

Barreiras e desafios do uso de veículos elétricos: uma revisão sistemática da literatura

Barriers and challenges in the use of electric vehicles: a systematic literature review

Barreras y desafíos en el uso de vehículos eléctricos: una revisión sistemática de la literatura

Robson Francisco da Silva

Mestrando, Uninove, Brasil
robfsilva@uni9.edu.br

Heidy Rodriguez Ramos

Professora Doutora, Uninove, Brasil.
heidyrr@uni9.pro.br

Luiz Fernando Rodrigues Pinto

Professor Doutor, Uninove, Brasil.
luiz.rodrigues@uni9.pro.br

RESUMO

Com o aumento da poluição no mundo com emissões de gases, e sabendo que um dos meios de poluição são os veículos equipados com motores a combustão, a busca para diminuir essas emissões de gases se torna constante. Com isso, a produção de veículos elétricos é uma realidade no mundo. O objetivo deste estudo é identificar as barreiras e desafios para a implementação de veículos comerciais elétricos, a partir da análise da literatura internacional. Para tanto, foi realizada uma revisão sistemática da literatura, contemplando uma análise de 30 artigos científicos utilizando a metodologia PRISMA, com os dados coletados no primeiro semestre de 2023 das bases Scopus e Web of Science. O resultado da pesquisa mostrou que existem diversas barreiras como econômicas, relacionadas ao produto, infraestrutura, conhecimento da população em relação aos veículos elétricos, energia, políticas e meio ambiente. Conclui-se que as barreiras e desafios relacionados ao rápido crescimento dos veículos elétricos precisam de uma atenção especial para que tenham as tratativas adequadas em conjunto com as indústrias e governos e que a confiança da população garanta esta implementação. Este estudo contribui com as indústrias e governos para que tenham um entendimento das barreiras existentes para com os veículos elétricos.

PALAVRAS-CHAVE: Veículos elétricos. Barreiras. Desafios. Bateria.

SUMMARY

According the increase in pollution in the world, the world's concern with gas emissions, and knowing that one of the means of pollution are vehicles equipped with combustion engines, the search for a way to reduce these gas emissions and one of the pollutants are combustion engine vehicles becomes constant. Therefore, the production of electric vehicles has become a reality in the world. The objective of this study is to identify the barriers and challenges to the implementation of electric commercial vehicles. Through a systematic literature review of scientific articles using the PRISMA methodology with data collected in the first half of 2023 from the Scopus and Web Of Science databases. The research result showed that there are several barriers such as economic, product, infrastructure, knowledge regarding electric vehicles, energy, policies and the environment. It is concluded that the barriers and challenges related to the rapid growth of electric vehicles need special attention so that they can be adequately addressed in conjunction with industries and governments and that the population's trust guarantees this implementation. This study helps industries and governments understand the barriers that still exist with electric vehicles.

KEYWORDS: Electric vehicles. Barriers. Challenges. Battery.

RESUMEN

Con el aumento de la contaminación en el mundo con emisiones de gases, y sabiendo que uno de los medios de contaminación son los vehículos equipados con motores de combustión, la búsqueda por reducir estas emisiones de gases se vuelve constante. Gracias a ello, la producción de vehículos eléctricos es una realidad en el mundo. El objetivo de este estudio es identificar las barreras y desafíos para la implementación de vehículos comerciales eléctricos, a partir del análisis de la literatura internacional. Para ello, fue realizada una revisión sistemática de la literatura de artículos científicos utilizando la metodología PRISMA con datos recopilados en el primer semestre de 2023 de las bases de datos Scopus y Web Of Science. El resultado de la investigación mostró que existen varias barreras, como las económicas, las relacionadas al producto, la infraestructura, el conocimiento de la población sobre los vehículos eléctricos, la energía, las políticas y el medio ambiente. Se concluye que las barreras y desafíos relacionados con el rápido crecimiento de los vehículos eléctricos necesitan especial atención para que puedan ser abordados adecuadamente en conjunto con las industrias y los gobiernos y que la confianza de la población garantice esta implementación. Este estudio ayuda a las industrias y a los gobiernos a comprender las barreras que aún existen con los vehículos eléctricos.

PALABRAS CLAVE: Vehículos eléctricos. Barreras. Desafíos. Batería.

1 INTRODUÇÃO

A preocupação com as mudanças climáticas causada pelo aumento da poluição atmosférica tem estimulado ações entre setores, principalmente os de energia e transporte, para a redução de emissões de gases poluentes como a substituição de veículos movidos a motor de combustão interna por veículos elétricos (RUOSO; RIBEIRO, 2022). Veículo elétrico (VE) é uma alternativa mais adequada para tráfego urbano porque emite menos gases poluentes em comparação a outros tipos de motorização, considerando avanços tecnológicos de baterias e o uso de fontes de energia renováveis (RODRIGUES; SEIXAS, 2022).

