



III ENEI
Encontro Nacional de
Economia Industrial e Inovação

*Indústria e Desenvolvimento Econômico:
desafios e perspectivas*

18 a 20 de setembro de 2018

Uberlândia – Minas Gerais

OS DESAFIOS DO PROCESSO DE DIFUSÃO DO CARRO ELÉTRICO NO BRASIL

Ana Carolina Cordeiro (Mestranda, Economia UFF)

Luciano Losekann (Doutor, Economia UFRJ e Professor Adjunto UFF)

Resumo

A partir da crise do petróleo na década de 1970, retomou-se o debate sobre a introdução de veículos elétricos, uma vez que estes poderiam ser uma possível solução tecnológica para o aumento dos preços da gasolina e para a redução da dependência do petróleo. Junto a isto, a preocupação com as emissões de CO₂, as quais têm no setor de transportes uma das principais causas, motivou a busca por alternativas menos poluentes. Além destes fatores, pode-se destacar a maior eficiência do motor elétrico, a diminuição do ruído nas áreas urbanas, visto que estes têm operação silenciosa, além da melhora na qualidade do ar. Assim, este trabalho irá apresentar os desafios na introdução de modelos elétricos, especialmente no mercado brasileiro. De maneira geral, vale destacar o alto custo das baterias e a falta de infraestrutura de recarga. Para compreender como esta difusão poderá ocorrer no país, serão apresentadas características específicas do mercado automobilístico brasileiro, como o setor de biocombustíveis bem desenvolvido, o que deve impactar neste processo.

Palavras-chave: Veículo Elétrico. Transição Energética. Efeito Estufa.

Abstract

Since the oil crisis in the 1970s, the debate on the introduction of electric vehicles has been taken up, as these could be a possible technological solution for raising gasoline prices and reducing dependence on oil. Moreover, the concern with CO₂ emissions, which have in the transport sector one of the main causes, motivated the search for less polluting alternatives. In addition, it should be noted the greater efficiency of the electric motor, the reduction of noise in urban areas, since these have quiet operation, and the improvement in air quality. Thus, this work will present the challenges in the introduction of electric vehicles, especially in the Brazilian market. In general, it is worth mentioning the high cost of batteries and the lack of recharge infrastructure. In order to understand how this diffusion can occur in the country, specific characteristics of the Brazilian auto market will be analyzed, such as the well developed biofuels sector, which should impact this process.

Keywords: Electric Vehicle. Energy Transition. Greenhouse Effect.

Área 5.3 Inovação, ecoinovação, desenvolvimento e sustentabilidade.

1. Introdução

Carros elétricos já existem desde o século XIX e chegaram a ser a maioria dos carros circulando nos Estados Unidos no início do século XX. A partir da expansão das cidades e da construção de uma infraestrutura rodoviária as interligando, foram necessários veículos com maior autonomia, resultando na diminuição da atratividade dos modelos elétricos. Contudo, com a crise do petróleo na década de 1970, retomou-se a ideia de que estes poderiam ser uma possível solução tecnológica para o aumento dos preços da gasolina e para a redução da dependência do petróleo de outros países (FONTAÍNHAS; CUNHA; FERREIRA, 2016).

Ademais, a preocupação com as emissões de CO₂, sinalizadas no Acordo de Paris em 2015, contribuiu para o debate quanto à introdução de carros elétricos. Isto porque o setor de transporte é responsável por uma alta parcela de gases de efeito estufa, fator que levou a busca por outras soluções menos poluentes.

No entanto, o processo de difusão destes veículos enfrenta grandes desafios pelo mundo, como o alto custo das baterias e a necessidade de criação de uma infraestrutura de recarga, problemas que devem ser pontos focais para permitir a introdução dos carros elétricos. Ademais, os veículos elétricos se encontram numa fase inicial do ciclo de vida de produto. Dessa maneira, não há um *design* dominante, fazendo com que existam diferentes modelos de carros elétricos, assim como modelos de negócio empresariais distintos.

