu sua linha com modelos como Model S, Model X e Model 3, consolidando sua posição no mercado global. Outras montadoras também passaram a investir nesse segmento, como Chevrolet, com o Bolt EV, e Jaguar, com o I-PACE (WILSON, 2023).

A partir de 2020, o mercado de veículos elétricos passou a apresentar crescimento acelerado, impulsionado por avanços em baterias, expansão da infraestrutura de recarga e políticas públicas voltadas à sustentabilidade. Esse cenário evidencia uma transição significativa no setor de transportes, com foco na redução das emissões e na adoção de tecnologias mais eficientes (IEA, 2023; BLOOMBERGNEF, 2024).

3.1 Cenário atual dos veículos elétricos

A popularidade dos veículos elétricos tem aumentado significativamente em escala global, impulsionada por políticas ambientais, avanços tecnológicos e mudanças no comportamento dos consumidores. Regiões como Europa, China e Estados Unidos lideram esse crescimento, com destaque para a China, que se consolidou como o maior mercado e produtor mundial de veículos elétricos. Além disso, a diversificação da oferta, incluindo modelos compactos, sedãs e SUVs, tem ampliado o acesso dos consumidores a essa tecnologia.

Os avanços tecnológicos nas baterias têm desempenhado papel fundamental na expansão dos veículos elétricos, especialmente no aumento da autonomia e na redução do tempo de recarga. Tecnologias como as baterias de lítio-ferro-fosfato (LFP) apresentam maior durabilidade, segurança e custo reduzido, favorecendo sua adoção em larga escala. Paralelamente, a expansão da infraestrutura de carregamento tem sido essencial para a consolidação desse mercado, com estações cada vez mais rápidas e eficientes, incluindo sistemas de carregamento ultrarrápido (HALL; LUTSEY, 2017).

Em 2023, diversos fabricantes se destacam no mercado global de veículos elétricos, principalmente pelo volume de produção e inovação tecnológica. A BYD liderou o mercado em 2023 ao atingir a marca de aproximadamente 3 milhões de veículos eletrificados vendidos, superando a Tesla em volume total. Desse total, cerca de 1,6 milhão corresponde a veículos totalmente elétricos (IEA, 2024). No entanto, o modelo mais vendido globalmente continua sendo o Tesla Model Y, conforme ilustrado na figura 03, com mais de 1,2 milhão de unidades comercializadas em mais de 115 países, evidenciando a forte aceitação do público e a consolidação dos veículos elétricos no mercado internacional (BLOOMBERGNEF, 2024).

Dado o volume de veículos elétricos presentes no Brasil, hoje representam 17% do Mercado (ABVE, 2026).

Figura 03: Tesla Model Y, modelo mais vendido em 2023



Fonte: AUTOESPORTE (2024).

4 PRINCIPAIS DIFERENÇAS DO VEÍCULO ELÉTRICO PARA O VEÍCULO COM MOTOR A COMBUSTÃO INTERNA

Os veículos elétricos e os veículos com motor a combustão interna representam duas abordagens distintas para a mobilidade automotiva, sendo diferenciados principalmente pelas formas de geração e utilização de energia. Enquanto os veículos com motor a combustão interna dominaram o setor por mais de um século, utilizando a queima de combustíveis fósseis associada ao ar para geração de energia mecânica, os veículos elétricos têm se destacado como uma alternativa mais sustentável e inovadora, baseada no uso de baterias de íons de lítio para armazenamento e fornecimento de energia (EHSANI et al., 2018).

Além disso, as diferenças entre esses dois tipos de veículos não se limitam apenas à fonte de energia, mas também aos seus componentes estruturais e funcionais. Elementos como o motor, o sistema de armazenamento de energia (bateria) e os sistemas de transmissão apresentam configurações distintas, influenciando diretamente o desempenho, a eficiência energética e o impacto ambiental de cada tecnologia. Dessa forma, a comparação entre esses sistemas torna-se essencial para compreender as transformações atuais no setor automotivo, sendo que essas diferenças serão detalhadas nos tópicos seguintes.

4.1 Bateria de um veículo com motor a combustão interna

A bateria de um veículo com motor a combustão interna desempenha um papel essencial no funcionamento do sistema automotivo, sendo responsável por fornecer a energia elétrica necessária para a partida do motor e para a alimentação dos sistemas elétricos quando o motor está desligado. O tipo mais comum utilizado nesses veículos é a bateria de chumbo-ácido, reconhecida por sua robustez, confiabilidade e baixo custo, embora apresente como desvantagem o peso elevado.

Do ponto de vista estrutural, a bateria automotiva é composta por seis células eletroquímicas conectadas em série, cada uma com aproximadamente 2 volts, totalizando uma força eletromotriz de 12 V. Essas baterias, também conhecidas como acumuladores de energia na engenharia automotiva, são formadas por placas de chumbo metálico intercaladas com placas revestidas de dióxido de chumbo, imersas em uma solução eletrolítica (LINDEN; REDDY, 2011).

A disposição alternada entre placas positivas e negativas exige o uso de separadores, geralmente fabricados em materiais como plástico ou papel poroso, com a função de evitar curtos-circuitos e garantir o correto funcionamento do sistema. Além disso, a estrutura externa da bateria é composta por uma caixa que abriga todos os componentes internos, possuindo divisórias que protegem os acumuladores. Atualmente, essas caixas são produzidas com materiais como polipropileno ou policarbonato, oferecendo maior resistência a vazamentos, durabilidade e reduzida necessidade de manutenção (LINDEN; REDDY, 2011).

A Figura 04 ilustra a bateria de um veículo com motor a combustão interna.

Figura 04: Bateria de um carro a motor a combustão interna.



Fonte: MOBILIDADE ESTADÃO (2023).

4.1.1 Bateria de um veículo elétrico

Uma das principais diferenças entre veículos com motor a combustão interna e veículos elétricos está relacionada à fonte de energia utilizada para a propulsão. Nos veículos com motor a combustão interna, a energia é obtida por meio da queima de combustíveis fósseis, que acionam os pistões e geram movimento mecânico. Já nos veículos elétricos, a energia é armazenada em baterias e convertida em energia elétrica para alimentar o motor responsável pela tração das rodas.

A bateria de um veículo elétrico, ilustrada na Figura 05, constitui o principal sistema de armazenamento de energia para a propulsão. Geralmente, são utilizadas baterias de íons de lítio, que se destacam pela alta densidade energética, eficiência e maior vida útil quando comparadas a outras tecnologias (GOODENOUGH; PARK, 2013). Além da bateria principal, os veículos elétricos também contam com uma bateria auxiliar, normalmente do tipo chumbo-ácido, responsável por alimentar sistemas secundários e garantir a segurança operacional do veículo.

Embora as baterias de chumbo-ácido sejam amplamente utilizadas como suporte devido ao seu baixo custo, confiabilidade e elevada potência instantânea, apresentam limitações como menor vida útil e desempenho reduzido em temperaturas baixas, o que restringe seu uso como principal fonte de energia em veículos elétricos modernos.

A figura 05 demonstra a bateria de um carro elétrico.

Figura 05: Bateria de um carro elétrico.



Fonte: QUATRO RODAS (2018).

Estas baterias apresentam elevada densidade energética em relação ao seu peso, característica fundamental para veículos elétricos, uma vez que a redução de

massa contribui diretamente para o aumento da autonomia com uma única carga. Além disso, as baterias de íons de lítio possuem elevados padrões de segurança, sendo desenvolvidas com sistemas de gerenciamento térmico, monitoramento eletrônico e mecanismos de proteção contra sobrecarga e superaquecimento, com o objetivo de minimizar riscos operacionais e aumentar a confiabilidade do sistema (NITTA et al., 2015). A maioria dos componentes dessas baterias também apresenta potencial de reciclagem, contribuindo para a redução dos impactos ambientais. Esse tipo de bateria é utilizado tanto em veículos totalmente elétricos quanto em híbridos plug-in, embora a composição química aplicada aos veículos automotivos seja distinta daquela utilizada em eletrônicos de consumo (NITTA et al., 2015).

A bateria é um dos componentes que mais diferenciam o Kwid E-Tech do Kwid a combustão em termos de custo de reposição. Enquanto o modelo a combustão utiliza uma bateria de 12 V destinada à partida e à alimentação dos sistemas elétricos do veículo, com custo de substituição em torno de R\$ 500, o Kwid E-Tech emprega uma bateria de tração de íons de lítio responsável pelo fornecimento de energia ao sistema de propulsão. O custo de substituição desse componente pode ultrapassar R\$ 45.000, considerando que o valor da bateria gira em torno de R\$ 40.000, acrescido dos custos de mão de obra especializada, estimados entre R\$ 2.000 e R\$ 6.000.

Apesar da grande diferença de preço, a comparação deve considerar a vida útil de cada componente. A bateria do Kwid a combustão normalmente precisa ser substituída a cada 2 a 4 anos, enquanto a bateria do Kwid E-Tech é projetada para durar muitos anos, contando inclusive com garantia de fábrica de até 8 anos ou 120.000 km. Dessa forma, embora o custo de substituição da bateria do veículo elétrico seja significativamente maior, sua necessidade de troca é praticamente nula ao longo da vida útil do automóvel.

4.2 Motor

Motor é um dispositivo desenvolvido com a finalidade de converter diferentes formas de energia em trabalho mecânico. Nos sistemas de transporte, os motores são responsáveis pela geração do movimento por meio da conversão de energia química, elétrica ou térmica em energia mecânica (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016). Neste trabalho, serão abordados os dois tipos de motores utilizados no estudo: o motor elétrico e o motor com combustão interna.

