



## **As grandes empresas fabricantes de automóveis incumbentes e incorporação de uma nova estratégia empresarial associada ao veículo elétrico**

### **RESUMO**

Neste artigo, realiza-se uma análise da trajetória da mobilidade elétrica, sob o ponto de vista dos fabricantes de automóveis tradicionais, denominados de empresas incumbentes. Assim, pretende-se compreender os motivos pelos quais as incumbentes começam a integrar na sua estratégia empresarial e no seu portfólio, os veículos elétricos.

Desde 1960, os veículos elétricos passaram por períodos oscilantes de interesse, por parte dos fabricantes e do público, devido a fatores como a regulação, competição e desenvolvimento tecnológico. Atualmente, ainda nos encontramos numa fase inicial, onde os fabricantes de automóveis convencionais começam a incluir nos seus portfólios os veículos elétricos, nas suas mais diversas configurações tecnológicas. Porém, ao contrário do passado, as empresas incumbentes da indústria automobilística estão a investir fortemente na propulsão elétrica. Então, os fabricantes de automóveis não estão à espera que o mercado de veículos elétricos se desenvolva, mas sim a tomar decisões assertivas na expansão deste mercado, por conta própria e pressionados pela legislação e regulação.

### **PALAVRAS-CHAVE**

veículo elétrico; incumbentes; regulação; concorrência; desenvolvimento tecnológico; difusão de mercado.

### **ABSTRACT**

This paper carries out an analysis of electrical mobility's trajectory under the traditional large car manufacturer's point of view, termed as incumbent companies. Thus, it is intended to understand the reasons for which incumbents begin to incorporate the electrical vehicle (EV) in their vehicle portfolio decisions and business strategy.

Since 1960, EVs have undergone oscillating periods of interest by large car manufacturers and social acceptance, due to factors such as regulation, competition and technological development. Currently, we are still at an early stage, where large car manufacturers are beginning to include electrical vehicles in their various technological configurations in their vehicle portfolio decisions. However, unlike the past, incumbents in the automotive industry are investing heavily in electric propulsion. Therefore, car manufacturers are not waiting for the market success of electrical vehicles, but rather making assertive decisions in this market's expansion, on their own and pressured by legislation and regulation.

### **KEYWORDS**

electrical vehicle; incumbents; regulation; competition; technological development; market diffusion.

### **ÁREA TEMÁTICA**

**3. Estratégias empresariais, financiamento e governança corporativa**

3.3. Estratégias empresariais

**JEL: L25; L62.**

## INTRODUÇÃO

Atualmente, o mundo enfrenta desafios fundamentais para a sustentabilidade nos mais diversos domínios. Assim, os problemas como a mudança climática, a degradação dos ecossistemas, a exploração dos recursos naturais e a falta de água limpa, criam grandes desafios nos setores de suprimento de energia, de água e no transporte. Contudo, a questão econômica também exerce pressão no sistema, onde a maioria dos problemas são de natureza ambiental e social (Markard et al., 2012). Estes desafios podem requerer mudanças indispensáveis nas práticas de consumo, estilo de vida, tecnologias, infraestrutura, modelos de negócio e políticas (Lindberg et al., 2018).

Dentro deste contexto, um foco de atenção particular é o sector de transporte, responsável, por aproximadamente, um quarto das emissões de CO<sub>2</sub> no mundo, com perspectivas de aumentar em 50% em 2030 (Han et al., 2017). Além disso, as formas contemporâneas de transporte são, na sua maioria, baseada em combustíveis fósseis, constituindo uma fonte de poluição do ar e de emissões ambientalmente nocivas. Assim, desde 1908, o setor de transporte automobilístico está associado ao convencional motor de combustão interna (ICE), movido a gasolina ou a *diesel*.

Assim, no século XXI surgiram diversas soluções possíveis, no que toca ao tipo de energia associada aos veículos leves de passageiros, que passam pela a economia do hidrogênio, pelos motores *flex*, aos carros híbridos (sobretudo com a tecnologia plug-in) e elétricos, juntamente com o papel dos biocombustíveis (etanol e *biodiesel*) de primeira e segunda geração, os combustíveis sintéticos e as células a combustível (Pinto Jr et al., 2016). Destaque-se, que dentro dos veículos elétricos (EVs), existem alternativas tecnológicas que variam entre os veículos elétricos totalmente híbridos (HEV), os veículos elétricos híbridos plug-in (PHEV), os veículos elétricos com bateria (BEV) e os veículos elétricos a célula de combustível (FCEV) (Kieckhäfer et al., 2017).

Tal como destacam Helm e Hepburn (2019), as transformações recentes apontam para uma ampliação da eletrificação de diferentes atividades e setores econômicos<sup>1</sup>, reservando destacado papel para os instrumentos de política energética que permitam acelerar esse processo de transformação.

Neste sentido, os EVs são um instrumento importante para a descarbonização do transporte, pois oferecem potencialmente um conjunto de benefícios, como a redução da poluição local, sonora e a dependência ao petróleo, em especial se a eletricidade utilizada for gerada através de energia nuclear<sup>2</sup> ou de fontes de energia renovável (Langbroek et al., 2016; Kester et al., 2018). Cabe notar todavia que, mesmo que o EV seja carregado através de energia elétrica originada a partir do carvão, este vai emitir menos gases com efeito de estufa por quilómetro viajado. Isto é explicado, porque um motor a combustão interna é um mecanismo térmico, que desperdiça 70% da sua energia no processo desta chegar às rodas do veículo, enquanto que a propulsão elétrica possui um desperdício de energia que ronda os 10% (Sioshansi e Webb, 2019).

Desta forma, o setor de energia, particularmente de energia elétrica, está a mover-se de um século com reduzidas mudanças tecnológicas para um, onde necessita de lidar com novas tecnologias na geração de eletricidade, armazenamento, tecnologias *smart* do lado da demanda, juntamente com a ampliação da penetração dos veículos elétricos e a tendência para o aumento da digitalização, que acarreta um crescimento considerável da demanda por eletricidade no futuro (Helm, 2016).

Por sua vez, o setor automobilístico que era caracterizado tradicionalmente por uma estabilidade dinâmica, obtida através de economias de escala, custos afundados que se modificou pouco no espaço de um século, onde esta estabilização pode ser explicada também, pelo poder dos fabricantes de automóveis e empresas de petróleo entre as grandes cooperações internacionais, que consolidaram o seu poder com o

---

<sup>1</sup> “In sum, for powerful reasons both on the demand and the supply side, an age of electricity now appears to be inevitable. The only question is the pace of change. It will not be stopped by policy errors, but could be accelerated by sensible interventions” (Helm e Hepburn, 2019, p.186).

<sup>2</sup> Note-se, que é a segunda maior fonte de energia elétrica de baixo carbono, a seguir à hidroelétrica (OECD/IEA, 2018a). No entanto, é uma tecnologia que possui riscos socio-ambientais elevados, estando em declínio nos países membros europeus. Trata-se de uma tecnologia com uma geração, mais ou menos estável, em termos absolutos atualmente.

crescimento da demanda de veículos leves e derivados de petróleo, ao longo do século XX (Pinto Jr et al., 2016).

O conceito de regime sociotécnico está associado a ideia de Geels (2004) e de Geels e Schot (2007), para se referir a um conjunto de regras semi-coerentes suportado por diferentes grupos sociais. Logo, estes regimes fornecem coordenação e orientação nas atividades relevantes para a estabilidade do sistema, isto é, na tecnologia, no conhecimento científico, no mercado, na infraestrutura, na cultura, na *network* industrial e na política setorial. Porém, por vezes, estas trajetórias divergem e surgem tensões e desajustes. Portanto, os regimes alternativos, para serem contemplados, necessitam de passar por um processo de realinhamento emergente, para que possam competir com alternativas bem desenvolvidas (Dijk et al., 2016). Isto é, os regimes alternativos necessitam de competir e ultrapassar as tecnologias mais maduras.