Este artigo irá analisar motivações, desafios desta difusão, assim como particularidades do mercado brasileiro. No caso do Brasil, vale notar que o país tem um setor de biocombustíveis bem desenvolvido, o que poderia prejudicar a introdução de carros elétricos, dado que a entrada do etanol já permite a redução das emissões de gases de efeito estufa. Além disso, o programa Rota 2030, que deverá ser lançado ainda este ano, será apresentado como incentivo aos modelos elétricos, ainda que este estímulo seja muito incipiente.

2. Motivações e Desafios na Introdução de Veículos Elétricos

Diversas motivações e dificuldades merecem destaque na introdução desta inovação no setor automotivo. Serão apresentadas, inicialmente, as razões para a difusão de modelos elétricos e, posteriormente, alguns dos principais desafios.

A preocupação com o aquecimento global, que tem como marco recente a 21^a Conferência das Partes (COP21), está entre as principais motivações para a introdução dos carros elétricos. A descarbonização do setor de transportes é um meio de limitar o aumento da temperatura global em 1,5° Celsius, meta estabelecida para o final do século pelo Acordo de Paris. Em 2017, o setor de transportes foi responsável por 23% da quantidade total de emissões de CO₂ em todo o mundo. Vale destacar que o setor de transporte é responsável por mais de 70% do consumo mundial de petróleo (IEA, 2017). Assim, encontrar alternativas aos combustíveis fósseis para o transporte é crucial para garantir um futuro sustentável e, entre as diferentes soluções que foram propostas, o veículo elétrico surge como uma das mais promissoras (FONTAÍNHAS; CUNHA; FERREIRA, 2016).

Combinada às questões climáticas, a dependência energética também tem grande importância como motivação da difusão de veículos elétricos. A diminuição da dependência de combustíveis fósseis, em especial do petróleo, é uma vantagem para um país, visto que ele se torna menos vulnerável à volatilidade dos preços destes combustíveis. A redução na demanda por combustíveis fósseis para abastecer os veículos, junto à expansão das energias renováveis, que são geralmente produzidas localmente, podem diminuir a dependência de importação de combustíveis fósseis, contribuindo para o aumento da segurança energética de um país (DELGADO et al., 2017).

Razões adicionais para a eletrificação dos transportes podem ser apontadas, dentre elas, a eficiência destes veículos. Ao longo do tempo, os carros à combustão passaram por um processo de melhora da eficiência, que varia entre 12% e 18%. Contudo veículos elétricos podem chegar a 80% de eficiência (DELGADO et al., 2017). Ademais, além de contribuir para uma redução significativa das emissões, estes também têm impactos na diminuição do ruído nas áreas urbanas, visto que têm operação silenciosa (FONTAÍNHAS; CUNHA; FERREIRA, 2016). Outro fator que deve ser destacado é a preocupação com a poluição do ar, principalmente em metrópoles. Recentemente, muitos países passaram a adotar políticas de incentivo aos veículos elétricos, uma vez que estes podem reduzir as emissões de gases poluentes e, por conseguinte, melhorar a qualidade do ar. Isto é uma questão importante especialmente em áreas urbanas, onde os veículos têm uma participação maior nas emissões (FERRERO et al., 2016).

Outra vantagem é a utilização das baterias como recurso energético distribuído. A partir do momento que os consumidores se tornam *prosumers*, ou seja, além de utilizar a energia da rede também a produzem por geração distribuída, os veículos elétricos se tornam um recurso inteligente para melhor utilização da energia (DELGADO et al., 2017). Turton e Moura (2008, *apud* FONTAÍNHAS; CUNHA; FERREIRA, 2016), analisaram o caso particular da tecnologia *vehicle-to-grid* (V2G), que permite que os proprietários não apenas liguem na rede para carregar seus veículos, mas também alimentem e vendam energia de volta em momentos de alta demanda de eletricidade. Esses autores destacaram que a adoção da tecnologia V2G permite acelerar a aceitação de veículos elétricos, diminuir a necessidade de ampliar a capacidade de geração para momentos de pico, já que os veículos inativos podem atuar como uma grande bateria, contribuindo para a estabilização do fornecimento de energia e até mesmo fornecendo energia para momentos de apagão e, finalmente, minimizando problemas de intermitência associados a fontes de energia renováveis.

