

O MERCADO DE CARROS ELÉTRICOS NO BRASIL: ANÁLISE DE ENTRAVES E SUGESTÕES PARA EXPANSÃO

THE ELECTRIC CAR MARKET IN BRAZIL: ANALYSIS OF BARRIERS AND
SUGGESTIONS FOR EXPANSION

Recebido em **9.11.2020**
Aprovado em **8.2.2021**

Carolina Curassá Rosa de Souza

*Graduada em Economia pela Faculdade de Economia, Administração,
Contabilidade e Atuária (FEA) da Universidade de São Paulo (USP).*

Especialista em Negócios Internacionais pela Universidade Presbiteriana Mackenzie.

Mestranda em Controladoria e Finanças pela Universidade Presbiteriana Mackenzie.

E-mail: carol_rosa2003@yahoo.com.br

Jaqueline Hiroi

Especialista em Finanças – Controladoria, Auditoria e Compliance pela Fundação Getúlio Vargas.

Mestranda em Controladoria e Finanças pela Universidade Presbiteriana Mackenzie.

E-mail: jhiroi@gmail.com

O MERCADO DE CARROS ELÉTRICOS NO BRASIL:
ANÁLISE DE ENTRAVES E SUGESTÕES PARA EXPANSÃO**RESUMO**

O presente relato se debruça sobre a questão dos entraves observados para a expansão da adoção de carros elétricos no Brasil. Se há uma demanda por uma menor emissão de carbono e outros gases poluentes, esta pesquisa tem como objetivo entender como tais veículos ainda não têm uma inserção mais significativa no mercado. Amparado pela teoria baseada em recursos (*resource based theory* – RBT), este estudo sugere que é necessário mais investimento em inovação, pesquisa e desenvolvimento para que se alcance um recurso diferenciado no mercado. A metodologia aqui não envolve resultados métricos, portanto foi feito um levantamento qualitativo dos dados, dando atenção a dados secundários coletados por meio de referencial teórico. A hipótese é a de que se já há um apelo considerável para se adotar meios de transporte mais sustentáveis, que impliquem menos impacto ambiental e mais eficiência energética, deve haver entraves técnicos e/ou estruturais para que o crescimento não aconteça. Além das questões sociais que limitam a aquisição dos veículos elétricos, os principais resultados indicam problemas de infraestrutura para o reabastecimento, necessidade de baterias com maior capacidade de autonomia e ajustes técnicos para adaptação das recargas. Após descrição detalhada das questões técnicas que envolvem o assunto, as considerações finais apontam para o fato de que o crescimento exige parcerias estratégicas que permitirão tornar o veículo elétrico um diferencial para as empresas que melhor aproveitarem o recurso da inovação que envolve esse produto.

PALAVRAS-CHAVE

Carros elétricos. Teoria baseada em recursos. Mobilidade urbana. Sustentabilidade. Infraestrutura.

ABSTRACT

This report focuses on the issue of barriers observed for the expansion of the adoption of electric vehicles in Brazil. If there is a growing global demand for lower carbon emissions and other polluting gases, this research aims to understand how such vehicles have not yet had a more significant insertion in the market. Supported by the resource based theory (RBT), this study suggests that more investment in innovation, research and development is needed to achieve a differentiated resource in the market. As the methodology here does not involve metrics results, a qualitative survey of the data was made, paying attention to secondary data collected through theoretical framework. The hypothesis is that if there is already a considerable appeal to adopt more sustainable means of transport, which imply less environ-

CAROLINA CURASSÁ ROSA DE SOUZA, JAQUELINE HIROI

mental impact and more energy efficiency, there are probably technical and/or structural barriers, so that growth does not happen. In addition to the social issues that limit the purchase of electric vehicles, the main results indicate infrastructure problems for refueling, the need for batteries with greater autonomy and technical adjustments to adapt the recharges. After a detailed description of the technical issues surrounding the subject, the final considerations point to the fact that growth requires strategic partnerships that will make the electric vehicle a differential for companies that best take advantage of the innovation feature that involves this product.

KEYWORDS

Electric Vehicles. Resource based theory. Urban mobility. Infrastructure. Sustainability.

O MERCADO DE CARROS ELÉTRICOS NO BRASIL:
ANÁLISE DE ENTRAVES E SUGESTÕES PARA EXPANSÃO

INTRODUÇÃO

O consumo de petróleo no mundo tem apresentado uma trajetória predominantemente crescente desde 1973, afetando a geopolítica global. Os preços praticados no mercado internacional, por sua vez, se caracterizam pela forte volatilidade, com momentos de alta provocados por acontecimentos históricos que afetam a oferta e demanda desses insumos.

A dependência das grandes potências mundiais em relação ao petróleo é fato largamente discutido na literatura e tem recebido especial atenção nos últimos anos devido às consequências ambientais do consumo elevado.

O setor da economia que mais consome petróleo, em todo o mundo, é o de transportes, responsável, em 2009, por 61,7% do consumo de petróleo e 23% das emissões de CO₂ (IEA, 2017).