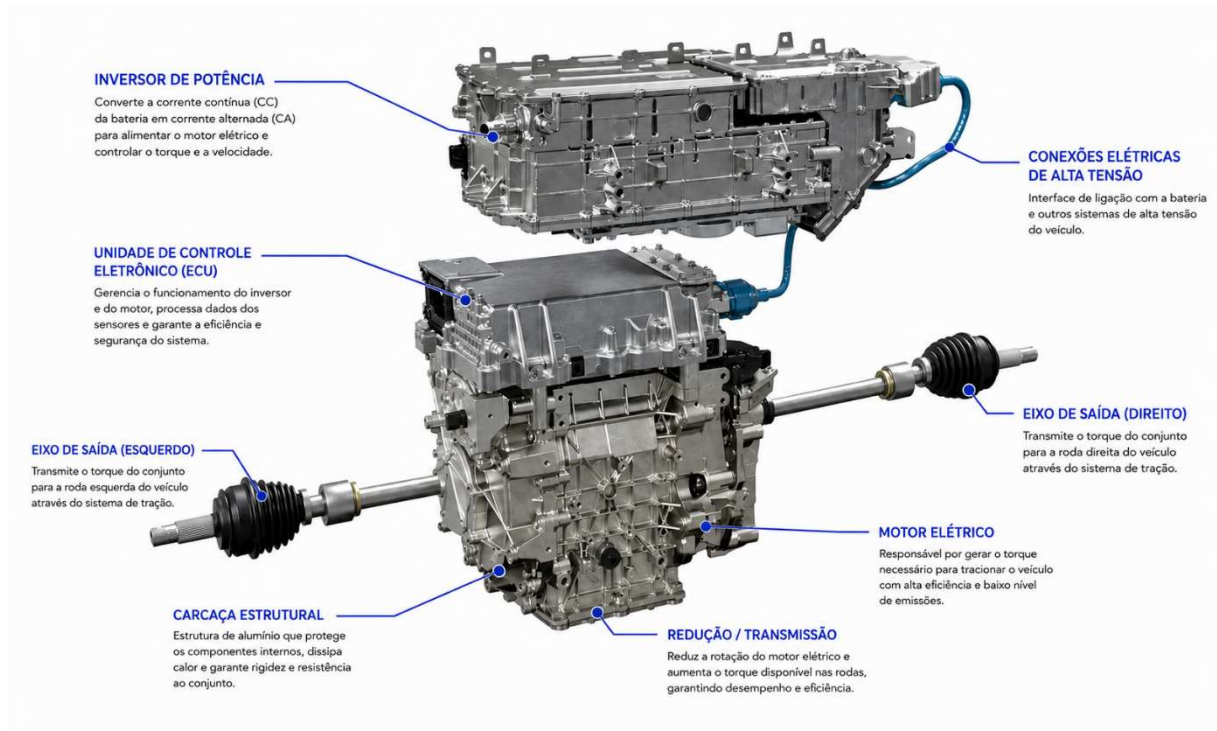
Os motores com combustão interna geram movimento a partir da queima de combustível, convertendo energia química em energia mecânica por meio dos pistões. Já os motores elétricos utilizam energia elétrica e campos eletromagnéticos para produzir movimento. Enquanto os motores com combustão interna apresentam maior autonomia, os elétricos se destacam pela maior eficiência, menor emissão de poluentes e menor necessidade de manutenção (HEYWOOD, 1988; EHSANI et al., 2018).

4.2.1 Motor elétrico

Conforme citado na introdução dos motores, o motor elétrico tem a função de converter energia elétrica em energia mecânica. A bateria de tração do veículo elétrico permite o envio de corrente elétrica para o motor, criando um campo magnético na parte fixa da máquina (estator), que, ao interagir com a parte rotativa (rotor), gera movimento e aciona as rodas do automóvel (FITZGERALD; KINGSLEY; UMANS, 2003). Os motores elétricos tendem a fornecer torque máximo de forma instantânea quando recebem energia elétrica, resultando em resposta rápida e ampla faixa de potência (EHSANI et al., 2018).

Neste estudo, será utilizado o Kwid E-Tech da montadora Renault. Nesse veículo, o conjunto motopropulsor é composto por um motor elétrico e um redutor, responsáveis por transformar a energia elétrica em energia mecânica e transmiti-la às rodas (RENAULT, 2023). O Motor Síncrono de Excitação Externa (EESM), conforme ilustrado na Figura 06, apresenta elevada eficiência e boa densidade de potência, podendo atingir valores próximos a 90% de rendimento (BOLDEA; NASAR, 2016). O rotor bobinado desse tipo de motor dispensa o uso de ímãs permanentes e de terras raras, enquanto o redutor contribui para uma condução mais linear e eficiente em diferentes faixas de velocidade (BOLDEA; NASAR, 2016).

Figura 06: Motor Renault E-Tech 100% elétrico.



Fonte: RENAULT (2023).

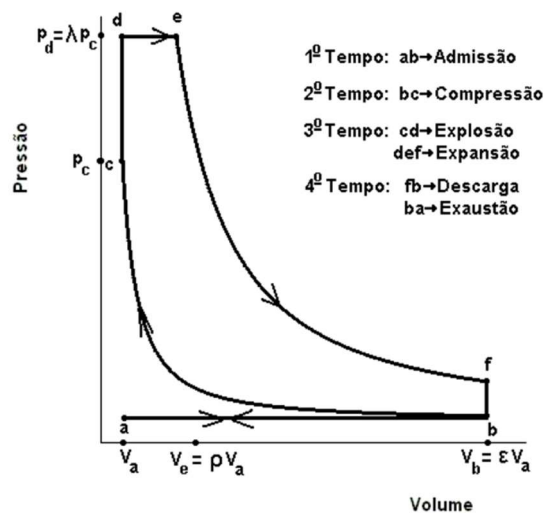
4.2.2 Motor à combustão interna

Diferentemente do motor elétrico, que utiliza energia elétrica para convertê-la em energia mecânica, o motor com combustão interna utiliza a energia proveniente de reações químicas dos combustíveis fósseis, como gasolina, óleo diesel, GLP e óleo combustível, bem como de combustíveis renováveis, como etanol, biodiesel e diesel verde. Nesse processo, a energia térmica gerada pela combustão, em conjunto com o ar, é transformada em energia mecânica (HEYWOOD, 1988).

O motor com combustão interna, como o próprio nome indica, realiza a queima do combustível em seu interior. Esse processo ocorre por meio de ciclos termodinâmicos que envolvem compressão e expansão dos gases, resultando em variações de temperatura e geração de trabalho mecânico. São considerados motores com combustão interna aqueles que utilizam os gases provenientes da combustão

para realizar trabalho no sistema, por meio das etapas de admissão, compressão, combustão e escape, conforme ilustrado na Figura 07 (HEYWOOD, 1988).

Figura 07: Diagrama de pressões correspondente aos 4 ciclos de funcionamento de um motor ciclo Otto.



Fonte: SILVEIRA (2007).

O motor com combustão interna é constituído por diversos mecanismos essenciais para seu funcionamento, sendo uma máquina térmica composta por diferentes sistemas integrados (MERKER; SCHWARZ; STIESCH, 2019; BOSCH, 2018). Entre seus principais componentes, destaca-se o bloco do motor, responsável por sustentar os demais elementos. Acoplado a ele está o cabeçote, que fecha a parte superior do bloco e abriga componentes como válvulas e comandos. As válvulas podem ser de admissão, responsáveis pela entrada da mistura ar-combustível, ou de escape, cuja função é liberar os gases resultantes da combustão (BOSCH, 2018).

Além disso, o cárter atua como reservatório de óleo lubrificante, fundamental para reduzir o atrito entre as peças. Internamente, encontram-se componentes como pistão, biela e virabrequim, responsáveis pela transformação da energia térmica em mecânica: o pistão recebe a força da expansão dos gases, transmitindo esse movimento à biela, que, por sua vez, aciona o virabrequim, gerando rotação (MERKER; SCHWARZ; STIESCH, 2019). Externamente, o volante é conectado ao

virabrequim e tem a função de armazenar energia cinética, contribuindo para a estabilidade do funcionamento do motor.

Por fim, o motor conta com sistemas complementares indispensáveis, como os sistemas de lubrificação, alimentação de combustível, arrefecimento, admissão de ar e sistema elétrico, que garantem seu funcionamento eficiente e seguro. A organização e interação desses componentes podem ser visualizadas conforme ilustrado na Figura 08 (STONE, 2017).

Figura 08: Peças do motor à combustão interna



Fonte: CONTAGEM MOTORPEÇAS (2024).

4.3 IPVA

O imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores (IPVA) apresenta variação conforme o tipo e o modelo do veículo, especialmente no caso de veículos eletrificados, os quais, em diversos estados brasileiros, recebem incentivos fiscais, como redução de alíquotas ou isenções parciais, com o objetivo de estimular práticas sustentáveis e a mobilidade urbana limpa (BRASIL, 1988).

De acordo com a Constituição Federal, o IPVA incide sobre a propriedade de veículos automotores, sendo um tributo de competência dos estados e do Distrito Federal, abrangendo automóveis, motocicletas, caminhões e demais veículos sujeitos a registro. O Supremo Tribunal Federal também consolidou entendimento de que a

abrangência do imposto pode incluir diferentes categorias de veículos automotores, conforme legislação estadual (BRASIL, 1988; BRASIL, 2023).

O IPVA é um tributo de competência dos estados e do Distrito Federal, conforme estabelecido pela Constituição Federal. Nesse sentido, 50% da arrecadação permanece com o estado de origem, enquanto os outros 50% são repassados aos municípios onde os veículos estão registrados. Esses recursos são frequentemente destinados à manutenção e recuperação de rodovias, além de poderem ser aplicados em áreas essenciais como saúde, segurança pública e infraestrutura urbana.

Ademais, cabe aos estados a definição das regras de pagamento do imposto, incluindo calendário, formas de cobrança e possibilidade de parcelamento. Atualmente, os estados também disponibilizam plataformas digitais para consulta e emissão do IPVA com base no número do Registro Nacional de Veículos Automotores (RENAVAM), facilitando o acesso do contribuinte às informações fiscais (SEFAZ-SP, 2024).

A Tabela 01 apresenta o calendário de vencimento do IPVA no estado de São Paulo para o ano de 2024.

