



CUSTO TOTAL DE PROPRIEDADE DE AUTOMÓVEIS DE USO PARTICULAR: ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE MODELOS A COMBUSTÃO E ELÉTRICO

TOTAL COST OF OWNERSHIP OF CARS FOR PRIVATE USE: COMPARATIVE ANALYSIS BETWEEN COMBUSTION AND ELECTRIC MODELS

ÁREA TEMÁTICA: INOVAÇÃO, TECNOLOGIA E EMPREENDEDORISMO

Juliane Andressa Pavão, Universidade Estadual de Maringá, Brasil, julianepavao@hotmail.com

André Velludo Venturinelli, Universidade Estadual de Maringá, Brasil, ra94678@uem.br

Kerla Mattiello, Universidade Estadual de Maringá, Brasil, m_kerla@yahoo.com.br

Roberto Rivelino Martins Ribeiro, Universidade Estadual de Maringá, Brasil, rivamga@hotmail.com

Resumo

Este estudo teve como objetivo identificar os custos totais da propriedade de dois automóveis de uso particular, um modelo a combustão (Kwid Intense 1.0) e um modelo elétrico (Zoe Intense), ao longo de cinco anos, ambos da montadora Renault. Utilizou-se metodologia descritiva e abordagem qualitativa no formato de estudo de caso. Verificou-se que o custo de aquisição do veículo a combustão correspondeu a 61,03% do Custo Total de Propriedade (CTP/TCO), enquanto no modelo elétrico esse valor representou 84,78%. Os custos de uso e manutenção foram responsáveis por 38,97% no primeiro caso e 15,22% no segundo. Apesar da economia do modelo elétrico em relação ao consumo de combustível e às revisões periódicas na concessionária, bem como da isenção do IPVA no estado do Paraná para modelos elétricos, a diferença no valor de aquisição é tão significativa que o CTP/TCO do veículo elétrico acaba sendo mais elevado. Como contribuição prática, destacamos a ajuda na tomada de decisão do consumidor no âmbito financeiro para a aquisição de um novo veículo com o menor CTP. Concluiu-se que, mantidas as condições simuladas, um dos modelos apresenta vantagem econômica em relação ao outro.

Palavras-chave: Custo Total de Propriedade; Automóvel a combustão; Automóvel elétrico.

Abstract

This study aimed to identify the total costs of ownership of two cars for private use, a combustion model (Kwid Intense 1.0) and an electric model (Zoe Intense), over five years, both from Renault. A descriptive methodology and a qualitative approach were used in the case study format. It was verified that the acquisition cost of the combustion vehicle corresponded to 61.03% of the Total Cost of Ownership (TCO/TCO), while in the electric model this value represented 84.78%. Use and maintenance costs were responsible for 38.97% in the first case and 15.22% in the second. Despite the savings of the electric model in terms of fuel consumption and periodic revisions at the dealership, as well as the IPVA exemption in the state of Paraná for electric models, the difference in acquisition value is so significant that the CTP/TCO of the electric vehicle turns out to be higher. As a practical contribution, we highlight the help in the consumer's decision-making in the financial field for the acquisition of a

new vehicle with the lowest CTP. It was concluded that, maintaining the simulated conditions, one of the models has an economic advantage over the other.

Keywords: Total Cost of Ownership; Combustion car; Electric car.

1. INTRODUÇÃO

A preocupação com a sustentabilidade no mercado automotivo tem sido cada vez mais evidente nos últimos anos, principalmente com a governança ambiental, social e corporativa (ESG) ganhando destaque nas discussões para uma agenda mais sustentável. A redução da emissão de gases poluentes como o dióxido de carbono (CO₂) é uma das principais preocupações do setor, demonstrando que a aposta na sustentabilidade automotiva é uma preocupação para as empresas nacionais e globais (ANFAVEA, 2021). Somado ao fator ambiental, a alta gradativa dos preços dos combustíveis pode levar os consumidores a considerar opções mais econômicas e sustentáveis na hora de adquirir um novo veículo, como os modelos híbridos e elétricos (Costa & Sorima Neto, 2021). De acordo com o Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) registrado até abril de 2022, houve um aumento acumulado de 33,24% nos preços dos combustíveis em um período de um ano (Carneiro, 2022).

Nota-se essa tendência, pois no ano de 2022, o Brasil bateu recorde nas vendas de carros elétricos, foram emplacadas 49.245 unidades, 41% a mais do que no ano anterior segundo a Associação Brasileira do Veículo Elétrico (ABVE, 2023). Apesar desse aumento expressivo, esse número é bem modesto se comparado ao total de veículos emplacados no ano de 2022 que somou 1.957.699 unidades (FENABRAVE, 2023). Porchera *et al.* (2016) citam como um fator que pode contribuir com esse cenário, o alto custo de aquisição de um automóvel elétrico por se tratar de uma tecnologia que está em fase de desenvolvimento, e detêm níveis de produção reduzidos, impedindo entregar o produto a um preço mais acessível para o consumidor final.

Ao adquirir um veículo ou qualquer outro bem, o consumidor deve observar não apenas o custo de aquisição, mas também os demais custos que envolvem a manutenção e utilização do determinado bem, esse conceito é denominado Custo Total de Propriedade (TCO) (Ellram & Siferd, 1993).

