

UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIDADES INTELIGENTES E
SUSTENTÁVEIS

ROBSON FRANCISCO DA SILVA

AVALIAÇÃO DO IMPACTO DE BARREIRAS PARA ADOÇÃO DE VEÍCULOS
ELÉTRICOS NA CIDADE DE SÃO PAULO

São Paulo
2024

ROBSON FRANCISCO DA SILVA

**AVALIAÇÃO DO IMPACTO DE BARREIRAS PARA ADOÇÃO DE VEÍCULOS
ELÉTRICOS NA CIDADE DE SÃO PAULO**

**ASSESSMENT OF THE IMPACT OF BARRIERS TO THE ADOPTION OF
ELECTRIC VEHICLES IN THE CITY OF SÃO PAULO**

Projeto de Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Cidades Inteligentes e Sustentáveis da Universidade Nove de Julho – UNINOVE, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Cidades Inteligentes e Sustentáveis.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Fernando Rodrigues Pinto
Coorientadora: Profa. Dra. Heidy Rodriguez Ramos

São Paulo

2024

FICHA CATALOGRÁFICA

Silva, Robson Francisco da.

Avaliação do impacto de barreiras para adoção de veículos elétricos na cidade de São Paulo. / Robson Francisco da Silva. 2024.

78 f.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Nove de Julho - UNINOVE, São Paulo, 2024.

Orientador (a): Prof. Dr. Luiz Fernando Rodrigues Pinto.

1. Veículos elétricos. 2. Barreiras de veículos elétricos. 3. Bateria veicular. 4. Mobilidade urbana. 5. Indústria automobilística.

I. Pinto, Luiz Fernando Rodrigues.

II. Título.

CDU 711.4

**AVALIAÇÃO DO IMPACTO DE BARREIRAS PARA ADOÇÃO DE VEÍCULOS
ELÉTRICOS NA CIDADE DE SÃO PAULO**

Por

ROBSON FRANCISCO DA SILVA

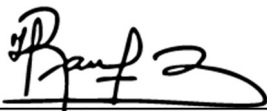
Projeto de Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Cidades Inteligentes e Sustentáveis da Universidade Nove de Julho – UNINOVE, para obtenção do grau de Mestre em Cidades Inteligentes e Sustentáveis.



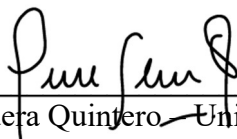
Prof. Dr. Luiz Fernando Rodrigues Pinto – Universidade Nove de Julho – UNINOVE



Profa. Dra. Heidy Rodriguez Ramos – Universidade Nove de Julho – UNINOVE



Profa. Dra. Andreza Portella Ribeiro – Universidade Nove de Julho – UNINOVE



Profa. Dra. Alejandra Balaguera Quintero – Universidad de Medellín – UdeM

São Paulo, 11 de dezembro de 2024.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho, primeiramente, a DEUS, cuja presença constante me trouxe força e inspiração em cada passo desta jornada. A minha amada família, composta pela minha incrível esposa Marília e minhas preciosas filhas, Ana Luiza e Sara, merece um agradecimento especial. Vocês sempre foram meu alicerce, meu porto seguro. Sua fé em minha capacidade e suas palavras de encorajamento foram faróis que iluminaram meu caminho, especialmente durante os momentos desafiadores, quando fui cobrado a não apenas realizar a dissertação, mas a perseguir meus sonhos e concluir com êxito o Mestrado.

Aos meus orientadores, Luiz Fernando e Heidy, tenho uma gratidão imensa. Sua orientação generosa, cuidado atento e motivação constante foram peças fundamentais na construção deste projeto. Vocês não apenas me guiaram academicamente, mas também me inspiraram a ser uma versão melhor de mim mesmo o tempo todo. Me lembro das primeiras orientações que era tudo lindo e maravilhosos e principalmente do meio da jornada, onde já não acreditava que este trabalho poderia ser concluído, e que cada um de vocês me deram conselhos valiosos para seguir firme e forte, minha gratidão a vocês dois.

Aos meus amigos, que estiveram ao meu lado em cada etapa destes dois anos de Mestrado, oferecendo apoio incondicional, sou eternamente grato. Sem a colaboração e o amor de todos vocês, esta conquista seria apenas um sonho distante. Obrigado por fazerem parte da minha história!

AGRADECIMENTO

Em primeiro lugar, gostaria de expressar minha profunda gratidão a Deus, por ser a fonte de toda sabedoria e força em minha jornada. Sem a Sua orientação e bênçãos, nada disso teria sido possível.

Agradeço sinceramente à minha família, especialmente à minha esposa Marília e às minhas filhas Ana Luiza e Sara. Vocês foram meu suporte inabalável, sempre presentes com amor, paciência e encorajamento. A sua fé em mim e as suas cobranças saudáveis me impulsionaram a seguir em frente, mesmo nos momentos mais desafiadores. Minha gratidão por cada gesto e palavra de incentivo é infinita.

Um agradecimento especial aos meus orientadores, Luiz Fernando e Heidy . Sua orientação foi fundamental para a realização deste trabalho. Agradeço a dedicação, paciência e pelas valiosas contribuições que moldaram este projeto. As suas críticas construtivas e a motivação constante foram essenciais para que eu pudesse aprimorar meus conhecimentos e levar a cabo esta pesquisa.

A cada professor do mestrado, incluindo os professores de Medellin, que durante a trajetória destes dois anos fizeram com que o conteúdo de cada matéria fluísse de forma muito clara para mim e cada contribuição que tiveram no meu trabalho.

Agradeço a professora Alejandra e Andreza por aceitar a compor a minha banca de qualificação e defesa e que fizeram contribuições valiosas para meu trabalho.

Aos meus amigos e colegas, que estiveram ao meu lado ao longo desta trajetória, muito obrigado pelo apoio incondicional, pelas trocas de experiências e pelos momentos de descontração que tornaram essa jornada mais leve e agradável. Vocês foram fundamentais para a realização deste sonho.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram para que eu chegasse até aqui. Este trabalho é tão meu quanto de todos vocês, e é com grande alegria que dedico esta conquista a cada um que fez parte dessa caminhada.

RESUMO

De acordo com o aumento das emissões globais de gases poluentes, particularmente provenientes de veículos com motores de combustão, a busca por alternativas para reduzir tais emissões tornou-se um esforço constante. A produção e comercialização de veículos elétricos (VEs) é uma dessas alternativas e já se tornou uma realidade global. No entanto, existem barreiras e desafios que devem ser superados para facilitar o aumento dos veículos elétricos, o resulta na seguinte questão de pesquisa: Qual é o impacto que as barreiras de VE exercem para a adoção destes veículos na cidade de São Paulo? O objetivo deste estudo é avaliar o impacto que as barreiras existentes na cidade de São Paulo exercem para a adoção de um VE partindo de uma análise da literatura internacional e validando através um uma pesquisa *Survey* com os resultados encontrados. Para alcançar esse objetivo, foi realizada uma revisão sistemática da literatura utilizando dados coletados das bases *Scopus* e *Web of Science*. A partir desses dados, foi desenvolvido um modelo teórico para auxiliar na implementação de um estudo de pesquisa quantitativa voltado para entender e validar as barreiras existentes em São Paulo. Os resultados da pesquisa indicam que a cidade enfrenta barreiras significativas relacionadas ao meio ambiente, como o descarte de baterias e o descarte de peças de veículos, além de barreiras econômicas relacionadas a custos de manutenção, seguro do veículo, preço de peças de reposição e incentivos oferecidos para a aquisição. Este estudo oferece uma contribuição significativa ao setor automotivo ao analisar as barreiras existentes em São Paulo, além de fornecer diretrizes relevantes para o governo no que se refere a questões ambientais. Além disso, a pesquisa aponta oportunidades para investigações futuras, visando compreender de forma mais aprofundada como eliminar essas barreiras e identificar novas dificuldades que possam emergir no futuro.

Palavras-chave: Veículos elétricos, barreiras de veículos elétricos, bateria veicular, mobilidade urbana, indústria automobilística.

ABSTRACT

According to the increase in global emissions of polluting gases, particularly from vehicles with combustion engines, the search for alternatives to reduce such emissions has become a constant endeavor. The production and marketing of electric vehicles (EVs) is one of these alternatives and has already become a global reality. However, there are barriers and challenges that must be overcome to facilitate the increase in electric vehicles, which brings us to the following research question: What impact do EV barriers have on the adoption of these vehicles in the city of São Paulo? The objective of this study is to evaluate the impact that existing barriers in the city of São Paulo have on the extension of EV adoption, based on an analysis of international literature and validating the results found through a Survey. To achieve this, a systematic literature review was conducted using data collected from the Scopus and Web of Science databases. With this data, a theoretical model was developed to assist in the implementation of a quantitative research study aimed at understanding and validating the existing barriers in São Paulo. The results of the research indicate that the city faces significant environmental barriers related to battery disposal and the disposal of vehicle parts, as well as economic barriers related to maintenance costs, vehicle insurance, the price of replacement parts, and the incentives offered for acquisition. This study provides a significant contribution to the automotive sector by analyzing the existing barriers in São Paulo, as well as offering relevant guidelines for the government regarding environmental issues. Furthermore, the research highlights opportunities for future investigations, aiming to gain a deeper understanding of how to eliminate these barriers and identify new challenges that may emerge in the future.

Keywords: Electric vehicles, electric vehicle barriers, vehicle battery, urban mobility, automotive industry.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tipos e características dos VEs	19
Tabela 2 - Ranking de Vendas de VEs na Cidade de São Paulo por Fabricantes	25
Tabela 3 - As nove etapas para o cálculo do coeficiente de caminho.....	39
Tabela 4 - Quadro de análise dos especialistas.....	42
Tabela 5 – Valores da qualidade do ajuste	48
Tabela 6 – valores de cargas cruzadas.....	48
Tabela 7 – Validade discriminante do ajuste.....	48

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Gráfico de vendas de veículos elétricos.....	21
Figura 2 - Evolução de vendas de VEs no Brasil	23
Figura 3 - Quantidade de VEs no estado de São Paulo	24
Figura 4 - Quantidade de VEs na Cidade de São Paulo	24
Figura 5 - Publicações relacionadas aos artigos de barreiras e desafios de veículos elétricos.....	26
Figura 6 - Nuvem de palavras-chaves dos artigos analisados na pesquisa.....	26
Figura 7 - Barreiras e desafios para implementação de veículos elétricos.....	27
Figura 8 – Modelo de hipótese da pesquisa.....	33
Figura 9 - Etapas da metodologia	34
Figura 10 - Fluxo de seleção de artigos para revisão sistemática da literatura	35
Figura 11 - Protocolo de pesquisa	36
Figura 12 – Teste do tamanho mínimo da amostra	44
Figura 13 - Modelo de mensuração inicial	45
Figura 14 - Modelo de mensuração ajustado.....	46
Figura 15 – Resultado do Bootstrapping	49

Sumário

1. INTRODUÇÃO	13
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA	13
1.2 PROBLEMA E QUESTÃO DE PESQUISA	14
1.3 OBJETIVOS	15
1.3.1 OBJETIVO GERAL	15
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
1.4 JUSTIFICATIVA	15
1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	16
2. REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1 VEÍCULOS ELÉTRICOS, TIPOS DE COMBUSTÍVEIS E MOTORES	18
2.2 VEÍCULOS ELÉTRICOS NO MUNDO	20
2.3 VEÍCULOS ELÉTRICOS NO BRASIL	22
2.4 VEÍCULOS ELÉTRICOS EM SÃO PAULO	23
2.5 BARREIRAS PARA ADOÇÃO DOS VES IDENTIFICADOS NA LITERATURA	25
2.5.1 ALTO CUSTO DE AQUISIÇÃO PARA ADOÇÃO DE VES (ECONÔMICO)	28
2.5.2 FALTA DE INFORMAÇÃO SOBRE OS COMPONENTES DOS VES E BATERIA (PRODUTO).....	29
2.5.3 FALTA DE POSTO DE CARREGAMENTO (INFRAESTRUTURA)	30
2.5.4 FALTA DE CONHECIMENTO DA POPULAÇÃO SOBRE VES E SEUS BENEFÍCIOS PARA O MUNDO (CONHECIMENTO DA POPULAÇÃO).....	30
2.5.5 DIFICULDADE NA GERAÇÃO DE ENERGIA PARA ATENDER A ALTA DEMANDA DE VES (ENERGIA).....	31

2.5.6 FALTA OU NENHUMA POLÍTICAS PÚBLICAS PARA ALAVANCAR A ADOÇÃO DE VES (POLÍTICAS)	31
2.5.7 ALTO RISCO DE CONTAMINAÇÃO DO MEIO AMBIENTE POR CONTA DA BATERIA (MEIO AMBIENTE)	32
2.6 HIPÓTESE DA PESQUISA	32
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	34
3.1 ETAPA TEÓRICA	35
3.2 PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS	37
3.2.1 TESTE PILOTO	37
3.2.1 PESQUISA SURVEY	38
3.3 PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE DE DADOS	38
4. RESULTADOS	40
4.1 TESTE PILOTO	40
4.2 SURVEY	43
4.2.1 PERFIL DO RESPONDENTE.....	43
4.2.2 TAMANHO MÍNIMO DA AMOSTRA.....	44
4.2.3 AJUSTE DO MODELO.....	45
4.2.3.1 Avaliação dos modelos de mensuração	45
5. DISCUSSÃO	52
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	56
APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) E QUESTIONÁRIO DA PESQUISA.....	67

1. INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA

A crescente preocupação com as mudanças climáticas, derivada do aumento da poluição atmosférica, tem fomentado iniciativas em diversos setores, especialmente na energia e no transporte, visando à redução das emissões de gases poluentes. Uma dessas iniciativas é a substituição de veículos movidos por motores de combustão interna por veículos elétricos (VE) (Ruoso & Ribeiro, 2022), onde estudos demonstram as vantagens dos veículos elétricos (VEs) em comparação aos veículos de combustão interna, destacando sua maior eficiência na conversão de energia, o que resulta em redução dos custos operacionais a longo prazo. Além disso, os VEs são veículos de zero emissões e apresentam funcionamento mais silencioso, proporcionando uma experiência de condução mais agradável. Também existem incentivos para a aquisição desses veículos, uma vez que se trata de uma tecnologia mais recente e seus preços, ainda elevados, podem ser compensados com benefícios fiscais e subsídios (Rodrigues & Seixas, 2022).

Essa transição é facilitada por avanços tecnológicos em baterias e pela adoção de fontes de energia renováveis (Rodrigues & Seixas, 2022), que além da necessidade de mitigar as emissões associadas às mudanças climáticas, também se destaca a urgência em promover a sustentabilidade dos transportes tradicionais, que ainda dependem de combustíveis fósseis. Essa sustentabilidade pode ser alcançada por meio da redução ou eliminação das emissões de gases poluentes (Jelti et al., 2023). Nesse contexto, a integração de veículos elétricos nas cidades se torna essencial, contribuindo de maneira significativa para o cumprimento das metas de redução das emissões oriundas dos veículos a combustão interna (Apata et al., 2023).

As pesquisas mais recentes identificam barreiras e desafios nos âmbitos técnico, econômico, ambiental e social que afetam a adoção de veículos elétricos (VE) (Apata et al., 2023; Asadi et al., 2022; Kalghatgi, 2019; Yang et al., 2023). Estudos, incluindo os realizados no Brasil, assessoram o estado da arte sobre essas barreiras gerais, que abrangem aspectos tecnológicos, financeiros e institucionais. Além disso, os impactos na rede elétrica, o consumo de energia, a operação da frota, a segurança contra incêndios e a disposição da população para adotar veículos elétricos em diversas cidades do mundo foram amplamente discutidos (Rodrigues & Seixas, 2022). Apesar dessas investigações, a literatura sobre a adoção de VE em países em desenvolvimento ainda é escassa, o que limita a compreensão do tema nesse contexto.

Países com a economia emergente, como por exemplo o Brasil, que representa um dos maiores mercados automotivos do mundo, com altas taxas de crescimento nas últimas décadas (Ruoso & Ribeiro, 2022), considerando que o setor dos transportes é responsável por aproximadamente 20% da procura de recursos energéticos primários, porém, o estudo não identificou barreiras e desafios quanto a implementação de VE no setor de transporte de forma detalhada (Rosa et al., 2023).

O Brasil é o oitavo maior fabricante de veículos do mundo e o quarto mercado consumidor de veículos (Ruoso & Ribeiro, 2022), onde o Estado de São Paulo lidera o número de emplacamentos de VEs, com uma quantidade de veículos de 9937 VE no ano de 2023 e o município de São Paulo é a cidade que mais tem VEs com uma quantidade em 2023 de 4403 VE, seguido por Brasília e Rio de Janeiro (ABVE, 2024).