Tabela 01: Calendário de vencimento de SP do IPVA de 2024.

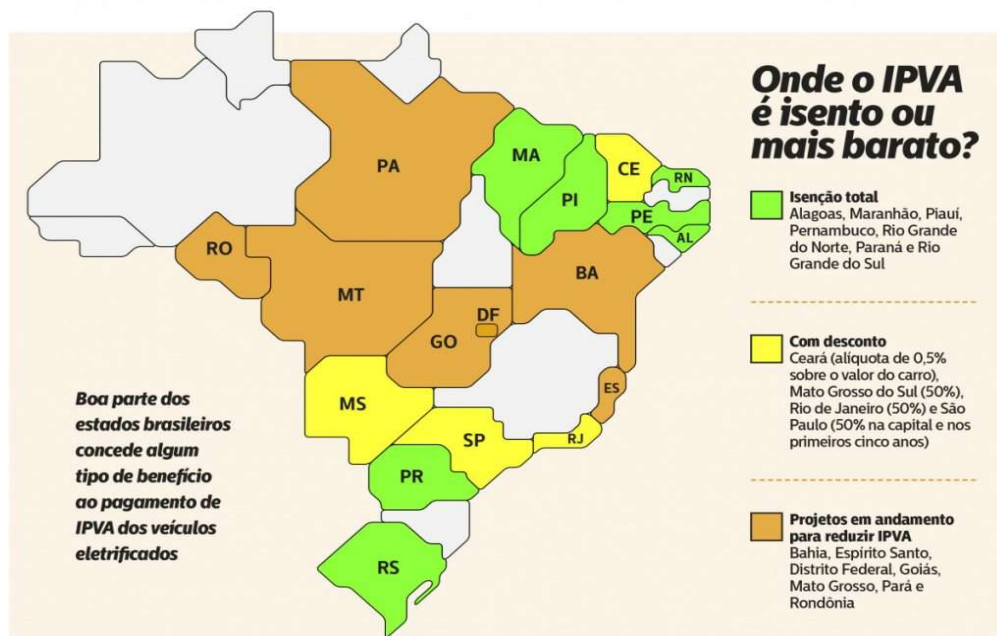
Final da placa	Cota única ou 1ª parcela	2ª parcela	3ª parcela	4ª parcela	5ª parcela
1	11/01	11/02	11/03	11/04	11/05
2	12/01	12/02	12/03	12/04	12/05
3	15/01	15/02	15/03	15/04	15/05
4	16/01	16/02	16/03	16/04	16/05
5	17/01	17/02	17/03	17/04	17/05
6	18/01	18/02	18/03	18/04	18/05
7	19/01	19/02	19/03	19/04	19/05
8	22/01	22/02	22/03	22/04	22/05
9	23/01	23/02	23/03	23/04	23/05
0	24/01	24/02	24/03	24/04	24/05

Fonte: SEFAZ-SP (2024).

Alguns estados brasileiros oferecem desconto para o pagamento do Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores (IPVA) em cota única, prática que visa incentivar a quitação antecipada do tributo. Esses descontos podem variar significativamente entre as unidades federativas, situando-se, em geral, entre 5% e 28% do valor total do imposto, dependendo da política fiscal adotada por cada estado. No estado de São Paulo, por exemplo, a alíquota do IPVA para veículos de passeio é, em média, de 4% sobre o valor venal do veículo, conforme definido pela legislação estadual vigente (SÃO PAULO, 2024; BRASIL, 1988).

No que se refere aos veículos elétricos, observa-se que há políticas diferenciadas quanto à cobrança do IPVA. Em alguns estados, esses veículos podem ser contemplados com isenção total ou parcial do imposto, como forma de incentivo à sustentabilidade e à redução de emissões de poluentes. Entretanto, essa realidade não é uniforme em todo o país, uma vez que há estados que ainda não oferecem benefícios fiscais para veículos eletrificados, conforme ilustrado na Figura 09.

Figura 09: Mapa de descontos e isenção do IPVA.



Fonte: VENDITTI (2021).

4.4 Seguro

Depois de registrar recordes de vendas, os veículos eletrificados mantiveram crescimento significativo em 2024, impulsionando transformações relevantes no mercado automotivo brasileiro. De acordo com a Associação Brasileira do Veículo Elétrico (ABVE, 2024), esse avanço reflete não apenas a crescente preocupação ambiental, mas também o desenvolvimento tecnológico e a ampliação gradual da infraestrutura de mobilidade elétrica no país. Nesse contexto, o setor de seguros também passa por um processo de adaptação para atender às especificidades desses novos veículos (CNseg, 2023).

Apesar da expansão do mercado, os veículos elétricos ainda apresentam o custo alto ao adquiri-lo 0km, principalmente por serem, em grande parte, importados e por contarem com incentivos governamentais ainda limitados no Brasil. Diante disso, trata-se de veículos com alta complexidade tecnológica, exigindo mão de obra especializada para manutenção e reparos. Esses fatores impactam diretamente o setor securitário, uma vez que aumentam o custo de reposição e elevam o risco de indenizações integrais em casos de sinistro (IEA, 2024).

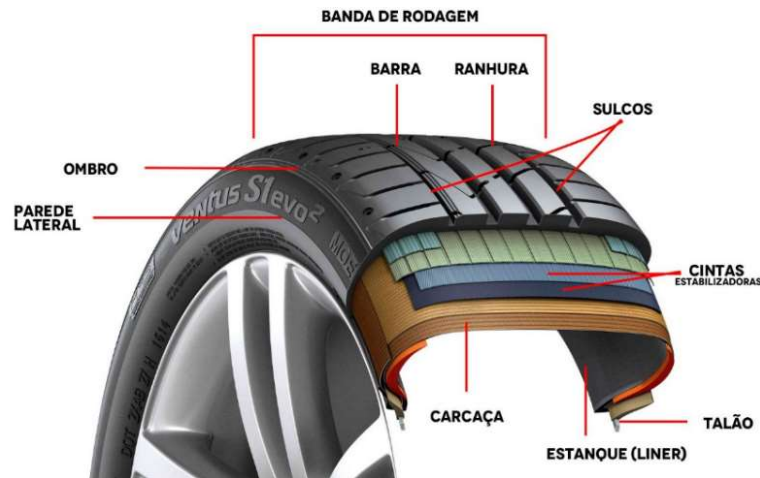
No que se refere às coberturas, os veículos elétricos compartilham diversas modalidades de apólices já consolidadas nos seguros de veículos com motor a combustão interna. Entre as principais coberturas comuns, destacam-se proteção contra roubo e furto, cobertura para incêndios, alagamentos e fenômenos naturais, indenização por colisões, cobertura para danos materiais e corporais a terceiros e assistência 24 horas. Além dessas modalidades, também podem ser incluídas coberturas para vidros e para-brisas, proteção contra danos morais, disponibilização de carro reserva e assistência residencial vinculada ao segurado.

4.5 Pneu

O pneu é um composto de borracha que reveste a roda do veículo. Seu nome é derivado da palavra “pneumático”, por ser oco e possuir ar pressurizado em seu interior. A Figura 10 apresenta a estrutura de um pneu.

O pneu é o ponto de contato entre a pista e o veículo e, por ser fabricado em borracha, garante maciez, absorção das irregularidades e aderência ao solo.

Figura 10: Estrutura de um Pneu.



Fonte: ACHEI PNEUS (2019).

Além de desempenharem papel fundamental na manutenção do contato entre o veículo e o solo, os pneus também influenciam diretamente aspectos como desempenho, segurança na frenagem, conforto na condução e eficiência energética. Dessa forma, esse componente deve ser dimensionado de maneira criteriosa, considerando as especificidades de cada tipo de veículo, bem como a utilização de materiais adequados tanto para automóveis com motor a combustão interna quanto para veículos elétricos (GILLESPIE, 1992).

No caso dos veículos elétricos, embora apresentem vantagens significativas, como a redução das emissões de poluentes e do ruído sonoro, suas características estruturais e funcionais impõem novos desafios ao sistema de rodagem. Um dos principais fatores é o aumento do peso total do veículo, decorrente da presença de baterias de alta capacidade, o que gera maior carga sobre os pneus. Além disso, o torque instantâneo característico dos motores elétricos proporciona rápida aceleração, mas também aumenta a força aplicada sobre os pneus, resultando em maior desgaste quando comparado aos veículos com motor a combustão interna (EHSANI; GAO; EMADI, 2018; PACEJKA, 2012).

Diante dessas particularidades, torna-se necessária a fabricação de pneus específicos para veículos elétricos, capazes de suportar maiores cargas e esforços mecânicos, além de contribuir para a eficiência do veículo. Entre os principais aspectos a serem considerados estão o índice de carga adequado, a escolha de

pneus com baixa resistência ao rolamento — fator que influencia diretamente a autonomia, uma vez que reduz o consumo de energia — e a seleção de compostos que proporcionem melhor aderência, reduzam a distância de frenagem e minimizem o ruído durante a condução (WONG, 2008; PACEJKA, 2012).

4.6 Tabela FIPE

A Tabela FIPE (Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas) é uma referência nacional utilizada para determinar o valor médio de mercado de veículos automotores no Brasil. Os valores divulgados são calculados com base em pesquisas realizadas mensalmente em concessionárias, revendas e estabelecimentos do setor automotivo, refletindo os preços praticados no mercado para compra e venda de veículos. A Tabela FIPE é amplamente utilizada por consumidores, seguradoras, instituições financeiras e órgãos públicos como parâmetro para negociações, financiamentos, seguros e avaliações patrimoniais. Neste trabalho, a Tabela FIPE foi utilizada como referência para comparação dos valores de mercado dos veículos analisados, proporcionando uma base padronizada e reconhecida nacionalmente.

