

VEÍCULOS ELÉTRICOS: Como a China Está se Preparando Para se Tornar a Maior Potência Mundial do Segmento?

<http://dx.doi.org/10.21527/2237-6453.2024.60.15421>

Submetido em: 18/12/2023

Aceito em: 2/7/2024

Publicada em: 27/8/2024

Scarlett Queen Almeida Bispo¹
Alícia Cechin²

RESUMO

Nos últimos anos, a China se tornou um importante produtor, vendedor e consumidor de veículos elétricos, superando países consolidados no setor automobilístico. Dado esse cenário, o objetivo do estudo consiste em fazer um panorama sobre a posição da China no segmento de veículos elétricos, de forma a entender sua trajetória a partir da análise das políticas de desenvolvimento do país, como o “*Made in China 2025*” e 13º e 14º Plano Quinquenais, bem como das políticas específicas de eletrificação da indústria. No que tange aos resultados encontrados, elucida-se que a China é um dos principais vendedores e detentores dos veículos elétricos à bateria, apoiada pelo seu papel relevante na criação de um ambiente para o desenvolvimento de veículos elétricos, dado seu farto mercado consumidor, bem como por sua abertura de mercado para entrada de importantes fabricantes de automóveis a partir de *joint ventures*. Além disso, os achados indicam que a China demonstrou metas ambiciosas para se tornar a maior potência industrial de veículos elétricos, com empresas nacionais referências não apenas no mercado interno, como em todo o mundo.

Palavras-chave: Políticas de Desenvolvimento; China; Veículos Elétricos; Inovação.

ELECTRIC VEHICLES: HOW IS CHINA PREPARING TO BECOME THE BIGGEST WORLD POWER IN THE SEGMENT?

ABSTRACT

In recent years, China has become a major producer, seller and consumer of electric vehicles, surpassing established countries in the automotive sector. Given this scenario, the objective of the study is to provide an overview of China’s position in the electric vehicle segment, in order to understand its trajectory based on the analysis of the country’s development policies such as the “*Made in China 2025*” and the 13th and 14th Five-Year Plan, as well as specific industry electrification policies. Regarding the results found, it is clear that China is one of the main sellers and holders of battery-powered electric vehicles, supported by its important role in creating an environment for the development of electric vehicles, given its abundant consumer market as well as its market opening for the entry of important automobile manufacturers through joint ventures. In addition, the findings indicate that China has demonstrated ambitious goals to become the largest industrial power of electric vehicles, with national companies as a reference not only in the domestic market, but throughout the world.

Keywords: Development Policies; China; Electric Vehicles; Innovation.

¹ Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA. Brasília/DF, Brasil. <https://orcid.org/0000-0002-1034-7433>

² Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA. Brasília/DF, Brasil. <https://orcid.org/0000-0002-6816-1797>

INTRODUÇÃO

Os veículos elétricos (VEs) terão uma importante contribuição na transformação dos transportes, no que se refere ao combustível, às emissões de carbono e aos custos relacionados. O principal ponto no momento é a descarbonização, objetivando lidar com a emergência das mudanças climáticas. Crabtree (2019) destaca que a questão não é se, mas até onde irá à eletrificação do setor automotivo. Além disso, qual será seu efeito no sistema energético, bem como na geoeconomia? Quais são os desafios de desenvolver baterias melhores e proteger a cadeia de suprimentos de materiais para dar suporte à nova tecnologia de baterias? Esses são alguns questionamentos que são feitos quando se adentra no mercado de veículos elétricos.

Embora o setor automobilístico seja dominado pelos países detentores das principais fabricantes, como Alemanha, Estados Unidos e Japão, no caso dos veículos elétricos a China exerce um importante papel para o desenvolvimento do segmento. É possível elencar a importância da China no mercado de VEs em três pontos principais. Primeiramente, a economia chinesa é a maior consumidora mundial de energia e automóveis. Li *et al.* (2020) salientam que a China foi responsável por quase 50% do aumento do consumo mundial de petróleo durante as últimas duas décadas. Nesse sentido, a transição de carros movidos à combustão para elétricos pode ter implicações importantes para os mercados mundiais de petróleo (inclusive pela alta dependência externa chinesa) e energia e as emissões globais de gases de efeito estufa (GEE) (Li *et al.*, 2020).

Em segundo lugar, todas as grandes montadoras internacionais têm instalações de produção na China na forma de *joint ventures* em parceria com montadoras domésticas. As *joint ventures* representam cerca de dois terços do mercado. E o terceiro ponto elucidado que o tamanho do mercado de carros elétricos pode beneficiar a tendência mundial de eletrificação do transporte, oferecendo um terreno fértil para testes de novas tecnologias e reduzindo o custo das baterias, sendo o componente de custo crítico para a transição de veículos movidos a combustão para elétricos (Li *et al.*, 2020).

Além disso, a indústria automobilística é considerada um importante pilar do desenvolvimento econômico chinês, bem como possui relevância na aceleração do processo de urbanização e manutenção do *status quo* por uma vida melhor. A China, há mais de uma década, é um dos principais mercados consumidores de automóveis do mundo e, embora tenha havido um aumento considerável no número de fabricantes e marcas automobilísticas, a tecnologia chinesa ainda está aquém dos grandes países de referência desse setor. A recente orientação global para a incorporação de veículos elétricos no âmbito das mudanças climáticas abriu oportunidade para que a China possa se tornar uma potência do setor automobilístico, por meio da produção de veículos de energia nova³ (VEN), possibilitando, assim, além do alcance da competitividade no comércio internacional do segmento, a resolução de questões relacionadas à poluição e à segurança energética (An Feng *et al.*, 2019).

Dado esse contexto, o presente estudo tem como objetivo evidenciar a posição da China nesse segmento, de forma a entender sua trajetória a partir da análise das suas políticas de

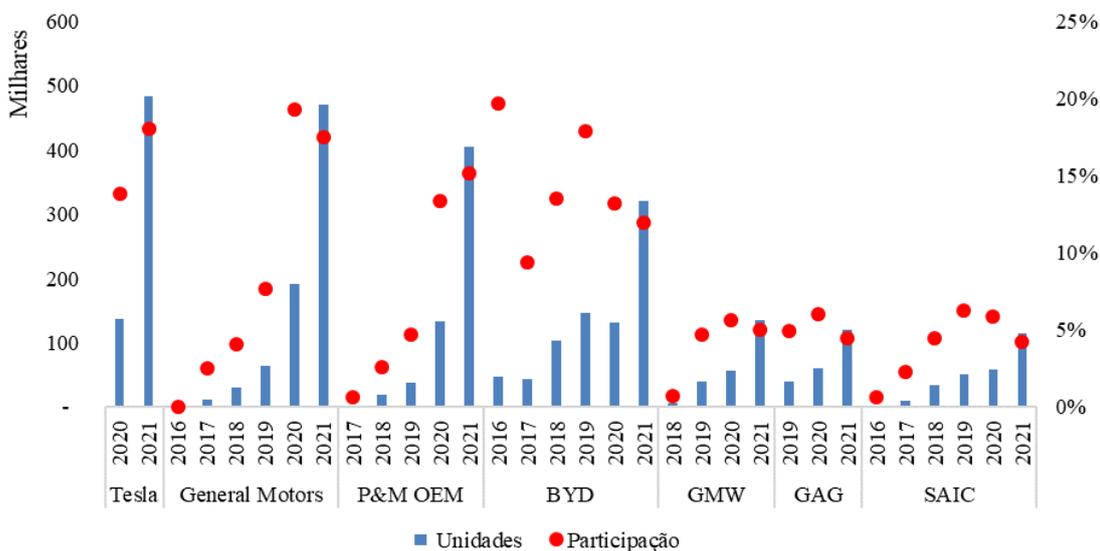
³ Os Veículos de Energia Nova (VEN) são veículos que usam eletricidade ou hidrogênio como energia motriz, podendo incluir os veículos híbridos, por exemplo, Veículos Elétricos Puros (VEB), Veículos Elétricos Híbridos Plug-in (VEHP) e Veículos movidos a célula de Combustível de Hidrogênio (VECC).

desenvolvimento, como o “*Made in China 2025*” e 13º e 14º Plano Quinquenais, bem como das políticas específicas de eletrificação da indústria. Para responder à finalidade proposta, utiliza-se como base o referencial teórico proposto por Malerba (2004), Malerba e Nelson (2011) e Lee, Mani e Mu (2012). No que se refere à metodologia, emprega-se uma análise descritiva. Cabe salientar que todos os dados inseridos neste texto são de acordo com a sua disponibilidade em diferentes fontes de dados/informações abertas. Dessa forma, para cada variável analisada, os anos considerados alteram-se, sendo citados os mais atuais disponíveis, estando o estudo dividido em quatro seções. Além da introdução, a seção a seguir contempla o mercado chinês de VEs. Posteriormente, a segunda seção aborda as políticas de desenvolvimento de veículos de energia nova da China. Por fim, fazem-se as considerações finais.

1. MERCADO CHINÊS DE VEÍCULOS ELÉTRICOS

Tendo em vista a relevância da China no segmento de veículos elétricos, é importante aprofundar os dados sobre a dinâmica do seu mercado interno, que refletem os principais interesses do governo. Ao observar as vendas de VEB por fabricante, foi percebida relativa concentração nas vendas, em que apenas sete fabricantes corresponderam aproximadamente 76% (Figura 1). Outra característica importante é que as duas empresas com maior participação são estrangeiras, indicando forte influência internacional, mesmo com políticas governamentais destinadas ao fortalecimento das indústrias domésticas de VEs (Marklines, 2022).

Figura 1 – As sete fabricantes com as maiores vendas veículos elétricos à bateria na China por número de vendas em milhares (à esquerda) e participação da venda no mercado chinês (à direita).



Nota: P&M OEM = Pequenas e Médias empresas chinesas fabricantes de automóveis; GMW = Great Wall Motors; e GAG = Guangzhou Automobile Group.

Devido à disposição das informações na base de dados, o agrupamento P&M OEM foi considerado uma empresa.

Fonte: Elaborada pelas autoras com base em Marklines, 2022.

Em 2021, a Tesla e a General Motors juntas representaram 36% das vendas de VEB na China. Situação muito diferente considerando 2016, que era dominada principalmente pela BYD, com parcela em torno de 20%, que posteriormente oscilou até seus 12% em 2021. A junção

das pequenas e médias fabricantes chinesas tiveram participação considerável, sobretudo, em 2020, de 13% e 2021 de aproximadamente 15%, demonstrando importante potencial desse tipo de empresa nacional no segmento. As demais empresas chinesas (GMW, GAG e SAIC), embora elevadas as suas vendas em mais de 90%, 140% no caso da GMW, de 2020 para 2021, suas participações foram reduzidas (Marklines, 2022).

Além disso, de acordo com os dados de Marklines (2022), foi possível notar que existe uma preferência dos chineses por veículos puramente elétricos. De 2016 a 2021, a participação dos veículos elétricos à bateria foi em média 67%, seguido pelos veículos elétricos híbridos *plug-in* com 18% e veículos elétricos híbridos com 15%. Os veículos elétricos a célula de combustível possuem participação inferior a 0,01%, dando destaque ao Maxus EUNIQ 7 da fabricante chinesa SAIC.

Um dos motivos é que o mercado dos VEB é aquecido devido à maior oferta pelas principais montadoras, do tamanho dos seus modelos, concentrados em pequenos e médios e, conseqüentemente, do seu menor preço, se comparado aos outros tipos de *power-train* (IEA, 2022c). O outro é o fato de que os subsídios governamentais são maiores e mais longos para os veículos elétricos à bateria. Dessa forma, existe uma variedade ampliada da oferta de carros pequenos puramente elétricos, que contribuem para entender à quantidade de veículos vendidos e quem são as principais empresas vendedoras de VEB na China. A Tabela 1 a seguir demonstra a lista dos 10 carros puramente elétricos, mais vendidos na China em 2021 (Marklines, 2022).