1.2 PROBLEMA E QUESTÃO DE PESQUISA

Apesar do aumento da demanda por VE, que cresce a cada ano, existem barreiras e desafios para que a implementação de VE em larga escala aconteça, inclusive, foi identificado em diversas pesquisas que países de economia desenvolvida como Estados Unidos (Daziano & Chiew, 2012; Sugihara & Hardman, 2022), Dinamarca (Al-Ghaili et al., 2022), França (Nemoto et al., 2021), Reino Unido (Anosike et al., 2023; Yang et al., 2023) e Alemanha (Brendel et al., 2018; Schlüter & Weyer, 2019) enfrentam até hoje, e além disso, outros estudos analisaram dificuldades de adoção VE em regiões do Oriente Médio e norte da África (Asadi et al., 2022) e no Brasil (Rodrigues & Seixas, 2022; Ruoso & Ribeiro, 2022).

As barreiras e desafios à implementação de veículos elétricos (VEs) incluem questões econômicas relacionadas ao preço dos veículos, a falta de informações sobre os próprios VEs e seus componentes, a insuficiência de infraestrutura adequada, a conscientização da população sobre os benefícios e as tecnologias dos VEs, preocupações sobre a geração de energia necessária para sustentar um aumento na frota de VEs, a necessidade de políticas públicas que incentivem o crescimento desse segmento e a preocupação ambiental em relação ao descarte das baterias.

Os estudos anteriores examinaram barreiras e desafios locais que precisam ser superados para uma adoção efetiva de VEs globalmente, utilizando diversos métodos de pesquisa para identificar esses obstáculos. No Brasil, foram realizados estudos em diferentes estados, como Porto Alegre, Santa Maria e São Paulo, que abordam essas questões sob

diferentes enfoques e metodologias, incluindo abordagens qualitativas e revisões de literatura (Rodrigues & Seixas, 2022; Rosa et al., 2023; Ruoso & Ribeiro, 2022).

Considerando que não foi identificado estudos focados nas barreiras e desafios específicos para a cidade de São Paulo, e que a cidade de São Paulo é uma grande metrópole, onde acontece as evoluções tecnológicas e que tem uma importante participação no PIB brasileiro, com seu tamanho de frotas de veículos de aproximadamente 8 milhões de unidades (DETRAN, 2019), tem uma grande relevância para realização da pesquisa de VEs. Tendo como questão de pesquisa a seguinte pergunta: Qual é o impacto que as barreiras de VE exercem para a adoção destes veículos na cidade de São Paulo?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o impacto que as barreiras de VE exercem para a adoção destes veículos na cidade de São Paulo.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar o estado da arte na base científica internacional sobre VE com o intuito de caracterizar diferentes barreiras à expansão da frota de VE em São Paulo;
- Propor um modelo teórico com as barreiras de VE;
- Validar com os especialistas as barreiras identificadas na literatura;
- Mensurar o impacto das barreiras de VE na adoção destes veículos na cidade de São Paulo.

1.4 JUSTIFICATIVA

A ideia de diminuir a poluição dos gases poluentes, com o intuito de reduzir o impacto das alterações climáticas, é um grande desafio para o mundo, e o setor de transporte é responsável por 25% das emissões de gases no mundo, considerando que o transporte rodoviário apresenta cerca de 20% do consumo de combustível fóssil (Costa et al., 2021). Neste contexto, o foco na redução das emissões de gases neste setor, torna-se uma prioridade, portanto, a implementação de veículos elétricos para redução da emissão de gases é uma solução e uma mudança tecnológica dos meios de transportes (Neves, 2020).

Embora os VEs ofereçam uma alternativa para melhorar a qualidade do ar ao reduzir as emissões de gases poluentes, sua participação nas vendas de veículos ainda era limitada em 2022, representando apenas 14% do mercado total, conforme *International Energy Agency – IEA* (IEA, 2023). Estudos como estes são fundamentais para informar decisões de compra de VEs, orientar políticas públicas e direcionar o desenvolvimento da indústria automobilística em direção à eletromobilidade.

De acordo com as pesquisas realizadas nos bancos de dados da *Scopus* e *Web Of Science*, foram identificados estudos sobre barreiras e desafios que impactam a implementação em rápida escala de VE no âmbito global. Foram identificados também, estudo sobre barreiras e desafios no mercado brasileiro, porém na literatura brasileira ainda existem poucos estudos sobre esta temática mais regionalizado. Em São Paulo, por exemplo, não foram identificados artigos que estudam as barreiras e desafios na cidade, área escolhida para este estudo.

Nesse contexto, um estudo focado na cidade de São Paulo é de suma importância. Reconhecida como uma das maiores cidades do mundo, ocupando a quinta posição segundo a ONU (2022), São Paulo também se destaca como a líder no mercado brasileiro de emplacamentos de veículos elétricos, com Brasília e Rio de Janeiro em seguida, conforme dados da Associação Brasileira do Veículo Elétrico (ABVE, 2024). Além disso, a qualidade do ar na cidade é uma preocupação crescente. Em 2022, os índices de poluição ultrapassaram os limites recomendados pela Organização Mundial da Saúde (OMS), conforme relatado pelo Instituto de Energia e Meio Ambiente (IMEA, 2022).

Identificar as barreiras e desafios na cidade de São Paulo permitirá que empresas de veículos elétricos e o governo desenvolvam políticas mais eficazes para combater a poluição e, consequentemente, promovam a implementação acelerada de veículos elétricos na metrópole.

1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Este documento está organizado em seis seções principais. A introdução aborda a contextualização, os objetivos e a justificativa do estudo. O referencial teórico é composto por uma análise dos veículos elétricos, incluindo os tipos de combustíveis e motores, a situação dos veículos elétricos no mundo, no Brasil e em São Paulo, além das barreiras para a adoção de veículos elétricos e a hipótese da pesquisa junto ao modelo conceitual. A seção de procedimentos metodológicos detalha a etapa teórica (RSL), o procedimento de coleta de dados e o procedimento de análise dos dados. Os resultados e discussão são apresentados na

sequência, seguidos do cronograma. O documento termina com as referências e um apêndice que inclui o instrumento de pesquisa.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Com o intuito de avaliar a problemática das barreiras e desafios enfrentados na adoção de veículos elétricos no mercado brasileiro, com foco na cidade de São Paulo, a apresentação dos aspectos teóricos está organizada nas seguintes seções: tipos de combustível e motores dos veículos elétricos, a situação dos veículos elétricos no mundo, a adoção de veículos elétricos no Brasil, a implementação de veículos elétricos em São Paulo e as barreiras para a adoção de veículos elétricos identificadas na literatura.

2.1 VEÍCULOS ELÉTRICOS, TIPOS DE COMBUSTÍVEIS E MOTORES

Os veículos elétricos na história do automóvel comparado com os veículos a combustão interna, sempre tiveram limitação, mas devido à preocupação com o meio ambiente, os veículos elétricos estão ganhando força por serem veículos considerados limpos (Barbosa Dos Santos et al., 2024). Os veículos elétricos surgem como uma opção de mitigação ou extinção de problemas relacionados a emissão de gases poluentes, por utilizar energia elétrica (parcial ou totalmente) para seu funcionamento e a possibilidade de combinação com fontes de energia elétrica renováveis e intermitentes como solar e eólica através de tecnologias de grid elétrico (Luna et al., 2019).

Os veículos elétricos podem ser considerados em quatro principais tipos: (1) carros elétricos à bateria, (2) híbridos que funcionam a combustão, mas possuem uma bateria para melhoria de eficiência, (3) híbridos plug-in, que podem ser abastecidos por combustível fóssil ou plugados na tomada e (4) os carros de hidrogênio, que possuem um motor elétrico que funciona a partir das células de hidrogênio (Delgado et al., 2017). Na tabela 1 traz o resumo das diferenças entre os VEs.

Tabela 1 - Tipos e características dos VEs

Tipos de Veículos	Motor	Combustível	Tipo de Armazenamento Elétrico	Autonomia	Emissões
Veículo à combustão interna (VCI)	Motor à combustão interna	Fóssil ou biocombustível. Alto consumo de combustíveis e emissões de escape	Bateria que não depende de infraestrutura elétrica	Grande autonomia proporcionada pelo combustível fóssil/biocombustível	0,23 kg CO ₂ /Km
Veículo elétrico (plug in) híbrido (P)HEV	Motores à combustão interna e elétrico; sistema plug-in opcional.	Fóssil, biocombustível ou eletricidade.	Bateria carregada através do motor à combustão interna ou por eletricidade.	Pouca autonomia elétrica, complementada pela autonomia do combustível fóssil/biocombustível.	0,062 kg CO ₂ /km
Veículo elétrico com autonomia estendida (E-REV ou REX)	Motores à combustão interna e elétrico.	Eletricidade	Bateria é recarregada, e costuma ter uma bateria com menor capacidade do que o BEV.	Autonomia elétrica média, complementada pela autonomia do combustível fóssil/biocombustível.	0,060 kg CO ₂ /km
Veículo elétrico à bateria (BEV)	100% elétrico	Eletricidade	Bateria de íons de lítio com grande capacidade, recarregada por fonte externa elétrica.	Autonomia elétrica de pequena a média (comparada aos VCI).	Zero
Veículo elétrico à célula de combustível (FCEV)	Sistema de célula de combustível e motor elétrico.	Hidrogênio ou etanol.	Célula de combustível de hidrogênio; célula de combustível de etanol de óxido sólido (SOFC).	Autonomia elétrica de média a alta.	Zero

Fonte: Adaptado de Delgado et al. (2017)

O veículo a combustão (VCI) usa o motor de combustão interna como fonte primária de propulsão, não é necessária uma fonte de carregamento elétrico, usa combustível fóssil, sua autonomia é relativamente alta devido ao combustível fóssil e sua emissão de carbono é relativamente alta (Delgado et al., 2017).

O veículo elétrico a bateria é 100% elétrico (BEV), seu combustível é eletricidade, armazenado em baterias de lítio, sua autonomia é relativamente baixa em relação a um veículo a combustão, o nível de emissões é considerado zero (Delgado et al., 2017).

Os veículos elétricos com autonomia estendida (E-REX ou REX), tem baterias de lítio e motores a combustão e motores elétricos, mas são carregados por eletricidade e tem uma bateria de menor capacidade que o BEV, sua autonomia é média e complementada por autonomia do combustível fóssil, gerando baixa emissão de gases poluentes, os valores de emissões dos veículos são parecidos com os PHEV (Delgado et al., 2017).

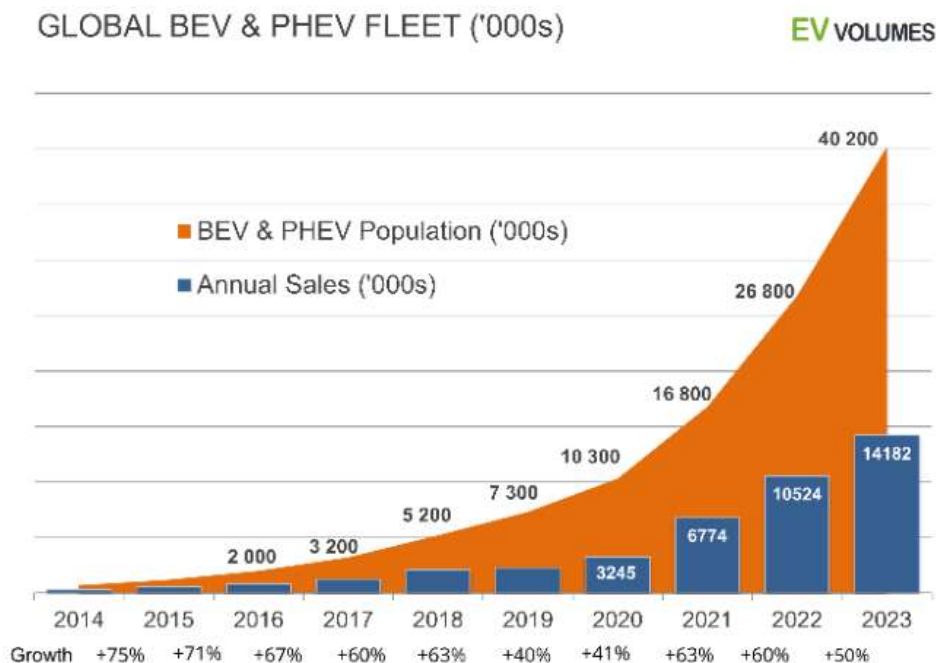
Os veículos híbridos (PHEV) funcionam com motores à combustão interna e elétrico; sistema plug-in opcional, seu combustível é fóssil e/ou eletricidade, armazenamento na bateria de lítio que é carregada pelo motor a combustão, pouca autonomia por eletricidade e complementada por combustível fóssil, gerando baixa emissão de gases poluentes e os valores de emissão de gases são parecidos com os E_REX ou REX (Delgado et al., 2017).

O veículo elétrico à célula de combustível (FCEV) com sistema de célula de combustível e motor elétrico, tem como seu principal combustível células de hidrogênio ou etanol que são armazenados em célula de combustível de hidrogênio baseada na tecnologia PEM19 (*Proton Exchange Membrane*) ou célula de combustível de etanol de óxido sólido (SOFC) com autonomia média alta (Delgado et al., 2017).

2.2 VEÍCULOS ELÉTRICOS NO MUNDO

Na figura 1 é apresentada a evolução de vendas dos veículos elétricos no mundo. Em 2014, as vendas começaram com 150 VEs, enquanto em 2023 esse número ultrapassou 40 milhões, evidenciando um rápido crescimento na adoção de VEs (Irle, 2023).

Figura 1 - Gráfico de vendas de veículos elétricos



Fonte: Irle (2023)

Tendo em vista o comércio de veículos elétricos como uma solução para evitar a poluição atmosférica, com a emissão de poluentes que provocam o aquecimento global, as mudanças climáticas, o risco a saúde pública, poluição do ar local nas áreas urbanas e segurança energética estão levando os países a alterar a maneira a qual realizam algumas funções sociais, como a de energia para fontes renováveis e de mobilidade para carros com zero emissões. Os carros elétricos ressurgem como uma proposta de nicho para essa transição para baixas emissões de carbono, faz se necessárias mudanças de hábitos de consumo, que pode ser induzida por políticas, por necessidade ou desejos (Luna et al., 2019).

O futuro sobre expectativas globais com a adoção de VE sofreu alterações devido alguns desafios enxergados pelos executivos, aponta o estudo anual internacional realizado pela KPMG (Silberg, 2023). No final do ano de 2023 foi considerado uma frota na quantidade de 1,47 bilhões de veículos no mundo (Oliveira, 2023), sendo que mais de 40 milhões pertencem a frota de VEs (Irle, 2023).

A China continua com o maior mercado de carros 100% elétrico no mundo graças aos a incentivos do governo Chines. Em alguns dos grandes conglomerados urbanos chineses, só se pode obter uma licença ou placas para circular se for elétrico e eventualmente híbrido plugável (Calmon, 2023). No final do ano de 2023 foi considerado a frota com uma quantidade

de 500 milhões de veículos na China (Oliveira, 2023), sendo que mais de 8 milhões são de VEs (Irle, 2023).

Nos EUA o crescimento de veículos elétrico mostra uma desacelerada em relação a outros países como Brasil e Índia (Oliveira, 2023). Porém, outros desafios encontrados que fizeram os executivos moderarem suas expectativas de aumento nas vendas, como por exemplo na Índia devido a infraestrutura deficiente, e no Brasil, que tem como alternativa, outros combustíveis renováveis e de baixa emissão de carbono, e no Japão que tem o foco nos veículos híbridos e outras pesquisas de energia além de baterias (Silberg, 2023).

2.3 VEÍCULOS ELÉTRICOS NO BRASIL

No Brasil, já foi iniciado o processo de mudanças em algumas regiões com determinações de leis. Em Fernando de Noronha – PE, A Lei nº 16810 de 2020 determina a proibição de entrada de novos veículos a combustão na Ilha. Essa lei foi sancionada pelo governador Paulo Henrique Saraiva Câmara, passa a entrar em vigor com a seguinte vedação:

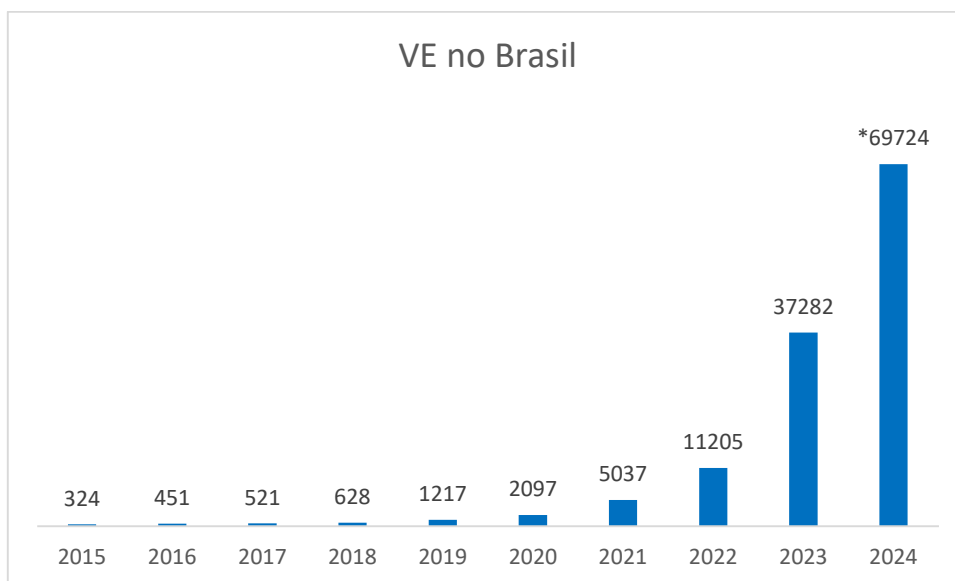
Art. 1º Fica vedada, a partir de 10 de agosto de 2023, a entrada de veículos a combustão no Distrito Estadual de Fernando de Noronha.” (NR)

Art. 2º Esta Lei entra em vigor na data de sua publicação. (Distrito Estadual de Fernando de Noronha, 2020).