Considerando que um carro elétrico de entrada tem um custo de aquisição mais elevado se comparado a um carro a combustão de entrada, além do custo de aquisição do veículo devem ser apurados todos os gastos com o ciclo de vida útil desse bem. Dessa forma, esse estudo tem como objetivo analisar de forma comparativa o custo total de propriedade do carro popular convencional mais vendido da empresa Renault, o modelo Kwid, e o modelo Zoe, o carro elétrico da mesma montadora lançado no Brasil em 2021.

A pesquisa justifica-se para auxiliar a tomada de decisão dos consumidores de veículos em meio a alta dos combustíveis no Brasil. Os valores do TCO podem contribuir para uma tomada de decisão mais assertiva baseando-se no fator exclusivamente financeiro em relação a aquisição de um novo veículo.

Outro fator relevante para essa tomada de decisão é o ambiental, levando em consideração as mudanças climáticas enfrentadas pelo nosso planeta ao decorrer das últimas décadas desde as revoluções industriais, a quantidade de gases do efeito estufa liberada pelas atividades humanas tem crescido gradualmente. O CO₂, gás liberado pelos veículos movidos a combustão, representa a maior parte dos gases emitidos que contribuem para o aquecimento global, estima-se represente mais de 70% das emissões, resultando em impactos climáticos ao longo de séculos (WWF, 2022).

Na Europa, uma das medidas votada para reduzir as emissões de CO₂ foi a proibição de comercialização de carros novos com motores a combustão a partir de 2035 (UOL, 2022). Esta medida enfatiza a preocupação com os impactos do aquecimento global e sinaliza uma urgência de transição para veículos elétricos nos próximos anos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

O custo total de propriedade é definido como um conceito em custos para compreender, gerenciar e analisar o processo de compra, abrangendo não só o custo de aquisição, como todos os custos relacionados a entrega, tarifas ou taxas, custos com departamento de recebimento do pedido, inspeção e armazenamento e demais custos até o fim da vida útil do bem (Ellram, 1994).

O TCO é utilizado para estimar e avaliar os custos que incorrerão durante toda a vida útil do bem, da aquisição, até o seu descarte (Saccani *et al.*, 2017). Este conceito está relacionado com o custo do ciclo de vida. Sakurai (1997) destaca a importância do ciclo de vida para a gestão dos custos, tratando da gestão integrativa e global dos custos, explica as categorias ou etapas: investimento inicial de capital, custos de operação, manutenção e custos de descarte.

Seguindo a perspectiva de Ellram e Siferd (1998), a análise de TCO é uma abordagem fundamental na avaliação de alternativas de investimento em bens. Ao considerar não apenas o preço de aquisição, mas sim todos os custos envolvidos durante a vida útil do bem, incluindo manutenção, operação e descarte, é possível identificar a opção mais econômica a longo prazo. Dessa forma, a escolha por um bem com preço de aquisição superior pode se tornar mais vantajosa caso apresente um TCO menor em comparação a outras alternativas mais baratas.

A literatura traz dois enfoques do custo total de propriedade, em um o foco se baseia nos custos de transação, e o outro com o ciclo de vida do produto na organização.

CATEGORIAS DO TCO	AUTOR/ANO	DESCRIÇÃO
Foco na Análise da Transação (Compra)	Ellram e Siferd(1993)	O TCO implica que todos os custos associados à aquisição, uso e manutenção de um bem, incluindo os custos de armazenamento, mão-de-obra e outros, portanto, não apenas preço de compra.
	Weber <i>et al.</i> (2010)	Atividades relacionadas à seleção, qualificação, efetivação e manutenção de fornecedores. Envolve todos os custos burocráticos associados a um pedido.
	Ferrin e Plank (2002); Nurhadí, Boren e Ny (2014)	Custos com manutenção, reparo e operação. Relacionados com a preservação e preparação dos recursos necessários para a operação.
	Gonen e Yukcu(2012)	Estabelece a relação entre o TCO e os custos com qualidade. Estudo em uma indústria automobilística aquisição de um equipamento industrial.
	Coser e Souza (2015)	Categorização do TCO. Apresentam uma análise teórica e empírica para investigar o uso da técnica do custo total de uso e propriedade para compra de um equipamento em indústria localizada no Rio Grande do Sul.
	Saccani <i>et al.</i> (2017)	Pesquisa do (TCO) de bens de consumo duráveis (máquinas de lavar roupa). Neste modelo conceitual com aplicação empírica, adotou uma ferramenta de Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC) para facilitar a implementação em grande escala, em uma grande revendedora de eletrodomésticos, a fim de apoiar as decisões de compra dos clientes.
	Palmer <i>et al.</i> (2018)	Análise do custo total de propriedade e participação de mercado para veículos híbridos e elétricos no Reino Unido, EUA e Japão, recomendam políticas públicas que venha a tratar de incentivos na compra devido ao custo inicial mais alto destes veículos.