Neste estudo, a Tabela FIPE foi utilizada como parâmetro para comparação dos valores de aquisição do Renault Kwid E-Tech Techno 2025 e do Renault Kwid Iconic 1.0 Flex 12V 2025. Conforme consulta realizada em junho de 2026, o Renault Kwid E-Tech Techno apresentou valor médio de mercado de R\$ 81.486,00, enquanto o Renault Kwid Iconic 1.0 Flex apresentou valor médio de R\$ 64.758,00. Dessa forma, verifica-se uma diferença de R\$ 16.728,00 entre os modelos, representando um investimento inicial aproximadamente 25,83% superior para a aquisição da versão elétrica (FIPE, 2026).

5 MANUTENÇÃO VEÍCULAR

Manter o veículo em boas condições é uma forma de evitar surpresas desagradáveis, como panes mecânicas, falhas no sistema elétrico e problemas de suspensão, entre outros. Por esse motivo, a manutenção veicular contempla diferentes modalidades, como a manutenção corretiva, que, como o próprio nome indica, tem a finalidade de corrigir falhas já existentes; e a manutenção preventiva, na qual se antecipam possíveis falhas ou problemas. Com isso, o proprietário do veículo pode obter economia no consumo de combustível, além de maior segurança para o motorista e passageiros (MOBLEY, 2002).

De acordo com a literatura especializada em engenharia de manutenção, existem diferentes formas de manutenção de um veículo, que podem ser identificadas de acordo com a periodicidade ou o objetivo. Entre elas estão: manutenção corretiva, manutenção preventiva, manutenção preditiva e manutenção detectiva. A Figura 11 apresenta essas modalidades de manutenção (MOBLEY, 2002).

Figura 11: Manutenção Veicular



Fonte: OLIVEIRA (2024).

5.1 Manutenção corretiva

A manutenção corretiva é realizada com o objetivo de reparar falhas já existentes no veículo. Esse tipo de intervenção ocorre quando o motorista ou o profissional de manutenção identifica algum problema, como desgaste excessivo, falha de funcionamento ou quebra de componentes, sendo necessária a substituição ou o reparo das peças danificadas. Em geral, a manutenção corretiva tende a apresentar custos mais elevados, uma vez que não houve planejamento prévio para evitar o problema, podendo inclusive ocasionar danos adicionais ao sistema veicular.

Além disso, esse tipo de manutenção pode gerar impactos negativos na rotina do usuário, como a indisponibilidade do veículo por períodos prolongados. Em situações mais graves, falhas não tratadas previamente podem comprometer sistemas essenciais, como freios e direção, aumentando os riscos de acidentes e colocando em perigo a segurança dos ocupantes (SENAI-SP, 2016).

Outro aspecto relevante da manutenção corretiva está relacionado à imprevisibilidade dos custos, já que os reparos dependem da gravidade do problema identificado. Dessa forma, a ausência de um plano de manutenção adequado pode resultar em despesas inesperadas e, muitas vezes, superiores àquelas que seriam necessárias em um modelo preventivo.

5.2 Manutenção preventiva

A manutenção preventiva tem como finalidade evitar o surgimento de falhas e defeitos no veículo por meio de ações antecipadas. Esse tipo de manutenção é realizado com base em uma periodicidade previamente estabelecida pelo fabricante, levando em consideração fatores como tempo de uso, quilometragem e condições de operação. Dessa forma, busca-se garantir o bom funcionamento do veículo, aumentar sua vida útil e reduzir custos com reparos mais complexos (MOBLEY, 2002).

Além de contribuir para a durabilidade dos componentes, a manutenção preventiva desempenha papel fundamental na segurança veicular. A verificação periódica de itens como freios, pneus, suspensão e sistema elétrico permite identificar desgastes antes que eles comprometam o funcionamento do veículo, reduzindo significativamente o risco de falhas durante a condução.

Outro benefício importante da manutenção preventiva é a economia a longo prazo. Ao substituir peças no momento adequado e evitar danos maiores, o proprietário reduz gastos com reparos emergenciais e melhora o desempenho geral do veículo, incluindo a eficiência no consumo de combustível (MOBLEY, 2002).

5.3 Manutenção preditiva

A manutenção preditiva tem como principal objetivo monitorar as condições reais de funcionamento dos componentes do veículo, permitindo a análise de sua vida útil e a definição do momento mais adequado para intervenções. Para isso, são utilizados equipamentos e tecnologias específicas, como sensores e sistemas de diagnóstico, que possibilitam identificar desgastes e falhas em estágio inicial. Esse tipo de manutenção contribui para maior eficiência operacional, redução de custos e aumento da confiabilidade do veículo (DHILLON, 2002).

Com o avanço das tecnologias automotivas, especialmente em veículos modernos e eletrificados, a manutenção preditiva tem se tornado cada vez mais relevante. Sistemas embarcados são capazes de fornecer dados em tempo real sobre o funcionamento do veículo, permitindo uma análise mais precisa e tomada de decisão baseada em informações concretas (MOBLEY, 2002).

Além disso, a aplicação da manutenção preditiva contribui para a otimização do tempo de parada do veículo, uma vez que as intervenções são realizadas de forma planejada. Isso é especialmente importante em frotas e veículos de uso intensivo, onde a disponibilidade é um fator essencial para a operação (DHILLON, 2002).

5.4 Manutenção detectiva

A manutenção detectiva consiste na identificação de falhas ocultas que não são perceptíveis durante a operação normal do veículo. Por meio de ferramentas de diagnóstico, essa estratégia permite detectar anomalias antes que se tornem críticas, possibilitando a adoção de medidas corretivas ou preventivas de forma antecipada. Sua aplicação é comum em sistemas eletrônicos e automatizados, contribuindo para a redução de falhas inesperadas, o aumento da confiabilidade e a segurança dos sistemas veiculares (MOBLEY, 2002; DHILLON, 2002; EHSANI; GAO; EMADI, 2018).

6 COMPARAÇÕES

Neste capítulo, será apresentado um estudo comparativo das peças utilizadas tanto nos carros elétricos quanto nos carros a combustão interna, levando-se em consideração o aspecto de custo para sua manutenção.

Com base na análise dos custos de manutenção dos principais componentes dos veículos elétricos e a combustão interna, torna-se possível sintetizar as informações discutidas ao longo deste capítulo. Dessa forma, apresenta-se o Quadro 01, que reúne uma comparação geral dos custos e características de manutenção entre o Renault Kwid elétrico (E-Tech) e sua versão a combustão, permitindo uma visualização mais clara das diferenças econômicas entre os modelos.

Quadro 01: Síntese geral do aspecto de custo da manutenção.

Componente	Kwid E-Tech (Elétrico)	Valor Médio (R\$)	Kwid Combustão (1.0 Flex)	Valor Médio (R\$)	Análise Comparativa
Suspensão dianteira	Maior esforço devido ao peso da bateria (desgaste elevado)	1.200 – 1.800	Esforço padrão	1.000 – 1.500	Elétrico tende a maior desgaste e menor vida útil
Suspensão traseira	Maior solicitação estrutural (desgaste elevado)	900 – 1.500	Esforço padrão	800 – 1.300	Elétrico apresenta maior carga sobre o conjunto
Amortecedores dianteiros	Desgaste moderado a elevado (devido ao peso adicional)	800 – 1.400	Desgaste moderado	700 – 1.200	Peso adicional aumenta a fadiga e reduz a vida útil
Amortecedores traseiros	Desgaste moderado a elevado (devido ao peso adicional)	700 – 1.200	Desgaste moderado	600 – 1.000	Elétrico tende a menor vida útil
Buchas e bandejas	Maior desgaste e maior custo unitário	600 – 1.200	Menor desgaste	400 – 900	Combustão mais econômico
Pneus	Maior desgaste pelo torque instantâneo e peso	1.200 – 2.000 (jogo)	Desgaste padrão	1.000 – 1.800 (jogo)	Menor durabilidade no elétrico
Sistema de transmissão	Redutor de 1 marcha (simples)	Baixa manutenção (200 – 400)	Câmbio manual (5 marchas)	600 – 1.200	Elétrico possui menos componentes e menor manutenção
Motor	Baixa complexidade mecânica; poucas peças móveis	2.000 – 5.000 (eventuais reparos)	Motor 1.0 flex; maior número de componentes	3.000 – 8.000 (retífica ou reparos)	Elétrico mais eficiente e com menor necessidade de manutenção
Bateria auxiliar 12 V	Responsável pelos sistemas auxiliares	350 – 600	Responsável pela partida e sistemas elétricos	350 – 600	Custos semelhantes
Bateria trativa (Kwid E-Tech)	Bateria de íons de lítio 26,8 kWh	35.000 – 45.000	Não possui	–	Principal componente de maior custo do elétrico
Freios	Menor desgaste (frenagem regenerativa)	500 – 1.000	Maior desgaste (pastilhas e discos)	700 – 1.200	Elétrico apresenta vantagem significativa
IPVA	Possível isenção ou redução (dependendo do estado)	0 – variável	Cobrança integral	Variável (conforme estado)	Vantagem para o elétrico
Seguro	Prêmio geralmente mais elevado (10 a 30%)	3.000 – 5.500 (aprox.)	Prêmio padrão	2.200 – 4.000 (aprox.)	Combustão costuma ser mais econômico

Fonte: Elaborado pelos autores (2026), com base em RENAULT (2026), ABVE (2026), MOURA (2026), CONTINENTAL (2026).

Os veículos elétricos exigem menos manutenção mecânica devido à menor quantidade de componentes móveis e ao uso da frenagem regenerativa, que reduz o desgaste dos freios.