Diversos países, desenvolvidos ou em desenvolvimento, buscam soluções para a questão da dependência do petróleo. Entre as alternativas disponíveis, talvez a mais desafiadora seja a eletrificação do transporte individual, uma vez que, além da infraestrutura necessária, é preciso uma mudança de paradigma social que instituiu o carro convencional como um recurso dos mais bem-aceitos para esse fim.

O presente relato tecnológico tem o objetivo de elucidar os entraves que ainda estão presentes na realidade das empresas de carros elétricos no Brasil e compreender os motivos pelos quais essa categoria de veículos ainda não obteve um lugar de destaque (como principal alternativa de deslocamento) no setor automotivo brasileiro ou sequer tenha recebido divulgação apropriada de seus benefícios. Além disso, pretendemos traçar quais estratégias mais se adequariam para a adoção do produto no país.

A teoria utilizada é a teoria baseada em recursos (*resource-based theory* – RBT), de acordo com a qual competências para combinar recursos únicos são essenciais para alavancar as atividades de qualquer setor. Nesse caso, pode-se pensar tanto em um apelo de sustentabilidade (menor impacto ambiental e mais eficiência energética) quanto em combinações alternativas dos recursos disponíveis.

A hipótese levantada é a de que o veículo elétrico possui vantagens competitivas, mas ainda faltam recursos tanto públicos quanto privados para sua completa adoção.

CAROLINA CURASSÁ ROSA DE SOUZA, JAQUELINE HIROI

Com isso, este trabalho está estruturado da seguinte forma: (i) um breve diagnóstico da situação, expondo as particularidades do setor no Brasil; (ii) revisão da literatura, a qual se divide em dois subtópicos: considerações sobre a infraestrutura tecnológica disponível e sobre a RBT; (iii) metodologia; (iv) proposta de solução; e (v) considerações finais.

Entende-se que há uma oportunidade a ser explorada por todas as empresas do setor. Atualmente, os competidores de maior destaque no Brasil são Jac, Renault, Cherry, Nissan, BMW, Chevrolet e Jaguar. Cada montadora possui um modelo elétrico a ser comercializado, porém os preços ainda são um entrave para o consumidor médio, variando entre R\$ 130 mil e R\$ 452 mil.

Sendo assim, espera-se que seja possível evoluir em parcerias estratégicas e em infraestrutura tecnológica para que a devida dinâmica de oferta e demanda equalize preços mais razoáveis, disseminando a cultura e o uso do carro elétrico nacional e internacionalmente.

DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO

O setor de carros elétricos no Brasil ainda não representa um número significativo no mercado automotivo. Mesmo em meio a campanhas que incentivam energia limpa e transportes sustentáveis, a venda parece apresentar barreiras que devem ser analisadas com cuidado para que seja possível transpô-las o mais breve e, assim, atender à demanda mundial por menos emissão de poluentes.

Segundo a Agência Internacional de Energia (International Energy Agency – IEA), em 2017 a venda de veículos elétricos e híbridos superou a marca de dois milhões de unidades no mundo, com projeção para 280 milhões até 2040. Em 2018, foi registrado um crescimento de 65% no setor, mas no Brasil esse número não foi tão expressivo.

Em 2017, foram comercializados 3.296 carros híbridos movidos à eletricidade e combustão. Isso representava 0,15% dos modelos vendidos no mundo. Apesar de em 2018 ter havido um crescimento de 65% na frota, chegando a 8.500 veículos dessa natureza no Brasil, essa quantidade representava 0,02% de todos os veículos que circulavam no país.

O MERCADO DE CARROS ELÉTRICOS NO BRASIL:
ANÁLISE DE ENTRAVES E SUGESTÕES PARA EXPANSÃO

O aquecimento global tem apresentado maior destaque na agenda internacional desde o Acordo de Paris, adotado na 21st Session of the Conference of the Parties (COP21), evento em que foi estabelecido que aumento na temperatura global não pode superar 2° C até o fim do século. Caso nenhuma ação seja tomada, haverá um aumento de 6° C, três vezes mais do que o determinado. Diante de evidências científicas expostas no evento de que tal aumento acarretaria condições insustentáveis para a vida humana na Terra, as principais economias do mundo se comprometeram a buscar alternativas limpas e renováveis para geração e consumo de energia, tornando o consumo mais responsável e sustentável.

O setor de transporte é um dos mais relevantes em emissão de gases de efeito estufa (GEE) e para contribuir para o não aumento da temperatura mundial precisará descarbonizar em cerca de 18% até 2050. Sendo assim, o carro elétrico se mostra um dos principais instrumentos para uma transição energética. Segundo os *Cadernos FGV Energia* de 2017, até 2030, a frota de carros elétricos deve corresponder a 10% do total de veículos leves de passageiros, o que, mediante os números expostos na introdução deste trabalho, evidencia que em pouco tempo deve haver um crescimento exponencial desse mercado. Além disso, já se discute em alguns países a possibilidade de eliminar os carros movidos a combustíveis fósseis até essa data.

O avanço tecnológico faz a transição dos convencionais veículos à combustão interna (VCIs) para veículos elétricos (VEs), um processo natural, cujo desafio está na necessidade de equilíbrio entre os custos dessa inovação emergente. Atualmente, diante da disseminação de informações, os consumidores estão ainda mais participativos na contribuição com o meio ambiente e, conseqüentemente, com a própria saúde, o que também facilita o processo linear na troca substancial dos tipos de carros.

