

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS - UNIFAL**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS - ICSA**

**VINÍCIUS DE OLIVEIRA SILVA**

**ELEMENTOS QUE DIFICULTAM E QUE FACILITARIAM A DIFUSÃO DOS  
AUTOMÓVEIS ELÉTRICOS NO BRASIL**

VARGINHA, MG

2021

**VINÍCIUS DE OLIVEIRA SILVA**

**ELEMENTOS QUE DIFICULTAM E QUE FACILITARIAM A DIFUSÃO DOS  
AUTOMÓVEIS ELÉTRICOS NO BRASIL**

Trabalho de Conclusão de PIEPEX apresentado como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel Interdisciplinar em Ciência e Economia da Universidade Federal de Alfenas.

Orientador: André Luiz da Silva Teixeira

VARGINHA – MG

2021

## **ELEMENTOS QUE DIFICULTAM E QUE FACILITARIAM A DIFUSÃO DOS AUTOMÓVEIS ELÉTRICOS NO BRASIL**

A banca examinadora abaixo assinada aprova o Trabalho de Conclusão de PIEPEX apresentado como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Ciência e Economia pelo Instituto de Ciências Sociais Aplicadas da Universidade Federal de Alfenas.

### **BANCA EXAMINADORA**

---

Professor e orientador André Luiz da Silva Teixeira

Universidade Federal de Alfenas

---

Professora Cirlene Maria de Matos

Universidade Federal de Alfenas

---

Professora Kellen Rocha de Souza

Universidade Federal de Alfenas

## RESUMO

Os carros elétricos são conhecidos como os carros do futuro, visto que são soluções alternativas ao uso do petróleo e inseridos em um contexto de preocupações com o meio ambiente, conjuntamente com as futuras gerações. Contrapondo-se a seus rivais a combustão, os carros elétricos não poluem, são mais silenciosos e tem manutenção mais barata que os mesmos. Atualmente, a difusão destes modelos ainda é fraca no Brasil se comparada ao restante do mundo, visto que o país conta com apenas 1,6% de automóveis eletrificados em sua frota, sendo que, destes, apenas 0,3% são carros *plug-in*, que permitem o carregamento por tomada. Comparativamente a países desenvolvidos, a Alemanha conta com 20% das vendas deste mercado e, a Noruega, com 80%. Deste modo, o objetivo geral deste trabalho é o de evidenciar os elementos que atualmente dificultam e que poderiam facilitar a difusão dos carros elétricos no mercado automotivo brasileiro. Para isto, foi utilizada uma combinação entre revisões de literatura, notícias e dados secundários. Sobre os elementos que dificultam a difusão destes automóveis no Brasil, concluiu-se que o grande problema para o atraso desta tecnologia são a falta de tecnologias complementares e a falta de incentivos por parte do governo, que deveria agir como financiador e impulsionador dessa tecnologia. Em relação aos elementos que podem facilitar a difusão dos elétricos no Brasil, destaca-se também o governo como o principal agente responsável, haja vista de que, a partir de quando o governo subsidia e incentiva a criação de novas tecnologias, as empresas e os consumidores se sentem mais seguros em relação a ela, de forma que essa melhor expectativa quanto ao futuro da tecnologia ajuda em sua difusão. A conclusão geral deste trabalho é que, atualmente, os carros elétricos são viáveis apenas para as pessoas que moram em grandes centros urbanos e que não usam seus carros para trabalho, visto que, devido a fraca difusão desta tecnologia no Brasil, pessoas que adquirem a própria em regiões menos desenvolvidas tendem a sofrer com problemas de infraestrutura, o que, além do alto custo de aquisição desses, inviabiliza o uso dos carros elétricos para a maioria da população.

**Palavras-chave:** carros elétricos; difusão; tecnologias complementares; governo.

## ABSTRACT

Electric cars are known as the cars of the future, as they are alternative solutions to the use of oil and placed in a context of concern for the environment, together with future generations. Opposing to their combustion rivals, electric cars do not pollute, are quieter and are cheaper to maintain than the same. Currently, the diffusion of these models is still weak in Brazil compared to the rest of the world, since the country has only 1.6% of electrified cars in its fleet, and, of these, only 0.3% are plug-in cars. in, which allow charging by outlet. Compared to developed countries, Germany accounts for 20% of sales in this market and Norway with 80%. Thus, the general objective of this work is to highlight the elements that currently hinder and could facilitate the diffusion of electric cars in the Brazilian automotive market. For this, a combination of literature reviews, news and secondary data was used. On the elements that hinder the diffusion of these automobiles in Brazil, it was concluded that the major problem for the delay of this technology is the lack of complementary technologies and the lack of incentives on the part of the government, which should act as financier and promoter of this technology. Regarding the elements that can facilitate the diffusion of trams in Brazil, the government is also highlighted as the main responsible agent, given that, from when the government subsidizes and encourages the creation of new technologies, companies and consumers feel more secure about it, so this better expectation about the future of the technology helps its spread. The general conclusion of this work is that, currently, electric cars are only viable for people who live in large urban centers and who do not use their cars for work, since, due to the poor diffusion of this technology in Brazil, people who acquire the own in less developed regions tend to suffer from infrastructure problems, which, in addition to their high acquisition cost, makes the use of electric cars unfeasible for the majority of the population.

**Keywords:** electric cars; diffusion; complementary technologies; government.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>6</b>
<b>2. DIFUSÃO TECNOLÓGICA.....</b>	<b>7</b>
<b>2.1) Relação entre invenção, inovação e difusão .....</b>	<b>8</b>
<b>2.2) Forças indutoras da inovação.....</b>	<b>9</b>
<b>2.3) Determinantes e impactos da difusão tecnológica .....</b>	<b>11</b>
<b>3. CASO ANALISADO .....</b>	<b>13</b>
<b>3.1) Metodologia.....</b>	<b>13</b>
<b>3.2) A história dos carros elétricos no Brasil e no mundo.....</b>	<b>14</b>
<b>3.3) Panorama geral da difusão dos carros elétricos no Brasil.....</b>	<b>19</b>
<b>3.4) Elementos que dificultam a difusão dos carros elétricos no Brasil.....</b>	<b>20</b>
<b>3.5) Elementos que facilitariam a difusão dos carros elétricos no Brasil .....</b>	<b>26</b>
<b>4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>34</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>39</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A cada dia que se inicia novas tecnologias vão sendo apresentadas à sociedade. Estas, por sua vez, podem ou não ter uma rápida difusão na mesma, dependendo de como serão aplicadas e, também, da aceitação do seu público alvo.

Quem nunca ficou um pouco receoso em adquirir um modelo de celular recém lançado, a exemplo do surgimento dos *touch screen*, visto que na época era uma tecnologia totalmente nova inserida na sociedade, em contraposição às antigas, porém, muito confiáveis teclas tradicionais? É justamente neste contexto de difusão tecnológica que se encontram os automóveis elétricos, uma tecnologia que tem feito sucesso no exterior, mas que no Brasil, devido ao fato de estar sendo pouco difundida, acaba se restringindo a um nicho de mercado muito específico (MALDONADO et al., 2019).

Com as preocupações em relação ao meio ambiente, juntamente com o pensamento nas populações futuras, os carros elétricos tem sido desenvolvidos pelo fato de não poluírem como os modelos à combustão, além do pensamento de maior bem-estar dos seus ocupantes, visto que estes automóveis são mais silenciosos e têm manutenção mais barata em relação aos seus concorrentes diretos a combustão (MALDONADO et al., 2019).

Esses carros eletrificados, por sua vez, são categorizados de quatro formas: híbridos leves, híbridos *plug-in* (os quais permitem o carregamento por tomada), totalmente elétricos à bateria e carros de hidrogênio. Os automóveis híbridos leves combinam dois tipos de motores: um a combustão (convencional) e outro elétrico, que permite o desligamento do primeiro em alguns momentos visando mais eficiência e mais autonomia. Sua energia motriz consiste do combustível líquido, sendo que sua bateria é carregada enquanto está em movimento. Os híbridos *plug-in* também contam com essa dupla motorização, contudo, o motor elétrico é carregado apenas via cabo. Desta vez, a recarga da bateria só acontece se o veículo for plugado em uma tomada elétrica. Caso contrário, se assemelhará a um veículo totalmente a combustão. Por sua vez, os carros integralmente elétricos não contam com um motor a combustão, apenas com o motor elétrico e seu carregamento via cabo, sendo mais eficientes energeticamente que os modelos híbridos, com direção mais silenciosa e sem nenhuma emissão de poluentes. Por fim, tem-se também os carros de hidrogênio, os quais possuem um motor elétrico que funciona a base de células de hidrogênio (NEOCHARGE, 2021).

Contudo, os carros elétricos, em geral, correspondem a apenas 1,6% da frota brasileira e, se retirarmos os híbridos da estatística, os automóveis puramente elétricos somam apenas

0,3% dela, número bastante inferior se comparado ao restante do mundo, principalmente em relação aos países desenvolvidos, cujos números giram em torno de 80% de carros totalmente elétricos na Noruega e 20% na Alemanha (AGUIAR, 2021, ABVE, 2021).

Logo, o principal objetivo deste trabalho é explicar o porquê atualmente os carros elétricos, de forma geral, correspondem a essa porcentagem tão pequena do mercado automotivo brasileiro, visto que são mais eficientes energeticamente do que seus rivais a combustão e mais ecológicos do ponto de vista ambiental. Em outras palavras o presente estudo busca evidenciar os motivos que dificultam e que poderiam facilitar a difusão dessa tecnologia no Brasil.

Para isso o presente estudo está dividido em 3 seções, além desta introdução. Na seção seguinte (2) este trabalho apresentará como ocorre a difusão de uma tecnologia, de modo geral e teórico, visando auxiliar na compreensão do caso dos carros elétricos. Esse caso é analisado na terceira seção, descrevendo a metodologia utilizada para esta pesquisa (subseção 3.1), a história dos carros elétricos no Brasil e no mundo (3.2), o panorama geral da difusão dos carros elétricos no Brasil (3.3) e os determinantes da difusão dos mesmos no mercado automotivo brasileiro, seção na qual são tratados detalhadamente os elementos que dificultam a difusão dos elétricos no Brasil (3.4), além dos elementos que, se aplicados, podem facilitar essa difusão no país (3.5). Por fim, na última seção (4) são apresentadas as considerações finais deste estudo.

## **2. DIFUSÃO TECNOLÓGICA**

Segundo Schumpeter (1912) a difusão da tecnologia nada mais é do que a expansão de novos produtos e processos, que ocorrem de maneira geral em todo o mercado. Já segundo Hall (2004) a difusão é a adoção de uma nova tecnologia pelas firmas e indivíduos em relação à outra que já se encontra obsoleta (*apud* CARVALHO; FERREIRA; RUFFONI, 2017).

Logo, pegando como base as ideias de Schumpeter e Hall pode-se compreender que a difusão está diretamente ligada ao processo inovativo, sendo o resultado positivo das inovações. Assim, a difusão é a principal responsável por levar as inovações à sociedade e estas, se difundidas, causam impactos econômicos e sociais na mesma, proporcionando novas formas de organização do trabalho e até mesmo criando novas tecnologias que estarão presentes em locais públicos e privados, modificando a sua estrutura.

Vale ressaltar que a difusão da tecnologia não ocorre de maneira similar em todos os países. Por exemplo, se compararmos os países desenvolvidos com os emergentes certamente

haverá uma desproporcional diferença neste quesito, devido a fatores como concentração de renda, auxílio governamental, poder aquisitivo das populações, entre outros.