Para atender à crescente demanda por veículos elétricos no Brasil, em 2023, 47,1% dos veículos elétricos foram importados da China, beneficiando-se dos incentivos do governo que isentaram os impostos de importação (Nascimento, 2023). No mesmo ano, o Brasil licenciou mais de 2 milhões de veículos, dos quais mais de 94 mil eram eletrificados. Dentro desse total, 74,6 mil eram híbridos e 19,3 mil eram totalmente elétricos, conforme dados da Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA, 2023). Desde 2012 até 2024, o Brasil acumulou um total de 343.886 veículos elétricos emplacados (ABVE, 2024).

A figura 2 demonstra a trajetória ascendente das vendas de veículos elétricos (VEs) no Brasil, evidenciando um aumento expressivo ao longo do tempo. Ao final de 2023, o país alcançou um total de 37.282 VEs vendidos, o que representa um crescimento acentuado até agosto de 2024, quando o número ascendeu para 69.724 unidades. Essa evolução ressalta a crescente adesão e aceitação dos veículos elétricos no mercado brasileiro, refletindo tendências emergentes em mobilidade sustentável.

Figura 2 - Evolução de vendas de VEs no Brasil



Nota: *Dados coletados até agosto de 2024

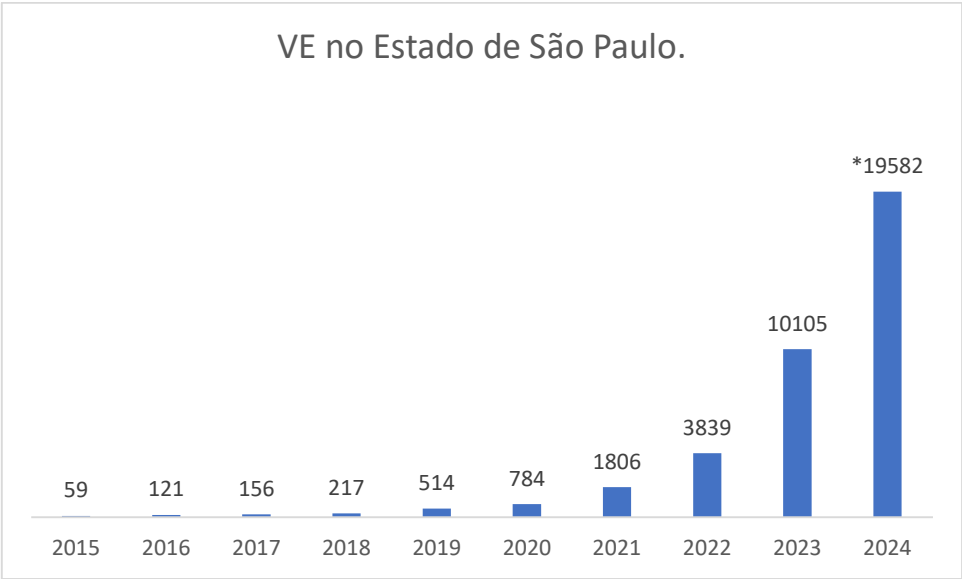
Fonte: Elaborado pelo autor

Um estudo conduzido pela consultoria italiana Gi Group Holding, em parceria com a Politécnico de Milão e a INTWIG Data Management, traçou um panorama das tendências de contratações na indústria automotiva brasileira durante a transição energética. O levantamento, que abrangeu 11 países, destaca a necessidade, acima da média global, que o país tem de especialistas em carros elétricos, versados em engenharia de software e ciência de dados. O estudo levou em consideração 6,5 mil profissionais (AB, 2023).

2.4 VEÍCULOS ELÉTRICOS EM SÃO PAULO

No estado de São Paulo, o crescimento das vendas de veículos elétricos segue uma tendência semelhante ao gráfico nacional de vendas de veículos, com um total de 10.105 VEs vendidos até o final de 2023. A figura 3 ilustra o aumento na quantidade de VEs no estado de São Paulo, refletindo este crescimento nas vendas também no ano de 2024.

Figura 3 - Quantidade de VEs no estado de São Paulo

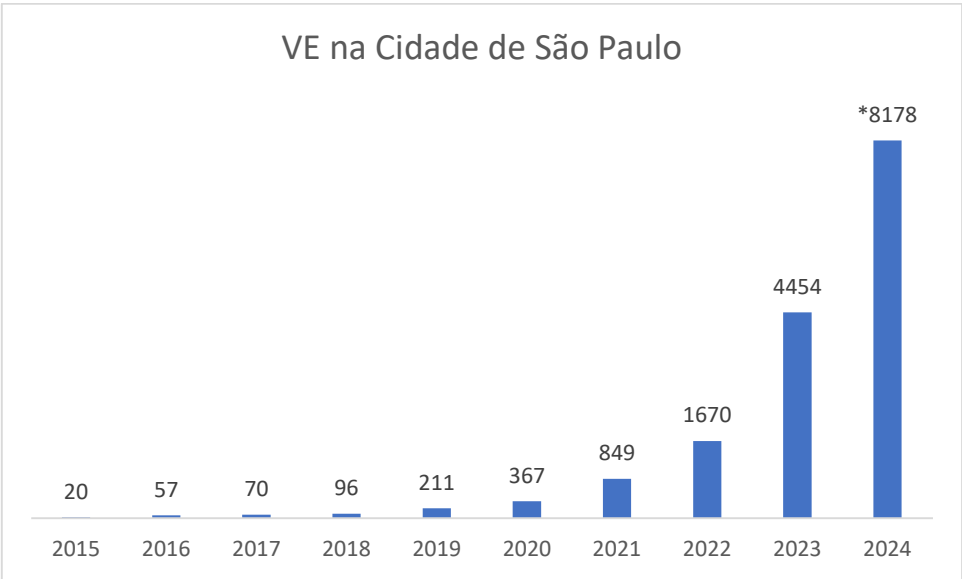


Nota: *Dados coletados até agosto de 2024

Fonte: Elaborado pelo autor

Na cidade de São Paulo, foco deste estudo, também se observa um aumento na quantidade de vendas de veículos elétricos, conforme representado pela figura 4 mostrando as vendas de VEs na cidade. No final de 2023, foram vendidos 4.454 VEs. Os dados do gráfico indicam um crescimento contínuo nas vendas de 2024 quase que exponencial, o que destaca a necessidade de investimentos adicionais nesse setor.

Figura 4 - Quantidade de VEs na Cidade de São Paulo



Nota: *Dados coletados até agosto de 2024

Fonte: Elaborado pelo autor

A tabela 2 apresenta o ranking de vendas de VEs na cidade de São Paulo por fabricante, destacando as 10 principais fabricantes em termos de vendas de veículos elétricos na cidade.

Tabela 2 - Ranking de Vendas de VEs na Cidade de São Paulo por Fabricantes

	Fabricante	QTD
1º	BYD	921
2º	BMW	914
3º	VOLVO	704
4º	GWM	324
5º	JAC	227
6º	MINI	223
7º	AUDI	208
8º	PORSCHE	182
9º	CAOACHERY	138
10º	NISSAN	79

Fonte: Elaborado pelo autor

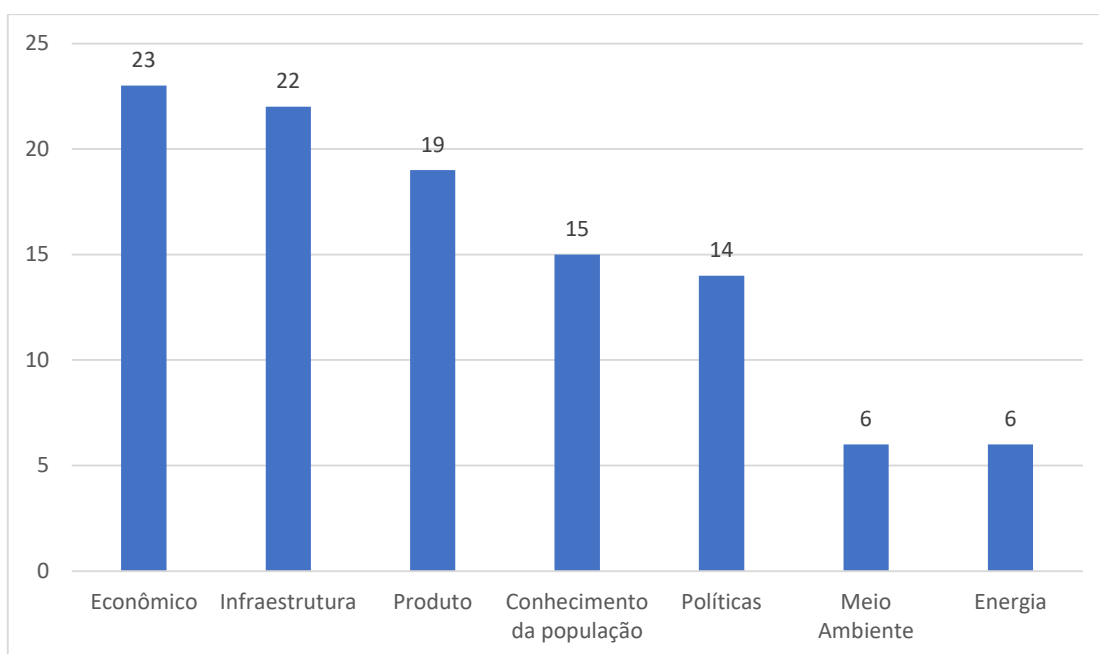
Levando em consideração este crescimento nas vendas de VEs, a cidade de São Paulo conta com uma quantidade de 110 postos de carregamento, incluindo 8 carregadores lentos e 3 carregadores ultrarrápidos. O primeiro posto 100% elétrico do Brasil foi inaugurado no final de 2022, com isso, o Brasil para VE conta com uma quantidade de 431 postos de carregamento (Gonçalves, 2024).

2.5 BARREIRAS PARA ADOÇÃO DOS VES IDENTIFICADOS NA LITERATURA

Os dados desta seção baseiam-se na análise de informações extraídas dos 45 artigos selecionados na literatura. A investigação da quantidade de artigos publicados por ano revelou um interesse crescente por este tema a partir de 2020. Esse aumento pode ser atribuído à crescente demanda por veículos elétricos, influenciada, entre outros fatores, pela determinação da União Europeia de que todos os carros produzidos sejam livres de emissões de poluentes a partir de 2035. Este contexto tem impulsionado novos estudos e pesquisas relacionados aos VE. A Figura 2 apresenta a distribuição da quantidade de artigos por ano de publicação. É importante destacar que a coleta de dados foi concluída em agosto de 2024, portanto, a quantidade de artigos de 2024 mostrada na figura 5 é parcial e pode não refletir o total do ano.

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 7. É importante ressaltar que os estudos abordaram mais de uma barreira e, por este motivo, a soma dos números mostrados na figura 7 é superior a quantidade de 45 artigos analisados.

Figura 7 - Barreiras e desafios para implementação de veículos elétricos



Fonte: Elaborado pelo autor

A análise da literatura revelou diversas barreiras significativas à adoção de veículos elétricos (VEs), com ênfase especial nos fatores econômicos e na infraestrutura. A barreira econômica foi destacada em 23 artigos, evidenciando o alto custo de aquisição dos VEs como uma preocupação central. Em seguida, a infraestrutura emergiu como um obstáculo crítico em 22 estudos, ressaltando a escassez de postos de carregamento como um desafio fundamental para a implementação eficaz dos VEs. Além disso, a questão do próprio produto foi abordada em 19 artigos, com foco nas tecnologias aplicadas em baterias e componentes que asseguram autonomia e confiabilidade.

Outras barreiras, embora mencionadas com menor frequência, incluem a falta de conhecimento da população sobre a tecnologia e o uso dos VEs, presente em 15 artigos, bem como a ausência de políticas públicas (14 artigos), preocupações ambientais (6 artigos) e a disponibilidade de energia para o carregamento (6 artigos). Essa heterogeneidade de barreiras reflete as complexidades envolvidas na transição para a mobilidade elétrica, apontando a necessidade de abordagens integradas para promover a adoção de veículos elétricos.

2.5.1 ALTO CUSTO DE AQUISIÇÃO PARA ADOÇÃO DE VES (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 (Ewelina & Grysa, 2021; Xue et al., 2013). 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 (Nemoto et al., 2021; Rodrigues & Seixas, 2022). 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 (Brendel et al., 2018; Naor et al., 2015; Schlüter & Weyer, 2019), 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., 2023). A bateria representa um valor significativo no preço de VE, o que gera um impacto negativo no interesse de compra (Tanțău & Gavrilescu, 2019; Xue et al., 2013) 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 elevado custo de produção de veículos elétricos e das baterias, o que pode desencorajar consumidores e investidores de adquirir VE. Neste sentido, incentivos governamentais podem desempenhar um papel crucial no estímulo ao crescimento dos veículos elétricos, proporcionando um impacto positivo ao meio ambiente através da redução das emissões de gases poluentes.

2.5.2 FALTA DE INFORMAÇÃO SOBRE OS COMPONENTES DOS VES E BATERIA (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; Tançau & Gavrilescu, 2019). A capacidade de armazenamento de carga possibilita melhorar o desempenho do VE (Anosike et al., 2023; Valta et al., 2018; Xue et al., 2013), 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 (Rodrigues & Seixas, 2022; Ruoso & Ribeiro, 2022).

O uso de carros compartilhados levanta uma preocupação sobre a autonomia dos veículos, a falta de confiabilidade e a descarga rápida da bateria (Brendel et al., 2018; Lau et al., 2022; Schlüter & Weyer, 2019). A incerteza de revenda de VE e o alto custo de nova bateria cria a barreira para aquisição de VE (Ajanovic, 2014; Daziano & Chiew, 2012).

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.

2.5.3 FALTA DE POSTO DE CARREGAMENTO (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 (Tançau & Gavrilescu, 2019).

A infraestrutura de carregamento ainda é uma barreira que impede que os veículos elétricos de propriedade privada atinjam todo seu potencial (Brendel 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 (Goel et al., 2023; Lau et al., 2022). 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., 2023) 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.

2.5.4 FALTA DE CONHECIMENTO DA POPULAÇÃO SOBRE VES E SEUS BENEFÍCIOS PARA O MUNDO (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 (Kovačić 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., 2023). 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, 2019).

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.

2.5.5 DIFICULDADE NA GERAÇÃO DE ENERGIA PARA ATENDER A ALTA DEMANDA DE VES (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 (Groppi et al., 2018; Tamor & Stechel, 2022). VEs de alta potência consomem mais energia para garantir a autonomia de trabalho (Machedon-Pisu & Borza, 2019).

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.

2.5.6 FALTA OU NENHUMA POLÍTICAS PÚBLICAS PARA ALAVANCAR A ADOÇÃO DE VES (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., 2020) 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.

2.5.7 ALTO RISCO DE CONTAMINAÇÃO DO MEIO AMBIENTE POR CONTA DA BATERIA (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).