No Brasil, a mudança de VCIs para VEs ainda é uma realidade distante se comparada aos demais países, seja por motivos tecnológicos ou pelo fato de o país não considerar as metas de redução de emissão de poluentes uma prioridade em sua agenda de políticas públicas.

Vale ressaltar que os veículos elétricos quase não emitem poluentes e, por esse motivo, fazem parte do grupo de veículos denominado “emissões zero”. Algumas de suas van-

CAROLINA CURASSÁ ROSA DE SOUZA, JAQUELINE HIROI

tagens são: apresentarem maior eficiência; a possibilidade de utilização de sua bateria como recurso energético distribuído; e a possibilidade de o motor trabalhar até 80%, enquanto um veículo de combustão interna está entre 12% e 18%, além de depender menos dos combustíveis fósseis.

Os VEs podem ser classificados em quatro tipos:

- veículos elétricos puros (*battery electric vehicles* – BEVs): utilizam apenas a energia elétrica como combustível. Por meio de *plug-in electric vehicles* (PEVs), os veículos são conectados a uma tomada de rede elétrica e a bateria interna armazena a eletricidade que alimenta o motor e propulsiona as rodas;
- híbrido puro (*hybrid electric vehicle* – HEV): o motor principal é propulsionado por combustão interna e o motor elétrico melhora a eficiência do motor, fornecendo tração em baixa potência. O sistema de frenagem regenerativa do veículo fornece eletricidade para o motor elétrico (híbrido paralelo);
- híbrido *plug-in* (*plug-in hybrid electric vehicle* – PHEV): o motor é à combustão interna, mas pode receber eletricidade diretamente de uma fonte externa, também é um HEV, mas com maior autonomia se comparado ao BEV;
- híbrido de longo alcance (*extended-range electric vehicle* – E-REV): o motor principal é elétrico e o motor à combustão interna fornece energia para um gerador que garante um nível mínimo de carga à bateria.

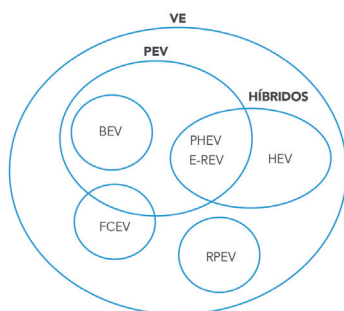
Há também os veículos elétricos que combinam hidrogênio e oxigênio para se movimentar por meio de célula de hidrogênio (*fuel cell electric vehicle* – FCEV). A transformação do gás de hidrogênio em eletricidade resulta em água e calor como subprodutos, além de apresentar autonomia superior à maioria dos VEs, pois essa é muito próxima à de um veículo de combustão fóssil (gasolina ou diesel).

Vale mencionar também que os veículos elétricos alimentados por cabos externos (*road powered electric vehicle* – RPEV) são carregados de energia elétrica a partir de cabos externos diretamente conectados acima do veículo, como os caminhões em portos e estradas eletrificadas – os trólebus (*trolley buses*) –, ou abaixo, como os veículos leves sobre trilhos (VLTSs).

O MERCADO DE CARROS ELÉTRICOS NO BRASIL:
ANÁLISE DE ENTRAVES E SUGESTÕES PARA EXPANSÃO

Os VEs, em sua maioria, possuem baterias químicas para armazenar a eletricidade necessária para acionar o motor e mover o veículo, que, dependendo de seu modelo, definem sua autonomia. Dessa forma, temos:

FIGURA 1 – Tipos de veículos elétricos (VEs)



Fonte: *Cadernos FGV Energia*, 2017, p. 17.

A infraestrutura de recarga é outro requisito bastante importante para que os veículos elétricos tenham maior comercialização, pois, mesmo que existam o interesse e o desejo do usuário de adquirir um VE, ele precisa mensurar a flexibilidade e a disponibilidade de estações de recarga (*electric vehicle supply equipment* [EVSE] ou *electric vehicle charging station* [EVCS]) para carregar seu automóvel. Ainda, custos de operação e manutenção são fatores limitantes na compra de um veículo elétrico no Brasil. Em 2015, parte dos países com significativas vendas de veículos elétricos promoveu incentivos fiscais e direitos para impulsionar a instalação de EVCS (exemplos disso foram Alemanha, China, Dinamarca, Estados Unidos, Japão, entre outros).

São necessários em um EVSE conectores, condutores, acessórios e equipamentos associados que, plugados na entrada do veículo elétrico, fornecem eletricidade e carregam a bateria do VE. A recarga pode ser classificada de acordo com a máxima eletricidade disponibilizada, o que também impacta o tempo necessário para recarga. Além de indução de energia por cabeamento, há também a indução sem fio (*wireless power transfer* – WPT), que acontece com o veículo parado. Em casos de rodovias eletrificadas, o WPT também pode acontecer quando o veículo está em movimento.