Note-se, que esta situação de indefinição é típica em momentos de transição, onde existe uma variedade de inovações tecnológicas que competem entre si, mas que ao mesmo tempo se complementam, até se atingir uma solução economicamente viável e dominante (Pinto Jr et al., 2016; Wilson e Tyfield, 2018)

Assim, a mudança de século é marcada por um esforço das políticas energéticas para a obtenção de segurança energética, de redução da dependência externa de energia, da redução de emissões de CO<sub>2</sub> e a tentativa da mitigação da problemática da mobilidade urbana, anunciando uma transição energética e tecnológica no abastecimento dos veículos, que pode ser longa. Contudo, tudo indica que no futuro, a indústria automobilística seja significativamente distinta, num contexto marcado pela incerteza (Pinto Jr et al., 2016).

Percebe-se, portanto, que os EVs necessitam competir com os veículos convencionais de ICE, que já atingiram um nível elevado de avanço tecnológico e de aceitação social. Então, para ultrapassar esta desvantagem competitiva, as inovações e as tecnologias sustentáveis necessitam de ser aceitas e promovidas pelos atores chave do mercado. No que toca aos EVs, é necessário uma aceitação por parte dos consumidores, dos *policy makers* e dos fabricantes de automóveis (Kieckhäfer et al., 2017).

No entanto, o impacto das decisões dos fabricantes de automóveis no portfólio de veículos oferecidos no mercado tem recebido uma atenção limitada por parte literatura, uma vez que a maioria dos estudos se concentram nos instrumentos de política pública, no comportamento do consumidor e na disponibilidade da infraestrutura e não, no papel dos fabricantes de automóveis (Kieckhäfer et al., 2017; Jang et al., 2018).

Porém, os fabricantes de automóveis estabelecidos podem influenciar a difusão do mercado dos EVs, beneficiando-se de uma vantagem competitiva, se definirem o seu produto futuro e a sua configuração na fonte de energia. Logo, esta compreensão mais ampla do portfólio de veículos definida pelos fabricantes de automóveis é um pré-requisito importante para se conseguir definir os instrumentos de política eficientes e eficazes (Kieckhäfer et al., 2017).

Wesseling et al. (2015) consideram que os grandes produtores de automóveis são aqueles que produziram mais de um milhão de veículos leves de passageiros, no ano de 2011. Representam 85,4% das vendas globais neste período e são 15 firmas incumbentes (Toyota, Volkswagen, General Motors, Hyundai, Honda, PSA, Nissan, Ford, Suzuki, Renault, Fiat, BMW, Daimler AG, Mazda e Mitsubishi).

Assim, a transformação do setor automobilístico pode ser gradual, onde as empresas incumbentes mantêm as suas posições e papéis, adaptando as suas tecnologias principais ou os seus modelos de negócio. Ou, por outro lado, a alteração da estrutura do setor pode mudar de uma forma caótica e pouco planeada, substituindo as tecnologias principais e diminuindo as posições das incumbentes. Este é o caso da transição anterior das carruagens e dos cavalos para os automóveis (Lindberg et al., 2018). Fica claro, que as inovações podem ter um carácter radical ou disruptivo, que por sua vez, têm um impacto na configuração da transição.

Dado este contexto, a questão central a ser tratada neste texto é a seguinte: **Quais os traços marcantes das novas estratégias das grandes empresas fabricantes de veículos leves de passageiros convencionais, consideradas firmas incumbentes na indústria ICE automobilística, no intuito de**

## **incorporar nas suas estratégias empresariais, as diferentes tecnologias associadas à difusão dos veículos elétricos?**

Para responder a esta questão, o trabalho é organizado em três seções. A primeira trata-se de uma breve descrição do comportamento das empresas incumbentes na presença de uma nova tecnologia que desestabiliza o sistema. Em seguida, é feita uma breve caracterização histórica do surgimento do EV e dos seus ciclos de popularidade junto do interesse público, desde 1960 até aos dias de hoje, na União Europeia (UE) e nos Estados Unidos da América (EUA). E por fim, identifica-se as resistências e os motivos que levaram à incorporação dos EVs nas estratégias empresariais de algumas grandes empresas estabelecidas ICE.

### **1. VEÍCULO COM MOTOR COMBUSTÃO INTERNA E AS SUAS EMPRESAS INCUMBENTES**

O primeiro motor a combustão interna moderno foi construído em 1876 por Nikolaus Otto. Três anos mais tarde, Carl Benz desenvolveu um modelo a gasolina estacionário com um cilindro numa máquina a dois tempos. Este motor provou ser uma revolução no sistema de transporte, substituindo o modelo anterior de mobilidade, associado às carruagens e aos cavalos. Atualmente, o ICE atingiu mais de um bilhão de veículos, que são utilizados como principal meio de transporte (Agarwal *et al.*, 2019).

Uma das principais vantagens associadas a este padrão de mobilidade é a sua flexibilidade na locomoção para qualquer lugar. Consequentemente, as cidades expandiram-se em várias direções, pois as pessoas deixavam de estar dependentes dos rios e das redes ferroviárias. Por outro lado, um dos principais problemas associados a este *design* refere-se à distribuição espacial desigual do recurso natural, o petróleo (Agarwal *et al.*, 2019).

Nos últimos cem anos, este regime do motor de combustão interna (ICE) tem dominado. Logo, a mobilidade do veículo leve de passageiros está *locked-in*<sup>3</sup> a este regime, devido em parte ao contexto social em que está inserido (Dijk *et al.*, 2013).

Na literatura da transição para a sustentabilidade e da perspectiva multinível, as firmas estabelecidas, maduras ou incumbentes, também têm sido estereotipadas como *locked-in* a um determinado sistema sociotécnico, promovendo apenas as trajetórias estabelecidas, neste caso o veículo ICE. Destaque-se, que uma empresa incumbente é definida, por aquela que já se encontra estabelecida e posicionada no mercado, contendo interesses vastos, capacidades acumuladas historicamente, bem como uma cadeia de fornecimento bem desenvolvida e um modo de operação institucionalizado (Steen e Weaver, 2017). Frequentemente, estas empresas atrasam ou até ignoraram, as transições para uma sociedade mais sustentável (Van Mossel *et al.*, 2018).

Esta dificuldade por parte das empresas incumbentes em lidar com as descontinuidades tecnológicas foi abordada pela literatura de forma heterogénea. No que toca às explicações *Competence-based*, as competências tecnológicas constituem a base principal da competição, sendo a posição de incumbente ameaçada quando as novas tecnologias tornam essas competências obsoletas. Por outro lado, as explicações *Market-based* sugerem que as empresas incumbentes são desafiadas, quando as novas tecnologias oferecem atributos diferentes. Ambas as abordagens destacam que as descontinuidades tecnológicas alteram drasticamente a competição na indústria (Bergek *et al.*, 2013).

Assim, uma fonte de *lock-in* do lado da produção de veículos parte de não ser atrativo economicamente investir numa nova tecnologia, que não é considerada competitiva em termos de custos. Especialmente num contexto altamente competitivo, dado que nas últimas décadas, muitas das grandes empresas fabricantes de automóveis lutam para sobreviver. Então, para estas tornou-se mais seguro e

---

<sup>3</sup> Efeito de bloqueio das demais alternativas tecnológicas (Arthur, 1989). Isto é, um *cluster* de tecnologias pode impedir que alternativas abandonadas percorram a curva de aprendizagem e tenham a oportunidade de mostrar o seu potencial. A estrutura do setor de transportes e de toda a economia em combustíveis fósseis tem sido considerada, como uma forma de *carbon lock-in*, que bloqueia o surgimento e desenvolvimento de alternativas tecnologicamente inovadoras (Unruh, 2000).

atrativo investir em inovação na tecnologia existente, do que em outras, devido ao risco de aceitação baixa por parte dos consumidores.

Entende-se então, o padrão de contínuo de aperfeiçoamento do *design* dominante, por parte dos fabricantes de automóveis convencionais, que possuem o objetivo de melhorar a *performance* ambiental dos ICEs, pois estes não querem abandonar as suas competências principais. Tratam-se de inovações incrementais, que resultam num padrão cumulativo de mudança tecnológica. Logo, os veículos híbridos podem ser encarados como uma tentativa de inovação de transição (Dijk *et al.*, 2013).