Apesar das diversas vantagens que motivam a introdução destes veículos, persistem obstáculos significativos à sua efetiva incorporação do mercado, como o alto custo de aquisição em comparação a outras opções no mesmo segmento de mercado de automóveis (FONTAÍNHAS; CUNHA; FERREIRA, 2016). Atualmente, o custo de aquisição de um veículo movido a eletricidade é muito superior ao custo do carro à combustão interna.

A tecnologia da bateria de íons de lítio é atualmente a maior contribuição para os maiores preços dos veículos. Espera-se que os custos das baterias de classe de veículo de íon de lítio irão cair nas próximas décadas, o que permitiria que os custos da bateria deixassem de ser uma barreira de custo no longo prazo (PEREZ; KEMPTON; PETIT, 2014). Houve uma grande redução do preço das baterias nos últimos anos, em 2007 o custo era de aproximadamente US\$1000/kwh, alcançando a marca de US\$450/kwh em 2014, uma redução de 45% em 7 anos.

Outra questão que deve ser destacada é a chamada ansiedade de alcance (em inglês, *range anxiety*), ou seja, a preocupação dos proprietários com a existência de estações de carregamento adequadamente distribuídas geograficamente. Além disso, estas estações devem ser compatíveis, isto porque existem diferentes modelos de carros elétricos no mercado que não utilizam a mesma infraestrutura de recarga. Não só a disponibilidade das estações de carregamento é crítica, mas os tipos de carregadores nas estações devem corresponder ao necessário para o veículo. Se um comprador potencial não tiver certeza de que essa infraestrutura existe, ele não terá interesse em comprar um veículo a eletricidade. Uma maneira direta de aumentar a disponibilidade da estação de carregamento é com a localização das estações de carregamento em áreas de estacionamento.

Existem ainda outras questões a serem resolvidas na introdução destes veículos. Embora esta introdução possa trazer muitos benefícios, algumas desvantagens como sua baixa autonomia e o tempo de carregamento longo devem ser consideradas. Vale ressaltar que para que os veículos elétricos permitam reduções de emissões de gases de efeito estufa em grande escala, é preciso atentar-se para as fontes de energia da produção de eletricidade. Assim, existem dúvidas sobre a capacidade efetiva desses veículos para reduzir as emissões numa perspectiva global, se a eletricidade usada para carregar essas baterias provenha de fontes poluidoras. A integração entre veículos elétricos e fontes renováveis deve ser um ponto de foco nas políticas de incentivo (FONTAÍNHAS; CUNHA; FERREIRA, 2016). Contudo, mesmo nos casos em que a eletricidade é gerada a partir de combustíveis fósseis, como o carvão e o gás natural, o carro elétrico tem uma vantagem: concentrar as emissões nas fontes geradoras de energia, que são passíveis de serem reguladas, e não nos pontos de consumo, que são numerosos, dispersos e de difícil controle. Ainda assim, existe um risco ambiental que está relacionado à bateria, que deve ser reciclada no fim de sua vida útil (BARAN; LEGEY, 2010).

Existem muitos obstáculos que precisam ser superados antes que os carros elétricos sejam amplamente adotados. Uma grande barreira para os consumidores é que estes tendem a resistir a novas tecnologias que são pouco conhecidas. Vale notar que como barreiras comuns à adoção de qualquer nova tecnologia têm-se a falta de conhecimento por potenciais adotantes, altos custos iniciais e baixa tolerância ao risco. Tendências históricas sugerem que novas tecnologias sejam atraentes apenas para um pequeno grupo de consumidores que costumam ser pioneiros na adoção de tecnologias. Estes têm atitudes positivas em relação à novidade e provavelmente as adotarão. Por outro lado, os demais indivíduos ficam desconfortáveis com as mudanças tecnológicas e a incerteza, e, portanto, hesitam em aceitar inovações (EGBUE; LONG, 2010). Além disso, os consumidores, em geral, não têm uma compreensão intuitiva dos preços relativos da gasolina e da eletricidade, assim como as diferentes quantidades dessas duas fontes de energia usadas pelos veículos ao longo da vida (DUMORTIER *et al*, 2015 *apud* FONTAÍNHAS; CUNHA; FERREIRA, 2016).