O aumento da demanda por VE cresce a cada ano, no entanto, estudos sobre VE mostraram barreiras a serem superadas para a sua implementação em larga escala. Diversas pesquisas mencionaram desafios para a implementação de VE em países de economia desenvolvida como Estados Unidos (SUGIHARA; HARDMAN, 2022; DAZIANO; CHIEW, 2012), Dinamarca (AL-GHAILI et al., 2022), França (NEMOTO et al., 2021), Reino Unido (YANG et al., 2023; ANOSIKE et al., 2021) e Alemanha (SCHLÜTER; WEYER, 2019; BRENDEL et al., 2018). Além disso, outros estudos analisaram dificuldades de VE em regiões do Médio Oriente e norte da África (ASADI et al., 2022) e no Brasil (RUOSO; RIBEIRO, 2022; RODRIGUES; SEIXAS, 2022).

Os trabalhos analisados tiveram foco em barreiras locais, sem deixar evidente a consolidação de barreiras de VE de forma global. A necessidade de incrementar a frota de VE para reduzir emissão de gases poluentes em transporte sugere a seguinte questão: Quais são as barreiras e desafios para a adoção de VE? Neste sentido, o objetivo deste estudo é identificar as barreiras e desafios para a implementação de veículos comerciais elétricos. Para alcançar este objetivo, foi realizada uma revisão sistemática da literatura sobre o tema.

O entendimento das barreiras e desafios ajuda a planejar ações em vários níveis, que podem ser trabalhadas para promover o crescimento de VE (CHHIKARA et al., 2021). A identificação das barreiras sobre mobilidade elétrica contribui para a tomada de decisão de gestores públicos, empresas fabricantes e consumidores finais (BIRESSELILOGLUA et al., 2018).

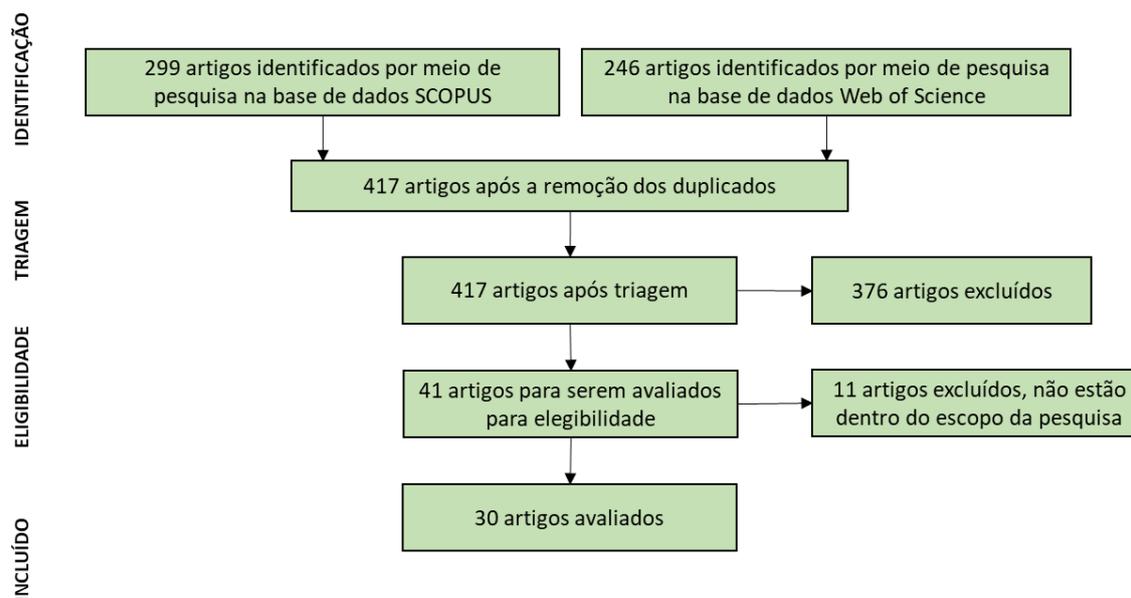
Este estudo está estruturado em quatro seções. A próxima seção mostra a descrição dos procedimentos metodológicos. A terceira seção apresenta a análise dos resultados da revisão sistemática sobre os desafios e barreiras para implementação de veículos elétricos. Por fim, na última seção se apresentam as Considerações Finais, limitações e sugestões para pesquisas futuras.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste artigo foi desenvolvido uma revisão sistemática da literatura seguindo o protocolo PRISMA que busca definir algumas regras para a revisão de literatura. Este estudo conduziu uma pesquisa exploratória com abordagem qualitativa para investigar as barreiras e desafios na implementação de veículos elétricos (MOHER, 2010). A pesquisa foi realizada no primeiro semestre de 2023.