CAROLINA CURASSÁ ROSA DE SOUZA, JAQUELINE HIROI

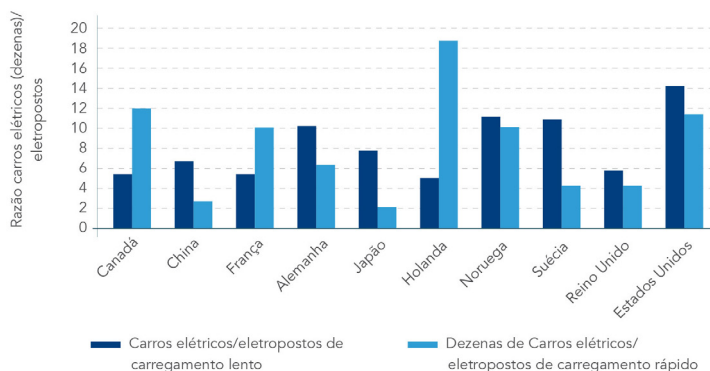
As baterias dos VEs geralmente são as de íons de lítio (li-ion) por apresentarem melhor desempenho e menor custo se comparadas com as de hidreto metálico de níquel (Ni-MH) ou com as de cloreto de sódio e níquel (Na-NiCl₂). E, quanto mais melhorias houver em sua densidade energética, mais eficiente será o sistema de armazenamento de energia, menor o seu tamanho, mais leves, mais baratas e com maior autonomia, além de reduzir o risco de incêndio quando superaquecidas. O objetivo geral é que as baterias durem mais, recarreguem mais rápido, tenham maior densidade, sejam mais leves e mais baratas, além de serem mais seguras e recicláveis.

REVISÃO DA LITERATURA

CONSIDERAÇÕES SOBRE A INFRAESTRUTURA TECNOLÓGICA DISPONÍVEL

A infraestrutura de recarga pública tem investimento diferente em cada país. Há a idealização, por parte da Comissão Europeia, de que a relação deveria ser entre 1,25 e 3,354 entre carros elétricos/eletropostos públicos, porém essa marca só foi atingida em 2015 pelos Estados Unidos em *slow charges* (carregadores lentos) e pela Holanda em *fast chargers* (carregadores rápidos). Mesmo sem uma definição de qual seria o volume ideal de EVSE, há uma correlação positiva entre a implantação de estações de recargas e a expansão dos veículos elétricos como convencionais.

FIGURA 2 – Razão carros elétricos *versus* EVSE para carregadores públicos lentos e rápidos no ano de 2015



Fonte: *Cadernos FGV Energia*, 2017, p. 35.

O MERCADO DE CARROS ELÉTRICOS NO BRASIL:
ANÁLISE DE ENTRAVES E SUGESTÕES PARA EXPANSÃO

A disseminação do número de postos de recarga seria maior caso os veículos elétricos também tivessem um padrão de entrada e níveis de conectores. Os níveis de recarga I e II são chamados de carregamento lento. O nível I pode ser suficiente para os híbridos *plug-in* (PHEV) por possuírem uma bateria com menor capacidade, indicado para recarga doméstica dos veículos elétricos puros (BEVs). O nível II, considerado o nível de recarga padrão, consegue realizar a recarga completa em um tempo consideravelmente razoável tanto em veículos híbridos quanto em *all-electric*. Já o *fast charger* tem custo de instalação de infraestrutura mais elevado, apesar de carregar baterias em um tempo muito menor que os níveis I e II.

FIGURA 3 – Tipos de carregamento de acordo com o nível de recarga

Nível*	Uso típico	Tensão/voltagem e tipo de corrente	Autonomia por hora de recarga
Nível I	Residências e locais de trabalho	127 V Corrente alternada	3km a 8km
Nível II	Residências, locais de trabalho e locais públicos	220-240 V Corrente alternada	10km a 96km
<i>Fast Charger**</i>	Locais públicos	Pode atingir até 600 V Corrente alternada ou contínua	96km a 160km

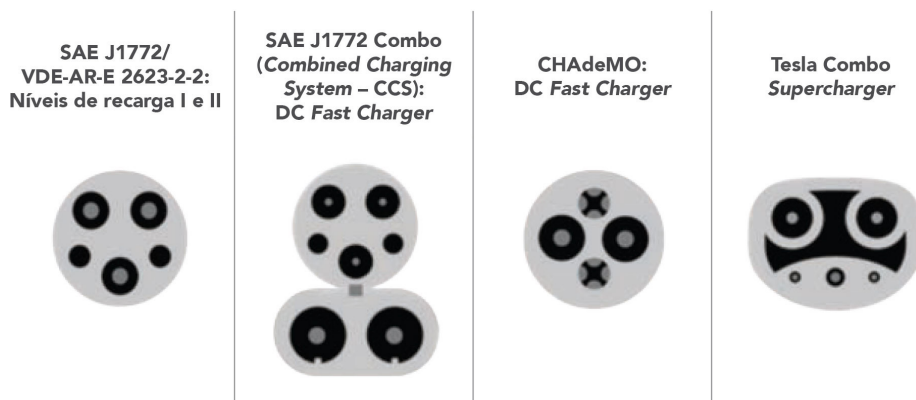
Fonte: *Cadernos FGV Energia*, 2017, p. 25.

