

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE ECONOMIA E RELAÇÕES INTERNACIONAIS GRADUAÇÃO EM  
CIÊNCIAS ECONÔMICAS**

**MURILO HENRIQUE MESQUITA DOS  
SANTOS**

**INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS E O MERCADO DE VEÍCULOS  
ELÉTRICOS: AVALIANDO O POSICIONAMENTO DA INDÚSTRIA  
CHINESA**

**UBERLÂNDIA –MG**

**2022**

INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS E O MERCADO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS:  
AVALIANDO O POSICIONAMENTO DA INDÚSTRIA CHINESA

Monografia apresentada ao Instituto de Economia e  
Relações Internacionais da Universidade Federal de  
Uberlândia, como requisito parcial à obtenção do título  
de Bacharel em Ciências Econômicas

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Nunes Guimarães

UBERLÂNDIA –MG

2022

INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS E O MERCADO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS:  
AVALIANDO O POSICIONAMENTO DA INDÚSTRIA CHINESA

Monografia apresentada ao Instituto de Economia e  
Relações Internacionais da Universidade Federal de  
Uberlândia, como requisito parcial à obtenção do título  
de Bacharel em Ciências Econômicas

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Nunes Guimarães

BANCA EXAMINADORA:

Uberlândia, 24 de março de 2022

---

Prof. Dr. Eduardo Nunes Guimarães  
(Orientador)

---

Prof. Dr. Germano Mendes de Paula

---

Prof. Dr. Marcelo Sartorio Loural

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a minha mãe, Cristina, a quem dedico esse trabalho, pois sem seu apoio e auxílio nada disso seria possível.

Agradeço a minha companheira Reebeca Cristina Gomes, por estar ao meu lado durante todo o processo de realização deste trabalho, sua companhia foi essencial nos momentos mais difíceis do processo.

Agradeço ao Prof. Dr. Germano Mendes de Paula, por fornecer materiais para a elaboração do trabalho, dos quais dificilmente teria acesso.

Um agradecimento especial ao meu colega de trabalho Bruno Sales, por ser flexível mediante as necessidades da minha graduação e a disponibilização de tempo para confecção deste trabalho.

E também agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Eduardo Guimarães Nunes, pelo auxílio e direcionamento durante a elaboração deste estudo.

*“Ninguém é tão ignorante que não tenha algo a ensinar. Ninguém é tão sábio que não tenha algo a aprender.”*

*Blaise Pascal*

## RESUMO

Os automóveis elétricos se apresentam como a solução mais próxima para a quebra de paradigma dos automóveis MCI, assunto em voga devido as mudanças climáticas que enfrentamos. O estudo objetiva investigar as inovações tecnológicas e o mercado de automóveis elétricos. Sendo utilizado o método de abordagem indutiva e procedimento comparativo. Avaliando a movimentação e posicionamento da indústria chinesa no mercado global. Os principais objetivos do trabalho são detalhar as políticas industriais utilizadas pelo governo chinês, demonstrar as vantagens de ser pioneiro de um determinado setor tecnológico, apresentar a importância de se realizar um salto de tecnologia no mundo globalizado e enfatizar o impacto que a mudança de mobilidade irá percorrer sobre o globo. Demonstrando como decisões alinhadas ao longo de 30 anos levaram a China a uma posição privilegiada no cenário de produção, consumo e adoção da tecnologia dos automóveis elétricos.

Palavras-chave: Automóveis elétricos; setor automobilístico; China; Tecnologia; Mercado; Indústria.

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

MCI – Motores a Combustão Interna

P&D – Pesquisa e Desenvolvimento

A.E. – Automóvel Elétrico

PCC – Partido Comunista Chines

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –Interação dos fatores para a geração de oportunidades de pioneirismo e suas vantagens. ....	20
Figura 2 - Adaptação da interação dos fatores para a geração de oportunidades do pioneirismo e suas vantagens, frente ao mercado dos automóveis elétricos e a indústria chinesa.....	24
Figura 3 - Emissões de CO2 Realizadas Pelo Setor de Transporte (1990 – 2018). ....	29
Figura 4 - Vendas globais de automóveis puramente elétricos e híbridos no triênio (2017 – 2018 – 2019).....	31
Figura 5 - Participação de vendas de automóveis elétricos (%) no setor automobilístico por país (2019).....	31
Figura 6 - Vendas A.E. por País (Híbridos + Totalmente Elétricos) - Biênio (2018 – 2019) em Milhares.....	32
Figura 7 - Vendas A.E. por País (Híbridos + Totalmente Elétricos) Leves de 2010 a 2019 - Milhões.....	33
Figura 8 - Vendas Globais A.E. por Conglomerado Automobilístico em 2019.....	34
Figura 9 - Vendas Globais Mensais de A.E. no Triênio (2019 – 2020 – 2021*) em Milhares	35
Figura 10 - Vendas Globais A.E. de 2012 a 2021 (Estimativa) em Milhares .....	36
Figura 11 - Comparativo entre os sistemas de propulsão de veículos.....	38
Figura 12 - Proprietários de automóveis por mil habitantes período 2013 - 2018.....	41
Figura 13 - Evolução das vendas de veículos de passageiro na China em milhões (2001 – 2019).....	42
Figura 14 - Tamanho do mercado de veículos elétricos leves (2018).....	46
Figura 15 - Vendas de automóveis elétricos na china 2014 - 2018 e estimativa para 2024.....	46
Figura 16 - Conhecimento sobre a tecnologia dos automóveis elétricos pelos chineses .....	47
Figura 17- Matriz mercado e indústria de automóveis elétricos por país (2019).....	48
Figura 18 - Problemas relatados pelos donos de veículos elétricos na China (2019) .....	49
Figura 19 - Custos para a manufatura de uma célula de bateria Íon-Lítio .....	53
Figura 20 - Relação entre instituições e países na publicação de artigos científicos de baterias de íon-lítio para veículos elétricos (1996 - 2016).....	57

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Comparativo entre as definições de política industrial sob a ótica teórica/liberal e neoschumpeteriana/evolucionária. ....	16
Tabela 2 - Comparativo entre os modelos mais populares de bateria para automóveis elétricos. ....	39
Tabela 3 - Países líderes na publicação de patentes e artigos científicos relacionados a baterias de íon-lítio para veículos elétricos (1996 – 2016) .....	55
Tabela 4 - Empresas de energia elétricas, universidades e centros de pesquisas líderes em registros de patentes sobre baterias de íon-lítio para veículos elétricos (1996 - 2016).....	59

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	11
2	EMBASAMENTOS TEÓRICOS DA POLÍTICA INDUSTRIAL PARA A PRODUÇÃO DE AUTOMÓVEIS ELÉTRICOS .....	15
2.1	Inovação, seus impactos e difusões .....	17
2.2	Vantagens de ser pioneiro .....	19
3	A NASCENTE INDÚSTRIA DE CARROS ELÉTRICOS: O CASO CHINÊS .....	26
3.1	Panorama geral da indústria de automóveis elétricos .....	28
3.2	Uma breve análise sobre os principais componentes dos automóveis elétricos .....	37
3.3	A indústria automobilística na China.....	40
3.4	A indústria de automóveis elétricos na China .....	43
3.5	O desafio das fontes de energia na produção de carros e o papel da China.....	50
3.5.1.	As baterias de Íon-Lítio .....	51
3.5.2.	Os líderes na busca de inovação das baterias de íon lítio .....	54
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	60
	REFERÊNCIAS .....	62

## 1 INTRODUÇÃO

Em um mundo onde a sustentabilidade e o uso consciente dos recursos naturais estão em ascensão devido aos grandes impactos que vêm sendo notados através do passar dos anos, sejam eles mudanças climáticas que alteraram completamente o modo de vida de certas regiões, até degradações por completo de ecossistemas e afins. Ciente disso instituições e grupos buscam criar políticas e diretrizes, com o objetivo de diminuir tal impacto ambiental e cumprir os diretrizes acordados pelo G7 (Grupo dos países mais ricos). Conforme relatório divulgado da reunião do G7 (Grã-Bretanha, jun/2021) foram assumidos compromissos que determinam zerar as emissões de gases causadores do efeito estufa até 2050 e reduzir em 50% as emissões coletivas até 2030, além de liderar os esforços para o cumprimento da agenda 2030, programa da Organização das Nações Unidas (ONU) que possui uma série de objetivos para o desenvolvimento sustentável, respeitando o meio ambiente e propiciando maior igualdade social. Essas ações, apesar de não detalharem as estratégias para se atingir os objetivos enumerados, demonstram que o assunto é de interesse global e foi assumida como um dever dos países mais ricos. Outro exemplo é a decisão do governo chinês (que embora seja o 2º PIB do mundo, não faz parte do G7) que recentemente tomou uma posição de não mais financiar a construção de usinas termoelétricas a carvão no mundo, situação que interfere de maneira direta na matriz energética global, visto que 70% das usinas a carvão do mundo dependem de financiamento chinês (JOHN LIU, 2021).

Apesar dos conflitos de interesses e dos discursos oportunistas e demagógicos, é perceptível que vem ganhando força na escala internacional as preocupações e ações concretas para a promoção da sustentabilidade ambiental. Neste contexto, a substituição dos combustíveis fósseis é uma das frentes de grande interesse da sociedade, pois essa mudança é apontada como uma das ações de impacto ambiental positivo, ou seja, capaz de provocar um efeito de grande proporção no mundo atual. Isto porque o principal modal de transporte para curtas e médias distâncias nos últimos 100 anos tem sido o automóvel movido a combustão, principalmente a derivados de petróleo, sendo esse responsável por cerca de, aproximadamente, 25% das emissões de CO<sub>2</sub> no planeta terra (HAN Apud. REIS; PINTO JUNIOR, 2019).

Diversas tecnologias vêm sendo desenvolvidas e pesquisadas desde a segunda metade do século XX, compondo um amplo leque das chamadas energias sustentáveis ou menos poluentes. O Brasil, por exemplo, foi pioneiro e líder no setor de bioenergia da cana de açúcar, quando investiu no programa de produção do etanol, conhecido como Programa Pró-álcool, que alavancou o desenvolvimento e a produção dos veículos movidos a álcool e depois viabilizou

a tecnologia dos motores *flex* (veículos movidos a álcool e gasolina). Apesar da liderança brasileira no desenvolvimento e utilização desta tecnologia ela não extrapolou as fronteiras do território nacional e, portanto, não atingiu uma desejável escala internacional. Algo que surge no horizonte como solução a esse problema é a tecnologia dos automóveis elétricos, que seriam uma opção de transporte limpa e sustentável. Na verdade, à medida que a tecnologia dos motores elétricos ganha espaço na indústria automobilística, nota-se que ela apresenta interesse e demonstra potencial de uso em larga escala em outros veículos de transporte, como aviões, navios, motocicletas, bicicletas, trens etc. Porém, tal alternativa tecnológica não é deliberadamente nova, pois há registros desses tipos de veículos ao fim do século XIX. Lembrando que o enfoque do artigo é referente aos automóveis elétricos, mais estritamente aos veículos elétricos leves. Entretanto, devido a uma série de fatores, como dificuldade no armazenamento da energia, baixa autonomia e principalmente seus custos relativos elevados, acabaram sendo preteridos frente aos modelos de combustão, que utilizam combustíveis fósseis, principalmente o petróleo, que se tornou um imenso complexo industrial no século XX. Contudo, desde as crises dos preços do petróleo da década de 1970, esforços vêm sendo feitos para revolucionar o setor de transportes e, em particular o setor de automóveis. De um lado os avanços tecnológicos na direção de fontes energéticas limpas e renováveis, de outro lado o agravamento das catástrofes ambientais que fazem emergir preocupações e prioridades quanto à sustentabilidade do ecossistema. O crescimento do interesse político em torno de novas matrizes energéticas ajudou a fomentar investimentos em novas tecnologias para o setor de transporte. Assim sendo, apesar dos ainda inúmeros desafios, é possível afirmar que nas duas primeiras décadas do século XXI já foram dados passos de extrema relevância no sentido de encontrar alternativas sustentáveis viáveis economicamente. Alguns dos principais gargalos tecnológicos veem sendo solucionados ao longo do passar dos anos, com o avanço dos investimentos e do conhecimento. Porém nossa pesquisa parte da hipótese de que apesar do avanço e liderança da tecnologia dos automóveis elétricos, ainda há a necessidade do aprimoramento dessa tecnologia. Entende-se que ainda há gargalos tanto de uso, autonomia da bateria ou uma rede de pontos de recarga, quanto a viabilidade econômica, alto preço das baterias, principal componente na manufatura do veículo elétrico.

Dentro desse novo cenário que parece pautar as primeiras décadas do século XXI é possível vislumbrar um ponto de ruptura tecnológica na produção mundial de automóveis. Conforme salientado por Schumpeter (1942), o desenvolvimento econômico deve ser entendido como um processo de mudança contínuo, jamais estacionário, ocorrendo ao longo do tempo e

orientado pelo processo da destruição criadora, este um processo permanente de mutação das empresas, destruindo elementos antigos, para o surgimento de novos. Logo o processo de transição tecnológica, do automóvel a combustão para o automóvel elétrico, é um exemplo de destruição criadora. O paralelo que permite essa afirmação é toda a mudança de cadeia produtiva que seria necessária, pois os MCI (Motores de Combustão Interna) possuem toda uma rede de infraestrutura própria. Neste caso podemos citar as relações industriais da metalurgia com o nicho automobilístico, além da ampla correlação de petrolíferas com o setor, vide a vasta rede de postos de combustível que existe para alimentar tal modal de transporte. Portanto, seria necessário mudanças em toda essa cadeia, vide o funcionamento mais simples dos veículos elétricos, ou a alteração na obtenção e armazenamento da energia utilizada para mover essa nova frota de automóveis rodoviários. Assim sendo, esta mudança revolucionária na tecnologia de funcionamento dos automóveis vai impor uma nova realidade no mundo do transporte de curtas e médias distâncias.

O referido cenário abre uma janela de oportunidades e possibilidades de ascensão e consolidação de uma nova indústria automobilística. Países em ascensão econômica como a China e que enfrentam grandes desafios ambientais, passam a investir em uma nova matriz de inserção na produção industrial internacional de automóveis, e com isso, priorizam o desenvolvimento de estratégias neste setor com o incentivo em pesquisa e desenvolvimento de tecnologias utilizadas em automóveis elétricos. Visto que nessa realidade há uma oportunidade de ser vanguarda nesse tipo de tecnologia, e obter vantagens frente a essa possível revolução do transporte. Pois dado tal cenário, e a aparente inércia dos grandes conglomerados automobilísticos em popularizar a tecnologia, os chineses, por serem dotados de um mercado interno amplo e incentivos governamentais abundantes, estão investindo para se tornarem líderes nessa possível revolução dos automóveis elétricos, quebrando o paradigma vigente dos veículos movidos a motor de combustão interna.

Dentro dessa possível revolução de troca de tecnologia no setor de automóveis surgem diversos desafios. Um deles e, talvez o principal, pode ser creditado à questão referente a como armazenar a energia elétrica. Nos últimos anos diversos avanços tecnológicos já foram realizados e a utilização de baterias vem sendo o principal mecanismo estudado e utilizado para cumprir esta função. Mas ainda é cedo para afirmar que já foi encontrada a solução mais eficaz. Logo, o desenvolvimento tecnológico do item é imprescindível para a popularização e adoção do automóvel elétrico pela sociedade. Sendo assim é possível observar uma ampla correlação de forças e ainda não estão claras as vantagens de qual conglomerado e/ou país irão dominar

melhor essa tecnologia e, conseqüentemente, usufruirão de posição privilegiada nesse provável novo cenário.

O conglomerado ou país que conseguir realizar tal avanço nesse aspecto tecnológico realizará um nítido *leapfrogging*, uma espécie de “pulo do gato”, visto que a nova vigência tecnológica tornaria, de certo modo, menos importante todo o legado de conhecimento e tradição acumulados na fabricação de automóveis ao longo do século XX. Assim, aquilo que seria considerado uma grande vantagem dos grandes conglomerados e marcas de empresas automobilísticas especializadas em veículos a combustão deixaria de ser decisivo e, no novo cenário, seriam concretizadas novas possibilidades de liderança e vanguarda para um novo *player* global. Nossa hipótese é que o governo chinês traçou uma meta ambiciosa para o setor de veículos elétricos e tem desenvolvido uma estratégia de investimentos e subsídios voltados para atingir a liderança na produção em massa de automóveis elétricos.

Assim, o objetivo geral deste trabalho é examinar o panorama da difusão e crescimento da tecnologia dos automóveis elétricos, identificando a maneira que ela se transcorre na sociedade e as suas perspectivas futuras. Como objetivo específico, nossa proposta é analisar como o governo e a indústria chinesa busca assumir papel de protagonismo nessa revolução a partir do viés da pesquisa e desenvolvimento das baterias utilizadas nos automóveis elétricos. Como instrumento metodológico será utilizada a análise documental, com objetivo de estruturar os princípios, objetivos e metas dos objetos em estudo. Além desta introdução e das considerações finais, a monografia apresenta outros três capítulos. No primeiro capítulo é trabalhada a fundamentação teórica utilizada para o estudo da difusão e crescimento da tecnologia dos automóveis elétricos e, em particular, destacar o posicionamento chinês sobre esta nascente indústria. Lembrando que a utilização do termo posicionamento se dá a partir do modo como a China observa essa indústria nascente e como o país compreende e age frente as possibilidades que esta nova tecnologia pode resultar. O segundo capítulo apresenta um panorama sobre a indústria dos automóveis elétricos e como ela está se difundido pelo mundo, além de destacar algumas características mais específicas da indústria chinesa. O terceiro capítulo procura discutir os avanços na pesquisa e desenvolvimento de tecnologias que melhorem o desempenho das baterias, procurando demonstrar nossa hipótese de que este seria o principal fator para definir um papel de protagonismo nesse mercado. Fechamos nossa análise discutindo o papel dos conglomerados e países no desenvolvimento e aplicação desta tecnologia, destacando o caso particular do projeto chinês.

## **2 EMBASAMENTOS TEÓRICOS DA POLÍTICA INDÚSTRIAL PARA A PRODUÇÃO DE AUTOMÓVEIS ELÉTRICOS**

Muitas vezes para que seja possível edificar um cenário fértil para a inovação, que traz consigo as vantagens do pioneirismo, é necessário um conjunto de políticas industriais, pois é a partir da interação dessas políticas com as empresas que se torna possível a criação de capacitações, que são um pré-requisito para que seja possível se tomar a dianteira do pioneirismo. Entretanto há várias definições para o que é uma política industrial, tornando difícil a definição factual do que ela é propriamente dita ou como pode ser interpretada. Suzigan e Furtado (2006) apresentam duas correntes de definição. A primeira advinda da linha teórica/liberal que definem a política industrial como modo de sanar falhas e/ou imperfeições de mercado, pois essa escola de pensamento parte do pressuposto que o mercado se encontra em um trajeto de equilíbrio. Nesta visão a política industrial seria reativa e restrita, sendo colocada em prática somente nos momentos de desequilíbrio do mercado, isso quando a intervenção fosse benéfica suficiente frente aos seus custos em termos de falhas de governo. A segunda corrente apresentada por Suzigan e Furtado (2006) é a dos autores neoschumpeterianos e da economia evolucionária, que se baseiam em observações dos fenômenos econômicos, o que segundo Nelson & Winter (1982), constitui o que é denominado teoria apreciativa. Segundo os estudos especializados tal corrente se define pela visão Schumpeteriana do papel estratégico da inovação no desenvolvimento da economia combinada com as formalizações teóricas da economia evolucionária, que descarta o pressuposto de equilíbrio. Neste sentido, esta abordagem vai diretamente contra a primeira corrente apresentada e propõe que há evoluções simultâneas de tecnologias, estruturas de firmas, indústrias e instituições, sendo todas elas movidas pela força da inovação.