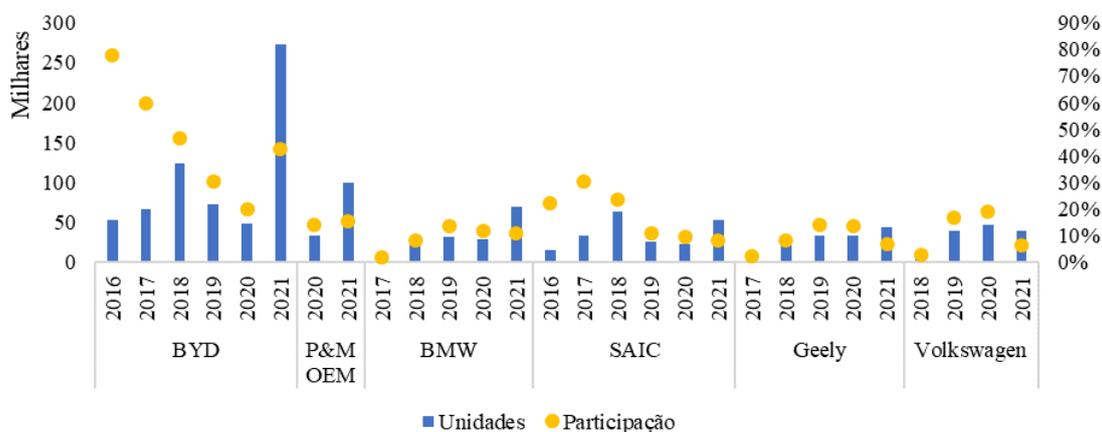
Tabela 1 – Dez veículos elétricos a bateria mais vendidos na China em 2021

Modelo	Grupo	Tipo	Unidades	Participação
Wuling Hongguang MINI EV	General Motors	Sedan/Hatchback	426,482	15.91%
Model 3	Tesla	Sedan/Hatchback	283,999	10.59%
Model Y	Tesla	SUV	200,131	7.47%
Han	BYD	Sedan/Hatchback	87,189	3.25%
eQ1	Cherry	Sedan/Hatchback	77,159	2.88%
Benni	Changan	Sedan/Hatchback	76,438	2.85%
AionS	Guangzhou	Sedan/Hatchback	69,220	2.58%
ORA R1	GWM	Sedan/Hatchback	63,492	2.37%
Xpeng P7	Xpeng	Sedan/Hatchback	60,569	2.26%
Qin PLUS	BYD	Sedan/Hatchback	56,151	2.09%

Fonte: Elaborada pelas autoras com base em Marklines, 2022.

Com exceção do Model Y da Tesla que é um SUV, os carros puramente elétricos mais vendidos na China são pequenos. O grande destaque desse grupo é o *Wuling Hongguang Mini EV* da General Motors, veículo elétrico à bateria mais vendido na China, que representou cerca de 16% das vendas de VEB em 2021, oferecendo um ponto de entrada acessível no mercado para novos clientes (IEA, 2021). O Model 3 da Tesla, embora tenha tido a quantidade vendida 50% menor que o *Wuling*, a sua participação foi expressiva, em torno de 10,6%. Os demais VEB, presentes na Tabela 1, são fabricados por empresas nacionais e juntos somaram mais de 490 mil carros vendidos, que correspondeu a 18,3% das vendas. No caso dos VEHP (Figura 2), 90% das vendas ficaram a cargo de seis empresas em 2021, sendo a gigante chinesa BYD a fabricante com maior participação de mercado, seguida pelas pequenas e médias empresas domésticas.

Figura 2 – As seis fabricantes com as maiores vendas veículos elétricos híbridos *plug-in* na China, por número de vendas em milhares (à esquerda) e participação da venda no mercado chinês (à direita).



Nota: P&M OEM = Pequenas e Médias empresas chinesas fabricantes de automóveis.

Devido à disposição das informações na base de dados, o agrupamento P&M OEM foi considerado uma empresa.

Fonte: Elaborada pelas autoras com base em Marklines, 2022.

A BYD teve a maior participação de mercado de mercado em todo o período analisado. Em 2016, a sua participação era cerca de 78%, em seguida, apresentou tendência de queda até 2020, chegando a apenas 20%, quando se recuperou em 2021, alcançando 43%. As P&M, embora tenham se inserido efetivamente na venda desse roteiro tecnológico somente em 2020, compôs a segunda maior participação em 2021, em torno de 15%. A BMW, apesar de ter aumentado suas vendas de 2020 para 2021 em 138%, sua participação caiu, assim como a participação da Volkswagen. As demais empresas chinesas, SAIC e Geely tiveram suas participações em torno de 8% em 2021. Diferentemente dos VEB, os VEHP mais vendidos na China são em sua maioria carros maiores, do tipo SUV, que representaram quase metade das vendas totais de veículos elétricos híbridos *plug-in* em 2021, como mostra a Tabela 2 (Marklines, 2022).

Tabela 2 – Dez veículos elétricos híbridos *plug-in* mais vendidos na China em 2021

Modelo	Grupo	Tipo	Unidades	Participação
Qin PLUS DM-i	BYD	Sedan/Hatchback	113,656	17.70%
Li One	Li Auto	SUV	90,491	14.10%
Song DM	BYD	SUV	79,508	12.39%
Tang DM	BYD	SUV	48,152	7.50%
X3	BMW	SUV	44,243	6.89%
Han DM	BYD	Sedan/Hatchback	30,476	4.75%
BMW 5 Series	BMW	Sedan/Hatchback	23,690	3.69%
MG HS	SAIC	SUV	23,537	3.67%
XC60	Geely	SUV	16,981	2.65%
Roewe RX5	General Motors	SUV	14,588	2.27%

Fonte: Elaborada pelas autoras com base em Marklines, 2022.

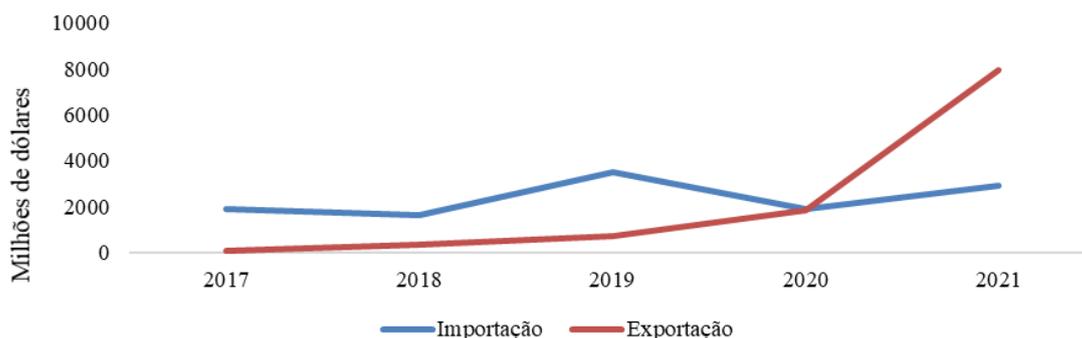
As empresas chinesas detêm sete dos dez VEHP mais vendidos na China em 2021, juntos corresponderam a aproximadamente 63% das vendas, inclusive, apenas a BYD vendeu mais de 40%. As empresas estrangeiras fabricantes do top 10 carros elétricos híbridos *plug-in*, representaram cerca de 11% e 2% pela BMW e General Motors, respectivamente. A título de

comparação, entre os dez veículos elétricos híbridos mais vendidos na China em 2021, nenhum é fabricado por empresas nacionais, somente pela Toyota e Honda (Marklines, 2022).

Enquanto o mercado interno de veículos elétricos é diversificado e aberto para consumo de veículos de empresas estrangeiras, a China se consolidou como uma importante produtora de baterias para os VEs. Em 2022, empresas chinesas responderam por mais de 56% da produção de baterias de veículos elétricos (CATL 34%; BYD 12%; CALB 4%; Guoxuan 3%; Sunwoda 2% e SVOLT 1%) (SNE Research (2022)). A China possui maior participação no processamento de materiais, componentes das células, células de bateria e veículos elétricos. O país asiático produz cerca de três quartos de todas as baterias de íons de lítio e abriga 70% da capacidade de produção de cátodos e 85% de ânodos (componentes críticos das baterias), além de ser responsável por mais da metade da capacidade de processamento e refino de lítio, cobalto e grafite IEA (2022).

Em observância aos fluxos comerciais de veículos elétricos da China para o resto do mundo, retratados na Figura 3, nota-se um volume muito maior de importação até 2019. Em 2020, ano de maiores restrições comerciais devido à pandemia, houve uma interseção entre as trocas comerciais, seguido por um salto no valor exportado pela China em 2021.

Figura 3 – Exportação e Importação da China de veículos elétricos⁴ no período de 2017 a 2021



Fonte: Elaborada pelas autoras com base em WITS, 2022.

De acordo com os dados do Wits (2022), os produtos mais importados⁵ pela China ao longo do período também foram os produtos mais exportados, em menor valor, até 2019. A partir de 2020 a China superou o valor importado do produto 8703.60 e em 2021 esse valor foi

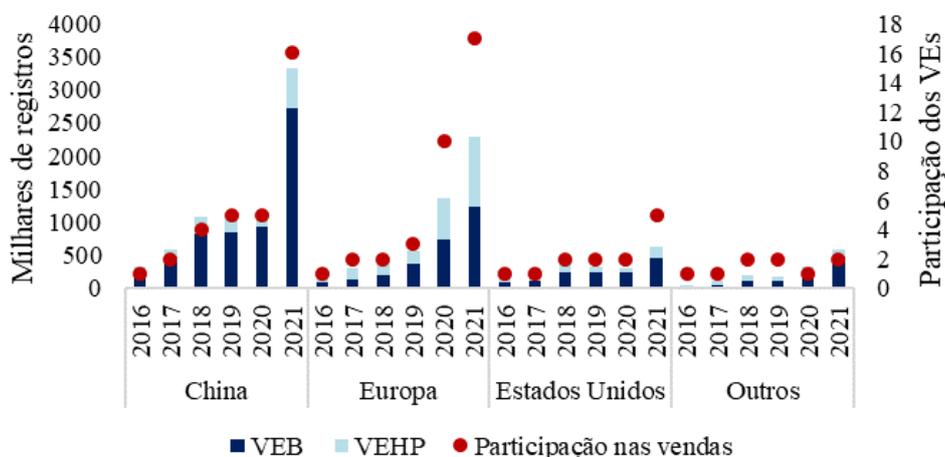
⁴ Esses dados são compostos pelos fluxos dos seguintes produtos a 6 dígitos do sistema harmonizado (SH) de classificação de mercadorias: 8702.20 – veículos equipados para propulsão, simultaneamente, com um motor de pistão de ignição por compressão (diesel ou semidiesel) e um motor elétrico; 8702.30 – veículos equipados para propulsão, simultaneamente, com um motor de pistão alternativo de ignição por centelha (faísca*) e um motor elétrico; 8702.40 – veículos unicamente com motor elétrico para propulsão; 8703.50 – outros veículos, equipados para propulsão, simultaneamente, com um motor de pistão de ignição por compressão (diesel ou semidiesel) e um motor elétrico; 8703.60 – Outros veículos, equipados para propulsão, simultaneamente, com um motor de pistão alternativo de ignição por centelha (faísca*) e um motor elétrico, suscetíveis de serem carregados por conexão a uma fonte externa de energia elétrica; 8703.70 – Outros veículos, equipados para propulsão, simultaneamente, com um motor de pistão de ignição por compressão (diesel ou semidiesel) e um motor elétrico, suscetíveis de serem carregados por conexão a uma fonte externa de energia elétrica; 8703.80 - Outros veículos, equipados unicamente com motor elétrico para propulsão.