Outro ponto que também contribui para o VE não ser tão popular no Brasil quanto o veículo convencional é o número de diferentes tipos de conectores/entradas para recargas dos veículos elétricos que dependem do tipo de recarga, conforme ilustra a figura a seguir. A falta de um padrão dificulta o estabelecimento de postos de recarga.

Desde o século XIX, quando passaram a existir postos de abastecimento para veículos à combustão interna, a rede de disponibilidade só aumenta. Dessa forma, é necessária uma mudança de paradigma, a fim de que o abastecimento saia do espaço público para entrar na esfera individual, ou residencial, modificando o padrão de abastecimento ao mostrar aos motoristas vantagens como ter mais opções para abastecer onde e quando quiserem. Portanto, realizar a recarga de um veículo elétrico exige infraestrutura adequada para que haja a devida aceitação da nova tecnologia.

CAROLINA CURASSÁ ROSA DE SOUZA, JAQUELINE HIROI

FIGURA 4 – Número de conectores/entradas nos diferentes veículos

Fonte: *Cadernos FGV Energia*, 2017, p. 29.

Lembrando que, quanto mais escasso o recurso, maior é o seu custo, isto é, a recarga torna-se cara devido à inexistência ou à dificuldade de recarga. O fato de haver poucos postos de recarga, somado à autonomia limitada da bateria, faz que as pessoas hesitem em adquirir um VE. Portanto, o investimento em infraestrutura de recarga, juntamente com a melhor autonomia das baterias, deve contribuir para a redução desse impasse.

Outra barreira para a disseminação de veículos elétricos é o preço mais elevado em relação a um de combustão interna. Aproximadamente 1/3 de seu valor corresponde ao custo da bateria. Além disso, quanto maior é a sua autonomia, mais caro é o veículo. Mesmo que os VEs apresentem melhor custo-benefício em relação ao veículo de combustão interna, o preço nominal de um veículo elétrico torna-o uma das últimas opções do consumidor médio. Devido à urgência da diminuição das emissões de carbono e ao período mais longo que a popularização dessa tecnologia exige, uma das opções para que o preço esteja mais próximo da realidade dos consumidores seria um subsídio ou incentivos fiscais. Tal ação não deve ocorrer por período indeterminado, é preciso que haja um planejamento adequado para que ela exista até que a fabricação do modelo alcance um padrão mais eficiente, popular e com adequada infraestrutura de recarga e autonomia.

O MERCADO DE CARROS ELÉTRICOS NO BRASIL:
ANÁLISE DE ENTRAVES E SUGESTÕES PARA EXPANSÃO

Outra medida para popularizar a aquisição de um VE é o incentivo para a instalação de EVSE residencial, como ocorre nos países com participação de VEs acima de 0,5% no mercado.

É evidente que os incentivos para disseminação de veículos elétricos para emissão-zero de CO₂ são muito importantes, porém ainda não há regulamentações quanto às emissões produzidas na geração de eletricidade que abastece os VEs, assim como nos processos dos materiais incorporados a eles. De acordo com os *Cadernos FGV Energia* (2017, p. 47), “a fabricação de um BEV pode gerar emissão de CO₂ 15% maior que a de um veículo à combustão interna (equivalente a uma tonelada de CO₂ a mais)”, porém atualmente são consideradas apenas as emissões de gases de escape do veículo e não as do processo completo, sendo que o recomendado é não exceder os 700 gramas de CO₂ por kWh.

Outras ideias para incentivar o aumento da circulação de VEs fora do Brasil são a isenção de taxas de circulação e/ou de propriedade, a redução do custo de abastecimento ao usuário e a disposição de lugares específicos para reabastecimento sem custo, como acontece em alguns países. Na Dinamarca, foi oferecida restituição de parte dos impostos às empresas que oferecessem locais comerciais para abastecimento de VEs. As montadoras estão desenhando um novo ramo de negócio, o *leasing* de baterias, a fim de reduzir o preço de aquisição dos VEs.

É importante ressaltar que há considerações a serem exploradas em novos estudos, pois outros setores serão impactados por essa tecnologia, a qual deve transformar a indústria automobilística, criar uma cadeia de suprimentos diferenciada, impactar a indústria de petróleo, além de montadoras de automóveis e fabricantes de peças ou equipamentos dos veículos à combustão interna em geral.

A forma como as pessoas se locomovem tem mudado ao longo do tempo, bem como suas prioridades e aquilo que traz *status* ao indivíduo. Alguns valores devem apresentar transformações mais rapidamente nos próximos anos. A tendência é que os proprietários de veículos passem a valorizar mais a comodidade, o conforto e a eficiência e, em decorrência disso, é provável que considerem a mobilidade como um serviço a ser contratado, e não como um bem a ser possuído. Um exemplo disso é o aumento dos serviços de Uber, de aluguel de carros e do *carsharing*. Neste último, o condutor aluga o carro pela quantidade de horas necessárias e paga o correspondente por isso.