O fluxograma PRISMA foi traduzido e redesenhado para o presente estudo detalhando as etapas da revisão sistemática. Foi definida a seguinte *string* de pesquisa: "*Electric Vehicle*" "*Sustainability*" "*challenge*" e "*Electric Vehicle*" "*Sustainability*" "*Barrier*" com o intuito de identificar nas bases de dados *Scopus* e *Web of Science*[™] artigos de interesse. As análises foram realizadas, conforme mostrado na Figura 1.

Figura 1 Fluxo de seleção de artigos para revisão sistemática da literatura.



Fonte: Elaborado pelos autores, adaptado de MOHER (2010).

Os critérios de busca e seleção dos artigos foram realizados de acordo com o protocolo da Tabela 1.

Tabela 1 – Protocolo de pesquisa

Protocolo de pesquisa	Descrição
Base de Dados	Web of Science e Scopus
Tipo de publicação	Artigos e Reviews
Idioma	Inglês
Período	Qualquer ano de publicação
Campo de Busca	Article title, Abstract, Keywords
Combinação de palavras utilizadas na busca	"Electric Vehicle" "Sustainability" "challenge" e "Electric Vehicle" "Sustainability" "Barrier"

Fonte: Elaborado pelos autores

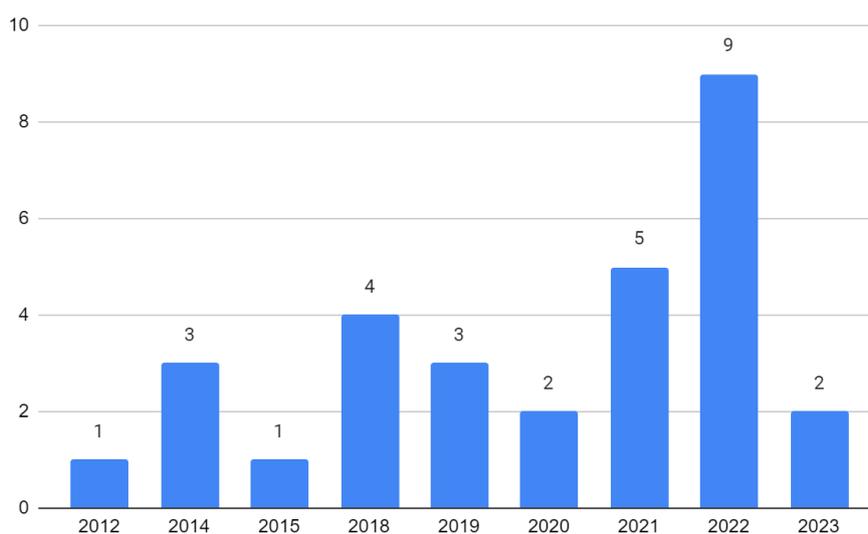
Na base de dados da SCOPUS foram identificados 299 artigos com as palavras "Electric Vehicle" e "Sustainability" "Barrier" e "Electric Vehicle" e "Sustainability" "Challenge" e 246 na Web of Science. Estes artigos foram computados em uma planilha. Os artigos duplicados foram removidos da seleção, o que restou um total de 417 artigos.

Para a triagem dos 417 artigos, foram considerados os critérios para verificar se o trabalho tratava sobre o tema de veículos elétricos e se mencionava barreiras para veículos elétricos. A leitura rápida dos artigos indicou que 376 artigos não tratavam de barreiras de VE e por este motivo foram eliminados da seleção. Portanto, foram separados 41 artigos com elegibilidade para o estudo de barreiras e desafios na implementação de veículos elétricos. A análise do conteúdo dos 41 artigos indicou 30 estudos aderentes ao tema de barreiras e desafios de VE.

3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

As informações apresentadas nesta seção se referem aos dados coletados nos 30 artigos selecionados na literatura. A análise da quantidade de artigos publicados por ano indicou que há um crescente interesse em estudos sobre este tema a partir de 2020. Este achado pode ser reflexo do aumento de demanda por este tipo de produto. Além disso, a União Europeia determinou que a partir de 2035 todos os carros produzidos sejam livres de emissão de poluentes, o que motiva o crescimento de novos estudos e pesquisas relacionado a VE. A quantidade de artigos por ano de publicação está mostrada na Figura 2. É importante ressaltar que o levantamento foi realizado em abril de 2023, ou seja, a quantidade de artigos em 2023 mostrada na Figura 2 é parcial.