Como já mencionado, Bonges e Lusk (2016) destacam o problema da ansiedade de alcance. Uma pergunta importante que o potencial comprador pode se fazer é se ele tem combustível suficiente para chegar ao destino e o suficiente para voltar. Egbue e Long (2012) apontam que uma restrição tecnológica fundamental para a comercialização de veículos elétricos é o armazenamento de energia, uma vez que a carga limita a distância que um veículo elétrico pode viajar utilizando somente energia elétrica e em uma única carga. Assim, há uma necessidade de infraestrutura de recarga durante viagens (EGBUE; LONG, 2010).

Razões não financeiras, especialmente as associadas ao meio ambiente e à energia, podem influenciar as decisões dos consumidores de comprar um carro elétrico. Dessa maneira, o potencial para que esses veículos tragam benefícios sociais ao reduzir o consumo de petróleo e as emissões de gases de efeito estufa pode atrair certos consumidores. Os valores ambientais podem definir determinadas ações do consumidor e influenciar positivamente a vontade de se envolver em ações que protejam o meio ambiente. Contudo, ainda que a sustentabilidade e os benefícios ambientais possam ter uma grande influência na adoção de carro elétrico, essas questões ficam atrás do custo e do desempenho. O custo da bateria é um determinante chave na viabilidade econômica de carros elétricos. Em termos de benefícios financeiros, os indivíduos são mais propensos a escolher opções que maximizem o uso com base em suas preferências, conhecimento de alternativas e orçamento (EGBUE; LONG, 2010).

Diversos países implementaram medidas com o objetivo de apoiar o uso de veículos mais ecológicos e sua penetração no mercado. As medidas políticas implementadas para aumentar a participação de mercado destes carros variam de país para país, mas podem ser classificadas como medidas monetárias e não monetárias. Como medidas monetárias pode-se citar algumas destas como: os créditos fiscais e isenções oferecidas aos consumidores (por exemplo, exclusão dos impostos de propriedade, pagamentos de pedágio e impostos rodoviários) e subsídios aos fabricantes. Já na categoria de medidas não monetárias pode-se citar as normas para as emissões de CO₂, o aumento do número de estações de carregamento (em particular, a ampla disponibilidade de estações de carregamento rápido), os espaços de estacionamento gratuitos, uso de faixas expressas em rodovias, entre outras. (FONTAÍNHAS; CUNHA; FERREIRA, 2016). Incentivos atuais, como créditos fiscais, para subsidiar o custo dos carros e impostos sobre o combustível podem ter pouco efeito na penetração do mercado de veículos elétricos se os consumidores tiverem baixa confiança nesta tecnologia.

Espera-se que, no futuro próximo, os preços das baterias diminuam consideravelmente em resultado de um aumento nos seus níveis de produção ou de um grande avanço tecnológico. Enquanto isso, dado os altos custos de aquisição destes veículos, o apoio do governo com subsídios deve ter um papel importante no nível de atratividade desses veículos. (FONTAÍNHAS; CUNHA; FERREIRA, 2016).

2. O Processo de Difusão dos Veículos Elétricos

O escopo da indústria de veículos elétricos é muito amplo. Carros elétricos estão na interseção entre o setor de produção de carros tradicionais e o setor elétrico, dada a necessidade de pontos de recarga. Ademais, empresas automobilísticas utilizam modelos de negócio diferentes, competindo para que se estabeleça um *design* dominante, o qual ainda não está claramente definido (YURONG; PEREZ, 2017).

Klepper (1996) apresenta um padrão evolucionário que ficou conhecido como ciclo de vida de produto. Este ciclo, sinteticamente, aconteceria da seguinte maneira: quando as indústrias são novas, há muita entrada de novas firmas e estas oferecem diferentes versões de um mesmo produto, sendo a taxa de inovação alta e o *market share* inconstante. A partir do crescimento deste setor e a subsequente desaceleração da entrada de novas firmas, a saída ultrapassa a entrada e há um abalo no número de produtores. Assim, a taxa de inovação dos produtos e a diversidade de versões concorrentes diminuem, aumentando o esforço dedicado a melhorar o processo de produção, e estabilizando o *market share*.