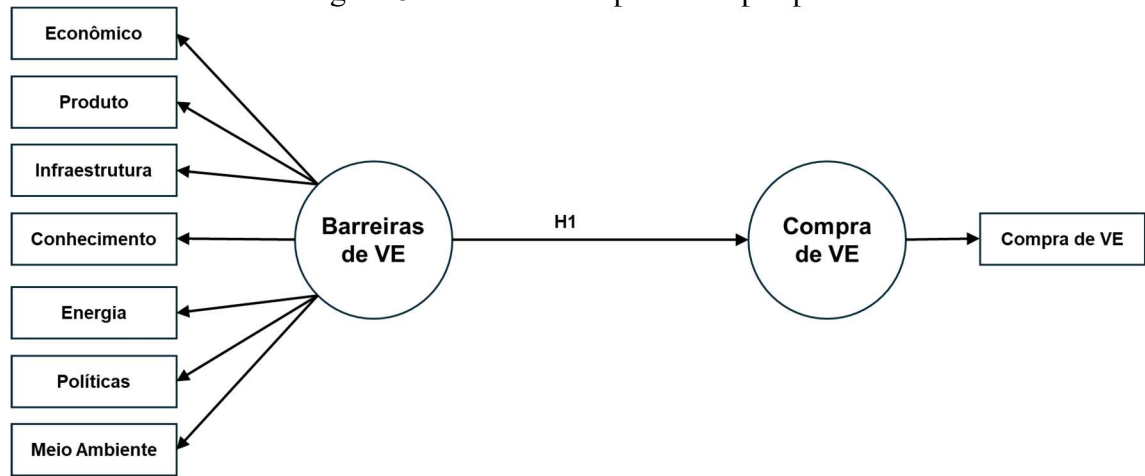
Dessa forma, destaca-se a importância do descarte correto dos materiais do veículo, tanto no seu fim de ciclo ou um reparo de material, com o intuito de evitar danos ao meio ambiente, como a contaminação do ar, solo ou água, pois existe essa barreira preocupante com o material da construção da bateria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

2.6 HIPÓTESE DA PESQUISA

O levantamento na literatura sobre as barreiras dos veículos elétricos (VE) identificou obstáculos como elevados custos econômicos, preocupações com a infraestrutura de recarga, falta de conhecimento sobre a tecnologia, restrições políticas, entre outras, que desempenham um papel significativo na decisão dos consumidores de não adquirir um VE. Com base nesses fatores, foi proposta a seguinte hipótese alternativa, que será testada conforme ilustrado na figura 8.

H1:

Figura 8 – Modelo de hipótese da pesquisa



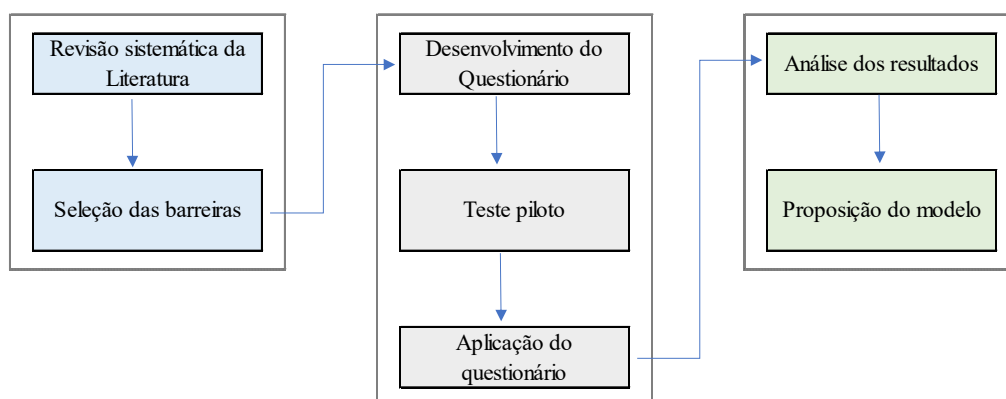
Fonte: Elaborado pelo autor

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste capítulo, serão apresentados os passos para atingir o objetivo geral deste estudo, que serão, o desenvolvimento dos métodos, procedimentos e delineamentos do estudo e etapas da pesquisa. Para embasar teoricamente este trabalho, foi conduzida inicialmente uma revisão sistemática da literatura sobre o tema. A metodologia adotada no estudo empírico contemplará uma pesquisa quantitativa e exploratória.

Um estudo quantitativo, conforme descrito por Hair et al. (2011), refere-se a uma abordagem de pesquisa que se baseia na coleta e análise de dados numéricos e mensuráveis para investigar fenômenos e relações entre variáveis. Neste tipo de estudo, busca-se quantificar aspectos do objeto de estudo por meio de técnicas estatísticas e matemáticas, visando identificar padrões, tendências e relações estatisticamente significativas. Geralmente, um estudo quantitativo envolve a formulação de hipóteses específicas que podem ser testadas empiricamente usando técnicas estatísticas apropriadas. A figura 9 apresenta um resumo das etapas da metodologia adotada no estudo.

Figura 9 - Etapas da metodologia



Fonte: Elaborado pelo autor

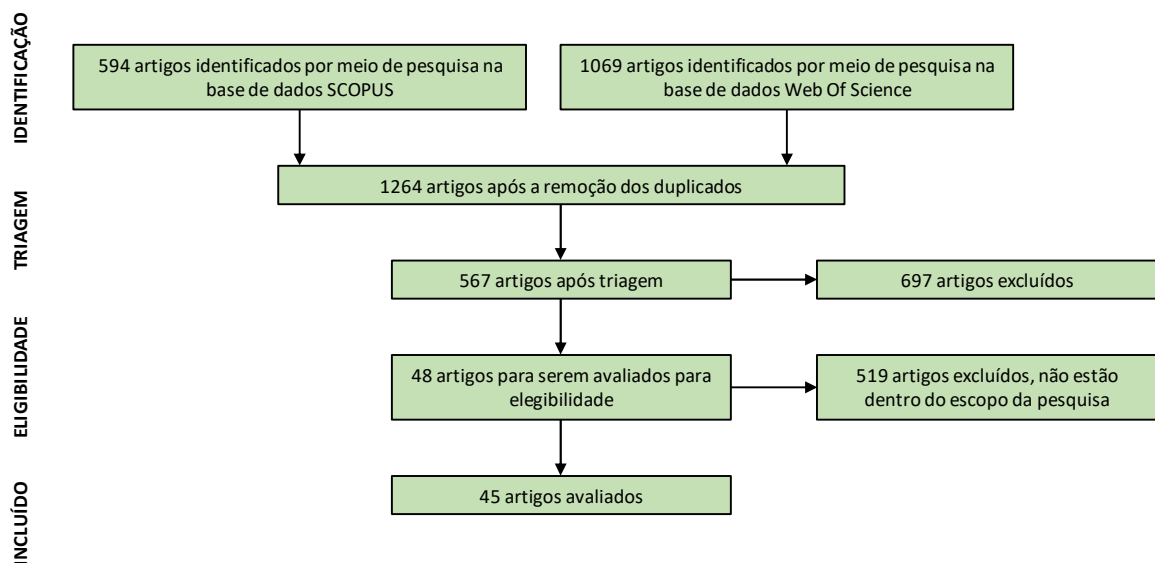
O estudo foi dividido em três etapas. A primeira etapa consistiu em uma revisão sistemática da literatura, com o objetivo de entender a dimensão dos estudos sobre a avaliação do impacto das barreiras para a adoção de veículos elétricos (VEs). A segunda etapa envolveu o desenvolvimento de um questionário (pesquisa do tipo *survey*), que foi validado por especialistas, seguido pela aplicação do questionário a possíveis usuários de VEs. A terceira e última etapa do estudo consistiu na análise dos resultados, visando compreender as barreiras à adoção de VEs na cidade de São Paulo.

3.1 ETAPA TEÓRICA

Nesta etapa 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 na implementação de VEs (Moher et al., 2010). A pesquisa foi iniciada 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 10.

Figura 10 - Fluxo de seleção de artigos para revisão sistemática da literatura



Fonte: Elaborado pelo autor

A figura 11 mostra o protocolo de pesquisa, bem como os critérios adotados para a busca e seleção dos artigos nas bases de dados.

Figura 11 - 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 pelo autor

Na base de dados da SCOPUS foram identificados 594 artigos com as palavras "*Electric Vehicle*" e "*Sustainability*" "*Barrier*" e "*Electric Vehicle*" e "*Sustainability*" "*Challenge*" e 1069 na *Web of Science*. Estes artigos foram computados em uma planilha. Os artigos duplicados foram removidos da seleção, o que restou um total de 1264 artigos.

Para a triagem dos 1264 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 567 artigos não tratavam de barreiras de VE e por este motivo foram eliminados da seleção. Portanto, foram separados 48 artigos com elegibilidade para o estudo de barreiras na implementação de veículos elétricos. A análise do conteúdo dos 48 artigos indicou 45 estudos aderentes ao tema de barreiras de VE.

Após a análise dos artigos, foi elaborada uma pesquisa do tipo *survey*, baseada nas barreiras identificadas na literatura, para ser aplicada na cidade de São Paulo. O objetivo era validar a existência dessas barreiras e verificar a possibilidade de surgimento de novas. Para a primeira avaliação da pesquisa, foram selecionadas três pessoas consideradas especialistas em veículos elétricos com experiência relevante na cidade. Essas especialistas contribuíram com suas percepções sobre as barreiras identificadas, proporcionando ponderações valiosas para a pesquisa.

Após a avaliação dos especialistas, o link da pesquisa foi enviado via WhatsApp a um grupo selecionado de indivíduos, solicitando que, por sua vez, repassassem o convite a outras pessoas de seu convívio na região de São Paulo. O convite foi direcionado para pessoas que tinham sua rotina na cidade, abrangendo diversos perfis em termos de regiões (norte, sul, leste

e oeste), gênero, estado civil, faixa etária, escolaridade e renda mensal, ao longo de um período de um mês.

3.2 PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS

3.2.1 TESTE PILOTO

O teste piloto da pesquisa tipo *survey* foi aplicado a três profissionais do setor automobilístico que têm experiência com veículos elétricos, seja por meio de seu trabalho, seja pelo uso pessoal. O grupo foi composto por dois homens e uma mulher, selecionados de acordo com seu grau de conhecimento em veículos elétricos adquirido ao longo de suas carreiras, sendo denominados como Especialistas (E1, E2 e E3).

O especialista E1 é engenheiro especializado em veículos híbridos e elétricos, atuando como palestrante e professor convidado em discussões sobre o tema. Ele trabalha no setor automotivo em uma empresa do grupo italiano com experiência mais de 15 anos no mercado automotivo e enviou suas respostas à pesquisa no dia 10 de setembro de 2024.

O especialista E2 ocupa o cargo de diretor de novos negócios para motores de combustão em uma empresa chinesa. Com experiência anterior como gerente de pós-vendas em uma companhia chinesa de veículos e produtos elétricos alimentados por bateria de lítio, sua experiência profissional com mais de 20 anos em indústria automotiva, ele retornou suas respostas no dia 3 de outubro de 2024.

O especialista E3 possui uma vasta experiência em empresas de tecnologia, tendo trabalhado anteriormente na HUAWEI. Atualmente, é supervisor em uma empresa de veículos elétricos movidos a bateria, onde atua há mais de cinco anos. Além disso, utiliza veículos elétricos e híbridos para sua locomoção diária na cidade de São Paulo, enviando suas respostas no dia 27 de agosto de 2024.

O questionário foi enviado por meio do WhatsApp, contendo um *link* para o formulário criado no *Google Forms* (Apêndice A). A explicação de cada resposta foi posteriormente enviada também via WhatsApp, em formato de áudio e texto.

Os especialistas forneceram considerações e sugestão de escrita das perguntas com o intuito de aprimorar a pesquisa, visando facilitar a compreensão dos respondentes finais. Além

disso, compartilharam suas opiniões sobre as barreiras identificadas na literatura, descrevendo detalhadamente e explicando o ponto de vista em relação a cada uma barreira.

3.2.1 PESQUISA SURVEY

Após o teste piloto e com as devidas considerações realizadas pelos especialistas, o questionário foi enviado pelo *WhatsApp* com *link* do formulário criado no *google forms* (Apêndice A) para pessoas que tem sua rotina na cidade de São Paulo para responderem a pesquisa.

3.3 PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE DE DADOS

A análise da validação dos construtos e do modelo estrutural foi realizada por meio da modelagem da equação estrutural (*Structural Equation Modeling* – SEM) com o objetivo de entender as relações do construtos por indicadores múltiplos (Hair et al., 2013).

De acordo com estes autores, a modelagem da equação estruturais permite examinar como diferentes variáveis (ou construtos) estão inter-relacionadas e como elas contribuem para explicar um fenômeno complexo, como a influência das barreiras percebidas na decisão de compra de veículos elétricos. É especialmente útil para validar teoricamente um modelo que explique essas relações com base nos dados empíricos que serão coletados. Portanto, ao aplicar esta modelagem, os pesquisadores podem utilizar uma abordagem estatística avançada para testar a consistência dos construtos (como as barreiras percebidas) e verificar se o modelo estrutural proposto é capaz de explicar adequadamente o comportamento dos consumidores em relação à adoção de veículos elétricos na cidade de São Paulo.

A expectativa estabelecida foi a de alcançar um número mínimo de participações nesta coleta de dados, visando garantir a robustez da análise. O estudo utilizou o sistema SmartPLS para gerar o modelo do PLS-SEM que deu suporte a análise das variáveis e dos construtos. No modelo, as variáveis foram representadas por retângulos, enquanto os construtos foram representados por círculos. As conexões entre os construtos refletem a hipótese de pesquisa que este estudo busca validar. Essas conexões são conhecidas na literatura como coeficientes de caminho (Henseler et al., 2017).

Alem disso, este estudo utilizou a modelagem de equações estruturais pelo método dos mínimos quadrados parciais (*Partial Least Squares Structural Equation Modeling* – PLS-SEM) pois a natureza exploratória deste trabalho poderá exigir este método de calculo (Hair et al.,

2019). Esse método é apropriado para calcular e analisar modelos complexos que envolvem múltiplas variáveis e construtos, especialmente quando há uma quantidade limitada de dados disponíveis ou quando o objetivo é explorar relações teóricas em um contexto ainda pouco estudado (Hair et al., 2019).

Com a utilização deste método o pesquisador se aproxima do computador adquirindo um melhor entendimento das variáveis práticas identificadas nos elementos teóricos a serem testados por meio de uma técnica rápida e de baixo custo (Kotz; Johnson; Read, 1982), além de ser uma alternativa superior quando comparada a aplicação isolada dos mínimos quadrados parciais (*Partial Least Squares – PLS*) (Rönkkö et al., 2016).

É importante mencionar que a modelagem de PLS-SEM foi possível por meio de desenvolvimento de nove etapas identificadas na literatura, estes trabalhos apresentam uma sequência de etapas para o cálculo do coeficiente de caminho (Henseler et al., 2009; Ringle et al., 2015). Na tabela 3 estão apresentadas as etapas que foram identificadas para este estudo.

Tabela 3 - As nove etapas para o cálculo do coeficiente de caminho.

Etapas	Descrição	Crítérios	Referências
0	Tamanho mínimo da amostra	Poder do teste > 0,80 Tamanho do efeito > 0,15	Cohen (1988); Faul et al. (2009); Ringle; da Silva; Bido (2015); Hair et al. (2016)
1	Variância média extraída por validade convergente	Variância média extraída > 0,50	Henseler; Ringle; Sinkovics (2009); Ringle; da Silva; Bido (2015); Hair et al. (2019)
2	Carregamentos cruzados por validade discriminante	Os valores de correlação são mais altos do que outras relações	Chin (1998); Ringle; da Silva; Bido (2015); Sarstedt et al. (2016); Hair et al. (2019)
3	Teste de Fornell e Larcker por validade discriminante	Raízes quadradas de variância média extraída > correlações de construtos	Fornell e Larcker (1981); Ringle; da Silva; Bido (2015); Hair et al. (2019)
4	Alfa de Cronbach (AC) e confiabilidade composta (CC)	AC > 0,70 CC > 0,70	Ringle; da Silva; Bido (2015); Hair et al. (2016); Hair et al. (2019)
5	Avaliação dos coeficientes de determinação de Pearson (R^2)	Cohen (1988): $R^2 > 0,02$ pequeno $R^2 > 0,13$ médio $R^2 > 0,26$ alto Henseler; Ringle; Sinkovics (2009): $R^2 > 0,25$ pequeno $R^2 > 0,50$ médio $R^2 > 0,75$ alto	Cohen (1988); Henseler; Ringle; Sinkovics (2009); Ringle; da Silva; Bido (2015); Hair et al. (2019)
6	Tamanho do efeito (f^2) ou indicador Cohen	$f^2 > 0,02$ pequeno $f^2 > 0,15$ moderado $f^2 > 0,35$ elevado	Ringle; da Silva; Bido (2015); Hair et al. (2016); Hair et al. (2017); Hair et al. (2019)
7	Validade preditiva (Q^2) ou indicador Stone-Geisser	Hair et al. (2016): $Q^2 > 0$ modelo possui acurácia Hair et al. (2019): $Q^2 > 0$ baixa acurácia $Q^2 > 0,25$ média acur. $Q^2 > 0,5$ alta acur.	Ringle; da Silva; Bido (2015); Hair et al. (2016); Hair et al. (2019)
8	Teste T de Student (bootstrapping)	$t \geq 1,96$ ($H_0: \lambda=0$ e $\Gamma=0$)	Ringle; da Silva; Bido (2015); Hair et al. (2016); Hair et al. (2017); Hair et al. (2019)
9	Coeficiente de caminho (Γ)	Avaliação das relações causais à luz da literatura	Ringle; da Silva; Bido (2015); Hair et al. (2016); Hair et al. (2019)

Fonte: Elaborado pelo autor

4. RESULTADOS

4.1 TESTE PILOTO

Os especialistas E1, E2 e E3, no teste piloto forneceram contribuições valiosas durante a análise do formulário, observando que as perguntas deveriam deixar claro que estava falando sobre veículos 100% elétrico e sugeriram a inclusão de perguntas sobre a experiência prévia dos respondentes com VEs. Apresentaram na opinião deles os principais desafios envolvidos na transição para veículos 100% elétricos na cidade de São Paulo. Esses desafios foram organizados em sete barreiras fundamentais: econômica, produto, infraestrutura, conhecimento da população, energia, políticas públicas e meio ambiente. Estas barreiras foram identificadas na primeira etapa da pesquisa, que incluiu uma Revisão Sistemática da literatura. Na seção a seguir, será apresentada uma análise mais detalhada das contribuições dos especialistas em relação a essas barreiras.