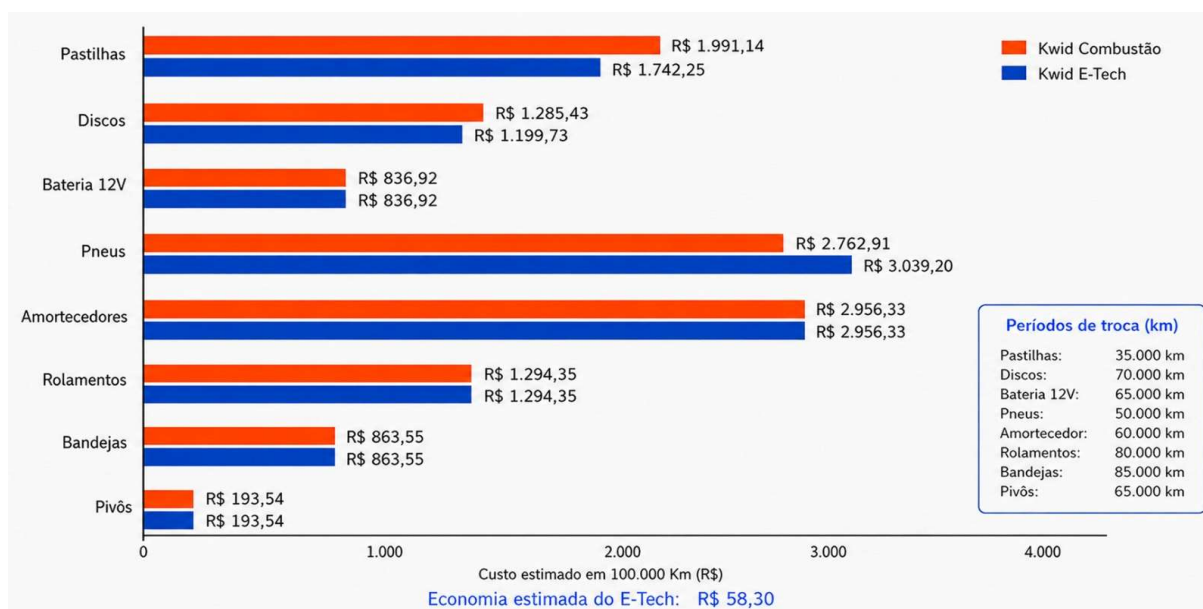
Entretanto, o alto custo da bateria e o maior peso do veículo podem aumentar os gastos com a substituição da bateria, pneus e componentes da suspensão.

Já os veículos a combustão possuem manutenção mais acessível e ampla oferta de peças, mas sua maior complexidade mecânica demanda intervenções mais frequentes, elevando os custos ao longo da vida útil.

6.1 Observação sobre o gráfico

A Figura 12 evidencia, de forma comparativa, os custos de manutenção entre veículos elétricos e veículos a combustão interna ao longo dos principais componentes analisados.

Figura 12: Valor gasto para a troca de componentes por 100.000 Km – Kwid com motor a combustão interna vs Kwid E-Tech.



Fonte: Elaborado pelos autores (2026), com base em RENAULT (2026), MOURA (2026), CONTINENTAL (2026).

Observa-se, no gráfico comparativo entre o Kwid a combustão e o Kwid E-Tech ao longo de 100.000 Km, que o veículo elétrico apresenta menores custos em alguns componentes de desgaste, especialmente nas pastilhas de freio e discos. Essa diferença ocorre devido ao sistema de frenagem regenerativa presente nos veículos elétricos, que reduz o desgaste dos freios e aumenta a vida útil dessas peças.

Os valores apresentados no gráfico foram estimados com base na quilometragem de referência de 100.000 km. Para os componentes cujo período de substituição é diferente dessa quilometragem, foi aplicada uma regra de três simples, proporcionalizando o custo da peça em relação à sua vida útil estimada. Dessa forma, foi possível calcular o custo equivalente de manutenção de cada componente ao longo de 100.000 km, permitindo uma comparação mais justa entre o Renault Kwid E-Tech e o Renault Kwid a combustão interna.

Além disso, foram consideradas diferenças de desgaste observadas entre as versões dos veículos. Para as pastilhas e discos de freio, adotou-se uma vida útil 5.000 km menor no Renault Kwid a combustão interna em comparação ao Kwid E-Tech, em razão do maior desgaste decorrente da utilização exclusiva do sistema de frenagem mecânica. Já para os pneus, foi considerada uma vida útil 5.000 km menor no Renault Kwid E-Tech em relação ao modelo a combustão, devido ao maior desgaste associado ao maior peso do veículo elétrico e ao torque instantâneo característico de sua motorização. Essas adequações foram incorporadas aos cálculos de proporcionalidade, buscando representar de forma mais fiel as condições reais de uso dos veículos.

Entretanto, destaca-se o maior custo relacionado aos pneus no Kwid E-Tech, estimado em R\$ 3.039,20 enquanto no modelo a combustão o valor é de aproximadamente R\$ 2.762,91. Esse aumento pode ser explicado pelo maior peso estrutural do veículo elétrico, causado principalmente pelo conjunto de baterias, o que intensifica o desgaste dos pneus.

Em outros componentes, como amortecedores, rolamentos, bandejas, pivôs e bateria 12V, os custos permanecem semelhantes entre os dois modelos, indicando que parte da manutenção preventiva ainda segue padrões próximos independentemente da motorização.

De modo geral, o gráfico evidencia que o Kwid E-Tech possui uma economia estimada de aproximadamente R\$ 58,30 em manutenção no período analisado. Isso

demonstra que, apesar do custo mais elevado em alguns itens específicos, os veículos elétricos tendem a apresentar menor necessidade de manutenção mecânica em razão da menor complexidade do sistema motriz e da redução de componentes sujeitos ao desgaste constante encontrados nos veículos a combustão.

6.2 Suspensão

A suspensão dos veículos Renault Kwid, tanto na versão a combustão quanto na versão elétrica (E-Tech), apresenta arquitetura semelhante. No entanto, o modelo elétrico possui maior peso total, o que pode influenciar diretamente no desgaste dos componentes ao longo do tempo. Essa diferença pode ser analisada considerando o peso em ordem de marcha de cada versão: o Kwid a combustão possui aproximadamente 818 kg, enquanto o Kwid E-Tech apresenta cerca de 977 kg, resultando em um acréscimo de 159 kg, principalmente devido à presença da bateria.

Além do peso adicional, o Kwid E-Tech apresenta características mecânicas específicas dos veículos elétricos, como o torque instantâneo, que no modelo atinge cerca de 11,5 kgfm. Essa entrega imediata de força proporciona melhor desempenho em acelerações urbanas, porém gera maior esforço sobre os componentes da suspensão, especialmente na parte dianteira (GILLESPIE, 1992).

Outro fator relevante é a distribuição de peso do veículo elétrico, que conta com a bateria posicionada na parte inferior da estrutura. Essa configuração altera o centro de gravidade, contribuindo para maior estabilidade, mas também exige adequações no sistema de suspensão para suportar a carga adicional. Tanto o Renault Kwid a combustão quanto o Kwid E-Tech utilizam suspensão dianteira independentemente do tipo McPherson e suspensão traseira com eixo de torção. No modelo elétrico, entretanto, molas e amortecedores recebem calibrações específicas para acomodar o maior peso do veículo e manter níveis adequados de conforto, estabilidade e segurança (GILLESPIE, 1992).

A durabilidade dos componentes da suspensão pode variar conforme as condições de uso, sendo recomendada a substituição de itens como buchas e terminais em torno de 60.000 km, enquanto amortecedores podem necessitar troca a partir de 40.000 km ou quando apresentarem sinais de desgaste. Contudo, no caso dos veículos elétricos, o maior peso e o torque elevado podem contribuir para um

desgaste mais acelerado, dependendo das condições de uso e da qualidade das vias (GILLESPIE, 1992).

6.2.1 Custo de substituição da suspensão – carro elétrico (Kwid E-Tech)

Os custos de substituição dos componentes da suspensão do Renault Kwid E-Tech podem variar de acordo com a marca das peças e o fornecedor escolhido. Em média, um kit completo de suspensão, composto por quatro amortecedores e componentes auxiliares, como batentes e coifas, pode custar aproximadamente R\$ 1.774,00. Considerando a substituição individual dos componentes, os amortecedores dianteiros apresentam valores médios em torno de R\$ 512,45 cada, enquanto os amortecedores traseiros podem ser encontrados por aproximadamente R\$ 374,45 cada.

No caso das molas e buchas, kits completos podem custar a partir de R\$ 425,00, enquanto buchas de bandeja podem ser adquiridas por valores próximos de R\$ 191,89. Já componentes estruturais, como bandejas com pivô, apresentam valores médios em torno de R\$ 429,91 dependendo da marca e da qualidade do produto.

6.2.2 Custo de substituição da suspensão – carro a combustão (Kwid)

Para o Renault Kwid a combustão, os custos de manutenção da suspensão tendem a ser semelhantes, porém com algumas variações conforme o mercado. Kits completos de amortecedores, incluindo batentes e coifas, podem variar entre R\$ 1.100,00 e R\$ 1.500,00, dependendo da marca e da procedência das peças.

As bandejas com pivô podem ser encontradas por valores próximos de R\$ 859,82 o par, enquanto molas e buchas apresentam preços mais acessíveis, com molas traseiras a partir de R\$ 189,00 e buchas do eixo traseiro por cerca de R\$ 64,66. Kits de buchas da suspensão dianteira variam entre R\$ 201,99 e R\$ 298,34. Ressalta-se que os valores foram obtidos por meio de levantamento de preços em plataforma de autopeças e distribuidores do mercado nacional.

De modo geral, embora os dois modelos compartilhem características semelhantes, o veículo elétrico pode demandar maior atenção na manutenção preventiva da suspensão, devido ao peso adicional e às condições de esforço mecânico mais intensas (GILLESPIE, 1992).

6.3 Pneus

O Renault Kwid a combustão utiliza pneus da marca Continental como equipamento original de fábrica, na medida 165/70 R14, com índice de carga 85 (capacidade de 515 kg por pneu) e índice de velocidade T (até 190 km/h). O Renault Kwid E-Tech, por sua vez, utiliza pneus com as mesmas especificações dimensionais e índices de carga e velocidade, o que demonstra a manutenção de um padrão semelhante entre as duas versões do veículo.

