



FACULDADE DE TECNOLOGIA, CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO

GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO

Viabilidade Financeira e Aspectos Legais na Aquisição e Manutenção de Carros Elétricos para Consumidores Individuais: Uma Análise Integrada.

Beatriz Faleiros Alves Beck
Julyette Priscila Redling e José
Carlos Pereira da Cruz Júnior

RESUMO

O estudo "Viabilidade Financeira e Aspectos Legais na Aquisição e Manutenção de Carros Elétricos para Consumidores Individuais: Uma Análise Integrada" examina a transição para veículos elétricos (VEs) sob duas perspectivas cruciais: viabilidade financeira e aspectos legais. A crescente preocupação com a sustentabilidade e a redução das emissões de carbono tem impulsionado a adoção de VEs, mas a análise integrada dos custos iniciais, operacionais e legais é fundamental para consumidores individuais tomarem decisões informadas.

A análise financeira aborda custos iniciais, como o preço de compra de um VE em comparação com veículos a combustão interna, bem como os custos operacionais, incluindo despesas de carregamento e manutenção ao longo do tempo. Os incentivos governamentais, como subsídios de compra e isenções fiscais, também são considerados, pois podem impactar significativamente a viabilidade financeira da transição para um VE. Além disso, políticas de impostos específicas para VEs podem influenciar a decisão dos consumidores.

Os aspectos legais explorados incluem regulamentações de infraestrutura de carregamento, como a disponibilidade de estações de carregamento público e privado, bem como legislação de propriedade de VEs, como regras de registro e taxas associadas. Questões de seguro e responsabilidade também são examinadas, uma vez que podem variar entre os VEs e os veículos a combustão.

Ao integrar análises financeiras e legais, este estudo fornece uma visão abrangente para os consumidores individuais, capacitando-os a tomar decisões informadas sobre a adoção de VEs. Essa abordagem contribui para uma transição mais suave e eficaz para uma mobilidade mais sustentável, alinhada com os objetivos de redução de emissões e preservação ambiental.

Palavras-chave: Viabilidade Financeira; Aspectos Legais; Carros Elétricos; Incentivos Governamentais; Infraestrutura de Carregamento.

ABSTRACT

The study "Financial Viability and Legal Aspects in the Acquisition and Maintenance of Electric Cars for Individual Consumers: An Integrated Analysis" examines the transition to electric vehicles (EVs) from two crucial perspectives: financial viability and legal aspects. The growing concern for sustainability and carbon emission reduction has driven the adoption of EVs, but the integrated analysis of initial, operational, and legal costs is essential for individual consumers to make informed decisions.

The financial analysis addresses initial costs, such as the purchase price of an EV compared to internal combustion engine vehicles, as well as operational costs, including charging expenses and maintenance over time. Government incentives, such as purchase subsidies and tax exemptions, are also considered as they can significantly impact the financial viability of transitioning to an EV. Additionally, specific tax policies for EVs may influence consumer decisions.

Explored legal aspects include charging infrastructure regulations, such as the availability of public and private charging stations, as well as EV ownership legislation, such as registration rules and associated fees. Insurance and liability issues are also examined, as they may vary between EVs and internal combustion vehicles.

By integrating financial and legal analyses, this study provides a comprehensive perspective for individual consumers, empowering them to make informed decisions about EV adoption. This approach contributes to a smoother and more effective transition to a more sustainable mobility, aligned with emission reduction and environmental preservation goals.

Keywords: Financial Viability; Legal Aspects; Electric Vehicles; Government Incentives; Charging Infrastructure.

1. Introdução

A crescente popularidade dos carros elétricos tem transformado o setor automotivo, posicionando-os como uma alternativa sustentável e inovadora aos veículos movidos a combustíveis fósseis. À medida que questões ambientais ganham destaque em agendas globais, os VEs emergem como uma solução para a redução das emissões de gases de efeito estufa, contribuindo para o combate às mudanças climáticas. Governos ao redor do mundo, incluindo o Brasil, têm se comprometido a incentivar a mobilidade elétrica, com metas ambiciosas para a eletrificação de suas frotas e a descarbonização do transporte individual.