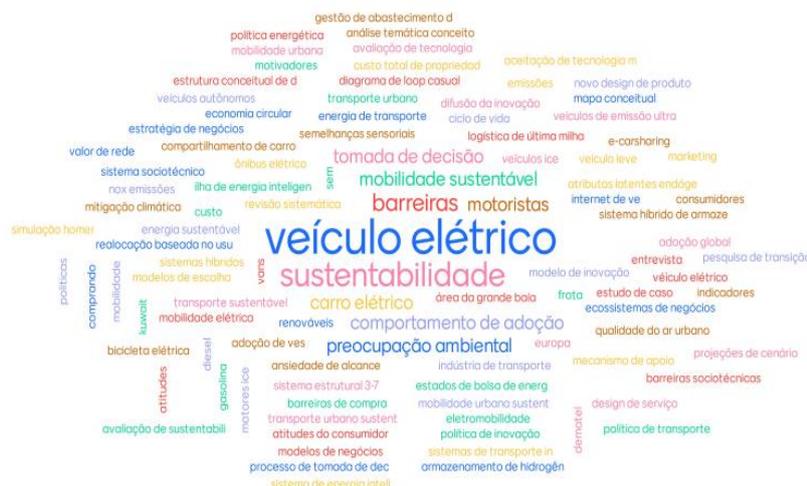
Figura 2 – Publicações relacionadas aos artigos de barreiras e desafios de veículos elétricos



Fonte: Elaborado pelos autores

Outra análise realizada remeta à frequência de palavras-chaves utilizadas nos artigos selecionados. O resultado revelou que “veículo elétrico”, “sustentabilidade” e “barreiras” foram as palavras-chaves mais encontradas nos 30 estudos. Este achado ratifica a consistência do processo de seleção dos artigos utilizado neste estudo. A nuvem de palavras-chaves está representada na Figura 3.

Figura 3 – Nuvem de palavras-chaves dos artigos analisados na pesquisa

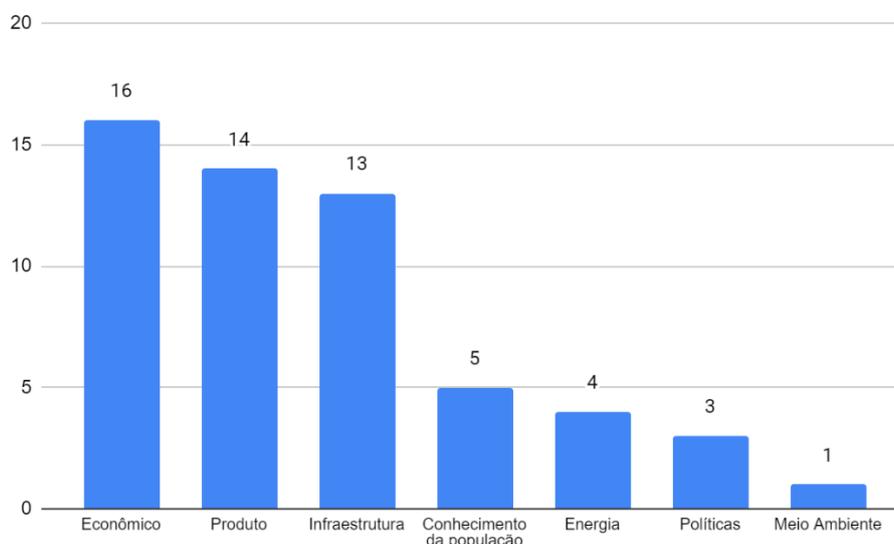


Fonte: Elaborado pelos autores, com auxílio do software Mentimeter.

3.1 Barreiras e desafios para implementação de veículos elétricos

A análise de conteúdo dos artigos selecionados na literatura identificou barreiras e desafios que influenciam na implementação de VE no mundo. As barreiras foram agrupadas em sete categorias: econômico; produto; infraestrutura, conhecimento da população, energia, políticas e meio ambiente. As barreiras identificadas e a quantidade de artigos que as mencionaram estão mostrados na Figura 4. É importante ressaltar que os estudos abordaram mais de uma barreira e, por este motivo, a soma dos números mostrados na Figura 4 é superior a quantidade de 30 artigos analisados.

Figura 4 – Barreiras e desafios para implementação de veículos elétricos



Fonte: Elaborado pelos autores

A barreira mencionada com maior frequência foi o aspecto econômico (16 artigos), na qual enfatiza o alto custo de aquisição de VE. Outra barreira de destaque é o produto em si (14 artigos), como a tecnologia empregada em baterias e componentes para garantir autonomia e confiabilidade. Ainda, a barreira de infraestrutura (13 artigos) foi enfatizada como um fator chave para a implementação de VE, principalmente no que se refere à falta de postos de carregamento.

Outras barreiras apareceram com menor frequência nos artigos. A falta de conhecimento da população (5 artigos) sobre a tecnologia e o uso do produto inibe o crescimento de VE. Também, a disponibilidade de energia para o carregamento (4 artigos) foi tratada nos estudos sobre VE. Além disso, a ausência de políticas públicas (3 artigos) e a preocupação com o meio ambiente (1 artigo) foram abordados nas pesquisas. A descrição da análise do conteúdo dos estudos, com o detalhamento das barreiras, está mostrada na sequência desta seção.