Logo, sob a ótica da corrente neoschumpeteriana/evolucionária, a política industrial é ativa e abrangente, sendo essencial para o desenvolvimento em conjunto não só de indústrias indutoras de tecnologia, como também todo ambiente econômico e institucional em geral. E neste sentido pode se dizer que a política industrial atua como um agente essencial para o aumento da competitividade industrial, impulsionando a economia.

Entendemos que a ótica neoschumpeteriana/evolucionária se apresenta como sendo mais adequada frente a nossa realidade atual. Logo a política industrial é uma estratégia de desenvolvimento e, portanto, há a necessidade de correlação dessas políticas com outros elementos econômicos, com o objetivo de compatibilizá-los para se obter o resultado esperado. Neste sentido, a política industrial tem que ser compatível com a política macroeconômica

vigente. Pois além de instituir metas, articular os instrumentos, normas e regulamentações necessárias para a implementação da política, coordenar o avanço do sistema de inovação nacional e de ciência e tecnologia (C&T) em sinergia com o setor industrial, também cumpre-lhe fazer o intermédio com os representantes do setor privado que irão interagir para a execução do processo. Nota-se que há muitas tarefas a serem conduzidas pela política industrial, e tal escopo se dá pelos fundamentos teóricos da abordagem neoschumpeteriana/evolucionária.

Tabela 1 - Comparativo entre as definições de política industrial sob a ótica teórica/liberal e neoschumpeteriana/evolucionária.

Teórico/Liberal	Neoschumpeteriano/Evolucionário
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mercado em constante equilíbrio.</li> <li>• Política industrial funciona de modo reativo e restrito</li> <li>• Política industrial só entra em ação para sanar falhas de mercado</li> <li>• Política industrial só entra em ação se os custos foram benéficos frente aos custos de falha do governo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descarta o pressuposto do mercado em equilíbrio.</li> <li>• Política industrial funciona de modo ativo e abrangente.</li> <li>• Política industrial entra em ação com intuito de ajudar o desenvolvimento econômico.</li> <li>• Política industrial não atua somente sobre a indústria, mas sim sobre um conjunto de instituições que agregam ao crescimento econômico,</li> </ul>

Fonte: Elaboração própria a partir da discussão de Suzigan e Furtado, 2006.

Após essa breve explanação sobre definições e afins referente a ideia de política industrial é notável que a segunda corrente, Neoschumpeteriano/Evolucionário, parece indicar maior grau de coerência com o modelo econômico atual vigente, com as questões de competitividade internacional e globalização das empresas, produtos e meios de produção.

Dentro desse modelo, ao longo do tempo, com as evoluções de tecnologia e mudanças na forma como as relações globais se conformaram, surgiram novos modos de se pensar o papel do Estado e das políticas industriais. Podemos destacar uma corrente que prioriza o modelo do Estado Empreendedor (MAZZUCATO, 2014), que basicamente parte da ideia de que cabe ao Estado o papel de força motriz para a pesquisa e desenvolvimento, que resultem em inovações, que geram resultados positivos sobre a economia do país e para a sua competitividade. Pois em um mercado moldado sobre o capitalismo contemporâneo, segundo esta abordagem, não há possibilidades para que as empresas assumam uma série de riscos, que podem gerar gastos e possíveis prejuízos que tirem tal indústria do “páreo” da competição mundial.

Assim caberia, nesta linha de interpretação, ao Estado assumir tais riscos, devido a sua estrutura única de poder. Na verdade, quando são analisadas as trajetórias tecnológicas e industriais dos diferentes países é possível notar distintas formas de interação entre Estado e

economia. Neste quesito podemos destacar que as indústrias chinesas se tornam uma espécie de “Jaboticaba”<sup>1</sup>, pois o modo como a linha que divide os interesses de Estado e empresas é bastante amalgamada, sobe a liderança do Estado. Assim é de se esperar que os conglomerados industriais chineses podem chamar para si tal risco e responsabilidade, invertendo sob uma primeira visão a ótica do ideal proposto por Mazzucato. Porém, mais à frente, quando nos referirmos melhor sobre o modelo econômico chinês, veremos que a mudança apenas consiste que o Estado entra com os recursos, deixando sob responsabilidade das empresas tais pesquisas e inovações. Neste caso não estamos dizendo que o Estado chinês não tenha organizações, ou aparatos que ajudem tal processo, como universidades, centros de pesquisas ou programas de desenvolvimento, porém a grande responsabilidade recai sobre a indústria, que por suas relações, em muitos casos não deixam de ser o Estado.

## **2.1 Inovação, seus impactos e difusões**

Quando se pensa em inovação, o primeiro estímulo é pensar em mudanças tecnológicas que revolucionaram o mundo, porém nem todas as inovações geram um amplo crescimento econômico, pois esse fenômeno acontece quando se cria um produto ou processo que impacta em inúmeros setores da economia, exemplos, energia elétrica e computadores. Entretanto a grande maioria das inovações se aplica em cenários de menor escala, como um nicho industrial, uma empresa, ou até mesmo um setor dentro dessa firma.

Porém sim, existe as inovações que conseguem ter um impacto tão grande que extrapolam o seu direcionamento original e acabam vertendo por inúmeros setores industriais e pela sociedade adentro, tais inovações são denominadas de tecnologia de propósitos gerais, sendo definidas por três características (I) se difundem por diversos setores, (II) avançam com o tempo, diminuindo custos e (III) facilitam novas inovações.

Tal conceito caminha lado a lado com o ideal apresentado por Carlota Perez (1983), chamado de paradigma técnico-econômico, que consiste que em espaços de tempo nos quais estão ocorrendo tal ponto de inversão tecnológico, há uma enxurrada de novos produtos e processos, que impactam na sociedade. As mudanças englobam uma gama de aspectos, atingindo instituições e empresas, devido a transformação intensa de suas estruturas produtivas e modelos de gerenciamentos, o que leva ao surgimento de novas competências enquanto

---

<sup>1</sup> Expressão utilizada com o objetivo de demonstrar algo único relativo a um país/região.

destroem aquelas que atrapalham a reverberação das novas tecnologias (QUINTELLA e DIAS, 2002 apud. DALTRO, 2019).

A última inovação com tamanho impacto foi a dos computadores e informática em geral, entretanto surge no horizonte um novo cenário para uma mudança de magnitude semelhante, a chamada revolução industrial verde (MAZZUCATO, 2014).

A revolução industrial verde, consistiria no desenvolvimento de fontes de energia sustentáveis e processos que tornem esses novos meios energéticos acessíveis, entretanto é notável compreender que tal mudança trabalha com o cenário de alterar uma das estruturas mais complexas e extensas vigentes atualmente, a energética, o que acarretaria em uma série de custos irrecuperáveis, logo não cabe apenas o suporte para o surgimento de novas tecnologias, mas também um apoio para os mercados que utilizem tais tecnologias (HOPKINS e LAZONICK, 2012 apud. MAZZUCATO, 2014).

É possível realizar um paralelo desse cenário pensando no tema abrangente desse trabalho, os veículos elétricos, que estão dentro da cadeia automotiva. Pensando somente na ideia energética, imaginemos o tamanho do impacto em custos irrecuperáveis de se desativar uma rede complexa e bem estruturada de distribuição de derivados de petróleo, como petrodutos e gasodutos, ou a parte final da cadeia, os postos de combustíveis já existentes. Assim sendo necessário a substituição de todo esse cenário pré-existente por uma nova rede, de maior ou tamanha complexidade, para a distribuição da energia elétrica para pontos de recarga que devem possuir uma abrangência gigantesca afim de atender o consumidor.

Logo cabe ao Estado interferir tanto na ótica da demanda, quanto na ótica da oferta uma vez que essa relação influenciam toda uma estrutura e funções dos mercados ou investimentos, de empresas que estejam surgindo, ou fazendo uma transição para o modelo de tecnologia verde.

Sendo as influências sob a demanda podendo ocorrer como forma de normas ambientais, que impactam de maneira direta e firme, os padrões de consumo de energia, assim levando o mercado a ir se adaptando a ideia que se deseja implantar, o consumo consciente da energia e adesão a chamada energia verde.

Já as políticas de oferta são voltadas ao modo como a energia é gerada e distribuída, influenciando a inovação em tecnologia do setor e a sua rápida adoção frente a tecnologias já estabelecidas, pois de nada adianta o desenvolvimento da tecnologia sem a adesão dela pelo mercado consumidor, e para tal é necessário trabalhar questões estruturais e financeiras.

São medidas buscando um caminho não tão claro, pois não se sabe qual seria esse ponto de chegada. Logo seria algo mais processual do que momentâneo, visto que haveria a necessidade de destruição de certas indústrias, adaptação de outras e surgimento de novas empresas que se adequem a revolução verde. Entretanto mesmo que não haja um ponto de chegada óbvio, é claro o objetivo da tarefa, um benefício público crescente, ao mesmo tempo que evita a destruição da natureza no planeta como um todo (MAZZUCATO, 2014).

É notável também entender o processo que essa revolução tomaria, visto que teria impacto semelhante ao dos sistemas de informáticas, que se difundiram por inúmeros setores, mudando de forma permanente e impactante uma série de modos de produção, alterando o funcionamento e existência de diversas indústrias e setores já existentes.

## 2.2 Vantagens de ser pioneiro

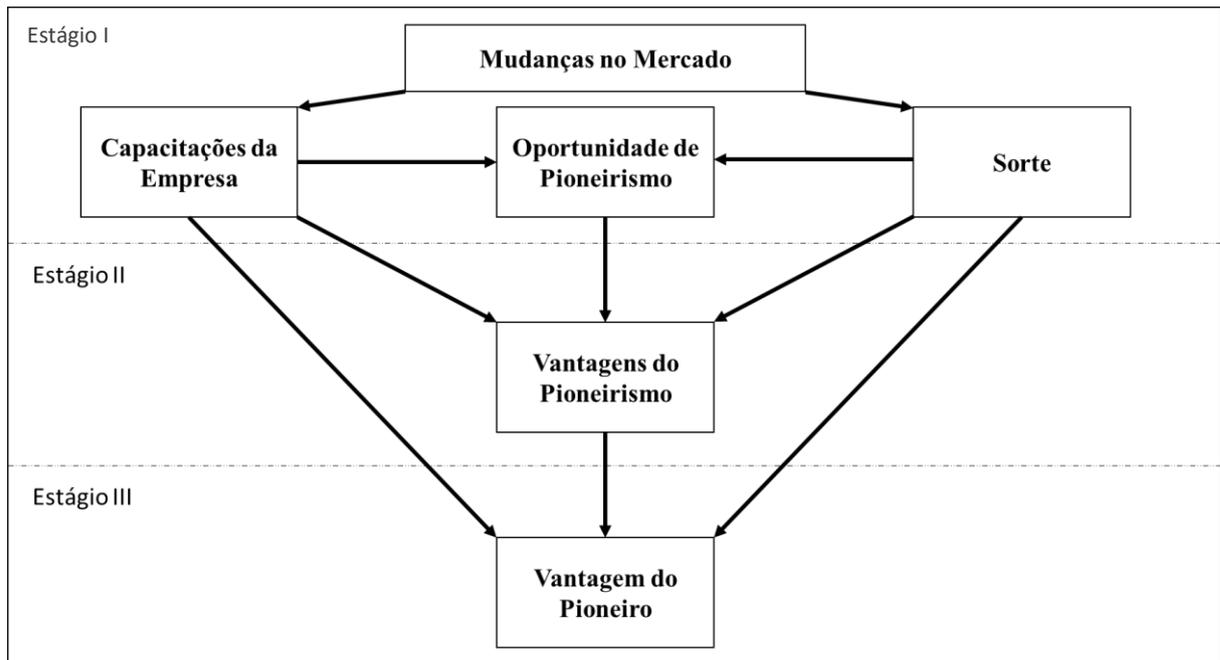
Marvin Lieberman e David Montgomery (1987) apresentam o conceito do *first mover advantage*, traduzido para a língua portuguesa como vantagens de ser pioneiro, neste artigo são apresentados as vantagens e desvantagens de ser o primeiro *player* a entrar em um mercado. Delimitando o aspecto de *player* ao âmbito empresarial, ou seja, indústrias e firmas. Além de apresentar definições que delimitam o que seria a vantagem de ser pioneiro, assim facilitando o modelo de análise sobre tal situação. O fator de destaque desse *paper* é que ele sintetiza os elementos que levam ao surgimento da vantagem de ser pioneiro, condições externas e internas que levam a concepção de tal acontecimento.

Para entendimento da teoria apresentada por Lieberman e Montgomery é necessário compreender a diferença entre três termos, pioneirismo, vantagens do pioneirismo e vantagem do pioneiro. O pioneirismo seria a entrada em um mercado antes de qualquer outro concorrente, fato que ocorreria devido a combinação de capacidades da empresa, como conhecimento prévio no ramo ou produto, seja ele tácito ou não, acesso a tecnologias e processos inovadores, além de condições do mercado. As vantagens do pioneirismo seriam os benefícios advindos da entrada prematura nesses mercados. E por fim, o bônus do pioneiro que seriam as vantagens obtidas ao longo prazo por ser o primeiro agente ativo no mercado, como por exemplo, lucro superior ou exclusividade de patentes.

É importante ressaltar que há uma combinação de fatores que levam a oportunidade de pioneirismo, vantagem do pioneirismo e vantagem do pioneiro, sendo eles capacitações da própria empresa, condições de mercado e até fatores endógenos que fogem do controle dos

agentes como os eventos fortuitos que acontecem na sociedade como um todo, acontecimentos que o autor nomeia, de forma genérica, como sorte, a figura 1 apresenta a partir de um fluxograma, a interação dos fatores citados anteriormente.

Figura 1 –Interação dos fatores para a geração de oportunidades de pioneirismo e suas vantagens.



Fonte: Adaptado de Lieberman e Montgomery (1988)

É notável que no estágio I é necessário a interação de dois componentes para a geração da oportunidade de pioneirismo, um deles endógeno e totalmente fora do controle da empresa, a sorte. Que seria uma corrente de eventos fortuitos que podem impactar de maneira direta ou indireta a empresa, se encaixando em tal cenário políticas de Estado, subsídios a determinados setores, mudanças nos fluxos de volume e custos de financiamento, oportunidades fruto de *network*, mudanças tributárias ou alterações no ambiente empresarial em geral, entre outros eventos. Já o outro algo que é mais factível do controle da firma que seriam suas capacitações, pois cabe a própria empresa definir suas prioridades e melhorar seus processos buscando aprimorar ou criar suas capacitações. O referido processo pode surgir de várias vantagens, como por exemplo, (I) capacidade tecnológica, que permitiria a empresa sempre se colocar no limiar da tecnologia vigente, (II) capacidade em pesquisa e desenvolvimento, que está altamente atrelada a capacidade anterior, (III) capacidade em pesquisa de mercado, a habilidade de entender o mercado, o que ele deseja e/ou almeja, gerando a possibilidade de antever produtos

ou tecnologias que o mercado demandará em oportunidades futuras, o que seria um ponto inicial para o desenvolvimento das duas capacidades anteriores.

O estágio II seria onde o aproveitamento dessa oportunidade inicial se demonstraria em vantagens concretas obtidas, onde ainda há a correlação das premissas necessárias no estágio I, porém com a inserção de mais elementos que podem interferir nesse processo.

O último estágio é a consolidação de todo o processo, em que a empresa conseguiria a vantagem do pioneiro de maneira propriamente dita, na maioria das vezes essa vantagem se traduz como lucros superiores aos demais concorrentes, porém ela pode se apresentar de outra forma, como a exclusividade de uma patente ou processo, por exemplo.

A partir de tal concepção, faremos o paralelo da empresa, como agente individual, com o setor automobilístico elétrico chinês, um aglomerado de empresas, que segundo nossa interpretação, será assumido como tendo objetivos em comum. Para justificar nossa proposta de interpretação podemos dar como exemplo a intensão de internacionalização de suas marcas e produtos. Mesmo que a possibilidade para a realização de paralelo seja resultado de uma série de políticas de Estado implantadas pelo governo chinês, a teoria é válida visando o objetivo futuro que o comando de Pequim almeja, o emergir do setor automotivo elétrico chinês como um player de relevância internacional, exportando seus produtos para além da sua zona de influência asiática, chegando aos mercados europeu e americano. Cenário semelhante ao realizado pelo setor de eletrônicos chines, que saiu da sombra da imagem de apenas um mero copião, para um produtor de produtos com tecnologia própria embarcada. Salientando que tal abordagem só é possível pelo modo único e especial que a indústria chinesa está intrinsecamente conectada ao governo chinês, tudo isso graças ao modo único que a China realizou a transição para o seu chamado modelo “*Dual Track*”.

Nome vinculado a forma qual os líderes do Partido Comunista Chinês (PCC) inseriram as chamadas forças de mercado sem abandonar os planejamentos estatais, prodigalizar a agricultura, o incentivo as empresas rurais e reformas, no sistema financeiro e empresarial (GUIMARÃES, 2012). Tal comportamento foi realizado de maneira diferente do que as aplicadas em demais países com cenários similares de atraso, onde as forças de mercado foram inseridas sem o senso de controle e progressividade, causando impactos distintos, conforme observado na Rússia [(WHITE, 2000; NOLAN, 2005) apud. GUIMARÃES, 2012].

Tal modelo seria definido pelo modo como a China, saiu de uma “terra arrasada” após uma série de conflitos pela liderança nacional ao longo dos séculos, pois o país possui uma história milenar, com características e propriedades tão únicas que seriam capazes de gerar um

trabalho a parte, que levaram a formação de um cenário instável e altamente volátil economicamente, o que contrapõe panorama apresentado após meados dos anos 70, uma economia próspera e com taxas de crescimento absurdas através dos anos. Grande parte disso é representado pela dinâmica existente entre o Estado e as empresas. Pois vários países passaram por cenários parecidos ao chines, mercados internos com potencial de crescimento e mão de obra barata, lógico que a magnitude chinesa devido a sua população ostensiva, sendo o país mais populoso do mundo, são características únicas, entretanto países em cenários similares ao citado anteriormente não obtiveram resultados expressivos como os vistos no país sino, muito disso se dá na forma como o governo chinês exigiu um contraponto para se ter acesso a essas vantagens, sendo a transferência de tecnologia e *know-how*, sendo os principais deles

O Estado chinês realiza um papel que vai muito além do idealizado pelo pensamento consensual entre os economistas, que seria a disponibilização de bens públicos e atuação em falhas de mercado, quando necessário. Uma concepção estritamente liberal, os mandatários de Pequim agem de forma oposta, como intervenções diretas na economia. O governo chinês possui como objetivo manter a indústria nacional protegida, além de controlar o modo de acesso e direcionamento do capital estrangeiro dentro do país e fomentar o surgimento de *Joint-Ventures*. Sendo este último quesito de grande importância, pois permite a transferência de tecnologia advinda do estrangeiro. Portanto, trata-se de um modelo de desenvolvimento diferente do que utilizado na maioria dos países que possuem *gap* tecnológico, em cujos países é permitida a entrada do capital externo, sem contrapartidas substanciais de transferência de conhecimento.