⁵ (8703.80 – Outros veículos, equipados unicamente com motor elétrico para propulsão e 8703.60 – Outros veículos, equipados para propulsão, simultaneamente, com um motor de pistão alternativo de ignição por centelha (faísca*) e um motor elétrico, suscetíveis de serem carregados por conexão a uma fonte externa de energia elétrica).

218% superior e representou 85% das exportações de VEs da China. O produto 8702.40 (veículos unicamente com motor elétrico para propulsão), também foi relevante para as exportações chinesas, representando pouco mais de 6% dos envios no último ano. Em 2021, os principais destinos dos VEs chineses foram Reino Unido, Noruega, Alemanha, Estados Unidos, Austrália e Israel, com participações nas exportações chinesas de 18%, 16%, 12%, 6%, 5% e 4%, respectivamente. A China comprou basicamente da Alemanha, Estados Unidos, Bélgica, Coreia, Japão e Eslováquia, que representaram 22%, 15%, 9%, 7%, 6% e 6% das importações chinesas de VEs, respectivamente.

O aumento das vendas chinesas de VEs em 2021 alterou a dinâmica das vendas globais, alcançando um patamar histórico no mercado global de veículos. Em todo o ano de 2012, cerca de 130 mil carros elétricos foram vendidos no mundo (IEA, 2022d). Em anos recentes, contudo, esse número tornou-se muito maior. Em 2019, foram vendidos pouco mais de 2 milhões de VEs, que representaram 2,5% das vendas mundiais de veículos. No ano seguinte, foram vendidos 3 milhões de VEs, aumentando para 4,1% a participação nas vendas totais de veículos⁶. Em 2021, as vendas de VEs mais que dobraram, passando para 6,6 milhões, representando cerca de 9% do mercado global de veículos (IEA, 2022e). A Figura 4 ilustra a venda de VEs por tipo de *powertrain* na China, nos Estados Unidos, na Europa e nos demais países, bem como a participação dos VEs nas vendas totais de automóveis.

Figura 4 – Unidades vendidas e participação dos VEs nas vendas totais de veículos, 2016-2021



Fonte: Elaborada pelas autoras com base em IEA, 2022c.

As vendas globais de VEs, em 2021, foram dominadas pela China, Europa e Estados Unidos, que juntos responderam por 96% do total. A China, que lidera a venda de VEs desde 2015, teve sua maior participação em 2018, quando respondeu por aproximadamente 55% de todos os VEs comercializados no mundo. Porém, só experimentou aumento mais expressivo da quantidade vendida em 2021⁷, saindo de 1,2 milhão no ano anterior para cerca de 3,4 milhões

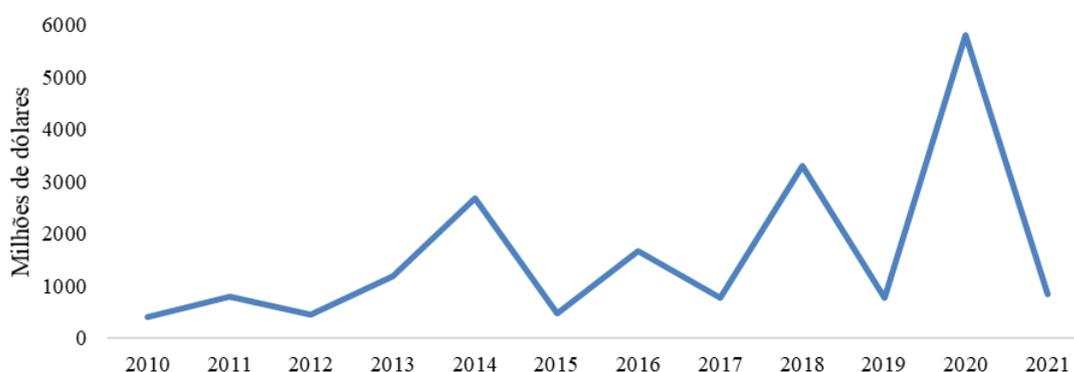
⁶ Esse aumento mais expressivo da participação dos carros elétricos contrastou com a fraqueza do mercado de carros global, onde as vendas gerais caíram cerca de 16% devido à crise da Covid-19 (IEA, 2021).

⁷ A China ofereceu o portfólio mais amplo, com quase 300 modelos disponíveis, em comparação com 184 na Europa e 65 nos Estados Unidos (IEA, 2022c).

(dos quais 82% VEB), o que fez com que a China vendesse mais VEs em 2021 do que o mundo todo em 2020. Esse número representou 16% dos veículos vendidos na China em 2021, participação muito superior à observada no ano anterior, de apenas 5%.

Outro importante ponto a salientar é referente ao Investimento Estrangeiro Direto (IED) com origem na China. A Figura 5 mostra o capital investido, destacando que o mesmo sofre oscilações muito expressivas, não apresentando uma tendência de crescimento ou decréscimo clara ao longo dos anos, com o maior valor investido em 2020, em torno de 5,8 milhões de dólares (fDi Markets, 2022).

Figura 5 – IED para o setor de veículos elétricos⁸ saindo da China no período de 2010 a 2021



Fonte: Elaborada pelas autoras com base em fDi Markets, 2022.

Existem algumas considerações importantes sobre o IED chinês, considerando a média do período entre 2010 e 2021: i) as principais companhias chinesas investidoras são a CATL e a BAIC, que juntas ultrapassaram 50% de participação; mais de 92% dos seus IED são destinados à atividade de fabricação; os setores que mais recebem IED são OEM automotivo e componentes eletrônicos, que representam 49% e 41%, respectivamente; os subsetores de destino dos IED são automóveis com 45% e baterias com 41%; e os principais países de destino desses IED são Indonésia, Alemanha, Brasil, Estados Unidos, Índia e Tailândia, correspondendo a 28%, 14%, 8%, 7%, 7% e 7%, respectivamente.

2. POLÍTICAS DE DESENVOLVIMENTO DE VEÍCULOS DE ENERGIA NOVA DA CHINA

Em relação aos veículos elétricos, as políticas da China se destacam tanto pelo apoio doméstico por meio de subvenção, quanto pelo investimento em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). Ambas as formas contribuíram para que a China se tornasse o maior produtor, vendedor e consumidor do segmento. No primeiro caso, objetivando neutralizar as elevadas emissões de poluentes do escapamento dos veículos e os seus respectivos efeitos negativos sobre a sociedade, o governo chinês adotou políticas para incentivar a compra de VEs. Como o custo deste tipo de veículo é muito mais elevado, em 2009, o governo começou a fornecer subsídios.

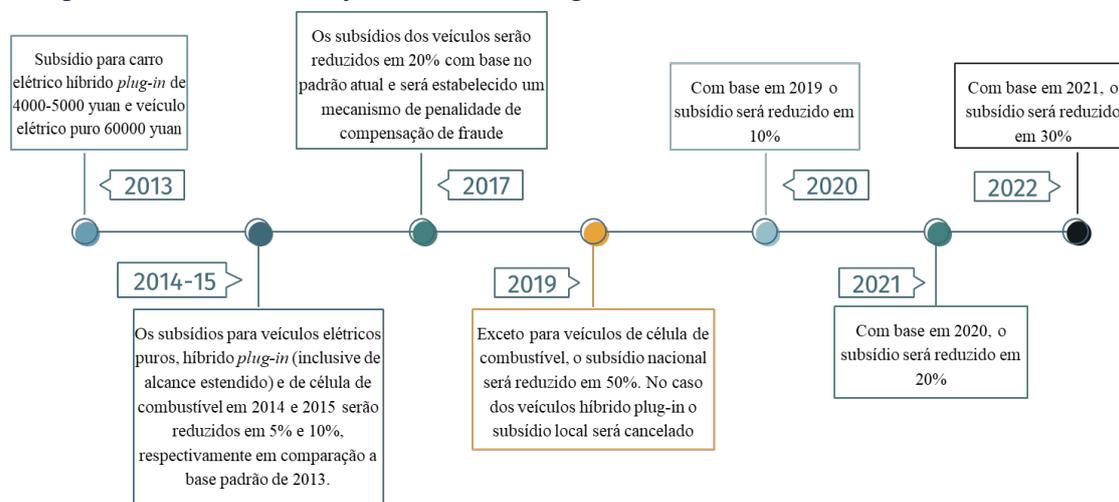
⁸ Para mapear os investimentos, destinados ao segmento de veículos elétricos, foram utilizadas a tag “electric vehicles” na base de dados FDI Markets.

Isso ocorreu por meio de um programa piloto denominado “Dez Cidades, Mil Carros” (“*Ten Cities, One Thousand Cars*”), anunciado em conjunto com o Ministério das Finanças, Ministério da Ciência e da Tecnologia, Ministério da Indústria e Tecnologia da Informação e Comissão Nacional de Desenvolvimento e Reforma. Primeiramente, o programa foi promovido no setor público e expandido no setor privado em 2011. O mesmo começou em cinco cidades piloto e foi implementado em três ondas, contemplando uma totalidade de 25 cidades (Li *et al.*, 2020).

Posterior a esse primeiro programa, a China continuou a expandir a cobertura da política de subsídios e criou um novo documento em setembro de 2013 denominado, “*On Continuing Promotion and Application of New Energy Vehicles*”. O programa foi instituído em duas ondas e acabou abrangendo 39 regiões de 88 cidades piloto. Em abril de 2015, os quatro ministérios centrais publicaram o “*Announcement of Financial Policies on Promoting New Energy Vehicles*”, estabelecendo o plano de política de 2016 a 2020. Especificamente, a magnitude do subsídio será reduzida em 20% em 2017-2018 e em 40% em 2019-2020 com base no padrão de 2016 (Li *et al.*, 2020).

O governo chinês decidiu que iria eliminar gradualmente os subsídios até o final de 2020. Porém, devido ao impacto negativo nas vendas dado a remoção do subsídio e da pandemia em curso, os quatro ministérios emitiram uma política em abril de 2020 para restabelecer a política de subsídios com uma redução gradual de 10%, 20% e 30% durante 2020-2022, em relação aos níveis de 2019 como desenhado na Figura 6.

Figura 6 – Processo de redução dos subsídios do governo chinês destinados aos veículos elétricos



Fonte: Elaborada pelas autoras com base em Qianzhan Industry Research Institute, 2022.

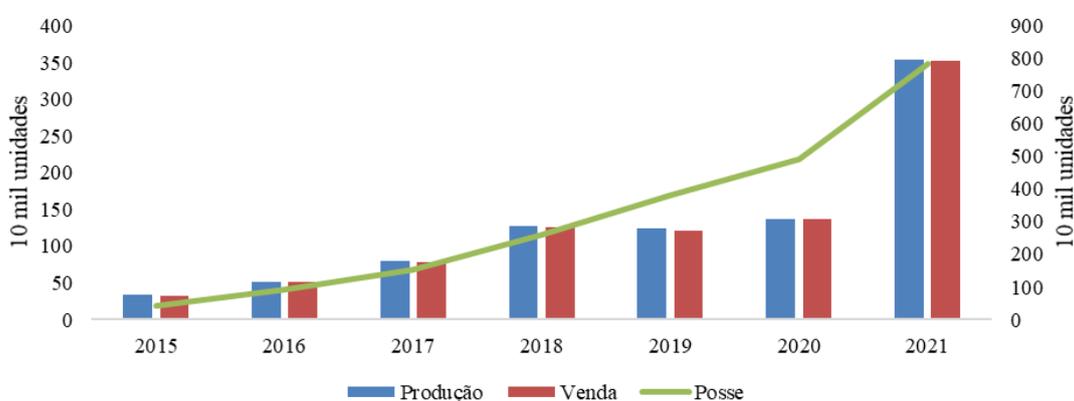
Embora a influência da política de redução dos subsídios tenha sido relativamente forte sobre o consumo de veículos, ou seja, houve um efeito de subtração no consumo de veículos elétricos após as efetivações, observou-se um comportamento interessante nos últimos anos. A partir de 2020, mesmo com sucessivas diminuições das subvenções, a produção de VEN mostrou tendência de crescimento contínuo, desempenho similar ao que aconteceu no consumo (Figura 7).