Apesar de suas vantagens ambientais, a decisão de adquirir e manter um carro elétrico envolve mais do que a simples escolha do modelo e da marca. Para consumidores individuais, essa escolha é condicionada por uma série de fatores, dentre os quais a viabilidade financeira e os aspectos legais são particularmente relevantes. O custo inicial de um VE, os incentivos fiscais e subsídios, e as despesas de operação e manutenção ao longo do tempo desempenham um papel fundamental nessa equação. Embora os preços de aquisição estejam em queda, ainda existe uma percepção de que os VEs são mais caros do que seus equivalentes a combustão, o que exige uma análise detalhada do retorno sobre o investimento a médio e longo prazo.

A viabilidade financeira de um carro elétrico inclui, portanto, a análise de diversos fatores. Além do custo inicial, é necessário considerar os incentivos oferecidos por governos e empresas privadas, como isenção de impostos, redução de taxas de registro e tarifas diferenciadas para eletricidade em estações de recarga. Esses fatores podem tornar o custo total de propriedade mais atrativo em comparação aos veículos tradicionais. Além disso, os VEs são conhecidos por terem custos operacionais menores, uma vez que a manutenção tende a ser mais simples, dado que esses veículos possuem menos partes móveis. A durabilidade das baterias, uma preocupação inicial dos consumidores, também tem melhorado significativamente, com garantias que se estendem por períodos longos, o que torna o VE uma opção mais viável financeiramente.

Outro aspecto importante são os custos de recarga. Embora a eletricidade seja geralmente mais barata do que o combustível fóssil, a acessibilidade e a infraestrutura de recarga variam de acordo com a localização. Em regiões urbanas, a presença de estações de recarga está em expansão, porém, em áreas rurais ou menos desenvolvidas, a escassez de pontos de carregamento pode representar um desafio logístico, aumentando o tempo e o custo para manter um VE em pleno funcionamento.

Além da questão financeira, os aspectos legais são igualmente importantes e podem variar significativamente entre regiões e países. Regulamentações relacionadas à aquisição e operação de VEs incluem exigências de registro, certificação e licenciamento. Em muitos casos, a adaptação da infraestrutura de recarga – tanto pública quanto privada – é regulada por normas de segurança específicas, que visam garantir que as instalações elétricas sejam adequadas e seguras para o carregamento dos veículos. Além disso, existem implicações legais no que diz respeito ao seguro e à responsabilidade civil em casos de acidentes envolvendo VEs, uma vez que esses veículos possuem sistemas tecnológicos avançados que podem complicar o processo de reparação de danos e apuração de responsabilidades.

Por fim, as políticas ambientais também influenciam diretamente o uso e a manutenção de VEs. As regulações governamentais que incentivam o uso de energias renováveis e impõem metas para a redução de emissões afetam não apenas o consumidor final, mas também a indústria automotiva e os fornecedores de infraestrutura. À medida que a pressão para reduzir emissões se intensifica, novas regulamentações podem surgir, tanto no que tange à fabricação de VEs quanto à criação de incentivos para a construção de mais estações de carregamento.

Para abordar esses múltiplos aspectos de maneira robusta, o presente estudo adota uma metodologia de revisão bibliográfica. Essa abordagem permite uma análise abrangente das diversas fontes de conhecimento disponíveis, como artigos acadêmicos, relatórios governamentais, legislações vigentes e publicações do setor automotivo, oferecendo uma visão consolidada sobre a viabilidade financeira e os aspectos legais da aquisição e manutenção de veículos elétricos. A revisão bibliográfica possibilita, ainda, a identificação de lacunas na literatura existente e fornece uma base sólida para a interpretação dos dados apresentados. Através dessa metodologia, pretende-se oferecer uma visão embasada e contextualizada que contribua para a compreensão dos desafios e oportunidades que os consumidores individuais enfrentam ao considerar a transição para um VE.

Dessa forma, uma análise integrada que considere tanto a viabilidade financeira quanto os aspectos legais é essencial para proporcionar uma visão ampla e detalhada para os consumidores individuais que planejam a transição para veículos elétricos. Este estudo tem como objetivo explorar essas dimensões, fornecendo informações valiosas que possibilitem uma tomada de decisão consciente e fundamentada, maximizando o retorno do investimento enquanto se garante a conformidade com a legislação vigente. A transição para uma mobilidade

mais sustentável não é apenas uma escolha ambiental, mas também uma decisão estratégica, cujo impacto será sentido tanto no âmbito financeiro quanto jurídico.