O governo chinês também age de um modo semelhante ao histórico padrão do Estado japonês, na busca da formação dos chamados *Zaibatsus*, que seriam grandes conglomerados industriais e financeiros. O que também pode ser interpretado como uma escolha de campeões, visto que foi o modo que o governo entendeu como um caminho de fortalecer e permitir que as empresas chinesas consigam ter importância e competitividade em um cenário internacional dominado por grandes corporações multinacionais. Objetivo que o Estado chinês considera como primordial para a inserção do seu poder global (GUIMARÃES, 2012).

Outra característica única da relação do Estado chinês com sua indústria é o modo como o governo oferta financiamento para que suas empresas realizem P&D, algo não tão comum no restante no mundo, visto que como demonstrado por Mazzucato (2014). Grande parte das pesquisas de P&D partem via recursos e instituições do próprio Estado, e a China contrapõe

esse processo. Pois grande parte do esforço de P&D é feito pelas empresas, destacando-se o esforço para a adaptação da tecnologia importada e a incorporação de técnicas intensivas em mão de obra (NAUGHTON, 2007). Tudo isso com o objetivo de que além ganhar margem de mercado internacional via baixos preços e mão de obra abundante, mas também com inovações tecnológicas e produtos com alto valor agregado. Isso fica evidente ao mensurar a presença de instituições, sejam elas de caráter humano, físico ou organizacional que podem influenciar no desenvolvimento tecnológico, a China aparece lado a lado com nações como EUA e Japão, e infundamente a frente de outros países em desenvolvimento (PORTER et al, 2007).

Tal movimentação ganha caráter mais importante quando consideramos o atual modelo do capitalismo, onde a liderança de setores está nas mãos de grandes indústrias multinacionais, que possuem uma marca de grande força, controlando grande fatias dos mercados e com investimento em P&D de maneira agressiva. O que pode ser visto também no setor automotivo, como o grupo *Stellantis* que é responsável por marcas de alta tradição no mercado, e com abrangência em vários nichos automobilísticos, como a *Fiat* e *Ferrari*.

Voltando nossa atenção para a característica desses conglomerados chineses, de forma geral, é possível notar o impacto desses grupos, a partir da análise de volume de vendas, receita e número de patentes. Estas informações revelam índices que a indústrias chinesas, graças ao apoio governamental, vem conseguindo sucesso, com consolidação da marca e números interessantes de registro de patentes. Um exemplo recente dessa ascensão é o conglomerado de tecnologia, *Xiaomi*.

Essa explicação que em um primeiro momento pode parecer até uma fuga do tema, é para demonstrar como o modelo econômico chinês, difere do restante do mundo, sendo uma grande característica do mesmo a dificuldade na interpretação de onde termina o Estado e onde se inicia a empresa (EVANS, 2004). Isso pode ser observado, por exemplo no financiamento, visto que a grande maioria dos bancos chineses são estatais, com o Estado controlando o direcionamento e alocação de um grande fluxo financeiro. Além disso o governo controla um vasto número de empresas, característica que está se buscando mudança recente, com a implementação de holdings para o controle dessas corporações (GUIMARÃES, 2012).

Tal mote era necessário para compreendermos o motivo pelo qual o trabalho fará uma união das empresas chinesas de automóveis elétricos com o governo chinês, tratando-as como um único agente em diversos momentos, e visto a explanação sobre o modelo governamental econômico chinês e as vantagens de ser pioneiro, na Figura 2 é apresentada uma adaptação da Figura 1 para o tema do estudo proposto pelo artigo.

As alterações realizadas no modelo remetem à substituição do quesito sorte pelo chamado momento temporal e as capacidades das empresas, pelo modelo único, econômico e governamental, chines.

A substituição da sorte pelo denominado momento temporal, se dá pela formação do cenário atual. Onde há possibilidade de uma revolução tecnológica dentro de uma tecnologia vigente atualmente, com alta difusão no planeta. O que pode ser comparado a anterior troca dos motores a vapor ou carvão, pelos de combustão interna via combustíveis fósseis. Além da relativa inércia dos grandes conglomerados e companhias energéticas frente a tal possibilidade, assim sendo interpretado como um momento único e incomum, fazendo um paralelo com a caracterizada sorte citada por Lieberman e Montgomery (1988).

Figura 2 - Adaptação da interação dos fatores para a geração de oportunidades do pioneirismo e suas vantagens, frente ao mercado dos automóveis elétricos e a indústria chinesa.



Fonte: Adaptado de Lieberman e Montgomery (1988)

Já a troca da característica capacitações da empresa, ocorre devido a já citada dificuldade de entender onde termina o governo e se inicia as empresas. Tudo graças ao termo usado como substituto, o modelo único chinês. Porém pode-se levar a interpretação que a ação do Estado chinês leva a oportunidade de sua indústria de carros elétricos poder criar, ou associar, as capacitações necessárias para se conseguir ter a ambição de tomar um papel de pioneiro nessa mudança tecnológica que se apresenta próxima.

Um dos modos do qual o Estado pode interferir na criação ou associação dessas capacidades é a adoção e prática de políticas industriais, pois são essas diretrizes que vão

determinar o rumo e o encaminhamento desse nicho industrial, moldando a forma na qual essa relação intrínseca que Estado e indústrias chinesas possuem.

Entretanto é válido a lembrança que de que o principal *case* de sucesso, o estadunidense opta por um modelo diferente, sendo direcionado através de estratégias de defesa (MEDEIROS, 2004), com os avanços tecnológicos utilizados pela indústria dos EUA, derivando de uma série de pesquisas militares, exemplos de tal interação são o sistema de GPS (*Global Positioning System*) e a rede mundial de computadores, a internet. E há exemplos de países que realizaram políticas industriais e fracassaram em seu desenvolvimento, como Rússia e os países latino-americanos. (GUIMARÃES, 2012)

### 3 A NASCENTE INDÚSTRIA DE CARROS ELÉTRICOS: O CASO CHINÊS

Desde os primórdios a sociedade busca maneiras para percorrer distâncias terrestres se utilizando um potencial além do corpo humano. Inicialmente com a domesticação de animais para a utilização como meio de transporte, modo no qual perdurou até meados do século XIX. Após o surgimento dos primeiros automóveis movidos a vapor, que não chegaram ao *mainstream* por serem lentos e extremamente barulhentos, surgiu a tecnologia dos motores com combustão interna (MCI). O que trouxe à tona a possibilidade de criação de automóveis próximos ao que conhecemos atualmente, presente em nosso dia a dia (OLIVEIRA e PINNA, 2019).

Já no início do século XX surge o primeiro fabricante de carros em série, a Ford, que traz um impacto em todo modelo fabril existente com seu modelo único de produção, o fordismo. Essa importância da indústria automobilística para modelos industriais seguiu ao longo dos anos, com a importância do Toyotismo e seus processos *Just-In-Time* para o modelo industrial dominante durante o século, após a década de 70. Tais impactos demonstram o papel de importância da indústria automobilística na cadeia industrial global (SENHORAS, 2005).

Atualmente o grande enfoque das grandes empresas automobilísticas se dá nos campos de inovações, pois com o avanço do tempo, as necessidades dos consumidores e da sociedade como um todo foram se alterando. Isso ocorre, pois mesmo que a indústria automobilística seja classificada como uma indústria de média-alta intensidade tecnológica, um grande diferencial do setor é a invenção e utilização de tecnologias de ponta em seus produtos. Pois são essas inovações que trazem um fator de diferenciação em uma indústria caracterizadas por produtos complexos, porém compostos de sistemas e componentes familiares (CARVALHO, 2008).

Ao longo do século XXI surgiu de uma forma mais efusiva a necessidade de se diminuir a dependência dos produtos derivados de petróleo. Itens que são os principais combustíveis utilizados para alimentar os MCI. Tal preocupação já existia, porém durante o século XX o principal motivo para essa inquietude fosse o aumento do valor do barril de petróleo. O que difere da efervescência atual, onde o principal motivo é os danos causados ao meio ambiente por esse tipo de combustão.

O mundo passa por um momento em que a busca por métodos para a diminuição do impacto ambiental sobre o planeta estão cada vez mais em voga. Dentro dos principais contribuintes para as emissões de CO<sub>2</sub> na atmosfera estão os meios de transporte, com uma responsabilidade na contribuição de pôr volta de 25% do total de emissões de dióxido de

carbono, com projeções de aumento para a casa de 50% dentro de um intervalo de aproximadamente 10 anos, 2030 (HAN 2017 apud. REIS e PINTO JUNIOR, 2019).

Dada tal perspectiva ao longo do tempo se buscaram possibilidades para diminuir a dependência do chamado modelo MCI, seja ele movido a gasolina ou a diesel, principal responsável pelo impacto nas emissões do setor. Com isso ao longo do século XXI estão em curso tentativas de se achar modelos, viáveis, tanto ambientalmente, quanto economicamente, para a troca dos meios de propulsão dos veículos. Dentre as principais propostas tentativas se destacam a utilização de hidrogênio e o uso de biocombustíveis, etanol e biodiesel. Este último se refere ao caso brasileiro que obteve grande sucesso via os motores chamados *flex* (REIS e PINTO JUNIOR, 2019).

De forma mundial a principal tecnologia que se destacou na frente dessas buscas por soluções menos danosas ao meio ambiente, é o modelo de veículos elétricos. Primeiramente engana-se ao pensar que tal alternativa é recente, pois no início do século XX os automóveis elétricos dominavam o setor automobilístico norte americano. Tudo isso graças a algumas características dos modelos na época, como o baixo ruído emitido, ausência de vibração, ou a não necessidade de troca de marchas, que tornavam a experiência do motorista muito mais aprazível, visto que a qualidade da malha rodoviária no período era precária e escassa (CASTRO e FERREIRA, 2010).

Porém com o avanço da malha rodoviária, que deixou de ser concentrada apenas nos centros urbanos e começou a interligar regiões mais distantes, tornaram a questão da autonomia um ponto crucial na escolha de um veículo. Junto a isso o aumento na disponibilidade dos produtos derivados do petróleo e conseqüentemente sua queda de preço, aliada a avanços que tornaram a experiência como motorista de um veículo com MCI mais amigável, como a introdução da partida elétrica. E a melhoria das vias de rodagens, que tornaram a questão da vibração menos perceptível, adjunto ao estágio primário que as baterias veiculares se encontravam, acabaram sacramentando a vitória dos modelos com MCI sobre os veículos elétricos, que acabaram relegados a situações específicas (CASTRO e FERREIRA, 2010).

Com a normalização dos automóveis com MCI como padrão pelo setor automotivo, o desenvolvimento de automóveis elétricos acabou relegado a segundo plano ao longo dos anos, com algumas tentativas de popularização do produto ao longo dos anos 70 e 80, devido as crises do petróleo, porém sem sucesso.

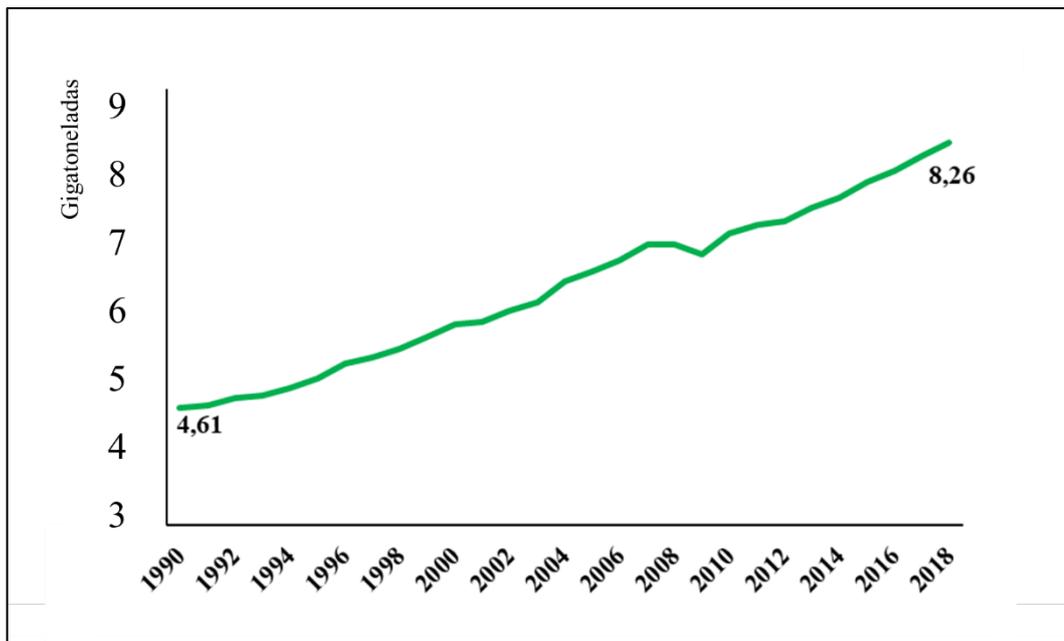
### **3.1 Panorama geral da indústria de automóveis elétricos**

Mas a partir do início do século XXI, com o avanço da discussão sobre os impactos ambientais que o modelo de produção, e de vida, atual geram sobre o planeta, a questão da eletrificação dos veículos acabou tomando um papel de certo protagonismo na indústria automobilística.

Tal mudança é pautado principalmente em três pilares, o desenvolvimento tecnológico, o meio ambiente e a energia. O desenvolvimento tecnológico é relacionado principalmente ao avanço da indústria na confecção de baterias, considerado o principal composto para um veículo elétrico. Este aspecto é notavelmente observado ao longo dos anos 90, principalmente devido ao avanço de tecnologias e produtos que demandavam uma grande capacidade de energia, ao mesmo tempo que era necessário ser leve e portátil. Neste caso cabe destaque para os telefones celulares e notebooks, que foram se aprimorando ao longo do tempo e se tornando cada vez mais potentes e leves. E como o princípio das baterias utilizadas tanto por esses produtos, quanto aos automóveis, ambas, na grande maioria dos casos, são de lítio, os avanços utilizados para essa gama de eletroeletrônicos também são aproveitados pelo setor automobilístico elétrico (CASTRO e FERREIRA, 2010).

Já a questão ambiental também é de suma importância para esse avanço, pois se a bateria torna possível esse processo, será a questão ambiental que será responsável pela rápida penetração dessa tecnologia no mercado, visto que o setor de transportes é um dos principais responsáveis pelas emissões de gases causadores do efeito estufa na atmosfera, como podemos observar na figura 3.

Figura 3 - Emissões de CO2 Realizadas Pelo Setor de Transporte (1990 – 2018).



Fonte: Adaptado (GE; FRIEDRICH, 2020).

Como demonstrado no gráfico acima, para se ter uma noção, o principal setor responsável pela emissão de gases do efeito estufa, no caso acima o dióxido de carbono, é o setor de geração de energia, com uma carga de emissão de 33.7 Gigatoneladas (Gt) no ano de 2018. Logo em seguida encontra-se o setor de transportes que representa aproximadamente 25% das emissões neste mesmo ano. Portanto, este último, perde apenas para a emissão realizada pela geração de energia em si, índice puxado principalmente pela utilização de termoelétricas, que constituem o principal modelo energético em uma série de países.

A partir de tal afirmação, pode-se pensar, que mesmo havendo uma mudança para os automóveis elétricos, se o meio de geração dessa energia for “sujo” não haverá ganho. Entretanto cabe notar, que mesmo que o automóvel seja carregado através de energia elétrica originada a partir do carvão, por exemplo, ele vai emitir uma quantidade menor de gases com efeito de estufa por quilômetro rodado. Isto ocorre, pois um MCI é um mecanismo térmico, que desperdiça 70% da sua energia no processo desta chegar às rodas do veículo. Componentes que fornecem a força para a tração veicular. Enquanto que a propulsão elétrica possui um desperdício de energia que ronda os 10%, logo sendo muito mais eficaz no uso da energia, independente da sua origem (SIOHANSI e WEBB, 2019 apud REIS e PINTO JUNIOR, 2019).

O terceiro aspecto é a questão energética, pois em um cenário projetado em 2009 pela IEA, projeta-se um crescimento médio anual da demanda energética na casa de 1,5% ao ano,

até 2030, entretanto a projeção para o aumento da oferta de petróleo é de 1% ao ano, logo há um *gap* dentre essas duas variáveis, o que adjunto a volatilidade, referente a preço, e restrição do petróleo, se tornam mais um aspecto vital para a mudança de matriz energética (CASTRO e FERREIRA, 2010).

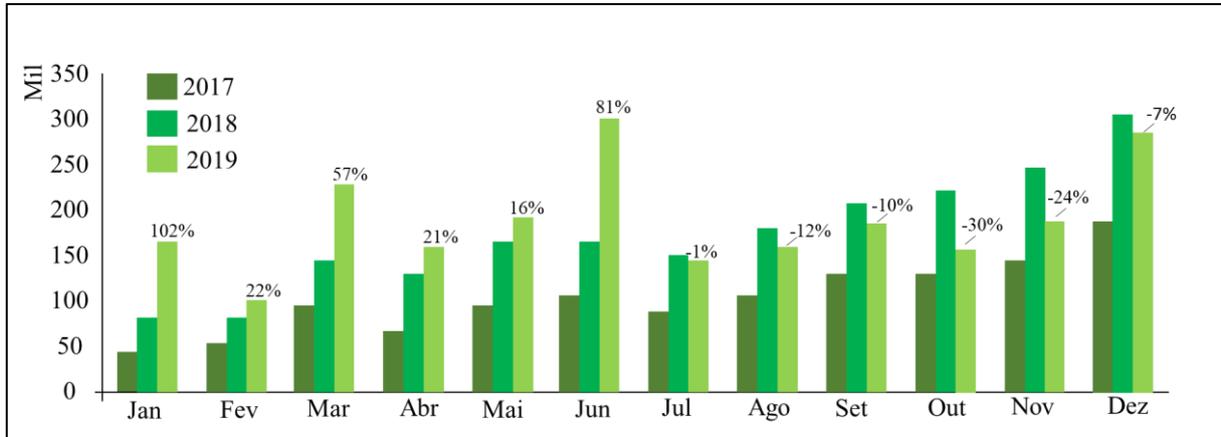
Além do mais, a mudança da matriz energética vigente nos transportes atualmente, traria uma segurança energética a uma série de países, visto que a obtenção dos combustíveis fosseis mais utilizados, gasolina e diesel, se dá a partir do petróleo, que está em mãos de um número diminuto de países, visto que a mudança para a matriz energética elétrica traz consigo uma possibilidade maior de fontes para a obtenção dessa energia.

Agora passado alguns dos aspectos que tornaram possível o vislumbre da busca pela solução energética via os veículos elétricos, é necessário entender o peso e tamanho deste mercado de modo global, inicialmente, para mais a frente entrarmos em uma visão mais direcionada ao mercado dos veículos elétricos na China.

A produção e venda de automóveis elétricos vêm crescendo ao longo dos anos, principalmente após os anos de 2010. Este desempenho pode ser creditado à conjuntura de incentivos públicos para adoção da tecnologia, adjunto ao avanço de manufatura de peças essenciais para a construção do automóvel elétrico, como as baterias já citadas anteriormente. Estas últimas, conforme visto, tornaram mais acessível, inicialmente ao público mais seletivo e de maior poder aquisitivo, adquirir um modelo com propulsão totalmente elétrica, ou ao menos híbrida.

Em 2019, o total de automóveis elétricos vendidos chegou à marca de 2.264.400 milhões de unidades no mundo todo. Volume que gerou uma taxa de crescimento 9% maior do que o ano anterior, porém já demonstrando uma desaceleração frente ao ritmo observado anteriormente, que durante um período de 6 anos anteriores, representava algo entre 46 e 69% de evolução anual. Muito disso se deve ao amadurecimento de dois importantes mercados, os EUA e a China, o primeiro demonstrando um retorno a média frente ao “*boom*” que ocorreu em 2018, e o segundo sofrendo as dores dos cortes de uma série de subsídios que o governo local. Adjunto a uma introdução de controles de segurança e emissão de resíduos mais rígidas, acabaram gerando um choque entre a oferta e demanda. (EV-VOLUMES, 2020).