Porém, para que uma inovação afete a estrutura social é necessário que tenha um grande número de adotantes, ou seja, é preciso que essa inovação já tenha sido difundida. Pelos registros de Mansfield (1961), se o número de adotantes for pequeno as assimetrias de informação e os riscos em relação à inovação são bastante elevados, fazendo com que a difusão ocorra lentamente pela sociedade. Caso ocorra o contrário, há maiores informações e melhor preparo perante a nova tecnologia, reduzindo os contratempos e aumentando sua difusão.

Por fim, de acordo com as ideias de Bass (1969) e Metcalfe (1981), o processo de difusão tecnológica é marcado por dois momentos, sendo o primeiro quando as empresas resolvem ofertar a nova tecnologia no mercado e o segundo quando os consumidores decidem adotá-la (*apud* CARVALHO; FERREIRA; RUFFONI, 2017). Logo, pode-se afirmar que a difusão é um processo contínuo, de modo que ocorre progressivamente.

Portanto, é de suma importância o entendimento de que por mais que pareça um termo simples, a difusão de uma tecnologia é um conteúdo bastante complexo. Diversos autores têm inúmeras definições a seu respeito, e também há várias acepções acerca de seu desenvolvimento com o passar dos anos. Entretanto, é indispensável o entendimento de que a difusão está diretamente ligada à inovação e que uma economia que tenha dificuldades em difundir seus novos produtos acaba impedindo que novas inovações ocorram em seu território.

Assim, entendido o significado de difusão tecnológica, agora devemos compreender como ocorre o processo de difusão tecnológica. Deste modo, buscando uma melhor organização, as próximas seções deste trabalho serão divididas em “Relação entre Invenção, Inovação e Difusão” (2.1), “Forças Indutoras da Inovação” (2.2) e “Determinantes e impactos da Difusão Tecnológica” (2.3). Essas seções se baseiam essencialmente em dois trabalhos: “Gestão da Inovação: A Economia da Tecnologia no Brasil” (TIGRE, 2006) e “Dinâmica da difusão de inovações no contexto brasileiro” (CARVALHO, FERREIRA, RUFFONI, 2017).

## **2.1) Relação entre invenção, inovação e difusão**

Para que a difusão da tecnologia no mercado ocorra de fato é necessária a conclusão prévia de alguns fatores fundamentais. Logo, a primeira etapa que deve estar completa é a invenção, seguida da inovação. Muitas pessoas confundem os dois termos, mas afirma-se aqui que ambos são mais simples do que parecem, sendo o último o complemento do primeiro.

A invenção nada mais é do que uma novidade, seja de um produto, processo ou técnica. Já a inovação pode ser entendida como a primeira aplicação comercial da invenção na sociedade, ou seja, o início da difusão da invenção. Deste modo a inovação ocorre sempre antes da difusão tecnológica, visto que é necessário que a nova tecnologia primeiramente seja inserida no mercado, ou seja, aplicada comercialmente, para que depois ocorra a difusão da mesma. Logo, é a partir deste processo de difusão de inovações em que é modificada a estrutura social (TIGRE, 2006).

Também é válido dizer que, em muitos casos, o contrário é verdadeiro, de forma que a difusão de uma dada tecnologia contribui para o processo de inovação. Isso ocorre, por exemplo, quando um novo produto tem um crescente número de usuários, de modo que esta tecnologia passe a ser cada vez mais difundida. Contudo, a nova tecnologia pode apresentar problemas que deverão ser corrigidos no futuro, havendo a necessidade de tecnologias complementares que trarão melhorias a ela. Então, devido a essa necessidade de adaptações, há o surgimento de novas inovações, cujo objetivo principal é dar suporte às tecnologias já existentes e consolidadas no mercado. Logo, segundo Tigre (2006; p.88) “o aperfeiçoamento e a adaptação de um novo produto ou processo às condições específicas de um setor ou país é fundamental para o sucesso da difusão tecnológica” e esse aperfeiçoamento ou adaptação pode resultar tanto na difusão desta tecnologia quanto na criação de tecnologias complementares, que ajudam tanto no desenvolvimento de novas tecnologias quanto no desenvolvimento do país em questão.

Dito isso, pode-se afirmar que a difusão de uma tecnologia não é um processo isolado, dependendo diretamente das inovações. Logo, para que um produto específico se difunda no mercado é preciso que existam nessa economia outras inovações relacionadas a ele, visto que conforme uma tecnologia vai se difundindo ela precisa de outras tecnologias complementares.

## **2.2) Forças indutoras da inovação**

Assim, para compreender o processo de difusão é preciso compreender primeiramente os fatores que induzem a geração de inovações. Segundo Tigre (2006) esses fatores podem ser tanto de oferta quanto de demanda. Em relação à demanda pode-se entender este fator como sendo o lado dos usuários das inovações, visto que as empresas desenvolvem inovações em resposta às necessidades específicas da sociedade. Deste modo os indivíduos tem suas preferências, suas demandas, que indicam os tipos de tecnologias a serem geradas. Logo, estas tecnologias são criadas especificamente para atender a essas demandas. Por exemplo, se a renda

dos indivíduos aumenta também cresce a demanda por produtos melhores, o que eleva o preço destes produtos. Esse aumento de preços é um sinal de “para onde inovar” do lado das empresas, devido as necessidades da sociedade. Este fator indutor também é conhecido como *demand-pull* (TIGRE, 2006).

Já sobre a oferta pode-se afirmar que seus aspectos afetam diretamente na criação e no desenvolvimento das inovações. Por exemplo, à medida que certa tecnologia vai se difundindo e se tornando cada vez mais presente na sociedade, podem surgir alguns problemas que precisarão ser corrigidos nela. Assim, elementos do lado das empresas, como suas capacitações tecnológicas, atividades de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), insumos tecnológicos e seus conhecimentos técnicos e científicos são colocados em prática afim de resolver esses problemas. Vale ressaltar também que à medida que esta tecnologia vai crescendo na sociedade (ou seja, sua difusão aumenta), vão surgindo novas inovações visando reforçar essa tecnologia já consolidada no mercado. Como exemplo ilustrativo podemos pensar na empresa Samsung. A Samsung é especialista na fabricação de celulares e como seus celulares tem fama de sofrerem travamentos com frequência após certo tempo de uso, a empresa busca melhorar seu sistema operacional. Contudo, o novo sistema operacional desenvolvido pela marca faz com que o celular consuma mais bateria, sendo este outro problema a ser corrigido. Assim, tanto a Samsung quanto seus fornecedores e demais empresas do ramo buscam inovar na fabricação de baterias, visando a solução deste novo problema.

Deste modo a própria tecnologia (lado da oferta) induz por conta própria melhorias contínuas para seus produtos e as aplica de maneira independente do mercado, a partir de suas próprias pesquisas e seus próprios recursos financeiros. Esse fator indutivo também é conhecido como *technology-push* (TIGRE, 2006).

Entretanto, sabe-se que a oferta de uma tecnologia não costuma ser um fator totalmente autônomo, dependendo de políticas públicas e institucionais, como será melhor explicado mais adiante neste trabalho.

Por fim, pode-se entender que a difusão da tecnologia não segue um caminho específico, dependendo diretamente das forças indutoras da inovação. Assim, segundo Tigre (2006, p.105):

A difusão de novas tecnologias segue uma trajetória diferente para produtos e processos. Enquanto a primeira depende do comportamento dos consumidores, a difusão de inovações em processos geralmente está associada a novos investimentos produtivos.

Deste modo a difusão de uma tecnologia depende tanto do lado da demanda quanto do lado da oferta e é perceptível que a difusão da tecnologia não é um processo que ocorre de

maneira casual, sendo necessários elementos indutores da inovação em si. Além destes, outros atributos são fundamentais para o surgimento de novas inovações, os quais afetam sua direção e seu ritmo de difusão, elementos estes que serão destacados a seguir.

### **2.3) Determinantes e impactos da difusão tecnológica**

Além da invenção, da inovação e dos fatores indutores destes a difusão da tecnologia é analisada em quatro dimensões básicas: 1) Direção ou trajetória tecnológica; 2) Ritmo de difusão; 3) Fatores condicionantes e 4) Impactos econômicos, sociais e ambientais (TIGRE, 2006). Cada um desses fatores contribui de forma individual para que a tecnologia se difunda e, assim, modifique a estrutura social.

Sobre o primeiro ponto Dosi (2006) afirma que a trajetória tecnológica é uma atividade normal da resolução de problemas que são determinados por um paradigma tecnológico (um padrão de solução de problemas tecnológicos selecionados). Deste modo a trajetória tecnológica representa como a tecnologia caminha, ou seja, para que “direção” ela vai. Assim, um paradigma tecnológico fornece os problemas tecnológicos que devem ser atacados e a trajetória tecnológica significa como esses problemas serão resolvidos. Ademais, dentro de um paradigma tecnológico, existem diversas trajetórias tecnológicas, ou seja, diferentes maneiras de resolver esses problemas.

Como ritmo de difusão, entende-se a velocidade de adoção da tecnologia pelo mercado, ou melhor, pela sociedade, de acordo com o número de adotantes ao passar do tempo. Vale ressaltar que essa difusão não é constante ao longo do tempo, por causa da diferença dos fatores condicionantes (próximo subtópico). Contudo, já se sabe que este processo se intensifica quando o conhecimento a respeito da tecnologia aumenta.

Como já adiantado e exposto por Tigre (2006), a difusão da tecnologia também depende de fatores condicionantes, sendo eles de natureza técnica, econômica e institucional. Do ponto de vista técnico a difusão é condicionada por seu grau de dificuldade, de modo que quanto mais complexa for a tecnologia mais necessários serão os suportes especializados para a resolução dos seus problemas e, portanto, mais difícil será a sua difusão. O contrário também ocorre, de modo que quanto mais simples for a tecnologia menor a necessidade de suportes técnicos e, portanto, mais fácil será a sua difusão. Vale ressaltar ainda que, independentemente do grau de complexidade da tecnologia, as tecnologias complementares sempre se fazem presentes no processo de difusão tecnológica, atuando como um suporte para as tecnologias já existentes e sendo indispensáveis para que a difusão ocorra.

Do ponto de vista econômico a difusão depende da soma de todos os custos da tecnologia, fazendo com que as empresas criem expectativas a respeito dos retornos futuros. Aqui há uma relação direta com os fatores indutores (oferta e demanda), de forma que a empresa apenas adotará uma tecnologia ou investirá em determinado produto se tiver uma perspectiva de alta demanda em relação a ele. Além disso, à medida que mais pessoas forem usando a tecnologia mais difundida ela será e, portanto, a empresa terá expectativas melhores em relação ao produto. Caso contrário, se a tecnologia não for lucrativa em relação aos investimentos iniciais, a empresa não inovará visto que não obterá os retornos esperados em relação a essa tecnologia e, conseqüentemente, barraria a sua difusão (TIGRE, 2006).

Por fim, a respeito do ponto de vista institucional, muitas vezes são necessários financiamentos e incentivos prévios por parte do governo em relação à futura inovação, pois, como já dito anteriormente, as empresas não vão se arriscar sozinhas em um cenário desfavorável para os seus projetos. Além deste fator primordial podem ainda ser evidenciadas como condições favoráveis ao investimento no país acordos internacionais de comércio e investimento, existência de capital humano, sistema de propriedade intelectual, entre outros. Também, antes de inovar, é importante para a empresa considerar a estratificação social do país, sua cultura, religião e, principalmente, seu regime jurídico (TIGRE, 2006).