Foco na Análise Temporal (Ciclo de Vida)	Ellram e Siferd(1993)	Representa uma abordagem ampla que requer da organização o controle, identificação e mensuração de todos os custos relevantes das atividades de aquisição, posse e uso de um bem ou serviço.
	Ellram (1994)	Pode ser definido como um modelo do ciclo de vida de um equipamento, produto ou serviço.
	Sakurai (1997)	As etapas incluem normalmente: a) pesquisa e desenvolvimento; b) desenho do produto, incluindo o protótipo, o custo alvo e os testes; c) fabricação, inspeção, embalagem e armazenagem; d) <i>marketing</i> , promoção e distribuição; e) vendas e serviço.
	Santos e Gonçalves (2006)	Adota a análise do Ciclo de vida, comparando o custo total de propriedade (TCO) na utilização de dois softwares, um proprietário e outro livre, para detectar o menos oneroso.
	Dogan e Aydin(2011)	Custos relacionados à gestão de pessoal para aquisição, preparação e utilização do bem em seu ciclo de vida.
	Prabhakar e Sandborn (2012)	Custos relacionados diretamente com a aquisição de um produto, vistos no longo prazo, ou seja, no ciclo de vida do produto.
	Al-Alawi e Bradley (2013)	Analisa o custo total de propriedade dentro de quatro categorias de veículos, classificados em elétricos e híbridos, considerando a vida útil dos veículos.
Nurhadi, Boren e Ny (2014)	Modelo do TCO para Sistema de transporte na Suécia, contendo: Custo de investimento, energia, manutenção, impostos sobre carbono, aquecimento, bateria extra. Ciclo de vida avaliado em oito anos.	

Quadro 1 – Principais desenvolvimentos do TCO

Fonte: Maldonado *et al.* (2018).

Em ambos os enfoques, a definição do TCO é composta pela soma dos custos associados à aquisição, propriedade, uso e descarte do bem ou serviço, porém a abordagem com foco na análise de transação não aborda necessariamente o período do ciclo de vida útil do bem.

De acordo com o estudo que analisou os cinco modelos de automóveis populares mais vendidos no Brasil no ano de 2017 de Maldonado *et al.* (2018), a análise do custo total de propriedade é uma ferramenta útil para avaliar os custos envolvidos na aquisição e manutenção de um veículo de passeio. Os pesquisadores concluíram que, ao considerar fatores como o custo de aquisição, manutenção, seguro, combustível, impostos e depreciação, é possível obter uma visão mais precisa dos custos totais de propriedade de cada modelo de carro avaliado. Em resumo, os resultados do estudo sugerem que a análise do custo total de propriedade pode ajudar os consumidores a tomar melhores decisões no aspecto exclusivamente financeiro sobre qual modelo de carro possui o menor valor de custo total de propriedade.

A pesquisa de Maldonado *et al.* (2018) evidenciou que o custo de aquisição dos veículos avaliados, não constituiu um fator determinante para determinar qual modelo de automóvel apresentaria o menor Custo Total de Propriedade (TCO) ao término de seu ciclo de vida. O custo de aquisição representou aproximadamente um terço do custo total. Em outras palavras, é possível que dois modelos distintos apresentem custos de aquisição similares, mas possuam desvios significativos em relação ao TCO.

Souza *et al.* (2019) utilizou uma abordagem qualitativa e metodologia descritiva para analisar o Custo Total de Propriedade (CTP) de veículos de transporte de funcionários em uma fábrica de confecções. Os resultados da análise revelaram que, com exceção do custo de aquisição dos veículos, os fatores considerados representaram a maior parte do CTP, alcançando valores de 88,72% para o veículo Mercedes-Benz e 79,09% para o Volkswagen. Esses achados indicam a importância de considerar cuidadosamente os custos adicionais envolvidos na propriedade e

operação de veículos, além do preço de compra inicial, a fim de obter uma avaliação mais precisa do CTP.

3. METODOLOGIA

A abordagem do estudo é uma abordagem qualitativa e descritiva. Os dados necessários para operacionalizar o estudo são secundários disponíveis na internet, sendo necessário levantar os dados sobre todos os custos relacionados ao uso e manutenção dos bens estudados. Como os custos de aquisição, manutenção, seguro, IPVA e demais custos que incorrerem ao longo da vida útil dos veículos.

Foram selecionados dois modelos da empresa Renault para elaboração desse estudo, um deles é o modelo Kwid, o popular mais vendido da marca no ano de 2022 (FENABRAVE, 2022), sendo emplacadas 57.388 unidades. O outro modelo deste estudo é o Zoe, carro elétrico lançado no Brasil em duas versões em abril de 2021 da mesma montadora (INSIDEEVS, 2021).

Para analisar o custo de propriedade dos veículos foi utilizado como base a teoria de custo total de propriedade (Ellram, 1993; 1994). Para calcular os custos relacionados ao veículo Kwid movido a combustão foi seguido o mesmo método do roteiro elaborado por Maldonado *et al.* (2018) em seu estudo para análise do TCO de veículos de passeio mais vendidos no Brasil, segue o Quadro 2.

GRUPO	VARIÁVEL	OPERACIONALIZAÇÃO
Uso e Manutenção	Consumo de Combustível	Média apresentada em sites especializados em venda de veículos.
	Checagem de Freios	Consulta a concessionária Renault, revisão periódica programada para 10.000Km ou um ano.
	Troca de Óleo	
	Troca do Filtro de Óleo	
	Troca de Filtro do Combustível	
	Troca do Filtro do Habitáculo	
	Troca do Filtro de Ar	
	Troca do Anel do Cárter	
	Troca das Velas	
	Alinhamento / Balanceamento	Média de mercado. Consultadas 3 oficinas em Maringá-PR
	Troca de Pneus	Média de mercado. Consulta a sites especializados.
	Troca de Amortecedores	
Despesas com limpeza (lavagem, polimento, etc.)	Valor arbitrado mensalmente a partir da média de 3 lava-carros consultados no estado do Paraná.	
Impostos e Taxas	IPVA	Alíquota no estado do Paraná (DETRAN-PR, 2022).
	Seguro Obrigatório (DPVAT)	Detran-PR (2022).
	Licenciamento Obrigatório	Valor no estado do Paraná (DETRAN-PR, 2022).
Outras	Estacionamento	Valor médio por mês considerando uma baixa utilização de estacionamento pago, foram consultados valores de estacionamento regulamentado em Maringá-PR para estabelecimento do valor.
	Seguro	Valor encontrado em cotação com corretora de seguros para os veículos em análise para utilização do automóvel na cidade de Curitiba-PR.

