

Barreiras para transição de carros elétricos: uma análise do cenário brasileiro

TIAGO FERRARI LUNA

UFSC UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

TAINARA VOLAN

UFSC UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

CAROLINE RODRIGUES VAZ

UFSC UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

MAURICIO URIONA MALDONADO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

BARREIRAS PARA TRANSIÇÃO DE CARROS ELÉTRICOS: uma análise do cenário brasileiro

1. Introdução

A utilização dos combustíveis fósseis, tais como o petróleo e o carvão, para geração de energia elétrica e energia para mover os carros estão causando alguns problemas e preocupação por parte dos tomadores de decisão acerca de políticas públicas ao redor do mundo.

A queima desses combustíveis emite gases que geram um efeito estufa no planeta, causando o aquecimento global (UN, 2019). Estima-se que as atividades humanas causaram aumento da temperatura global de 1°C acima do nível do período pré-industrial e deve atingir o valor de 1,5 °C entre os anos de 2030 e 2052 se as emissões de gases de efeito estufa continuarem a crescer no ritmo atual (IPCC, 2018). Outro impacto dessa queima são as emissões de partículas finas que causam milhões de mortes por ano globalmente (HEI, 2018; WHO, 2018).

Um estudo recente identificou que a principal fonte emissora, com aproximadamente 25% das partículas finas emitidas que contribuem para a poluição do ar nas cidades, é o trânsito de veículos automotores (Karagulian et al., 2015). Este mesmo estudo mostra que, especificamente no Brasil, a porcentagem dessas emissões por estes veículos é de aproximadamente 34%.

Existem também a preocupação dos países com sua segurança energética, pois dependem da importação dos combustíveis fósseis e recebem a volatilidade nos preços e oferta que podem afetar a qualidade de vida da população, além da incerteza sobre sua escassez (Boon, 2016; M. Dijk, 2016; Wesseling, 2016).

Os carros elétricos (CE) são vistos como uma forma de mitigar ou até mesmo eliminar alguns desses problemas, devido a sua característica de zero emissões locais e possibilidade de integração com outras tecnologias como os painéis fotovoltaicos e energia eólica com auxílio de sistemas conectados ao *grid* elétrico (Raven, 2018). Entretanto, a mudança para carros elétricos não é simples e requer mudanças profundas na sociedade, como a criação de novas cadeias de suprimentos, infraestruturas de recarga, melhorias tecnológicas das baterias, mudanças de comportamento das pessoas, dentre outros.

Não basta, portanto, apenas melhorias tecnológicas, mas também fatores sociais. Tecnologias que são dominantes, como a dos carros com motor à combustão, criam barreiras que evitam ou retardam o surgimento de novas soluções. A lente das transições sócio-técnicas oferece ferramentas e *frameworks* que compreendem a diversidade de fatores que influenciam estas mudanças tecnológicas (Markard, Raven, & Truffer, 2012).

Devido à complexidade dessas transições, são necessários investimentos grandes e longínquos para o sucesso desta mudança. O Brasil, com sua grande matriz energética possui viabilidade para se tornar um país ainda mais limpo com esta substituição. Por esta razão, esse estudo pretende identificar as barreiras existentes para transição de CEs e a situação do Brasil em relação a esse processo.

2. Fundamentação Teórica

2.1. Carros elétricos

Os carros elétricos podem ser divididos em quatro principais tipos: (1) carros elétricos à bateria, (2) híbridos que funcionam apenas com gasolina, mas possuem uma bateria para melhoria de eficiência, (3) híbridos plug-in, que podem ser abastecidos por gasolina ou plugados na tomada e (4) os carros de hidrogênio, que possuem um motor elétrico que funciona à partir das células de hidrogênio (R. K. Bohnsack, A.: Pinkse, J., 2015; M. O. Dijk, R. J.: Kemp, R., 2013; Khaligh & Li, 2010; Wesseling, 2016).