Klepper (1996) também indica que os autores mais influentes foram William J. Abernathy e James M. Utterback que, usando a indústria automobilística como um caso de liderança, enfatizaram que quando um produto é introduzido, existe uma considerável incerteza sobre as preferências do usuário e as tecnologias que irão satisfazê-los. Desta maneira, muitas empresas que produzem diferentes variantes do produto entram no mercado e a concorrência se concentra na inovação de produtos. Como os usuários experimentam com as versões alternativas do produto, os produtores aprendem sobre como melhorar o produto, até que as oportunidades para melhorar o produto se esgotam e se estabelece um padrão de produto. Assim, produtores que são incapazes de produzir eficientemente o *design* dominante saem do mercado, contribuindo para uma mudança no *market share*. O esgotamento de oportunidades para melhorar o produto junto à obtenção de um *design* dominante leva a uma diminuição na inovação de produtos.

Dado que os veículos elétricos estão no estágio introdutório do ciclo de vida, existem ainda muitos modelos, uma vez que um *design* dominante ainda não foi estabelecido. No caso

dos carros elétricos, Delgado et al. (2017) apresentam quatro tipos de modelos. Existem os veículos elétricos puros, os quais têm como fonte principal de energia a eletricidade proveniente de fontes externas, sendo esta armazenada em uma bateria interna. Existem também veículos híbridos que são aqueles que utilizam ambos os motores elétrico e à combustão interna, podendo ser classificados em três tipos: híbrido puro, no qual o motor principal que propulsiona o veículo é à combustão interna e a função do motor elétrico é apenas melhorar a eficiência do motor à combustão interna ao fornecer tração em baixa potência (a eletricidade para o motor elétrico é fornecida pelo sistema de frenagem regenerativa do veículo); híbrido *Plug-in*, o qual tem como motor principal o à combustão interna, mas pode receber eletricidade diretamente de uma fonte externa, por fim, o híbrido de longo alcance que tem como motor principal o elétrico, mas tem um motor à combustão interna que fornece energia a um gerador, que mantém um nível mínimo de carga da bateria, fazendo com este tenha alcance estendido.

Existem também os veículos elétricos movidos a célula de hidrogênio que combinam hidrogênio e oxigênio para produzir a eletricidade que fará funcionar o motor e os veículos elétricos alimentados por cabos externos que recebem a eletricidade através de cabos externos diretamente conectados, estejam eles acima do veículo ou abaixo, como é o caso dos Veículos Leves sobre Trilhos (VLTs). Assim, visto que o *design* dominante ainda não está claro na indústria de veículos elétricos, empresas introduzem diferentes modelos de negócios, competindo para estabelecer um *design* dominante (YURONG; PEREZ, 2017).

Vale notar que a indústria de carros elétricos envolve não só os veículos como a infraestrutura de recarga. Um grande desafio a ser enfrentado é chamado ansiedade de alcance (em inglês, “range anxiety”), ou seja, a preocupação dos proprietários com a existência de estações de carregamento adequadamente distribuídas geograficamente, o que pode prejudicar o processo de difusão.

Assim, vale destacar a abordagem das externalidades de rede, as quais ocorrem quando existe interdependência das funções demanda ou das funções de produção (VARIAN, 2010). No caso dos veículos elétricos, estas externalidades devem ocorrer no lado da demanda, uma vez que a adoção de um carro elétrico poderá ser maior à medida que o número de pessoas que o adotam aumenta. Isto porque a adoção de carros elétricos por um maior número de indivíduos deve estimular a criação de terminais de carga, dado que mais pessoas farão uso desta infraestrutura.

Um tipo de externalidade de rede é o chamado efeito-clubes, quando a entrada de novos usuários melhora a satisfação dos indivíduos que utilizam determinada rede. Este efeito, portanto, pode ser aplicado no processo de difusão de veículos elétricos.

3. Carros Elétricos e o Mercado Automobilístico Brasileiro

O Brasil está entre os dez maiores consumidores de energia do mundo, mas grande parte de sua matriz energética é renovável. O país é muito dependente do transporte rodoviário e a utilização do carro elétrico poderia reduzir consideravelmente as emissões de gases de efeito estufa do país. As características de sua matriz elétrica, baseada majoritariamente em usinas hidrelétricas poderiam influenciar na adoção de veículos elétricos. Por outro lado, a significativa parcela de energia proveniente de biomassa também favorece o uso de biocombustíveis, uma vez que são fontes renováveis e também diminuem, ainda que em menor proporção, às emissões de gases de efeito estufa.