3.1.1 Econômico

O custo de aquisição foi levantado como uma das principais barreiras para a decisão de compra de um carro de passeio elétrico em relação ao de combustão, considerando também que o valor do seguro do carro aumenta principalmente pelo alto custo inicial (SHAO et al., 2014; EWELINA; GRYSA, 2021). A abordagem em termos de veículo comerciais é parecida a veículos de passeio, por exemplo, o custo inicial de compra de vans elétricas mostrou-se alto em relação ao custo de uma van a combustão (YANG et al., 2023). O alto custo de aquisição de VE é um fator determinante na aceitação do mercado (RUOSO; RIBEIRO, 2022).

Investidores do setor de transporte enfrentam dificuldades com o elevado custo de financiamento de ônibus elétricos, o que poderia ser facilitado por meio de políticas públicas (RODRIGUES; SEIXAS, 2022; NEMOTO ET AL, 2021). Gerentes de frota declaram que o custo de compra de VE é uma barreira significativa (SUGIHARA; HARDMAN, 2022). Apesar de incentivos fiscais na Malásia, o governo local não conseguiu estabelecer uma meta de implementação de VE (ASADI et al., 2022).

Além do alto custo de aquisição, outros obstáculos remetem à baixa renda de potenciais compradores (DAZIANO; CHIEW, 2012), o elevado custo de produção de VE (CHHIKARA et al., 2021; VALTA et al., 2018) e o preço da bateria (SCHLÜTER; WEYER, 2019; BRENDEL et al., 2018; NAOR et al., 2015), o que inibe alavancar a frota de VE (AJANOVIC, 2014; ASADI et al., 2022).

Ainda no fator econômico, a bateria tem um peso relevante na decisão de compra do VE. O desenvolvimento de novas matérias primas e tecnologias de baterias tem reduzido custos de produção e aumentado o desempenho da bateria (ANOSIKE et al., 2021). A bateria representa um valor significativo no preço de VE, o que gera um impacto negativo no interesse de compra (TANȚĂU; GAVRILESCU, 2019; SHAO et al., 2014) e uma dúvida sobre a depreciação acelerada do valor de revenda do VE (GOEL et al., 2023).

O texto descrito acima indicou barreiras econômicas como o alto custo de produção do VE e de baterias, o que faz com que o consumidor ou investidor deixe de adquirir um VE. Neste sentido, incentivos do governo podem contribuir para o crescimento de VE, tendo um impacto positivo para o meio ambiente pela redução das emissões de gases poluentes.

3.1.2 Produto

Outra barreira destacada na literatura se refere ao VE, baterias e componentes como um produto. Em países quentes como o Kuwait, uma barreira que pode prejudicar a vida útil das baterias é o excesso de calor, pois acelera o consumo de energia (OTTESEN et al., 2022). A carga da bateria depende também da sua construção, da idade de uso, quantidade de carregamento e da carga pré-existente, pois são fatores determinantes para uma boa qualidade de armazenamento de energia (GREAVES et al., 2014, SCHLÜTER; WEYER, 2019).

A falta de carregadores de carga rápida é um desafio em relação ao tempo de carregamento e autonomia da bateria (CHHIKARA et al., 2021; TANȚĂU; GAVRILESCU, 2019). A capacidade de armazenamento de carga possibilita melhorar o desempenho do VE (VALTA et al., 2018; ANOSIKE et al., 2021; SHAO et al., 2014), pois o carregamento da bateria ainda representa um problema para a rede elétrica (LIU et al., 2021). Assim, o governo e a indústria devem colaborar para o apoio financeiro com o intuito de subsidiar investimento no desenvolvimento com foco no desempenho das baterias (RUOSO; RIBEIRO, 2022; RODRIGUES; SEIXAS, 2022).

O uso de carros compartilhados levanta uma preocupação sobre a autonomia dos veículos, a falta de confiabilidade e a descarga rápida da bateria (LAU et al., 2022; SCHLÜTER; WEYER, 2019; BRENDDEL et al., 2018). A incerteza de revenda de VE e o alto custo de nova bateria cria a barreira para aquisição de VE (DAZIANO; CHIEW, 2012; AJANOVIC, 2014).

Levando em consideração que o produto bateria é o principal componente do VE, existem algumas barreiras em relação ao seu desenvolvimento, aplicação, desempenho e descarte no fim do seu ciclo de vida. Identificou-se que alguns governos como a Alemanha estão investindo para melhorar o desempenho das baterias, mesmo assim, é um desafio para as indústrias conciliar carregadores rápidos com a tecnologia das baterias.