Portanto, é possível assegurar que ao declínio da política de subsídios, a partir de 2020, não reduziu o entusiasmo dos produtores nem dos consumidores. Entretanto, com a possibilidade de extinção dos subsídios o cenário futuro permanece incerto e, portanto, cabe às

empresas e às instituições promoverem inovações tecnológicas, para garantir redução dos custos, aumento da autonomia, qualidade e segurança dos VEs para que a demanda desses veículos continue aquecida (Qianzhan Industry Research Institute, 2022).

A visão da Agência Internacional de Energia sobre os subsídios é mais otimista. Defende que o crescimento das vendas em 2021, apesar do declínio dos subsídios, indica o amadurecimento dos mercados de VEs da China, e espera-se que o mercado se expanda ainda mais, à medida que os investimentos nos anos anteriores aumentam a capacidade de produção e dão retornos mais estruturais (IEA, 2022c).

Figura 7 – Produção, venda e posse de veículos de energia nova na China, sendo produção e venda à esquerda e posse de veículos à direita.



Fonte: Elaborada pelas autoras com base em Qianzhan Industry Research Institute, 2022.

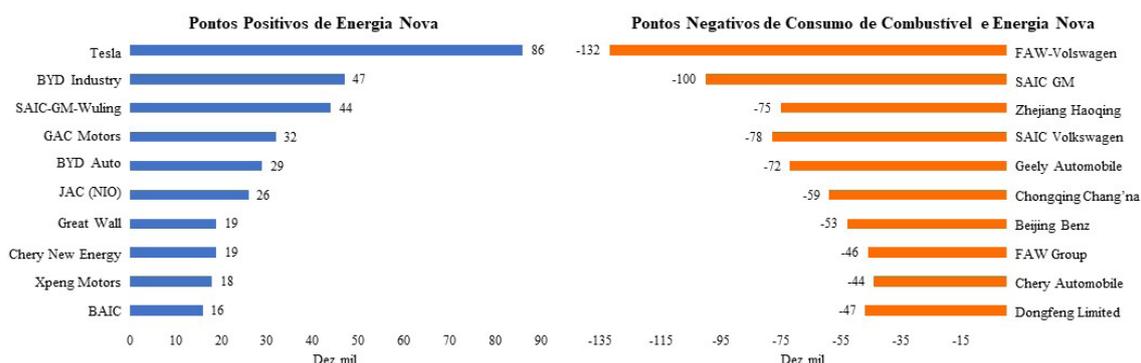
Além da política de subsídios, existem outras estratégias para aumentar a oferta de veículos elétricos. Um exemplo é a política “Medidas de Gestão Paralela para Consumo Médio de Combustível e Pontos de Veículos de Energia Nova das Empresas de Carros de Passeio” de 2018, também conhecida como Política de “Pontos Duplos” ou “Carbono Duplo”. Essa estratégia é realizada por meio de pontos CAFC (*Corporate Average Fuel Consumption*) de consumo médio de combustível corporativo e pontos de veículos de energia nova, afetando os VCI e os VEN. A apólice tem requisitos para ambas as partes, ou seja, os pontos de combustível e os pontos de VEN devem atender às normas para ter pontos positivos, caso contrário, serão acumulados pontos negativos. Basicamente, o consumo médio de todos os veículos vendidos por uma montadora deve atender a um determinado padrão de economia de energia, caso ultrapasse esse padrão médio de combustível, a empresa deve compensar os pontos negativos, com os pontos positivos dos VEN. Se não for suficiente para compensar, é necessário comprar créditos de energia nova de outras empresas, contrabalançando por meio de transações ou enfrentarão penalidades administrativas, como suspensão de anúncio de carros novos e serem excluídas na “lista negra” de créditos (Qianzhan Industry Research Institute, 2022).

Essas transações foram muito vantajosas para algumas empresas com créditos positivos extras, devido ao aumento dos preços de transação, como é o caso da Tesla⁹, BYD e SAIC-GM-

⁹ Em 2022, a Tesla deve faturar US\$ 390 milhões em créditos de carbono na China a partir dessa política de “Pontos Duplos” ou “Carbono Duplo”. Disponível em: <https://valor.globo.com/empresas/noticia/2021/10/15/tesla-lidera-creditos-de-carbono-na-china-e-deve-faturar-us-390-milhes-este-ano.ghml>.

-Wuling. A Figura 8 mostra que a Tesla domina o mercado de pontos, superando a BYD (BYD Industry + BYD Auto), uma tradicional potência da nova energia chinesa, em 100.000 pontos com um desempenho de 860.000 pontos, liderando a lista de pontos. No entanto, os gigantes de vendas no mercado de veículos de combustível da China, como FAW-Volkswagen, SAIC-GM, SAIC-Volkswagen, Geely Automobile etc., precisam gastar grandes somas para comprar novos créditos de energia do mercado para atingir a conformidade (Carbono Zero Global, 2022).

Figura 8 – Principais vendedores de pontos em potencial (a esquerda) e principais compradores de pontos em potencial (a direita) para o ano comercial de 2021.



Nota: Preço médio da transação é de 2.100 yuans.

Fonte: Elaborada pelas autoras com base em Carbono Zero Global, 2022.

É igualmente importante destacar a intervenção governamental sobre a produção dos fabricantes, a qual determinava que do total de veículos que eram produzidos, um percentual deveria ser alimentado por bateria. Entretanto, os requisitos passaram a ser mais rígidos no decorrer dos anos, objetivando que até 2030, os carros elétricos representem 40% de todas as vendas de carros (Stauffer, 2021; Li *et al.*, 2020)¹⁰.

Por outro lado, o desenvolvimento de veículos elétricos do país vem sendo guiado por planos de curto, médio e longo prazo (Tabela 3), colocando a indústria automobilística como setor emergente, e o veículo elétrico como capaz de tornar a china potência mundial desse segmento. Esse interesse na redução de veículos a combustão convencional e incorporação de Veículos de Energia Nova (VEN) é impulsionado por múltiplos objetivos, sobretudo por cinco pontos, considerados as principais forças motrizes para o seu desenvolvimento: i) melhorar o controle da poluição do ar e a qualidade do ar regional; ii) reduzir o consumo de petróleo e melhorar a segurança energética nacional; iii) atingir as metas de conservação de energia e redução de carbono no transporte; iv) transformação e modernização da estrutura da indústria automobilística; e v) promover o desenvolvimento econômico da indústria de VEN na região. A partir desses pontos, foi possível construir um modelo de previsão para o desenvolvimento da indústria automobilística chinesa para determinar o cenário futuro da retirada de veículos de combustíveis tradicionais até 2050 (An Feng *et al.*, 2019).

¹⁰Ver também http://www.gov.cn/xinwen/2019-03/27/content_5377123.htm

¹¹Ver também http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-04/23/content_5505502.htm

Em seu estudo sobre o cronograma da China para a eliminação progressiva de veículos tradicionais da China, An Feng *et al.* (2019), a partir de uma série de declarações governamentais, traçaram esse planejamento, que será mostrado de forma resumida nas Tabelas 5, 6, 7 e 8. As tomadas de decisões e planejamentos chineses foram norteadas, sobretudo, pela “Guerra em Defesa do Céu Azul”, um plano nacional que exige que todas as localidades emitam regulamentos e planos de ação para prevenção e controle da poluição do ar. Nessa perspectiva, é possível elencar a divisão hierárquica (Tabela 7), algumas características das regiões para o cronograma da saída de veículos de combustão convencional (Tabela 8).

Tabela 3 – a Divisão em nível regional e áreas representativas da saída de veículos a combustível tradicional da China

Nível	Base principal e área representativa
I	<ul style="list-style-type: none"> • Grandes cidades (como Pequim, Xangai, Shenzhen, etc.); • Áreas de demonstração funcionais (como Hainan, Xiong'an, etc.).
II	<ul style="list-style-type: none"> • Cidades tradicionais de restrição de compra de carros (como Tianjin, Hangzhou, Guangzhou, etc.); • Capitais provinciais em áreas-chave da "Guerra de Defesa do Céu Azul" (como Shijiazhuang, Taiyuan, Zhengzhou, Jinan, Xi'an, Nanjing, Hefei, etc.); • Cidades líderes na promoção de VNE, cidades centrais em regiões de clusters industriais e cidades costeiras com desenvolvimento econômico (como Chongqing, Qingdao, Chengdu, Changsha, Kunming, etc).
III	<ul style="list-style-type: none"> • Áreas-chave da “Guerra de Defesa do Céu Azul”, como o norte da China (Hebei, Henan, Shandong), Delta do Rio Yangtze (Jiangsu, Zhejiang, Anhui), Fenwei Plain (Shanxi); • Novas áreas de cluster da indústria de VNE, como o Delta do Rio Pan-Pearl (Guangdong, Fujian), central (Hunan, Hubei, Jiangxi); • Outras cidades de promoção de VNE ou cidades de demonstração de desenvolvimento de baixo carbono, como Guiyang.
V	<ul style="list-style-type: none"> • Outras regiões, Noroeste (Xinjiang, Tibete, Ningxia, Gansu, Shaanxi, Qinghai), Nordeste (Heilongjiang, Liaoning, Jilin), Sudoeste (Guangxi, Yunnan, Guizhou, Sichuan), Região Autônoma da Mongólia Interior.

Nota: A divisão acima mencionada da hierarquia regional de saída de veículos a combustível tradicional é baseada na análise das informações existentes. Devido às grandes diferenças no desenvolvimento de várias regiões (províncias, cidades e condados) na China, os governos locais podem determinar a hierarquia através da autoavaliação.

Fonte: Elaborada pelas autoras com base em An Feng *et al.*, 2019.

Tabela 4 – Indicadores do desenvolvimento automotivo regional em todos os níveis da China

Indicadores	Nível I	Nível II	Nível III	Nível IV
Desenvolvimento Econômico (Indicador: PIB per capita)	Desenvolvido	Desenvolvido	Em desenvolvimento	Menos desenvolvido
Saturação do Carro (Indicador: 1.000 habitantes)	Muito alta	Muito alta	Média	Baixa
Restrição de compra de Veículo de Combustível Convencional	Muito alta	Média	Média	Nenhuma
Restrição de Veículo de Combustível Convencional	Muito alta	Alta	Média	Nenhuma
Promoção de Veículos de Nova Energia (Indicador: volume de promoção VNE)	Alta	Alta	Média	Média ou Nenhuma
Indústria de Veículos de Nova Energia (Indicador: Cluster Industrial)	Desenvolvido	Desenvolvido	Em desenvolvimento	Menos Desenvolvido
Infraestrutura de Carregamento (Indicador: número de pilhas de carregamento)	Alta	Alta	Média	Média ou Nenhuma
Áreas-chave da Governança	Sim	Sim	Parcialmente sim	Parcialmente sim
Demonstração de Inovação e Abertura (Indicador: Demonstração VNE e Índice Aberto)	Muito alta	Muito alta	Alta	Média
Tomada de decisão e execução do Governo (Indicador: Capacidade de resposta e execução de políticas centrais)	Muito alta	Alta	Alta	Média

Fonte: Elaborada pelas autoras com base em An Feng *et al.*, 2019.

As Tabelas 3 e 4 mostram que os níveis I e II são principalmente áreas mais desenvolvidas e funcionais, que embora possuam saturação muito elevada da demanda por automóveis, são cidades líderes na promoção de VEN, tendendo a reduzir a proporção de veículos por habitantes. Os níveis III e IV, por outro lado, são representados por áreas com características regionais, com maior participação do mercado de automóveis, onde o processo de saída de veículos convencionais acontece progressivamente, bem como o nível de saturação. Com base na orientação política existente e nos obstáculos que ainda precisam ser superados para o desenvolvimento e aplicação abrangente dos VEN, a retirada dos veículos a combustíveis tradicionais seguem um

roteiro, tendo como base as características do modelo dos automóveis, conforme demonstra a Tabela 5.