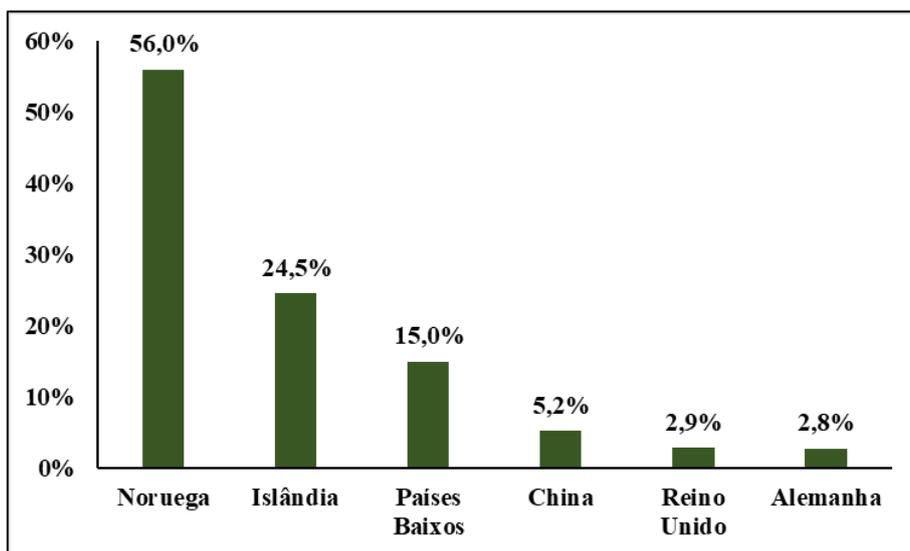
Figura 4 - Vendas globais de automóveis puramente elétricos e híbridos no triênio (2017 – 2018 – 2019)



Fonte: Elaboração própria via dados EV – Volumes (2020)

A participação dos automóveis elétricos na frota global de 2019 atingiu um nível de 2,5%, levando em consideração tanto veículos totalmente elétricos, quanto veículos híbridos, o destaque para a adoção de tais automóveis fica principalmente concentrado em países relativamente pequenos, como podemos ver no gráfico a seguir.

Figura 5 - Participação de vendas de automóveis elétricos (%) no setor automobilístico por país (2019)



Fonte: Elaboração própria via Dados EV – Volumes (2020)

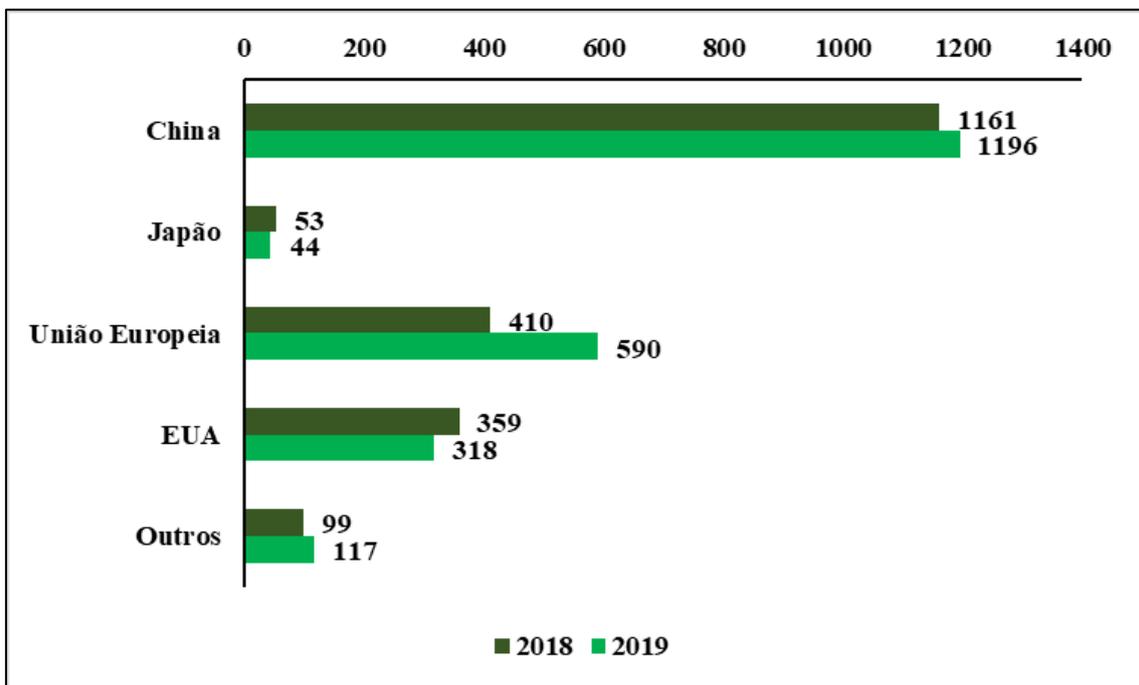
A explicação que se pode obter a partir de tais dados é que a adoção de automóveis elétricos se dá em maior expressão em mercados menores, onde há um grande incentivo por parte do governo local, aliado a um grande poder de renda e historicamente países com uma preocupação ambiental acima da média, com destaque para os países baixos, onde a existência

de uma grande parte de seu território ficaria impossível com o avanço do nível do mar, um efeito que é bastante acelerado graças ao efeito estufa.

Dentro os países com os maiores mercados o destaque fica para a China, onde 5,2% dos veículos vendidos em 2019 são elétricos, 55% maior do que o apresentado pelos mercados maiores também presentes na tabela, Reino Unido e Alemanha. E os demais mercados considerados de alta relevância como o dos EUA, representam uma parcela inferior a 2% de veículos elétricos vendidos frente a frota total do período, o que demonstra um relativo sucesso no empenho do Estado chinês em tornar a tecnologia do veículo elétrico acessível e comum aos seus habitantes.

Um aspecto interessante de se observar é o comportamento das vendas no biênio de 2018/2019, pois acentua a questão citada anteriormente de maturação de alguns mercados como China e EUA, e demonstra um potencial a ser explorado em outras regiões como, por exemplo, a União Europeia (EU), o que é observado na figura 6.

Figura 6 - Vendas A.E. por País (Híbridos + Totalmente Elétricos) - Biênio (2018 – 2019) em Milhares

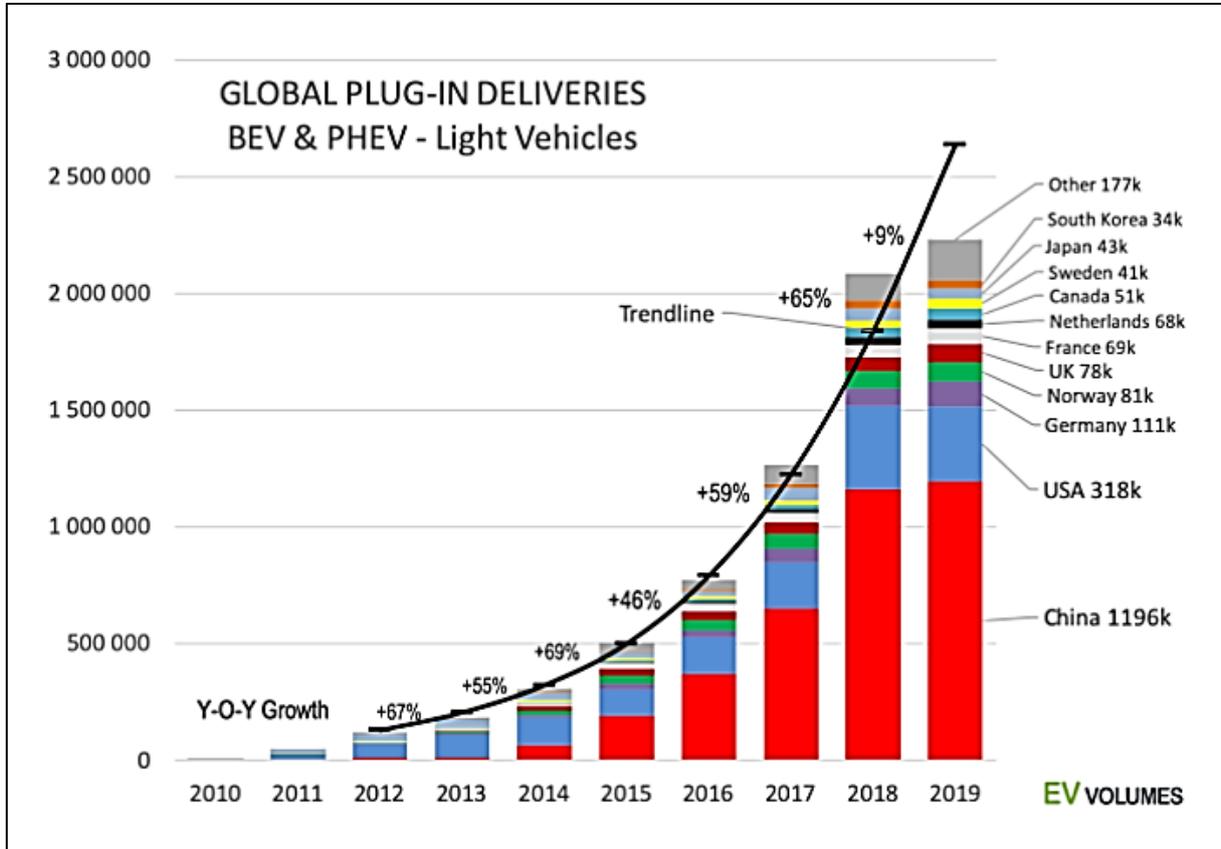


Fonte: Elaboração própria via Dados EV – Volumes (2020)

Outro ponto válido de nota é que mais da metade do mercado total de automóveis elétricos está localizado no país oriental, onde a participação de mercado como um todo, não apenas os vendidos em 2019 como apresentado anteriormente, é de 4,7% o que em um mercado

de 25,4 milhões de veículos leves, representa um volume de 1,2 milhões de veículos elétricos em sua frota total, com características únicas esse mercado será detalhado e mais explorado a frente no estudo.

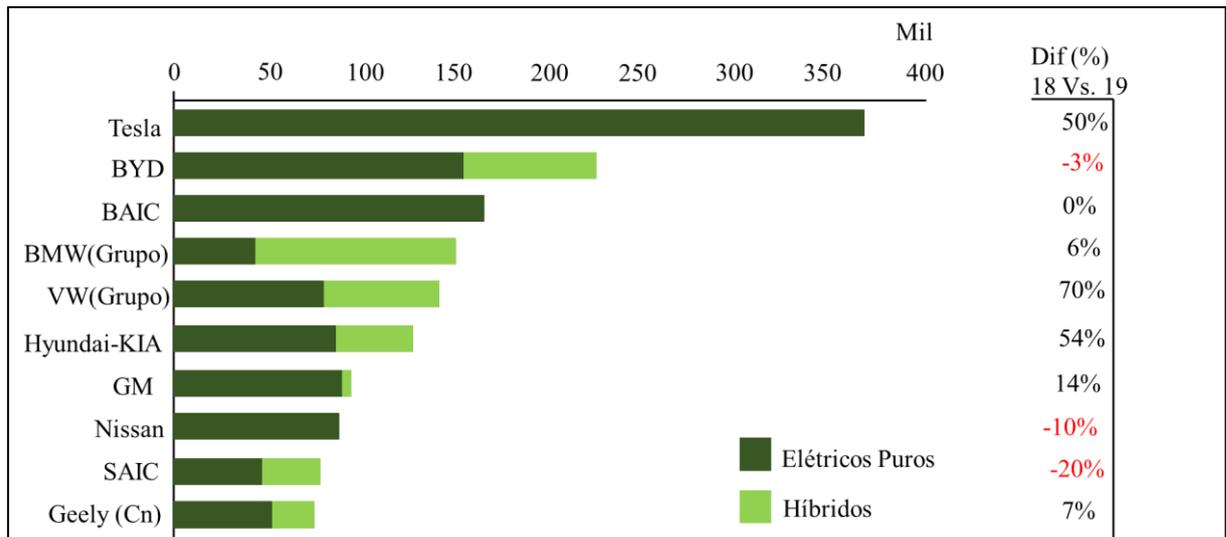
Figura 7 - Vendas A.E. por País (Híbridos + Totalmente Elétricos) Leves de 2010 a 2019 - Milhões



Fonte: EV – Volumes (2020)

Já no âmbito dos conglomerados automobilísticos, o destaque fica por conta da ratificação da liderança de mercado da Tesla, que é vista como a principal empresa quando o assunto são carros elétricos. Principalmente no ocidente, onde a marca conseguiu construir uma imagem muito ligada ao seu dono, Elon Musk, de uma empresa vanguarda quando o assunto é tecnologia, tornando seu produto muito desejado. Ultrapassando a ideia de um veículo elétrico, e atingindo um status a parte dentro desse mercado, algo semelhante ao observado no mercado de telefones móveis com a relação do *iPhone* e da *Apple*, frente aos demais concorrentes.

Figura 8 - Vendas Globais A.E. por Conglomerado Automobilístico em 2019.



Fonte: Elaboração própria via Dados EV – Volumes (2020)

Algo que chama atenção no ranking das 10 empresas que mais venderam é a composição da líder Tesla, a terceira colocada BAIC, empresa chinesa, que constituíram suas vendas a partir de somente de automóveis 100% puramente elétricos.

O expressivo crescimento de vendas, entre os anos, apresentando pelo conglomerado Volkswagen se dá em grande parte graças ao sucesso de sua *Joint-Venture* chinesa, que trouxe um crescimento abrupto no volume vendido, visto que obteve acesso a um mercado de grande expressão que era pouco, ou basicamente, não explorado anteriormente.

Os desdobramentos relativos à pandemia global do Covid-19 ainda são desconhecidos, porém como citado pelo *World Energy Outlook* (2020):

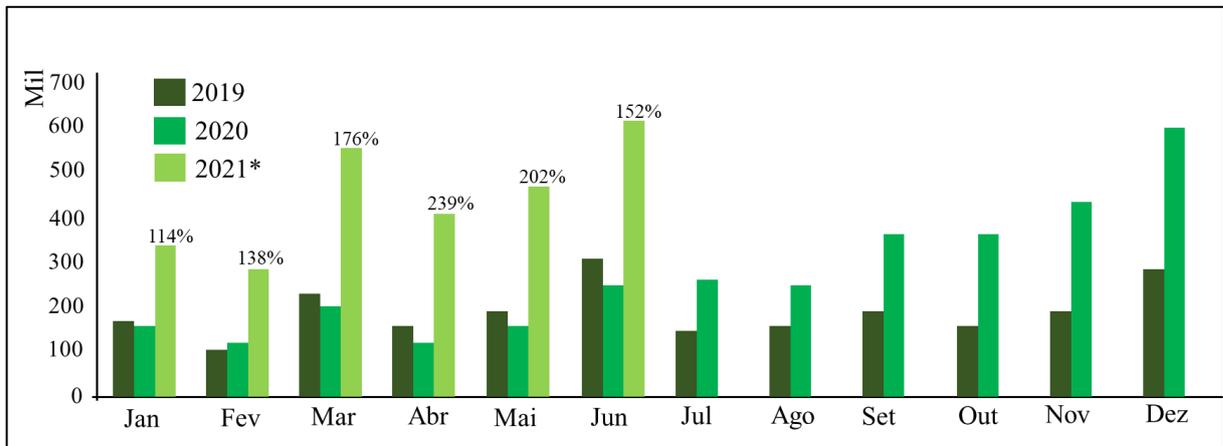
A pandemia de Covid-19 provocou mais problemas ao setor de energia do que qualquer outro acontecimento na história recente, deixando impactos que serão sentidos nos próximos anos [...] em particular, de que forma eles afetam as perspectivas de transições rápidas de energia limpa. É muito cedo para dizer se a crise atual representa um retrocesso para os esforços de se criar um sistema de energia mais seguro e sustentável ou um catalisador que acelera o ritmo da mudança.

Com o avanço e atuais reverberações da pandemia mundial do Covid-19, tornam as perspectivas futuras conturbadas, pois os impactos agiram de maneiras diferentes em distintos países, entretanto o cenário do primeiro semestre de 2021 se apresenta de forma animadora, mesmo que os números estejam inflados devido ao desastre que foi o ano de 2020, porém é

possível observar um abrangente cenário de melhoras e recuperação do setor, tornando as perspectivas futuras mais animadoras.

Espera-se um crescimento de 98% de vendas em relação a 2020, totalizando uma estimativa de 6,4 milhões de automóveis elétricos vendidos em 2021, sendo 4 milhões dessas unidades sendo de veículos totalmente elétricos e o restante de modelos híbridos, porém novamente é válido ressaltar que tal porcentual é reflexo direto da pandemia e não representa um crescimento real, mas sim um sinal de recuperação do mercado (EV-VOLUMES, 2020).

Figura 9 - Vendas Globais Mensais de A.E. no Triênio (2019 – 2020 – 2021\*) em Milhares

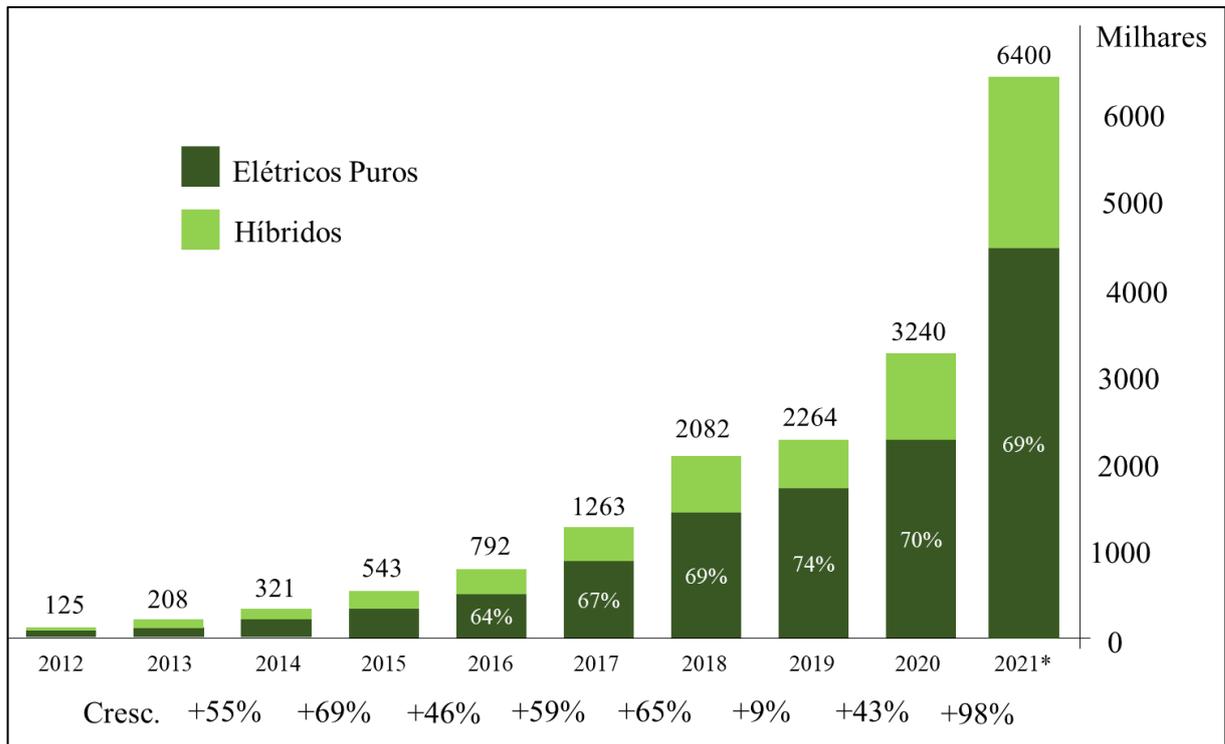


Fonte: Elaboração própria via Dados EV – Volumes (2020)

\*Primeiro Semestre

Logo é possível observar que os reflexos da pandemia mundial foram sentidos no nicho do setor automotivo elétrico, além disso durante o biênio de 2019-2020, ocorreram algumas iniciativas que acabaram freando o crescimento dos veículos elétricos na sociedade, como fim de subsídios em algumas regiões, com destaque para a China, entretanto pode-se dizer que a venda dos veículos elétricos retornará aos trilhos em 2021.