Encargos	Financiamento	Considerou-se para o cálculo o financiamento de 70% do valor do veículo a uma taxa média de mercado de 1,81% a.m., a média corresponde a taxa praticada por 5 principais bancos de financiamento disponibilizada pelo BACEN.
	Depreciação	Utilizou-se depreciação linear com 50% de valor residual do veículo, ou seja, 10% ao ano.

Quadro 2 – Variáveis consideradas na análise do TCO – veículo a combustão
Fonte: Adaptado de Maldonado *et al.* (2018).

Algumas variáveis da pesquisa mudam de um modelo para outro devido o tipo de motorização empregado em cada veículo analisado e seu uso e manutenção. O quadro de variáveis apresentado para o veículo movido a bateria é mostrado a seguir no Quadro 3.

GRUPO	VARIÁVEL	OPERACIONALIZAÇÃO
Uso e Manutenção	Consumo de Energia Elétrica	Média apresentada em sites especializados. Em venda de veículos.
	Checagem de Freios	Consulta a concessionária Renault, revisão periódica programada para 10.000Km ou um ano.
	Troca do Filtro do Ar	
	Troca da Bateria 12V	
	Alinhamento / Balanceamento	Média de mercado. Consultadas 3 oficinas em Maringá-PR.
	Troca de Pneus	Média de mercado. Consulta a sites especializados.
	Despesas com limpeza (lavagem, polimento, etc.)	Valor arbitrado mensalmente a partir da média de 3 lava-carros consultados no estado do Paraná.
Impostos e Taxas	IPVA	Alíquota no estado do Paraná (DETRAN-PR, 2022) e Secretaria da Fazenda do Estado do Paraná.
	Seguro Obrigatório (DPVAT)	Detran-PR (2022).
	Licenciamento Obrigatório	Valor no estado do Paraná (DETRAN-PR, 2022).
Outras	Estacionamento	Valor médio por mês considerando uma baixa utilização de estacionamento pago, foram consultados valores de estacionamento regulamentado em Maringá-PR para estabelecimento do valor.
	Seguro	Valor encontrado em cotação com corretora de seguros para os veículos em análise para utilização do automóvel na cidade de Maringá-PR.
Encargos	Financiamento	Considerou-se para o cálculo o financiamento de 70% do valor do veículo a uma taxa média de mercado de 1,81% a.m., a média corresponde a taxa praticada por 5 principais bancos de financiamento disponibilizada pelo BACEN.
	Depreciação	Utilizou-se depreciação linear com 50% de valor residual do veículo, ou seja, 10% ao ano.

Quadro 3 – Variáveis consideradas na análise do TCO – veículo elétrico

Fonte: a pesquisa (2023).

Foram considerados os cálculos para gastos de um período de 5 anos com ambos os veículos, como: a média do custo do combustível ao longo desse período, o custo com manutenções preventivas realizadas na concessionária, impostos e taxas, seguro, financiamento, depreciação, entre outros custos incidentes. Para o veículo a combustão considerou-se gasolina para efeitos de cálculo, apesar do modelo Kwid contar com motorização flex. Para análises, foi considerado ambos os veículos usados apenas em zona urbana e principal condutor do veículo com perfil de risco médio sendo homem solteiro com 28 anos, para cálculo de seguro e demais custos.

O cálculo do consumo foi estipulado uma média mensal de 833 km percorridos, e o preço do combustível foi utilizado o valor médio no período de 27/03/2022 a 02/04/2022 consultado na Agência Nacional de Petróleo (ANP) no município de Maringá. Para o cálculo da energia elétrica foi consultado as taxas e tarifas da Companhia Paranaense de Energia (COPEL).

Para o cálculo dos impostos e taxas foi utilizado valores referentes ao Estado do Paraná. Adotou-se o Microsoft Office Excel 2013 para o tratamento dos dados da pesquisa.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o objetivo de mensurar o Custo Total de Propriedade (CTP/TCO) dos veículos avaliados neste estudo, foi necessário coletar dados provenientes do site oficial da montadora Renault, bem como informações obtidas em bancos de dados disponíveis na internet.

Nesse sentido, na Tabela 1 consta a ficha técnica de cada modelo.

FICHA TÉCNICA	KWID INTENSE 1.0	ZOE INTENSE
Marca	Renault	Renault
Modelo	Kwid Intense 1.0	Zoe Intense
Ano/Modelo	2022/23	2022
Potência	71 cv	135 cv
Propulsão	Combustão	Elétrico
IPVA	R\$ 2.281,65	R\$ -
Seguro	R\$ 2.146,30	R\$ 7.472,30
Consumo	15,3 Km/l	20kWh/100Km
Vida útil estimada (anos)	5	5
Valor do veículo à vista	R\$ 65.190,00	R\$ 229.990,00

Tabela 1 – Ficha técnica dos dois veículos analisados
Fonte: a pesquisa (2023).