No entanto, existem firmas incumbentes que desenvolvem inovações radicais, que por vezes podem ser disruptivas (Steen e Weaver, 2017). Portanto, permanece pouco claro, quais os fatores que causam comportamentos variados das firmas incumbentes durante as transições e até que fatores é que afetam a sua sobrevivência, visto que existem firmas incumbentes que resistem à mudança fundamental, enquanto que outras respondem à transição de forma díspar (Van Mossel *et al.*, 2018).

As firmas que introduzem inovações são importantes vetores de mudança. Enquanto, que no passado, as empresas estabelecidas estavam associadas a uma única trajetória tecnológica, *path-dependence*, atualmente, algumas destas firmas são capazes de lidar com múltiplas trajetórias. Assim, as empresas incumbentes num setor estabelecido, por vezes, optam por diversificar as suas atividades, com o objetivo de responder às alterações das pressões de seleção das suas atividades principais, assim como, à oportunidade de se associar às novas tecnologias e às indústrias emergentes. Saliente-se, que esta diversificação está associada ao crescimento da firma ou à sua sobrevivência, definindo orientações estratégicas para o futuro, que podem passar pelo desenvolvimento das linhas de produtos existentes ou perseguir novas oportunidades (Steen e Weaver, 2017).

Consequentemente, se as incumbentes optarem por se diversificarem no novo setor emergente, estas podem contribuir para fortalecer a credibilidade das novas tecnologias, da sua variedade e até mesmo da inovação, promovendo a transferência de conhecimento e de recursos. Além disso, as empresas que diversifiquem para setores adjacentes ou relacionados, podem transferir ativos importantes, que não conduzem apenas à expansão da variedade tecnológica, mas também à ampliação dos modelos de negócios, das *networks* e das estratégias de inovação, acelerando até a implementação de novas soluções.

Adicionalmente, este processo de diversificação das empresas incumbentes vai ser influenciado pelo ambiente institucional e pelas oportunidades e barreiras percebidas, associadas ao crescimento do setor estabelecido e do emergente. Este ambiente institucional pode ser fruto de intervenções governamentais através de políticas públicas e dos seus instrumentos de incentivo, que variam de forma exponencial entre países e segmentos de mercado.

Note-se, que as empresas incumbentes possuem recursos para direcionar o futuro de uma indústria ou para influenciar os marcos regulatórios, através da *lobbying* na decisão política. Segundo Steen e Weaver (2017), estas empresas estabelecidas também são capazes de criar mudanças significativas na sua indústria através da recolocação dos recursos financeiros e humanos, ou até mesmo, o desenvolvimento de novas tecnologias. Percebe-se, então, que as firmas incumbentes podem desempenhar papéis fundamentais no desenvolvimento, maturidade e difusão de nichos tecnológicos, como é o caso dos veículos elétricos.

Destaque-se, que as empresas incumbentes podem ser as primeiras a entrar nos nichos, podem apenas seguir os nichos, atrasar a transição ou permanecer inertes às mudanças (Van Mossel *et al.*, 2018). Todavia, para que as empresa incumbentes persigam as inovações tecnológicas de nicho, estas necessitam de incentivos para a possibilidade de manterem a sua competitividade, aumentarem a sua quota de mercado e de oportunidades para investirem em inovações sustentáveis ou radicais (Wesseling *et al.*, 2015).

Dado este contexto, Geels (2014) sugere uma tipologia em que defende que num primeiro estágio, as empresas incumbentes não vão compreender as pressões de mudança e vão agir como se estivessem em negação. Em seguida, aumentam a pressão para realizar pequenos ajustes na sua tecnologia convencional, através de inovações incrementais locais. Na terceira fase, as pressões externas são de tal ordem, que as empresas estabelecidas começam a realizar alguma pesquisa e alguns processos de reorientação para a exploração de novas tecnologias e de novas capacidades. Por último, as pressões externas e os problemas

associados à *performance* estrutural conduzem à recriação estratégica, onde o comportamento, o *mindset* e as missões são radicalmente alterados, podendo indicar uma possível desestabilização do regime (Steen e Weaver, 2017).

Torna-se claro, que para as empresas incumbentes sobreviverem e melhorarem a sua posição competitiva, necessitam de uma acumulação criativa, isto é, precisam de desenvolver rapidamente as suas tecnologias estabelecidas, adquirir novas tecnologias e integrar estas tecnologias e competências novas com as anteriores.

Então, até ao início do século XXI, a sociedade estava adaptada à velocidade, autonomia, segurança, estilo, utilidade, conveniência e potência do motor ICE, ao conhecimento e manutenção das *networks*, à regulação existente e portanto, à sua aceitação cultural. De facto, uma *performance* ambiental ou um custo operacional mais baixo não fornece nenhuma vantagem comparativa aos EVs perante os ICEs (Bergek *et al.*, 2013).

Contudo, existem várias possibilidades no que toca a uma possível transição para a mobilidade elétrica individual, que era retardada pela estabilidade do setor automobilístico até 2005 (Dijk *et al.*, 2013).

## **2. AS VANTAGENS E DESVANTAGENS DOS VEÍCULOS ELÉTRICOS PUROS, O SEU SURGIMENTO E A BUSCA DE MATURIDADE**

Os veículos elétricos são antigos na indústria automobilística, mas estes foram ultrapassados pelos carros a gasolina, na década de 1910 (Bergek *et al.*, 2013). Os EVs estão relacionados com a procura por energia limpa e são uma solução verde que vai ao encontro da proteção do ambiente, na medida em que a sua mobilidade não tem emissões de gases nocivos. Os veículos elétricos a bateria (BEVs) definem-se aqui, como os veículos que utilizam um ou mais motores elétricos e que possuem baterias recarregáveis, que podem ser abastecidas nas habitações ou em pontos de recarga rápida públicos (Weldon *et al.*, 2018).

Estes possuem quase as mesmas vantagens e desvantagens do veículo convencional, com uma funcionalidade idêntica aos veículos a motor de combustão interna, mas com uma fonte de propulsão diferente. São veículos menos poluentes (se a energia elétrica for produzida a partir de fontes limpas), são mais silenciosos, econômicos e utilizam diretamente menos combustíveis fósseis. Por outro lado, apresentam a desvantagem de uma autonomia reduzida e preços de aquisição relativamente mais elevados, associados à falta de maturidade da curva de aprendizagem da bateria *Lithium-ion* (Laurischkat e Jandt, 2018). Note-se, que a aceitação dos EVs, por parte dos consumidores, é considerada uma das barreiras principais para a difusão em larga escala do veículo elétrico, sobretudo porque existe a percepção negativa na opinião pública do elevado preço inicial de compra do BEV, quando comparado com a alternativa do veículo ICE (Weldon *et al.*, 2018).

Consequentemente, depois do aparecimento do veículo elétrico, seguiu-se o seu declínio no final do século XIX e no início do século XX. Estes veículos pareciam que não conseguiam competir com os veículos ICE, uma vez que estes eram considerados mais convenientes e menos dispendiosos. Adicionalmente, os combustíveis fósseis conseguiam ser armazenados mais facilmente, sendo mais favoráveis para serem transportados pelos veículos.

Algumas desvantagens competitivas dos EVs, presentes até recentemente merecem ser destacadas. Os EVs possuíam uma autonomia de 160 Km, enquanto que os ICE poderiam percorrer mais de 500 Km com o tanque carregado. Além disso, o carregamento das baterias era mais lento, pois demorava horas. Por outro lado, o abastecimento do carro a combustível fóssil é realizado em apenas alguns minutos. Uma outra desvantagem está relacionado com o fato das baterias possuírem uma vida útil reduzida, necessitando de serem substituídas várias vezes, sendo extremamente caras. Assim, mesmo que a eletricidade fosse mais barata que o petróleo, o custo da bateria não compensava os custos operacionais mais baixos (Agarwal *et al.*, 2019).

Por outro lado, era indispensável a construção de todo um ecossistema associado à infraestrutura de produção de EVs, motores, baterias, carregamento de baterias e reparação, que necessitava de ser construído em áreas, onde já existia todo um sistema bem desenvolvido relacionado com o ICE, desde o século XX.