Após definir o conceito de difusão tecnológica e explicar sua relação com a invenção, a inovação e também com as forças indutoras, além de especificar seus determinantes, devemos agora evidenciar os impactos econômicos, sociais e ambientais que são gerados pela mesma. Estes devem ser estudados pelas empresas com muita cautela, visto que, ao ser difundida, uma dada tecnologia ao mesmo tempo em que traz melhorias positivas para um setor específico (por exemplo, uma máquina utilizada para saneamento básico, que melhora o bem estar social), ao mesmo tempo leva impactos negativos para outro setor (a máquina tem emissões elevadas de CO<sup>2</sup>, o que é ruim do ponto de vista ambiental). Dito isto, pode-se dividir esses impactos em:

- Impactos econômicos: a difusão tecnológica modifica a estrutura industrial da economia, podendo tanto criar ou destruir empresas e setores, ajudando na concentração (poucos produtores) ou desconcentração (novas empresas) destas;
- Impactos sociais: a difusão de novas tecnologias impacta os empregos e as qualificações dos trabalhadores, pois podem exigir treinamentos e conhecimentos para o uso das mesmas;

- Impactos ambientais: como já evidenciado, a difusão tecnológica tem impactos sobre o meio ambiente, devendo ser previamente pensada para que sejam preservados o ar, a água e todos os demais recursos naturais (TIGRE, 2006).

Portanto, após evidenciar de forma geral o processo de difusão tecnológica e discutir seus determinantes, pode-se afirmar que a difusão provoca maiores modificações na estrutura econômica do que a inovação, pois, de acordo com sua própria definição, a difusão significa a efetiva aceitação de uma nova tecnologia pela sociedade. Além disso, está diretamente ligada à criação de novas capacidades, as quais solucionarão os problemas que certamente aparecerão nas inovações com o passar do tempo.

Por fim, conclui-se que a difusão tecnológica não é de interesse apenas das empresas que pretendem lucrar com a expansão dos seus produtos, mas também há um interesse geral da sociedade, de modo que uma boa tecnologia quando bem aceita no mercado, pode modificar essa sociedade.

### **3. CASO ANALISADO**

Essa seção busca analisar os determinantes da difusão dos carros elétricos no Brasil. Para isso ela está organizada em 5 subseções: a primeira subseção (3.1) trata sobre a metodologia utilizada para essa análise; a segunda subseção (3.2) traz um estudo geral sobre a história dos carros elétricos no Brasil e no mundo, especificando detalhadamente a “caminhada” destes a partir de sua criação e chegando até os dias atuais; a subseção 3.3 traz um panorama geral da difusão dos carros elétricos no Brasil, através de alguns dados sobre a recente situação brasileira acerca dos automóveis elétricos; a subseção 3.4 exemplifica os elementos que dificultam a difusão dos carros elétricos no contexto brasileiro e, por fim, a subseção 3.5 evidencia os elementos que facilitariam a difusão dos carros elétricos no Brasil.

#### **3.1) Metodologia**

Segundo Andrade (1999) a metodologia de uma pesquisa pode ser definida como um conjunto de métodos sistemáticos, cujo objetivo principal é estudar, explicar e buscar soluções para os problemas propostos, através de um método científico.

Sobre os objetivos de pesquisa este trabalho se enquadra como descritivo, visto que analisa alguns elementos que vêm dificultando a difusão dos carros elétricos no Brasil, além de evidenciar possíveis soluções para que este cenário se reverta, sendo estes os fatores que, se empregados, facilitariam a difusão dos mesmos no país.

O presente estudo trata-se de uma monografia, na qual a coleta de informações se deu por levantamento bibliográfico e alguns dados secundários sobre o tema. Quanto ao levantamento bibliográfico as principais matérias foram o artigo “Barreiras para transição de carros elétricos: uma análise do cenário brasileiro” (MALDONADO, et al 2019) e a entrevista “Se nada fizerem, não haverá indústria automotiva, diz presidente da ABVE” (AGUIAR, 2021). Quanto aos tipos de dados, neste trabalho foram utilizados dados secundários extraídos da Associação Brasileira dos Veículos Elétricos (ABVE) e da Agência Internacional de Energia (EIA em inglês), além da plataforma CarrosnaWeb. Também foram usados os dados já presentes nos artigos e notícias referenciados.

### **3.2) A história dos carros elétricos no Brasil e no mundo**

Não se sabe ao certo qual foi o inventor e o país onde surgiu o primeiro carro elétrico. Contudo, há registros de uma vasta gama de inovações, partindo da bateria e chegando até o motor elétrico que, no início do século XIX, levaram ao surgimento do primeiro veículo elétrico da história. Nessa época os cavalos e as charretes eram os principais meios de transporte, mas os inovadores dos EUA, Hungria e Holanda começaram a criar os primeiros carros elétricos de pequeno porte entre 1828 e 1835 (MATULKA, 2014).

Um nome muito importante na história dos carros elétricos é o de Robert Anderson, inventor britânico que desenvolveu o primeiro veículo elétrico bruto nesta mesma época, diferente dos “protótipos” que foram criados anteriormente. Outro grande nome que se consolidou nessa história é o de William Morrison que, em 1890, estreou nos EUA seu veículo com capacidade para seis passageiros, com velocidade máxima de 14 milhas por hora (cerca de 22,5 km aproximadamente). Este foi o primeiro carro elétrico bem sucedido nos EUA, uma simples perua eletrificada que, por sua vez, ajudou a ampliar o interesse nos veículos eletrificados não só no país, mas em todo o planeta (MATULKA, 2014).

Com o passar dos anos diferentes montadoras automotivas foram sendo criadas nos EUA, fazendo com que a cidade de Nova York tivesse uma frota com mais de 60 táxis elétricos

e, em 1900, os carros elétricos chegassem a seu ápice, correspondendo a um terço de todos os automóveis fabricados (MATULKA, 2014).

Com a expansão dos carros elétricos e a necessidade crescente por meios de transporte foram criados também os carros a gasolina. Estes, por sua vez, eram mais difíceis de dirigir, devido a troca de marchas muito difícil e também à necessidade de uma manivela para que fossem iniciados. Além disso, eram mais ruidosos e seu escapamento tinha um odor desagradável.

Comparativamente aos carros elétricos, nestes não havia nenhum dos problemas acima citados, sendo mais fáceis de dirigir, silenciosos e, principalmente, sem odores ruins, o que os tornou preferidos pela sociedade, especialmente perante o público feminino. Este tipo de veículo era perfeito para trajetos curtos nas cidades e, de acordo com a expansão da eletricidade em 1910, houve uma facilidade para carregar os carros elétricos, aumentando a sua difusão (MATULKA, 2014).

Vale ressaltar ainda que alguns nomes de peso da história mundial tiveram influência nessa difusão dos carros elétricos ao longo do século XIX e início do século XX. É o caso de Ferdinand Porsche, fundador da conhecida marca automotiva de luxo, que desenvolveu em 1898 um carro elétrico chamado de P1. Porsche também criou o primeiro veículo elétrico híbrido do mundo, que contava com dois motores: um elétrico e outro a gasolina. Outro nome de peso presente na história dos carros elétricos é o de Thomas Edison, que tinha em mente a criação de uma melhor bateria para estes automóveis, afim de trabalhar em sua autonomia e também no seu tempo de recarga, fato este que ocorreu em 1901 (MATULKA, 2014).

Contudo, foi em 1908 que as vendas dos carros elétricos começaram a declinar, graças a um nome muito conhecido por todos os estudiosos: Henry Ford. O Modelo T, cuja produção era feita em massa, concorreu diretamente com os automóveis eletrificados, sendo que o carro a combustão além de ter grande oferta, também era muito acessível, visto que, a ponto de comparação, o veículo de Ford era vendido em 1912 com preço de \$650, enquanto um elétrico custava em torno de \$1750, mais que o dobro do valor do carro a gasolina. Além disso, para piorar o mercado dos elétricos no século XX, Charles Kettering criou, também em 1912, o arranque elétrico, que dispensou o uso da manivela nos carros a combustão (MATULKA, 2014).

Para sacramentar a decadência dos carros elétricos, em 1920 houve nos EUA a descoberta do petróleo bruto do Texas, fazendo com que o preço da gasolina diminuísse consideravelmente e, em consequência disso, fossem criados vários postos de abastecimento ao

longo de todo o país. Como fora das cidades poucas pessoas contavam com energia elétrica isso consolidou o declínio dos elétricos em 1935 (MATULKA, 2014).

O mercado dos carros elétricos ainda teve uma chance de “voltar ao jogo” em 1973, época na qual houve o embargo do Petróleo Árabe, aumentando os preços do petróleo e fazendo com que houvesse escassez de gasolina nos EUA. Este fato criou um interesse no país de reduzir a dependência de petróleo dos países estrangeiros, buscando fontes energéticas internas, o que acarretou em grandes montadoras buscando combustíveis alternativos para seus veículos, em especial a eletricidade. Contudo, os carros criados com estas condições, por volta de 1970, ainda tinham muitas desvantagens em comparação aos movidos a combustão, sendo algumas delas desempenho limitado (45 milhas por hora, ou seja, cerca de 72,5 km/h) e baixa autonomia (40 milhas, cerca de 64,5 km) até serem carregados novamente (MATULKA, 2014).

Pode-se afirmar então que o mercado dos elétricos era muito fraco em relação ao dos carros movidos à combustão no final do século XX. Todavia, foi no século XXI que esse mercado novamente ganhou forças, se fazendo presente nas escolhas dos consumidores de alguns países.

Foram os japoneses os responsáveis pelo ressurgimento do veículo elétrico, mais especificamente as montadoras Toyota e Honda. Em 1997 foi lançado no Japão o Toyota Prius, que detém o título de primeiro veículo híbrido produzido em massa em todo o mundo (MATULKA, 2014). Este fato ocorreu em 2000 quando a alta dos preços da gasolina, junto de uma maior preocupação mundial com a poluição de CO<sup>2</sup>, fizeram com que o Prius fosse o híbrido mais vendido no mundo nesta década.

A Honda também teve participação importante neste cenário com seu híbrido Insight, em 1999, sendo o primeiro veículo híbrido vendido nos EUA no século XX. Por fim, pode-se dizer que outro fato que ajudou de vez na difusão dos carros elétricos ao redor do mundo foi o anúncio da Tesla Motors, pequena startup do Vale do Silício, que anunciou, em 2006, a produção de um elétrico de luxo com autonomia de mais de 320 km por carga. Tudo isto serviu como estímulo para que as demais montadoras investissem em seus próprios carros elétricos, visando uma futura disputa de mercado com a concorrência.

Assim, com o passar dos anos diversas montadoras foram lançando seus automóveis nos EUA. Mas, os consumidores destes carros enfrentavam o maior problema dos carros elétricos e que persiste até os dias atuais em alguns países como no Brasil: onde carregá-los durante o tráfego?

Deste modo, no ano de 2009, o governo dos EUA, através de seu Departamento de Energia, investiu mais de US\$115 milhões para a construção de uma infraestrutura de cargas

ao redor do país, que contou com mais de 18.000 carregadores residenciais, comerciais e públicos. Visando a expansão do seu mercado, as montadoras e as empresas privadas também contribuíram para este feito ao instalarem seus próprios carregadores em pontos estratégicos no país, o que elevou os números para 8000 carregadores públicos e mais de 20.000 postos de carregamento neste mesmo período (ESTADOS UNIDOS, 2021).