CAROLINA CURASSÁ ROSA DE SOUZA, JAQUELINE HIROI

RESOURCE BASED THEORY

A preocupação com o meio ambiente e a mudança no comportamento dos consumidores, que passarão a enxergar o carro menos como um sinal de *status* e mais como um meio de transporte, exigirá que a cadeia de negócios se modifique. Contudo, será necessária uma transição mais bem planejada do que a observada hoje e em uma agenda pública e privada que priorize a sustentabilidade.

Os recursos necessários para a expansão da indústria dos carros elétricos são uma questão de estratégia, que é um dos campos do conhecimento que se preocupa em estudar como adquirir e manter vantagens competitivas, de acordo com Barney (1991). Uma das teorias que mais ajuda a entender o problema proposto pela presente pesquisa é a RBT. Segundo Brito et al. (2009), autores, estudiosos dessa teoria, destacam o papel da inovação como essencial na busca de desempenho.

A ideia de inovação interessa aqui não só por sua difícil mensuração, mas por um grande paradoxo que dificulta a definição do que deve ser investido quando se trata de novos mercados: há uma necessidade cada vez mais premente de inovação no mundo atual, ao mesmo tempo, notam-se dificuldades de adoção de novos paradigmas e práticas que incorporem as novidades como um todo.

É possível esperar mudanças no setor automobilístico, uma vez que, segundo Motohashi (1998), existe um consenso de que inovação promove produtividade, demanda por novos produtos e melhora na eficiência. Logo, é vital que um setor como o de transporte e locomoção apresente sempre crescimento condizente com as demandas – hoje, nota-se principalmente a demanda por sustentabilidade.

Como há dificuldades de se implantar inovação, o custo inicial tende a ser bastante alto. É o que se nota no comércio de carros elétricos, não só no Brasil como no mundo. Contudo, é preciso avançar, pois, segundo Mansfield (1962), empresas consideradas inovadoras apresentam crescimento de vendas maior e de forma sistemática, além de taxas de crescimentos duas vezes maior que as não inovadoras.

Além disso, no setor automotivo, ações de pesquisa e desenvolvimento, bem como lançamentos de produtos periodicamente, vão além de motivações sustentáveis – elas são

O MERCADO DE CARROS ELÉTRICOS NO BRASIL:
ANÁLISE DE ENTRAVES E SUGESTÕES PARA EXPANSÃO

necessárias para que uma empresa se mantenha no mercado hipercompetitivo de veículos automotores.

De acordo com a RBT, a vantagem competitiva sustentada de uma empresa resulta de recursos raros, valiosos e custosos de imitar ou substituir (Barney, 1991; Barney & Clark, 2007). A capacidade inovadora – como a de lançar um veículo elétrico com autonomia adequada e preços condizentes com outros modelos já conhecidos e aceitos no mercado, mas tendo o diferencial da sustentabilidade – parece ser um desses recursos.

METODOLOGIA

Trata-se de um estudo na área de ciências sociais aplicadas, além de ser classificado como uma pesquisa aplicada, descritiva (porque identifica possíveis relações entre as variáveis) e explicativa, pois tem como propósito “identificar fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência de fenômenos. Estas pesquisas são as que mais aprofundam o conhecimento da realidade, pois têm como finalidade explicar a razão, o porquê das coisas” Gil (2018).

Para atingir seus objetivos, o presente estudo realizou uma revisão da literatura amparada na RBT. Os principais nomes referenciados aqui foram Mansfield (1962), Barney (1991), Barney & Clark (2007) e Brito et al. (2009).

Durante a investigação, foram analisados dados secundários provenientes de bases de dados especializadas em energia, como a Empresa de Pesquisa Energética, os cadernos da FGV especializados em energia e os dados da Agência Internacional de Energia. As informações mostraram que o setor ainda possui iniciativas incipientes e há inexpressiva contribuição de políticas públicas para o seu desenvolvimento.

Utilizaram-se também observações qualitativas de informações da mídia especializada para compreender se os benefícios desses veículos valem a pena quando considerados os custos da adoção da tecnologia combinados com os hábitos dos consumidores e com os aspectos relacionados à segurança e à autonomia veicular.

CAROLINA CURASSÁ ROSA DE SOUZA, JAQUELINE HIROI

PROPOSTA DE SOLUÇÃO: EM MEIO À FALTA DE INFRAESTRUTURA, INVESTIMENTOS ESTRATÉGICOS

É inegável que o Brasil seja um país de imenso potencial no setor. De acordo com uma pesquisa feita pelo *Cadernos FGV Energia* (2017) em parceria com a Accenture Strategy, empresa de consultoria, o país tem potencial para comercializar mais de 150 mil veículos por ano, porém o custo da bateria é o item de maior valor do veículo.

No Brasil, no do setor energético, os transportes são os principais responsáveis por emissões de GEE. Nos Estados Unidos, esse índice ultrapassou o setor elétrico em 2016 e mantém-se assim desde então. A disseminação dos veículos elétricos pode contribuir com a diminuição de emissão de GEE por não emitir ou emitir menos gases se comparados ao um VCI. Em 2013, nos Estados Unidos, foram estimadas aproximadamente 58 mil mortes prematuras por conta da poluição causada pelo setor de transportes rodoviário.