Destaque-se ainda, que embora este tipo de veículo não seja poluente, a maioria das plantas geradoras de eletricidade na Europa e nos EUA, estavam dependentes largamente da combustão de carvão, que é extremamente poluente.

Dijk *et al.* (2013) apontam, de forma criteriosa, as principais etapas da evolução tecnológica mais recente, identificando as principais barreiras que têm sido superadas, bem como os dispositivos legais e regulatórios que têm favorecido, progressivamente, a difusão dos EVs.

Cabe notar, inicialmente, que o interesse nos veículos elétricos com bateria (*battery electric vehicles – BEVs*) só reapareceu na década de 60 e 70 nos EUA, devido em parte, aos efeitos nefastos da poluição do ar provocados pelas emissões dos veículos convencionais e do aumento dos preços do petróleo, que deu origem ao *Clean Air Act* em 1965.

O *Clean Air Act* encorajou o desenvolvimento deste tipo de veículo, quer pelos institutos de pesquisa, como pelas firmas, mas com resultados decepcionantes em termos de *performance* tecnológica e de preço, quando comparados com o motor convencional. Consequentemente, no final da década de 70, menos de 4000 BEVs tinham sido vendidos no mundo (Dijk *et al.*, 2013).

No entanto, o interesse público nos veículos elétricos com bateria ressurgiu em meados da década de 80 e no início dos anos 90, acompanhado por um novo incentivo regulatório realizado pelo Estado Americano da Califórnia, com a introdução de uma nova abordagem de veículos com zero emissões (ZEV) e em menor dimensão, pelas políticas e programas ambientais na Europa.

Em Janeiro de 1990, a General Motors apresenta no *Los Angeles Auto Show*, o conceito do BEV, com o lançamento do modelo mais tarde denominado de EV1, que é interpretado pelas autoridades americanas, como se estivesse pronto para a comercialização em massa, incluindo os BEVs no mandato do *California Air Resources Board (CARB)*, com o objetivo de potenciar o desenvolvimento e as vendas dos veículos elétricos.

Destaque-se que este evento foi particularmente relevante, visto que o estado da Califórnia representava 4% do mercado de veículos leves no mundo e 12% nos EUA. Desta forma, a introdução na regulação dos veículos zero emissões foi especificamente importante para os fabricantes de automóveis, pois mais tarde, em 1994, mais quatro estados (Nova York, Massachusetts, Vermont e Maine) se juntaram a esta iniciativa. Posteriormente, oito estados aderiram ao *National Low Emissions Vehicle Program*, aprovando medidas mais restritas que as federais, requeridas pela Agência de Proteção Ambiental (Dijk *et al.*, 2013).

No que diz respeito à União Europeia, as diretivas ambientais tornavam complicada a adoção de um marco regulatório similar ao americano. Contudo, de acordo com Dijk *et al.* (2013), as autoridades nacionais, ou locais, podiam impor esse *standard*. Porém, estas optaram na sua maioria por utilizar incentivos, em vez de desincentivos, como um modo mais aceitável e, talvez mais efetivo, de promover veículos mais limpos. Os BEVs motivaram os políticos a promover a produção e a comercialização em massa, conduzindo à promoção de programas de P&D em vários países da Europa Ocidental.

Ainda segundo Dijk *et al.* (2013), no início dos anos 90, as pequenas empresas fora da indústria automobilística tradicional dominavam o desenvolvimento dos BEVs. Tratava-se de um nicho de mercado, que adotava um *design* diferente do tradicional ICE para o corpo do automóvel, dependendo menos das economias de escala e permitindo que se tornasse viável vender uns milhares de veículos – embora a um preço superior ao dos veículos convencionais.

Uma ilustração exemplar da evolução deste *design*, de acordo com Dijk *et al.* (2013), é o caso do *player* de nicho a Tesla Roadster que se destacou pela sua rápida aceleração, autonomia prolongada de 322 Km e relativamente pouco tempo de carregamento (~4 horas), mas que ainda se encontrava longe de ser competitivo com a tecnologia estabelecida ICE (Bergek *et al.*, 2013). Tanto a Tesla, quanto a empresa entrante Fisker, focaram-se em camadas altas do mercado, com os primeiros modelos com preços de venda superiores a 100 000 US\$.

Porém, ao contrário das entrantes, os produtores automobilísticos estabelecidos optaram por uma estratégia de baixo risco e custo de conversão dos modelos ICE existentes em BEVs (caso do Renault Clio e do Peugeot 106). De fato, poucas empresas tradicionais encararam a propulsão elétrica como uma estratégia rentável, até porque a competição intensa entre os produtores de motores a gasolina e a *diesel* permitiram um grande aprimoramento na *performance* do ICE ao longo da década de 90.

Apesar dos esforços regulatórios para tornar os BEV num produto de comercialização em massa na Europa e nos EUA, esta não pareceu encorajar os consumidores, o que desmobilizou os produtores de veículos estabelecidos a aumentar a sua escala. Este mandato permitiu que as empresas incumbentes fabricantes de automóveis convencionais (Ford, Chrysler, General Motors, Honda, Mazda, Nissan, e a Toyota) vendessem mais de 35 000 veículos na Califórnia (Wesseling *et al.*, 2015). Note-se, que um dos principais entraves à difusão do EV era o progresso tecnológico limitado alcançado até então, sobretudo nas baterias e nas preferências dos consumidores (Dijk *et al.*, 2013).

Consequentemente, no início dos anos 2000, a produção comercial de BEVs quase que tinha parado, visto que estes eram cerca de duas vezes mais caros que os veículos convencionais e demoravam várias horas para recarregar a bateria. Adicionalmente, o *lobbying* feito pela indústria automobilística convencional com o objetivo de diminuir a exigência regulatória, contribuiu para o atraso do sucesso comercial do BEV e para o desaparecimento nos EUA de políticas de incentivo. Nesta altura, o apoio público não era suficiente, mesmo com as associações de veículos elétricos na Europa, EUA e Ásia para travar o *lobby* industrial. Logo, os mandatos tornaram-se mais flexíveis em 1996 e ainda mais em 1998.

Por outro lado, o maior sucesso do período entre 1997 e 2005 está concentrado na tecnologia híbrida, desenvolvida por firmas estabelecidas japonesas na indústria automóvel, Toyota (com o modelo Prius I, II e III) e a Honda (com o modelo Insight). Ao contrário das outras firmas tradicionais que ficaram aliviadas pelas alterações regulatórias e que se encontravam relutantes no que toca ao investimento nestas tecnologias, concentrando-se então no desenvolvimento de carros a combustível cada vez mais eficientes, as firmas japonesas viram uma oportunidade para entrar no mercado de nicho verde, primeiro no Japão e depois nos EUA, atingindo um volume de venda mundial de mais de um milhão de carros híbridos vendidos.

Em 2005, existiu uma mudança na percepção da mobilidade elétrica, visto que as empresas tradicionais da indústria automobilística perceberam que já não existia mais mercado para o aperfeiçoamento do ICE e o tempo dos seus modelos em versões “eco” tinha chegado ao fim (caso da versão *Bluemotion line* da Volkswagen). Começou então, uma onda de *cathing-up*, no que tange os recursos investidos em P&D (Dijk *et al.*, 2013).

Desta vez, a transição para a mobilidade elétrica não era justificada pela poluição urbana, mas sim pela mudança climática. Além disso, a opinião pública ficou sensibilizada para os efeitos negativos da mudança climática, devido ao furacão Katrina em 2005 e ao documentário *Inconvenient Truth* do Al Gore. Estes eventos contribuíram para o aumento da preocupação por parte dos governos mundiais à cerca da mudança climática, conduzindo ao desenvolvimento de um marco regulatório e dos instrumentos de mercado para diminuir as emissões de carbono, indo ao encontro do Protocolo de Kyoto (Dijk *et al.*, 2013).

Portanto, os programas e as políticas criavam incentivos claros para que os produtores de veículos começassem a investir cada vez mais em P&D e em aquisições, com o objetivo de criar competências nas tecnologias dos veículos elétricos puros (BEVs) ou híbridos.