Apesar das especificações equivalentes, os pneus do Kwid E-Tech estão sujeitos a maiores esforços devido ao peso adicional das baterias e ao torque instantâneo característico dos motores elétricos. Essas condições exigem maior resistência estrutural dos pneus e podem influenciar diretamente sua durabilidade.

Em relação à vida útil, os pneus do Kwid a combustão apresentam duração média entre 40.000 km e 60.000 km, enquanto no Kwid E-Tech a durabilidade varia entre 35.000 km e 55.000 km. Essa diferença pode ser atribuída ao maior peso total do veículo elétrico e à entrega imediata de torque, fatores que tendem a acelerar o desgaste dos pneus.

Quanto aos custos de reposição, ambas as versões utilizam pneus com valor médio unitário de aproximadamente R\$ 379,90, podendo ocorrer variações conforme a região e o fornecedor. Entretanto, embora o custo unitário seja semelhante, a necessidade potencialmente mais frequente de substituição no Kwid E-Tech pode resultar em um custo acumulado superior ao longo da vida útil do veículo.

Dessa forma, verifica-se que as duas versões compartilham as mesmas especificações básicas de pneus e custos iniciais de aquisição, porém o modelo elétrico tende a apresentar maior desgaste e menor durabilidade devido às características operacionais inerentes à motorização elétrica.

6.4 Câmbio

Nos veículos com motor a combustão interna, o sistema de câmbio desempenha papel fundamental na transmissão de potência do motor para as rodas, sendo responsável por ajustar a relação de marchas conforme a velocidade e a carga do veículo. Esse sistema pode ser manual ou automático e é essencial para otimizar

o desempenho e a eficiência do motor, que opera em faixas específicas de rotação (HEYWOOD, 1988).

Em contrapartida, os veículos elétricos apresentam uma configuração mais simplificada, geralmente utilizando transmissão de marcha única. Isso ocorre devido às características do motor elétrico, que é capaz de fornecer torque máximo desde baixas rotações e operar eficientemente em uma ampla faixa de velocidade, eliminando a necessidade de múltiplas marchas (EHSANI et al., 2018).

Essa simplificação reduz a complexidade mecânica, o número de componentes sujeitos a desgaste e, conseqüentemente, os custos de manutenção. Além disso, contribui para uma condução mais suave e confortável, sem a necessidade de trocas de marcha, característica que diferencia significativamente a experiência de direção entre veículos elétricos e a combustão.

6.5 Bateria

A bateria representa o principal diferencial econômico entre os veículos analisados. Nos veículos elétricos, o custo de substituição da bateria de íons de lítio pode variar em torno de R\$ 45.000, dependendo da capacidade e fabricante, podendo representar até 30% a 40% do valor do veículo em casos de substituição completa (ZHAO et al., 2021).

Nos veículos a combustão, a bateria do tipo chumbo-ácido possui custo significativamente inferior, variando entre R\$ 300 e R\$ 800, sendo considerada um item de manutenção simples e de baixo impacto econômico.

Dessa forma, embora os veículos elétricos apresentem menor custo de manutenção em diversos sistemas, a bateria permanece como o principal fator de elevação do custo total ao longo do ciclo de vida.

6.6 Sistema de freios

O sistema de freios é um componente essencial para a segurança veicular, sendo responsável por reduzir a velocidade ou parar o veículo. Nos veículos a combustão interna, o sistema de frenagem depende exclusivamente de mecanismos mecânicos e hidráulicos, como discos, pastilhas e fluido de freio.

Já nos veículos elétricos, além do sistema convencional, há a presença do sistema de frenagem regenerativa. Esse sistema permite converter parte da energia cinética gerada durante a desaceleração em energia elétrica, que é armazenada novamente na bateria. Essa tecnologia contribui para maior eficiência energética e redução do desgaste dos componentes do sistema de freios (EHSANI et al., 2018).

Como consequência, veículos elétricos tendem a apresentar maior durabilidade de itens como pastilhas e discos de freio, reduzindo a necessidade de manutenção. No entanto, o sistema regenerativo exige integração com sistemas eletrônicos mais avançados, o que pode aumentar a complexidade do diagnóstico e reparo.

6.7 Motor

O motor é o componente responsável pela geração de movimento nos veículos e representa uma das principais diferenças entre os modelos elétricos e os veículos a combustão. Enquanto os motores a combustão convertem a energia química do combustível em energia mecânica por meio da queima da mistura ar-combustível, os motores elétricos utilizam a interação de campos eletromagnéticos, alcançando eficiência superior a 90%, contra 25% a 35% dos motores a combustão (EHSANI et al., 2018). Além disso, possuem menor quantidade de componentes móveis, reduzindo o desgaste e a necessidade de manutenção.

Na comparação entre o Renault Kwid a combustão e o Renault Kwid E-Tech, observa-se que o modelo a combustão possui potência de até 71 cv e torque de 10 kgfm, enquanto o Kwid E-Tech desenvolve 65 cv e torque de 11,5 kgfm (RENAULT, 2025). Apesar da menor potência, o veículo elétrico oferece torque instantâneo superior, proporcionando melhor resposta nas acelerações.

Do ponto de vista da manutenção, os motores elétricos apresentam custos reduzidos devido à ausência de sistemas como lubrificação, escapamento e arrefecimento complexo. Já os motores a combustão exigem revisões periódicas de óleo, filtros e sistemas de injeção e arrefecimento, resultando em custos acumulados mais elevados. Assim, o motor elétrico se destaca pela eficiência energética, menor necessidade de manutenção e maior disponibilidade de torque, enquanto o motor a combustão apresenta maior potência máxima e menor custo inicial de aquisição.

7 PROJETOS FUTUROS

Como proposta para trabalhos futuros, sugere-se a ampliação deste estudo por meio da análise de outros modelos de veículos elétricos e a combustão, considerando diferentes categorias, tecnologias e faixas de preço. Além disso, pesquisas futuras podem incluir fatores como impacto ambiental, desvalorização dos veículos ao longo do tempo, custo de implantação da infraestrutura de recarga e os avanços tecnológicos relacionados às baterias de alta tensão.

Outro aspecto relevante para futuras investigações refere-se à adaptação das oficinas mecânicas ao crescente mercado de veículos eletrificados. Nesse contexto, recomenda-se a realização de estudos sobre a capacitação técnica de profissionais, aquisição de equipamentos específicos para diagnóstico e reparo de sistemas de alta tensão, normas de segurança para manutenção de baterias tratativas e a viabilidade econômica da prestação desses serviços. Dessa forma, será possível compreender como o setor de reparação automotiva poderá atender à crescente demanda por manutenção de veículos elétricos, garantindo segurança, eficiência operacional e sustentabilidade ao mercado automotivo.

Portanto, a continuidade das pesquisas nessa área permitirá uma visão mais abrangente sobre a viabilidade econômica, operacional e tecnológica dos veículos elétricos e a combustão, contribuindo para futuras tomadas de decisão por parte de consumidores, empresas, fabricantes e profissionais do setor automotivo.

8 CONCLUSÃO

O presente estudo teve como objetivo comparar os custos de manutenção entre veículos elétricos e veículos a combustão interna, utilizando como base o modelo Renault Kwid em suas duas versões, considerando um horizonte de análise de 5 anos de uso. A partir das análises realizadas, foi possível identificar diferenças significativas entre as duas tecnologias, especialmente no que se refere à estrutura mecânica, frequência de manutenção e custos associados ao longo desse período.

Os veículos elétricos apresentaram vantagens relevantes, como menor número de componentes móveis, ausência de sistemas complexos como o câmbio convencional e menor desgaste de itens como freios, devido à presença da frenagem regenerativa. Esses fatores contribuem diretamente para a redução dos custos de manutenção ao longo do tempo. Além disso, benefícios fiscais, como possíveis isenções de IPVA, reforçam sua atratividade econômica em determinados contextos.

Por outro lado, o alto custo da bateria ainda se configura como o principal desafio dos veículos elétricos, podendo impactar significativamente o custo total de manutenção em caso de substituição. Além disso, o maior peso do veículo pode influenciar o desgaste de componentes como pneus e suspensão.

Já os veículos a combustão apresentam menor custo inicial de aquisição e manutenção mais acessível em termos de peças e serviços, devido à ampla disponibilidade no mercado. No entanto, possuem maior complexidade mecânica e exigem manutenção mais frequente, o que pode elevar os custos acumulados ao longo da vida útil.

Conclui-se que, apesar do investimento inicial mais elevado, os veículos elétricos apresentam melhor custo-benefício ao longo de 5 anos de uso, especialmente quando considerados fatores como eficiência energética, menor manutenção mecânica e incentivos fiscais. Os resultados obtidos permitiram comparar de forma objetiva os custos de manutenção entre as duas tecnologias, confirmando a vantagem econômica dos veículos elétricos no período analisado e demonstrando que o objetivo deste trabalho foi plenamente alcançado.

9 REFERÊNCIAS

ABVE - Associação Brasileira do Veículo Elétrico. **Anuário brasileiro da mobilidade elétrica 2024**. São Paulo: ABVE, 2024.

ACHEI PNEUS. **Estrutura de um Pneu**. Disponível em: <https://www.blog.acheipneus.com.br/post/partes-do-pneu-e-funcoes>. Acesso em: 2 jun. 2026.

AUTOESPORTE. **Tesla Model Y, modelo mais vendido em 2023**. 2023. Disponível em: <https://autoesporte.globo.com/mercado/noticia/2023/05/tesla-tem-2-eletricos-entre-os-carros-mais-vendidos-do-mundo-em-2022-veja-top-10.ghtml>. Acesso em: 2 jun. 2026.

BLOOMBERGNEF. **Electric Vehicle Outlook 2024**. New York: BloombergNEF, 2024. Disponível em: <https://about.bnef.com/insights/clean-transport/electric-vehicle-outlook-2024/>. Acesso em: 2 jun. 2026.

BOLDEA, Ion; NASAR, Syed A. **Electric drives**. 3. ed. Boca Raton: CRC Press, 2016.