A expansão de veículos elétricos também impacta diretamente o setor elétrico, seja pelo aumento no consumo de energia elétrica, seja pela redução de combustível fóssil, além de ser necessário que o sistema elétrico e a rede estejam preparados para atender a demanda agregada de eletricidade.

Recomendam-se novas estratégias para a adoção de veículos elétricos, principalmente quando se pensa no setor de combustíveis fósseis, que, mediante uma estimativa conservadora, demonstrada nos *Cadernos FGV Energia* (2017), com base em uma taxa de crescimento de 35% ao ano, deve entrar em uma nova crise em 2028. Tal impacto seria amenizado com a expansão e a adoção dos VEs, cujo aumento da frota poderia substituir cerca de 2Mbd (milhões de barris de óleo por dia) de petróleo em 2027.

O setor público deve adotar uma postura de parceria com o setor privado e analisar toda a cadeia dos VEs, seu crescimento e os impactos em diversas áreas, não apenas sob a ótica de custos, mas de incentivo a novas tecnologias e modelos de negócios, mobilidade mais limpa e eficiente, além de estímulos por meio de isenção fiscal para veículos elétricos.

No Brasil, em 2014, o setor de transporte respondia por aproximadamente 46% das emissões de GEE. Segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2020), a matriz elé-

O MERCADO DE CARROS ELÉTRICOS NO BRASIL:
ANÁLISE DE ENTRAVES E SUGESTÕES PARA EXPANSÃO

trica brasileira é ainda mais renovável do que a energética, pois grande parte da energia elétrica gerada no país vem de usinas hidrelétricas, ou seja, energia limpa e sustentável se estruturada em condições ideais de represamento. A energia eólica também vem crescendo bastante, contribuindo para que a matriz elétrica continue sendo, em sua maior parte, renovável. Logo, os veículos elétricos possuem a base ideal de reabastecimento.

Se houver infraestrutura técnica de recarga e autonomia adequada, há um grande potencial de expansão, principalmente ao se pensar em carros híbridos, os quais, em 2016, possuíam frota de apenas 2,5 mil unidades frente aos mais de 41,5 milhões de veículos em circulação naquele ano. Contudo, há projeção de que os carros híbridos passem a representar 2,5% dos licenciados em 2026 e 0,4% da frota deste ano.

No mercado brasileiro, os carros elétricos ainda estão restritos às classes A e B, pois ainda que não sejam categorizados como *premium*, chegam ao país com preços elevados devido aos custos de fabricação, logística e importação, mesmo com subsídios de 100% de isenção no imposto de importação para os modelos totalmente elétricos e com autonomia de 80 quilômetros ou mais. Há pouca variedade de modelos no país e estão disponíveis em três grupos: híbridos em função elétrica (BMW i8), 100% elétricos (BMW i3, Tesla S) e híbridos (Toyota Prius, Lexus CT200h, Ford Fusion Hybrid, Mitsubishi Outlander). Outros modelos disponíveis no Brasil são JAC IEV20, iEV60, iEV330P (JAC Motors), Zoe (Renault), Leaf (Nissan), Golf GTE (Volkswagen), 500e (Fiat), e-tron (Audi), Arrizo 5e (Chery), Soul EV (Kia) e Boltz EV (Chevrolet).

O imposto sobre produtos industrializados (IPI) para os veículos híbridos e elétricos puros continuam altos, 25%, considerando que os veículos à gasolina e *flex* variam entre 7% e 25%, o que sugere uma possibilidade de viabilizar os veículos elétricos por meio da correlação entre a alíquota de IPI com as emissões e eficiência energética do automóvel. Os VEs se beneficiaram com a isenção do imposto sobre a propriedade de veículos automotores (IPVA) em alguns estados do país (Ceará, Maranhão, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul e Sergipe), além da redução em três outros (Mato Grosso do Sul, São Paulo e Rio de Janeiro).

O setor de combustíveis fósseis sofrerá impacto a partir da determinação da tecnologia adotada nos veículos elétricos que serão mais comercializados no país. Assim como

CAROLINA CURASSÁ ROSA DE SOUZA, JAQUELINE HIROI

a tecnologia *flex-fuel*, que está em nosso país desde 2003. A tecnologia permite o aumento do limite de etanol anidro misturado à gasolina, processo iniciado no final dos anos 1990 e que em 2015 passou de 20% a 25% para 27% sem prejudicar os motores. Entende-se que o uso de etanol também contribui para a redução do efeito do dióxido de carbono por meio do ciclo da lavoura canaveira, compensando a emissão desse gás.

O setor energético deverá tratar os VEs como uma demanda adicional à rede elétrica. Caso esses veículos representem cerca de 20% da frota e percorram oito mil quilômetros por ano, com o consumo de 6kWh/km, o total será equivalente a menos de 2% de toda a eletricidade consumida no país em 2011. No caso de uma frota VEs com a participação de 4% a 10% até 2030, corresponderá a um adicional de 0,6% a 1,6% no consumo de energia elétrica.