Conforme observado na Tabela 1, são apresentadas as principais características dos dois modelos avaliados da marca Renault: o modelo Kwid Intense 1.0, ano/modelo 2022/2023, e o modelo Zoe Intense, ano/modelo 2022. As maiores discrepâncias observadas referem-se à tecnologia de propulsão empregada em cada veículo, bem como ao custo de aquisição correspondente a cada um desses modelos.

Observa-se que a Tabela 1 não apresenta o valor do IPVA para o modelo Zoe Intense, uma vez que este tributo é isento em determinados estados, como São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Paraná, Santa Catarina, Pernambuco e Rio Grande do Norte (Morelli, 2022). Essa medida vem sendo adotada por estados brasileiros com o objetivo de incentivar a utilização de tecnologias mais limpas e sustentáveis no segmento automotivo. Tal iniciativa beneficia proprietários de veículos elétricos, reduzindo os custos associados à manutenção e operação desses veículos, além de contribuir para a diminuição das emissões de gases poluentes na atmosfera.

Com relação à estimativa de vida útil, esta foi determinada com base no período médio que um brasileiro costuma manter um automóvel até o final do período de financiamento, que no estudo foi definido como cinco anos (60 meses). Os valores do custo de aquisição à vista dos modelos foram obtidos diretamente do site oficial da montadora Renault, o cálculo do financiamento foi realizado utilizando a tabela PRICE, adotando-se uma taxa de juros média correspondente àquela praticada pelos cinco principais bancos de financiamento, conforme disponibilizado pelo Banco Central do Brasil. Além disso, o valor da entrada correspondeu a trinta por cento do valor total de aquisição do veículo à vista.

A Tabela 2 apresenta os dados utilizados e a metodologia empregada para obter o custo de aquisição.

CUSTO AQUISIÇÃO	KWID INTENSE 1.0		ZOE INTENSE	
1) Custo do veículo à vista	R\$	65.190,00	R\$	229.990,00
2) Valor Entrada (30%)	R\$	19.557,00	R\$	68.997,00
3) Valor Financiado	R\$	45.633,00	R\$	160.993,00
4) Taxa de Juros (a.m.)		1,81%		1,81%
5) Valor Pago Financiamento	R\$	75.174,41	R\$	265.214,94
6) Valor Pago Anualmente Finc.	R\$	15.034,88	R\$	53.042,99
7) Custo Aquisição Total	R\$	94.731,41	R\$	334.211,94

Tabela 2 – Custo de aquisição dos dois veículos analisados
Fonte: a pesquisa (2023).

Observa-se uma grande diferença entre o custo de aquisição à vista do veículo e o custo de aquisição do veículo financiado em cinco anos (60 meses), temos um aumento de 45,32% em relação ao custo à vista em ambos os modelos.

Posteriormente, procedeu-se ao cálculo do custo referente ao consumo do modelo Kwid Intense 1.0 examinados no estudo, conforme ilustrado na Tabela 3.

RENAULT KWID INTENSE 1.0				
Consumo Urbano	Km/l		Valor/L	Valor/Km
Álcool (A)	10,8	R\$	5,15	R\$ 0,4772
Gasolina (G)	15,3	R\$	7,21	R\$ 0,4709
Quilômetros Percorridos Mensalmente				833 Km
1) Consumo Mensal (G)				R\$ 392,27
2) Consumo Anual (G)				R\$ 4.707,27

Tabela 3 – Consumo do modelo Kwid Intense 1.0
Fonte: a pesquisa (2023).

A análise do custo de combustível é fundamental para o cálculo do CTP/TCO, pois possui um impacto expressivo em comparação com os demais elementos que integram o referido cálculo. A Tabela 3 apresenta as estimativas dos gastos com combustível durante a vida útil do veículo. Foi pressuposto que o custo por litro de combustível permaneceria constante ao longo da vida útil estimada do veículo, utilizando-se o preço atual na época da pesquisa. Essa escolha foi feita devido à instabilidade dos preços de combustível para veículos no mercado brasileiro atual, o que torna as estimativas difíceis de serem feitas.

A Tabela 4 apresenta o esboço do consumo mensal de energia elétrica do modelo Zoe Intense.

RENAULT ZOE INTENSE					
Consumo Urbano	kWh/100Km	Preço kWh		Preço/Km	
Energia Elétrica	20	R\$	0,82	R\$	0,16
Quilômetros Percorridos Mensalmente				833 Km	
1) Consumo Mensal (Energia Elétrica)				R\$	136,30
2) Consumo Anual (Energia Elétrica)				R\$	1.635,65

Tabela 4 – Consumo do modelo Zoe Intense

Fonte: a pesquisa (2023).

Para calcular o custo mensal de energia elétrica do veículo elétrico, foi simulado o consumo de uma pessoa com um perfil de consumo baixo de 230 kWh por mês, adicionado ao consumo do veículo elétrico que é de 166,6 kWh por mês. Essa simulação foi feita no site da COPEL na época da pesquisa, para uma residência com consumo médio mensal de 396,6 kWh, em que 166,6 kWh foram atribuídos ao consumo do veículo.

Após a realização dos cálculos descritos em detalhes na seção anterior, um conjunto de valores foi coletado em relação ao CTP/TCO dos dois veículos analisados nesta pesquisa. A Tabela 5 contém apenas os dados referentes ao modelo Kwid Intense 1.0.