Em 2009, começou a ser visível a competição na eletrificação dos veículos, quando na edição de *Frankfurt Motor Show*, a maioria dos produtores de automóveis apresentava o seu protótipo de BEVs. Assim, para além das campanhas agressivas de *marketing* dos quatro modelos da Nissan-Renault, outras marcas europeias começaram a apresentar os seus modelos, como é o caso da Mercedes e da Fiat.

Como foi referido anteriormente, a tecnologia da bateria é um fator chave para o aprimoramento da *performance* dos veículos elétricos, conduzindo a que os produtores dos veículos realizassem parcerias com os produtores das baterias para fortalecer competências. Este é o caso da Panasonic (na altura Matsushita) e da Toyota, que formaram um *joint venture* em 1995, ou então, o caso da parceria da Nissan com a indústria eletrônica NEC E NEC Tokin, com o objetivo de produzirem baterias *lithium-ion*, em

2007 (Dijk *et al.*, 2013). Percebe-se, portanto, que enquanto os produtores japoneses optavam por trabalhar com os produtores de baterias, os produtores de veículos americanos preferiram manter as suas relações *arms-length* com estes, ou seja, evitavam intimidade ou contato direto.

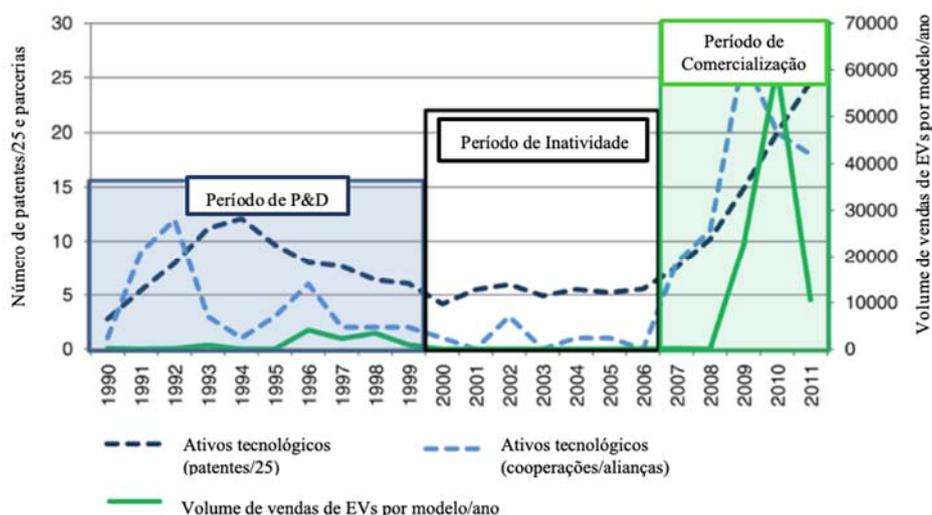
Contudo, a infraestrutura de recarga também é crucial para a difusão do veículo elétrico. Os esforços realizados pelos governos também se intensificaram em meados dos anos 2000. Além disso, as empresas fornecedoras de eletricidade também se envolveram na promoção da mobilidade elétrica, pois encaravam as parcerias como uma nova oportunidade de negócio. Destaque-se o papel destes *players* na maturidade da infraestrutura de recarga essencial na fase inicial de 2010-2020.

Por fim, como sublinham Dijk *et al.* (2013), dentro desta dinâmica também começou a surgir um novo tipo de ator ou os chamados operadores, que fornecem mobilidade. Isto é, o serviço está centralizado na mobilidade e não no veículo, ou no percurso. Trata-se dos serviços de *car sharing* em combinação com a utilização do transporte público. Note-se, que não se deve confundir o *car sharing* com o *car-pooling*, onde os veículos são, simultaneamente, partilhados por poucas pessoas. Os consumidores do *car sharing* utilizam o veículo sequencialmente e o veículo é alugado com base no trajeto. Este novo modelo de negócio tira proveito dos custos operacionais e de manutenção mais baixos deste tipo de veículo, com uma utilização mais intensiva, diluindo o custo inicial de aquisição mais elevado.

No âmbito das políticas de transporte, muitos países começam a optar pela intermodalidade, para reduzir a dependência ao carro, especialmente para viagens onde existe falta de alternativas ao veículo. Além disso, muitas cidades começam a optar por políticas restritas à utilização dos veículos no centro da cidade, oferecendo o serviço de bicicletas nestas áreas citadinas.

Wesseling *et al.* (2015) sintetizam este período de 1990-2010 em três fases, onde a primeira está associada ao P&D, a segunda a uma fase de inatividade e por último, uma fase de comercialização (Fig.1).

Em suma, quando se olha para o desenvolvimento do EV em retrospectiva nos últimos 40 anos, percebe-se que ocorreu em ciclos, sendo incapaz de sair do seu pequeno nicho. Até agora, quer os veículos tradicionais convertidos a BEVs (pelas empresas incumbentes que não se dedicam exclusivamente à sua produção), quer os BEVs produzidos pelas entrantes, não são capazes de competir com os veículos com um motor de combustão interna. Logo, a maioria dos EVs vendidos no mundo são em mercados não convencionais: como projetos de demonstração, utilizadores de frotas preocupados com o ambiente, ou pelo auxílio prestado pelos subsídios.



**Figura 1** Tendências em P&D e a comercialização entre 1990-2011

Fonte: Adaptado Wesseling et al. (2015)

De fato, o futuro da mobilidade elétrica está dependente de avanços na infraestrutura, na mobilidade, no regime de produção automóvel global, nos preços da energia e no setor elétrico. No entanto, um

aspecto parece não ser mais uma fonte de incerteza: a produção global de automóveis já está em vias de alteração, quer em termos de tamanho de mercado, como no foco tecnológico.

### 3. AS RESISTÊNCIAS À DIFUSÃO DO EV E O PAPEL DAS EMPRESAS INCUMBENTES NESTE CENÁRIO DE TRANSIÇÃO

Os fatores ambientais e geopolíticos começaram a encorajar a reorganização dos veículos elétricos como uma alternativa de meio de transporte. Atualmente, tratam-se da opção com maior aceitação, especialmente em mercados de grande dimensão como os EUA, Europa, China e Índia (Contestabile *et al.*, 2017).

Em 2016, a penetração dos veículos elétricos na frota mundial ainda era baixa, cerca de dois milhões de unidades (correspondente a 0,2% do total dos veículos leves de passageiros em circulação), mas com uma tendência de crescimento da quota de mercado (OECD/IEA, 2017; Hoarau e Perez, 2018). No entanto, em 2016, atingiu-se este valor de *stock* global, quando em 2015, era apenas constituído por cerca de um milhão (Agarwal *et al.*, 2019). Mais tarde, em 2017, o *stock* global de carros elétricos de passageiros atingiu os 3.1 milhões, representando um aumento de 57% em relação ao ano anterior (OECD/IEA, 2018a).

Em 2017, cerca de 40% da frota de carros elétricos encontrava-se na China, com aproximadamente, um milhão de carros elétricos na estrada, enquanto que os EUA e a Europa eram responsáveis por sensivelmente um quarto, cada um da frota global (OECD/IEA, 2018a)

Este aumento da penetração dos EVs pode ser explicado, em parte, pelos novos desenvolvimentos que conduziram à queda dos preços das baterias, ao aumento da capacidade destas, à diminuição do tempo da recarga rápida, ao aumento das preocupações associadas à qualidade do ar, ao impacto global da mudança climática e ao aumento da quota de energia renovável nos *mixes* nacionais de eletricidade.

No entanto, políticas públicas e as iniciativas regulatórias foram essenciais para promover a mudança para a mobilidade elétrica e para que se conseguisse atingir os desenvolvimentos anteriormente referidos. Porém, inicialmente, parecia que um conjunto de *players* – produtores tradicionais de veículos ICE, consumidores e as próprias *utilities* elétricas - não iriam beneficiar desta alteração.

Segundo Agarwal *et al.* (2019), as políticas públicas permanecem sendo necessárias para tornar os EVs atrativos para os consumidores e menos arriscados para os produtores de automóveis. Neste registro, destaca-se a importância de mecanismos de incentivo, tais como: 1) os que apoiavam a pesquisa e o desenvolvimento; 2) uma alteração na regulação; 3) incentivos financeiros e por fim, 4) incentivos não financeiros, que enalteciam o valor da proposição dos EVs.