O Brasil apresenta alguma vantagem competitiva na expansão do veículo elétrico, visto que já contribui com a redução de emissões utilizando o etanol como combustível renovável e o híbrido *flex* ou célula de etanol (*solid oxide fuel cell* – SOFC). A intensificação de seu uso pode ser o meio de transição rumo ao aumento da frota de veículos elétricos.

Em resumo, ao se pensar na necessidade de diminuição de gases poluentes, são necessários incentivos fiscais, investimentos em baterias menos custosas e com mais autonomia e em infraestrutura adequada de reabastecimento. A estratégia sugerida é a de parcerias entre os setores público e privado. O potencial existe, mas é necessário explorá-lo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No Brasil, a indústria de combustíveis e o setor elétrico passarão por grandes mudanças para se adaptar a novas realidades de sustentabilidade. Já se notam novos contextos culturais, econômicos, de transporte, ambientais e industriais. O setor deve lidar com os prós e os contras de se investir em um recurso único permeado por inovação no mercado brasileiro: dimensão territorial, desequilíbrio entre os mercados de pequenas cidades e das grandes metrópoles, concentração de renda e a existência de cadeia produtiva de biocombustíveis estabelecida pelos veículos *flex* e etanol.

O MERCADO DE CARROS ELÉTRICOS NO BRASIL:
ANÁLISE DE ENTRAVES E SUGESTÕES PARA EXPANSÃO

Os veículos elétricos podem ser uma solução para esses novos contextos e uma vantagem competitiva no setor automotivo, mas são necessárias parcerias público-privadas para investir em pesquisa e desenvolvimento de baterias menos custosas e com mais autonomia, além de promover a infraestrutura adequada para o recarregamento/reabastecimento do veículo.

Sob tais condições, mesmo de forma tardia se comparado a outros países, o mercado de VEs no Brasil tem potencial de expansão. De acordo com a RBT, a inovação é essencial para isso, um recurso em constante transformação que se adequa com precisão à sociedade fluida de hoje. As empresas que não investirem nisso estarão fadadas à estagnação.

A mobilidade é essencial no mundo moderno, mas depreciações e amortizações estão sendo repensadas e colocadas em segundo plano. Tal cenário implica oportunidades de inovação para o mercado de veículos elétricos. Este relato demonstra que, com a estratégia certa, as empresas automotivas têm ganhos certos no Brasil nos próximos anos.

REFERÊNCIAS

- Agência Internacional de Energia (International Energy Agency – IEA). *World energy outlook 2017: A world transformation*. Recuperado de <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2017>. Último acesso em 12/10/2020.
- Barney, J. B. (1991). Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of Management*, 17(1), 99-120.
- Barney, J., Clark, D. N. (2007). *Resource-Based Theory*. New York: Oxford.
- Cadernos de Carros Elétricos (2017). *Cadernos FGV Energia*. ano 4, 7. ISSN 2358-5277. Recuperado de https://fgvenergia.fgv.br/sites/fgvenergia.fgv.br/files/caderno_carros_eletricos-fgv-book.pdf.
- Confira os carros elétricos que chegam ao Brasil em 2020 (2020). *Exame*. Recuperado de <https://exame.com/negocios/confira-os-carros-eletricos-que-chegam-ao-brasil-em-2020/>.
- Cordeiro, A. C. (2018). Os desafios do processo de difusão do carro elétrico no Brasil. *Encontro Nacional de Economia Industrial e Inovação. Indústria e Desenvolvimento Econômico: Desafios e Perspectivas*, 3. Uberlândia, Minas Gerais.

CAROLINA CURASSÁ ROSA DE SOUZA, JAQUELINE HIROI

- Empresa de Pesquisa Energética (2020). *Matriz energética e elétrica*. Portal EPE. Recuperado de <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>.
- Gil, A. C. (2018). *Como elaborar projetos de pesquisas* (6a. ed.) São Paulo: Atlas. ISBN 978-85-97-01292-7
- Brito, E. P. Z., Morganti, F., Brito, L. A. L. B (2009). Inovação e o desempenho empresarial: Lucro ou crescimento? *RAE*, 8, (1).
- Mansfield, E (1962). Entry, Gibrat's law, innovation, and the growth of firms. *The American Economic Review*, 52(5), 1023-1051.
- Motohashi, K. (1998). Innovation strategy and business performance of Japanese manufacturing firms. *Economics of Innovation and New Technology*, 7(1), 27-52.
- Nada de elétricos: Por que Brasil continuará sendo a terra dos carros flex? (2020). *Uol*. Recuperado de <https://www.uol.com.br/carros/colunas/primeira-classe/2020/10/05/carro-eletrico-tera-espaco-no-mercado-brasileiro-a-curto-prazo.htm>.
- Neto, R. S. (2018). *Estrutura de mercado das empresas automobilísticas: Análise da concentração no Brasil* (monografia de especialização). Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- Silva, E. R. (2011). *Análise do crescimento da motorização no Brasil e seus impactos na mobilidade urbana* (dissertação de mestrado). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Vale a pena ter um carro elétrico no Brasil? Veja prós e contras (2020). *TechTudo*. Recuperado de <https://www.techtudo.com.br/noticias/2020/08/vale-a-pena-ter-um-carro-eletrico-no-brasil-veja-pros-e-contras.ghtml>.