3.1.3 Infraestrutura

O crescimento de VE exigiu o desenvolvimento de tecnologias de baterias e de infraestrutura de carregamento rápido (AL-GHAILI et al., 2022). O investimento em infraestrutura não é apenas benéfico para o proprietário de um VE, mas também para todos os proprietários subsequentes (RUOSO; RIBEIRO, 2022; VALTA et al., 2018). Gerentes de frotas afirmam que a distribuição atual dos carregadores instalados é insuficiente para VE (SUGIHARA; HARDMAN, 2022). Um outro aspecto destacado é deficiências e restrições técnicas de infraestrutura (CHHIKARA et al., 2021) e, também, o longo tempo de carregamento da bateria (TANȚĂU; GAVRILESCU, 2019).

A infraestrutura de carregamento ainda é uma barreira que impede que os veículos elétricos de propriedade privada atinjam todo seu potencial (BRENDDEL et al., 2018). Outro ponto é que o alcance da infraestrutura de recarga para todos os consumidores é relativamente mais importante nas decisões de compra (GREAVES et al., 2014). Uma regulamentação e políticas adaptadas para as metas de desenvolvimento em relação aos carregadores é importante para que a adoção de veículos elétricos se torne uma realidade (LAU et al., 2022; GOEL et al., 2023). A regulamentação é um ponto crucial para superar as barreiras apresentadas visando aumentar a penetração dos VE no mercado (AJANOVIC, 2014).

Veículos podem ser recarregados em sua origem ou pátio, pois ficam esperando a

próxima entrega ou saída, como é o caso de veículo de entregas (ANOSIKE et al., 2021) e bicicletas compartilhadas (NEMOTO et al., 2021). A infraestrutura é considerada uma barreira que impede um crescimento rápido dos veículos elétricos, pois é necessário carregadores de carga rápidos que conversem com as tecnologias das baterias. Os estudos mostram diversas barreiras de infraestrutura como falta de carregadores, autonomia da bateria, posicionamento dos carregadores, tipos de carregadores lentos e rápidos, o que dificulta a confiança e segurança do consumidor para aquisição de veículos elétricos.

3.1.4 Conhecimento da população

Um grande desafio é a conscientização e educação da população sobre o uso de VE e o desincentivo do uso de veículos de combustível não renovável (KOVAÝCÍ et al., 2022). O setor de táxi pode ajudar a melhorar o entendimento da população e contribuir para a disseminação de informação sobre os VE (LAU et al., 2022). Existe uma preocupação também com o custo de manutenção dos veículos elétricos em relação ao já conhecido pela população que são os veículos a combustão interna (ANOSIKE et al., 2021). A intenção de compra de VE requer conhecimento sobre o assunto e suas tecnologias (GOEL et al., 2023). Até mesmo para a implantação de veículos menores como bicicletas elétricas, o conhecimento da população sobre o assunto deve ser trabalhado para reduzir incertezas (MACHEDON-PISU; BORZA, 2020).

A divulgação e explicação dos benefícios que os VEs trazem para a população pode elevar o nível de consciência das pessoas para a sua aceitação. As vantagens ambientais e sociais promovidas por VE pode aumentar o interesse da sociedade em substituir os convencionais veículos movidos por combustível fóssil por VE. Com isso, o planejamento de ações para aumentar o conhecimento da população é fator chave de sucesso para superar essa barreira identificada.

3.1.5 Energia

A crescente demanda de eletricidade para VE é um risco para o setor de energia. O armazenamento de energia em grandes quantidades continua sendo um desafio, apesar do desenvolvimento de fontes renováveis de energia, com eficientes processos de geração (KALGHATGI, 2019), transmissão e conversão (TAMOR; STECHEL, 2022; GROUPI et al., 2018). VEs de alta potência consomem mais energia para garantir a autonomia de trabalho (MACHEDON-PISU; BORZA, 2020).

O estudo mostrou que a cada dia novas fontes de energias estão sendo identificadas e criadas, com o intuito de abastecer as redes de distribuição elétrica. Com o crescimento de veículos elétricos no mundo, é importante o levantamento destas barreiras e desafios para garantir que o consumidor tenha confiança em adquirir um veículo elétrico e ter a segurança que não ficará desabastecido por falta de energia.

3.1.6 Políticas

A ausência de políticas públicas foi um desafio identificado na implementação de planos governamentais para VE (OTTESEN et al., 2022), no papel do governo na implementação de novas tecnologias limpas (SHETTY et al., 2012) e, também, na implementação de transporte

público elétrico para diminuir a emissão de CO₂ (NEMOTO et al, 2021).

Políticas públicas que incentivam novas tecnologias limpas, como VE, são fundamentais para promover sustentabilidade em seus países. Gestores públicos têm papel de destaque para garantir que setores tenham um plano conjunto de crescimento tecnológico que associa prosperidade econômica, preservação do meio ambiente e o bem-estar da sociedade. Para isto, a participação popular com exigências de melhoria de sustentabilidade em transportes é fundamental para mobilização dos tomadores de decisão.