A primeira tentativa de produção em larga escala de veículos elétricos no país ocorreu no final da década de 1970, quando a Gurgel S.A., em parceria com Furnas Centrais Elétricas S.A. desenvolveu dois modelos de carros elétricos: o Itaipu Elétrico e o Itaipu 400. Estes

modelos, contudo, não ganharam espaço no mercado devido a medidas de nacionalização e substituição do petróleo, além dos elevados custos dos veículos e sua baixa autonomia (BORBA, 2012, *apud* BARAN, 2012).

Para compreender como se daria a introdução dos veículos elétricos no Brasil, pode-se observar exemplos já ocorridos de introdução de tecnologias automotivas alternativas, mais especificamente os casos dos carros a álcool e bicomcombustível (*flex-fuel*), o que deve permitir determinar quais medidas podem ser efetivas caso se deseje difundir o carro elétrico no Brasil.

O carro a etanol teve forte estímulo do governo por meio do Programa Nacional do Álcool (Proálcool), logo após o primeiro choque do petróleo (1973). Após o seu lançamento em 1979, obteve grande sucesso na obtenção de parcela do mercado, chegando a representar, em 1983, 84% dos carros registrados no Brasil, demonstrando a aceitação pelos consumidores. É importante ressaltar que o Estado brasileiro era bastante intervencionista e adotou medidas protecionistas frente às importações, além do fato que o país vivia sob uma ditadura militar naquela época. Já em 1986, o preço do barril no mercado internacional despencou, o que causou efeitos prejudiciais aos programas de substituição de energia fóssil em todo o mundo. Em 1990, uma vez que o petróleo barato inviabilizou a manutenção dos subsídios ao etanol combustível, o programa Proálcool foi interrompido. Outro caso que mostra a aceitação pelo consumidor brasileiro a inovações no setor automobilístico é o do veículo bicomcombustível, ou *flex-fuel*, que funciona com qualquer proporção da mistura de etanol e gasolina e teve sucesso no país.

Observando-se a dinâmica da difusão do automóvel a etanol e do carro *flex-fuel*, pode-se supor que uma tecnologia automotiva alternativa à convencional, tal como os híbridos e elétricos, tem potencial para se difundir se forem estimuladas pelo governo, a fim de que se obtenha uma parcela significativa do mercado brasileiro. É importante observar que com a introdução veículos elétricos, a eletricidade não concorreria necessariamente com o etanol e o petróleo, podendo atuar como complemento por meio de carros híbridos (BARAN, 2012).

A partir de 2015, foi implementado um subsídio para a importação equivalente a 100% de isenção de Imposto de Importação para modelos totalmente elétricos com autonomia de pelo menos 80 quilômetros, além de alíquota de 0% a 7%, de um total de 35%, para os modelos híbridos conforme porte e eficiência.

Ademais, é esperado que a disseminação do carro elétrico aconteça um pouco mais tarde do que em outros países devido a alguns fatores. Pode-se destacar o fato do país ter um setor de biocombustíveis bem desenvolvido, o que poderia prejudicar a introdução dos carros elétricos, dado a entrada no etanol já permite a redução das emissões de gases de efeito estufa. Outro fator relevante é que os carros elétricos no Brasil chegam como um produto de alcance apenas das classes A e B, uma vez que a faixa de preços não os torna competitivos se comparados a modelos populares à combustão interna (DELGADO *et al.*, 2017).

Incentivos governamentais são fundamentais no processo de difusão dos carros elétricos no país. Apesar de serem pouco relevantes ainda, algumas iniciativas foram tomadas nos últimos anos. O programa Inovar-Auto que ocorreu entre os anos de 2013 até o final de 2017, foi um incentivo governamental à inovação tecnológica e adensamento da cadeia produtiva de veículos automotores. O objetivo principal era a criação de condições para o aumento de competitividade no setor automotivo, produzir veículos mais econômicos e seguros, investir na cadeia de fornecedores, em engenharia, tecnologia industrial básica, pesquisa e desenvolvimento e capacitação de fornecedores.