Figura 10 - Vendas Globais A.E. de 2012 a 2021 (Estimativa) em Milhares



Fonte: Elaboração própria via Dados EV – Volumes (2020)

Portanto ainda se aguarda um cenário de melhora para o segundo semestre de 2021. Entretanto não com a continuação dos números absurdos obtidos nesse primeiro semestre, pois entende-se que o período de comparação sofreu com uma série de variáveis exógenas, muitas delas derivadas da pandemia global do Covid-19. O que demonstra que a ideia ao longo prazo no qual os veículos elétricos se apoiam, de substituição da norma vigente dos MCI, ainda está presente, e que o período de 2020 foi apenas um incidente de percurso dado a fatores externos (EV-VOLUMES, 2020).

Após esse panorama sobre o cenário mundial dos veículos elétricos, sobretudo sobre o mercado e suas vendas. Pode-se observar a grande importância do mercado chinês, dado seu natural volume de vendas devido a sua população. Aliado ao fator de que empresas chinesas possuem papel de destaque no setor, tanto em liderança de vendas, quanto no desenvolvimento de tecnologia, fatores que serão explorados no capítulo a seguir.

### 3.2 Uma breve análise sobre os principais componentes dos automóveis elétricos

Para uma análise mais precisa das políticas industriais de incentivo para a manufatura de automóveis elétricos, e o modo que tal tecnologia seria uma revolução de paradigmas para o setor de transporte e energético, é necessário um entendimento, ao mínimo básico, do funcionamento de um veículo elétrico, aspectos como processo de funcionamento e componentes básicos. Portanto a partir da discussão de Castro e Ferreira (2010) o trabalho irá tomar como principais aspectos para o funcionamento dos automóveis elétricos, o modo de propulsão e a bateria.

O modo de propulsão dos automóveis elétricos varia a partir do modelo do automóvel, podendo ele ser um carro híbrido, com parte de sua propulsão advinda de um motor elétrico e o restante de um motor a combustão padrão, ou o puramente elétrico onde toda propulsão do automóvel é fornecida pelo um ou mais motores elétricos, sejam eles movidos a bateria, células de combustível ou placa fotovoltaicas (energia solar). A figura 3, apresenta de maneira ilustrada o modo de funcionamento de cada tipo de automóvel de maneira específica.

A bateria é o principal componente do automóvel elétrico, pois sua função é armazenar a energia utilizada para o funcionamento do motor do automóvel. Existem vários tipos de bateria, com cada veículo utilizando uma bateria distinta, porém há quatro baterias que se destacam as de chumbo-ácido (PbA), as de níquel-hidreto metálico (NiMH), as de sódio (Zebra) e as de íon-lítio (CASTRO e FERREIRA, 2010). Com cada uma possuindo vantagens e desvantagens entre si, o que será apresentada de maneira mais concisa na tabela 2, mas o que não muda entre todas as baterias, são que elas são o principal gargalo tanto em eficiência, autonomia e tempo de vida, quanto em custos, para a disseminação dos veículos movidos a energia elétrica.

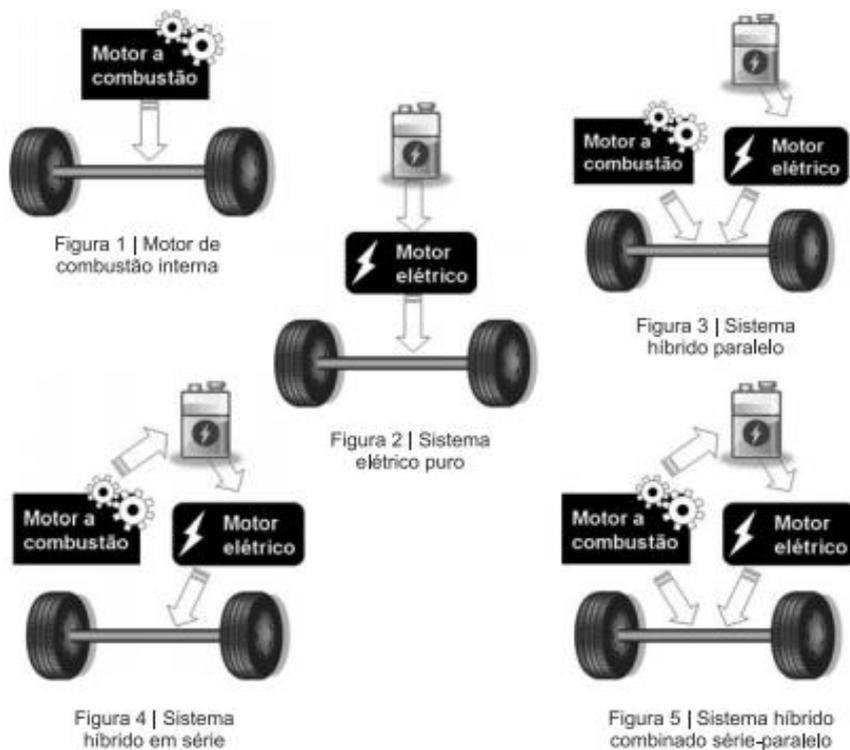
Sendo assim, o principal avanço para o emergir dos automóveis elétricos, foi o avanço nas baterias, ocorrido principalmente a partir da década de 90, visto a grande difusão que ocorreu de telefones celulares e notebooks, equipamentos que necessitavam de baterias com grande capacidade de armazenamento de carga e baixo peso e tamanho, visto a necessidade de mobilidade que esses eletroeletrônicos possuem, o que levou a um grande interesse e avanços nas pesquisas referentes a baterias, que levaram aos avanços de autonomia tão desejados pelos veículos elétricos (CASTRO e FERREIRA, 2010).

São levados em conta sete aspectos para a escolha de uma bateria para um projeto de um carro elétrico, sendo eles: Segurança, vida útil (referente a quantidade de ciclos de recarga

suportada e a idade), performance (levando em conta a temperatura necessária para o funcionamento), capacidade, potência, peso e custo [DINGER et al. (2010) e CALSTART (2010) apud. CASTRO e FERREIRA (2010)]. Para se notar como tal componente é um gargalo seja para viabilização financeira do veículo elétrico, seja para a autonomia do mesmo, em 2010, segundo a consultoria *Boston Consulting Group* (BCG), não havia no mercado baterias de lítio que atendam de maneira satisfatória os sete aspectos primordiais.

E como não se tem definido um caminho sobre qual modelo de tecnologia será utilizada nas baterias veiculares, ainda não há como saber qual será o caminho traçado pelas indústrias para a elaboração do item, essencial para a produção dos automóveis elétricos. Entretanto há a esperança de que no futuro, com definições de um padrão e o amadurecimento dessa tecnologia, o item se torne uma espécie de *comodities* no meio dos veículos elétricos [IMPINNISI (2010) apud. CASTRO e FERREIRA (2010)].

Figura 4 - Comparativo entre os sistemas de propulsão de veículos.



Fonte: Castro e Ferreira (2010).

Tabela 2 - Comparativo entre os modelos mais populares de bateria para automóveis elétricos.

		<b>Energia (Wh/kg)</b>	<b>Vida útil (ciclos)</b>	<b>Custos</b>	<b>Segurança</b>	<b>Problemas</b>
PbA		30-50	200-300	X	Estável	Baixa energia
NiMH		60-80	300-500	3X	Estável	Opção intermediária. Não lidera em custo, nem em desempenho.
Zebra		100-110	>1.000	3X	Estável	Desenvolvimento limitado a uma empresa
Íon- lítio	NCA	100-130	>800	5X	Necessitam de proteção	Custo e segurança
	NMC	100-130	>1.000			
	LFP	90-110	>2.000			

Fonte: Castro e Ferreira (2010) adaptado de Impinnisi (2010).

Além dos itens considerados essenciais para a produção dos veículos elétricos, é válido a especificação de itens que seriam imprescindíveis em modelos a combustão e não possuem mais utilidade em um automóvel de propulsão elétrica. Os maiores exemplos seriam o sistema de descarga de gases e o tanque de combustível. Também há novos componentes que não estão presentes nos modelos a combustão convencionais, como, por exemplo, os inversores de potência, necessários para transformar a corrente contínua em alternada, o que é necessário para o acionamento de alguns componentes do veículo elétrico, como computador de bordo e demais componentes eletrônicos do automóvel. Os carregadores embarcados, que permitem a conexão para o carregamento na rede elétrica padrão em qualquer tomada.

### 3.3 A indústria automobilística na China

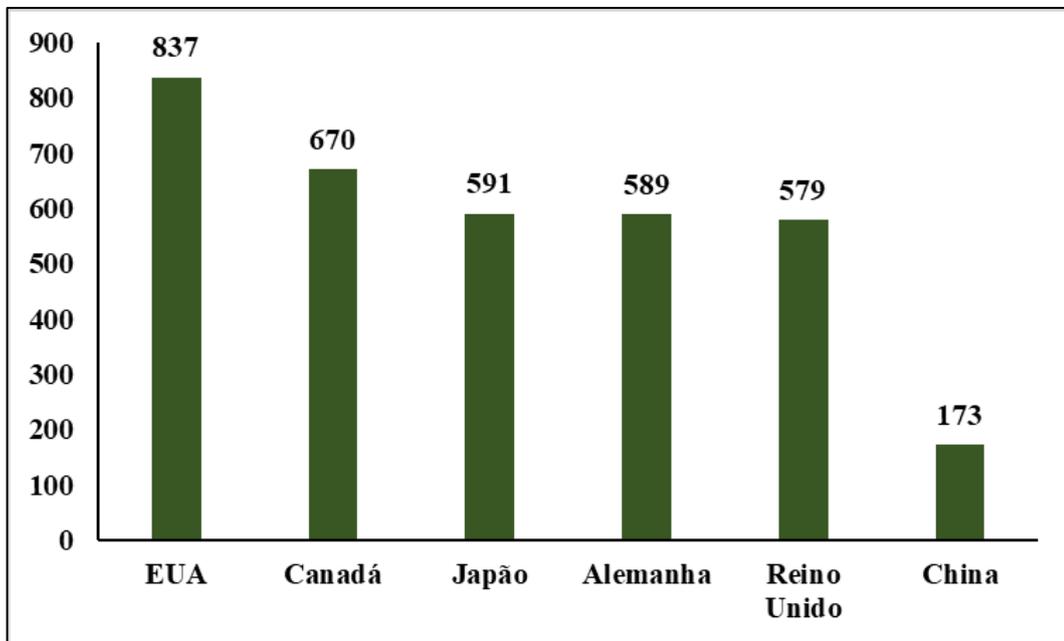
Os primeiros registros de automóveis em território chinês são datados de 1901, em Xangai, sendo veículos importados por estrangeiros ao país (BAKER, 2007 apud. VIANINI, 2018). Já a primeira empreitada para a produção de veículos dentro de território chinês é realizada em 1927, através da Fábrica Militar de Shenyang, com a tentativa de se produzir caminhões dentro do território sino, após isso o modo que se tornou o mais comum para a produção de automóveis no país era via engenharia reversa, onde se estudavam veículos importados para a reprodução dos mesmos, característica que foi combatida pelo governo chinês durante meados dos anos 80 em diante. (VIANINI, 2018).

Diferente do observado a outros lugares do mundo, como EUA, Europa, ou até mesmo o Brasil, a indústria automobilística chinesa não se estabeleceu na cadeia mundial de automóveis. Muito disso devido ao cenário que o país se encontrava na primeira metade do século XX, onde o país sofria com as instabilidades sociais, econômicas e políticas (VIANINI, 2018). Algo até então comum na história chinesa, o que mudou após a instalação do modelo político, vigente até hoje, onde o Estado e a indústria trabalhariam lado a lado para a construção de uma China competitiva globalmente.

Durante a era das reformas, que se iniciou em 1978 e continua em ação até hoje, foram promulgadas uma série de políticas com o objetivo de desenvolver a economia chinesa, com foco no futuro e na modernização. O setor automotivo foi impactado de maneira direta por três reformas importantes, sendo a primeira a lei da *Joint-Venture* de 1979, seguidas das políticas de 1988 e 1994. Além do cenário que o setor adentrou quando a China ingressa na Organização Mundial do Comércio (OMC) em 2001 (VIANINI, 2018). Tais políticas e cenários serão abordados mais adiante no trabalho, porém foram essas intervenções que tornaram possível o crescimento e consolidação do setor automobilístico chinês.

Atualmente o mercado veicular chinês, de forma ampla, considerando automóveis em geral, sejam eles MCI, híbridos ou puramente elétricos, é definitivamente o maior do mundo. Com vendas anuais superiores a 20 milhões de automóveis, e com um potencial de crescimento estrondoso, visto que a taxa de pessoas que ainda não possuem um veículo próprio é gigantesca. Assim é notável o comportamento de um mercado em ascensão, porém com a demonstração dos primeiros sinais de maturação (MCKINSEY, 2019).

Figura 3 - Proprietários de automóveis por mil habitantes período 2013 - 2018.



Fonte: Elaboração Própria via Dados McKinsey *China Auto Consumer Insights* 2019.

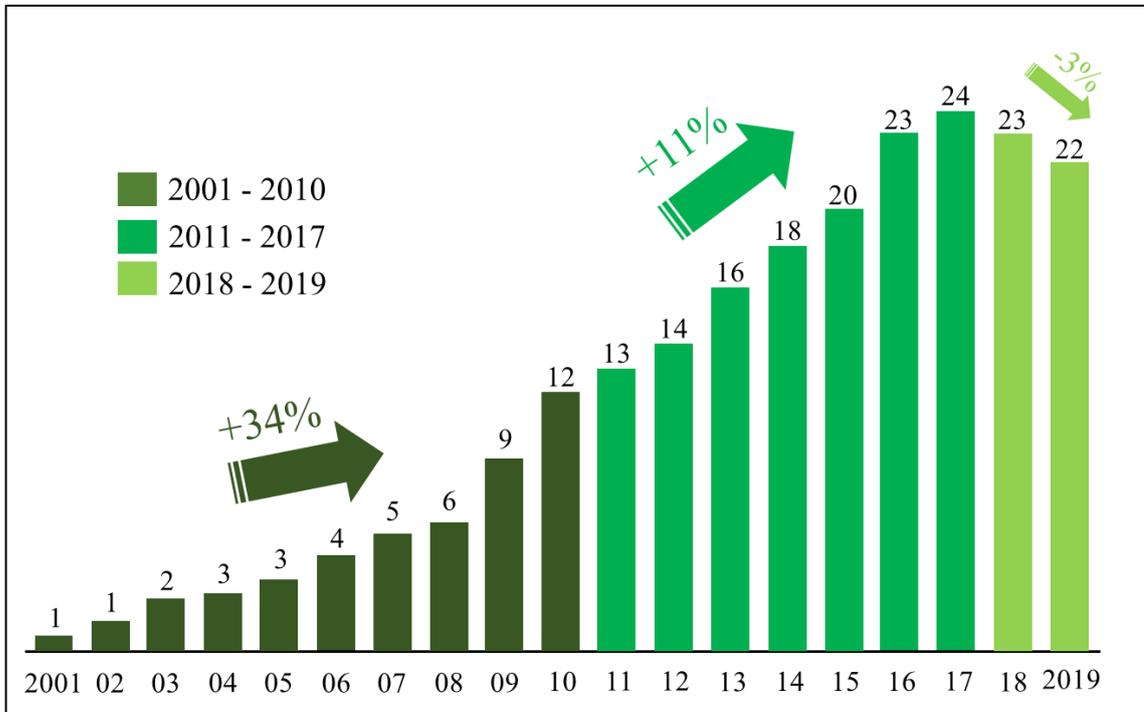
Além dos dados expressos acima, outra variável que demonstra um potencial de crescimento é a relação entre os proprietários de carros por quilometro de vias de rodagem. Número que é relativamente baixo na China, visto que países como Japão (9,3 carros por Km de via) e Reino Unido (10,4 carros por Km de via) possuem uma taxa alta em comparação com o país, com 1,7 carros por Km de via. O que pode ser interpretado como, que há infraestrutura disponível para absorver novas unidades de veículos (MCKINSEY, 2019).

Pode-se pensar que tais números se dão pela preferência popular por transportes de massa e outros meios de mobilidade urbana. Visto a alta densidade populacional dos centros urbanos chineses. Entretanto a pesquisa realizada pela consultoria McKinsey com a população chinesa demonstra que há uma demanda por carros particulares no país, com as justificativas da garantia que a propriedade do veículo trás em atender as demandas de locomoção dos usuários diariamente (62%). Outro fator passível de destaque é o modo que muitos jovens, consumidores com potencial atual e futuro, veem o carro como um símbolo de status, algo relativamente comum em economias e sociedades em ascensão.

Entretanto após duas décadas de crescimentos acumulados das vendas dos carros de passageiro, este número retrocedeu. O que pode ser associado a desaceleração do crescimento econômico chinês, dado que pode ser relativizado ao comparar os números que o país obteve

frente a outras economias, principalmente as do ocidente. Porém para os padrões os números demonstrados pelos chineses no último ano apresentam essa retração. Além de ajustes a política macroeconômica, se levanta o questionamento, teria o mercado chinês atingido o seu limite.

Figura 4 - Evolução das vendas de veículos de passageiro na China em milhões (2001 – 2019)



Fonte: Elaboração Própria via Dados McKinsey *China Auto Consumer Insights 2019*.

Porém, mesmo com tais números, demonstrando conseqüentes quedas no biênio 2018 – 2019, o que pode nos levar a enxergar um possível teto do crescimento do mercado veicular chinês. Contudo há nichos dentro da indústria automobilística chinesa que ainda apresentam taxas de crescimento frente a esse cenário de retração. Como por exemplo, comparados ao mercado norte americano de automóveis, ambos no ano de 2019, os números de vendas de carros premium cresceram em 7% no país sino, enquanto no EUA houve uma queda de 1% desse tipo de carro. Outro nicho que teve crescimento foi o de veículos usados, na china a venda deste tipo de automóvel cresceu 4%, enquanto o mercado de carros usados americanos se manteve estagnado. Esses aspectos podem ser interpretados mais como uma maturação do mercado veicular chinês, do que o vislumbre da capacidade máxima dele.

Outro nicho, do mercado automobilístico, que manteve ritmo de crescimento, mesmo frente a retração do mercado, foi o de veículos elétricos. Enquanto 560 mil veículos elétricos foram vendidos no país sino, apenas 150 mil unidades foram emplacadas nos EUA, ambos em 2019. Sendo assim o mercado dos carros elétricos na china continua em expansão,

demonstrando um comportamento diferente da indústria automobilística em geral, além do potencial de crescimento ainda não explorado (MCKINSEY, 2019).