Ainda no contexto norte-americano, tecnologias mais avançadas das baterias foram chegando ao mercado nos últimos anos apoiadas pelo setor de Tecnologias Veiculares do Departamento de Energia norte-americano, que aumentaram a autonomia dos automóveis elétricos *plug-in*. Além deste, outros investimentos foram feitos tanto por parte do governo quanto por parte das empresas, o que ajudou na diminuição do custo das baterias em 50% (2010 a 2014), além do seu melhor desempenho (MATULKA, 2014).

Portanto, a história do surgimento dos carros elétricos tem períodos de altos e baixos, mas evidencia que com esforços inovativos empresariais e o auxílio do governo é possível superar as barreiras, reduzir custos e tornar os carros elétricos mais acessíveis para os consumidores.

### **Já no Brasil**

A História dos carros elétricos no Brasil se deve a um nome: João Augusto Conrado do Amaral Gurgel, engenheiro mecânico e eletricista que, em 1969, inaugurou em Rio Claro (SP) uma fábrica de automóveis 100% nacional, cujo nome escolhido foi nada mais que seu sobrenome, Gurgel (SCHAUN, 2021).

Na Gurgel foi criado o primeiro veículo elétrico 100% nacional, que não foi pioneiro apenas no Brasil, mas também em toda a América Latina, batizado de Itaipu E150. Este tinha peso de 460kg, os quais 320kg correspondiam apenas às baterias de 3,2 kW, cuja potência entregada correspondia a 4,2 cavalos-vapor (cv).<sup>1</sup>

O E150 teve seu primeiro protótipo em 1974, sendo apresentado no Salão do Automóvel do mesmo ano. No ano seguinte o carro foi lançado com apenas dois lugares e um design totalmente diferente dos carros da época. Sua velocidade máxima era de 30 km/h, mas os modelos futuros do elétrico chegavam a 60km/h (SCHAUN, 2021).

A autonomia do Itaipu E150 era de 50 km por carga, e o tempo de recarga do veículo era de 10 horas. Atualmente, seu preço saíria em torno dos R\$60.000. Contudo, o veículo da

---

<sup>1</sup> Cavalo-vapor (ou simplesmente cv) é uma unidade de medida de potência que mostra a potência do automóvel.

Gurgel foi vencido por problemas que perduram até hoje, ou seja, peso das baterias, autonomia e tempo de recarga. Deste modo, o modelo encerrou sua produção ainda como um protótipo, fazendo com que as 27 unidades criadas virassem itens de colecionador (SCHAUN, 2021).

Em 1980 a Gurgel ainda tentou vender o elétrico Itaipu E400, um furgão elétrico que esteve presente nas frotas das empresas brasileiras de eletricidade, a exemplo da Telebrás e Telesp. Desta vez a autonomia do veículo correspondia a 80 km, contava com 11 cv e as baterias levavam as mesmas 10 horas para serem recarregadas. Todavia, também teve pouco tempo de sucesso, sendo fabricado até 1982 com produção em torno de 1000 unidades.

Lutando para não fechar as portas, a Gurgel ainda fez um investimento visando baterias mais eficazes, mais leves, com melhor autonomia e menos tempo de recarga. No entanto, não conseguiram o apoio do Governo Federal, fato este que consolidou a desistência da Gurgel em produzir seus modelos elétricos.

Além da desistência dos eletrificados, a montadora 100% nacional ainda sofreu com a política de reabertura das importações em 1990. Mas, a falência da marca se consolidou quando, no mesmo ano, a equipe do presidente Fernando Collor de Melo isentou do pagamento do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) todos os automóveis cujo motor era inferior a 1000cm<sup>3</sup>, o que motivou as grandes empresas concorrentes a lançarem novas opções no mercado e fez com que a Gurgel encerrasse de vez suas atividades no ano de 1996 (SCHAUN, 2021).

Atualmente, o país conta com carros elétricos e híbridos oferecidos por praticamente todas as marcas do mercado, mesmo que importados de suas matrizes. Logo, citando apenas alguns exemplos de modelos totalmente elétricos, são vendidos no Brasil atualmente o Chevrolet Bolt (EUA), FIAT 500e (Itália), RENAULT Zoe (França), BMW i3 (Alemanha), Nissan Leaf (Japão), CAO A Chery Arrizo 5e (China), JAC iEV20 (China), Volvo XC40 Pure Recharge (Suécia), Audi e-tron (Alemanha), Mercedes-Benz EQC (Alemanha) e Jaguar I-Pace (Inglaterra) além de muitos outros, mostrando que, além de uma grande diversificação de modelos elétricos produzidos no mundo todo, estes também são oferecidos para o uso dos consumidores brasileiros (DELIBERATO, 2021). As seções seguintes discutem a difusão desses automóveis elétricos no contexto brasileiro. Para isso, primeiramente foi feito um panorama geral da difusão dos carros elétricos no Brasil, visando, através dessa breve análise, ajudar o leitor a compreender a situação atual do país no mercado automotivo dos veículos elétricos.

### 3.3) Panorama geral da difusão dos carros elétricos no Brasil

Atualmente o Brasil conta com 1,6% de eletrificados em sua frota e, se considerarmos apenas os carros elétricos e híbridos *plug-in*, a porcentagem diminui para apenas 0,3% da mesma (ABVE, 2021).

Relativamente ao restante do mundo, o país está muito atrasado. De acordo com a Agência Internacional de Energia (IEA), a porcentagem mundial de vendas em 2020 de carros eletrificados *plug-in* foi de 4,6% de toda a indústria automotiva (ABVE, 2021), chegando a 20% na Alemanha e 80% na Noruega. Nesta, inclusive, aproximadamente 56,3% dos automóveis eletrificados são totalmente elétricos e 28,6% são híbridos *plug-in*, fazendo com que os carros a combustão perdessem mercado e representassem atualmente apenas 10% da frota norueguesa (FANTINATO, 2021).

Por outro lado, o consumo de carros elétricos vem crescendo no Brasil (AGUIAR, 2021). No primeiro quadrimestre de 2021 os carros híbridos lideraram com folga as vendas de eletrificados no mercado automotivo brasileiro, sendo que do total de carros eletrificados vendidos no país 53% foram híbridos, 41% híbridos *plug-in* e 6% totalmente elétricos (ABVE, 2021).

Fazendo agora uma comparação entre as regiões brasileiras, o estado de São Paulo lidera o *ranking* de vendas dos carros elétricos, com 33,86% do total de automóveis elétricos vendidos no país, seguido de Minas Gerais (7,38%) e Santa Catarina (6,77%). Já os três estados com menores porcentagens de carros elétricos rodando em seus territórios são Acre (0,21%), Amapá (0,17%) e Roraima, com 0,10% (NEOCHARGE, 2021).

Já as cidades que mais contam com carros elétricos também são as que possuem as rendas mais altas, sendo estas São Paulo (17,89%), Brasília (4,58%) e Rio de Janeiro, com 4,05% da frota de automóveis elétricos (NEOCHARGE, 2021). Isso significa que por mais que o Brasil esteja atrasado em relação aos números globais acerca deste novo mercado automotivo, a proposta dos carros elétricos está sendo cumprida, visto que seus maiores números de vendas estão presentes em regiões mais desenvolvidas, principalmente nas grandes cidades, cujo trânsito favorece a aquisição deste tipo de veículo devido as qualidades oferecidas pelos mesmos, como, por exemplo, menores custos de abastecimento, menor emissão de poluentes e menores ruídos.

De acordo com Maluf, presidente da ABVE, a IEA prevê que até 2030 60% dos carros vendidos no planeta serão totalmente elétricos. Ainda segundo Maluf a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) estima que de 10% a 15% da frota de automóveis brasileira será elétrica até

2050 (AGUIAR, 2021) sendo uma porcentagem muito pequena comparada à imensidão do mercado automotivo brasileiro. Deste modo, se compararmos os prováveis 60% de elétricos no restante do mundo já em 2030 contra os supostos 15% de elétricos brasileiros em 2050, a situação nacional é alarmante para o futuro.

Para tentar melhorar este cenário, foi criado no Brasil em 2018 o programa ROTA 2030 (Lei nº 13.755 destinada a promover a potencialização do setor automotivo no país, sancionada em dezembro de 2018 e que acabou resultando em melhorias nos motores a combustão em detrimento dos motores totalmente elétricos) (MALDONADO et al., 2019). Este incentivo para os carros elétricos e híbridos acabou não sendo muito significativo, ocorrendo somente uma redução de IPI para os modelos cuja tributação anteriormente era de 7% a 25% para, agora, 7% a 20% de acordo com o peso e consumo energético de cada automóvel (MALDONADO et al., 2019).

Logo, após essas breves considerações sobre a situação dos automóveis eletrificados brasileiros se faz necessário discutir alguns elementos considerados principais para o atraso da difusão dos carros eletrificados nacionais em relação ao restante do mundo, além de outros elementos que, se futuramente aplicados, poderão ser essenciais para facilitar a difusão dos eletrificados no mercado automotivo brasileiro.

### **3.4) Elementos que dificultam a difusão dos carros elétricos no Brasil**

Considerando que os carros elétricos estão se difundindo rapidamente no exterior, principalmente nos países europeus e pensando no atraso do Brasil em relação a essa nova tecnologia, este trabalho tem como objetivo principal discutir os motivos que dificultam e os que poderiam facilitar a difusão dos carros elétricos em nosso país.

Deste modo, especificamente nesta seção, serão tratados apenas os elementos que dificultam a difusão dos carros elétricos no Brasil, sendo eles: (1) baixo poder de compra da população; (2) concentração de renda; (3) diferenças regionais de infraestrutura; (4) falta de tecnologias complementares; (5) sobretaxa da eletrificação; (6) falta de incentivos por parte do governo; (7) efeitos de *lock-in*; (8) alto custo de aquisição; (9) autonomia; (10) desempenho; (11) tempo de recarga; (12) conflitos entre atores do regime sociotécnico e (13) diferenças de políticas internas.

O primeiro elemento que dificulta a difusão dos carros elétricos no Brasil é o baixo poder de compra da população em âmbito geral, visto que a maioria da população brasileira não tem condições de adquirir um veículo eletrificado devido seu alto custo de aquisição.

Este elemento está diretamente ligado a outro muito importante: a concentração de renda. Como a menor parte da população detém a maior parte da renda, isto influencia na adoção de novas tecnologias no país, restringindo o uso da maior parte da população (CARVALHO; FERREIRA; RUFFONI, 2017). Por isso, os carros elétricos são conhecidos popularmente como automóveis de luxo, voltados para o público de alta renda.

Outro fator negativo são as diferenças regionais de infraestrutura. Como no Brasil existe uma disparidade de renda não apenas entre classes, mas também entre regiões, as diferentes infraestruturas acabam por dificultar a propagação em âmbito nacional de novas tecnologias, concentrando as mesmas em determinadas regiões. Se até os proprietários de veículos a combustão (consolidados há muitos anos no mercado automotivo brasileiro) ainda sofrem com a dificuldade de peças de reposição e manutenção em regiões mais isoladas, como o Norte do Brasil, imagine como seria nessa região a difusão de uma tecnologia totalmente nova. Logo, as diferenças regionais de infraestrutura são outro fator negativo em relação a essa difusão.