Tabela 5 – Cronograma de retirada de Veículos de Combustíveis Convencionais por categoria do modelo, nível regional da China e participação de mercado de Veículos de Energia Alternativa.

Classificação do modelo	2020	2025	2030	2035	2040	2045
	I, II	III	IV			
Carro de Passeio PV1-a	35% (25%)	80% (70%)	100% (91%)			
		I, II	III	IV		
Carro de Passeio PV1-b		50% (30%)	100% (65%)			
			I, II	III	IV	
Carro de Passeio PV2			77% (42.0%)	95% (60.0%)	100% (75.0%)	
	I, II	III	IV			
Veículo comercial CV1	89% (80.5%)	94% (82.0%)	100% (83.5%)			
			I	II	III	IV
Veículo comercial CV2			40% (16.7%)	60% (24.0%)	83% (41.8%)	100% (69.5%)
				I	II	III
Veículo comercial CV3				59% (26.5%)	78% (40.0%)	93% (58.5%)

Nota: PV1-a refere-se principalmente a veículos não oficiais, como táxis e carros de aluguel de time-sharing on-line;

PV1-b refere-se a veículos oficiais, principalmente os veículos utilizados por órgãos e instituições partidárias e governamentais.

Os números entre parênteses são a proporção de veículos de energia nova, e os demais são outros veículos de energia alternativa, incluindo veículos híbridos, veículos a gás natural etc.

Fonte: Elaborada pelas autoras com base em An Feng *et al.*, 2019.

Além da sistematização de um cronograma para realizar a eletrificação dos transportes, a China mencionou em diversos documentos de políticas o interesse no desenvolvimento de VEN e em muitas dessas estratégias, esse era o principal objetivo. Em todos os Planos, Roteiros e Planejamentos estava disposto metas de quantidade e participação de VEN sobre a produção e vendas no mercado doméstico. Esses documentos conseguiam passar diretrizes relacionadas às ambições de eletrificação do país e se convertiam em níveis cada vez mais elevados.

A análise dos documentos tem um importante papel para compreender as vias percorridas pela China, bem como qual serão seus próximos passos para consolidar seu papel de líder na produção e venda de veículos de energia nova, não apenas pelo seu vasto mercado consumidor e incorporação de *joint ventures*, mas suas estratégias mais relevantes para romper os principais gargalos tecnológicos e tornar as suas empresas nacionais as mais importantes do mundo no segmento.

Tabela 6 – a As metas de desenvolvimento de novos veículos de energia em diversos documentos de planejamento da China

Nome da política	Indicadores de VEN	2020	2025	2030	2035
“Plano de Conservação de Energia e Desenvolvimento da Indústria de Veículos de Energia nova” (2012-2020)	Produção e vendas cumulativas	5,000,000			
	Capacidade de produção	2,000,000			
“Made in China 2025” (2015-2025)	Volume de produção e vendas de marca nacional	1,000,000	3,000,000		
	Participação de mercado de marca nacional	70%	80%		
“13º Plano Quinquenal para Indústrias Estratégicas” (2016-2020)	Volume de produção e vendas	2,000,000			
	Volume de produção e vendas acumuladas	5,000,000			
“Roteiro técnico para economia de energia e veículos de energia nova” (2016-2030)	Vendas anuais	2,100,000	5,000,000	15,000,000	
	Participação de vendas	7%	15%	40%	
“Planejamento de Médio e Longo Prazo para a Indústria Automobilística (2017)”	Produção e vendas	2,000,000	7,000,000		
	Produção em relação a vendas	6.7%	>20%		
	Participações*		20,000,000		
“14º Plano Quinquenal (2021-2025)	Participação vendas de carros novos	5.4%	20%		
“Plano de Desenvolvimento da Indústria de Veículos de Energia nova (2021-2035)”	Participação de vendas			25%	
“Roteiro técnico 2.0 para economia de energia e veículos de energia nova (2021-2035)”	Participação de vendas		20%	40%	50%

Fonte: Elaborada pelas autoras

O “Plano de Conservação de Energia e Desenvolvimento da Indústria de Veículos de Energia nova” foi elaborado para o período entre 2012 e 2020. Considerado o primeiro documento com um programa estratégico para o desenvolvimento de VEN, apontou que o acionamento puramente elétrico deve ser a principal orientação estratégica para a transformação da indústria automobilística e, ao mesmo tempo, promover a industrialização de VEHP, VEH e de veículos a combustão interna eficientes com economia de combustível (China, 2012).

Além disso, o Plano também estabelece outros objetivos específicos, como acompanhar o resto mundo no desenvolvimento de veículos de célula de combustível e de hidrogênio; economias no consumo médio de combustível nos carros de passageiros até 2020 (de 5,0-4,5 litros/100 quilômetros); domínio dos roteiros técnicos e alcance da competitividade internacional dos principais VEN; aumento capacidade de suporte ao setor; estabelecimento de um sistema de gerenciamento de produtos e empresas, através de *marketing*, serviço pós-venda e reciclagem de baterias. É claramente proposto no Plano, como pode ser visto na Tabela 6, que até 2020 a capacidade de produção de veículos elétricos puros e híbridos *plug-in* era de atingir 2 milhões de unidades e o volume acumulado de produção e vendas em cerca 5 milhões de unidades (China, 2012).

O *Made in China 2025* (MiC25), que possui características mais abrangentes e estruturais, é um dos planos nacionais de política de desenvolvimento mais importantes da China, pois propõe estratégias orientadoras para diversos setores emergentes, isto inclui, para a indústria automobilística. O MiC25 é um plano de dez anos lançado em 2015, período de intensa revolução científica e transformação industrial mundial, e apesar da ampla capacidade produtiva chinesa, as principais tecnologias avançadas possuíam elevada dependência de países estrangeiros. Sob essa perspectiva, o principal objetivo do MiC25 é orientar as fabricações chinesas para produtos mais intensivos em tecnologia em setores estratégicos, visando a inovação e qualidade (China, 2015).

De acordo com Wang, Wu e Chen (2020), o MiC25 foi desenvolvido para transformar a China em uma potência industrial, sendo comparado à Indústria 4.0 da Alemanha. A principal diferença é que enquanto a Indústria 4.0 da Alemanha visa a transição da Indústria 3.0 para a 4.0, o MiC25 da China tem como objetivo avançar da Indústria 1.0 ou 2.0 diretamente para a 4.0. Ambos os planos compartilham metas de desenvolvimento de setores produtivos intensivos em tecnologia, mas enquanto o foco da indústria 4.0 é integrar tecnologias de informação e comunicação com as estratégias tradicionais de tecnologia, o MiC25 tem como objetivo melhorar diversas capacidades competitivas, como ecologia, inovação, qualidade, redução de custos e integração de industrialização e transformação. Outro aspecto particular do MiC25 é sua ênfase em sustentabilidade que foge aos objetivos da indústria 4.0 e influência nos estímulos a produção nacional dos VEs (Nonnenberg; Lima; Bispo, 2022).

Uma das propostas do MiC25 é que os veículos de energia nova e a economia de energia sejam uma área-chave para o avanço do país, por defender que o desenvolvimento desses tipos de veículos é o único caminho para a China se tornar um poderoso país fabricante de automóveis com forte competitividade internacional. Isso implica em seguir apoiando o desenvolvimento de veículos elétricos e veículos de célula de combustível, dominar as principais tecnologias de baixo carbono, informatização, inteligência de automóveis, controle inteligente, transmissão avançada, materiais leves, melhorar as baterias, motores de acionamento e motor de combustão interna de alta eficiência e outras tecnologias centrais de recursos de engenharia e industrialização. Dessa forma, poderia criar um sistema industrial completo e inovador a partir de componentes essenciais para fabricar os VEN e promover a economia de energia de marcas nacionais independentes, equiparadas ao nível avançado internacional (China, 2015).

O documento reconhece que a indústria automobilística deve ser tratada como um setor estratégico seja pelo amplo poder de inovação ou pelo desenvolvimento sustentável e saudável da economia nacional. Entretanto, para isso, é preciso superar os principais problemas e fatores restritivos ao seu desenvolvimento, resumidos em cinco questões principais: i) o não reconhecimento da posição relevante da indústria automobilística para a construção de um poderoso país manufatureiro e a conseqüente falta de uma estratégia de desenvolvimento industrial clara, sistemática e moderna; ii) o controle de terceiros sobre as principais tecnologias centrais e a fraca capacidade de inovação independente; iii) ausência de plataformas técnicas comuns e apoio ao sistema de inovação para pesquisa básica; iv) o nível técnico geral e a capacidade de P&D da indústria automobilística tradicional são fracos e o sistema da cadeia de suprimentos é incompleto, restringindo o desenvolvimento acelerado; e v) pouco tempo para cultivar marcas nacionais independentes (China, 2015).

Para alcançar o objetivo estratégico de desenvolvimento da indústria automobilística de energia nova, é preciso buscar o avanço dos seguintes roteiros tecnológicos: veículos elétricos puros e veículos elétricos híbridos *plug-in*, veículos de célula de combustível, veículos que economizam energia e veículos inteligentes em rede. Para este fim, o MiC25 traça o caminho em cinco partes principais: i) reforçar o apoio a P&D e industrialização das principais tecnologias e componentes essenciais; ii) construir uma plataforma tecnológica comum para a indústria, fortalecer a aplicação compartilhada de tecnologias vantajosas e fornecimento conjunto em lotes de tecnologias e componentes gerais; iii) melhorar o sistema de normas e regulamentos, aumentar a capacidade de testes e avaliações e fortalecer a supervisão dos produtos durante e após a produção; iv) melhorar o sistema de garantias governamentais, por meio do fortalecimento da aplicação em larga escala de sistemas híbridos de energia por meio de políticas de incentivo, como tributação e subsídios, além de promover popularização e aplicação dos VEN, melhorar o sistema de garantia de infraestrutura de recarga, entre outros; e v) fortalecer a cooperação internacional, bem como seu *layout*, a partir da participação efetiva na formulação de normas e regulamentos internacionais, lançando bases para que os VEN nacionais se internacionalizem (China, 2015).

O 13º Plano Quinquenal, que contempla as estratégias nacionais mais importantes da China para os cinco anos seguidos da sua implementação, foi preparado para o planejamento entre 2016 e 2020. Ele reconhece a importância das indústrias emergentes para direcionar a revolução tecnológica, transformação industrial e angariar vantagens competitivas no futuro, e, portanto, devem ser colocadas em uma posição estratégica no desenvolvimento econômico, social, sustentável e saudável. A indústria automobilística, sobretudo de Veículos de Energia nova, está enquadrada nas indústrias emergentes da China. Para desenvolver essa indústria, o 13º Plano dá ênfase ao avanço de 4 segmentos: i) indústria de Veículos de Energia Nova de forma integrada; ii) baterias; iii) células de combustível; e iv) infraestrutura de carregamento (China, 2016).

O desenvolvimento da indústria de Veículos de Energia Nova, no 13º Plano, surgiu como parte de uma estratégia mais ampla de promover indústrias de Energia Nova, conservação de energia e proteção ambiental, com o objetivo de construir um novo modelo de desenvolvimento sustentável. Posto de outra forma, a China decidiu aproveitar a tendência global de transformação industrial verde e de baixo carbono e de enfrentamento das mudanças climáticas para se inserir de forma competitiva, diante dessa nova orientação de produção e consumo. Dessa forma, o Plano pretende realizar a aplicação em larga escala de veículos de energia nova, onde o Estado fornecerá auxílio para, entre outros fatores, fortalecer a inovação tecnológica, melhorar a cadeia industrial, otimizar o ambiente de suporte (por meio da melhoria nas políticas de apoio e de acesso a produção de veículos elétricos, além da implementação de um novo sistema de gestão de crédito voltado especificamente para esse tipo de veículo) e construção de uma plataforma de inovação conjunta de VEs, assim como uma aliança estratégica entre setores e campos para promover a inovação colaborativa das principais tecnologias do segmento (China, 2016).