### **3.4 A indústria de automóveis elétricos na China**

Como já demonstrado em partes anteriores deste trabalho, a indústria de veículos elétricos na China é de grande importância para esse nicho da mobilidade, isso se deu por uma série de características, como o relativo atraso que a indústria automobilística chinesa apresentava perante o restante do mundo, incentivos governamentais para a adoção da tecnologia dos automóveis elétricos, muito devido a grave situação ambiental que o país sofre devido ao alto nível da poluição do ar de suas cidades (AQICN, 2021). Entre outros fatores socioeconômicos e políticos, característicos do país.

Dentre esses fatores há, o já citado, da problemática ambiental, pois a China apresenta índices de qualidade do ar de suas principais cidades entre os piores do mundo, e com o setor de transporte, mais especificamente os MCI, sendo os maiores responsáveis pela poluição do ar nas maiores cidades chinesas, com cerca de 80% das emissões de gases poluentes na atmosfera dessas localidades. Outro fator que possui uma correlação com a questão ambiental, é a saúde pública, visto que a alta poluição nos centros urbanos chineses, aliados a níveis de ruído acima do considerado seguro nessas localidades, fruto em parte dos sons emitidos pelos automóveis MCI, levam a disseminação de uma série de doenças, assim se tornando um problema para o governo chinês (CONSONI et. al. 2018).

Outra questão que foi considerada para a tomada de decisão para a mobilização chinesa frente a esta tecnologia e mercado, é o fator da segurança energética, pois o país possui uma alta dependência da importação de petróleo, o que traz além das consequências energéticas, também econômicas, visto a dependência de um produto de preço volátil. Logo a adoção da tecnologia dos automóveis elétricos, conjuntamente alinhados pela busca da ampliação da sua matriz de fontes de energia renováveis, levaram a China a se desvencilhar da dependência petrolífera.

Além dos fatores citados anteriormente, há a importância que o Estado chinês delega ao setor automobilístico, mais precisamente aos de veículos elétricos, o colocando como elemento chave da estratégia para o desenvolvimento do país. Sendo assim há fomentação a inovações que levem a China a atingir a liderança global nesse modelo tecnológico (CONSONI et. al. 2018). O que pode ser facilitado, visto que é uma tecnologia disruptiva, o que pode tornar a

competição por esse posto mais igualitária, pois é possível que todo conhecimento acumulado pelo setor automobilístico tradicional ao longo do período em que os MCI eram a vigência padrão do mercado não sejam necessários nessa nova revolução.

Grande parte do seguimento e adoção desses pilares para o desenvolvimento de um sistema de inovação e aplicação da tecnologia dos automóveis elétricos, se dá pelo modelo econômico chinês, pois o Estado age como pilar central para tal. Com órgãos governamentais tendo o papel central para a fomentação da tecnologia dos veículos elétricos. Sendo essas entidades responsáveis pelos cinco principais papéis nesse sistema de inovação, (I) apontam as prioridades a serem seguidas; (II) desenvolvimento de regulamentos, políticas e padrões a serem adotados pelos agentes do setor; (III) fornecimento de investimentos e financiamento; (IV) estímulo a criação de conhecimento sobre a tecnologia; (V) criação de demanda (CONSONI et. al. 2018). Assim é possível dividir as políticas governamentais de incentivo em quatro categorias distintas, as de produção, desenvolvimento tecnológico, consumo e infraestrutura.

As políticas governamentais direcionadas a produção se concentram principalmente em definições sancionadas pelos Planos Nacionais de Desenvolvimento Econômico (*National Five-Year Plan*). O primeiro registro desse tipo de definição se dá durante o 8<sup>th</sup> *National Five-Year Plan*, durante o intervalo de tempo de 1991 a 1995, com a política tendo o objetivo de promover o crescimento do mercado de veículos elétricos, a partir de subsídios a P&D e a adoção de programas demonstrativos da tecnologia em escala reduzida, a fim de apresentar os veículos elétricos ao grande público. É interessante notar a vanguarda nesse tipo de decisão, visto que grande parte da atenção dedicada aos veículos elétricos se dá após a virada do milênio dos anos 2000.

A medida mais recente referente a esses incentivos se deu por meio do plano *Made In China 2025*, iniciado em 2015, que busca promover a produção local de veículos elétricos, com objetivos de vender 1 milhão de automóveis elétricos até 2020, meta atingida ainda em 2019 (EV-VOLUMES, 2020) e alcançar a venda de 3 milhões em 2025. Além do objetivo de que duas empresas chinesas estejam colocadas dentro do top 10 de vendas de veículos elétricos de maneira global, objetivo que também foi atingindo ainda em 2019 (EV-VOLUMES, 2020).

Já no campo de desenvolvimento tecnológico o principal instrumento é o projeto de pesquisa 863, que teve início durante o 10<sup>th</sup> *National Five-Year Plan* (2001 - 2005), com o investimento de 127 milhões de dólares em P&D relacionadas aos veículos elétricos. Tais valores foram aumentando de maneira contínua ao longo dos planos seguintes, atingindo o valor

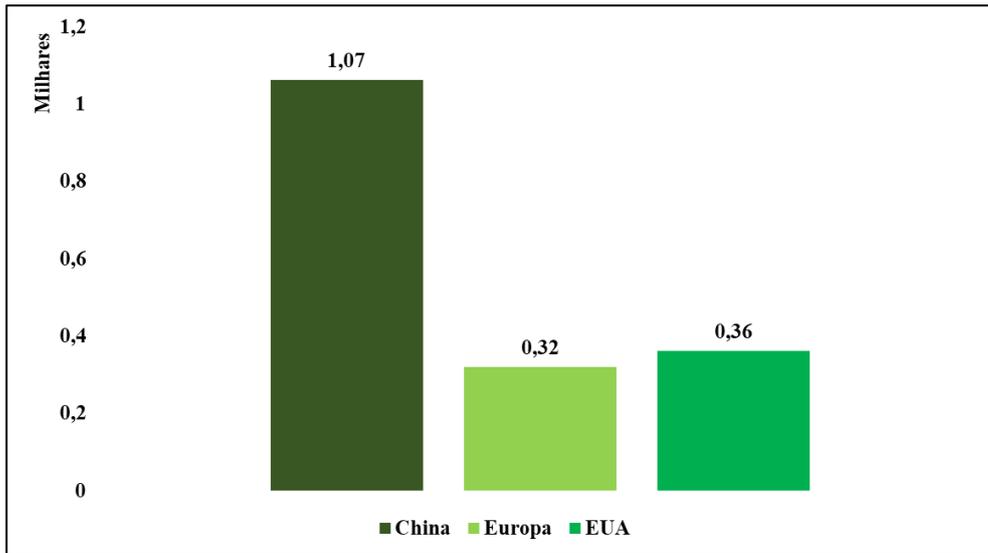
de 18 bilhões de dólares durante o 12<sup>th</sup> *National Five-Year Plan*, com o objetivo de construir uma indústria automotiva pautada nos veículos de alta eficiência energética, onde os carros elétricos se destacam (CONSONI et. al. 2018).

Na questão da infraestrutura o principal programa foi o projeto denominado *Ten Cities, Thousand Vehicles*, iniciado em 2009, que tinha como objetivo estimular o consumo e criar as normas nacionais para esse tipo de tecnologia, como padrões de métodos de recarga, de conectores, indicadores para comunicação de rede, entre outros. Utilizando os dados obtidos através desse programa para desenvolver tecnologias concretas, identificando os problemas e dificuldades encontradas durante sua implantação.

No âmbito do consumo há a existência de diversos subsídios para o ato da compra de veículos elétricos, com os valores variando conforme a eficiência do veículo, além da isenção de taxas de impostos no momento da aquisição, e do imposto anual sobre a circulação do veículo (CONSONI et. al. 2018). Algo semelhante ao nosso IPVA. Além do Estado atuar como grande gerador de demanda para esse tipo de tecnologia, adotando os automóveis elétricos para atividades públicas, como veículos utilizados pela polícia, transporte público e ambulâncias (MCKINSEY, 2019).

Tais ações foram o que tornaram possível o desenvolvimento do mercado e da indústria dos veículos elétricos no território chinês. Para se ter ideia da magnitude desse mercado, no ano de 2018, o mercado de veículos elétricos chines era o triplo do tamanho, do mercado europeu e americano (HERTZKE, et. al. 2019), conforme pode ser observado na figura 14. E tal feito ocorreu mesmo frente ao corte dos subsídios concedidos pelos mandatários de Pequim para veículos com baixa autonomia. O mínimo exigido anteriormente era 100Km de autonomia, que foram elevados para 150Km, o que fez com que algumas indústrias retirassem modelos do mercado, normalmente os mais baratos, portanto haveria uma redução no grupo de consumidores que poderiam adotar o veículo elétrico como meio de transporte. Havia um plano de se cortar todos os subsídios até 2019 (HERTZKE, et. al. 2019), entretanto com os impactos da pandemia do Covid-19 o governo chinês optou por postergar o fim desses subsídios.

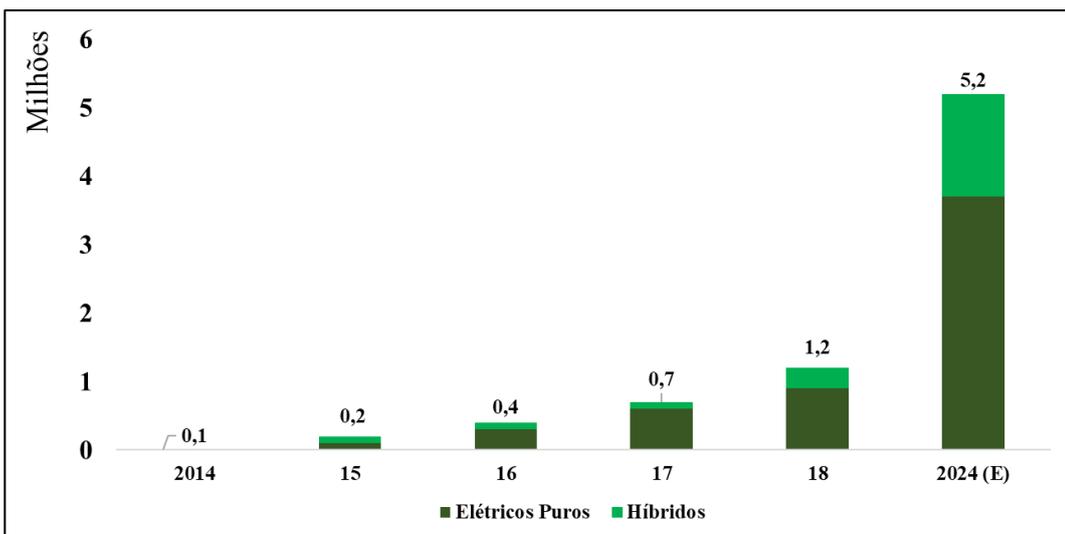
Figura 5 - Tamanho do mercado de veículos elétricos leves (2018)



Fonte: Elaboração Própria via Dados McKinsey *Electric Vehicle Adoption* 2019.

Antes do percalço da pandemia, a previsão era que o mercado de veículos elétricos chinês chegasse ao volume de vendas de 5,2 milhões de veículos em 2024 (MCKINSEY, 2020), conforme observado na figura 15. Basicamente quadruplicando o tamanho do mercado, demonstrando que há potencial a ser explorado e a boa aceitação da tecnologia por parte dos consumidores chineses. O que é demonstrado com o maior índice de participação de mercado dos veículos elétricos dentro do setor automobilístico geral, dentre os principais países produtores de automóveis, com 5,2% em 2019 (EV-VOLUMES, 2020).

Figura 6 - Vendas de automóveis elétricos na china 2014 - 2018 e estimativa para 2024

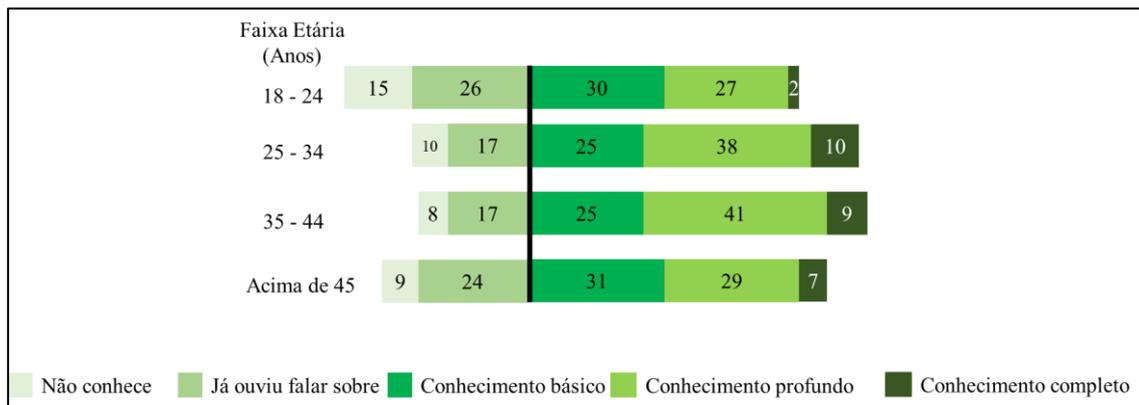


Fonte: Elaboração Própria via Dados McKinsey *China Auto Consumer Insights* 2019.

Grande parte desse otimismo, se dá pela percepção de que o consumidor chinês começa a compreender a tecnologia e aceitá-la de maneira mais fácil do que em outras localidades do mundo. Isso é notado por dados, como os apresentados pela pesquisa realizada pela consultoria McKinsey, denominada *China Auto Consumer Insights*, do ano de 2019, onde o número de chineses que responderam considerar a compra de um veículo elétrico, como seu próximo meio de transporte, saltou de 20% dos entrevistados em 2017 para 55% em 2019, um crescimento de 35% em um pequeno intervalo de dois anos, demonstrando que a aceitação e difusão da tecnologia vem avançando pela sociedade chinesa.

O que pode ter uma de suas explicações, com o maior conhecimento sobre o assunto do público do país sino, conforme apresentado na figura 16, onde uma parte relevante dos entrevistados demonstram ter conhecimento ao mínimo básico sobre a tecnologia dos veículos elétricos, o que traz uma maior confiança para a realização da escolha por esse tipo de modal de transporte, visto que é uma tecnologia, de certo modo, recente e que ainda traz desconfianças ao seu redor.

Figura 7 - Conhecimento sobre a tecnologia dos automóveis elétricos pelos chineses

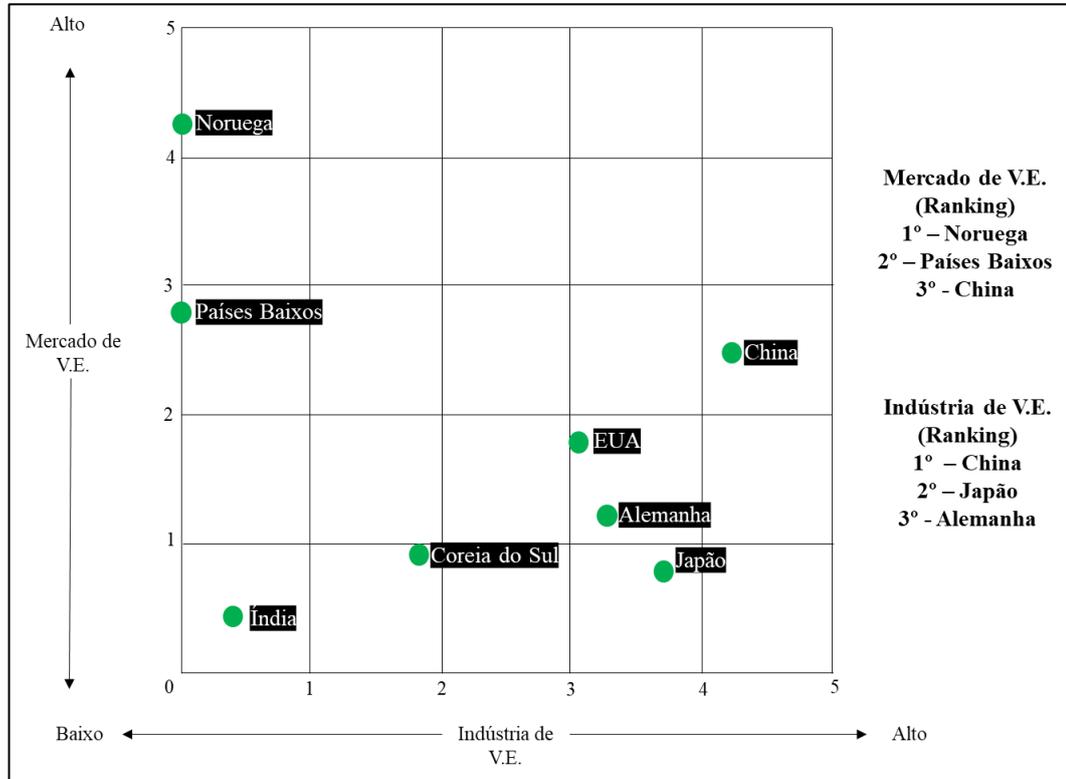


Fonte: Elaboração Própria via Dados McKinsey *China Auto Consumer Insights* 2019.

Esse cenário de potencial mercadológico, aceitação da tecnologia por parte considerável da sociedade e uma demanda já relevante atualmente, faz com que a China seja líder quando o assunto é a adoção e associação dos veículos elétricos dentro do seu mercado automobilístico. E o país não se posiciona somente como consumidor de tal tecnologia, mas sim, também, como um produtor dela, isso pode ser observado a partir de uma escala, de autoria da consultoria McKinsey, que faz uma correlação entre o tamanho da participação de mercado dos veículos elétricos, dentro do mercado automobilístico em geral, de cada país, e a indústria desses veículos dentro do seu território, cada variável é demarcada em uma escala de 0 a 5, sendo quanto mais próximo de zero menor o seu volume, e quando mais próximo de 5, maior o volume

da variável. O resultado da interação dessas duas escalas gera uma matriz, que pode ser observada na figura 17.

Figura 8- Matriz mercado e indústria de automóveis elétricos por país (2019).



Fonte: Adaptado de McKinsey *Electric Vehicle Adoption 2019*.