Desta forma, a difusão da propulsão elétrica pode seguir duas *pathways* diferentes. Na primeira, a substituição dos veículos a combustível é simplesmente outro contexto social sustentado pelo veículo, num processo de substituição técnica e não numa transição. No entanto, na outra *pathway*, as alternativas aos combustíveis fósseis são utilizados em combinação com outros meios de transporte, através de uma reconfiguração da própria *pathway*.

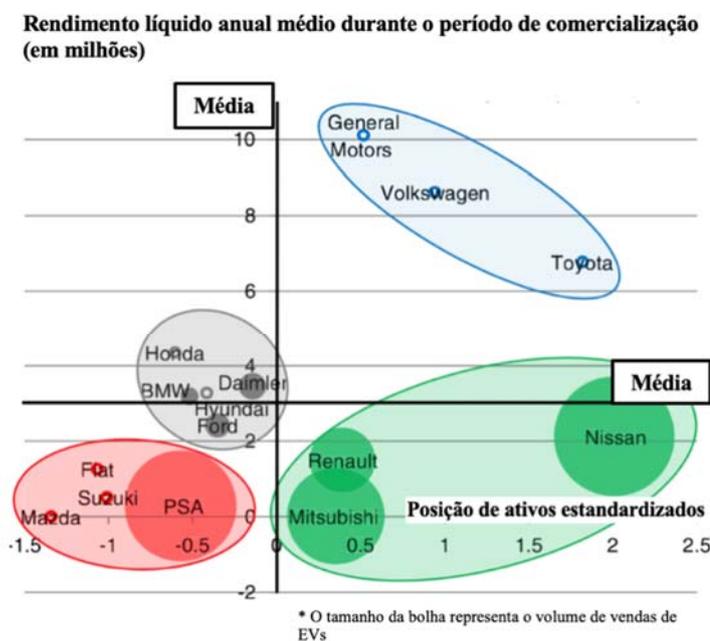
Dijk *et al.* (2013) ressaltam que a diferença entre estas trajetórias é ao nível de mudança no padrão de mobilidade e no comportamento da demanda do consumidor. No entanto, a reconfiguração do setor automobilístico e do próprio setor de transportes está dependente de uma infraestrutura de recarga extensiva, uma mudança significativa no padrão de mobilidade através da propriedade partilhada do veículo e da intermodalidade, da maturidade de um segmento significativo e lucrativo de mercado dos BEVs, um aumento do preço do petróleo, de políticas climáticas ambiciosas e de mudanças significativas no sistema de eletricidade, através de um carregamento variável através da energia eólica ou solar, em combinação com as *smartgrids*. Contudo, mesmo que estes sinais se revelem fracos, o motor de combustão interna não se vai manter como o único sistema de propulsão.

Desta forma, as grandes empresas incumbentes fabricantes de automóveis convencionais encontram-se num dilema, pois podem atingir uma maior eficiência de combustível através de motores ICE mais combustíveis eficientes, ou simplesmente, realizar a transição para os EVs (Sioshansi e Webb, 2019). Saliente-se, que os fabricantes de automóveis são atores chave na difusão do veículo elétrico, uma vez que estes podem utilizar as suas decisões de portfólios de veículos para servir de alavanca para o desenvolvimento do mercado de veículos elétricos. Isto é particularmente relevante, se for acompanhado de mudanças no comportamento dos consumidores.

Por isso, é que Kieckhäfer *et al.* (2017) defendem que *os policy makers* devem focar também no direcionamento dos fabricantes de automóveis, para que estes melhorem a sua oferta de modelos EVs, assim como, subsidiam a compra e a utilização destes veículos.

No entanto, no ponto de vista individual do fabricante de automóveis tradicional, a saída da venda dos veículos convencionais de ICE movidos a gasolina e a *diesel* demasiado cedo, é particularmente desvantajosa no curto ou no médio prazo, se o consumidor se comportar de forma conservadora.

Por outro lado, no longo prazo, assim que o mercado dos EVs se comece a desenvolver, esta decisão pioneira pode ser benéfica. Então, parece improvável que um fabricante de automóveis incumbente tome esta decisão de animo leve, pois pode sofrer graves perdas de quota de mercado por um longo período de tempo (Kieckhäfer *et al.*, 2017).



**Figura 2** Grandes empresas incumbentes ICE organizadas por *clusters*

Fonte: Adaptado Wesseling *et al.* (2015)

Wesseling *et al.* (2015) criaram a figura (Fig.2) que evidencia como é que as grandes firmas incumbentes produtoras tradicionais de veículos ICE se organizam, dado o incentivo e a oportunidade inovar nos EVs entre 1990-2011, medida pelo rendimento líquido anual (y) e pelo volume de vendas anual dos EVs (x). Note-se que as linhas a negrito mostram o rendimento médio e a posição média dos EVs dentro da população dos grandes fabricantes de automóveis convencionais.

O quadrante do *cluster* de firmas a vermelho ressalta as empresas que possuem um grande incentivo a inovar, mas uma oportunidade reduzida para o fazer. Então, a estratégia destas empresas pode ser inserida nas *laggard* (retardatárias), visto que a maioria destas firmas não pretende comercializar os EVs, no curto prazo (Suzuki, Mazda, Fiat, PSA). No que toca ao quadrante azul, este consiste nas empresas que possuem pouco interesse e grande oportunidade para explorar os EVs, o que indica também uma estratégia *laggard*, no período inicial de comercialização (Toyota, Volkswagen, General Motors).

Por outro lado, o *cluster* cinzento tem um incentivo médio a inovar e alguma oportunidade para o realizar (Honda, BMW, Daimler, Hyundai e Ford). Note-se, que estratégias destas empresas são heterogêneas, no entanto, todas estas estavam a experimentar a comercialização do EV. Porém, a Hyundai estava apenas concentrada a vender veículos a células de hidrogénio e outros veículos mais radicais. Este grupo foi denominado pelos autores de *quick followers*.

Finalmente, no quadrante verde, as empresas possuem um alto incentivo e uma posição alta de ativos para investir nos EV (Nissan, Renault e Mitsubishi). Este grupo é considerado *first mover*, na medida que estas empresas venderam mais veículos EVs no período, quando comparado com os outros fabricantes.

Vale notar assim que, ao contrário do passado, as empresas incumbentes da indústria automobilística estão a investir fortemente na propulsão elétrica. A BMW anunciou que iria vender cerca de 0.1 milhão de EVs em 2017 e que em 2025, 15-25% da sua percentagem de vendas seria associada ao motor de propulsão elétrica. No que toca às empresas chinesas, estas planeiam vender 4.25 milhões de EVs em 2020, enquanto que a Honda pretende que dois terços das suas vendas em 2030 sejam de veículos elétricos. Por sua vez, a Renault-Nissan pretendem ter, em 2030, uma venda acumulada de 1.5 milhões de EVs. Já a Tesla, deseja atingir a venda de meio milhão de carros elétricos em 2018 e a marca de um milhão de carros vendidos por ano em 2020. Por outro lado, a Volkswagen planeia uma venda anual de 2 a 3 milhões de EVs em 2025, enquanto que a Volvo quer atingir uma venda acumulada de um milhão de EVs em 2025 (Agarwal *et al.*, 2019).

Em suma, os fabricantes de automóveis não estão à espera que o mercado de veículos elétricos se desenvolva. Estes já passaram para a fase de tomar decisões de investimento assertivas na expansão deste mercado por conta própria e pressionados pela legislação e regulação (Kieckhäfer *et al.*, 2017).

Percebe-se ainda, que nos encontramos numa fase inicial, onde os fabricantes de automóveis convencionais começam a incluir nos seus portfólios os veículos elétricos, nas suas mais diversas configurações tecnológicas. Assim, quanto mais fabricantes de automóveis introduzirem estes veículos, maior será o impacto na difusão no mercado como um todo e na quota de mercado de cada fabricante.