Ademais, há preocupações em torno de melhorias na qualidade e no desempenho do VEN. Com esse fim, destaca-se: aprimorar o nível técnico, capacidade e desempenho dos principais componentes; formular e aplicar normas de segurança; acelerar a aplicação e inovação tecnológica inteligente e desenvolver veículos autônomos; garantir que a inovação e

aplicação das tecnologias de integração ocorram com maior fluidez, sobretudo na pesquisa de segurança e na confiabilidade do veículo e no projeto estrutural (tecnologia leve); e promoção do desenvolvimento integrado de VEs, Novas Energias, Redes Inteligentes, armazenamento de energia e condução inteligente. Dessa forma, o Plano conclui que haverá condições de os VEs chineses possuírem competitividade no mercado para comercialização (China, 2016).

No caso do segundo segmento (baterias), durante o 13º Plano, pretende-se construir uma cadeia industrial de baterias de energia globalmente competitiva. Para isso, deve-se promover P&D da tecnologia de baterias, se concentrando em avanços no agrupamento e integração dos sistemas, além da busca pelo desenvolvimento da próxima geração de baterias, revolucionando o material em que ela será produzida. Entre as medidas para o nível técnico das baterias de energia chinesas acompanharem nível internacional e ser líder mundial na capacidade de produção, incluem inovação dos equipamentos de produção, controle e teste de baterias de alta confiabilidade e desempenho, melhora na capacidade de engenharia e industrialização, criar e cultivar um grupo de empresas de baterias de energia e empresas líderes em materiais-chave com capacidades de inovação contínua, utilização em cascata das baterias e sistemas de reciclagem ligados por empresas a montante e a jusante da cadeia (China, 2016).

O Projeto de atualização das baterias para Veículos de Energia Nova também está incluído no 13º Plano Quinquenal. Para que ocorra essa transformação, é necessário que haja: avanços no sistema de P&D de baterias de energia, como as baterias de íons de lítio de alta segurança, durabilidade e densidade de energia elevada; construção de uma série de centros de inovação tecnológica em materiais e equipamentos de produção essenciais para a bateria (como eletrodos positivos e negativos de alta capacidade, separadores seguros e tecnologias de eletrólitos funcionais); aumentar a inovação dos equipamentos de produção, controle e teste, além de promover a construção de capacidades técnicas e de engenharia em toda a cadeia industrial; realizar P&D de novas tecnologias relacionadas a baterias de íons de lítio em estado sólido, baterias de metal-ar, baterias de lítio-enxofre e células de combustível (China, 2016).

No entanto, o desenvolvimento em P&D das baterias não deve ocorrer apenas para aumentar a sua eficiência e confiabilidade, mas também para reduzir os impactos ambientais decorrentes do descarte da bateria. Uma solução amplamente debatida trata do reaproveitamento e a remanufatura de baterias usadas, sobretudo, no que se refere à redução do uso de recursos minerais e as emissões durante a fase da reciclagem, que podem motivar o reaproveitamento e reciclagem de outros materiais escassos utilizados na produção de VEs (Xia; Li, 2022; Yu *et al.* 2018) Além disso, a reciclagem pode ampliar as oportunidades de substituição de recursos em baterias e promover otimização de recursos escassos (Nilsson; Nykvist, 2016) dado que a reciclagem pode aumentar a oferta de minerais para atender a demanda (Watari *et al.*, 2019).

Adicionalmente, o 13º Plano se dedicou a promover sistematicamente a P&D e a industrialização de Veículos movidos a Célula de Combustível (segmento iii). As ações incluem o fortalecimento da pesquisa sobre materiais básicos e mecanismos do processo; promoção de P&D de materiais de células de combustível e componentes-chave do sistema, com alto desempenho e baixo custo; avanços na confiabilidade e do nível de engenharia dos sistemas de bateria de células de combustível, bem como melhorias nos padrões técnicos relevantes; promoção do desenvolvimento de sistemas de armazenamento de hidrogênio a bordo e tecnologias de preparação, armazenamento, transporte e reabastecimento de hidrogênio, além da construção de estações de abastecimento (China, 2016).

No que se refere à infraestrutura de carregamento (segmento iv), o Plano pretende acelerar a construção de um sistema de infraestrutura padronizado e conveniente norteado pelo princípio de “adaptado às condições locais e moderadamente avançado”, dando prioridade à construção de infraestruturas de carregamento nas áreas de serviço público em desenvolvimento urbano, sendo a construção de unidades de carregamento em áreas residenciais e lugares com estacionamento. As medidas compreendem: melhora nos padrões e especificações das instalações de carregamento e promoção da interligação dessa infraestrutura; P&D de novas tecnologias e equipamentos de carregamento e troca, como alta intensidade de energia, eficiência de conversão, aplicabilidade e carregamento sem fio e móvel; fortalecimento de pesquisa nas principais tecnologias, como testes e certificação, segurança, proteção e interação bidirecional com a rede elétrica; promoção robusta de “Internet + infraestrutura de carregamento” para melhorar o nível de serviços de carregamento inteligente; incentivar empresas de serviços de cobrança a inovar os modelos de negócios e melhorar suas capacidades de desenvolvimento sustentável (China, 2016).

O “Roteiro Técnico para Veículos de Nova e Economia de Energia”, doravante chamado de roteiro, é focado nos VEN e foi lançado em outubro de 2016 pela Sociedade Chinesa de Engenheiros Automotivos (sigla em inglês SAE). Foi considerado uma diretriz abrangente para a indústria de veículos de economia de energia e VEN porque levou em consideração, na sua elaboração, a iniciativa MiC25, a principal política vigente da China para se tornar uma potência na manufatura. O Roteiro se concentra em sete áreas-chave da indústria: i) Veículos que economizam energia (veículos híbridos e veículos otimizados com motor de combustão interna); ii) Veículos Elétricos e Veículos Híbridos Plug-in; iii) Veículos de Célula de Combustível; iv) Veículos inteligentes e Conectados; v) Tecnologia de baterias de acionamento; vi) Tecnologia leve; e vii) Tecnologia de fabricação de automóveis (SAE, 2017).

Até 2030, o Roteiro projeta expandir as ofertas de VEs, inclusive pela aplicação da tecnologia de VE a carros de passageiros familiares, veículos públicos, veículos de aluguel e veículos comerciais de curto alcance. Para a tecnologia VHPs, pretende-se estender nos carros particulares, públicos em situações onde a distância de condução diária é relativamente baixa. Essas metas devem ser alcançadas por meio de avanços em baterias e motores de acionamento, competitividade dos carros montados e aumento e consequente exportação de peças relacionadas, ou seja, orientadas pelo desenvolvimento das áreas-chave v, vi e vii (Sae, 2017).

Para a área-chave v (Tecnologia de baterias de acionamento), o foco está nas baterias de acionamento de íons de lítio. Como metas de médio prazo, foi projetado tanto uma expansão na sua oferta para atender os aumentos na demanda atual, quanto maiores investimentos em P&D para criação de uma nova bateria, com ênfase na segurança, vida útil e compatibilidade. Já para o médio e longo prazo, o roteiro ressalta os avanços contínuos para a melhoria das novas baterias de íons de lítio, P&D para aumentar a densidade de energia nas baterias e reduzir significativamente os custos e realizar produção em massa. Para este último, o roteiro também sublinha os principais segmentos, como materiais relacionados a células de combustível, tecnologia de bateria de célula de combustível, P&D de sistemas de energia, projeto de veículo de célula de combustível e tecnologia de integração de sistema melhoria da densidade de saída. Assim como as metas para o produto final, a exemplo de maior durabilidade, redução de custos e melhoria na segurança de carregamento de hidrogênio (SAE, 2017).

No caso da Tecnologia leve (área-chave vi), o principal objetivo é produzir materiais leves para reduzir o peso dos veículos montados. Para isso, até 2020, visou o desenvolvimento técnico de aço de alta resistência e desempenho (taxa de uso de 50% dos materiais em automóveis); até 2025, expandir o uso da tecnologia de aço automotivo e liga de alumínio de 3ª geração para a produção em lote de peças e sua industrialização para painéis automotivos; e até 2030, avanços técnicos para materiais compostos de liga de magnésio e fibra de carbono diversificados. Por fim, para a área-chave vii (tecnologia de fabricação de automóveis), a principal finalidade é a fabricação de alta qualidade por meio da redução de custos e tempo de ciclo, através da ecologia, inteligência, alta qualidade e celeridade, considerados os pilares para seu desenvolvimento. Isso implica, além do foco nas ligas de magnésio e fibra de carbono para a tecnologia leve, na incorporação de técnicas de processamento de engrenagens e de digitalização de equipamentos de fabricação inteligente para as baterias (Sae, 2017).

Outro plano mais focalizado na indústria de veículos, foi lançado em 2017, pelo Ministério da Indústria e Tecnologia da Informação da China, denominado “Plano de Desenvolvimento de Médio e Longo Prazo para a Indústria Automobilística” com duração prevista de dez anos. Considerando a conjuntura do setor automobilístico e as profundas transformações na orientação da produção mundial, o principal objetivo do Plano é aproveitar essa oportunidade e fornecer orientações para que a indústria automobilística chinesa passe de grande para forte. Com esse fim, o Plano destaca que os VEN e os veículos inteligentes devem ser utilizados como pontos de ruptura para liderar a transformação e a modernização de toda a indústria (China, 2017).

Para superar o dilema principal da indústria automobilística chinesa de “ser grande, mas não forte”, o referido Plano possui três objetivos centrais: grandes avanços nas principais tecnologias (até então com grande dependência externa), desenvolvimento abrangente dos automóveis de marcas chinesas e melhorias significativas nas capacidades de desenvolvimento internacional. Visando alcançar os objetivos centrais, o Plano esclarece seis metas principais: a primeira é melhorar o sistema de inovação e orientar a força motriz para o desenvolvimento independente; a segunda, é fortalecer as capacidades básicas e conectar sistema ao longo de toda a cadeia indústria (*upstream* e *downstream*); a terceira, é realizar avanços em áreas-chave e promover a modernização das estruturas industriais; a quarta, é construir uma nova ecologia industrial; a quinta, é melhorar a qualidade das marcas nacionais e construir empresas chinesas líderes no comércio exterior; e a sexta, é aprofundar a cooperação internacional e melhorar a capacidade de se desenvolver internacionalmente (China, 2017).

O Plano de desenvolvimento da Indústria de Veículos de Energia Nova e Economia de Energia em 2012 (primeiro plano citado) foi proposto como uma medida estratégica para mitigar as mudanças climáticas e promover o desenvolvimento verde. Atualmente, o Plano de Desenvolvimento da Indústria de Veículos de Energia Nova (2021-2035) foi lançado em um contexto de mudanças profundas no formato dos produtos automotivos, modos de transporte e estrutura de consumo de energia, que, por sua vez, proporcionam oportunidades de desenvolvimento sem precedentes para a indústria automobilística de energia. Dessa forma, é necessário aproveitar as chances para consolidar bom momento que o segmento de VEN da China está passando – principal produtor, vendedor e consumidor do mundo desde 2015 – para melhorar continuamente a competitividade e promover a alta qualidade e o desenvolvimento sustentável da indústria (China, 2020).

Por outro lado, para que a indústria de VEN da China maximize o seu potencial, é necessário superar as barreiras relacionadas, sobretudo, à capacidade de inovação, à garantia de qualidade, à construção de infraestrutura e à ecologia industrial. Para isso, o Plano defende que é preciso aderir ao conceito de desenvolvimento a partir da inovação tecnológica, coordenação entre governo e partes interessadas, premissas ambientais e processos de abertura e compartilhamento. Como medidas a serem implementadas, destacam-se a priorização de uma reforma estrutural do lado da oferta, aprimoramento da eletrificação e infraestrutura de carregamento, conexão de rede, inteligência e segurança, além de romper as principais tecnologias centrais e melhorar as capacidades indústrias básicas para que o ambiente de desenvolvimento industrial seja otimizado sob uma perspectiva sustentável e de alta qualidade (China, 2020).