Alguns desses tipos podem ser utilizados em conjunto com as energias renováveis intermitentes, como a solar e a eólica, com a tecnologia de smart grid para armazenar a energia quando há oferta excedente no grid elétrico e repor no sistema nos horários de pico (Nieuwenhuis, 2018). A tecnologia de smart grid pode ajudar a aliviar a utilização da energia nos horários de pico, evitando que os CEs obtenham energia nesses horários.

2.2. Transições sócio-técnicas

O capitalismo é por natureza uma forma ou método de mudança econômica que não é e nunca poderá ser estacionária com processos de destruição criativa no qual o novo destrói o antigo causando ciclos econômicos (Schumpeter, 1947). No início de um novo ciclo, diversos designs tecnológicos competem e, normalmente, um se torna dominante devido a ganhos de custos ou características superiores para o momento (Anderson & Tushman, 1990), não culminando necessariamente na escolha da melhor opção no longo prazo, seja em termos técnicos ou sustentáveis.

A descontinuidade tecnológica destrói competências, tornando obsoleto o conhecimento prévio, introduzindo novos métodos, processos, componentes, dentre outros aspectos que modificam o paradigma tecnológico (Anderson & Tushman, 1990). A especialização e definição de um tipo de modelo base de tecnologia a ser seguido cria rotinas de engenharia (Dosi, 1982) que reforçam a dominância deste design dominante. As rotinas de engenharia ao reforçar essa dominância criam barreiras para novas tecnologias surgirem, causando trajetórias naturais para o desenvolvimento tecnológico.

A geração de conhecimento e aprofundamento, tanto pela criação de infraestruturas como pelos investimentos na geração do conhecimento, criam uma trajetória natural de desenvolvimento com melhorias incrementais no design dominante (Nelson & Winter, 1977). Esta trajetória natural gera uma dependência de trajetória, limitando o surgimento de tecnologias substitutas.

A trajetória tecnológica, portanto, é o caminho natural de desenvolvimento de uma tecnologia dentro do paradigma tecnológico (Nelson & Winter, 1977). O paradigma tecnológico é definido como uma perspectiva, uma série de procedimentos, uma definição dos problemas que são relevantes e o conhecimento específico relacionado a sua solução (Dosi, 1982). O paradigma tecnológico é análogo ao paradigma científico, que define os modelos e padrões de inquirição. Portanto, a trajetória é o desenvolvimento “normal” ou esperado que uma tecnologia possui.

Este progresso normal da tecnologia pode ‘cegar’ seus desenvolvedores. Em outras palavras, o paradigma tecnológico possui um efeito excludente o qual os esforços e a imaginação tecnológica dos engenheiros e das empresas estão focados em direções precisas ao invés de considerar outras possibilidades tecnológicas (Dosi, 1982). Portanto, o próprio fato de existir um paradigma tecnológico pode excluir a possibilidade do surgimento de tecnologias.

Para que surjam novas tecnologias e aconteçam mudanças tecnológicas é necessário quebrar as barreiras que evitam o surgimento de tecnologias substitutas, quebrando o ciclo de retroalimentação positivo que mantém uma tecnologia dominante por muito tempo. Como é o caso dos carros com motor à combustão em relação aos CEs.

A reorientação estrutural da atividade econômica em direção a sustentabilidade tem sido rotulada como processos de mudanças sócio-técnicas, transformação industrial e transições (sócio) tecnológicas (Geels, 2002).

Grandes setores da economia como o de suprimento de águas, suprimento de energias ou transportes podem ser conceitualizados como sistemas sócio-técnicos, pois envolvem redes de atores (indivíduos, empresas, entre outros) e instituições (normas, regulações e padrões sociais e técnicos), como também artefatos materiais (produtos, infraestruturas, entre outros)

conhecimento (Markard et al., 2012). Transições nestes setores se desdobram por tempos consideravelmente longos (Geels, 2002; Markard et al., 2012).

São dois os principais frameworks utilizados por esta lente teórica, sendo o Sistemas Tecnológicos de Inovação (STI) e a Perspectiva de Multiníveis (PMN) (Markard et al., 2012).