ITENS	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5	TOTAL
1) Custo Aquisição Entrada 30%	19.557,00	-	-	-	-	19.557,00
2) Consumo de Combustível	4.707,27	4.707,27	4.707,27	4.707,27	4.707,27	23.536,33
3) Revisão Periódica	451,70	511,21	511,21	862,34	570,72	2.907,18
4) Alinhamento/ Balanceamento	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	450,00
5) Troca de Pneus	-	-	-	1.400,00	-	1.400,00
6) Custo com limpeza	920,00	920,00	920,00	920,00	920,00	4.600,00
7) IPVA	2.281,65	2.281,65	2.281,65	2.281,65	2.281,65	11.408,25
8) Seguro Obrigatório (DPVAT)	5,13	5,13	5,13	5,13	5,13	25,65
9) Licenciamento Obrigatório	86,50	86,50	86,50	86,50	86,50	432,50
10) Estacionamento	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	5.000,00
11) Seguro	2.146,30	2.146,30	2.146,30	2.146,30	2.146,30	10.731,48
12) Financiamento (70%)	15.034,88	15.034,88	15.034,88	15.034,88	15.034,88	75.174,41
13) Depreciação (10% a.a.)	6.519,00	6.519,00	6.519,00	6.519,00	6.519,00	32.595,00
14) Total das Variáveis Anteriores	52.799,42	33.301,93	33.301,93	35.053,06	33.361,44	187.817,80
15) Valor Residual	-	-	-	-	-32.595,00	- 32.595,00
16) CTP/TCO	52.799,42	33.301,93	33.301,93	35.053,06	766,44	155.222,80

Tabela 5 – Resumo CTP/TCO Kwid Intense 1.0

Fonte: a pesquisa (2023).

Por meio da análise dos custos relacionados à aquisição, uso e manutenção dos veículos durante suas vidas úteis, foi possível determinar o Custo Total de Propriedade (CTP). No caso do modelo Kwid Intense 1.0, os dados apresentados na Tabela 5 indicam que os custos de aquisição, uso e manutenção foram de R\$ 187.817,80 (item/linha 14 da tabela), compostos pelos custos de aquisição, consumo de combustível, revisões periódicas, alinhamento, balanceamento, troca de pneus, custo com limpeza, IPVA, seguro obrigatório (DPVAT), licenciamento obrigatório, estacionamento, seguro, financiamento e depreciação anual. Foi deduzido o valor residual de R\$ 32.595,00 (item/linha 15), que representa a possível venda do

veículo após a sua vida útil. Portanto, o CTP/TCO final do veículo foi de R\$ 155.222,80 (item/linha 16).

Os cálculos também foram realizados para o modelo Zoe Intense, conforme apresentado resumidamente na Tabela 6.

ITENS	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5	TOTAL
1) Custo Aquisição Entrada 30%	68.997,00	-	-	-	-	68.997,00
2) Consumo de Energia Elétrica	1.635,65	1.635,65	1.635,65	1.635,65	1.635,65	8.178,25
3) Revisão Periódica	246,44	286,11	889,55	325,79	325,79	2.073,68
4) Alinhamento/ Balanceamento	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	450,00
5) Troca de Pneus	-	-	-	1.879,60	-	1.879,60
6) Custo com limpeza	920,00	920,00	920,00	920,00	920,00	4.600,00
7) IPVA	-	-	-	-	-	-
8) Seguro Obrigatório (DPVAT)	5,13	5,13	5,13	5,13	5,13	25,65
9) Licenciamento Obrigatório	86,50	86,50	86,50	86,50	86,50	432,50
10) Estacionamento	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	5.000,00
11) Seguro	7.472,30	7.472,30	7.472,30	7.472,30	7.472,30	37.361,50
12) Financiamento (70%)	53.042,99	53.042,99	53.042,99	53.042,99	53.042,99	265.214,94
13) Depreciação (10% a.a.)	22.999,00	22.999,00	22.999,00	22.999,00	22.999,00	114.995,00
14) Total das Variáveis Anteriores	156.495,01	87.537,68	88.141,12	89.456,96	87.577,36	509.208,12
15) Valor Residual	-	-	-	-	-114.995,00	-114.995,00
16) CTP/TCO	156.495,01	87.537,68	88.141,12	89.456,96	- 27.417,64	394.213,12

Tabela 6 – Resumo CTP/TCO Zoe Intense
Fonte: a pesquisa (2023).

Nos dados apurados na Tabela 6 do modelo Zoe Intense apontam que os custos de aquisição, uso e manutenção foram de R\$ 509.208,12 (item/linha 14), deduzido o valor residual de R\$ 114.995,00 (item/linha 15), portanto, o Custo Total de Propriedade (CTP) do veículo foi de R\$ 394.213,12 (item/linha 16). Valor muito superior ao modelo apresentado anteriormente da mesma montadora.

A Tabela 7 apresenta uma comparação entre os dois modelos, destacando de forma descritiva cada um dos custos que compõem o Custo Total de Propriedade.