A barreira econômica é considerada uma das principais limitações para a adoção de veículos elétricos. Especialistas destacaram informações que contribuem para essa realidade. O preço de aquisição dos VEs é significativamente elevado, principalmente devido ao alto custo das baterias, o que inviabiliza a compra para consumidores de baixa renda, conforme apontaram E1 e E2. E3 complementou essa análise, ressaltando que esses veículos são frequentemente percebidos como produtos de luxo, limitando sua popularização no mercado.

Além disso, os custos de manutenção e seguro também apresentam desafios adicionais. A manutenção dos veículos elétricos, conforme observado por E1 e E3, costuma demandar mão de obra especializada, o que eleva o custo do serviço. Em relação ao seguro, embora o valor seja comparável ao de veículos a combustão, ainda é elevado devido aos riscos associados às baterias. Em contrapartida, a disponibilidade de peças de reposição tende a ser mais baixa em comparação com veículos a combustão, exceto pelas baterias, que continuam a representar um alto valor.

Outro ponto relevante a ser considerado é a ausência de incentivos governamentais e da indústria, que, segundo E2 e E3, restringe a expansão do mercado de veículos elétricos. Em diversos países, o aumento de VEs foi facilitada por subsídios, evidenciando a importância desse fator para impulsionar as vendas no setor. A questão da desvalorização dos veículos elétricos também se revela uma barreira significativa. E1 sugeriu que a depreciação rápida é uma realidade aceita pelos consumidores que optam por esses veículos como segunda escolha,

enquanto E2 enfatizou que a diminuição da capacidade de armazenamento das baterias acelera a desvalorização, desincentivando novos compradores.

Associada à barreira econômica, existe a falta de informações adequadas sobre as tecnologias dos veículos elétricos. E1 ressaltou que a insuficiência de conhecimento por parte dos vendedores gera insegurança nos consumidores, limitando seu interesse pela tecnologia. E2 comentou que o público em geral desconhece as diferenças entre os tipos de veículos eletrificados, como BEV, PHEV, HEV e MHEV, e critica as campanhas de marketing das montadoras, consideradas insuficientes no Brasil. E3 complementou essa perspectiva, destacando que informações imprecisas ou negativas disseminadas na internet podem impactar a decisão de compra, indicando a necessidade de uma comunicação mais precisa e educativa sobre os veículos elétricos.

Ademais, a infraestrutura limitada também impacta diretamente a viabilidade dos veículos elétricos, especialmente em viagens de longa distância. E1 indicou que a ausência de uma infraestrutura robusta aumenta o tempo de deslocamento, restringindo o uso dos VEs a ambientes urbanos. E2 concordou, afirmando que o perfil dos usuários de veículos elétricos tende a ser mais urbano, devido às limitações de autonomia e à escassez de pontos de recarga para trajetos mais longos. E3 corroborou essa visão ao sugerir que a infraestrutura inadequada restringe o uso dos VEs em viagens e, conseqüentemente, contribui para a limitação de seu mercado. Embora as montadoras estejam se adaptando e expandindo suas redes de atendimento, a barreira de infraestrutura continua a ser um desafio relevante para a adoção desses veículos em grandes centros urbanos, como São Paulo.

A aceitabilidade dos veículos elétricos também depende do nível de conhecimento da população. E1 e E3 destacaram que, apesar de informações estarem disponíveis, os consumidores precisam buscá-las ativamente, o que pode desestimular o interesse. E2 explicou que a divulgação das informações por parte das montadoras é limitada e atinge apenas aqueles que já demonstraram uma intenção clara de compra. Nesse contexto, a internet desempenha um papel fundamental, mas os especialistas alertam sobre a importância de validar a veracidade dos dados encontrados online, dada a possibilidade de desinformação.

Embora a questão da fonte de energia seja central para a operação dos veículos elétricos, os especialistas concordam que isso ainda não é uma preocupação premente para os consumidores. E1 e E2 sugeriu que o aumento da demanda por VEs, juntamente ao crescimento

da frota elétrica, poderá futuramente pressionar a capacidade de geração e fornecimento de energia. E3 explicou que, à medida que o número de veículos elétricos aumenta, a adaptação do sistema energético se tornará uma prioridade, mas essa transformação ocorrerá a longo prazo. Essa perspectiva indica que a questão energética poderá aparecer como uma barreira relevante no futuro, especialmente no que diz respeito à sustentabilidade do abastecimento.

A implementação de políticas públicas é considerada essencial para impulsionar a adoção de veículos elétricos. E1 ressaltou que a criação de políticas de incentivo, como observado em outros países, pode estimular significativamente o mercado de VEs. Entretanto, E2 e E3 enfatizaram que tais políticas devem ser planejadas e implementadas de forma estruturada para garantir um crescimento sustentável, equilibrando os interesses dos consumidores e da indústria. Nesse sentido, um planejamento estratégico cuidadoso é fundamental para criar um ambiente favorável à mobilidade elétrica e evitar futuros desafios.

Por fim, o impacto ambiental dos veículos elétricos aparece como um fator relevante, especialmente em relação ao reaproveitamento de baterias e à sustentabilidade. E1 e E2 observaram que o desconhecimento sobre as possibilidades de reciclagem das baterias e de componentes dos VEs pode limitar a aceitação desses veículos no mercado. E3, por outro lado, apontou que o setor de veículos elétricos possui um grande potencial para desenvolver práticas inovadoras e sustentáveis, à medida que novas demandas surgem. Embora a questão ambiental seja uma preocupação latente, os especialistas sugerem que, atualmente, ela não constitui uma barreira significativa, especialmente diante das oportunidades de inovação para o reaproveitamento dos componentes.

A tabela 4 resume as principais barreiras à adoção de veículos elétricos e as contribuições de cada entrevistado, proporcionando uma visão clara dos principais obstáculos e considerações no contexto da mobilidade elétrica.

Tabela 4 - Quadro de análise dos especialistas

Barreira	Descrição
Econômica	Preço de aquisição: Alto custo inicial, principalmente pela bateria, que torna a compra inviável para consumidores de baixa renda. Custos de manutenção e seguro: Elevados devido à necessidade de mão de obra qualificada e riscos associados à bateria. Disponibilidade de peças: Preços de peças tendem a ser mais altos, especialmente as baterias. Incentivos governamentais: Ausência de incentivos limita as vendas. Desvalorização: Rápida desvalorização devido à perda de capacidade da bateria.

Produto	Falta de informação: Conhecimento insuficiente dos vendedores gera insegurança nos consumidores. Desconhecimento das tecnologias: Dúvidas sobre diferentes modelos (BEV, PHEV, etc.). Informações imprecisas: Dados negativos podem impactar a decisão de compra.
Infraestrutura	Barreira física: A infraestrutura inadequada aumenta o tempo de trajeto e limita viagens longas. Adequação ao ambiente urbano: Veículos elétricos são mais adequados para uso urbano. Desenvolvimento das concessionárias: Crescimento da demanda por uma rede de atendimento adequada.
Conhecimento da População	Desconhecimento geral: Informações disponíveis, mas precisam ser buscadas ativamente. Limitação de divulgação: Falta de marketing efetivo das montadoras. Importância da verificação: Necessidade de validar informações na internet para evitar dados imprecisos.
Energia	Preocupações com a fonte de energia: Não é uma questão premente para consumidores, mas a geração de energia pode se tornar uma consideração futura com o aumento da demanda.
Políticas Públicas	Importância das políticas: Necessidade de políticas eficazes que incentivem a adoção de VEs. Planejamento cuidadoso: Políticas devem ser implementadas de forma estruturada para beneficiar usuários e fabricantes, garantindo um crescimento sustentável.
Meio Ambiente	Questões ambientais: Preocupação com o reaproveitamento das baterias e soluções sustentáveis. Potencialidades de reaproveitamento: Desconhecimento sobre a reciclagem de baterias. Oportunidades de inovação: Novas ideias podem contribuir para um uso mais sustentável.

Fonte: Elaborado pelo autor

4.2 SURVEY

4.2.1 PERFIL DO RESPONDENTE

O formulário foi enviado através do WhatsApp para pessoas que tem sua rotina na cidade de São Paulo abrangendo diferentes regiões da cidade. As pessoas recebiam o formulário, respondiam e retransmitiam para outras, alcançando um total de 127 respostas.

Os resultados da pesquisa mostraram que, das 127 pessoas que responderam ao formulário, 92,1% não possuem um veículo 100% elétrico. Dentre os respondentes, 50,4% já tiveram a experiência de dirigir um VE, e 54,3% não pretendem adquirir um VE nos próximos 5 anos. A região Sul de São Paulo foi a que teve maior participação, com 72,4% dos respondentes. Quanto ao perfil dos respondentes, 71,7% eram do sexo masculino, enquanto 28,3% eram do sexo feminino. A maioria dos respondentes era casada, representando 66,9%,

enquanto 28,8% eram solteiros, com idade entre 29 e 49 anos, totalizando 75,6% da amostra. Em relação ao nível de escolaridade, 73,3% possuíam ensino superior ou pós-graduação. A faixa salarial predominante entre os respondentes foi de R\$ 5.001,00 a R\$ 15.000,00, com 52,8% das respostas.

Considerando os percentuais de resposta da pesquisa, é possível entender que o público abrangido não possui, em sua maioria, um veículo 100% elétrico, com 92,1% dos respondentes afirmando não ter esse tipo de veículo. Além disso, um percentual significativo de 54,3% declarou não ter a intenção de adquirir um veículo 100% elétrico nos próximos 5 anos.

4.2.2 TAMANHO MÍNIMO DA AMOSTRA

Para determinar o tamanho mínimo da amostra foi utilizado o Software G*Power 3.1.9.2. Foram consideradas as recomendações de Cohen (1988) para o teste F: tamanho do efeito médio f^2 igual a 0,15 e poder do teste igual a 0,80. A entrada desses dados indicou amostra mínima de 55 respostas, conforme é apresentada na figura 12. Essa pesquisa obteve 127 respostas. A figura 12 mostra os dados inseridos no sistema para o cálculo.

Figura 12 – Teste do tamanho mínimo da amostra

The screenshot shows the G*Power 3.1.9.2 window with the following settings:

- Test family:** F tests
- Statistical test:** Linear multiple regression: Fixed model, R² deviation from zero
- Type of power analysis:** A priori: Compute required sample size – given α , power, and effect size
- Input Parameters:**
 - Effect size f^2 : 0.15
 - α err prob: 0.05
 - Power ($1 - \beta$ err prob): 0.80
 - Number of predictors: 1
- Output Parameters:**
 - Noncentrality parameter λ : 8.2500000
 - Critical F: 4.0230170
 - Numerator df: 1
 - Denominator df: 53
 - Total sample size: 55
 - Actual power: 0.8050826

Buttons at the bottom include "X-Y plot for a range of values" and "Calculate".

Fonte: Elaborado pelo autor

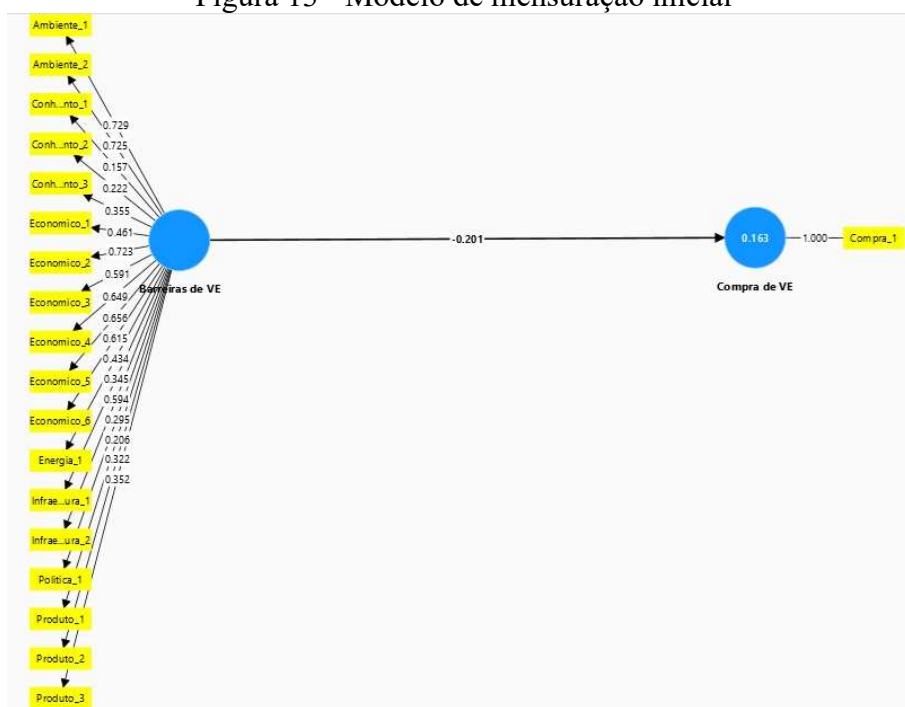
4.2.3 AJUSTE DO MODELO

Os constructos, representados pelos círculos azuis no modelo, e as variáveis observadas, representadas pelos retângulos amarelos, são conectados por apenas uma seta. Isso significa que há um único preditor (Ringle et al., 2015). O constructo "Barreiras de VE" é reflexivo em relação às 18 variáveis que o compõem, assim como para o constructo "Compra de VE".

4.2.3.1 Avaliação dos modelos de mensuração

Na etapa seguinte foram observadas as cargas fatoriais e os valores das Variâncias Médias Extraídas (AVE). Onze variáveis apresentaram cargas fatoriais menor que 0,50 (Conhecimento_1; Conhecimento_2; Conhecimento_3; Econômico_1; Econômico_6; Energia_1, Infraestrutura_1, Política_1, Produto_1; Produto_2; Produto_3). Essas variáveis foram retiradas do modelo uma a uma e um novo cálculo foi realizado a cada saída de variável. Após a retirada das variáveis com carga fatorial menor que 0,50, foi verificado que o valor da AVE ficou menor que 0,50. Então, seguindo a recomendação de Hair et al. (2014), a variável restante de menor carga fatorial, Infraestrutura_2, foi retirada do modelo. Com este ajuste, o modelo atendeu aos requisitos iniciais de cargas fatoriais das variáveis observadas e AVE maiores que 0,50. Os modelos de mensuração inicial e ajustado, com os valores das cargas fatoriais, estão apresentados nas figuras 13.

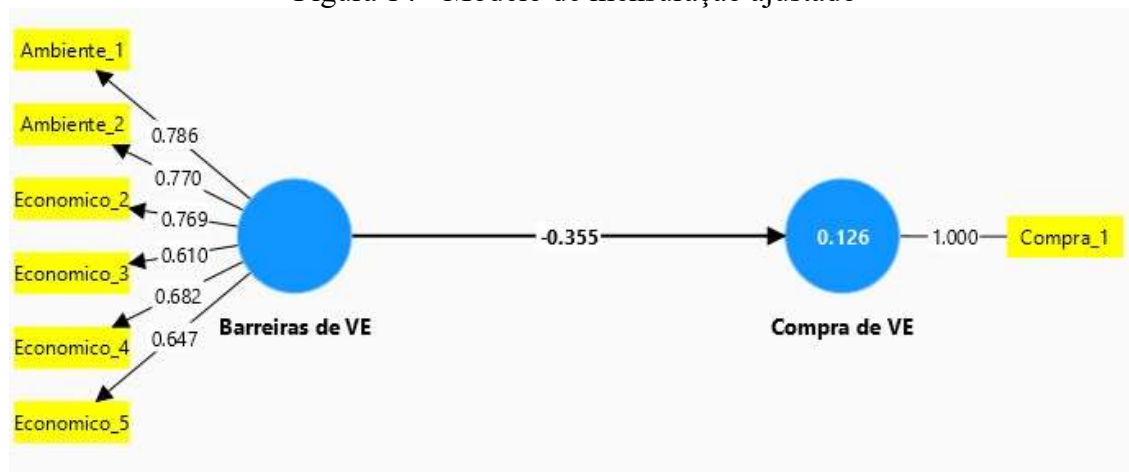
Figura 13 - Modelo de mensuração inicial



Fonte: Elaborado pelo autor

A figura 14 mostra a sua evolução após a o ajuste do modelo indicando as barreiras mais significativas.