Neste contexto o Brasil sofre também com a falta de tecnologias complementares. Como já dito neste trabalho, à medida que uma inovação vai crescendo na sociedade vão surgindo tecnologias complementares que integram e dão suporte a essa tecnologia mais dominante no mercado. No caso dos carros elétricos podem ser citados os carregadores ultra rápidos residenciais, que diminuem significativamente o tempo de recarga destes nos domicílios, mas que, como é uma tecnologia pouco difundida hoje no país ainda tem custos bastante elevados se comparados com as vantagens do veículo elétrico. Além dos carregadores residenciais podem ser ainda citados os carregadores públicos, que já deveriam estar mais presentes em estabelecimentos comerciais como postos de combustíveis, *shopping-centers*, supermercados entre outros. De acordo com Saragiotto (2021) o Brasil possui cerca de 500 carregadores públicos apenas, que servem como pontos de carregamento em rodovias e *shopping-centers* por exemplo.

Um elemento que é considerado crucial para explicar a fraca porcentagem de carros elétricos no cenário brasileiro é a sobretaxa da eletrificação. Segundo Adalberto Maluf, presidente da ABVE (Associação Brasileira do Veículo Elétrico), o Brasil sobretaxa a eletrificação, de modo que um carro elétrico pode pagar o dobro do IPI de um carro a flex (AGUIAR, 2021) a depender da potência do motor deste, o que influencia muito no preço final dos elétricos podendo elevá-lo em até 20%. Por exemplo, no caso dos frotistas há a isenção do

IPI para carros a combustão, mas, nos modelos elétricos essa taxa corresponde a 14%, influenciando diretamente na escolha do consumidor. Assim, de acordo com Maluf o Brasil cobra impostos em relação ao tamanho do motor, sendo o único país do mundo que tem essa prática. Desta forma há uma sobretaxa em relação aos carros elétricos, que recebem incentivos por todos os outros países, e subsídios para os carros 1.0 flex, que rodam cerca de 70% do tempo com gasolina, principalmente no inverno e em locais mais frios, de forma que a população nem aproveita como deveria os benefícios do combustível à base da cana de açúcar.

Ainda segundo Maluf, há também a falta de incentivos por parte do governo, o qual presume que pelo simples fato de diminuir as barreiras de importação fará com que as indústrias inovem por conta própria (AGUIAR, 2021). De fato, pode-se dizer que é praticamente impossível disto ocorrer, haja vista de que dificilmente uma empresa arriscaria uma nova tecnologia em um mercado não favorável em relação a incentivos governamentais, sendo que os incentivos e subsídios do governo são primordiais no início de qualquer tecnologia, ajudando a mesma a se difundir (MALDONADO et al., 2019).

Sobre os efeitos de *lock-in*, pode-se dizer que a difusão dos carros elétricos é dificultada por outra tecnologia já dominante no mercado automotivo mundial: os automóveis movidos a combustão. Como esta tecnologia já está consolidada no Brasil, a mesma acaba por criar barreiras que, a depender dos casos, retardam ou até mesmo evitam o surgimento de novas tecnologias (MALDONADO et al., 2019). Por isso, os efeitos são chamados de *lock-in*, de forma que bloqueiam uma mudança de regime e geram um “aprisionamento” na tecnologia anterior. Logo, a cada melhoria feita nos motores a combustão, por exemplo uma melhoria no consumo de combustível ou a criação de um novo motor com menores emissões de poluentes, dificulta-se mais ainda a entrada dos carros elétricos no país. Deste modo, a cada evolução nos motores a combustão, mais difícil fica a realidade dos carros eletrificados no país.

Outro elemento que dificulta na consolidação dos carros elétricos no Brasil é o alto custo de aquisição dos mesmos se comparados diretamente aos automóveis a combustão. Segundo BIANCHIN (2021) o carro totalmente elétrico mais barato à venda no Brasil hoje é o JAC iEV20, com versões a partir de R\$159.900. Em seguida temos o CAO A Chery Arrizo 5e, cuja versão de entrada tem o mesmo preço de R\$159.900. Após estes os preços disparam, ficando em terceiro lugar o JAC iEV40 (R\$189.900) e o Renault Zoe E-Tech Zen por R\$204.900. A partir destes, todos os demais carros elétricos custam mais de R\$250.000 em suas versões de entrada, podendo chegar a mais de R\$1.000.000 a depender da marca. Vale ressaltar ainda que, de acordo com o cenário global de pandemia do COVID-19 os preços dos carros no Brasil, sejam estes elétricos ou a combustão, estão subindo regularmente. Deste modo, afirma-se aqui

que a depender da data de leitura deste trabalho os preços aqui citados poderão não corresponder com os preços reais do mercado.

Outros fatores que dificultam a difusão dos carros elétricos no Brasil são causados por eles mesmos, sendo a autonomia e o desempenho dos modelos. Segundo o site CARROSnaWEB (2021), o mais famoso site de fichas técnicas e comparativo entre modelos de carros do Brasil e tomando como base os carros elétricos de entrada vendidos no país, chegamos aos seguintes dados presentes na Tabela 1, que representa os quatro automóveis elétricos mais baratos vendidos no Brasil, além da autonomia (alcance total destes veículos ao serem totalmente carregados), velocidade máxima, tempo de 0 a 100 km/h e, por fim, o preço dos mesmos.

**Tabela 1 – Comparativo entre os modelos de entrada dos carros elétricos vendidos no Brasil em 2021**

Modelo	Autonomia	Vel. Máxima	0 - 100 km/h	Preço
JAC iEV20	320 km	112 km/h	16 seg.	R\$ 159.900
Chery Arrizo 5e	322 km	152 km/h	10 seg.	R\$ 159.900
JAC iEV 40	300 km	130 km/h	11 seg.	R\$ 189.900
Renault Zoe E-Tech ZEN	385 km	140 km/h	9,5 seg.	R\$ 204.900

Fonte: CarrosnaWeb (2021).

Após a análise destes elementos dos carros elétricos, a ponto de comparação, veremos agora os números dos modelos a combustão mais baratos oferecidos pelas montadoras Fiat, Volkswagen, Chevrolet e Ford no Brasil no ano de 2021. Sobre a Tabela 2, algumas observações devem ser feitas. Primeiramente, foram analisados os carros mais baratos à combustão ofertados pelas montadoras no Brasil, todos com motorização 1.0 e com possibilidade de abastecimento tanto com gasolina (g) quanto com etanol (e). Já em relação à autonomia foram analisados somente os números de autonomia urbana dos automóveis, haja vista de que os carros elétricos tem inicialmente o propósito de serem carros de uso mais urbano, principalmente em grandes centros. Caso fossem consideradas as autonomias rodoviárias dos veículos os números subiriam bastante, pois na rodovia é necessário trocar menos as marchas do veículo, de modo que o mesmo se desenvolve melhor e fica ainda mais econômico.

**Tabela 2 – Comparativo entre alguns carros de entrada com motor a combustão de diversas marcas no Brasil em 2021**

Modelo	Autonomia	Vel. Máxima	0 - 100 km/h	Preço
Fiat Mobi	414 km; 597 km (e/g)	152 km/h	13,8 seg.	R\$ 46.170
Volkswagen Gol	501 km; 732 km (e/g)	167 km/h	13,1 seg.	R\$ 62.818
Chevrolet Joy	475 km; 691 km (e/g)	167 km/h	13,4 seg.	R\$ 54.745
Ford Ka	474 km; 678 km (e/g)	166 km/h	14,8 seg.	R\$ 62.496

Fonte: CarrosnaWeb (2021). Nota: “e” significa o consumo do veículo com etanol e “g” o consumo do veículo com gasolina.

Assim, ao se comparar os carros elétricos com os modelos a combustão, percebe-se de imediato que a autonomia e a velocidade máxima dos carros elétricos de entrada (Tabela 1) são inferiores aos carros à combustão de entrada (Tabela 2). O ponto positivo dos primeiros fica na questão do 0-100 km/h, mas vale ressaltar que esse comparativo é em relação aos carros um litro (ou seja, com motor 1.0) aspirados, cuja motorização é a mais fraca oferecida pelo mercado. Se pegarmos os mesmos carros de entrada com motorização superior, sendo 1.4 ou 1.6, o tempo de aceleração até 100km/h dos carros elétricos da Tabela 1 tendem a ser parecidos, se não forem inferiores aos dos veículos flex. Por exemplo, se pegarmos o Volkswagen Gol em sua versão mais cara, vendido com a designação AT (significando que o carro é automático) e com motorização 1.6, temos um tempo de 10,1 segundos até os 100 km/h e velocidade máxima de 185 km/h, 0 a 100km/h melhor que dois modelos elétricos presentes na Tabela 1 e muito próximo do tempo dos demais veículos também inseridos nesta tabela.

Sobre a autonomia os carros elétricos também perdem para os carros de entrada a combustão, isso porque os números considerados dos carros flex foram em relação à autonomia urbana (Tabela 2). Além disso, o problema da autonomia dos carros elétricos está diretamente ligado a outro problema crucial deste tipo de veículo: seu tempo de recarga relativamente ao abastecimento do carro a combustão.

Um veículo *hatch* a combustão, sendo flex ou somente à gasolina, geralmente tem um tanque de combustível de 45 a 60 litros, a depender do modelo específico. Olhando para a Tabela 2 dos carros flex, no caso do Volkswagen Gol, o mesmo tem capacidade para 55 litros em seu tanque de combustível (CARROSNAWEB). Deste modo, dividindo sua autonomia de 501 km (etanol, circuito urbano) pela sua capacidade o mesmo tem um consumo de 9,1 km/l no etanol na cidade. Desta forma seu condutor pode rodar por bastante tempo sem se preocupar com a falta de combustível e, quando chegar a hora pode encher o tanque do seu veículo com cerca de 5 minutos, incluindo o tempo para pagar o combustível.

Já um carro elétrico, por exemplo o Renault Zoe da Tabela 1 dos elétricos, tem autonomia de 385 km. De fato, é uma autonomia aceitável para pessoas comuns, pois raramente uma pessoa roda 385 km em um dia se não usar o veículo para trabalho. Contudo, se precisar ser recarregado do zero o veículo demora cerca de 6 horas e 54 minutos nos carregadores mais comuns e, caso esteja em um carregador ultra rápido, em apenas 30 minutos recupera cerca de 157 km de autonomia (RENAULT, 2021).

Logo, pensando em um contexto no qual as pessoas estão sempre com pressa, devido a preocupações com família, trabalho, estudos e demais afazeres, o tempo de recarga é um dos fatores que dificultam a difusão dos elétricos no Brasil, principalmente nas rodovias, de modo que no caso do Renault Zoe é necessária mais de uma hora de carregamento em um carregador ultra rápido para que o carro esteja totalmente recarregado e pronto pra continuar a viagem, ao contrário de qualquer veículo a combustão que tem um rápido abastecimento.

Por fim, os dois últimos fatores que dificultam a difusão dos elétricos no contexto brasileiro são os conflitos entre os atores do regime sociotécnico e as diferenças de políticas internas.

Sobre esses conflitos pode-se citar a questão dos carregadores públicos e privados dos automóveis elétricos que, segundo Augenstein et al (2015), tanto as diversas empresas de produção e distribuição de energia quanto os próprios donos de postos de combustíveis disputam o direito de fornecer este tipo de serviço para o consumidor final, o que acaba atrasando a difusão deste tipo de tecnologia que é complementar aos carros elétricos, fator este que também pode ser explicado como um problema de infraestrutura brasileiro (*apud* MALDONADO et al., 2019).