A STI têm um caráter mais endógeno e se preocupa com o funcionamento do sistema, tendo focado nas funções essenciais de uma STI para que obtenha sucesso: (1) atividades empreendedoras, (2) desenvolvimento de conhecimento, (3) difusão de conhecimento pelas redes, (4) orientação de pesquisa, (5) formação de mercado, (6) mobilização de recursos e (7) criação de legitimidade (Hekkert, Suurs, Negro, Kuhlmann, & Smits, 2007). Bergek, Jacobsson, Carlsson, Lindmark, and Rickne (2008) ainda adicionam as externalidades positivas que um sistema pode gerar em outros sistemas tecnológicos.

Já a PMN possui uma visão mais abrangente, procurando compreender como uma transição ocorre, dividindo o framework de transições em três níveis: ambiente sócio-técnico, regime e nicho (Geels, 2002).

No ambiente sócio-técnico são os fatores exógenos e de nível macro como mudanças demográficas, novos paradigmas científicos, reestruturação econômica e desenvolvimentos culturais que geram pressões para que o regime mude (Smith, Voß, & Grin, 2010). O regime é estabelecido como a maneira estável e dominante de se realizar dada função social, no caso da mobilidade, seriam os carros com motor à combustão interna (CCI) e todo sistema que existe para o servir (Smith et al., 2010).

Os regimes sócio-técnicos criam e recriam condições para que continuem dominando, ganhando estabilidade através de economia de escala e escopo, aprendizado social e custos afundados em infraestrutura (M. Dijk, 2016). Esta estabilização causada é chamada de efeitos de *lock-in*, pois bloqueiam o regime de mudar. Estes efeitos de *lock-in* causam dependência de trajetória de uma tecnologia específica que perdura por anos dominando o mercado (Struben & Sterman, 2008).

Por último, os nichos são conceitualizados como espaços protegidos, ou seja, com mercados específicos e aplicações em alguns domínios, o qual inovações radicais podem desenvolver sem estarem sujeitas a pressão de seleção do regime prevalente (Kemp, Schot, & Hoogma, 1998). O que é o caso dos CEs.

3. Metodologia

O método utilizado para realizar as análises bibliométrica e de conteúdo foi o SYSMAP (*Scientometric and sYStematic yielding MApping Process*, que significa processo de mapeamento cientométrico e sistemático, tradução livre). O SYSMAP tem por objetivo apresentar de forma sistemática e estruturada o processo de uma revisão de literatura, principalmente quando o pesquisador possui pouco conhecimento no tema ou busca por detalhes específicos (Vaz & Uriona Maldonado, 2017).

Segundo Vaz and Uriona Maldonado (2017), este método consiste em 4 etapas lógicas representadas na Figura 1 a seguir.

Figura 1 – Método SYSMAP



Fonte: Vaz and Uriona Maldonado (2017).

Primeiramente foram buscados artigos nas bases de dados *Scopus* e *Web of Science* utilizando palavras-chave relacionadas ao tema de transições sócio-técnicas e carros elétricos. As palavras-chave utilizadas, tanto no plural, singular e com e sem hífen, foram: (1) Palavras-chave para transições: “STT”, “Sustainability transition”, “Sociotechnical transition”, “Multilevel perspective”, “Technological Innovation Systems”, “MLP”, “TIS”, “Low carbono transition” e “Transition Research”; e (2) palavras-chave para carros elétricos: “EVs”, “Electric vehicle”, “Electric car”, “Automotive industry”, “electric mobility” e “passenger mobility”.

Foram encontradas 89 referências na base de dados *Scopus* e 100 referências na *Web of Science* para a construção da coleção a ser analisada. Após, realizou-se a filtragem por referências duplicadas e selecionados apenas artigos publicados em *journals* científicos. Por fim, foi realizada a leitura de títulos, palavras-chave e resumo para seleção dos artigos para análise de conteúdo.