3.1.7 Meio Ambiente

O crescimento do uso de veículos elétricos é uma das melhores soluções para o futuro. Isso se deve ao seu potencial de reduzir as emissões de gases de efeito estufa para o meio ambiente. A bateria de veículos elétricos é o tópico que mais divide opiniões quando se discute sobre veículos elétricos. Isso ocorre por causa dos vários componentes que são usados para fabricar a bateria recarregável. A maioria dos materiais utilizados são tóxicos para o meio ambiente e podem ter efeitos ambientais duradouros. As políticas são projetadas para garantir que diferentes setores tenham um desempenho eficiente e para manter várias áreas da economia sob controle. A regulamentação é muito importante para que os veículos elétricos se tornem uma realidade. Ainda mais importante é garantir que as políticas sejam adaptadas às metas de desenvolvimento que buscam alcançar (LAU ET AL., 2022).

Com isso, a importância do descarte correto dos materiais do veículo tanto no seu fim de ciclo ou um reparo de material com o intuito de evitar danos ao meio ambiente tanto com a contaminação de ar, solo ou água, pois existe essa barreira preocupante com o material da construção da bateria que é altamente tóxico, além de existirem alguns estudos sobre reaproveitamento da bateria para armazenamento de energia.

4 CONCLUSÃO

O objetivo de identificar as barreiras e desafios para implementação de VE foi alcançado por esta pesquisa. As análises mostraram barreiras e desafios de alguns países, como Estados Unidos, Índia, Reino Unido, China, Alemanha e diversos tipos de veículos elétricos como Carros, Vans, Caminhões, ônibus e bicicletas. O trabalho identificou como principal barreira e desafio, o alto custo de aquisição de um veículo elétrico. O custo inicial do veículo elétrico, se torna alto, devido as novas tecnologias como o da bateria, custo de produção, fazendo com que o consumidor tenha insegurança na aquisição do veículo elétrico.

O levantamento das barreiras realizado por este estudo oferece informações para a realização de novas pesquisas e o avanço do conhecimento teórico sobre o assunto. Além disso, gestores públicos e tomadores de decisão podem utilizar estes achados para o planejamento de ações com o propósito de superar os obstáculos de implementação de VE. Ainda, o aumento de VE em substituição a frota de veículos convencionais reduz a emissão de gases poluentes o que melhora o ecossistema e o bem-estar humano.

Este trabalho realizou um estudo teórico de revisão sistemática de artigos identificados nas bases de dados. Com isso, existe uma limitação em termos de validação das barreiras e desafios identificados na literatura no campo prático. Desta forma, sugere-se a realização de estudos empíricos com especialistas em transporte e energia na gestão pública e empresas para

validar os achados teóricos deste trabalho. Além disso, pode ser considerado estudos sobre o reaproveitamento de baterias elétricas após a substituição dos VE.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ), Bolsa de Produtividade em Pesquisa.

REFERÊNCIAS

- AJANOVIC, Amela. Promoting environmentally benign electric vehicles. **Energy Procedia**, v. 57, p. 807-816, 2014.
- AL-GHAILI, Abbas M. et al. Can electric vehicles be an alternative for traditional fossil-fuel cars with the help of renewable energy sources towards energy sustainability achievement?. **Energy Informatics**, v. 5, n. 4, p. 1-23, 2022.
- ANOSIKE, Anthony et al. Exploring the challenges of electric vehicle adoption in final mile parcel delivery. **International Journal of Logistics Research and Applications**, v. 26, n. 6, p. 683-707, 2023.
- ASADI, Shahla et al. Drivers and barriers of electric vehicle usage in Malaysia: A DEMATEL approach. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 177, p. 105965, 2022.
- BIRESELIOGLU, Mehmet Efe; KAPLAN, Melike Demirbag; YILMAZ, Barbara Katharina. Electric mobility in Europe: A comprehensive review of motivators and barriers in decision making processes. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 109, p. 1-13, 2018.
- BRENDEL, Alfred Benedikt et al. Improving electric vehicle utilization in carsharing: A framework and simulation of an e-carsharing vehicle utilization management system. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 64, p. 230-245, 2018.
- CHHIKARA, Ritu et al. Factors affecting adoption of electric vehicles in India: An exploratory study. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 100, p. 103084, 2021.
- DAZIANO, Ricardo A.; CHIEW, Esther. Electric vehicles rising from the dead: Data needs for forecasting consumer response toward sustainable energy sources in personal transportation. **Energy Policy**, v. 51, p. 876-894, 2012.
- EWELINA, Sendek-Matysiak; GRYSA, Krzysztof. Assessment of the Total Cost of Ownership of Electric Vehicles in Poland. **Energies**, v. 14, n. 16, p. 4806, 2021.
- GOEL, Pooja et al. Understanding transport users' preferences for adopting electric vehicle based mobility for sustainable city: A moderated moderated-mediation model. **Journal of Transport Geography**, v. 106, p. 103520, 2023.
- GREAVES, Stephen; BACKMAN, Henry; ELLISON, Adrian B. An empirical assessment of the feasibility of battery electric vehicles for day-to-day driving. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 66, p. 226-237, 2014.
- GROPPI, Daniele et al. Analysing economic and environmental sustainability related to the use of battery and hydrogen energy storages for increasing the energy independence of small islands. **Energy Conversion and Management**, v. 177, p. 64-76, 2018.