Além deste, tem-se também as diferenças regionais das políticas, visto que diferentes estados têm diferentes tributações a respeito, por exemplo, da tarifa do IPVA dos carros elétricos, sendo esta tecnologia mais favorável em alguns estados brasileiros dificultando sua difusão em âmbito nacional.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> O Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores (IPVA) é um imposto estadual, cuja alíquota varia entre os estados. Por exemplo, nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais o IPVA corresponde a 4% do valor do veículo, enquanto no Distrito Federal essa alíquota é de 3,5% e no Acre 2%. Já para carros elétricos, os estados Maranhão, Piauí, Rio Grande do Norte, Paraná, Sergipe, Rio Grande do Sul e Pernambuco oferecem isenção de IPVA para os eletrificados, e os estados Rio de Janeiro, Ceará, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais tem isenção parcial do valor do IPVA para estes veículos. Fonte: Gringo (2021).

### 3.5) Elementos que facilitariam a difusão dos carros elétricos no Brasil

Após evidenciados os elementos que dificultam a difusão dos carros elétricos no Brasil, este trabalho procurou identificar os elementos que tendem a ser uma possível solução para ajudar na difusão dos carros elétricos no país. Dito isto, são eles: (1) a criação de uma nova cadeia de suprimentos; (2) melhoria no *design*; (3) incentivo à demanda doméstica dos carros elétricos, além de metas ambientais compatíveis ao resto do mundo; (4) isonomia fiscal; (5) presença do governo como impulsionador da nova tecnologia; (6) reformulação da política industrial; (7) tributação por emissões; (8) aumento de infraestruturas de recarga; (9) melhorias tecnológicas das baterias; (10) mudanças comportamentais na sociedade e (11) adoção de programas de compartilhamento de carros elétricos.

Para facilitar a leitura estes elementos podem ser divididos em três grupos: (a) Elementos Tecnológicos; (b) Ações do Estado e (c) Mudanças de Demanda (ou seja, mudanças no consumo da população).

#### (a) Elementos Tecnológicos:

O primeiro elemento que facilitaria a difusão dos carros elétricos no Brasil é a criação de uma nova cadeia de suprimentos. Por definição uma cadeia de suprimentos pode ser entendida pelo conjunto das atividades que envolvem tanto a produção como armazenamento e transporte de produtos ou serviços, iniciando-se desde a compra das matérias-primas até o transporte do produto ao cliente final (COUTINHO, 2019). Essa nova cadeia de suprimentos pode ser pensada como um novo tipo de infraestrutura, por exemplo através da criação de postos de recarga, sendo mais tecnológica e facilitando a adaptação dos elétricos neste meio. Deste modo, por mais simples que pareçam, essa nova cadeia de suprimentos pode ajudar significativamente na difusão dos elétricos, pois haveriam mais profissionais capacitados para trabalhar com este tipo de tecnologia, capacidade esta não somente através do treinamento dos mecânicos das concessionárias autorizadas, mas também graças a geração de empregos que essa nova cadeia tende a gerar, visto que pode aumentar futuramente o número de fornecedores das baterias e também o crescimento de outros setores relacionados aos veículos elétricos.

Outro elemento importante é uma melhoria no *design* de alguns carros elétricos. O objetivo dos carros elétricos é o de serem os automóveis do futuro, trazendo melhorias contínuas não apenas para a condução diária das pessoas, quanto também para o futuro do meio ambiente. Assim, as empresas procuram passar essa imagem para seus veículos, sendo que

alguns modelos de carros elétricos têm *designs* um tanto quanto diferentes se comparados aos veículos à combustão. Algumas pessoas ainda não gostam do *design* dos carros elétricos, ao menos não os de entrada, que são mais compactos e com formas muitas vezes diferentes dos modelos convencionais. Segundo os autores De Stefano e Berkeley a parte estética desse tipo de veículo acaba sofrendo preconceito por um potencial usuário, visto que diversas pessoas ainda consideram os veículos elétricos como menos atrativos, muitas vezes comparando-os com um carrinho de golfe (BERKELEY, 2017; DE STEFANO, 2016, *apud* MALDONADO et al., 2019).

Como exemplo, pegaremos os elétricos Jac iEV20 e Renault Zoe, veículos elétricos de “entrada” cujos *designs* não são os mais apreciados para quem realmente é entusiasta do ramo automotivo, isso se comparados com carros da mesma faixa de preços com motorizações a combustão, segmento este considerado como veículos *Premiums* (automóveis de luxo, com melhor qualidade construtiva e mais tecnológicos).

A lógica é a simples: se o consumidor está pagando mais caro ao adquirir um veículo, ele busca um *design* diferenciado, mais chamativo. Estando os automóveis puramente elétricos situados em sua maioria a partir dos R\$220.000 (CARROSNWEB, 2021), o consumidor tende a querer um carro que, por esse preço, chame a atenção como um Sedan de luxo ou então um SUV (Sport Utility Vehicle) ou Veículo Utilitário Esportivo, este que atualmente é a última moda entre os consumidores brasileiros. Mas, ao se adquirir um veículo elétrico de entrada, embora o *design* não esteja ao ponto de parecer com um carrinho de golfe, ele tende mais para um veículo a combustão “comum” do que a um veículo elétrico futurista. Todavia, à medida que os preços dos carros elétricos vão aumentando, seu *design* vai sendo melhorado pelas montadoras, deixando de ser um problema para o consumidor deste tipo de segmento.

Figura 1 – Veículo JAC iEV20



Fonte: CarrosnaWeb (2021).

Figura 2 – Veículo JAC iEV20



Fonte: CarrosnaWeb (2021).

Figura 3 – Veículo Renault Zoe



Fonte: CarrosnaWeb (2021).

Figura 4 – Veículo Renault Zoe



Fonte: CarrosnaWeb (2021).

Outro elemento que facilitaria bastante a difusão dos carros elétricos no país é o aumento de infraestruturas de recarga. Este fator é considerado a “pedra no sapato” dos automóveis elétricos, visto que sua autonomia, além de ser menor, ainda tem um tempo de recarga significativamente maior se comparada ao tempo de abastecimento de um veículo a combustão. Logo, uma provável solução para esse problema seria a expansão dos postos de recarga ao longo do país, de modo que as pessoas, sempre que precisarem ir a um estabelecimento comercial, tenham a opção de deixar seus veículos carregando enquanto cumprem seus afazeres. Além disso, esse elemento se torna mais crucial ainda nas rodovias, visto que a durabilidade da autonomia dos automóveis elétricos ao trafegar nas mesmas é bem menor comparativamente aos carros de motor a combustão. Assim, pensando especificamente neste último ponto se o país conseguir expandir seus postos de recarga ao longo de suas rodovias, principalmente com uma maior disponibilidade de carregadores ultra rápidos a cada número “x” de quilômetros, certamente essa medida irá tranquilizar os condutores quanto ao receio da possibilidade de ficarem na estrada, além dos mesmos se sentirem mais “abraçados” pelo governo em relação à nova tecnologia.

O mesmo é válido para as cidades. Se o governo conseguir universalizar essa expansão dos postos de recarga para postos de combustíveis e *shopping-centers* já é um bom começo, pois sempre que o condutor viajar para um município desconhecido terá a segurança de que conseguirá recarregar seu veículo sem mesmo conhecer a nova cidade.

Deste modo, da mesma forma que os carros a combustão precisam dos postos de combustíveis para funcionarem os carros elétricos também necessitam de infraestruturas de recarga, seja para mitigar essa ansiedade com o alcance (ou seja, para atender as preocupações em relação a autonomia dos carros elétricos de modo que não ocorram imprevistos e as pessoas não fiquem com seus veículos parados em trânsito), seja para fornecer uma infraestrutura que facilite a utilização da recarga rápida, em comparação com as muitas horas se os mesmos fossem carregados em domicílio (MALDONADO et al., 2019).

Além destes elementos apresentados, são necessárias melhorias tecnológicas das baterias, objetivando uma maior autonomia e menor custo de produção. Sendo um dos maiores obstáculos dos carros elétricos, o alto custo das baterias faz com que sejam necessárias a utilização de baterias menores, cuja capacidade de alcance também é menor (GEELS, 2018, NIEUWENHUIS, 2018, *apud* MALDONADO et al., 2019). Assim, se as empresas de energia em conjunto com os investimentos do governo conseguirem concretizar essas melhorias

tecnológicas das baterias, conseguirão que as mesmas alcancem uma maior autonomia e um menor custo de produção. Com uma maior autonomia as pessoas terão menos preocupações com seus trajetos e precisarão recarregar menos seus veículos tanto em seus domicílios quanto fora deles. Já em relação ao menor custo de produção este fator pode ser considerado um dos mais importantes para a difusão dos carros elétricos, haja vista que diminuiria consideravelmente o alto valor de aquisição destes, aumentando a concorrência do segmento no mercado automotivo brasileiro e, conseqüentemente, a sua difusão. Vale ressaltar ainda que o Brasil pode futuramente ser um dos principais fabricantes de baterias do mundo, pois, segundo o presidente da ABVE “No Mercosul, há a maior reserva de lítio do planeta e, no Brasil, temos minérios raros para a construção de baterias e componentes eletrônicos” (AGUIAR, 2021). Contudo, o mesmo acrescenta que essa iniciativa deve ocorrer o quanto antes, visto que se o país ficar muito atrasado no mercado automotivo dos elétricos, de nada adiantará sua tentativa de inserção no mesmo futuramente.

#### **(b) Ações do Estado:**

Outro elemento que ajudaria nessa difusão é o incentivo à demanda doméstica de carros elétricos, via, por exemplo, metas ambientais compatíveis ao resto do mundo. De acordo com Adalberto Maluf, presidente da ABVE, é preciso que o Brasil siga as mesmas metas ambientais alinhadas a outros países, visto que o país está dez anos atrasado em relação à nova tecnologia devido ao padrão que este segmento segue no Brasil (AGUIAR, 2021). As metas brasileiras são totalmente diferentes das do exterior, sendo que o Brasil segue o programa “ROTA 2030” desde 2018, o qual impulsionou a melhoria das emissões dos motores a combustão enquanto alguns países europeus já planejam a data para o fim da fabricação deste tipo de veículo (ABVE, 2021, MALDONADO et al., 2019). Assim, ainda segundo Maluf, sem demanda não existe indústria, sendo necessário primeiro estabelecer uma demanda desses automóveis no Brasil, mesmo que de início sejam importados, demanda esta que seria fortalecida pela imposição de metas ambientais compatíveis ao resto do mundo. Dito isto o futuro deste mercado dependerá bastante do auxílio do governo pois, como já se subentende, nenhuma empresa vai se arriscar sozinha e muito menos vai realizar investimentos onde não há expectativas de mercado.

Outro fator que ajudaria nessa difusão é a ação do governo enquanto norteador e financiador de novas tecnologias. Isso poderia se dar de várias formas: 1) via isonomia fiscal; 2) via subsídios e incentivos financeiros; 3) via políticas pró indústria e de incentivo ao baixo carbono e 4) via tributações por emissões de CO<sup>2</sup>.