A última pesquisa de atualização dos artigos a serem lidos foi realizada em 5 de junho de 2019. Por fim, restaram 52 artigos científicos que foram lidos integralmente para a realização da análise de conteúdo apresentada na parte de resultados acerca das barreiras e aceleradores.

Adicionalmente ao SYSMAP, utilizou-se os portais de conteúdo científico e repositórios de universidades brasileiras. Do mesmo modo, consultou-se livros e artigos publicados em anais de eventos com referência ao tema estudado. Compreendeu-se também o uso de relatórios informativos e estatísticas disponibilizadas por associações nacionais e internacionais, além de consulta à órgãos governamentais.

4. Resultados

4.1. Barreiras para carros elétricos e fatores aceleradores

Foram consideradas barreiras os fatores citados como de impedimento para a difusão e adoção dos CEs pela população, assim como fatores limitadores, restrições e fatores que podem desacelerar esse processo. E aceleradores são aqueles fatores que podem eliminar ou mitigar estas barreiras, acelerando o processo de difusão.

Uma das principais barreiras é o alto custo de compra dos CEs, que se comparados a um CCI da mesma categoria são mais caros (M. Dijk, 2016; Kohler, 2013; Lam, 2018; Nieuwenhuis, 2018; Nilsson, 2016; van Bree, 2010). Entretanto, quando se analisa o custo total de posse do veículo, que inclui a compra mais gastos com manutenção, abastecimento, seguro, entre outros gastos menores, o valor do CE se torna mais baixo em comparação com o CCI (Hardman, Shiu, & Steinberger-Wilckens, 2015).

Além do alto preço inicial, devido a problemas no passado e limites tecnológicos com o desenvolvimento dos CEs (Hoogma, 2002), estes ainda são vistos como um carro de baixa performance, que possui aceleração lenta e baixa velocidade máxima (Kohler, 2013; B. N. Nykvist, M., 2015; van Bree, 2010). A parte estética do veículo também impacta no preconceito do usuário, pois para diversas pessoas os CEs não parecem um carro de verdade, mas algo menos “atrativo” comparando-se com um carrinho de golfe, por exemplo (Berkeley, 2017; De Stefano, 2016).

O principal componente que impacta no alto preço do carro elétrico é a bateria (M. O. Dijk, R. J.: Kemp, R., 2013; Geels, 2018; Warth, 2013) que ainda é bastante cara e com pouca densidade energética (Hussaini, 2017), aumentando o peso do carro e, conseqüentemente, a necessidade de mais bateria (e energia) para aumentar o alcance do veículo. Mas o desenvolvimento tecnológico a partir da curva de aprendizado (Argote & Epple, 1990) está reduzindo o valor das baterias ao longo do tempo e aumentando sua densidade energética (B. Nykvist & Nilsson, 2015). Essa melhoria das baterias diminuirá seu custo e tornará o carro elétrico viável e competitivo em relação ao valor inicial se comparado com os carros com motor à combustão (BNEF, 2018). É característico de uma nova tecnologia que possua menor desempenho e maior custo de início, por esta razão, caso exista o objetivo de se obter sucesso na transição de CCIs para CEs, é necessária a presença de incentivos financeiros para reduzir os impactos da diferença de preços até que a tecnologia de CEs obtenha maturidade e reduza custos pela curva de aprendizado, que inclui ganhos de escala, aperfeiçoamento tecnológico, entre outros (Argote & Epple, 1990; Köhler, 2018).

O alto custo das baterias faz com que os carros utilizem baterias menores com baixa capacidade de alcance (Geels, 2018; Nieuwenhuis, 2018). Apesar desse baixo alcance, ela é capaz de satisfazer a necessidade da maioria das pessoas (Franke, Neumann, Bühler, Cocron, & Krems, 2012), mas gera uma ansiedade por parte do consumidor em relação a seu alcance (Augenstein, 2015; Boon, 2016; Morton, 2018). A ansiedade com o alcance da bateria é o pensamento de que as pessoas ficarão paradas no meio do trânsito, sem energia na bateria, ou que a bateria não será capaz de suprir suas necessidades.