O avanço da capacidade de inovação tecnológica e um objetivo primordial do Plano. Com esse propósito, deve haver o aprofundamento de P&D nos “três verticais” e nos “três horizontais”. No primeiro caso, que trata dos veículos elétricos puros, veículos híbridos plug-in (incluindo veículos de alcance estendido) e veículos de célula de combustível, visa-se a implementação de melhorias nos componentes, desde o *design* do chassi até os *softwares* de gerenciamento da bateria. Já para os “três horizontais” (bateria de energia e sistema de gerenciamento, motor de acionamento e rede e tecnologia inteligente) é objetivado avanços tecnológicos específicos em cada um desses fatores caracterizados como essenciais para alcançar o desenvolvimento da indústria de VEN. Portanto, melhorias no mecanismo conjunto de P&D entre empresas líderes, laboratórios-chave nacionais, centros nacionais de inovação explorando diferentes caminhos de tecnologias comuns, são essenciais para o aprofundamento de P&D e aplicação de tecnologias que estão na fronteira do conhecimento tecnológico (China, 2020).

Tendo em vista a importante problemática acerca da matriz energética da China ser em grande parte composta pelo carvão, é dada ênfase a promoção de uma sinergia eficiente entre VEN e energias renováveis, a partir da programação coordenada de geração de energia eólica e principalmente fotovoltaica, aumentando a proporção das suas aplicações. Ademais, é igualmente relevante dados os grandes avanços dos veículos inteligentes chineses, a proposta de colaboração eficiente de “pessoas-veículos-estrada-nuvem”, ou seja, com base nas informações de percepção de veículos, controle de tráfego, gestão urbana etc., construir uma plataforma de fusão de dados multicamadas e processamento computacional para promover a integração de VEN e as inovações dos serviços de comunicação e informação (China, 2020).

Ainda nessa trajetória foi implementado o 14º Plano Quinquenal. Os Planos Quinquenais são considerados os documentos de política mais importantes da China. Embora sejam abrangentes, ou seja, contemplam todos os setores e esferas de poder, desde o “10º Plano Quinquenal”, quatro Planos consecutivos continuam a apoiar a inovação tecnológica de veículos de energia nova, em acordo com o sistema de tecnologia “três verticais” (veículos elétricos puros, veículos híbridos e veículos a célula de combustível) e “três horizontais” (baterias, controles eletrônicos e motores). Como uma continuação do 13º (abordado anteriormente), o 14º Plano Quinquenal é tido como ponto de partida para novas medidas, tendo em vista os resultados já alcançados. Norteado pela construção de uma civilização chinesa ecológica, a redução do carbono se tornou a principal direção estratégica tanto para reduzir a poluição, quanto para alcançar as metas de emissões zero, promovendo a transformação verde do desenvolvimento econômico e social e, conseqüentemente, promover melhorias quantitativas e qualitativas para a sociedade (China, 2022).

O Plano considera que a integração acelerada de tecnologias nos campos automotivos, de energia, ecologia, transporte, informação, comunicação e atualizações no consumo estão redefinindo os produtos automotivos, sendo de extrema importância acompanhar essas disrupções, orientando a produção dos VEN para o mercado. Dessa forma, para se tornar líder o segmento de veículos de energia nova, o Plano defende que é necessário resolver os problemas centrais da indústria automobilística chinesa. Foram destacados quatro problemas críticos: fraca capacidade de alocação de recursos fatoriais, baixa capacidade de inovação tecnológica nas áreas críticas, deficiências significativas na cadeia industrial e competitividade incipiente das marcas chinesas no mercado (Caam, 2021).

Para superar os gargalos da indústria de VEN, o Plano institui oito tarefas principais: i) formular e implementar gradualmente um plano de ação para alcançar o pico de carbono para indústria automotiva; ii) implementar a estratégia de marcas nacionais e criar um bom ambiente de desenvolvimento; iii) cooperação de todas as esferas de poder para concluir a construção do novo sistema de comercialização de veículos de energia nova; iv) consolidar a base e promover de forma abrangente a industrialização de veículos inteligentes; v) criar um sistema de cadeia industrial segura e controlada; vi) trazer, enviar e fortalecer o desenvolvimento da globalização industrial; vii) promover a digitalização da indústria; e viii) aprofundar a reforma do sistema e mecanismos para estimular o poder endógeno das empresas (Caam, 2021).

O plano de ação para alcançar o pico de carbono para indústria automotiva (primeira tarefa) será realizado em três etapas. A primeira, trata da implementação de P&D de inovação tecnológica para promover o progresso da tecnologia de economia de energia e desenvolvimento de novas tecnologias para os VEN. Para isso, é necessário fazer pesquisas aprofundadas sobre modularização, generalização e padronização dos VEN, promovendo o desenvolvimento competitivo das várias rotas tecnológicas. Realizar ativamente a fabricação verde, incluindo a redução das emissões em todas as etapas da cadeia de produção, através de pesquisas sobre a redução das emissões de carbono no ciclo de vida do produto, utilizando métodos de produção que também reduzam o consumo de energia. Por fim, promover o uso de energia verde e diversificada, a partir de transformações na estrutura de produção, consumo de energia não fóssil, priorizando o uso de energias limpas (Caam, 2021).

Os veículos elétricos possuem a importante característica ambiental de gerar quase zero emissões na fase de operação, no entanto, o fornecimento de eletricidade para carregar os VEs pode gerar emissões significativas de GEE e impactos ambientais (Cox *et al.*, 2020; Shafique; Luo, 2022) Se a eletricidade utilizada para carregar as baterias dos VEs vier de usinas movidas a carvão, por exemplo, pode entrar na conta dos VEs níveis significativamente mais elevados de emissão ambiental em comparação com os veículos a gasolina (Dominkovic *et al.*, 2018; Rahman *et al.*, 2021; Xia; Li, 2022).

Em outros termos, significa que embora durante a utilização os VEs não emitam GEE pelo escapamento, o impacto ambiental é alocado para o processo de geração de energia utilizado para a fabricação e a fonte da eletricidade usada no carregamento do veículo. Isso é particularmente problemático, considerando que a China é o país que detém os maiores estoques de veículos elétricos do mundo (Iea, 2022c) e o governo investe fortemente em sua penetração pelas justificativas ambientais.

O estudo Yu *et al.* (2018), por exemplo, realizou uma avaliação do ciclo de vida (ACV) comparando o veículo a gasolina (VG) a dois veículos elétricos a bateria, um que utiliza bateria

de *Lithium Iron Phosphate* (LFP) e outro com *Nickel Manganese Cobalt* (NCM). Com base nos dados de produção da China, conclui-se que os VEs têm maior potencial de depleção abiótica, ou seja, uso de recursos naturais. Além disso, o impacto ambiental é maior do que os veículos a gasolina durante o ciclo de vida, principalmente porque a matriz elétrica da China é majoritariamente composta por carvão.

Além disso, existem impactos ambientais da fase de produção dos veículos elétricos que não estão relacionadas diretamente às emissões de CO_2 . Essa questão é relevante porque, embora seja esperado que a eletrificação dos veículos forneça benefícios climáticos em comparação aos VCI, sobretudo ao considerar uma participação elevada das fontes de energias renováveis, existem cargas ambientais relevantes em outras categorias de impacto. O estudo Yu *et al.* (2018) encontrou impactos relacionados ao esgotamento mineral para a produção de veículos elétricos claramente maiores que a quantidade de mineral necessária para os veículos a gasolina.

Retomando o conteúdo da 14^o Plano Quinquenal, no caso da segunda tarefa, implementar estratégia de marca nacional e criar um bom ambiente de desenvolvimento, é necessário cumprir, pelos menos, as seguintes tarefas específicas: promover marcas dominantes, tornando-as maiores e mais fortes, incentivando fusões e reorganizações; dar plena importância ao papel da organização na indústria, de maneira a fortalecer autodisciplina e garantir a boa imagem das marcas de automóveis chinesas; aumentar a publicidade das marcas chinesas de várias formas, sobretudo ressaltando seus valores e cultura. Já a terceira tarefa, que trata da construção do novo sistema de comercialização de veículos de energia nova, é preciso seguir três etapas. A primeira se resume no fortalecimento da inovação e superação contínua das principais barreiras relacionadas as tecnologias-chave, isto é, aumentar a capacidade da infraestrutura industrial e inovação tecnológica para integração de rotas técnicas e acelerar o processo de produção de hidrogênio, bem como o seu armazenamento. A segunda aborda a necessidade de avançar na construção da ecologia da indústria, ou seja, além de estabelecer mecanismos de apoio empresarial orientado pela dimensão ecológica, deve-se explorar novos modelos de negócios, fortalecendo o gerenciamento do ciclo de vida completo das baterias de energia dos veículos elétricos. A terceira, e última etapa, trata de promover melhorias no sistema de infraestrutura, isso implica na distribuição racional da infraestrutura de carregamento e aperfeiçoar a segurança, consistência e confiabilidade das instalações de carregamento (Caam, 2021).

A industrialização de veículos inteligentes em rede, caracterizada como a quarta tarefa principal, visa promoção de uma indústria padronizada e ordenada, por meio de direitos legais, obrigações e responsabilidades bem definidos e melhorias das normas de acesso a crédito no campo dos VEs. Além disso, o Plano ressaltou a necessidade de promover P&D na industrialização de produtos inteligentes conectados e a construção de um cluster industrial de componentes-chave para esses veículos. Assim como, do ponto de vista mais especializado, almeja-se a implantação colaborativa do 5G e a internet de veículos combinada a construção de uma plataforma de controle em nuvem para *big data* de carros inteligentes, *data center* com padrões unificados, abertos e compartilhados e *software* básico de controle seguro, para garantir confiabilidade e oferecer melhores produtos e serviços adequados as preferências dos consumidores (Caam, 2021).

Para construir um sistema de cadeia industrial segura e controlável (quinta tarefa), é preciso fortalecer, principalmente, a criação do sistema com capacidade de inovação para

superar as principais deficiências industriais, a partir da implementação de um sistema de inovação orientado para o mercado, com profunda integração da produção, educação e pesquisa para desenvolver peças e componentes críticos que funcione através da sinergia entre governo e empresas. A sexta tarefa, por outro lado, visa promover ativamente o desenvolvimento da digitalização da indústria, tendo como principal meta construir um sistema estratégico de transformação digital por meio do aumento do investimento em plataformas de capacitação tecnológica e P&D de produtos e respostas ágeis para promoção da digitalização orientada ao mercado. No caso do desenvolvimento da globalização industrial (sétima tarefa), por um lado, o Plano salienta o aprofundamento da abertura do mercado para o mundo, de maneira a promover uns aos outros e impulsionar uma sólida e forte indústria automobilística. Por outro lado, existe a possibilidade de desenvolver mercados no exterior e estabelecer, de forma abrangente, o desenvolvimento da globalização industrial. Finalmente, a oitava e última tarefa de aprofundar a reforma do sistema e mecanismos para o poder endógeno das empresas (Caam, 2021).

CONSIDERAIS FINAIS

O estudo teve como objetivo investigar a posição da China no segmento de veículos de energia nova, com o intuito de compreender a sua trajetória e suas perspectivas a partir da análise das suas políticas de desenvolvimento como o “*Made in China 2025*”, os últimos Plano Quinquenais e planos destinados ao setor automobilístico e veículos de energia nova. Ao mesmo tempo em que a China é considerada um importante terreno para o desenvolvimento de veículos elétricos, pelo seu incrível mercado consumidor e abertura de mercado para importantes fabricantes de automóveis a partir de *joint ventures*, ela também demonstrou metas ambiciosas para se tornar a maior potência industrial de veículos elétricos, com empresas nacionais referências não apenas no mercado interno, como em todo o mundo.