Itens	KWID INTENSE 2022/23		ZOE INTENSE 2022	
	Valores	% TCO	Valores	% TCO
1) Custo Aquisição Entrada 30%	19.557,00	12,60%	68.997,00	17,50%
2) Consumo Combustível/Energia Elétrica	23.536,33	15,16%	8.178,25	2,07%
3) Revisão Periódica	2.907,18	1,87%	2.073,68	0,53%
4) Alinhamento / Balanceamento	450,00	0,29%	450,00	0,11%
5) Troca de Pneus	1.400,00	0,90%	1.879,60	0,48%
6) Custo com limpeza	4.600,00	2,96%	4.600,00	1,17%
7) IPVA	11.408,25	7,35%	-	0,00%
8) Seguro Obrigatório (DPVAT)	25,65	0,02%	25,65	0,01%
9) Licenciamento Obrigatório	432,50	0,28%	432,50	0,11%
10) Estacionamento	5.000,00	3,22%	5.000,00	1,27%

11) Seguro	10.731,48	6,91%	37.361,50	9,48%
12) Financiamento (70%)	75.174,41	48,43%	265.214,94	67,28%
13) Depreciação (10% a.a.)	32.595,00	21,00%	114.995,00	29,17%
14) Total das Variáveis Anteriores	187.817,80	121,00%	509.208,12	129,17%
15) Valor Residual	- 32.595,00	-21,00%	- 114.995,00	-29,17%
16) CTP/TCO	155.222,80	100,00%	394.213,12	100,00%

Tabela 7 – Comparativo entre os dois modelos

Fonte: a pesquisa (2023).

A Tabela 7 apresenta uma discrepância significativa no Custo Total de Propriedade (TCO) entre os dois modelos, que pode ser atribuída a vários fatores. Um dos principais é o elevado custo de aquisição do modelo elétrico da montadora, que excede em mais de três vezes o custo de aquisição do modelo a combustão. O custo de aquisição é composto pelo valor da entrada de 30% (item/linha 1 na tabela 7) somado ao saldo financiado com juros (item/linha 12 na tabela 7). Na metodologia do estudo, a abordagem do financiamento é outro fator que contribui para uma diferença substancial entre os TCOs dos veículos, pois o financiamento aumenta ainda mais o custo de aquisição do veículo devido aos juros incorridos.

Foi constatado que o valor de compra do veículo Kwid Intense 1.0 correspondeu a 61,03% do Custo Total de Propriedade (CTP/TCO), enquanto no modelo Zoe Intense, esse fator representou 84,78%. Isso significa que o custo de uso e manutenção contribuíram com 38,97% no primeiro caso e apenas 15,22% no segundo caso. É importante notar que esses resultados diferem dos apresentados pelo estudo de Maldonado et al. (2018), que analisou cinco modelos de carros populares mais vendidos no Brasil em 2017 e concluiu que os custos de aquisição representam um terço do custo total de uso e propriedade. No entanto, os veículos avaliados no estudo anteriormente citado possuíam valores de aquisição inferiores em comparação aos veículos deste estudo, o que significa que esses custos têm uma proporção menor em relação aos demais custos de uso e manutenção.

Observa-se que, apesar da economia apresentada pelo modelo elétrico em relação ao consumo de combustível do modelo a combustão ao longo de cinco anos (item/linha 2 da Tabela 7), juntamente com a economia nas revisões periódicas na concessionária (item/linha 3 da Tabela 7) e a isenção do IPVA no estado do Paraná para modelos elétricos, a diferença no valor de aquisição é tão significativa que o Custo Total de Propriedade (CTP/TCO) do veículo elétrico acaba sendo muito mais elevado.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa teve como objetivo determinar os custos relacionados à propriedade de dois modelos da montadora Renault. Embora o valor de aquisição seja o custo mais comum utilizado para decidir sobre a compra de um bem, o CTP/TCO possibilita considerar diferentes fatores. Nesse sentido, para os modelos Kwid Intense 1.0 a combustão e Zoe Intense elétrico foram levados em conta fatores como "consumo de combustível", "custo com revisões periódicas", "alinhamento", "balanceamento", "custo com troca de pneus", "custo com limpeza", "custo com IPVA", "seguro obrigatório (DPVAT)", "licenciamento obrigatório", "custo com estacionamento", "seguro", "custo com depreciação anual" e o possível "valor residual" ao fim da vida útil dos veículos. A análise revelou que esses outros fatores (exceto o custo de aquisição) representaram uma porcentagem menor do CTP/TCO, com 38,97% para o modelo Kwid Intense 1.0 a combustão e apenas 15,22% para o modelo Zoe Intense elétrico.

Ademais, acerca dos valores finais computados, observou-se que o modelo com motor a combustão evidenciou um Custo Total de Propriedade consideravelmente mais baixo em relação ao modelo elétrico ao longo do período de cinco anos avaliado, mesmo levando em

consideração a redução no custo de manutenção, consumo e a isenção do IPVA em alguns estados brasileiros.

Os carros elétricos têm sido apontados como uma opção mais sustentável para a mobilidade urbana, por apresentarem emissões de gases de efeito estufa significativamente menores em comparação aos modelos movidos a combustão. Além disso, os motores elétricos apresentam uma eficiência energética maior, o que reduz o consumo de energia e contribui para a preservação dos recursos naturais. Entretanto, apesar desses benefícios, os carros elétricos ainda apresentam custos de aquisição mais elevados em comparação aos modelos a combustão, o que representa um obstáculo para a popularização desse tipo de veículo. É necessário, portanto, que sejam realizados estudos e investimentos para tornar os carros elétricos mais acessíveis e competitivos no mercado automobilístico.

Portanto, quanto às possíveis contribuições deste estudo, é relevante ressaltar a contribuição prática para auxiliar a tomada de decisão do consumidor no âmbito estritamente financeiro para a aquisição de um novo veículo. Com isso, foi evidenciado que, mantida as condições simuladas, um dos modelos apresenta uma vantagem econômica em relação ao outro.