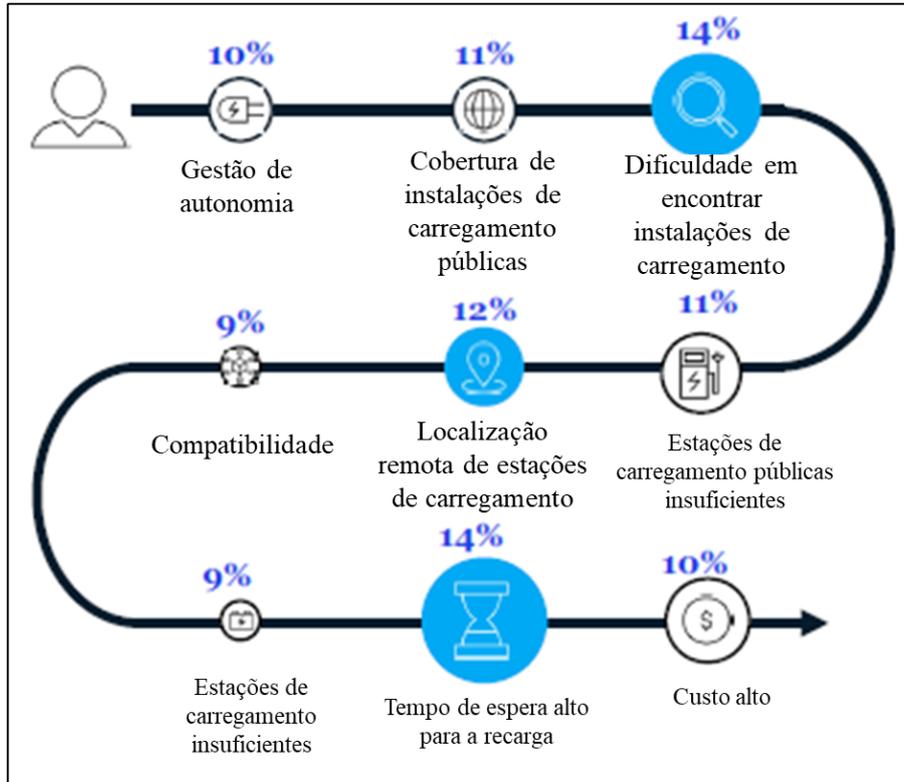
A China surge em um posicionamento único dentro desse nicho dos veículos elétricos, pois possui o terceiro mercado dentro da matriz. O que pode ser levado em consideração visto que os líderes do ranking, Noruega e Países Baixos, respectivamente, são mercados pequenos, porém com grande adoção dos veículos elétricos como modal de transporte. Entretanto, não possuem tanta margem para crescimento, visto que o pequeno volume de pessoas dentro desses países os limita. Já o mercado chinês, sobre esse viés, possui uma expectativa de crescimento gigantesca, visto que detém a maior população do mundo dentro do seu território.

Já na outra variável a China aparece em primeiro lugar, com a maior indústria dentro da matriz. Sendo a única a estar presente no *top 3* das duas variáveis. Tal posicionamento demonstra a forma privilegiada que as empresas chinesas estão sob esse nicho mercadológico, demonstrando o posicionamento do país tanto como consumidor da tecnologia, mas principalmente como produtor dessa, o que traz um posicionamento neste mercado deverás interessante e promissor.

Entretanto, mesmo com todo este cenário favorável, ainda há dificuldades para o mercado chinês de veículos elétricos. Novamente levando em consideração a pesquisa *Auto*

*Consumer Insights*, os proprietários de automóveis movidos a eletricidade na China argumentam as dificuldades que encontram ao optar pela adoção da tecnologia frente aos MCI, conforme apresentado na figura 18.

Figura 9 - Problemas relatados pelos donos de veículos elétricos na China (2019)



Fonte: Traduzido de McKinsey *Electric Vehicle Adoption 2019*

Os proprietários relatam uma gama de nove problemas, dentro desse número oito estão diretamente relacionados a questão da recarga, seja ela a dificuldade em se manejar o volume de energia gasto e quando carregar o veículo, fruto de uma autonomia relativamente limitada atualmente, até a dificuldade de se encontrar pontos para recarga. O que vai de encontro com a necessidade de uma mudança em toda uma estrutura já estabelecida, a rede de postos de combustíveis para os veículos MCI, que possuem uma abrangência gigantesca, muito devido a vigência da tecnologia como a principal fonte de energia para os meios de transporte. Além disso a questão dos altos custos está diretamente relacionada a questão das baterias, pois são o principal fator para o custo do veículo elétrico.

Contudo é válido notar que grande parte das reclamações e dificuldades encontradas pelos donos de veículos elétricos se dá em relação ao armazenamento da energia utilizada para locomover o veículo, o que vai de encontro com o maior gargalo apresentado para o avanço da tecnologia, as baterias. Logo é possível argumentar que o desenvolvimento das baterias

utilizadas pelos veículos é uma questão chave para a popularização e barateamento da tecnologia (CASTRO e FERREIRA, 2010; FREITAS, 2012; CONSONI e RODRÍGUEZ, 2020).

### **3.5 O desafio das fontes de energia na produção de carros e o papel da China**

A bateria é o principal componente do veículo elétrico, pois é o mecanismo mais importante e de maior custo dentro da cadeia dos veículos elétricos (CONSONI E RODRÍGUEZ, 2020). Sua função é de armazenar a energia. Quanto maior for a densidade mássica e volumétrica que a bateria possuir, maior será sua autonomia, assim gerando menor necessidade de paradas para recargas (FREITAS, 2012). Existem vários tipos de baterias que podem ser utilizadas nos veículos elétricos.

Freitas, 2012, apresenta uma definição para o que determina o que seria necessário para uma bateria equipar um veículo elétrico:

Uma bateria para um veículo elétrico deve ter uma boa densidade energética (para garantir autonomia razoável do V.E.), boa capacidade de descarga (adequada à potência do V.E.), ser uma tecnologia segura e fiável, possuir um longo tempo de vida útil, ter um custo baixo, além disso causar o menor impacto ambiental possível.

Podemos destacar 4 modelos de bateria como as principais candidatas a se tornar a tecnologia padrão para alimentar os veículos elétricos, as de chumbo-ácido (Pba), níquel-hidreto metálico (NiMH), as de sódio e as de íon-lítio. (CASTRO e FERREIRA, 2010).

As de chumbo-ácido são um modelo conhecido do grande público, vide que é a bateria utilizada atualmente em veículos MCI para acionamento de partes elétricas do veículo. A principal desvantagem apresentada por esse modelo de bateria é o curto ciclo de vida, além de conter componentes altamente nocivos ao meio ambiente, chumbo e ácido sulfúrico, o que torna o processo de descarte complexo e delicado (CASTRO e FERREIRA, 2010). Outro ponto que conta contra esse modelo de bateria é o processo de recarga, que além de ser lento, podendo levar até 10 horas, sem se levar em consideração o cuidado ao se realizar a operação, pois caso haja uma carga excessiva a bateria pode “ferver”, assim emitindo hidrogênio, que ao entrar em contato com o oxigênio presente no ar resulta em uma mistura inflamável. (FREITAS, 2012).

As baterias que utilizam da tecnologia do níquel hidreto metálico (NiMH) foram as que equiparam os primeiros modelos de veículos elétricos a atingir um nível próximo ao *mainstream*, como o Toyota Prius. Possuem como vantagem a confiabilidade e sua vida útil, além de utilizar materiais menos agressivos ao meio ambiente. Entretanto possuem um custo elevado, pois há uma alta utilização de níquel, o que aumenta o peso da bateria, além do índice de eficiência sofrer em altas temperaturas, o que torna a carga mais lenta e o fato de não poder descarregar de maneira completa. (CASTRO e FERREIRAS, 2010; FREITAS, 2012).

As baterias de sódios, apelidadas de “Zebra”, é uma tecnologia presente a algum tempo na indústria, existindo no mercado desde os anos 70. Possuem como vantagem uma boa densidade de potência, um ciclo de vida longo e um bom custo-benefício, além de não conter materiais tóxicos. Mas possuem como principal desvantagem a necessidade de um aquecimento de 270° C para o funcionamento, o que consome muita energia até se atingir essa temperatura. Outro ponto que complica a adoção da tecnologia como a padrão, é o monopólio de produção desse modelo de bateria pela empresa suíça FZ Sonick, uma *joint-venture* formada em 2010, pelas empresas FIAMM e MÊS-DEA (CASTRO E FERREIRA, 2010; FREITAS, 2012).

Já as de Ion-Lítio, são na realidade uma família de baterias, visto que para o seu funcionamento podem ser utilizados uma série de elementos químicos. Castro e Ferreira em 2010 apontavam esse modelo de bateria como o mais promissor para indústria de veículos elétricos. O que é validado por Rodríguez e Consoni em 2020, que apresentam as baterias do tipo de íon-lítio como as que apresentam as melhores respostas para uma série de problemas tecnológicos que as baterias utilizadas para veículos elétricos encontram, como o tempo de recarga, autonomia, peso, além da densidade energética.

### **3.5.1. As baterias de Íon-Lítio**

De um modo abrangente, as baterias de íon-lítio, apresentam como vantagem, se comparadas aos modelos apresentados anteriormente, a maior capacidade por volume, maior eficiência e um menor custo do metal utilizado em sua produção, vide o preço do lítio quando comparado ao níquel utilizado nas baterias NiMH (CASTRO e FERREIRA, 2010).

Entretanto mesmo diante de tais vantagens, a tecnologia traz consigo uma desvantagem sobre segurança, pois se recarregadas sem devida atenção, ocorrendo sobreaquecimento, há o risco de incêndio ou explosão. O lítio reage com combustão quando exposto ao ar e de maneira explosiva se em contato com a água. Para sanar tal problema, há necessidade de tecnologia complementar, denominada como BMS (*Battery Management System*). O sistema é

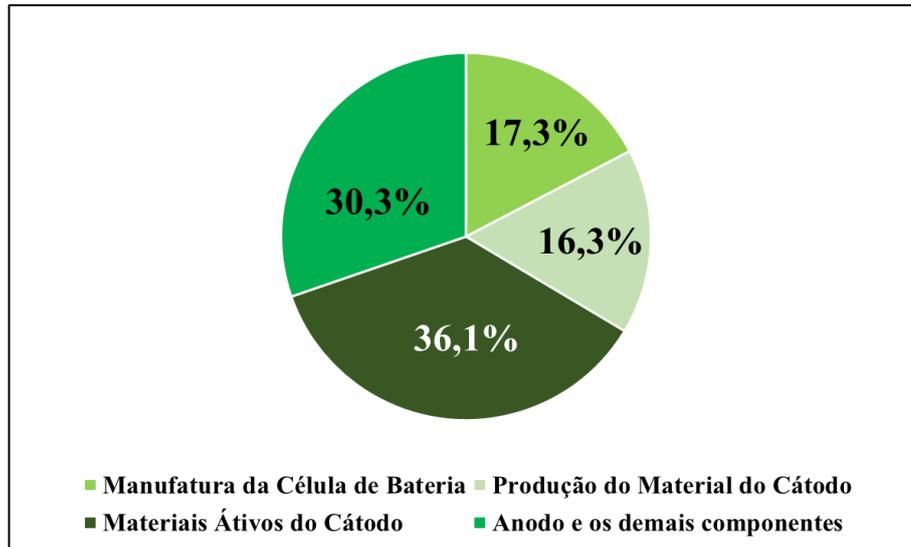
incorporado junto a bateria e monitora a corrente, o estado da carga e a temperatura na qual se encontra a bateria, assim cessando o circuito da bateria quando totalmente completa a carga, ou se a bateria se encontrar completamente descarregada (FREITAS, 2012).

Esse desenvolvimento da tecnologia é fruto de um longo processo de pesquisa e maturação, pois as baterias de íon-lítio foram implementadas no mercado durante a década de 90, sendo utilizadas principalmente em notebooks e aparelhos celulares, produtos nascentes na época e que necessitavam de um modo de armazenamento de energia com boa autonomia em relação ao baixo peso, devido as características portáteis desses itens (CASTRO e FERREIRA, 2010).

A divisão que há na família de baterias de íon-lítio ocorre devido ao seu modelo de funcionamento. Visto que os ânodos (polo negativo) e os cátodos (polo positivo) podem ser constituídos dos mais diferentes materiais, e distintas combinações químicas (CASTRO; BARROS; VEIGA, 2013 apud. RODRÍGUEZ e CONSONI, 2020). Cada combinação possível de material altera as possíveis vantagens e desvantagens, desempenho e rendimento, custos e demais fatores de análise da eficiência da bateria, entretanto a grande gama dos diferentes materiais se concentra na parte dos cátodos, visto que o grafite é o material mais amplamente utilizado para realizar a função do ânodo (DRESSLER et. al. 2020).

Mesmo com a grande possibilidade de materiais a ser utilizado para a sua composição, os custos para a fabricação das baterias de íon-lítio se comportam conforme apresentado na figura 19. Entretanto independente do preço, o maior obstáculo para evoluir a tecnologia é melhorar a relação custo por quilowatt-hora, pois esse é o maior impeditivo atual para a implementação em grande escala dos automóveis elétricos, visto que a bateria compõe cerca de 33% do custo total de manufatura de um automóvel elétrico (RODRÍGUEZ e CONSONI, 2020).

Figura 10 - Custos para a manufatura de uma célula de bateria Íon-Lítio



Fonte: DRESSLER et. al. (2020)

Com o avanço da tecnologia ao longo dos anos o custo real das baterias vem decaindo, conforme apresentado no relatório Bloomberg NEF (GOLDIE-SCOT, 2019 apud. RODRÍGUEZ e CONSONI, 2020) os custos das baterias de íon-lítio saíram de 1160 dólares em 2010, para 176 dólares por kWh em 2018, uma queda de 85%.

Se essa redução nos preços das baterias se manter ao longo dos próximos anos, talvez haja a possibilidade de uma maior paridade dos veículos elétricos frente aos automóveis MCI. Interpretando o alto custo relativo dos custos elétricos como uma barreira de adesão para a tecnologia, tal mudança poderia afetar de maneira direta o consumo em escala dessa tecnologia, assim acelerando a quebra do paradigma vigente dos carros MCI.

Essa queda contínua dos preços das baterias de íon-lítio se dá por uma interação de vários aspectos, como a descoberta de novos materiais, inovações incrementais nos desenhos das baterias, melhoria no processo de montagem e principalmente melhorias nas economias de escala. O último, muito alinhado aos avanços das fábricas para arquiteturas mais simplistas, visto a diferença de composição dos automóveis elétricos com os automóveis MCI, quando o assunto é o número de peças e complexidades de unidades motoras.

Além de todo esse cenário há de se observar a alta concorrência empresarial que há na busca de inovações para essa tecnologia. O grande número de construções de unidades fabris dedicadas a produção desse modelo de bateria, reforçam o conceito que as baterias de íon-lítio estão assumindo um papel de tecnologia principal a ser utilizada para equipar os veículos elétricos. O que trará ao longo do tempo um aumento ainda maior nas economias de escala, e

tornará a tecnologia mais madura, o que permitirá uma continuidade, e até mesmo aumento no volume investido para a pesquisa e desenvolvimento deste tipo de tecnologia. (RODRÍGUEZ e CONSONI, 2020).

Isso só é possível devido ao longo estudo sobre a tecnologia, visto que ela se apresenta desde os anos 90. Portanto um modo prático para se analisar o avanço dessa tecnologia e sua difusão é avaliar os números de patentes e artigos realizados sobre o tema, o que demonstra que há interesse e trabalhos para o avanço da tecnologia.

Rodríguez e Consoni (2020) elaboraram uma metodologia para a avaliação dos números desses artigos e patentes, pois é necessário um crivo para entender quais trabalhos e registros realmente lidariam com a relação das baterias de íon-lítio para os carros elétricos, visto que esse modelo de bateria também pode ser utilizado em diversas frentes, como eletrônicos e *smartphones*. Portanto após definição de parâmetros que atendem essa necessidade, baterias de íon-lítio com aplicabilidade em veículos elétricos, e uma longa mineração em bancos de dados sobre patentes e artigos, foi possível analisar de maneira mais direcionada, quais são os países, empresas e agentes que estão se dedicando para a evolução dessa tecnologia.

O que é de vital importância, pois quem a melhor dominar, possivelmente terá a possibilidade de sair em vantagem nessa provável revolução do transporte que ocorrerá ao longo do século XXI.

### **3.5.2. Os líderes na busca de inovação das baterias de íon lítio**

A metodologia utilizada por Rodríguez e Consoni (2020) parte dos princípios da cienciometria, uma ferramenta que é utilizada para analisar resultados, de maneira quantitativa, de atividades científicas e tecnológicas, assim abrangendo tanto o número de artigos científicos publicados, como os de documentos técnicos de registro de patente. Tal metodologia foi adotada, pois permite compreender a margem de contribuição de cada país frente o modelo tecnológico estudado, localizar a quantidade de pesquisas realizadas de maneira geográfica por agente produtor, temáticas e ter um acompanhamento da evolução da área de estudo.

A partir desta metodologia as autoras realizaram o corte temporal, abrangendo o período de 1996 até 2016, logo após isso foram identificados palavras-chave, para ajudar na localização do objeto de estudo, no caso baterias de íon-lítio, com aplicação em veículos elétricos, assim fazendo uma espécie de “peneira” e refinando os dados para o objetivo desejado, combinando as palavras-chave com os Códigos Internacionais de Patentes (CIP), pré-estabelecidos graças

as pesquisas de Faria e Anderson em 2015. Na questão de patentes os registros são aglutinados por famílias, pois há invenções que estão relacionadas entre si por meio da data de registro de prioridade, que em outras palavras, significa que o mesmo invento foi registrado em uma série de escritórios de patentes dos mais distintos países, porém a data de prioridade, campo que determina o direito de propriedade, é conservada junto ao primeiro registro.

Após a estruturação e lapidação dos métodos, Rodríguez e Consoni (2020), encontraram para o período estudado, 15.375 famílias de patentes registradas e 5.535 artigos científicos publicados com relação com o tema de baterias de íon-lítio para os automóveis elétricos.

A identificação dos países líderes se dá a partir da análise de em qual local, relativo à data de prioridade do registro. É importante identificar essas nações, pois é possível entender quais são os países que possuem maior capacidade tecnológica sobre o assunto, a Tabela 3 traz os cinco países que lideram as pesquisas sobre o campo tecnológico das baterias de íon-lítio para os veículos elétricos.

Tabela 3 - Países líderes na publicação de patentes e artigos científicos relacionados a baterias de íon-lítio para veículos elétricos (1996 – 2016)

Países	Famílias de Patentes			Artigos Científicos		
	Ranking	Total	%	Ranking	Total	%
<b>Japão</b>	1°	5216	33,9	4°	386	7
<b>China</b>	2°	2682	17,4	1°	1359	24,5
<b>EUA</b>	3°	1355	8,8	2°	1359	24,5
<b>Alemanha</b>	4°	1166	7,6	3°	404	7,3
<b>Coreia do Sul</b>	5°	1102	7,2	5°	332	6

Fonte: Adaptado de Rodríguez e Consoni (2020).

Um fato que chama atenção na concepção do resultado dos dados é que os mesmos países ocupam o *top 5* de ambas as variáveis. Mesmo que havendo alternância de posições entre um e outro. Isso demonstra que os países que estão nesse posicionamento, estão em tal patamar, pois estão investindo no ramo de P&D no assunto há um tempo superior aos demais. Com políticas e determinações sobre o assunto desde antes da virada do século XXI, o que remete a um certo aspecto de maturidade no conhecimento sobre o tema frente aos demais países.

Outro ponto que é válido de destaque é observar que três países asiáticos compõem o *top 5* de ambos os objetos de estudo, o que demonstra uma certa liderança do continente sobre o assunto. Se abrangermos para o volume total de registro o continente asiático é responsável por 58% das patentes e 40% dos artigos científicos publicados entre 1996 e 2016

(RODRÍGUEZ e CONSONI, 2020). A explicação para esses números se dá pelo longo período os quais os governos desses países incentivam as pesquisas relativas a essa tecnologia, que datam desde o início dos anos 90, muito devido ao fato que as indústrias eletroeletrônicas desses países são consolidadas e possuem certa tradição no ramo, o que traz um certo *know-how* sobre esse modelo de bateria, visto que ele é utilizado em uma série de produtos desse setor.

Dentro dos países asiáticos a China emerge com um papel muito relevante dentro do setor de P&D, pois ocupa o primeiro lugar na divulgação de artigos científicos e o segundo em patentes. Grande parte desse desempenho pode ser atribuído ao chamado Projeto de Pesquisa 863, já citado neste trabalho. Pois o projeto é o principal responsável por disponibilizar recursos para a fomentação e ampliação da capacidade científica e tecnológica chinesa no campo dos veículos elétricos. E estreitando as pesquisas para as baterias de íon-lítio, há o exemplo de que dos 18 bilhões de dólares destinados durante o 12<sup>th</sup> *National Five-Year Plan (2011 – 2015)*, para estimular a indústria de automóveis elétricos no país, 26 milhões foram destinados especificamente para o desenvolvimento deste modelo de bateria (RODRÍGUEZ e CONSONI, 2020).