KALGHATGI, Gautam. Development of fuel/engine systems—the way forward to sustainable transport. **Engineering**, v. 5, n. 3, p. 510-518, 2019.

KOVAČIĆ, Matija; MUTAVDŽIJA, Maja; BUNTAK, Krešimir. New paradigm of sustainable urban mobility: Electric and autonomous vehicles—A review and bibliometric analysis. **Sustainability**, v. 14, n. 15, p. 9525, 2022.

LAU, Yui-Yip; WU, Andrew Yang; YAN, Mak Wing. A way forward for electric vehicle in Greater Bay Area: Challenges and opportunities for the 21st century. **Vehicles**, v. 4, n. 2, p. 420-432, 2022.

LIU, Qi et al. A sensory similarities approach to load disaggregation of charging stations in Internet of electric vehicles. **IEEE Sensors Journal**, v. 21, n. 14, p. 15895-15903, 2020.

MACHEDON-PISU, Mihai; BORZA, Paul Nicolae. Are personal electric vehicles sustainable? A hybrid E-bike case study. **Sustainability**, v. 12, n. 1, p. 32, 2019.

MOHER, David et al. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. **International journal of surgery**, v. 8, n. 5, p. 336-341, 2010.

NAOR, Michael et al. Overcoming barriers to adoption of environmentally-friendly innovations through design and strategy: learning from the failure of an electric vehicle infrastructure firm. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 35, n. 1, p. 26-59, 2015.

NEMOTO, Eliane Horschutz et al. How to measure the impacts of shared automated electric vehicles on urban mobility. **Transportation research part D: transport and environment**, v. 93, p. 102766, 2021.

OTTESEN, Andri; BANNA, Sumayya; ALZOUGOOL, Basil. Attitudes of drivers towards electric vehicles in kuwait. **Sustainability**, v. 14, n. 19, p. 12163, 2022.

RODRIGUES, Alyson LP; SEIXAS, Sonia RC. Battery-electric buses and their implementation barriers: Analysis and prospects for sustainability. **Sustainable Energy Technologies and Assessments**, v. 51, p. 101896, 2022.

RUOSO, Ana Cristina; RIBEIRO, José Luis Duarte. An assessment of barriers and solutions for the deployment of electric vehicles in the Brazilian market. **Transport Policy**, v. 127, p. 218-229, 2022.

SCHLÜTER, Jan; WEYER, Johannes. Car sharing as a means to raise acceptance of electric vehicles: An empirical study on regime change in automobility. **Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour**, v. 60, p. 185-201, 2019.

SHAO, Luning; XUE, Yixi; YOU, Jianxin. A conceptual framework for business model innovation: The case of electric vehicles in China. **PROBLEMY EKOROZWOJU—PROBLEMS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT**, v. 9, n. 2, p. 27-37, 2014.

SHETTY, Dasharathraj K. et al. Barriers to widespread adoption of plug-in electric vehicles in emerging Asian markets: An analysis of consumer behavioral attitudes and perceptions. **Cogent Engineering**, v. 7, n. 1, p. 1796198, 2020.

SUGIHARA, Claire; HARDMAN, Scott. Electrifying California fleets: Investigating light-duty vehicle purchase decisions. **Transportation Research Interdisciplinary Perspectives**, v. 13, p. 100532, 2022.

TAMOR, M. A.; STECHEL, E. B. Electrification of transportation means a lot more than a lot more electric vehicles. *iScience* 25, 104376. 2022.

TANȚĂU, Adrian; GAVRILESCU, Ileana. Key anxiety factors for buying an electric vehicle. **Management & Marketing. Challenges for the Knowledge Society**, v. 14, n. 2, p. 240-248, 2019.

VALTA, Jussi et al. Comparison of innovation policies for electric vehicle business ecosystems. In: **2018 15th International Conference on the European Energy Market (EEM)**. IEEE, 2018. p. 1-5.

YANG, Zhuoqian et al. How accelerating the electrification of the van sector in Great Britain can deliver faster CO₂ and NO_x reductions. **Sustainable Cities and Society**, v. 88, p. 104300, 2023.