BOSCH. **Automotive handbook**. 10. ed. Stuttgart: Bosch, 2018.

BRASIL. **Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. 58. ed. Brasília, DF: Senado Federal, 2023.

BRUNETTI, Franco. **Motores de combustão interna**. 4. ed. São Paulo: Blucher, 2018.

CONTINENTAL. **Pneu Continental Aro 14 EcoContact 6 165/70R14 85T XL**. Disponível em: <https://www.lojacontinentalpneus.com.br/>. Acesso em 21 jun. 2026.

CONTAGEM MOTORPEÇAS. **Peças do motor à combustão interna**. Disponível em: <https://contagemmotorpecas.com.br/pecas-ineditas-em-motores-de-modelos-automotivos-de-2024/>. Acesso em: 2 jun. 2026.

COSTA, R. F.; ALMEIDA, P. H. Análise do desgaste de componentes automotivos em veículos elétricos. **Revista Brasileira de Engenharia Automotiva**, v. 12, n. 2, p. 45-58, 2021.

DHILLON, B. S. **Engineering maintenance: a modern approach**. Boca Raton: CRC Press, 2002.

EDUCAÇÃO AUTOMOTIVA. **Benz Motorwagen, de Karl Benz, 1885**. 2016. Disponível em: <https://educacaoautomotiva.com/2016/09/16/o-primeiro-carro-do-mundo/>. Acesso em: 2 jun. 2026.

EHSANI, Mehrdad; GAO, Yimin; EMADI, Ali. **Modern electric, hybrid electric, and fuel cell vehicles: fundamentals, theory and design**. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 2018.

FIPE - Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas. **Tabela FIPE: consulta de preços médios de veículos**. Disponível em: <https://veiculos.fipe.org.br>. Acesso em: 21 jun. 2026.

FITZGERALD, A. E.; KINGSLEY JR., C.; UMANS, S. D. **Electric machinery**. 6. ed. New York: McGraw-Hill, 2003.

GILLESPIE, Thomas D. **Fundamentals of vehicle dynamics**. Warrendale: SAE International, 1992.

GOODENOUGH, J. B.; PARK, K. S. The Li-ion rechargeable battery: a perspective. **Journal of the American Chemical Society**, v. 135, n. 4, p. 1167-1176, 2013.

GUARNIERI, Massimo. Looking back to electric cars. **IEEE Industrial Electronics Magazine**, v. 10, n. 2, p. 6-13, 2016.

HALL, Dale; LUTSEY, Nic. **Emerging best practices for electric vehicle charging infrastructure**. Washington, DC: International Council on Clean Transportation, 2017.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentals of physics**. 10. ed. New York: Wiley, 2016.

HEYWOOD, John B. **Internal combustion engine fundamentals**. New York: McGraw-Hill, 1988.

IEA – International Energy Agency. **Global EV Outlook 2022**. Paris: IEA, 2022.

IEA – International Energy Agency. **Global EV Outlook 2023**. Paris: IEA, 2023.

IEA – International Energy Agency. **Global EV Outlook 2024**. Paris: IEA, 2024.

KIRSCH, David A. **The electric vehicle and the burden of history**. New Brunswick: Rutgers University Press, 2000.

LINDEN, David; REDDY, Thomas B. **Linden's handbook of batteries**. 4. ed. New York: McGraw-Hill, 2011.

LUTSEY, Nic. **Transition to a global zero-emission vehicle fleet: a collaborative agenda for governments**. Washington, DC: International Council on Clean Transportation, 2015.

MARTINS, Jorge. **Motores de combustão interna: princípios de funcionamento, desempenho e emissões**. Porto: Publindústria, 2016.

MERKER, Günter P.; SCHWARZ, Christian; STIESCH, Gerhard. **Simulation of combustion and emission processes**. Cham: Springer, 2019.

MOBLEY, R. Keith. **An introduction to predictive maintenance**. 2. ed. Amsterdam: Elsevier, 2002.

MOBILIDADE ESTADÃO. **Bateria de um carro a motor a combustão interna.** 2023. Disponível em: <https://mobilidade.estadao.com.br/mobilidade-para-que/como-saber-a-hora-de-realizar-a-manutencao-da-bateria-do-carro/>. Acesso em: 2 jun. 2026.

MOURA. **Bateria Moura 12 V.** Disponível em: <https://mourafacil.moura.com.br/> . Acesso em: 2 jun. 2026.

MOM, Gijs. **The electric vehicle: technology and expectations in the automobile age.** Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2016.

NITTA, N. et al. Li-ion battery materials: present and future. **Materials Today**, v. 18, n. 5, p. 252-264, 2015.

OLIVEIRA, Gabriel. **Manutenção Veicular.** São Paulo: A Gazeta, 2024. Disponível em: <https://www.agazeta.com.br/colunas/gabriel-de-oliveira/quando-e-como-fazer-a-manutencao-preventiva-do-seu-carro-0224> Acesso em: 18 jun. 2026.

PACEJKA, Hans B. **Tire and vehicle dynamics.** 3. ed. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2012.

QUATRO RODAS. **Bateria de um carro elétrico.** Disponível em: <https://quattrorodas.abril.com.br/noticias/os-pros-e-contras-do-carro-eletrico/>. Acesso em: 2 jun. 2026.

RENAULT. **Especificações técnicas do Renault Kwid E-Tech.** São Paulo: Renault Brasil, 2023.

RENAULT. **Motorização oficial Renault.** São Paulo: Renault Brasil, 2025.

RENAULT. **Motor Renault E-Tech 100% elétrico.** 2023. Disponível em: <https://www.renault.com.br/e-tech/engine.html>. Acesso em 19 jun.2026.

RENAULT. **Peças e acessórios.** Disponível em: <https://ofertas.renault.com.br/> Acesso em: 21 jun. 2026

SAINT-GOBAIN SEKURIT. **Veículo elétrico do ano de 1890.** 2021. Disponível em: <https://www.sekurit-partner.com.br/>. Acesso em: 2 jun. 2026.

SEFAZ-SP – Secretaria da Fazenda e Planejamento de São Paulo. **Calendário de vencimento do IPVA 2024.** São Paulo: SEFAZ-SP, 2024

SCHIFFER, Michael B. **Taking charge: the electric automobile in America.** Washington, DC: Smithsonian Institution Press, 1994.

SENAI-SP - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial de São Paulo. **Sistema de suspensão e direção: veículos leves e pesados.** São Paulo: SENAI-SP Editora, 2016.

SENAI-SP - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial de São Paulo. **Sistemas de freios hidráulicos**. São Paulo: SENAI-SP Editora, 2016.

SILVEIRA, Fernando Lang da. **Diagrama de pressões correspondente aos 4 ciclos de funcionamento de um motor ciclo Otto**. Porto Alegre: UFRGS, 2007.

STONE, Richard. **Introduction to internal combustion engines**. 4. ed. Oxford: Wiley, 2017.

VENDITTI, Mário Sérgio. **Mapa de descontos e isenção do IPVA: onde o IPVA é isento ou mais barato**. São Paulo: Mobilidade Estadão, 2021. Disponível em: <https://mobilidade.estadao.com.br/meios-de-transporte/carro/veiculo-eletrico-pode-ser-opcao-para-aliviar-o-bolso-do-consumidor/>
Acesso em: 18 jun. 2026.

WILSON, Kevin A. **The electric vehicle revolution: the past, present, and future of EVs**. Beverly: Motorbooks, 2023.

WONG, J. Y. **Theory of ground vehicles**. 4. ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2008.

ANEXO A – TABELA FIPE KWID COM MOTOR À COMBUSTÃO

21/06/2026, 12:41

Tabela Fipec - Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas - Fipec

Imprimir



Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas

Preço Médio de Veículos - Consulta de Carros e Utilitários Pequenos

- Pesquisa comum - FIPE

Mês de referência:

Código Fipec:

Marca:

Modelo:

Ano Modelo:

Autenticação

Data da consulta

Preço Médio

junho de 2026

025333-2

Renault

KWID Iconic 1.0 Flex 12V 5p Mec.

2025 Flex

3tl0nzt392dzm

domingo, 21 de junho de 2026 12:40

R\$ 64.758,00

ANEXO B – TABELA FIPE KWID ELÉTRICO E-TECH

21/06/2026, 12:38

Tabela Fipec - Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas - Fipec

Imprimir



Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas

Preço Médio de Veículos - Consulta de Carros e Utilitários Pequenos

- Pesquisa comum - FIPE

Mês de referência:

Código Fipec:

Marca:

Modelo:

Ano Modelo:

Autenticação

Data da consulta

Preço Médio

junho de 2026

025339-1

Renault

KWID E-Tech Techno

2025 Elétrico

94q4dgwef0dy9

domingo, 21 de junho de 2026 12:37

R\$ 81.486,00

ANEXO C – VOLUMES DE VEÍCULOS ELÉTRICOS NO BRASIL

abve.org.br/bi-geral/

Visitante

Ano

Mês

2026

maio

ELETRIFICADOS NO BRASIL

Frota total: maio/26

44.981

EVOLUÇÃO MENSAL

maio/26

44.981✓

Mês anterior: 38.316 (+16,73%)

MARKET SHARE MENSAL SOBRE O TOTAL DE VENDAS DO MERCADO

maio/26

17,0%

EVOLUÇÃO POR PERÍODO

maio/26

44.981✓

Período anterior: 16.641 (+170,3%)

MARKET SHARE DOS ELETRIFICADOS SOBRE O TOTAL DE VENDAS DO MERCADO DE VEÍCULOS LEVES

maio/26

17,04%

VENDAS VEÍCULOS LEVES ELETRIFICADOS POR TECNOLOGIA NO BRASIL (BEV+PHEV+HEV+HEV FLEX) - 2022 a 2026*

Período	BEV	PHEV	HEV	HEV FLEX	MHEV	TOTAL
05/26	20.974	15.821	4.273	3.913		44.981
Total	20.974	15.821	4.273	3.913		44.981

MARKET SHARE DOS ELETRIFICADOS POR TECNOLOGIA 2022 A 2026*

BEV

47%

PHEV

35%

HEV

9%

HEV FLEX

9%

SÉRIE HISTÓRICA DOS VEÍCULOS LEVES ELETRIFICADOS NO BRASIL (2012 a 2026*) (BEV+PHEV+HEV+HEV FLEX)

Ano	maio	Total
2026	44.981	44.981
Total	44.981	44.981

MARKET SHARE DOS ELETRIFICADOS POR GRUPO DE TECNOLOGIA 2022 A 2026*

Elétrico Plug-in

82%

Híbrido

18%

A partir de janeiro de 2025, a nova classificação da ABVE Data considera como eletrificados os veículos com tração elétrica autônoma e motorização acima de 60V (BEV, PHEV, HEV e HEV Flex); não incluindo os micro-híbridos (MHEV 12V ou 48V).