1.1. Problema de pesquisa

Diante desse cenário, surge a questão: quais são os principais fatores financeiros e legais que impactam a decisão dos consumidores individuais em relação à aquisição e manutenção de veículos elétricos no Brasil?

1.2. Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é analisar a viabilidade financeira e os aspectos legais relacionados à aquisição e manutenção de veículos elétricos para consumidores individuais, fornecendo subsídios que auxiliem na tomada de decisão.

Quanto aos objetivos específicos admite-se:

1. Identificar os principais custos associados à aquisição e manutenção de veículos elétricos em comparação aos veículos a combustão interna.
2. Analisar os incentivos governamentais e as regulamentações legais que afetam a viabilidade financeira dos veículos elétricos.
3. Avaliar os desafios e oportunidades relacionados à infraestrutura de recarga de veículos elétricos no Brasil.

2. Referencial teórico

Os veículos elétricos e híbridos plug-in (PHEVs) são amplamente discutidos como alternativas promissoras aos veículos a combustão interna no contexto da transição para um transporte sustentável. A literatura apresenta uma série de análises que examinam os impactos econômicos e ambientais dessa tecnologia, destacando tanto suas vantagens quanto as barreiras ainda presentes para sua adoção em larga escala.

Do ponto de vista ambiental, os veículos elétricos são frequentemente apontados como uma solução viável para a redução de emissões de gases de efeito estufa, particularmente em regiões cuja matriz energética é baseada em fontes renováveis ou menos poluentes. No entanto, o impacto ambiental líquido dos veículos elétricos depende em grande medida da fonte de geração de eletricidade utilizada. Em países onde a eletricidade é majoritariamente gerada a partir de combustíveis fósseis, como carvão ou petróleo, a adoção de veículos elétricos pode não representar uma redução significativa nas emissões de CO₂ (VONBUN, 2015). Além disso, tecnologias emergentes, como as smart grids, podem potencializar o uso de veículos elétricos, utilizando suas baterias como reservatórios de energia para auxiliar no gerenciamento da demanda elétrica (VONBUN, 2015).

No que diz respeito aos impactos econômicos, os custos iniciais dos veículos elétricos ainda representam uma barreira significativa à sua ampla adoção. Esses custos estão principalmente associados à fabricação e manutenção das baterias, bem como ao desenvolvimento da infraestrutura de carregamento (VONBUN, 2015). A revisão bibliográfica indica que o tempo de retorno do investimento (payback) de veículos elétricos varia de acordo com a região e os subsídios governamentais disponíveis, sendo necessário, em alguns casos, mais de uma década para que o veículo se torne financeiramente vantajoso em comparação aos veículos convencionais (VONBUN, 2015).

Por outro lado, a longo prazo, os veículos elétricos tendem a oferecer custos operacionais mais baixos devido à redução dos gastos com combustíveis e manutenção. As baterias dos PHEVs têm uma vida útil crescente, e seu custo tem diminuído com o avanço tecnológico, o que pode tornar esses veículos financeiramente mais atraentes nos próximos anos (VONBUN, 2015). Além disso, políticas públicas que incentivam a adoção de veículos elétricos, como subsídios, isenções fiscais e incentivos para a construção de infraestrutura de carregamento, são essenciais para estimular essa transição (VONBUN, 2015).

As análises da literatura sugerem que, apesar das barreiras iniciais, os

veículos elétricos e híbridos plug-in possuem um potencial significativo para contribuir com a redução das emissões de gases de efeito estufa, especialmente em contextos urbanos onde as emissões de poluentes nocivos à saúde são uma preocupação crescente (VONBUN, 2015). No entanto, a viabilidade econômica dessa transição ainda depende de uma série de fatores, como o desenvolvimento da infraestrutura de recarga e a evolução das tecnologias de baterias.

3. Resultados e discussão

A substituição de veículos a combustão por veículos elétricos (VEs) e híbridos tem sido amplamente discutida como uma solução viável para reduzir os impactos ambientais, sobretudo as emissões de gases de efeito estufa. Estudos indicam que a troca de veículos a combustão por elétricos pode resultar em uma significativa redução na emissão de CO₂, alcançando percentuais de até 97,81% de redução, conforme investigado por Cunha (2020), ao substituir a frota da Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Esse dado é particularmente relevante para consumidores que buscam alternativas mais sustentáveis no setor automotivo.