A partir das análises de mercado e de políticas nacionais, ficou evidente o grande potencial da China em alcançar a posição mais relevante na eletrificação do setor de automóveis. Existe uma combinação muito forte entre pesquisa e desenvolvimento, inovação tecnológica, capacidade de produção, mercado consumidor e acesso a componentes importantes. Entretanto, o segmento de veículos elétricos possui ainda barreiras significativas para se tornar o *mainstream* do setor automotivo, além do intenso dinamismo, alta intensidade tecnológica e custos muito elevados, tanto para as empresas, quanto para os consumidores.

Embora a China tenha demonstrado robustez em suas políticas de desenvolvimento do segmento de veículos elétricos, a preocupação em torno dos impactos ambientais decorrentes da ampliação dos veículos elétricos demonstrou-se incipiente para as políticas analisadas. Foram citados objetivos relacionados à redução das emissões de carbono pelos veículos, à redução da poluição e, de forma mais modesta, à transição energética, mas não foram desenvolvidos pontos relacionados a impactos ambientais a montante da cadeia, como a extração de minerais para a produção de baterias, bem como o seu descarte, alvo de debates sobre a poluição gerada. Essas informações indicam fragilidades quanto às preocupações ambientais do governo chinês quanto os impactos ambientais do amplo e célere desenvolvimento de VEs nacionalmente e exportado.

Dada a crescente integração dos mercados, torna-se importante a análise do estudo em questão, com o intuito de contribuir para a formulação de políticas públicas que tenham como foco o desenvolvimento de indústrias intensivas em tecnologias, como é o caso dos veículos elétricos na China. Devido à importância que uma análise histórico-econômica, com a inclusão de componentes conjunturais de uma superpotência conservadora em seus dados, se faz relevante o passo dado no presente trabalho e as contribuições de futuras pesquisas.

REFERÊNCIAS

- AN FENG *et al.* *Um estudo sobre o cronograma da China para a eliminação progressiva de veículos tradicionais.* [s.l.: s.n.]. Disponível em: <http://www.icet.org.cn/admin/upload/2019052339423961.pdf>. Acesso em: 18 maio 2022.
- CRABTREE, G. *The coming electric vehicle transformation.* Science, v. 366, n. 6464, 2019, p. 422-424.
- CAAM. *O 14º Plano Quinquenal para o Desenvolvimento da Indústria Automobilística.* [s.l.: s.n.].
- CARBONO ZERO GLOBAL. *Como os veículos elétricos podem ganhar dinheiro vendendo créditos de carbono com uma receita de 10 bilhões? – Rede Polaris Carbon Steward.* Disponível em: <https://news.bjx.com.cn/html/20220223/1205864.shtml>. Acesso em: 14 nov. 2022.
- CHINA. *Plano de Conservação de Energia e Desenvolvimento da Indústria de Veículos de Nova Energia.* Disponível em: <http://ddd.jxciit.gov.cn/Item/18995.aspx>. Acesso em: 24 maio. 2022.
- CHINA. *Roteiro tecnológico “Made in China 2025” para áreas-chave.* [s.l.: s.n.]. Disponível em: <http://www.cm2025.org/uploadfile/2016/0321/20160321015412313.pdf>. Acesso em: 24 maio 2022.
- CHINA. *Aviso do Conselho Estadual de Impressão e Distribuição do Plano Estratégico Nacional de Desenvolvimento da Indústria Emergente durante o 13º Plano Quinquenal.* Disponível em: http://www.gov.cn/zhengce/content/2016-12/19/content_5150090.htm. Acesso em: 25 maio 2022.
- CHINA. *Plano de Desenvolvimento da Indústria de Veículos de Nova Energia (2021-2035).* Disponível em: http://www.gov.cn/zhengce/content/2020-11/02/content_5556716.htm. Acesso em: 5 jul. 2022.
- CHINA. *14º Plano Quinquenal de Inovação Científica e Tecnológica no Setor de Transportes.* [s.l.: s.n.]. Disponível em: http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2022-04/09/content_5684262.htm. Acesso em: 8 out. 2022.
- COX, B. *et al.* Life cycle environmental and cost comparison of current and future passenger cars under different energy scenarios. *APPLIED ENERGY*, v. 269, jul. 2020.
- DOMINKOVIC, D. F. *et al.* The future of transportation in sustainable energy systems: Opportunities and barriers in a clean energy transition. *RENEWABLE & SUSTAINABLE ENERGY REVIEWS*, v. 82, n. 2, p. 1823–1838, fev. 2018.
- FDI MARKETS. *Projects.* Disponível em: [https://www.fdiintelligence.com/fdi-markets?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=10594705413&utm_content=450638705180&utm_term=fdi%20markets&matchtype=b&keyword=fdi%20markets&campaignname=\[SRC\]-fDi-Intelligence:-fDi-Markets-LG&cid=10594705413&agid=105117976552&device=c&placement=&creative=450638705180&target=&adposition=&network=g&gclid=CjOKCQjw852XBhC6ARIsAJsFPN0IEL9KN-TbXGPzsRW07fWD76u0BF-chjKgmzqp0YItWxoPrW9HEymYaAkHdEALw_wcB](https://www.fdiintelligence.com/fdi-markets?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=10594705413&utm_content=450638705180&utm_term=fdi%20markets&matchtype=b&keyword=fdi%20markets&campaignname=[SRC]-fDi-Intelligence:-fDi-Markets-LG&cid=10594705413&agid=105117976552&device=c&placement=&creative=450638705180&target=&adposition=&network=g&gclid=CjOKCQjw852XBhC6ARIsAJsFPN0IEL9KN-TbXGPzsRW07fWD76u0BF-chjKgmzqp0YItWxoPrW9HEymYaAkHdEALw_wcB). Acesso em: 14 nov. 2022.
- IEA. *Net Zero by 2050 - A Roadmap for the Global Energy Sector, 2021a.*
- IEA. *Global EV Outlook 2021 Accelerating ambitions despite the pandemic.* [s.l.: s.n.]. Disponível em: www.iea.org/t&c/. Acesso em: 22 out. 2022.
- IEA. *Global Supply Chains of EV Batteries.* [s.l.: s.n.]. Disponível em: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/4eb8c252-76b1-4710-8f5e-867e751c8dda/GlobalSupplyChainsOfEVBatteries.pdf>. Acesso em: 27 out. 2022a.
- IEA. *Global EV Data Explorer.* Disponível em: <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/global-e-v-data-explorer>. Acesso em: 27 out. 2022b.
- IEA. *Global EV Outlook 2022 Securing supplies for an electric future.* [s.l.: s.n.]. Disponível em: www.iea.org/t&c/. Acesso em: 22 out. 2022.

IEA. *Global EV Policy Explorer*. Disponível em: <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/global-ev-policy-explorer>. Acesso em: 14 nov. 2022d.

IEA. *Electric cars fend off supply challenges to more than double global sales*. Disponível em: <https://www.iea.org/commentaries/electric-cars-fend-off-supply-challenges-to-more-than-double-global-sales>. Acesso em: 31 out. 2022.

IEA. *Global sales and sales market share of electric cars*. Disponível em: <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/global-sales-and-sales-market-share-of-electric-cars-2010-2021>. Acesso em: 31 out. 2022f.

LEE, K. MANI, S. MU, Q. *Explaining Divergent Stories of Catch-up in the Telecommunication Equipment Industry in Brazil, China, India, and Korea*. In: MALERBA, F. NELSON., (Eds.). *Economic Development as a Learning Process*. Edward Elgar Publishing, 2012.

LI, Shanjun et al. The role of government in the market for electric vehicles: Evidence from China. *Policy Research Working Paper*, nº 9359, 2020.

MALERBA, Franco. *Sectoral systems of innovation: concepts, issues and analyses of six major sectors in Europe*. Cambridge: Cambridge University Press, 2004.

MALERBA, Franco. NELSON, Richard. *Learning and catching up in different sectoral systems: evidence from six industries*. *Industrial and corporate change*, volume 20, issue 6, 1645-1675, 2011.

MARKLINES. *Search By Model/EV/etc*. Disponível em: https://www.marklines.com/en/vehicle_sales/search. Acesso em: 14 nov. 2022.

NILSSON, M.; NYKVIST, B. Governing the electric vehicle transition – Near term interventions to support a green energy economy. *APPLIED ENERGY*, v. 179, p. 1360–1371, out. 2016.

NONNENBERG, M.; LIMA, M. U; BISPO, S. Q. A. Políticas Industriais na China nos Últimos Trinta Anos. *Revista Tempo do Mundo*, n. 28, p. 297-344, 2022.

QIANZHAN INDUSTRY RESEARCH INSTITUTE. *Pilha de Carregamento de Veículos Elétricos da China, Desenvolvimento da Indústria, Previsão e Relatório de Análise de Planejamento Estratégico de Investimento*. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <https://bg.qianzhan.com/report/detail/1710181644249472.html>. Acesso em: 9 out. 2022.

RAHMAN, M. M. et al. A comparative assessment of CO2 emission between gasoline, electric, and hybrid vehicles: A Well-To-Wheel perspective using agent-based modeling. *JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION*, v. 321, out. 2021.

SAE. *Roteiro técnico de veículos de nova energia e economia de energia*. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <https://www.infineon-autoeco.com/Public/DownloadFile?fileurl=/upload/20171101/%E8%8A%82%E8%83%BD%E4%B8%8E%E6%96%B0%E8%83%BD%E6%BA%90%E6%B1%BD%E8%BD%A6%E6%8A%80%E6%9C%AF%E8%B7%AF%E7%BA%BF%E5%9B%BE%E6%A6%82%E8%A6%81.pdf>. Acesso em: 8 out. 2022.

SAE. *Roteiro de Tecnologia de Veículos de Nova Energia e Economia de Energia 2.0*. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <http://img.evpartner.com/uploads/ueditor/file/202010/286373949947902010073367280.pdf>. Acesso em: 8 out. 2022.

STAUFFER, Nancy W. *China's transition to electric vehicles*. MIT Energy Initiative, 2021. Disponível em: <https://news.mit.edu/2021/chinas-transition-electric-vehicles-0429>. Acesso em: 27 fev. 2022.

SHAFIQUE, M.; LUO, X. Environmental life cycle assessment of battery electric vehicles from the current and future energy mix perspective. *JOURNAL OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT*, v. 303, fev. 2022.

SNE RESEARCH. *Report*. Disponível em: <https://www.sneresearch.com/en/business/report/>. Acesso em: 9 out. 2022.

XIA, X.; LI, P. A review of the life cycle assessment of electric vehicles: Considering the influence of batteries. *SCIENCE OF THE TOTAL ENVIRONMENT*, v. 814, mar. 2022.

YU, A. et al. Life cycle environmental impacts and carbon emissions: A case study of electric and gasoline vehicles in China. *TRANSPORTATION RESEARCH PART D-TRANSPORT AND ENVIRONMENT*, v. 65, dez. 2018, p. 409–420.

WANG, J.; WU, H.; CHEN, Y. Made in China 2025 and manufacturing strategy decisions with reverse QFD. *International Journal of Production Economics*, v. 224, n. 1, 2020.

WATARI, T. et al. Total material requirement for the global energy transition to 2050: A focus on transport and electricity. *RESOURCES CONSERVATION AND RECYCLING*, v. 148, set. 2019, p. 91–103.

WITS. *Trade Data*. Disponível em: <http://wits.worldbank.org/WITS/WITS/AdvanceQuery/RawTradeData/QueryDefinition.aspx?Page=RawTradeData>. Acesso em: 14 nov. 2022.

Autor Correspondente:

Alicia Cechin

Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA

Brasília/DF, Brasil

scarlett.bispo@ipea.gov.br

Este é um artigo de acesso aberto distribuído
sob os termos da licença Creative Commons.