Neste contexto, a isonomia fiscal é um elemento essencial ao Brasil para ajudar na difusão destes automóveis. Como já explicitado anteriormente neste trabalho, o Brasil sobretaxa a eletrificação, de modo que um veículo elétrico paga o dobro de IPI de um carro flex. Deste modo, segundo o presidente da ABVE o primeiro passo para que o Brasil faça a transição para a indústria do futuro é a ocorrência da isonomia fiscal, pois não faz o menor sentido cobrar mais pelos veículos elétricos que recebem incentivos do mundo todo e subsidiar os carros a combustão, principalmente os de baixa cilindrada (AGUIAR, 2021). Logo, a exigência em relação a tributação não é que os carros elétricos paguem menos que os à combustão, mas sim que paguem o mesmo, de modo que ocorra uma redução em seus preços e esses tenham mais condições de concorrer no mercado automotivo brasileiro.

Logo, outra forma em que o governo pode ajudar na difusão dos carros elétricos no Brasil é através de subsídios e incentivos financeiros, sendo estes últimos não apenas para as montadoras desenvolverem seus veículos, mas também no momento da aquisição deles pelas pessoas. Essa “mão” do governo é importante também para gerar mudanças no padrão de comportamento das grandes montadoras, visto que as mesmas se recusam a mudar drasticamente (MALDONADO et al., 2019). Deste modo, os incentivos governamentais são importantes ações para que o mercado dos automóveis elétricos se desenvolva no Brasil, pois é uma segurança tanto para as empresas quanto para as pessoas que pretendem adquirir a nova tecnologia.

Quanto aos subsídios já se entende que uma nova tecnologia que chega ao mercado, em geral, precisará de subsídios em seu início, pois no começo da mesma seus custos são mais caros e a quantidade de usuários é menor. Logo, à medida que forem aumentando o número de adeptos à nova tecnologia, reduz-se a necessidade de subsídios em relação a ela, pois como já se tornou uma tecnologia bastante difundida no mercado a mesma passa a se manter sozinha graças a seu ganho de eficiência e escala.

Para ajudar na difusão dos carros elétricos no Brasil, também é necessário que aconteça uma reformulação da política industrial e de incentivo à indústria de baixo carbono. Uma política industrial, por definição, é o conjunto de ações que envolve tanto o setor público quanto o setor privado, afim de formar uma visão estratégica para o desenvolvimento do setor industrial do país. Deste modo, se bem desenvolvida, a política industrial não estimula apenas a competitividade, mas também cria mais postos de trabalho e empregos com uma melhor remuneração (PORTALDAINDUSTRIA, 2021). Logo, como nossa política industrial atual favorece os veículos a combustão seguindo os planos do ultrapassado Rota 2030, é necessária uma nova política que contribua para a difusão dos carros elétricos no Brasil.

Além desses elementos, outro importante fator que poderia contribuir para a difusão dos mesmos é a tributação por eficiência de emissões de CO<sup>2</sup>. De acordo com a IEA (Agência Internacional de Energia) o crescimento acelerado das vendas dos carros elétricos, principalmente nos países europeus, se deu devido as normas de emissões de CO<sup>2</sup> mais rígidas, além da forte presença de subsídios do governo que ajudaram a impulsionar o desenvolvimento do mercado de elétricos no exterior, o que mostra que os incentivos e os subsídios do Estado são indispensáveis para impulsionar novas tecnologias (IEA, 2021).

**(c) Mudanças de demanda (ou seja, no consumo) da população:**

Também, para ajudar na difusão dos elétricos, são necessárias mudanças comportamentais na sociedade. Este elemento é deveras trabalhoso, pois, os brasileiros dificilmente trocarão os veículos a combustão pelos elétricos tão espontaneamente, principalmente devido ao preço dos últimos. Assim, serão necessárias várias propagandas mostrando todas as características que os carros elétricos tem a oferecer, além da necessidade de exemplares dos mesmos em locais fixos e de grande fluxo de pessoas, como shopping centers por exemplo.

Logo, uma das melhores maneiras para ajudar nessas mudanças comportamentais da sociedade é a adoção de programas de compartilhamento de carros elétricos (TRUFFER, 2017), nos quais pessoas físicas alugam um veículo elétrico por determinado tempo sem a necessidade de adquirirem o mesmo, sendo esta medida apenas a realização de um teste da nova tecnologia para que, posteriormente, decidam se vale a pena uma futura aquisição dos carros elétricos. Destarte, acredita-se que esta atitude tem potencial de gerar resultados positivos no Brasil, assim como ocorreu para difundir esta tecnologia na Europa.

Em suma todos estes elementos são fundamentais para a difusão dos automóveis elétricos no Brasil, sendo que quanto mais destes puderem ser implementados mais provável será a adaptabilidade da sociedade em relação ao mercado automotivo de veículos elétricos. De todos eles, visando aumentar o ritmo de difusão desta nova tecnologia destacam-se como mais importantes as metas ambientais mais compatíveis com os países desenvolvidos e a presença do governo como impulsionador da nova tecnologia que, através de seus incentivos e subsídios traz segurança tanto para o lado das empresas quanto para o lado dos consumidores, ou seja, afeta positivamente as forças indutoras da inovação. Vale ressaltar também que a difusão de qualquer tecnologia não é um processo isolado, visto que precisam de outras tecnologias complementares para sua efetiva consolidação no mercado.

Logo, supondo que o governo através de seus auxílios consiga consolidar os automóveis elétricos no contexto brasileiro, o país não só terá mudanças em seu setor automotivo, mas também modificações em todo o território nacional, por exemplo através da criação/modificação de oficinas mecânicas em conjunto com a especialização dos mecânicos e também através de uma nova modalidade de motoristas de aplicativo. Assim, ampliando-se a capacidade tecnológica do país gera-se mais empregos e com a maior aptidão do mercado a respeito da nova tecnologia, diminuem-se seus custos, tornando a tecnologia mais acessível para a população e ocasionando não só uma queda nos preços, mas, principalmente, a transformação de toda a estrutura social.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este trabalho teve como objetivo principal evidenciar os elementos que dificultam e que podem facilitar a difusão dos automóveis elétricos no atual contexto brasileiro, buscando soluções que, se aplicadas corretamente pelos agentes do mercado, tendem a ajudar na difusão destes veículos no Brasil, visando transformar nossa ultrapassada indústria automotiva (na qual ainda existem projetos antigos sendo aplicados em carros novos, além da ultrapassada legislação de emissões) em uma indústria automotiva do futuro.

Após fazer a análise da história dos carros elétricos, percebe-se que os carros elétricos não são uma tecnologia nova, de forma que seu surgimento se deu no início do século XIX, sendo uma tecnologia bastante almejada na época e que esteve prestes a se consolidar. Contudo, a partir de 1908 houve um declínio da mesma devido ao surgimento dos carros a combustão produzidos em massa, que, concorrendo diretamente com os carros elétricos, tinham melhores preços e a partir do momento em que passaram a contar com o arranque elétrico além da descoberta do petróleo no Texas, acabaram cessando o crescimento dos automóveis elétricos. Por mais que em alguns instantes parecia que este mercado poderia voltar ao jogo, os consumidores sofriam com os fatores que dificultam a difusão desta tecnologia, os quais muitos perduram até os dias atuais, principalmente se tratando do Brasil.

No Brasil, embora a Gurgel tenha sido a primeira montadora automotiva do país 100% nacional, motivo este de orgulho para todos os brasileiros, seu sucesso também durou pouco, devido à falta de apoio do Governo Federal. Deste modo, atualmente o Brasil conta com diversas montadoras de veículos automotivos em seu território, sendo estes a combustão, elétricos ou híbridos.

Comparativamente aos impedimentos do passado, tanto os demais países quanto o Brasil obtiveram melhoras significativas no número de vendas dos modelos eletrificados comercializados em seus territórios, podendo-se dizer que devido as exigências ambientais mais rígidas e graças as características desses modelos que foram desenvolvidas com foco principal para as grandes cidades, a tecnologia dos carros elétricos voltou para ficar.

Contudo, enquanto nos países desenvolvidos e em alguns subdesenvolvidos como a China por exemplo este mercado se desenvolveu aceleradamente graças ao maior apoio dos governos locais, além de metas ambientais mais rígidas, o Brasil se encontra muito atrasado nesse mercado, visto que, em 2020, enquanto a porcentagem mundial de vendas de carros elétricos *plug-in* era de 4,6% em todo o mundo, no Brasil esses números corresponderam a apenas 0,3% da frota de veículos. O que elevou os números de carros eletrificados no Brasil para 1,6% em 2021 foram os carros híbridos, sendo que apenas de janeiro a abril deste ano os híbridos convencionais corresponderam a 53% das vendas de eletrificados e, os *plug-in*, a 41% das mesmas.

Vale ressaltar ainda que embora os números de vendas sejam muito baixos no Brasil se comparados aos países em que esta tecnologia já se encontra bastante difundida, como o caso de países como Noruega e Alemanha, os carros elétricos brasileiros cumprem seu papel de serem opções mais viáveis para as cidades, sendo mais eficientes, silenciosos e menos poluidores que um carro a combustão, de modo que atingiram seus maiores números de vendas nas cidades de São Paulo, Brasília e Rio de Janeiro respectivamente, cidades em que diversas pessoas de maior renda optaram pelas características dos carros elétricos visando uma melhor qualidade de vida.

Contudo, de acordo com projeções da Agência Internacional de Energia (IEA) prevê-se que 60% dos carros vendidos no planeta serão elétricos até 2030. Já no cenário brasileiro, segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) acredita-se que de 10% a 15% da frota de automóveis será elétrica até 2050. Logo, a partir destes dados, este trabalho procurou compreender o porquê dessa diferença tão grande nos números entre Brasil e mundo.

Pode-se afirmar que em relação aos elementos que dificultam a difusão dos carros elétricos no Brasil grandes problemas como a ausência de tecnologias complementares e a falta de incentivos por parte do governo são cruciais para retardar essa difusão no país. Sabendo-se que a difusão de uma tecnologia não é um processo isolado, pois para que ocorra uma maior difusão de um produto no mercado são necessárias nesta economia outras inovações relacionadas a ele, ou seja, tecnologias complementares, pode-se usar como exemplo a falta de

carregadores públicos, que estão em sua maioria concentrados nas grandes cidades limitando a difusão desta tecnologia para cidades de interior.

Sobre a falta de incentivos por parte do governo este elemento é crucial para entender a situação atual do Brasil, haja vista de que a própria fábrica da Gurgel foi obrigada a encerrar suas atividades exatamente devido à falta de apoio do Governo Federal. Além disso, para que uma inovação afete a estrutura social é necessário que a mesma tenha um grande número de adotantes, o que não ocorre no cenário brasileiro devido à falta de incentivos e subsídios por parte do mesmo, o que devido aos poucos consumidores encarece a tecnologia e dificulta a sua difusão, além de que no país falta também uma legislação mais exigente em relação as emissões de CO<sup>2</sup>.

Dito isso, visando uma solução para que o país supere os principais problemas acima citados, este estudo buscou elementos que podem facilitar a difusão dos automóveis elétricos no Brasil. De todos eles pode-se destacar novamente o governo como o principal agente responsável para as futuras mudanças dessa tecnologia no país, visto que a partir de quando o governo subsidia e incentiva a criação de novas tecnologias as empresas e os consumidores se sentem mais seguros em relação a ela, já que as expectativas em relação ao futuro desta são melhores. Logo, a presença do governo como impulsionador da nova tecnologia pode se dar de várias formas, seja através de mudanças na legislação tributária em prol da isonomia fiscal destes veículos, seja através de subsídios e incentivos financeiros, seja via políticas pró indústrias e de incentivo ao baixo carbono e também via tributação por emissões de CO<sup>2</sup>.