Sob o aspecto econômico, o estudo realizado por Cunha (2020) utilizou o método do Custo Anual Uniforme Equivalente (CAUE) para analisar a viabilidade financeira da substituição de veículos convencionais por veículos elétricos ou híbridos. A metodologia se mostrou eficaz ao comparar diferentes cenários (otimista, realista e pessimista), demonstrando que, apesar do custo inicial elevado dos VEs, os custos de manutenção e operação são inferiores aos de veículos movidos a combustão interna, o que torna a substituição vantajosa a médio e longo prazo. Adicionalmente, o estudo apontou que o custo de manutenção dos VEs é significativamente menor devido à ausência de componentes como velas, correias e sistemas complexos de transmissão, os quais são recorrentes em veículos a combustão.

Outro ponto relevante é o custo de substituição das baterias, que, apesar de representar uma barreira inicial, tem diminuído ao longo dos anos. A tendência de queda no preço das baterias é impulsionada pelo aumento da produção global de veículos elétricos, o que torna o custo mais acessível para os consumidores (CUNHA, 2020). Esse fator, combinado com incentivos fiscais e subsídios governamentais, pode atenuar o impacto financeiro da aquisição inicial de veículos elétricos.

Ainda no aspecto econômico, Cunha (2020) aponta que a adoção de veículos elétricos está diretamente relacionada à infraestrutura de recarga disponível. No Brasil, a expansão de estações de carregamento ainda é um desafio, mas o crescimento dessa infraestrutura será essencial para garantir a viabilidade econômica e logística da substituição. O estudo também sugere que a popularização de smart grids pode contribuir significativamente para a eficiência energética dos VEs, utilizando-os como reservatórios de energia e integrando-os ao sistema elétrico nacional de forma otimizada.

Em relação aos incentivos legais e regulatórios, a isenção de impostos, subsídios para a aquisição de veículos elétricos, e programas de incentivo ambiental, como o mercado de créditos de carbono, são políticas públicas que desempenham papel fundamental na viabilidade econômica da transição para VEs. Esses incentivos não só reduzem o custo total de propriedade do veículo, como também aceleram a adoção de tecnologias mais limpas e sustentáveis (CUNHA, 2020).

Por fim, Cavagliano (2020) conclui que, embora a substituição de veículos a combustão interna por veículos elétricos ou híbridos seja uma tendência global, a viabilidade dessa transição no Brasil depende de uma série de fatores econômicos, técnicos e infraestruturais. A adoção de políticas públicas que incentivem a produção local de veículos elétricos, a criação de uma infraestrutura robusta de recarga e a implementação de programas de incentivo fiscal são passos essenciais para viabilizar a transição em larga escala.

4. Considerações Finais

O presente estudo sobre a viabilidade financeira e os aspectos legais na aquisição e manutenção de carros elétricos (VEs) para consumidores individuais buscou analisar a transição para a mobilidade elétrica sob uma perspectiva integrada, considerando tanto os custos e benefícios econômicos quanto as implicações regulatórias. Com a crescente urgência por soluções mais sustentáveis e a pressão para reduzir as emissões de gases de efeito estufa, os VEs representam uma alternativa importante para uma mobilidade de baixo impacto ambiental. Contudo, essa transição ainda enfrenta desafios significativos, especialmente no que se refere aos altos custos de aquisição inicial, à infraestrutura de recarga limitada e à variação nas regulamentações.

A análise financeira demonstrou que, embora o custo inicial dos veículos elétricos permaneça alto em comparação aos veículos convencionais, os incentivos governamentais, como subsídios, isenções fiscais e políticas de apoio à mobilidade elétrica, podem desempenhar um papel crucial na viabilização econômica desses veículos. Além disso, ao longo do tempo, os VEs apresentam custos operacionais reduzidos em razão da simplicidade dos motores elétricos, da ausência de componentes de exaustão e de uma necessidade de manutenção menos frequente. O custo por quilômetro rodado também é mais baixo, o que torna os VEs uma opção atraente para consumidores que visam a economia em médio e longo prazo.