Então, quanto mais veículos elétricos forem introduzidos no mercado auxiliados pelas campanhas de *marketing*, maior será a aceitação por parte do interesse público, maior a alteração das preferências dos consumidores, que acabam por adquirir um veículo e reportar a sua experiência de forma positiva aos outros consumidores, através do boca-a-boca (Kieckhäfer *et al.*, 2017). Wesseling *et al.* (2015) apontam ainda, que as firmas menos lucrativas no regime ICE e as que possuem ativos necessários aos EVs são as que mais efetuam campanhas de *marketing*.

Kieckhäfer *et al.* (2017) destacam ainda, que uma das razões para que as vendas dos EVs ainda sejam tão baixas, pode ser explicada pela oferta insuficiente de modelos de veículos elétricos durante os últimos anos e não só, as desvantagens associadas ao preço, autonomia da bateria e a amplitude da infraestrutura. Em 2016, haviam apenas 20 modelos de BEVs disponíveis no mercado europeu, comparado com os 417 modelos de carros ICE (OECD/IEA, 2018b).

No que toca aos países com grandes dimensões de mercado, tais como a China e Índia, onde ocorrerá uma maior demanda por veículos leves de passageiros no futuro, as vantagens dos EVs serão ampliadas, devido à redução da qualidade de vida e dos efeitos negativos na saúde associados ao aumento da poluição urbana do ar, provocada especialmente nos grandes centros urbanos pelo crescimento dos veículos a gasolina e a *diesel* (Sioshansi e Webb, 2019).

Fica claro, dado este ambiente, a existência de fortes incentivos para que os fabricantes de automóveis realizem a transição para os EVs, mais tarde ou mais cedo, com o objetivo de garantir a viabilidade e a lucratividade de longo prazo (Sioshansi e Webb, 2019). Porém, Wesseling *et al.* (2015) recomendam que as empresas mais lucrativas, mas mais atrasadas na adoção dos EVs, comecem a desenvolver as suas competências para que não percam as suas grandes quotas de mercado, quando o mercado dos EVs se desenvolver.

Contudo, os fabricantes de automóveis tradicionais também estão conscientes, que é improvável que a comunidade internacional atenda às metas da redução de emissões de gases com efeito de estufa, estipulada pela COP21 para limitar o aquecimento global. Todavia, o setor de transportes receberá uma

atenção crescente para que se reduza as emissões de uma forma econômica nas próximas décadas (Sioshansi e Webb, 2019).

Além disso, os fornecedores de bateria estão a concentrar-se na indústria automobilística e os governos, que inicialmente recebiam estas tecnologias, tornaram-se fortes impulsionadores, em parte devido à sua política industrial. Logo, atualmente, a mobilidade elétrica beneficia-se de uma dinâmica, que se autorreforça.

No entanto, existem fatores que continuam a influenciar negativamente a mobilidade elétrica: i) na medida em que continuam a existir investimentos de grande porte por muitas empresas incumbentes, que continuam a desenvolver apenas motores a combustão interna; ii) aumento das vendas e das preferências em veículos ICE por serem mais baratos em mercados emergentes; e iii) a dominância cultural atual da propriedade do veículo, em vez do *leasing* (Dijk *et al.*, 2013).

Consequentemente, no médio e no curto prazo, é provável que existam melhorias na economia de combustível como um todo, devido sobretudo à redução do consumo dos combustíveis fósseis pelos veículos convencionais e pela venda da tecnologia de transição, isto é, os veículos híbridos puros ou *plug-in*. Contudo, devido à saturação do mercado, esta solução transitória pode durar muito mais tempo do que se esperava (Sioshansi e Webb, 2019).

Uma possível estratégia para esta dinâmica é a redução da competição dos produtos dos fabricantes incumbentes, na medida em que se facilita a adaptação para as *green innovations*. Porém, se os fabricantes de automóveis saírem desta faixa de mercado convencional, ou seja, os veículos ICE a gasolina e a *diesel*, desistem de produtos altamente rentáveis (as suas *cash cows*), tornando-se numa desvantagem competitiva. Portanto, torna-se essencial, a participação dos instrumentos de política, que não se devem concentrar, exclusivamente, no comportamento do consumidor, mas também, devem requerer que os fabricantes melhorem a qualidade da sua oferta, buscando construir as vantagens competitivas associadas à evolução tecnológica inerentes à difusão dos EVs.

## CONCLUSÃO

Atualmente, o mundo encontra-se inserida num contexto de mudança climática e de uma possível escassez de recursos fósseis, que tem conduzido a uma necessidade da criação de um desenvolvimento sustentável. Isto, pode implicar a utilização da energia de uma forma mais racional, ou por outro lado, apostar na aplicação de fontes de energia renovável.

Dado que o setor transporte é dos maiores consumidores destes recursos naturais não renováveis e devido à sua contribuição para o aumento das emissões de gases com efeito de estufa, torna-se promissor a redução da dependência destes combustíveis fósseis, através do promoção da inovação em tecnologias alternativas ao ICE. Destaque-se dentro dos EVs, existem várias alternativas tecnológicas que variam entre os veículos elétricos totalmente híbridos (HEV), os veículos elétricos híbridos *plug-in* (PHEV), os veículos elétricos com bateria (BEV) e os veículos elétricos a célula de combustível (FCEV).

Os veículos elétricos são uma solução tecnológica para o sistema de mobilidade pouco sustentável. Trata-se de uma inovação radical que difere completamente do veículo estabelecido, associado ao motor de combustão interna, sendo construída a partir de uma tecnologia totalmente nova. Percebe-se então, a importância crucial deste setor para a transição para a economia de baixo carbono.

Contudo, até agora, o seu sucesso de mercado, o seu impacto na redução do consumo dos combustíveis fósseis e das consequentes emissões de CO<sub>2</sub> têm-se revelado limitadas, na medida que os EVs necessitam de competir com os veículos convencionais de ICE, que já atingiram um nível elevado de avanço tecnológico e de aceitação social. De fato, os EVs apenas representavam 0,2% do total dos veículos leves de passageiros em circulação, em 2016 (OECD/IEA, 2017).

Dada a característica natural de destruição de competências associada às inovações radicais, alguma literatura começou a defender que as empresas incumbentes estavam inibidas de perseguir este tipo de inovações, enquanto que outros, defendiam que era uma oportunidade para que estas indústrias saíssem de uma monotonia de um século, associada a um poderoso *design* dominante.

Desta forma, as empresas fabricantes de automóveis de grande porte possuem incentivos para desenvolver a inovação, como os EVs, uma vez que possuem os ativos necessários para a explorar. No entanto, não pretendem canibalizar os seus lucros associados à tecnologia existente.

Assim, os EVs passaram por períodos oscilantes por parte do interesse dos fabricantes de automóveis convencionais, devido a fatores como a regulação, competição e desenvolvimento tecnológico. No início dos anos 90, as pequenas empresas fora da indústria automobilística tradicional dominavam o desenvolvimento dos BEVs. Tratavam-se de um nicho de mercado, que adotava um *design* diferente do tradicional ICE para o corpo do automóvel. Porém, ao contrário das entrantes, os produtores automobilísticos estabelecidos optaram por uma estratégia de baixo risco e custo de conversão dos modelos. De fato, poucas empresas tradicionais encararam a propulsão elétrica, como uma estratégia rentável, até porque, a competição intensa entre os produtores de motores a gasolina e a *diesel* permitiram uma grande aprimoramento na *performance* do ICE ao longo da década de 90. Assim, a incerteza tecnológica e de mercado impediu que existisse uma exploração por parte destes *players* mais intensiva, durante a década de 90.

Entretanto, a partir de 2007, no que toca à comercialização dos EVs, ela é marcada a partir de 2007, pela participação das grandes empresas fabricantes de automóveis convencionais no mercado, conduzida pelo desenvolvimento tecnológico. Vale notar que a retomada do interesse por parte dos produtores de automóveis no final dos anos 2000, não foi fomentada pela regulação *technology-push*, mas sim pela oportunidade de mercado que emergia. Tratavam-se de oportunidades associadas à queda do custos das baterias, devido a desenvolvimentos em outros setores (como é o caso da eletrônica) e aos incentivos fiscais fornecidos pelos governos. Além disso, os poderes públicos começavam a ficar sensibilizados para a mudança climática.