Deste modo, se agir desta maneira o governo encorajará os fabricantes dos carros elétricos a entrarem de vez no mercado, além de que à medida que esta tecnologia for se difundindo na sociedade tecnologias complementares a ela irão surgindo para reforça-la e, assim, consolidá-la no mercado.

Portanto, conclui-se que atualmente os carros elétricos são viáveis apenas para pessoas que não costumam rodar muito diariamente, devido a autonomia e o tempo de recarga dos veículos. Se pegarmos como exemplo uma pessoa que mora em um grande centro urbano que tenha um trajeto diário de até 100 quilômetros e tomando como base a menor autonomia dos veículos elétricos estudados neste trabalho, que corresponde a 300 quilômetros do modelo JAC iEV 40, para este público alvo um carro elétrico se torna bastante viável, visto que essa pessoa mesmo aumentando um pouco seu itinerário diário pode carregar seu veículo a cada dois dias. Logo, por mais que seu carregamento em uma tomada 220 Volts demore cerca de 10 horas essa pessoa pode deixar seu veículo carregando durante a noite toda, estando 100% carregado e pronto para o uso no dia posterior. Entretanto, se pensarmos em um motorista que precisa do

veículo para trabalho, a exemplo dos motoristas de aplicativo, um carro elétrico tende a não ser viável para este tipo de consumidor, visto que por mais que consiga encontrar um carregador público de recarga rápida, esta pessoa fica impossibilitada de trabalhar cerca de 2 horas a cada 300 km rodados para poder recarregar o seu veículo. Neste caso o consumidor teria que calcular se a economia proporcionada pelos carros elétricos ao final do mês em relação aos motores a combustão realmente vale a pena, de forma que deixa de trabalhar durante todos esses tempos de recarga.

Além do mais estamos tratando de grandes centros urbanos, que são onde as tecnologias são mais desenvolvidas no Brasil. Pensando adversamente em uma pessoa que adquire um veículo elétrico e mora no interior, seja tanto em uma zona rural quanto em uma pequena cidade do seu estado, essa terá mais dificuldades para manter o seu veículo diariamente, visto que está mais afastada de grandes centros tecnológicos se necessitar de uma recarga mais rápida e de suportes técnicos para seu veículo.

Assim, devido aos problemas de infraestrutura e os demais fatores que dificultam a difusão destes automóveis, além do elevado preço dos mesmos, torna-se atualmente inviável para a maioria dos brasileiros adquirir essa tecnologia. Contudo, se for da vontade do governo que o mercado automotivo de veículos elétricos se difunda em seu território, o mesmo deve inicialmente subsidiar esta tecnologia, de modo que a partir de seus ganhos de escala a própria tecnologia dos carros elétricos passa a se gerir por conta própria, através de melhorias contínuas em seus produtos de maneira independente do mercado, utilizando de seus próprios recursos.

Consequentemente surgirão tecnologias complementares à dos automóveis elétricos e que serão indispensáveis neste processo de difusão tecnológica, que poderão ajudar, por exemplo, no desenvolvimento das baterias, diminuindo seu tempo de recarga, aumentando sua autonomia ou até mesmo na difusão de postos de carregamento ao longo do país, inclusive no interior dos seus estados. Assim, com essas melhorias contínuas nos carros elétricos, os mesmos ganharão escala e terão menores preços, diminuindo seu valor de aquisição, aumentando a concorrência de mercado e, consequentemente, alterando a estrutura do cenário automotivo brasileiro.

Vale ressaltar que este trabalho, embora tenha apresentado diversas vezes que a bateria é o item que mais agrega valor em um veículo elétrico, sendo o principal responsável pelo seu alto custo de aquisição de acordo com as fontes de pesquisa utilizadas para a elaboração deste, não se foi pesquisado a fundo sobre os tipos de baterias, seus componentes e como ocorre o funcionamento das mesmas nesses automóveis. Deste modo, para trabalhos futuros, recomenda-se fazer pesquisas mais elaboradas acerca deste item fundamental para a tecnologia

dos carros elétricos, visto que as baterias são a principal fonte de impedimento do lado da tecnologia (ou seja, lado da oferta) para a difusão destes carros no Brasil. Caso o mercado consiga efetuar uma melhoria tecnológica nas mesmas, os carros elétricos podem inclusive predominar no cenário brasileiro, em parceria com as futuras e prováveis legislações de emissões mais rígidas no país, além das vantagens já conhecidas e apresentadas em relação aos seus concorrentes diretos. Também, recomenda-se uma pesquisa mais detalhada em relação às diferentes tributações quanto aos carros elétricos no cenário brasileiro e quais medidas poderiam ser tomadas para tentar diminuir essas tributações, por exemplo a questão do IPVA, cuja alíquota varia de acordo com o estado analisado.

## REFERÊNCIAS

- AGUIAR, R. “Se nada fizerem, não haverá indústria automotiva”, diz presidente da ABVE. **EXAME**, 23 de maio de 2021. Disponível em: <<https://exame.com/negocios/presidente-da-abve-se-nada-for-feito-nao-havera-industria-automotiva/>>. Acesso em 13 de jul. de 2021.
- ANTUNES, Pedro Donizete Ribeiro. **Veículos elétricos, funcionamento e seus benefícios**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso [Engenharia elétrica] - Centro Universitário UNIFACVEST, Lages, 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO VEÍCULO ELÉTRICO. **ABVE projeta 28 mil veículos eletrificados em 2021**. Disponível em: <<http://www.abve.org.br/abril-bate-recorde-abve-preve-28-mil-ves-em-2021/>>. Acesso em 25 de maio de 2021.
- BARAN, Renato. **A introdução de veículos elétricos no Brasil: Avaliação do impacto no consumo de gasolina e eletricidade**. 2012. 139 p. Tese [Doutorado em Planejamento Energético] - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.
- BASS, F. A new product growth for model consumer durables. **Management Science, Maryland**, v. 15, n. 8, p. 215-227, 1969.
- CARVALHO, A. M.; FERREIRA, J. L.; RUFFONI, J. Dinâmica da difusão de inovações no contexto brasileiro. **Revista brasileira de inovação**, v.17, n.1, p.175-200, 2017.
- DELIBERATO, A. Guia: Todos os carros elétricos à venda no Brasil. **Webmotors**, 2021. Disponível em: <<https://www.webmotors.com.br/wm1/comparativos/guia-todos-os-carros-eletricos-a-venda-no-brasil>>. Acesso em 10 de ago. de 2021.
- DOSI, G. **Mudança Técnica e Transformação Industrial: A teoria e uma aplicação à indústria dos semicondutores**. 1.ed. UNICAMP, 2006.
- ESTADOS UNIDOS. ENERGY.GOV. **Recovery Act**. Disponível em: <<https://www.energy.gov/recovery-act>>. Acesso em 25 de maio de 2021.
- FANTINATO, G. 80% dos carros vendidos na Noruega já são elétricos. **Tecnundo**, 2021. Disponível em: <<https://www.tecnundo.com.br/mobilidade-urbana-smart-cities/215135-venda-carros-eletricos-chega-80-noruega.htm>>. Acesso em 15 de ago. de 2021.
- FLEISCHER, T., SCHIPPL, J., TRUFFER, B. **Technological Forecasting & Social Change. Switzerland: ELSEVIER**, 2017.
- FURTADO, A. **Difusão tecnológica: um debate superado?** In: PELAEZ, V.; SZMRECSÁNYI, T. Economia de inovação tecnológica. 1. ed. São Paulo: Hucitec, 2006.
- GRINGO. **Carros elétricos e IPVA – entenda tudo sobre esse mercado**. 2021. Disponível em: <<https://gringo.com.vc/carros-eletricos-e-ipva/>>. Acesso em: 21 de set. de 2021.
- HALL, B. H. **Innovation and diffusion**. Cambridge, MA: The National Bureau of Economic Research, 2004. (Working paper, n. 10212). Disponível em: <<http://www.nber.org/papers/w10212.pdf>>.

MALDONADO, M. U. et al. Barreiras para transição de carros elétricos: uma análise do cenário brasileiro. In: ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE GESTÃO EMPRESARIAL E MEIO AMBIENTE. XXI, Dez, 2019. **Anais**. p.1-16.

MANSFIELD, E. Technical change and the rate of imitation. **Econometrica**, Nova York, v. 29, n. 4, p. 741-766, 1961.

MATULKA, R. “The History of the Electric Car”. **Energy.gov**, 2014. Disponível em: <<https://www.energy.gov/articles/history-electric-car>>. Acesso em 24 de jul. de 2021.

METCALFE, J. S. Impulse and diffusion in the study of technical change. **Futures**, v. 13, n. 5, p. 347 359, 1981.

NELSON R, WINTER S. **An Evolutionary Theory of Economic Change**. Harvard University Press 1982.

NEOCHARGE. **Número de carros elétricos no Brasil**. Disponível em: <<https://www.neocharge.com.br/carros-eletricos-brasil>>. Acesso em 19 de ago. de 2021.

NEOCHARGE. **Tipos de carros elétricos**. Disponível em: <<https://www.neocharge.com.br/tudo-sobre/carro-eletrico/tipos-veiculos-eletricos>>. Acesso em 15 de maio de 2021.

PORTAL DA INDÚSTRIA. **Política Industrial: entenda como ela afeta a economia**. Disponível em: <<http://www.portaldaindustria.com.br/industria-de-a-z/politica-industrial/>>. Acesso em 26 de jul. de 2021.

RENAULT. **Novo Renault Zoe E-Tech**. Disponível em: <[https://www.renault.com.br/veiculos-eletricos/zoe/autonomia-e-carregamento.html?gclid=Cj0KCQjwvaeJBhCvARIsABgTDM6PF6F9ptkkHxyJEcRpBnreZnDLWfGMAqvPUU7M2Qx-dy200-LMFOQaAiMmEALw\\_wcB](https://www.renault.com.br/veiculos-eletricos/zoe/autonomia-e-carregamento.html?gclid=Cj0KCQjwvaeJBhCvARIsABgTDM6PF6F9ptkkHxyJEcRpBnreZnDLWfGMAqvPUU7M2Qx-dy200-LMFOQaAiMmEALw_wcB)>. Acesso em 25 de ago. de 2021.

ROGERS, E. M. **Diffusion of innovations**. 1. ed. New York: The Free Press, 1962.

SARAGIOTTO, D. **Infraestrutura para carros elétricos e híbridos cresce no país. Estadão**. Disponível em: <<https://mobilidade.estadao.com.br/inovacao/infraestrutura-para-carros-eletricos-e-hibridos-cresce-no-pais/>>. Acesso em 25 de ago. de 2021.

SCHAUN, A. Gurgel Itaipu foi o primeiro carro elétrico nacional, mas morreu por problemas que existem até hoje. **AUTO esporte**, 02 de abr. de 2021. Disponível em: <<https://autoesporte.globo.com/um-so-planeta/noticia/2021/04/gurgel-itaipu-foi-o-primeiro-carro-eletrico-nacional-mas-morreu-por-problemas-que-existem-ate-hoje.ghtml>>. Acesso em 23 de jul. de 2021.

SCHMOOKLER J. **Invention and Economic Growth**. Harvard University Press 1996.

SCHUMPETER, J. A. **A teoria do desenvolvimento econômico**. 1. ed. São Paulo: Abril Cultural, 1912.

TIGRE, P.B. **Gestão da Inovação: A Economia da Tecnologia no Brasil**. 1.ed. ELSEVIER, 2006.