Dentro do âmbito nacional há a relação de instituições que realizam a produção desses artigos e patentes, como já expectado os centros de pesquisas e universidades lideram a confecção dos artigos científicos, enquanto as empresas dominam os registros de patente. Um aspecto interessante entre essas instituições, na divulgação de artigos científicos, é a cooperação que há entre esses agentes, com publicações em conjunto de pesquisadores de dois ou mais países, o que pode ser mais bem observado na figura 20.

Figura 11 - Relação entre instituições e países na publicação de artigos científicos de baterias de íon-lítio para veículos elétricos (1996 - 2016)



Fonte: Rodríguez e Consoni (2020).

É notável a polarização realizada por China e EUA na publicação desses artigos. A China possui seis universidades dentro das principais produtoras de artigos científicos, com o *Beijing Institute of Technology* e a *Tsinghua University* ocupando, respectivamente, o primeiro e segundo lugar nas publicações. Outro aspecto interessante apresentado por essas relações é o grande número de outras universidades e conglomerados automotivos de todo o mundo que publicam em parceria com as instituições chinesas, o que demonstra um certo aspecto de liderança do país quando o assunto são os estudos das baterias de íon-lítio com aplicação nos veículos elétricos.

Entretanto quando o assunto é o patenteamento dessas tecnologias, as empresas chinesas não aparecem como líderes, cargos ocupados por Toyota (Japão), Robert Bosch (Alemanha) e Nissan (Japão), que são respectivamente primeiras, segunda e terceira, maiores registradoras de patente sobre o assunto nos vinte anos analisados.

Porém há o emergir de duas montadoras chinesas nesse cenário, a BYD (*Build Your Dreams*) e a Chery Automobile, empresas relativamente novas frente aos tradicionais conglomerados automobilísticos, sendo fundadas em 1997 e 2012. Um dos motivos que levaram a empresas tão novas a atingirem certo papel de destaque no ramo, além do apoio do Estado chinês, foi o cenário de transferência tecnológica a partir das montadoras tradicionais que ocorreram na China, através dos programas de *joint-venture* que dominaram o país após a

década de 80. Mesmo que Chery e BYD não sejam *joint-ventures* em si, elas se aproveitam do cenário, pois há a transferência de conhecimentos através do aprendizado industrial para funcionários capacitados que levam os seus serviços para outras empresas, que se aproveitam desse conhecimento para diminuir o *gap* de conhecimento tecnológico entre essas indústrias. Portanto pode-se dizer que o emergir dos meios de transporte elétricos estão sendo uma oportunidade única para que as indústrias automobilísticas chinesas se ponham em posição de competição mais vis-à-vis perante os concorrentes internacionais, líderes na produção de automóveis MCI (TEECE, 2018 apud. RODRÍGUEZ e CONSONI, 2020).

Além do setor automobilístico há a contribuição de outros setores industriais para o avanço dessa tecnologia, pois ao se tratar de uma tecnologia disruptiva há a oportunidade de utilizar conhecimentos advindos de outros setores industriais neste novo ramo. As empresas que se destacam nesse cenário são as de eletroeletrônico e as de sistemas elétricos. Que já possuem *know-how* das baterias propriamente ditas, além de outros componentes, como o BMS e conectores utilizados para o carregamento dos veículos. Neste aspecto as empresas chinesas não se destacam, pois no top 25 de empresas desses setores nos registros de patentes de tecnologias relacionadas as baterias de íon-lítio para os automóveis elétricos, há apenas uma empresa chinesa a *Zhejiang Chaowei Chuangyuan Ind.*, que ocupa a 22ª posição com 32 registros. Quem domina esses registros são as empresas japonesas com 17 empresas no top 25, entretanto as duas empresas que mais registraram patentes foram as sul-coreanas LG Chem e Samsung SDI, com 622 e 339 registros cada, respectivamente (RODRÍGUEZ e CONSONI, 2020).

Contudo quando nos desvencilhamos dos conglomerados automobilísticos e empresas de eletroeletrônica, a China domina os registros de patentes, com destaque para empresas de energia, centros de pesquisa e universidades. Grande parte desses registros se dão em tecnologias de equipamentos de distribuição e transmissão de energia elétricas, além do desenvolvimento de *smart grids* e redes de carregamento. Isso se dá pelo objetivo do governo chinês em abranger sua rede de apoio aos veículos elétricos, fornecendo pontos de carregamentos públicos em diversos locais da China, pois a questão do recarregamento é um ponto crucial para a difusão da tecnologia dos veículos elétricos. Visto que seria necessária toda substituição de uma rede de reabastecimento dos veículos MCI, como postos de gasolina, gasodutos e petrodutos, por redes para reabastecimento elétrico, com ampliação de redes de energia e disponibilização de pontos de recarga. É possível observar essa liderança na tabela 4.

Tabela 4 - Empresas de energia elétricas, universidades e centros de pesquisas líderes em registros de patentes sobre baterias de íon-lítio para veículos elétricos (1996 - 2016)

<b>Empresas de energia elétrica, universidades e centros de P&amp;D</b>	<b>Nº de famílias de patentes</b>
1. State Grid Corporation of China (SGCC) (China)	54
2. South China University of Technology (China)	36
3. Beijing University of Technology (China)	31
4. CEA - Commissariat A L Energie Atomique Et Aux Energies Alternatives (França)	30
5. China Electric Power Research Institute (CEPRI) (China)	29
6. Tsinghua University (China)	26
7. Korea Institute of Science and Technology (Coreia do Sul)	24
8. Harbin University of Science and Technology (China)	21

Fonte: Rodríguez e Consoni (2020).

Por se tratar de uma tecnologia disruptiva há contribuições dos mais diversos setores para o desenvolvimento. Dentro desses setores se destacam três, o automotivo, eletroeletrônico e o químico. E é válido notar que o governo chinês optou por tornar esses três setores mecanismos chave para o seu desenvolvimento. Rumo adotado a partir do 9<sup>th</sup> *National Five-Year Plan*, com políticas com objetivo de fomentar os surgimentos de megaempresas que liderariam grupos ancora, que realizariam avanços para economias de escala cada vez maiores, que tornariam possível a competição internacional frente ao restante do globo (MASIERO e COELHO, 2014).

Portanto pode-se dizer que a china com a realização de rearranjo industrial, constituído a partir da política industrial de concentração de médias e grandes empresas para se atingir ganho de escalas cada vez maiores e um incentivo a fomentação de empresas produtoras de bens específicos, sem objetivo de ganhos em escala, mas sim de especialização (MASIERO e COELHO, 2014). Se colocou em uma posição privilegiada de antemão frente a interação dessas indústrias para o desenvolvimento da tecnologia utilizada nos veículos elétricos.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o passar dos anos fica cada vez mais evidente o impacto que o estilo de vida adotado após a revolução industrial causa no meio ambiente. Grande parte da consequência deste comportamento da sociedade se dá pelo efeito estufa, que reflete diretamente no aumento da temperatura do planeta. O que traz consequências diversas, como o aumento do nível do mar que impossibilitaria a habitação de uma série de áreas costeiras ao redor do globo. Tal preocupação demonstra a necessidade de uma ação rápida, pois segundo o relatório IPCC (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas, sigla em inglês) o planeta está atingindo níveis maiores de temperatura em um ritmo muito avançado. Com previsão de se atingir 1,5° acima do nível pré-industrial no ano de 2030, 10 anos à frente da previsão anterior, que era 2040 (VITOR AZEVEDO, 2021).

Grande parte dos gases que causam o efeito estufa são derivados diretamente dos meios de transporte alimentados por motores MCI, o que deixa evidente a necessidade de mudança nesse paradigma, a fim de preservar o mundo da maneira que conhecemos para as futuras gerações.

Os veículos elétricos surgem como uma solução no horizonte para essa questão. Com o emergir da possibilidade da revolução verde (MAZZUCATO, 2014) nos meios de transporte, se abre a possibilidade de se realizar um salto tecnológico, com objetivo de se tornar líder e referência nessa nova tecnologia.

Tal possibilidade foi observada pelo governo chinês ainda durante o final do século XX, durante o 8<sup>th</sup> *National Five-Year Plan*. A frente dos demais países, que começaram a demonstrar interesse e movimentação condizente somente durante meados da primeira década do século XXI. As ações definidas e seguidas pelos mandatários do Partido Comunista Chinês (PCC) demonstram que o objetivo da China é alcançar posição privilegiada no desenvolvimento tecnológico mundial. Observando no nicho de veículos elétricos uma possibilidade de se atingir o papel de vanguarda e liderança sobre o assunto.

A busca por tal posicionamento fica evidente com os projetos adotados aos longos dos Planos Nacionais de Desenvolvimento Econômico (*National Five-Year Plan*). Medidas que podem ser exemplificadas a partir do projeto de pesquisa 863, com objetivo de fomentar o desenvolvimento das tecnologias necessárias para o nascimento dessa nova indústria. E a partir da iniciativa da política *Made in China 2025*, que traçava objetivos para a produção e

comercialização de veículos elétricos, atingindo seus resultados com 6 anos de antecedência (2019).

Tais interações tornam a China referência na produção e adoção da tecnologia dos automóveis elétricos, o que é observado pelo posicionamento de empresas chinesas no mercado de vendas de V.E. No papel de instituições chinesas no P&D de tecnologias utilizadas nesta indústria. E a forma como os cidadãos chineses incorporaram a tecnologia no seu cotidiano, grande parte fruto dos avanços realizados pelas políticas adotadas pelo comitê central do PCC. Que tornaram a adoção dessa nova tecnologia muito mais aprazível para o público chinês em geral, seja com a adoção de *smart grids* para o carregamento dos veículos, ou os incentivos fiscais e financeiros para a compra desse modal de veículo.

Tornar para si o papel de vanguarda nessa possível quebra de paradigma nos transportes de curtas e médias distâncias é uma oportunidade que a China encontrou de se equiparar com os países desenvolvidos. Pois quando há o emergir de uma nova tecnologia de tão grande impacto, traz à tona a oportunidade de se realizar um salto tecnológico para o limiar vigente de forma muito mais agressiva e rápida. Pois todo conhecimento acumulado no setor dominante anteriormente pode não ser totalmente úteis na nova tecnologia. Além de que esse novo paradigma tecnológico acarreta consigo a possibilidade de se incorporar avanços de diversos outros setores. O que no caso dos veículos elétricos se observa possibilidades no ramo químico, eletroeletrônico e automotivo. Não por acaso três indústrias escolhidas para receberem uma série de políticas incentivadoras pelo Estado chinês ainda durante o século XX. O que tornou possível esse avanço rápido e agressivo na tecnologia do veículo elétrico.

A mudança desse paradigma dos veículos MCI teria impacto de forma global, com a destruição de uma cadeia petrolífera e energética gigantesca para o surgimento de um novo modelo de alimentação energética para veículos. Estar à frente desse processo traz a possibilidade do país sino se posicionar em pé de igualdade frente aos países atualmente desenvolvidos. Assim atingindo o objetivo almejado pelos mandatários de Pequim, de desatrelar a imagem da China de apenas uma produtora de manufatura barata e de baixa complexidade, para um país produtos de tecnologia de ponta e referência mundial.

Na gramatura complexa que nos encontramos atualmente na globalização, com mudanças profundas e aceleradas em um curto espaço de tempo. Sairá na frente o Estado ou instituição que conseguir traduzir essas mudanças em oportunidades. Utilizando-as para seus objetivos próprios, algo que a China se utilizou com o desenvolvimento do nicho dos veículos elétricos.

## REFERÊNCIAS

AQICN. (org.). Air Pollution in China: Real-time Air Quality Index Visual Map. 202. The World Air Quality Index Project Team. Disponível em: <https://aqicn.org/map/china/>. Acesso em: 06 out. 2021.

BBC NEWS (Brasil) (ed.). A decisão do presidente da China que pode afetar todo o planeta. 2021. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/internacional-58660128>. Acesso em: 01 out. 2021.

BERMÚDEZ -RODRÍGUEZ, T.; CONSONI, F. L. Uma abordagem da dinâmica do desenvolvimento científico e tecnológico das baterias lítio-íon para veículos elétricos. Revista Brasileira de Inovação, Campinas, SP, v. 19, p. e0200014, 2020. DOI: 10.20396/rbi.v19i0.8658394. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/rbi/article/view/8658394>. Acesso em: 6 out. 2021.

CARVALHO, Enéas Gonçalves de. Inovação tecnológica na indústria automobilística: características e evolução recente. Economia e Sociedade, Campinas, v. 17, n. 3, p. 429-461, dez. 2008.

CASTRO. Bernardo. FERREIRA. Tiago. VEÍCULOS ELÉTRICOS: ASPECTOS BÁSICOS, PERSPECTIVAS E OPORTUNIDADES. BNDES Setorial 32, p. 267-310. 2010.

CESÁRIO NETO, Euler Daltro. **OS IMPACTOS DA INDÚSTRIA 4.0 NA MINERAÇÃO**. 2019. 78 f. Monografia (Especialização) - Curso de Ciências Econômicas, Instituto de Economia e Relações Internacionais, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019.

CNN (Brasil). Com mudanças climáticas em evidência, G7 define o tom para década crucial. 2021. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/internacional/com-mudancas-climaticas-em-evidencia-g7-define-o-tom-para-decada-crucial/>. Acesso em: 01 out. 2021.

CONSONI, F.L. et al. Estudo de governança e políticas públicas para veículos elétricos. Brasília D.F: Ministério da Indústria, Comercio Exterior e Serviços MDIC, 2018.

Delgado, Ignacio Godinho (2015): Política industrial para os setores farmacêutico, automotivo e têxtil na China, Índia e Brasil, Texto para Discussão, No. 2087, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Brasília

DRESSLER, Norbert et al. The future of the automotive industry Transformation: transformation<sup>3</sup>. Automobiliwoche, Munique, p. 1-8, ago. 2020.

EVANS, P. 2004. Autonomia e parceria. Estados e transformação industrial. Rio de Janeiro: UFRJ.

FREITAS, Joaquim Carlos Novais de. Projeto e análise ao funcionamento de carros elétricos. 2012. 201 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade do Minho, Guimarães, 2012.

GE, Mengpin; FRIEDRICH, Johannes. **4 gráficos para entender as emissões de gases de efeito estufa por país e por setor.** 2020. Disponível em: <https://wribrasil.org.br/pt/blog/2020/02/quatro-graficos-explicam-emissoes-de-gases-de-efeito-estufa-por-pais-e-por-setor>. Acesso em: 26 set. 2021.

GUIMARÃES, Alexandre Queiroz. A ECONOMIA POLÍTICA DO MODELO ECONÔMICO CHINÊS: o estado, o mercado e os principais desafios. Revista Sociologia Política. Curitiba, p. 103-120. nov. 2012.

HERTZKE, Patrick et al (org.). Expanding electricvehicle adoption despite early growing pains. Eua: McKinsey & Company, 2019. 8 p.

JOHN LIU (Eua). China to Stop Building New Coal-Fired Power Projects Abroad. 2021. Bloomberg News. Disponível em: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2021-09-21/china-to-stop-building-new-coal-fired-power-projects-abroad>. Acesso em: 21 set. 2021.

LIEBERMAN, Marvin; MONTGOMERY, David. *FIRST-MOVER ADVANTAGES*. *Research Paper* No. 969, *Strategic Management Journal*. Outubro. 1987.

MASIERO, Gilmar. COELHO, Diego. A POLÍTICA INDUSTRIAL CHINESA COMO DETERMINANTE DE SUA ESTRATÉGIA *GOING GLOBAL*. *Revista de Economia Política*, vol. 34, nº 1 (134), pp. 139-157, janeiro-março/2014.

Mazzucato, M. O Estado empreendedor: desmascarando o mito do setor público vs. setor privado. São Paulo: Portfolio-Penguin, 2014.

MCKINSEY CHINA AUTO CONSUMER INSIGHTS 2019. Eua: McKinsey & Company, 2019. Anual.

MEDEIROS, Carlos Aguiar de. O desenvolvimento tecnológico americano no pós-guerra como um empreendimento militar. In: MEDEIROS, Carlos Aguiar de. O Poder Americano. Rio de Janeiro: Vozes, 2004. p. 01-27. Disponível em: <https://franklinserrano.files.wordpress.com/2017/05/medeiros-2004-o-desenvolvimento-tecnolc3b3gico-americano-no-pc3b3s-guerra.pdf>. Acesso em: 04 out. 2021.

MICHAEL R. BLOOMBERG (Eua) (org.). Blomberg Impact Report 2020. 2020. Disponível em: [https://assets.bbhub.io/company/sites/56/2021/04/Impact\\_Report\\_2020.pdf](https://assets.bbhub.io/company/sites/56/2021/04/Impact_Report_2020.pdf). Acesso em: 01 out. 2021.

NAUGHTON, B. 2007. *The Chinese Economy. Transitions and Growth*. Cambridge: MIT.

NELSON, R. R.; WINTER, S., *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Cambridge, Mass.: Belknap Press of Harvard University Press, 1982.

OLIVEIRA, Lucas Melo; PINNA, Rodrigo Tavares Marzagão. **A HISTÓRIA DA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA E O IMPACTO NA SOCIEDADE ATUAL**. 2019. 46 f. TCC (Graduação) - Curso de Administração, Departamento de Gestão e Negócios, Universidade de Taubaté, Taubaté, 2019

PORTER, A.; NEWMAN, N.; XIAO, Y.; JOHNSON, D. & ROESSNER, J. 2007. High Tech Indicators. Technology-Based Competitiveness of 33 Nations. Report to the Science Indicators Unit. National Science Foundation. Atlanta: Georgia Institute of Technology.

REIS, Maria; JUNIOR, Helder. AS GRANDES EMPRESAS FABRICANTES DE AUTOMÓVEIS INCUMBENTES E INCORPORAÇÃO DE UMA NOVA ESTRATÉGIA EMPRESARIAL ASSOCIADA AO VEÍCULO ELÉTRICO. In Anais do IV Encontro da Economia Industrial e Inovação. Campinas. 2019.

SENHORAS, Eloi Martins. A INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA SOB ENFOQUE ESTÁTICO E DINÂMICO: UMA ANÁLISE TEÓRICA. 2005. 11 f. Tese (Doutorado) - Curso de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

SUZIGAN, Wilson; FURTADO, João. POLÍTICA INDUSTRIAL E DESENVOLVIMENTO. Revista de Economia Política, vol. 26, nº 2 (102), pp. 163-185 abril-junho/2006.

VIANINI, Fernando. PLANEJANDO A ULTRAPASSAGEM: POLÍTICAS INDUSTRIAIS E O SETOR AUTOMOTIVO NO BRASIL E NA CHINA. Orientador: Prof. Dr. Ignácio José Godinho Delgado. 2018. 401 f. Tese (Doutorado em História) – Programa de Pós-Graduação em História, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2018.

VITOR AZEVEDO (São Paulo). ESG: Emissão de gases, crédito de carbono e padronização de informações devem ser centro das atenções em 2022. 2021. Infomoney. Disponível em: <https://www.infomoney.com.br/mercados/esg-emissao-de-gases-credito-de-carbono-e-padronizacao-de-informacoes-devem-ser-centro-das-atencoes-em-2022/>. Acesso em: 03 dez. 2021.