Figura 14 - Modelo de mensuração ajustado



Fonte: Elaborado pelo autor

Os resultados do modelo, baseados nas cargas fatoriais das variáveis, permitiram identificar barreiras significativas e não significativas que influenciam a decisão de compra de veículos elétricos (VE) na cidade de São Paulo. Esta análise detalhada aprofunda as razões pelas quais certas barreiras se destacam e outras não apresentaram relevância suficiente, mesmo sendo amplamente discutidas na literatura sobre o tema. Doze variáveis do modelo inicial foram removidos. Essas barreiras, apesar de discutidas no contexto da adoção de VE, não se mostraram estatisticamente significativas nesta pesquisa, indicando que não são percebidas como determinantes pelos consumidores.

A variável de **preço de VE comparado a modelos a combustão (Econômico_1)** não foi significativa no modelo. Uma possível explicação é que os consumidores podem estar mais preocupados com os custos contínuos, como manutenção e seguro, do que com o custo inicial. Isso sugere que a percepção do custo total de propriedade tem maior peso na decisão de compra do que o preço de aquisição isolado. Também, a **desvalorização de VE (Econômico_6)** não se destacou como uma barreira significativa, possivelmente devido à falta de conhecimento ou preocupação com o mercado de revenda.

Outro aspecto verificado é a **falta de conhecimento sobre VE, baterias e componentes (Conhecimento_1, Conhecimento_2, Conhecimento_3)**. A ausência de significância dessas variáveis indica que, embora haja lacunas de conhecimento, os consumidores interessados em adquirir VE podem buscar informações de forma proativa. Isso sugere que a falta de

informação, por si só, não impede diretamente a decisão de compra, mas pode ser um obstáculo para consumidores menos engajados.

Em termos de infraestrutura, a **falta de estações de recarga e concessionárias autorizadas (Infraestrutura_1, Infraestrutura_2)** não foi percebida como um fator decisivo pelos respondentes. Isso pode estar relacionado à concentração do uso de VE em áreas urbanas, onde a infraestrutura existente pode ser considerada suficiente para necessidades básicas.

Ainda, a ausência de significância das variáveis de **falta de informações sobre veículos, baterias e estações de recarga (Produto_1, Produto_2, Produto_3)** reforça que, embora a divulgação de informações seja importante, ela não é percebida como um fator crítico na decisão de compra. Consumidores interessados tendem a acessar informações por canais alternativos, como internet e redes sociais.

Outra barreira identificada na literatura e analisada no contexto de São Paulo foi a **preocupação com a disponibilidade de energia elétrica (Energia_1)**. A ausência de preocupação com a suficiência energética pode estar associada à percepção de que o abastecimento de energia elétrica é confiável nas áreas urbanas onde o VE é mais utilizado. Esse resultado indica que a preocupação com a infraestrutura energética é mais relevante em contextos rurais ou em países com fornecimento de energia instável.

Por fim, a ausência de significância da variável de **inexistência ou falta de políticas públicas de incentivo (Políticas_1)** sugere que, embora incentivos sejam importantes para estimular o mercado, eles não são atualmente percebidos como uma barreira crítica. Isso pode indicar que os consumidores se atentam mais diretamente os custos do que os incentivos disponíveis.

Após a retirada das variáveis mencionadas, foram realizadas as etapas de validação do modelo no SmartPLS. Os passos e resultados da validação estão mostrados na sequência.

1º Passo: Avaliação da validade convergente ($AVE > 0,50$).

O valor da variância média extraída ($AVE = 0,509$) é maior que 0,50, logo o modelo apresenta validade convergente, conforme é apresentado na tabela 5.

Tabela 5 – Valores da qualidade do ajuste

	Cronbach's alpha	Composite reliability (rho_a)	Composite reliability (rho_c)	Average variance extracted (AVE)
Barreiras de VE	0.817	0.845	0.861	0.509

Fonte: Elaborado pelo autor

2º Passo: Avaliação da confiabilidade do modelo

Para que o modelo apresente confiabilidade, é necessário que a confiabilidade composta e alfa de *Cronbach* sejam maiores que 0,70. Esses valores foram apresentados na tabela 5. Todos os valores são maiores que 0,70. Esse resultado, em conjunto com a validade convergente (AVE), fortalece a confiabilidade e validade do modelo, permitindo interpretações mais robustas e confiáveis dos resultados.

3º Passo: Validade discriminante

Inicialmente foram analisados os valores de cargas cruzadas. É possível verificar que o valor da carga de cada variável é maior em seu constructo do que nos demais. Esses valores estão apresentados na tabela 6.

Tabela 6 – valores de cargas cruzadas

	Barreiras de VE	Compra de VE
Ambiente_1	0.786	-0.350
Ambiente_2	0.770	-0.262
Economico_2	0.769	-0.287
Economico_3	0.610	-0.110
Economico_4	0.682	-0.164
Economico_5	0.647	-0.221
Compra_1	-0.355	1.000

Fonte: Elaborado pelo autor

Na sequência, foram comparadas as raízes quadradas dos valores das AVE de cada constructo com as correlações de Pearson entre os constructos. O resultado está apresentado na tabela 7. Nota-se que os valores da diagonal principal, em amarelo, são maiores que os demais valores, isto significa que há validade discriminante.

Tabela 7 – Validade discriminante do ajuste

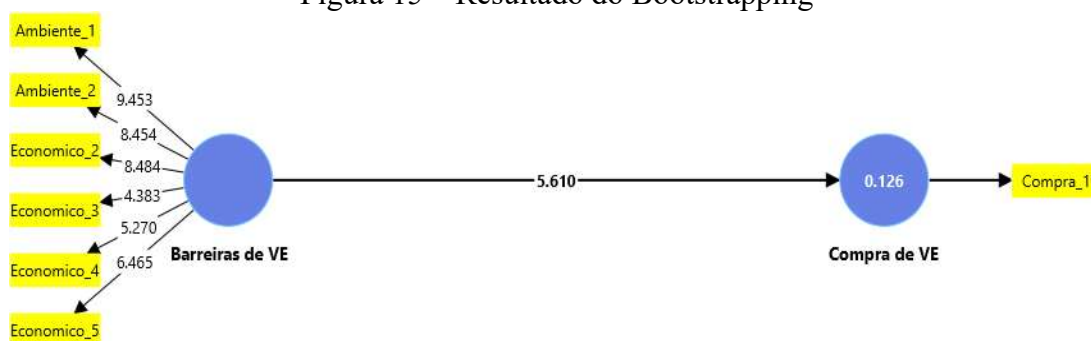
	Barreiras de VE	Compra de VE
Barreiras de VE	0.714	
Compra de VE	-0.355	1.000

Fonte: Elaborado pelo autor

4º Passo: Avaliação das significâncias das correlações e regressões.

A análise das significâncias das correlações e regressões no modelo é uma etapa essencial para validar as relações propostas entre os constructos. Nesta pesquisa, foi utilizado o método de *bootstrapping*, uma técnica robusta para calcular o teste t de *Student* com base em amostras reamostradas. O critério adotado para determinar significância estatística foi $t > 1,96$, conforme sugerido por Hair et al. (2014). Os resultados, apresentados na Figura 15, demonstram que todas as relações do modelo possuem valores de t superiores a 1,96. Isso indica que as relações testadas são estatisticamente significativas, validando os caminhos propostos entre os constructos. Esses resultados reforçam a consistência do modelo, evidenciando que os efeitos estimados não são devidos ao acaso, mas representam relações robustas entre as variáveis latentes.

Figura 15 – Resultado do Bootstrapping



Fonte: Elaborado pelo autor

5º Passo: Avaliação dos coeficientes de determinação de Pearson (R^2).

O coeficiente de Pearson é avaliado entre os dois constructos. Para a área de ciências sociais e comportamentais, R^2 de 0,02 é classificado como efeito pequeno, R^2 de 0,13 como efeito médio e R^2 de 0,26 como efeito grande (COHEN, 1988). O R^2 do modelo foi de 0,119, o que indica que as barreiras de VE têm efeito médio na compra de VE. Esse resultado é útil para compreender que, embora as barreiras tenham uma influência moderada, há outros fatores adicionais que podem estar contribuindo significativamente para as decisões de compra, além das barreiras mensuradas. O R^2 médio sugere que o modelo está bem ajustado para estudos em áreas comportamentais, onde efeitos moderados são comuns devido à complexidade das decisões humanas.

6º Passo: Avaliação da validade preditiva (Q^2) e do tamanho do efeito (f^2).

Essa avaliação verifica a acurácia do modelo ajustado e o quanto cada constructo é útil para o ajuste do modelo. Os critérios para essas avaliações são: $Q^2 > 0$ e; valores de f^2 de 0,02, 0,15 e 0,35 são considerados pequenos, médios e grandes, respectivamente. Os valores calculados pelo modelo foram Q^2 de 0,103 e f^2 de 0,144. Os resultados de Q^2 e f^2 reforçam a adequação do modelo ajustado, demonstrando que ele apresenta precisão preditiva suficiente para o contexto analisado e que os constructos selecionados são úteis para explicar a relação entre as barreiras de VE e a decisão de compra. A validade preditiva positiva indica que o modelo está alinhado com os dados empíricos, enquanto o tamanho do efeito moderado sugere que as barreiras identificadas possuem relevância prática, mas não são os únicos determinantes do comportamento de compra.

7º Passo: Avaliação do coeficiente de caminho (seta entre os constructos).

De acordo com Hair et al. (2014) os coeficientes de caminho com valores acima de 0,2 são usualmente significativos e aqueles com valores abaixo de 0,1 são usualmente não significativos. O coeficiente de caminho entre duas variáveis latentes em um modelo de equações estruturais com PLS-SEM pode ser negativo. Esse coeficiente de caminho representa a força e a direção da relação entre os constructos. Coeficiente negativo indica uma relação inversa entre os constructos. O coeficiente de caminho calculado pelo modelo foi -0,355, o que denota relação significativa e que à medida em que Barreiras de VE aumenta, Compra de VE diminui. Desta forma, os resultados do modelo confirmam a hipótese testada nesta pesquisa, que indicam que as barreiras mostradas no modelo, que estão concentradas nos aspectos ambiental e econômico, inibem a compra de VE.

No que se refere às barreiras ambientais, o **descarte de baterias (Ambiente_1)** representa um dos principais desafios, uma vez que estas são compostas por materiais como lítio, cobalto e níquel, que possuem elevado impacto ambiental se descartados de forma inadequada. A ausência de infraestrutura robusta para reciclagem e os altos custos associados a esse processo geram preocupações nos consumidores quanto aos impactos ecológicos a longo prazo. Essa percepção negativa desestimula a compra de VE, especialmente entre consumidores ambientalmente conscientes. Da mesma forma, o **descarte de componentes de VE (Ambiente_2)**, como motores elétricos e sistemas eletrônicos, apresenta dificuldades adicionais devido à complexidade do processo de reciclagem. A percepção de que esses componentes podem contribuir para a poluição ambiental, caso não sejam gerenciados de forma sustentável,

reduz a atratividade dos VE, afastando consumidores que priorizam práticas de consumo sustentável.

Entre as barreiras econômicas, o **custo de manutenção (Econômico_2)** se destaca como um fator significativo. Embora os veículos elétricos sejam mecanicamente mais simples do que os veículos a combustão, componentes específicos, como baterias e sistemas eletrônicos, apresentam custos elevados de manutenção e substituição. A incerteza em relação à durabilidade desses componentes e ao impacto financeiro de eventuais reparos reduz a confiança do consumidor, favorecendo a escolha por veículos convencionais, que apresentam custos operacionais mais previsíveis. Outro fator relevante é o **custo elevado do seguro do VE (Econômico_3)**, que reflete o preço elevado das peças de reposição e a baixa disponibilidade de profissionais especializados para realizar reparos. Este custo adicional compromete a viabilidade financeira da aquisição de VE, sendo um desestímulo importante na decisão de compra.

Além disso, o **preço elevado de peças de reposição (Econômico_4)** para VE, como baterias, carregadores e sistemas eletrônicos, reforça a percepção de alto custo total de propriedade. Isso se deve ao fato de essas tecnologias ainda serem produzidas em menor escala e com menor concorrência no mercado, o que limita a redução dos custos. Consequentemente, muitos consumidores optam por veículos convencionais devido ao menor impacto financeiro em situações de manutenção. A **ausência de incentivos financeiros (Econômico_5)** atrativos para aquisição de VE também é um fator crítico. Políticas públicas que reduzam impostos, ofereçam subsídios ou isentem taxas específicas ainda são limitadas em muitos contextos, como na cidade de São Paulo, o que compromete a competitividade dos VE em relação aos veículos a combustão.

Assim, verifica-se que as barreiras ambientais e econômicas desempenham papel central na inibição da adoção de veículos elétricos, limitando sua difusão no mercado. Para mitigar esses desafios, é imprescindível que políticas públicas sejam desenvolvidas com o objetivo de fortalecer a infraestrutura de reciclagem, reduzir custos de manutenção e seguro, ampliar a oferta de incentivos financeiros e promover maior competitividade no setor de peças e componentes. Esses avanços são essenciais para superar as barreiras identificadas e acelerar a transição para uma mobilidade mais sustentável e inclusiva.

5. DISCUSSÃO

O levantamento bibliográfico, que identificou as barreiras e desafios existentes em outras regiões do mundo, serviu como base para o desenvolvimento de um formulário de pesquisa do tipo *survey*, com o objetivo de coletar dados de moradores e frequentadores da cidade de São Paulo. A partir dos resultados coletados, foi utilizado o software de modelagem PLS-SEM para identificar as barreiras mais significativas.

É importante mencionar que a pesquisa *survey* contou com a contribuição de três especialistas em veículos elétricos, moradores da cidade de São Paulo. Eles realizaram suas considerações antes do envio para um grupo maior de pessoas. Os especialistas destacaram que, embora as barreiras identificadas na literatura também estejam presentes em São Paulo, na percepção deles, as barreiras mais significativas na cidade são: o preço do veículo, a depreciação do veículo, a falta de infraestrutura, o conhecimento da população e da própria mão de obra responsável pelas manutenções nos veículos. Também foi ressaltado que não existem muitas políticas de incentivo.

Considerando os dados coletados (127 respostas) da pesquisa *survey*, após o modelamento final, foram identificadas cinco barreiras significativas, a saber: descarte de baterias, descarte de componentes de veículos elétricos, custo de manutenção, custo elevado do seguro do veículo, preço elevado de peças de reposição e ausência de incentivos financeiros. Por outro lado, a literatura apresenta as mesmas barreiras, além de outras, como barreiras econômicas, de infraestrutura, produto, conhecimento da população, políticas, meio ambiente e energia, nesta ordem de significância.

Vale ressaltar que a opinião dos especialistas e o resultado da pesquisa *survey* sobre o descarte das baterias divergem. Os especialistas acreditam que, com o aumento dos veículos elétricos na cidade, antes de considerar o descarte final das baterias, será possível o reaproveitamento dessas baterias para outras utilizações, como o armazenamento de energia. Quanto aos componentes dos veículos elétricos, os especialistas afirmaram que há uma grande semelhança com os componentes dos veículos a combustão, que já são descartados atualmente. Nesse sentido, o destino dos componentes dos VEs seria semelhante ao dos veículos a combustão.

Corroborando com o resultado da pesquisa *survey* sobre descarte de bateria e descarte de componentes de VE, a literatura, indica preocupações com descarte e a reciclagem de materiais, especialmente das baterias. Essas práticas são fundamentais para reduzir o impacto ambiental e a dependência de recursos naturais, promovendo uma economia circular (Li & Lukatskaya, 2024). Além disso, a literatura também aborda os desafios relacionados à tecnologia das baterias, como a capacidade de armazenamento e a reciclagem, ressaltando a necessidade de inovações para melhorar a eficiência e a sustentabilidade dos EVs (Sathyan et al., 2024).

Considerando outra barreira identificada na pesquisa *survey*, que está relacionada à primeira barreira significativa identificada na literatura, a barreira econômica, que abrange o custo de manutenção, o preço do seguro, o preço das peças de reposição e os incentivos oferecidos para a aquisição de um veículo elétrico, estudos realizados em outros países mostram que essa barreira continua sendo uma preocupação, limitando as pessoas na decisão de adquirir VEs. Todos os artigos analisados mencionam algum tipo de custo econômico relacionado à aquisição de um veículo elétrico, o que corrobora com os resultados da *survey* e valida a percepção sobre essa barreira entre os principais respondentes da cidade de São Paulo.