O programa conquistou alguns resultados, como por exemplo, de acordo com o Ministério da Indústria e Comércio (MDIC), a média do consumo de combustível dos carros novos melhorou em 15% nos últimos cinco anos. Ademais, o Inovar-Auto conseguiu impulsionar a nacionalização da produção, uma vez que oito fábricas foram inauguradas ao longo dos três anos de vigência. Por outro lado, ocorreu um drástico aumento do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) para modelos importados, que elevou em até 30% os valores dos carros que não eram fabricados no território nacional. Vale notar que a crise econômica brasileira em 2015 influenciou negativamente o programa, visto que o parque industrial no país foi expandido, mas a demanda caiu radicalmente.

Para substituir o Inovar-Auto, o programa Rota 2030 deve ser lançado ainda este ano. A implementação do programa está atrasada, pois a data de início estava prevista para 1º de janeiro. Isto porque existem impasses dentro do próprio governo devido a restrições fiscais. O MDIC decidiu retomar o Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) no nível anterior ao Inovar Auto, entre 7% (para carros com motor de até 1.0) e 25% (para os que têm motores acima de 2.0). Ainda que o programa não tenha sido iniciado na data esperada, as novas alíquotas passaram a vigorar novamente em 1º de janeiro, com o fim do Inovar Auto. Além disso, o plano do MDIC inclui ainda uma transição gradual da cobrança do IPI, deixando de considerar a cilindrada do motor, para se basear na eficiência energética.

Este programa trará algumas novidades, tais como incentivos à produção de veículos elétricos e híbridos e o aumento da segurança dos automóveis. Desta maneira, é esperado que um aumento na oferta de carros elétricos no país. Assim, sendo uma política de estímulo à oferta, poderá contribuir para a difusão destes e pode ser considerado um sinal para que as empresas atuantes invistam em veículos elétricos. O setor automotivo deve continuar a receber incentivos do governo brasileiro, que vão girar em torno de R\$ 1,5 bilhão ao ano (DIÁRIO DE PERNAMBUCO, 2018).

O MDIC pretende incentivar a venda de modelos híbridos e elétricos e, para isso, apresentou uma proposta para igualar o IPI dos elétricos aos dos carros 1.0, em 7%. Outra aposta são os "híbridos flex", um modelo elétrico que aceite etanol, como o já lançado "Prius Flex" da Toyota. Os "híbridos flex" poderão ter a alíquota de IPI reduzida para 11%, enquanto os híbridos movidos somente à gasolina podem cair para 13%. Atualmente, por não se enquadrar nas categorias, os híbridos e elétricos pagam 25% de IPI, o que pode ser considerado prejudicial ao estímulo a investimentos nestes veículos por parte das empresas atuantes neste setor (O GLOBO, 2018).

Vale ressaltar o descasamento de políticas governamentais relacionadas ao mercado de combustíveis, fator que pode dificultar o processo. Ainda que o programa Rota 2030 deva ser lançado em breve, o governo lançou em dezembro de 2016 o RenovaBio, o qual é uma política de Estado que tem como objetivo reconhecer o papel estratégico de todos os tipos de biocombustíveis na matriz energética brasileira, tanto para a segurança energética quanto para mitigação de redução de emissões de gases causadores do efeito estufa. O programa busca promover a expansão dos biocombustíveis na matriz energética, com ênfase na regularidade do abastecimento de combustíveis (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2016).

Desta maneira, as políticas para a introdução de modelos elétricos ainda são muito incipientes e precisam ser desenvolvidas. Experiências de outros países devem ser analisadas para que se identifique que iniciativas tiveram melhores resultados e podem ser inseridas no mercado brasileiro.

4. Considerações Finais

A partir deste trabalho, pode-se concluir que os veículos elétricos enfrentam grandes barreiras em sua difusão, dados os desafios apresentados. É esperado que a disseminação do carro elétrico aconteça um pouco mais tarde no Brasil devido a alguns fatores. Pode-se destacar o fato do país ter um setor de biocombustíveis bem desenvolvido, o que poderia prejudicar a introdução dos carros elétricos, dado a entrada no etanol já permite a redução das emissões de gases de efeito estufa. Outro fator relevante é que os carros elétricos no Brasil chegam como um produto de alcance apenas das classes A e B, uma vez que a faixa de preços não os torna competitivos se comparados a modelos populares à combustão interna. Esta questão pode atrasar a difusão de modelos elétricos no Brasil, uma vez que o mercado automobilístico brasileiro é composto majoritariamente por carros populares.