Recentemente, ao contrário do passado, as empresas incumbentes da indústria automobilística estão a investir pesadamente na propulsão elétrica. Percebe-se, que ainda nos encontramos numa fase inicial, onde os fabricantes de automóveis convencionais começam a incluir nos seus portfólios os veículos elétricos, nas suas mais diversas configurações. Assim, quanto mais fabricantes de automóveis introduzirem estes veículos, maior será o impacto na difusão do mercado como um todo e na quota de mercado de cada fabricante. Fica claro que dado este ambiente, há fortes incentivos para que os fabricantes de automóveis realizem a transição para os EVs, mais tarde ou mais cedo, com o objetivo de garantir a viabilidade e a lucratividade de longo prazo.

Portanto, torna-se essencial, a participação dos instrumentos de política, que não devem concentrar exclusivamente no comportamento do consumidor, mas também, devem requerer que os fabricantes melhorem a sua oferta e a sua situação competitiva, no que toca aos produtos verdes.

Todavia, enquanto os custos de investimento são altos e a demanda por estes veículos é baixa, a colaboração entre as empresas incumbentes mais lucrativas com as *first movers* na comercialização dos EVs, permite que as firmas estabelecidas mais lucrativas se mantenham no topo do desenvolvimento contemporâneo, permitindo que estas estipulem quando é vão entrar no mercado.

Em suma, os fabricantes de automóveis não estão à espera que o mercado de veículos elétricos se desenvolva, mas sim, a tomar decisões assertivas na expansão deste mercado por conta própria e pressionados pela legislação e regulação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGARWAL, O. P.; KUMAR, A.; ZIMMERMAN, S. Powering Motor Vehicles. In: (Ed.). **Emerging Paradigms in Urban Mobility**, 2019. p.123-138. ISBN 9780128114346.

ARTHUR, B. Competing Technologies, Increasing Returns, and Lock-In By Historical Events. **The Economic Journal** v. 99, n. 394, p. 116-131, 1989. ISSN 1468-0297.

BERGEK, A. et al. Technological discontinuities and the challenge for incumbent firms: Destruction, disruption or creative accumulation? **Research Policy**, v. 42, n. 6-7, p. 1210-1224, 2013. ISSN 00487333.

CONTESTABILE, M.; ALAJAJI, M.; ALMUBARAK, B. Will current electric vehicle policy lead to cost-effective electrification of passenger car transport? **Energy Policy**, v. 110, p. 20-30, 2017. ISSN 03014215.

DIJK, M.; ORSATO, R. J.; KEMP, R. The emergence of an electric mobility trajectory. **Energy Policy**, v. 52, p. 135-145, 2013. ISSN 03014215.

DIJK, M.; WELLS, P.; KEMP, R. Will the momentum of the electric car last? Testing an hypothesis on disruptive innovation. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 105, p. 77-88, 2016. ISSN 00401625.

GEELS, F. W. Understanding system innovations: a critical literature review and a conceptual synthesis. In: ELZEN, B.; GEELS, F. W., *et al* (Ed.). **System Innovation and the Transition to Sustainability - Theory, Evidence and Policy**. UK / Northampton, MA, USA: Edward Elgar Publishing, 2004. cap. 2,

GEELS, F. W. Reconceptualising the co-evolution of firms-in-industries and their environments: Developing an inter-disciplinary Triple Embeddedness Framework. **Research Policy**, v. 43, n. 2, p. 261-277, 2014. ISSN 00487333.

GEELS, F. W.; SCHOT, J. Typology of sociotechnical transition pathways. **Research Policy**, v. 36, n. 3, p. 399-417, 2007. ISSN 00487333.

HAN, L. et al. The intention to adopt electric vehicles: Driven by functional and non-functional values. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 103, p. 185-197, 2017. ISSN 09658564.

HELM, D. The future of fossil fuels—is it the end? **Oxford Review of Economic Policy**, v. 32, n. 2, p. 191-205, 2016. ISSN 0266-903X1460-2121.

HELM, D.; HEPBURN, C. The age of electricity. **Oxford Review of Economic Policy**, v. 35, n. 2, p. 183-196, 2019. ISSN 0266-903X1460-2121.

HOARAU, Q.; PEREZ, Y. Interactions between electric mobility and photovoltaic generation: A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 94, p. 510-522, 2018. ISSN 13640321.

JANG, D.-C.; KIM, B.; LEE, S.-Y. A two-sided market platform analysis for the electric vehicle adoption: Firm strategies and policy design. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 62, p. 646-658, 2018. ISSN 13619209.

KESTER, J. et al. Policy mechanisms to accelerate electric vehicle adoption: A qualitative review from the Nordic region. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 94, p. 719-731, 2018. ISSN 13640321.

KIECKHÄFER, K.; WACHTER, K.; SPENGLER, T. S. Analyzing manufacturers' impact on green products' market diffusion – the case of electric vehicles. **Journal of Cleaner Production**, v. 162, p. S11-S25, 2017. ISSN 09596526.

LANGBROEK, J. H. M.; FRANKLIN, J. P.; SUSILO, Y. O. The effect of policy incentives on electric vehicle adoption. **Energy Policy**, v. 94, p. 94-103, 2016. ISSN 03014215.

LAURISCHKAT, K.; JANDT, D. Techno-economic analysis of sustainable mobility and energy solutions consisting of electric vehicles, photovoltaic systems and battery storages. **Journal of Cleaner Production**, v. 179, p. 642-661, 2018. ISSN 09596526.

LINDBERG, M. B.; MARKARD, J.; ANDERSEN, A. D. Policies, actors and sustainability transition pathways: A study of the EU's energy policy mix. **Research Policy**, 2018. ISSN 00487333.

MARKARD, J.; RAVEN, R.; TRUFFER, B. Sustainability transitions: An emerging field of research and its prospects. **Research Policy**, v. 41, n. 6, p. 955-967, 2012. ISSN 00487333.

OECD/IEA. **Global ev outlook 2017, two million and counting**. International Energy Agency. Paris, França. 2017

\_\_\_\_\_. **Global EV Outlook 2018 - Towards cross-modal electrification**. International Energy Agency. Paris. 2018a

\_\_\_\_\_. **Nordic EV Outlook - Insights from leaders in electric mobility**. International Energy Agency. Paris. 2018b

PINTO JR, H. Q. et al. Economia dos Biocombustíveis. In: (Ed.). **Economia Da Energia: Fundamentos econômicos, evolução histórica e organização industrial 2º**. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil, 2016. cap. 5, p.301-342. ISBN 9788535280142.

SIOSHANSI, F.; WEBB, J. Transitioning from conventional to electric vehicles: The effect of cost and environmental drivers on peak oil demand. **Economic Analysis and Policy**, 2019. ISSN 03135926.

STEEN, M.; WEAVER, T. Incumbents' diversification and cross-sectorial energy industry dynamics. **Research Policy**, v. 46, n. 6, p. 1071-1086, 2017. ISSN 00487333.

UNRUH, G. C. Understanding Carbon Lock In. **Energy Policy**, v. 28, n. 12, p. 817-830, 2000. ISSN 0301-4215.

VAN MOSSEL, A.; VAN RIJNSOEVER, F. J.; HEKKERT, M. P. Navigators through the storm: A review of organization theories and the behavior of incumbent firms during transitions. **Environmental Innovation and Societal Transitions**, v. 26, p. 44-63, 2018. ISSN 22104224.

WELDON, P.; MORRISSEY, P.; O'MAHONY, M. Long-term cost of ownership comparative analysis between electric vehicles and internal combustion engine vehicles. **Sustainable Cities and Society**, v. 39, p. 578-591, 2018. ISSN 22106707.

WESSELING, J. H. et al. Business Strategies of Incumbents in the Market for Electric Vehicles: Opportunities and Incentives for Sustainable Innovation. **Business Strategy and the Environment**, v. 24, n. 6, p. 518-531, 2015. ISSN 09644733.

WILSON, C.; TYFIELD, D. Critical perspectives on disruptive innovation and energy transformation. **Energy Research & Social Science**, v. 37, p. 211-215, 2018. ISSN 22146296.