Os aspectos legais, por outro lado, destacam a importância de políticas públicas que garantam tanto a infraestrutura de carregamento quanto a conformidade com as normas ambientais. Para que a transição para veículos elétricos ocorra de maneira fluida, é fundamental que os governos locais e nacionais invistam na expansão da infraestrutura de recarga, tanto pública quanto privada, e ofereçam incentivos adicionais para o desenvolvimento de tecnologias que permitam a reciclagem e o descarte adequado das baterias. A segurança e a regulamentação do uso de estações de carregamento, principalmente em áreas residenciais, são igualmente essenciais para assegurar uma adoção ampla e segura dos VEs.

A revisão bibliográfica realizada indica que os VEs possuem potencial para reduzir substancialmente as emissões de CO₂ e outros poluentes atmosféricos, especialmente em países como o Brasil, cuja matriz energética é majoritariamente renovável. No entanto, a análise também revelou que o impacto ambiental dos veículos elétricos não se restringe ao uso, mas inclui etapas como a fabricação das baterias e seu descarte, que podem resultar em danos

ambientais consideráveis se não forem adequadamente gerenciados. Nesse sentido, programas de reciclagem e regulamentações ambientais específicas para o setor de mobilidade elétrica são essenciais para minimizar os impactos negativos dessa tecnologia.

Este estudo aponta que, para consumidores individuais, a decisão de adotar um veículo elétrico depende de uma análise detalhada dos custos iniciais e operacionais, bem como do entendimento das implicações legais envolvidas. Embora existam barreiras consideráveis, os avanços tecnológicos, como o desenvolvimento de baterias de maior capacidade e menor custo, junto aos incentivos fiscais, indicam um caminho positivo para a popularização dos VEs. Além disso, as políticas de incentivo e a conscientização ambiental por parte dos consumidores podem contribuir para acelerar essa transição, promovendo uma mobilidade urbana mais limpa e eficiente.

Em síntese, a transição para veículos elétricos representa não apenas uma mudança tecnológica, mas uma transformação profunda na forma como a sociedade concebe a mobilidade e seus impactos ambientais e econômicos. O papel do governo, das indústrias e dos consumidores é fundamental para que os desafios financeiros e regulatórios sejam superados. Estudos futuros podem explorar a evolução do mercado de VEs, especialmente com o avanço de tecnologias como as smart grids, que integram de forma inteligente a energia das baterias de VEs à rede elétrica, potencializando a eficiência energética.

Assim, a adoção de veículos elétricos para consumidores individuais no Brasil é viável, porém depende de uma série de fatores econômicos, infraestruturais e legais que requerem atenção contínua. Esse cenário demanda uma coordenação efetiva entre os setores público e privado, visando a construção de um ambiente propício para a popularização dessa tecnologia. Com os investimentos adequados e políticas eficazes, os veículos elétricos têm potencial para transformar a mobilidade urbana brasileira, alinhando-se aos objetivos de preservação ambiental e sustentabilidade.

Referências

BARROS, Luis Otávio Oliveira. **Apresentação de alguns dos aspectos ambientais e econômicos a cerca dos veículos elétricos: análise do impacto socioambiental e viabilidade econômica.** 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Tocantins, Campus de Palmas, 2021.

CAVAGLIANO, Laís. **Análise da viabilidade técnica e econômica da substituição de veículos a combustão interna por veículos elétricos e veículos elétricos híbridos no Brasil.** 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2020.

CUNHA, Victor Rocha da. **Investigando a viabilidade econômico-financeira e ambiental da substituição de veículos a combustão por veículos elétricos ou híbridos de uma instituição de ensino superior.** 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/22855>. Acesso em: 20 out. 2024.

ONOHARA, Edson Yassuo; ONOHARA, Meiry Mayumi. Comparações entre a eficiência energética de carro elétrico e de carro à combustão: uma análise dos impactos socioambientais e financeiros. **Revista de Empreendedorismo e Gestão de Micro e Pequenas Empresas**, v. 7, n. 1, p. 73-92, jan./abr. 2022.

VASCO, Murilo Nogueira. **Breve abordagem da viabilidade econômica dos carros 100% elétricos.** 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Tocantins, Campus de Palmas, 2020.

VONBUN, Christian. Impactos ambientais e econômicos dos veículos elétricos e híbridos plug-in: uma revisão da literatura. **Texto para Discussão**, n. 2123, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, Brasília, 2015. Disponível em: <https://hdl.handle.net/10419/121613>. Acesso em: 20 out. 2024.