Os estudos destacam o potencial da indústria de veículos elétricos (EVs) para gerar empregos, abrangendo desde a produção até a manutenção e a infraestrutura necessária para suportar essa tecnologia, contribuindo assim para o desenvolvimento econômico regional (Farinloye et al., 2024). A acessibilidade dos processos de compra, carregamento e manutenção é um fator crucial que influencia a disposição dos consumidores em adotar EVs (Salim et al., 2024). Além disso, a confiabilidade dos veículos elétricos e a disponibilidade de serviços de manutenção adequados também afetam a decisão de empresas em optar por essa tecnologia (Anosike et al., 2023). Embora os custos iniciais dos EVs sejam mais elevados, há uma análise econômica que ressalta as potenciais economias a longo prazo em manutenção e operação, sendo esta economia um dos principais motivadores da adoção de veículos elétricos (Al-Ghaili et al., 2022).

Comparações entre os custos operacionais dos EVs e os veículos a combustão interna evidenciam as vantagens econômicas dos elétricos, especialmente em termos de despesas com eletricidade e manutenção. Dessa forma, a análise dos aspectos econômicos e operacionais dos EVs reforça a sua viabilidade como uma opção atraente e sustentável em comparação com alternativas tradicionais (Ewelina & Grysa, 2021; Greaves et al., 2014; Groppi et al., 2018).

Esses achados corroboram com o resultado da pesquisa *survey*, que também indicou as barreiras econômicas relacionadas ao custo de manutenção, ao custo elevado do seguro do veículo elétrico e ao preço elevado das peças de reposição como fatores limitantes para a adoção de VEs.

As políticas públicas desempenham um papel crucial na promoção da adoção de veículos elétricos (EVs), conforme discutido por diversos autores (Mohammed et al., 2024). Regulamentações adequadas podem impulsionar o desenvolvimento da infraestrutura de carregamento e incentivar o uso de EVs, superando barreiras regulatórias que dificultam a implementação de práticas eficazes (Anosike et al., 2023; Apata et al., 2023; Sathyan et al., 2024; Schvartz et al., 2024; Wallius et al., 2024). Incentivos financeiros, como subsídios e isenções fiscais, são fundamentais para facilitar a adoção desses veículos, especialmente em setores como o de entregas, onde a falta de políticas robustas limita a eletrificação (Schvartz et al., 2024). A pesquisa destaca a importância de um quadro regulatório forte e intervenções governamentais que criem um ambiente favorável, estimulando investimentos e práticas de transporte sustentável. Assim, a combinação de regulamentações eficazes e incentivos financeiros é essencial para a transição para uma mobilidade elétrica mais ampla (Al-Ghaili et al., 2022; Jelti et al., 2023; Sugihara & Hardman, 2022; Yang et al., 2023). Corroborando com o resultado da pesquisa *survey* onde apresentou com barreira significativa a ausência de incentivos financeiros.

Foram identificados três artigos da revisão da literatura que utilizaram o método de pesquisa *survey*, porém, com objetivos diferentes da pesquisa que foi utilizada para este trabalho. A pesquisa na Índia tratou de um estudo de caso sobre fatores sociais para adoção de veículos elétricos (Digalwar & Rastogi, 2023). O segundo, também na Índia, entrevistou especialistas para entender os fatores econômicos e culturais que influenciam a adoção de veículos elétricos (Chhikara et al., 2021). Por fim, o terceiro estudo, realizado nos EUA, concentrou-se na coleta de dados para investigar como os consumidores reagem a fontes de energia sustentáveis (Daziano & Chiew, 2012).

Conclui-se que as barreiras e desafios identificados na revisão da literatura foram validados pela pesquisa, ou seja, as mesmas barreiras também estão presentes na cidade de São Paulo. No entanto, a pesquisa mostrou que, na cidade, as barreiras mais significativas são: as barreiras ambientais, que abrangem o descarte de baterias e componentes de veículos elétricos,

e as barreiras econômicas, que incluem o custo de manutenção, o custo elevado do seguro do veículo elétrico, o preço elevado das peças de reposição e a ausência de incentivos financeiros.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo de avaliar o impacto das barreiras para a adoção de veículos elétricos (VEs) na cidade de São Paulo foi alcançado, identificando as principais barreiras que influenciam essa transição. A pesquisa apontou oportunidades para as montadoras e o governo trabalharem juntos na redução dessas barreiras e no estímulo ao aumento da frota de VEs na cidade.

O trabalho foi fundamentado em estudos realizados em outras regiões do mundo, que identificaram e consolidaram as barreiras e desafios enfrentados até o momento. A pesquisa *survey* criada para este estudo validou, por meio do modelo de hipótese, as barreiras mais significativas, com destaque para as preocupações com o meio ambiente e a sustentabilidade da cidade.

Na prática, o resultado deste trabalho fornece dados importantes, identificados e validados, para que governo, montadoras e sociedade possam colaborar na melhoria da qualidade de vida dos moradores da cidade de São Paulo. O aumento de VEs nas áreas urbanas contribui para a redução da emissão de gases poluentes, o que, por sua vez, beneficia a saúde das pessoas, proporcionando um ambiente com ar menos poluído e menor nível de ruído.

Para viabilizar a adoção dos VEs por um número maior de pessoas, é essencial que montadoras e governo invistam em incentivos que reduzam o preço dos veículos e seus custos associados, conforme identificado na pesquisa. Isso tornará os VEs mais acessíveis, permitindo que mais cidadãos possam adquirir e usufruir dos benefícios que esses veículos oferecem à comunidade, além de contribuir para a preservação do meio ambiente e a redução da poluição em São Paulo.

Uma limitação deste estudo foi que os dados coletados para a pesquisa quantitativa foram obtidos por conveniência e não abrangem a totalidade da opinião da cidade. Isso representa uma oportunidade para futuros estudos mais aprofundados, que poderiam expandir a pesquisa para o estado de São Paulo ou até para outras regiões do Brasil ou da América Latina.

Como sugestão para pesquisas futuras, recomenda-se a realização de estudos adicionais que explorem as barreiras e desafios enfrentados em outras grandes metrópoles do Brasil, a fim de identificar fatores desconhecidos que possam impactar a implementação de veículos elétricos. Além disso, a exploração de diferentes fontes de energia poderia ser uma continuidade

relevante deste projeto, buscando superar as limitações já reconhecidas e identificando novos desafios que possam surgir com o aumento da frota de veículos elétricos, incluindo barreiras não abordadas neste estudo.

REFERÊNCIAS

- AB, R. (2023). *Brasil precisa de mais especialistas em carros elétricos*.
<http://automotivebusiness.com.br/pt/posts/setor-automotivo/brasil-precisa-mais-especialistas-carros-eletricos/>
- ABVE. (2024, março 5). BEVs lideram vendas pelo terceiro mês seguido. *ABVE*.
<http://www.abve.org.br/pelo-3o-mes-seguido-veiculos-100-eletricos-lideram-vendas-de-eletrificados-no-brasil/>
- Ajanovic, A. (2014). Promoting Environmentally Benign Electric Vehicles. *Energy Procedia*, 57, 807–816. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2014.10.289>
- Al-Ghaili, A. M., Kasim, H., Aris, H., & Al-Hada, N. M. (2022). Can electric vehicles be an alternative for traditional fossil-fuel cars with the help of renewable energy sources towards energy sustainability achievement? *Energy Informatics*, 5(S4), 60.
<https://doi.org/10.1186/s42162-022-00234-3>
- ANFAVEA. (2023). *ANUARIO-ANFAVEA-2023.pdf*. <https://anfavea.com.br/site/wp-content/uploads/2023/04/ANUARIO-ANFAVEA-2023.pdf>
- Anosike, A., Loomes, H., Udokporo, C. K., & Garza-Reyes, J. A. (2023). Exploring the challenges of electric vehicle adoption in final mile parcel delivery. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 26(6), 683–707.
<https://doi.org/10.1080/13675567.2021.1978409>
- Apata, O., Bokoro, P. N., & Sharma, G. (2023). The Risks and Challenges of Electric Vehicle Integration into Smart Cities. *Energies*, 16(14), 5274.
<https://doi.org/10.3390/en16145274>
- Asadi, S., Nilashi, M., Iranmanesh, M., Ghobakhloo, M., Samad, S., Alghamdi, A., Almulihi, A., & Mohd, S. (2022). Drivers and barriers of electric vehicle usage in Malaysia: A

- DEMATEL approach. *Resources, Conservation and Recycling*, 177, 105965.
<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105965>
- Barbosa Dos Santos, M. F., Nardi, J. C., Teixeira, G. F., Berilli, S. D. S., & Carvalho, V. A. (2024). EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA DOS VEÍCULOS ELÉTRICOS: Uma Perspectiva a Partir das Patentes de Sistemas de Armazenamento de Energia. *P2P E INOVAÇÃO*, 10(2). <https://doi.org/10.21728/p2p.2024v10n2e-6876>
- Brendel, A. B., Lichtenberg, S., Brauer, B., Nastjuk, I., & Kolbe, L. M. (2018). 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*, 64, 230–245. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2018.01.024>
- Calmon, F. (2023). *Calmon: Carros elétricos perdem ritmo em mercados da Europa*.
<https://www.terra.com.br/mobilidade/carros/calmon-carros-eletricos-perdem-ritmo-em-mercados-da-europa,479e0b4b2dc21c845df058366fb060d401e5qbhy.html>
- Chhikara, R., Garg, R., Chhabra, S., Karnatak, U., & Agrawal, G. (2021). Factors affecting adoption of electric vehicles in India: An exploratory study. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 100, 103084.
<https://doi.org/10.1016/j.trd.2021.103084>
- Costa, E., Horta, A., Correia, A., Seixas, J., Costa, G., & Sperling, D. (2021). Diffusion of electric vehicles in Brazil from the stakeholders' perspective. *International Journal of Sustainable Transportation*, 15(11), 865–878.
<https://doi.org/10.1080/15568318.2020.1827317>
- Daziano, R. A., & Chiew, E. (2012). Electric vehicles rising from the dead: Data needs for forecasting consumer response toward sustainable energy sources in personal transportation. *Energy Policy*, 51, 876–894.
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.09.040>

- Delgado, F., Costa, J., Febraro, J., & da Silva, T. (2017). Carros Elétricos. *Carros Elétricos*. DETRAN. (2019). *Portal Detran*. Portal Detran. <https://detran.sp.gov.br>
- Digalwar, A. K., & Rastogi, A. (2023). Assessments of social factors responsible for adoption of electric vehicles in India: A case study. *International Journal of Energy Sector Management*, 17(2), 251–264. <https://doi.org/10.1108/IJESM-06-2021-0009>
- Ewelina, S.-M., & Grysa, K. (2021). Assessment of the Total Cost of Ownership of Electric Vehicles in Poland. *Energies*, 14(16), 4806. <https://doi.org/10.3390/en14164806>
- Farinloye, T., Oluwatobi, O., Ugboma, O., Dickson, O. F., Uzundu, C., & Mogaji, E. (2024). Driving the electric vehicle agenda in Nigeria: The challenges, prospects and opportunities. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 130, 104182. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2024.104182>
- Goel, P., Kumar, A., Parayitam, S., & Luthra, S. (2023). Understanding transport users' preferences for adopting electric vehicle based mobility for sustainable city: A moderated moderated-mediation model. *Journal of Transport Geography*, 106, 103520. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2022.103520>
- Gonçalves, R. M. (2024). Quais são as melhores cidades brasileiras para se ter um carro elétrico? *Olhar Digital*. <https://olhardigital.com.br/2024/02/20/carros-e-tecnologia/quais-sao-as-melhores-cidades-brasileiras-para-se-ter-um-carro-eletrico/>
- Greaves, S., Backman, H., & Ellison, A. B. (2014). An empirical assessment of the feasibility of battery electric vehicles for day-to-day driving. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 66, 226–237. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2014.05.011>
- Groppi, D., Astiaso Garcia, D., Lo Basso, G., Cumo, F., & De Santoli, L. (2018). 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, 177, 64–76.

<https://doi.org/10.1016/j.enconman.2018.09.063>

Hair, J. F., Celsi, M., Money, A., Samouel, P., & Page, M. (2011). *Essentials of business research methods* (2nd edition). Routledge.

Hair, J. F., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2013). Partial Least Squares Structural Equation Modeling: Rigorous Applications, Better Results and Higher Acceptance. *Long Range Planning*, 46(1–2), 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2013.01.001>

Hair, J. F., Risher, J. J., Sarstedt, M., & Ringle, C. M. (2019). When to use and how to report the results of PLS-SEM. *European Business Review*, 31(1), 2–24.

<https://doi.org/10.1108/EBR-11-2018-0203>

Henseler, J., Ringle, C. M., & Sinkovics, R. R. (2009). The use of partial least squares path modeling in international marketing. Em R. R. Sinkovics & P. N. Ghauri (Orgs.), *Advances in International Marketing* (Vol. 20, p. 277–319). Emerald Group Publishing Limited. [https://doi.org/10.1108/S1474-7979\(2009\)0000020014](https://doi.org/10.1108/S1474-7979(2009)0000020014)

IEA. (2023). *Global EV Outlook 2023: Catching up with Climate Ambitions*. OECD.

<https://doi.org/10.1787/cbe724e8-en>

IMEA. (2022, maio 26). Cidade de São Paulo tem poluição do ar acima do recomendado pela OMS nos últimos 22 anos. *Instituto de Energia e Meio Ambiente (IEMA)*.

<https://energiaambiente.org.br/cidade-de-sao-paulo-tem-poluicao-do-ar-acima-do-recomendado-pela-oms-nos-ultimos-22-anos-20220526>

Irle, R. (2023). Global EV Sales for 2023. *EV Volumes*. <https://ev-volumes.com/news/ev/global-ev-sales-for-2023/>

Jelti, F., Allouhi, A., & Tabet Aoul, K. A. (2023). Transition Paths towards a Sustainable Transportation System: A Literature Review. *Sustainability*, 15(21), 15457.

<https://doi.org/10.3390/su152115457>

- Kalghatgi, G. (2019). Development of Fuel/Engine Systems—The Way Forward to Sustainable Transport. *Engineering*, 5(3), 510–518.
<https://doi.org/10.1016/j.eng.2019.01.009>
- Kovačić, M., Mutavdžija, M., & Buntak, K. (2022). New Paradigm of Sustainable Urban Mobility: Electric and Autonomous Vehicles—A Review and Bibliometric Analysis. *Sustainability*, 14(15), 9525. <https://doi.org/10.3390/su14159525>
- Lau, Y.-Y., Wu, A. Y., & Yan, M. W. (2022). A Way Forward for Electric Vehicle in Greater Bay Area: Challenges and Opportunities for the 21st Century. *Vehicles*, 4(2), 420–432.
<https://doi.org/10.3390/vehicles4020025>
- Li, Y., & Lukatskaya, M. (2024). *Materials Challenges for Electric Vehicles*.
<https://doi.org/10.26434/chemrxiv-2024-rr1m3>
- Liu, Q., Kamoto, K. M., Liu, X., Zhang, Y., Yang, Z., Khosravi, M. R., Xu, Y., & Qi, L. (2021). A Sensory Similarities Approach to Load Disaggregation of Charging Stations in Internet of Electric Vehicles. *IEEE Sensors Journal*, 21(14), 15895–15903.
<https://doi.org/10.1109/JSEN.2020.3027684>
- Luna, T. F., Volan, T., & Vaz, C. R. (2019). *Barreiras à difusão de carros elétricos no mundo e a situação no Brasil*.
- Machedon-Pisu, M., & Borza, P. N. (2019). Are Personal Electric Vehicles Sustainable? A Hybrid E-Bike Case Study. *Sustainability*, 12(1), 32.
<https://doi.org/10.3390/su12010032>
- Mohammed, A., Saif, O., Abo-Adma, M., Fahmy, A., & Elazab, R. (2024). Strategies and sustainability in fast charging station deployment for electric vehicles. *Scientific Reports*, 14(1), 283. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-50825-7>

- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. G. (2010). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *International Journal of Surgery*, 8(5), 336–341. <https://doi.org/10.1016/j.ijsu.2010.02.007>
- Naor, M., Bernardes, E. S., Druehl, C. T., & Shiftan, Y. (2015). 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*, 35(1), 26–59. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-06-2012-0220>
- Nascimento, H. (2023). *Brasil importa da China 47,1% do total de carros elétricos em 2023*. Poder360. <https://www.poder360.com.br/economia/brasil-importa-da-china-471-do-total-de-carros-eletricos-em-2023/>
- Nemoto, E. H., Issaoui, R., Korbee, D., Jaroudi, I., & Fournier, G. (2021). How to measure the impacts of shared automated electric vehicles on urban mobility. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 93, 102766. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2021.102766>
- Neves, L. (2020). *Barreiras e motivações à compra de um veículo elétrico* [Dissertação]. Universidade Católica Portuguesa.
- Oliveira, R. (2023). *O mundo já tem mais de 1,47 bilhão de veículos* | Notícias Automotivas. <https://www.noticiasautomotivas.com.br/o-mundo-ja-tem-mais-de-1-bilhao-de-veiculos/>
- Ottesen, A., Banna, S., & Alzougool, B. (2022). Attitudes of Drivers towards Electric Vehicles in Kuwait. *Sustainability*, 14(19), 12163. <https://doi.org/10.3390/su141912163>

- Ringle, C. M., Da Silva, D., & Bido, D. D. S. (2015). Modelagem de Equações Estruturais com Utilização do Smartpls. *Revista Brasileira de Marketing*, 13(2), 56–73.
<https://doi.org/10.5585/remark.v13i2.2717>
- Rodrigues, A. L. P., & Seixas, Sonia. R. C. (2022). Battery-electric buses and their implementation barriers: Analysis and prospects for sustainability. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 51, 101896.
<https://doi.org/10.1016/j.seta.2021.101896>
- Rosa, C. B., Francescatto, M. B., Neuenfeldt Júnior, A. L., Bernardon, D. P., & Dos Santos, L. L. C. (2023). Regulatory analysis of E-mobility for Brazil: A comparative review and outlook. *Utilities Policy*, 84, 101638. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2023.101638>
- Ruoso, A. C., & Ribeiro, J. L. D. (2022). An assessment of barriers and solutions for the deployment of electric vehicles in the Brazilian market. *Transport Policy*, 127, 218–229. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2022.09.004>
- Salim, A., Syafri, & Nasrullah. (2024). Accelerating Sustainability Environment: Understanding Electric Vehicles (EVs) Adoption with Expanded Technology Acceptance Model (TAM). *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 14(2), 629–640.
<https://doi.org/10.18517/ijaseit.14.2.19996>
- Sathyan, S., V Ravikumar Pandi, Deepa K, & Sheik Mohammed Sulthan. (2024). Techno-Economic and Sustainable Challenges for EV Adoption in India: Analysis of the Impact of EV Usage Patterns and Policy Recommendations for Facilitating Seamless Integration. *International Journal of Sustainable Energy Planning and Management*, 40, 75–95. <https://doi.org/10.54337/ijsepm.8048>
- Schlüter, J., & Weyer, J. (2019). 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, 60, 185–201.