Observando a dinâmica da difusão do automóvel a etanol e do carro *de-fuel* no Brasil, pode-se supor que uma tecnologia automotiva alternativa à convencional, tal como os híbridos e elétricos, tem potencial para se difundir-se forem estimuladas pelo governo, a fim de que se obtenha uma parcela significativa do mercado.

Dadas às particularidades de cada país, a difusão de veículos elétricos deverá ocorrer de maneira assimétrica pelo mundo. Experiências de outros países devem ser analisadas para que se identifique que iniciativas tiveram melhores resultados e podem ser inseridas no Brasil, mas é necessário dar atenção às especificidades do mercado brasileiro.

5. Referências

- BARAN, R., 2012. *A introdução de veículos elétricos no Brasil: Avaliação do Impacto no Consumo de Gasolina e Eletricidade*. Tese de Doutorado, PPE/COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- BARAN, R.; LEGEY, L. Veículos elétricos: história e perspectivas no Brasil. *BNDES Setorial*, v. 33, p. 207–224, 2010.
- BONGES, H. A.; LUSK, A. C. Addressing electric vehicle (EV) sales and range anxiety through parking layout, policy and regulation. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, v. 83, p. 63–73, 2016.
- DIÁRIO DE PERNAMBUCO. *Fim do programa Inovar-Auto. Início do Rota 2030?* 2018. Disponível em: <https://diariodepernambuco.vrum.com.br/app/noticia/noticias/2018/01/08/interna_noticias,51709/fim-do-programa-inovar-auto.shtml>. Acesso em: 08/01/2018.
- DELGADO, F. et al. Carros Elétricos. *FGV ENERGIA*, v. 4, n. 7, p. 112, 2017.
- EGBUE, O.; LONG, S. Barriers to widespread adoption of electric vehicles: An analysis of consumer attitudes and perceptions. *Energy Policy*, v. 48, p. 717–729, 2012.
- FERRERO, E. et al. Impact of the electric vehicles on the air pollution from a highway. *Applied Energy*, v. 169, p.450-459, 2016.
- FONTAÍNHAS, J.; CUNHA, J.; FERREIRA, P. Is investing in an electric car worthwhile from a consumers' perspective? *Energy*, v. 115, p. 1459–1477, 2016.
- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. *Next Generation Wind and Solar Power*, 2016. Disponível em: <<http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/NextGenerationWindandSolarPower.pdf>>. Acesso em: 20/12/2017.

- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. *Tracking Progress: Transport*, 2017. Disponível em: < <https://www.iea.org/etp/tracking2017/transport/>>. Acesso em: 07/02/2018.
- KLEPPER, S. Entry, Exit, Growth, and Innovation Over the Product Life Cycle. *The American Economic Review*, v. 86, n. 3, p. 562–583, 1996.
- MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. *RenovaBio*, 2016. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/web/guest/secretarias/petroleo-gas-natural-e-combustiveis-renovaveis/programas/renovabio/>>. Acesso em: 01/05/2018.
- O GLOBO. *Brasil começa ano sem plano para indústria automotiva; veja o que falta definir*. 2018. Disponível em: <<https://g1.globo.com/carros/noticia/brasilcomeca-ano-sem-plano-paraindustriaautomotiva-veja-o-que-falta-definir.ghtml>>. Acesso em: 10/01/2018.
- PEREZ, Y.; KEMPTON, W.; PETIT, M. Public Policy for Electric Vehicles and for Vehicle To Gridpower. *Revue d'économie industrielle*, v. 148, n. 4e trimestre 2014, p. 263–290, 2014.
- VARIAN, H. *Intermediate Microeconomics: A Modern Approach*. 8ª edição, 2010.
- YURONG, C.; PEREZ, Y. Business Model Design: Lessons Learned from Tesla Motors. *Sustainable Economy: Paradoxes and Trends*, 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/321666239_Business_Model_Design_Lessons_Learned_from_Tesla_Motors>. Acesso em: 30/01/2018.