Cookies settings

ANEXO D – AMORTECEDOR TRASEIRO/DIANTEIRO, PASTILHA DE FREIO E DISCO DE FREIO RENAULT KWID.

ofertas.renault.com.br/oficina-de-ofertas/?search=KWID&CAMPAIGN=br-pt-r-l-def-aftersales_def-service-na-go-classic-oficina_ofertas_produtos-buy&ORIGIN=sea_defensive&g...

JOGO DE AMORTECEDOR TRASEIRO... VÁLIDO PARA KWID  Ref.: 56210B239R por apenas R\$748,90 ou 6x de R\$124,82 RECEBER OFERTA POR EMAIL solicite um contato descrição do produto	JOGO DE AMORTECEDOR DIANTEIR... VÁLIDO PARA KWID  Ref.: 5430260B0R por apenas R\$1.024,90 ou 6x de R\$170,82 RECEBER OFERTA POR EMAIL solicite um contato descrição do produto	KIT EMBREAGEM MOTRIO VÁLIDO PARA MOTOR 1.6 (KWID)  Ref.: 8550507719 por apenas R\$1.117,90 ou 6x de R\$186,32 RECEBER OFERTA POR EMAIL solicite um contato descrição do produto	DISCO DE FREIO VENTILADO (PAR) VÁLIDO PARA KWID  Ref.: 40206768R por apenas R\$449,90 ou 6x de R\$74,98 RECEBER OFERTA POR EMAIL solicite um contato descrição do produto
CALOTA DE RODA (UNITÁRIA) VÁLIDO PARA KWID  Ref.: 403106375 por apenas R\$77,90 ou 6x de R\$12,98 RECEBER OFERTA POR EMAIL solicite um contato descrição do produto	JOGO DE PASTILHAS DE FREIO... VÁLIDO PARA KWID  Ref.: 406044835 por apenas R\$696,90 ou 6x de R\$116,15 RECEBER OFERTA POR EMAIL solicite um contato descrição do produto	PALHETA DIANTEIRA VÁLIDO PARA KWID  Ref.: 2889099352 por apenas R\$87,90 ou 6x de R\$14,65 RECEBER OFERTA POR EMAIL solicite um contato descrição do produto	JOGO DE PASTILHAS DE FREIO... VÁLIDO PARA KWID  Ref.: 8560099816 por apenas R\$261,90 ou 6x de R\$43,65 RECEBER OFERTA POR EMAIL solicite um contato descrição do produto

ANEXO E – BATERIA 12 V MOURA

mourafacil.moura.com.br/passos

moura fácil DELIVERY OFICIAL **MOURA**

Perguntas Frequentes Sobre Fale conosco 4020.3843

1 Seus dados 2 Endereço de entrega 3 Pagamento

Encontramos a bateria recomendada!

 Em 10x sem juros de **R\$ 54,40**
valor à vista R\$ 544,00

Com DESCONTO via PIX ou Dinheiro: R\$ 527,68

Modelo: M50ED / Amperagem: 50 Ah

São Paulo, SP [Editar](#)

KWID E-TECH ELÉTRICO 2022 a 2026 [Editar](#)

GRÁTIS entrega, teste e instalação

Pagamento na entrega: **aceitamos cartão, PIX ou dinheiro**

24 meses de garantia

Venda condicionada à **devolução** da bateria inservível.

“Site fácil e prático para consulta de preços e modelos. Facilidade no pedido, pagamento, entrega e instalação. Fiz o pedido e em 30 minutos já estava com a bateria nova”

Peça agora. Entrega e instalação grátis!

Dados de entrega

☒ Receber em até 45 minutos ☐ Agendar entrega

Dados pessoais

Nome *

Telefone *

Email *

DDD + número de celular ou fixo. Enviaremos informações sobre o pedido.

PREENCHER ENDEREÇO

ANEXO F – PNEU CONTINENTAL

lojacontinentalpneus.com.br/pneu-continental-aro-14-ecocontact-6-165-70R14-85t-xl-16001329?gad_source=1&gad_campaignid=22211461321&gbraid=0AAAAA-V2q5WuBx8WgO...

Compre agora seus pneus com 5 anos de garantia de fábrica | 10% OFF Pagando no PIX

Continental

Pesquise aqui seu pneu!

Entrar

Insira seu CEP

Alta performance Passeio SUV / Caminhonete Vans e Utilitários Bicicleta

Passeio / Pneu Continental Aro 14 EcoContact 6 165/70R14 85T XL



Pneu Continental Aro 14 EcoContact 6 165/70R14 85T XL

ID: 16001329 ★★★★★ (5) [Ver avaliações](#)

[+ Informações](#) [Veículos aplicáveis](#)

R\$ 422,12

R\$ 379,90 no PIX

ou R\$ 422,12 em até 12x de R\$ 35,17 sem juros. [Veja mais formas de pagamento](#)

1 [Comprar](#)

Seco
direção e frenagem
★★★★★

Molhado
direção, frenagem e aquaplanagem
★★★★★

Conforto
ruído e absorção de impacto
★★★★★

[Início](#)

[WhatsApp](#)

ANEXO G – ROLAMENTOS DA RODA RENAULT KWID

loja.rpoint.com.br/rolamento-da-roda-kwid-18-dianteira-original-402107387?_pid=Rccbc&gad_source=1&gad_campaignid=23907462706&gbraid=0AAAAos1TyR0dQNK4W/VhBEOx...

Whatsapp Precisa de Ajuda? Meus Pedidos

RPoint

DISSITE O QUE PROCURA [BUSCAR](#)

< Motor e Transmissão > Elétrica, Ignição e Injeção > Suspensão e Direção > Freios > Carroceria > Iluminação e Segurança > Escapamentos > Ar Condicionado > To >

Início > Transmissão > Rolamento da Roda > Rolamento da Roda Kwid 18/.. Dianteira Original 402107387R

ROLAMENTO DA RODA KWID 18/.. DIANTEIRA ORIGINAL 402107387R

RENAULT - COD: 402107387R



Disponibilidade: **Produto em estoque**

Ouv. Indicação

R\$258,87

À vista com 5% OFF no boleto ou Pix

ou R\$272,49 em 6x de R\$45,42 sem juros

no cartão de crédito

[Ver opções de parcelamento](#)

TROCA RÁPIDA
Até 90 dias

GRATIS
(Ver regras)

Qtde. 1 [ADICIONAR AO CARRINHO](#)

[você](#) [você](#) [você](#) [você](#) [você](#) [você](#)

Serve no meu Carro? [>](#)

1 / 4

[PREÇOS DE AJUDA?](#)

ANEXO H – BANDEJAS/BUCHAS RENALT KWID

loja.rpoint.com.br/bandeja-kwid-18-esquerda-original-545032428?_pid=3fcbcb&gad_source=1&gad_campaignid=23907462706&gbraid=0AAAAAs1TyR0dQNK4W/Vh8EOty7jmXSE&...

RPoint BUSCAR

Motor e Transmissão > Elétrica, Ignição e Injeção > Suspensão e Direção > Freios > Carroceria > Iluminação e Segurança > Escapamentos > Ar Condicionado > To

Início > Suspensão > Bandeja > Bandeja Kwid 18/.. Esquerda Original 545032428R

BANDEJA KWID 18/.. ESQUERDA ORIGINAL 545032428R
RENAULT - COD: 545032428R

Disponibilidade: Produto em estoque

Com 15% de desconto
R\$367,01
À vista com 5% OFF no boleto ou Pix
ou R\$386,33 em 6x de R\$64,39 sem juros
no Cartão de crédito
Ver opções de parcelamento

TROCA RÁPIDA
Até 90 dias
FRETE GRÁTIS
(Ver região)

Qtd. 1 **ADICIONAR AO CARRINHO**

Serve no meu Carro?

- Alta qualidade
- Fácil instalação
- Durabilidade garantida
- Compatível com Renault

SIMULAÇÃO
DIGITE SEU CEP **SIMULAR FRETE**
Dúvidas? Envie uma pergunta

ANEXO I – PIVÔS DA SUSPENSÃO RENALT KWID

mercadoCAR.com.br/pivo-da-suspensao-rentalt-kwid-cedraz-okc2441pi

O maior Shopping de Autopeças e Acessórios da América Latina. (11) 2208-5000 Lojas Blog Atendimento

MercadoCAR
O Shopping de Autopeças

Digite aqui o produto. Ex.: Amortecedor

Entre ou Cadastre-se Lista de Desejos Carrinho de compras

Início / Suspensão / Bandejas / Pivô / Pivô da Suspensão RENAULT KWID - CEDRAZ OKC2441PI

PIVÔ DA SUSPENSÃO RENAULT KWID - CEDRAZ OKC2441PI

Fabricante: **CEDRAZ**

Disponibilidade: **Estoque Disponível**
Código do Fabricante: **OKC2441PI**
Adicionar a lista de desejos Enviar para um amigo

R\$ 62,90
em 1x R\$ 62,90 sem juros
Ver os meios de pagamentos

1 **COMPRAR**

Confira aqui o valor do frete