<https://doi.org/10.1016/j.trf.2018.09.005>

Schvartz, M. A., Lange Salvia, A., Londero Brandli, L., Leal Filho, W., & Veiga Avila, L.

(2024). The Electric Vehicle Market in Brazil: A Systematic Literature Review of Factors Influencing Purchase Decisions. *Sustainability*, 16(11), 4594.

<https://doi.org/10.3390/su16114594>

Shetty, D. K., Shetty, S., Raj Rodrigues, L., Naik, N., Maddodi, C. B., Malarout, N., &

Sooriyaperakasam, N. (2020). Barriers to widespread adoption of plug-in electric vehicles in emerging Asian markets: An analysis of consumer behavioral attitudes and perceptions. *Cogent Engineering*, 7(1), 1796198.

<https://doi.org/10.1080/23311916.2020.1796198>

Silberg, G. (2023). Kpmg 23rd annual global automotive executive survey.pdf. *23rd annual global automotive executive survey*, 24.

Sugihara, C., & Hardman, S. (2022). Electrifying California fleets: Investigating light-duty vehicle purchase decisions. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 13, 100532. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2021.100532>

Tamor, M. A., & Stechel, E. B. (2022). Electrification of transportation means a lot more than a lot more electric vehicles. *iScience*, 25(6), 104376.

<https://doi.org/10.1016/j.isci.2022.104376>

Tanțău, A., & Gavrilăscu, I. (2019). Key anxiety factors for buying an electric vehicle.

Management & Marketing. Challenges for the Knowledge Society, 14(2), 240–248.

<https://doi.org/10.2478/mmcks-2019-0017>

Valta, J., Makinen, S., Kotilainen, K., Rautiainen, A., & Jarventausta, P. (2018). Comparison of Innovation Policies for Electric Vehicle Business Ecosystems. *2018 15th*

International Conference on the European Energy Market (EEM), 1–5.

<https://doi.org/10.1109/EEM.2018.8469785>

Wallius, E., Tuominen, A., & Aittoniemi, E. (2024). Promoting Sustainability through E-Vehicle Procurement: Experiences from Three Continents. *Journal of Sustainability Research*, 6(2). <https://doi.org/10.20900/jsr20240028>

Xue, Y., Shao, L., Chang, F., You, J., & Song, Y. (2013). A Conceptual Framework for Business Model Innovation: The Case of Electric Vehicles in China. *Academy of Management Proceedings*, 2013(1), 14685.

<https://doi.org/10.5465/ambpp.2013.14685abstract>

Yang, Z., Tate, J., Morganti, E., Philips, I., & Shepherd, S. (2023). How accelerating the electrification of the van sector in Great Britain can deliver faster CO₂ and NO_x reductions. *Sustainable Cities and Society*, 88, 104300.

<https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.104300>

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) E QUESTIONÁRIO DA PESQUISA

Seção 1 de 11

AVALIAÇÃO DO IMPACTO DE BARREIRAS PARA ADOÇÃO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS NA CIDADE DE SÃO PAULO

B *I* U  

Esta pesquisa tem como objetivo avaliar o impacto que as barreiras trazem ou exercem para a adoção de veículos 100% elétricos na cidade de São Paulo.

E-mail *

E-mail válido

Este formulário está coletando e-mails. [Alterar configurações](#)

Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) *

Você está sendo convidado(a) a participar, como voluntário(a), de uma pesquisa científica. Caso deseje participar, basta selecionar a opção "ciente" ao final desta página.

Seguem algumas informações sobre nossa pesquisa:

Título: Avaliação do impacto de barreiras para adoção de veículos elétricos na cidade de São Paulo.

Objetivo: Analisar as barreiras existentes na cidade de São Paulo que impactam a decisão de adoção de veículos elétricos (VEs).

A participação nesta pesquisa ocorrerá por meio de um questionário online composto por perguntas e afirmações sobre as barreiras para a adoção de VEs de acordo com a produção científica internacional. O tempo estimado para o preenchimento do questionário é de 10 a 15 minutos.

Sua colaboração é voluntária e não será remunerada. A precisão nas respostas é essencial para a qualidade dos resultados da pesquisa. Você pode interromper sua participação a qualquer momento, sem qualquer prejuízo ou penalidade.

Confidencialidade e proteção de dados: Os pesquisadores garantem a confidencialidade de todas as informações fornecidas, que serão tratadas conforme as diretrizes da Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD – Lei 13.709/18).

Responsáveis pela pesquisa:

- **Pesquisador principal:** Robson Francisco da Silva, Mestrando do Programa de Pós-graduação em Cidades Inteligentes e Sustentáveis, Universidade Nove de Julho (UNINOVE). E-mail: robfsilva@uni9.edu.br
- **Orientador:** Dr. Luiz Fernando Rodrigues Pinto, Professor do Programa de Pós-graduação em Cidades Inteligentes e Sustentáveis, UNINOVE. E-mail: luiz.rodrigues@uni9.pro.br
- **Coorientadora:** Profa. Dra. Heidy Rodriguez Ramos, Professora do Programa de Pós-graduação em Cidades Inteligentes e Sustentáveis, UNINOVE. E-mail: heidyr@uni9.pro.br

Caso tenha qualquer dúvida ou deseje mais informações, você poderá entrar em contato com os pesquisadores a qualquer momento via e-mail.

☐ Ciente

Seção 2 de 11

QUESTIONÁRIO SURVEY SOBRE AVALIAÇÃO DO IMPACTO DE BARREIRAS PARA ADOÇÃO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS NA CIDADE DE SÃO PAULO**Convite**

Meu nome é Robson Francisco da Silva, sou Mestrando do Programa de Pós-graduação em Cidades Inteligentes e Sustentáveis da Universidade Nove de Julho (UNINOVE), sob a supervisão do Prof. Orientador: Dr. Luiz Fernando Rodrigues Pinto e a Profa. Dra. Heidy Rodriguez Ramos.

Agradeço sua disponibilidade para participar desta pesquisa, ela faz parte da minha dissertação do mestrado.

Objetivo: Analisar as barreiras existentes na cidade de São Paulo que impactam a decisão de adoção de veículos elétricos (VEs).

A sua resposta será usada somente para fins desta pesquisa e será mantida em absoluto sigilo.

Em caso de dúvida, peço a gentileza de entrar em contato comigo pelo correio eletrônico: robfsilva@uni9.edu.br.

Agradecemos a sua participação.

Seção 3 de 11

Questões relacionadas a informações gerais

(e-mail, Veículo 100% Elétrico, região, gênero, estado civil, faixa etária, escolaridade, renda)

Você tem veículo 100% elétrico movido a bateria? *

☐ Sim

☐ Não

Você teve a oportunidade de dirigir um veículo 100% elétrico movido a bateria? *

☐ Sim

☐ Não

Você tem a intenção de comprar de um Veículo 100% elétrico movido a bateria nos próximos 5 anos? *

☐ Sim

☐ Não

Qual a região que mora ou mais frequenta em São Paulo? *

☐ Zona Sul

☐ Zona Norte

☐ Zona Leste

☐ Zona Oeste

Por favor, especificar o bairro que mora ou mais frequenta. *

Texto de resposta curta

Qual é o seu gênero? *

- ☐ Masculino
- ☐ Feminino
- ☐ Prefiro não dizer

Qual é o seu estado civil? *

- ☐ Solteiro
- ☐ Casado
- ☐ Separado
- ☐ Divorciado
- ☐ Viúvo

Qual é a sua faixa etária? *

- ☐ Entre 18 e 29 anos
- ☐ Entre 30 e 39 anos
- ☐ Entre 40 e 49 anos
- ☐ Entre 50 e 59 anos
- ☐ Entre 60 e 69 anos
- ☐ Acima de 70 anos

Qual é a sua escolaridade? *

- ☐ Ensino fundamental
- ☐ Ensino Médio
- ☐ Ensino Técnico ou Profissionalizante
- ☐ Ensino Superior
- ☐ Pós-graduação (Especialização)
- ☐ Pós-graduação (Mestrado/Doutorado)

Qual a sua renda (salário) mensal? *

- ☐ entre R\$1.000,00 - R\$5.000,00
- ☐ entre R\$5.001,00 - R\$10.000,00
- ☐ entre R\$10.001,00 - R\$15.000,00
- ☐ entre R\$15.001,00 - R\$20.000,00
- ☐ entre R\$20.001,00 - R\$25.000,00
- ☐ Acima de R\$25.001,00

Seção 4 de 11

1- Barreiras ECONÔMICAS sobre os veículos 100% elétrico.

Descrição (opcional)

O preço de um veículo 100% elétrico comparado a um modelo a combustão é uma barreira para a aquisição. *

- ☐ Concordo plenamente
- ☐ Concordo parcialmente
- ☐ Não concordo e nem discordo
- ☐ Discordo parcialmente
- ☐ Discordo plenamente

O custo de manutenção do veículo 100% elétrico é uma barreira para a aquisição. *

- ☐ Concordo plenamente
- ☐ Concordo parcialmente
- ☐ Não concordo e nem discordo
- ☐ Discordo parcialmente
- ☐ Discordo plenamente

O valor do seguro de um veículo 100% elétrico é uma barreira para a aquisição. *

- ☐ Concordo plenamente
- ☐ Concordo parcialmente
- ☐ Não concordo e nem discordo
- ☐ Discordo parcialmente
- ☐ Discordo plenamente

O preço das peças de reposição para um veículo 100% elétrico é uma barreira para a aquisição. *

- ☐ Concordo plenamente
- ☐ Concordo parcialmente
- ☐ Não concordo e nem discordo
- ☐ Discordo parcialmente
- ☐ Discordo plenamente

A falta de incentivos pelas montadoras (garantia, seguro e revisão) para um veículo 100% elétrico é uma barreira para a aquisição. *

- ☐ Concordo plenamente
- ☐ Concordo parcialmente
- ☐ Não concordo e nem discordo
- ☐ Discordo parcialmente
- ☐ Discordo plenamente

A desvalorização do veículo 100% elétrico é uma barreira para a aquisição. *

- ☐ Concordo plenamente
- ☐ Concordo parcialmente
- ☐ Não concordo e nem discordo
- ☐ Discordo parcialmente
- ☐ Discordo plenamente

Seção 5 de 11

2- Barreiras sobre a FALTA DE INFORMAÇÕES das baterias e dos componentes dos veículos 100% elétricos.

Descrição (opcional)

A falta de informação sobre o veículo 100% elétrico é uma barreira para a aquisição. *

- ☐ Concordo plenamente
- ☐ Concordo parcialmente
- ☐ Não concordo e nem discordo
- ☐ Discordo parcialmente
- ☐ Discordo plenamente

A falta de informação sobre as baterias de um veículo 100% elétrico é uma barreira para a aquisição. *

- ☐ Concordo plenamente
- ☐ Concordo parcialmente
- ☐ Não concordo e nem discordo
- ☐ Discordo parcialmente
- ☐ Discordo plenamente

A falta de informação sobre os componentes* de um veículo 100% elétrico é uma barreira para a aquisição. *

*Entende-se por componentes: Motor elétrico, Sensores, Sistema de carregamento, Eletrônica de bordo, Circuitos de carga e monitoramento da bateria, Circuitos de fornecimento e controle da energia ao motor.

- ☐ Concordo plenamente
- ☐ Concordo parcialmente
- ☐ Não concordo e nem discordo
- ☐ Discordo parcialmente

Seção 6 de 11

3- Barreiras relacionadas a INFRAESTRUTURA para os veículos 100% elétrico.

Descrição (opcional)

A falta de estações de recarga disponíveis ou de fácil acesso para os veículos 100% elétrico é ^{*} uma barreira para a aquisição .

- ☐ Concordo plenamente
- ☐ Concordo parcialmente
- ☐ Não concordo e nem discordo
- ☐ Discordo parcialmente
- ☐ Discordo plenamente



A falta ou poucas concessionárias / postos autorizados dos fabricantes de veículos 100% elétricos é uma barreira para a aquisição.

- ☐ Concordo plenamente
- ☐ Concordo parcialmente
- ☐ Não concordo e nem discordo
- ☐ Discordo parcialmente
- ☐ Discordo plenamente

Seção 7 de 11

4- Barreiras relacionada a falta de CONHECIMENTO DA POPULAÇÃO sobre os veículos 100% elétricos.

Descrição (opcional)

A falta de informações sobre veículos 100% elétricos para a população é uma barreira para a aquisição. *

- ☐ Concordo plenamente
- ☐ Concordo parcialmente
- ☐ Não concordo e nem discordo
- ☐ Discordo parcialmente
- ☐ Discordo plenamente

A falta de informações sobre a bateria do veículo 100% elétrico para a população é uma barreira para a aquisição. *

- ☐ Concordo plenamente
- ☐ Concordo parcialmente
- ☐ Não concordo e nem discordo
- ☐ Discordo parcialmente
- ☐ Discordo plenamente

A falta de divulgação das estações de recarga de veículo 100% elétrico é uma barreira para a aquisição. *

- ☐ Concordo plenamente
- ☐ Concordo parcialmente
- ☐ Não concordo e nem discordo
- ☐ Discordo parcialmente
- ☐ Discordo plenamente

Seção 8 de 11

5- Barreiras relacionadas a ENERGIA ELÉTRICA para carregamento dos veículos 100% elétrico.

Descrição (opcional)

A preocupação do usuário de não ter energia elétrica suficiente para abastecimentos do veículo 100% elétrico é uma barreira para a aquisição. *

- ☐ Concordo plenamente
- ☐ Concordo parcialmente
- ☐ Não concordo e nem discordo
- ☐ Discordo parcialmente
- ☐ Discordo plenamente

Seção 9 de 11

6- Barreiras relacionadas a POLÍTICAS PÚBLICAS para os veículos 100% elétrico.

Descrição (opcional)

A inexistência ou falta de políticas públicas para incentivo do uso ou aquisição de veículos 100% elétrico é uma barreira para a aquisição. *

- ☐ Concordo plenamente
- ☐ Concordo parcialmente
- ☐ Não concordo e nem discordo
- ☐ Discordo parcialmente
- ☐ Discordo plenamente

Seção 10 de 11

7- Barreiras relacionadas com o MEIO AMBIENTE sobre os veículos 100% elétrico.

Descrição (opcional)

O descarte da bateria do veículo 100% elétrico é uma barreira para a aquisição. *

- ☐ Concordo plenamente
- ☐ Concordo parcialmente
- ☐ Não concordo e nem discordo
- ☐ Discordo parcialmente
- ☐ Discordo plenamente

O descarte dos componentes dos veículos 100% elétrico é uma barreira para a aquisição. *

- ☐ Concordo plenamente
- ☐ Concordo parcialmente
- ☐ Não concordo e nem discordo
- ☐ Discordo parcialmente
- ☐ Discordo plenamente

Seção 11 de 11

Com base em sua experiência, por favor, indique outras barreiras que não tenham sido mencionadas anteriormente.



Descrição (opcional)

Indique as Barreiras:

Texto de resposta curta

.....