Com relação às limitações deste estudo, as conclusões obtidas se aplicam somente aos dois modelos de veículos da mesma montadora apresentados na pesquisa. Portanto, não é adequado extrapolar os resultados para outras montadoras ou modelos de veículos, mesmo que sejam semelhantes. Outra limitação a ser considerada é que, para alguns fatores, foram utilizadas estimativas que podem ou não ser confirmadas no futuro. No entanto, como toda projeção de valores para um período futuro envolve algum grau de subjetividade, os valores considerados neste estudo são aceitáveis dentro das condições identificadas.

Como sugestões para trabalhos futuros, recomenda-se uma aplicação comparativa semelhante em outros veículos elétricos e movidos a combustão de diferentes montadoras com o objetivo de comparar os resultados obtidos neste estudo.

REFERÊNCIAS

- ABVE (2022). Eletrificados fecham 2022 com novo recorde de vendas. ABVE - Associação Brasileira de Veículos Elétricos, 2022. Recuperado em 24 de fevereiro de 2023, de <http://www.abve.org.br/eletrificados-fecham-2022-com-novo-recorde-de-vendas/>
- ANFAVEA (2021). O caminho da descarbonização do setor automotivo. Recuperado em 19 de abril de 2023, de https://anfavea.com.br/docs/APRESENTA%C3%87%C3%83O_ANFAVEA_E_BCG.pdf
- Carneiro, L. (2022). Combustíveis aumentam 33,24% em um ano e respondem por quase um quinto do IPCA. Valor Investe, São Paulo, 11 maio 2022. Recuperado em 24 de fevereiro de 2023, de <https://valorinveste.globo.com/mercados/brasil-e-politica/noticia/2022/05/11/combustiveis-aumentam-3324percent-em-um-ano-e-respondem-por-quase-um-quinto-do-ipca.ghtml>
- Costa, V., & Sorima Neto, J. (2021). Alta da gasolina pode incentivar eletrificação da frota de automóveis. Recuperado em 19 de abril de 2023, de <https://oglobo.globo.com/economia/alta-da-gasolina-pode-incentivar-eletrificacao-da-frota-de-automoveis-hibrido-com-etanol-opcao-no-brasil-25440320>
- Ellram, L. M., & Siferd, S. P. (1993). Purchasing: The cornerstone of the total cost of ownership concept. *Journal of business logistics*, 14(1), 163.
- Ellram, L. (1994). A taxonomy of total cost of ownership models. *Journal of business logistics*, 15(1), 171.
- Ellram, L. M., & Siferd, S. P. (1998). Total cost of ownership: a key concept in strategic cost management decisions. *Materials Engineering*, 19(1), 55-84.
- Fenabreve (2023). Resumo Mensal dezembro de 2022. Recuperado em 24 de fevereiro de 2023, de <https://online.fliphtml5.com/ordey/msoq/#p=1>

- Insideevs (2021). Novo Renault Zoe 2022 chega ao Brasil em duas versões; veja preço. Recuperado em 14 de dezembro de 2021, de <https://insideevs.uol.com.br/news/501256/novo-renault-zoe-eletrico-pre%C3%A7os/>
- Maldonado, T. V., Longo, L., Pavão, J. A., & Voese, S. B. (2018, November). Valeu a pena a compra? Análise do custo total de propriedade de veículos de passeio mais vendidos no Brasil. In *Anais do Congresso Brasileiro de Custos-ABC*.
- conceptual model and an empirical application. *International Journal of Production Economics*, 183, 1-13.
- Morelli, R. (2022). Saiba quais estados têm isenção de IPVA para carros elétricos. Recuperado em 24 de fevereiro de 2023, de <https://canalve.com.br/saiba-quais-estados-tem-isencao-de-ipva-para-carros-eletricos/>
- Porchera, G. D. S. O., Loss, M. E. S., de Miranda, P. H. R., & Leal, É. (2016). Vantagens e barreiras à utilização de veículos elétricos. In *Simpósio de excelência em gestão e tecnologia*, 13. Recuperado em 14 de dezembro de 2021, de <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos16/28224302.pdf>
- Saccani, N., Perona, M., & Bacchetti, A. (2017). The total cost of ownership of durable consumer goods: A
- Sakurai, M. (1997). *Gerenciamento integrado de custos*. São Paulo: Atlas.
- Souza, N. A., Wernke, R., & Zanin, A. (2019). Custo Total de Propriedade de Veículos de Transporte de Funcionários: Estudo de Caso. *ABCustos*, 14(1), 76-103. Recuperado em 24 de fevereiro de 2023, de <https://revista.abcustos.org.br/abcustos/article/view/510>
- UOL (2022). Parlamento europeu aprova proibição da venda de veículos a combustão a partir de 2035. Recuperado em 5 de novembro de 2022, de <https://noticias.uol.com.br/ultimas-noticias/rfi/2022/06/08/parlamento-europeu-aprova-proibicao-da-venda-de-veiculos-a-combustao-a-partir-de-2035.htm>
- WWF (2022). As mudanças climáticas. Recuperado em 5 de novembro de 2022, de https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/reducao_de_impactos2/clima/mudancas_climaticas2/#:~:text=O%20CO2%20%C3%A9%20o%20g%C3%A1s,clima%20ao%20longo%20de%20s%C3%A9culos