Uma forma de reduzir esta barreira psicológica é a presença de infraestruturas de recarga. Mesmo que locais com infraestrutura de recarga não sejam usados frequentemente para esta finalidade, sua presença é necessária para confortar os motoristas e reduzir a ansiedade com alcance (Boon, 2016).

Assim como os CCIs precisam dos postos de gasolina para obterem combustível e funcionarem, os CEs necessitam das infraestruturas de recarga tanto para mitigar a ansiedade com alcance quanto para fornecer uma infraestrutura que facilite a utilização dos carros com recarga rápida de alguns minutos em comparação com muitas horas quando se recarregam os veículos na tomada de casa. No entanto, as empresas que fornecem estas infraestruturas limitam a quantidade de eletropostos ou supercarregadores disponíveis, pois existem poucos CEs rodando e a quantidade de CEs rodando são limitadas pela falta desta infraestrutura, causando um problema do tipo “ovo e galinha” (Struben & Sterman, 2008; van Bree, 2010).

Outro fator que limita a introdução de mais infraestrutura de recarga são os conflitos entre os atores do regime sócio-técnico, pois empresas de distribuição de energia, de produção de energia e os próprios donos de postos de combustíveis disputam o direito de fornecer o serviço, o que acaba por levar a discussões que atrasam o processo de criação deste tipo de infraestrutura (Augenstein, 2015; S. M. Bakker, K.: van Wee, B., 2014; De Stefano, 2016). Isto também se dá pelos fatores limitantes da capacidade do *grid* elétrico, que pode ser desestabilizado pela presença de apenas um supercarregador na região (S. Bakker, 2014; S. M. Bakker, K.: van Wee, B., 2014; Figenbaum, 2017) e também em relação da capacidade das produtoras de energia elétrica (termelétricas, hidrelétricas, entre outras) de produzir a quantidade de energia necessária para recarregar os carros (S. Bakker, 2014).

Os CEs são vistos como uma forma de se reduzir o aquecimento global e poluição local, portanto aumentar a quantidade de energia produzida por termelétricas de carvão, por exemplo, pode ser um fator contraditório. A incerteza pela fonte energética primária gera dúvidas na mente do consumidor e o mantém desconfiado sobre os reais benefícios de se obter este tipo de veículo (Berkeley, 2017; Warth, 2013). Dúvidas tais como: “por quê trocarei de CCI para CE se, ao abastecer meu carro com energia elétrica advinda da queima do carvão, estarei apenas trocando o tipo de combustível fóssil?” podem surgir no processo decisório do consumidor.

Em relação às infraestruturas de recarga, outro fator limitador importante é a diferença entre padrões de *plugs* entre as montadoras de CEs (Augenstein, 2015; S. Bakker, 2014; Bakker, 2015). Os *plugs* diferenciados por região não necessariamente são um problema, desde que um tipo de *plug* seja utilizado numa dada região (Type 1 *plug* para os EUA ou ChaDeMo para o Japão). Optar por *regular charger* (infraestrutura de recarga um pouco mais lenta) ou *fast-charger* (infraestrutura de recarga rápida) também não é um problema, pois alguns países como Japão e EUA que trabalham com baixa voltagem devem pular diretamente para as tecnologias de *fast-chargers* (Bakker, 2015). O problema é quando múltiplos *plugs* co-existem em uma mesma região, tornando-se uma implicação ou barreira para a difusão dos veículos neste local, pois aumentarão drasticamente a necessidade de infraestruturas de recarga (Bakker, 2015).

A intervenção e negociação do governo para chegar a um acordo para os problemas de padronização dos *plugs* e concessão da possibilidade de construção e operação de infraestruturas de recarga é essencial para a aceleração do processo de difusão de CEs (M. Dijk, 2016; Nilsson, 2016). As ações do governo e os incentivos financeiros são importantes também para impulsionar mudanças por parte das grandes montadoras, pois estas se recusam a mudar prontamente.

Mesmo em crise e com suporte do governo, as empresas continuam querendo manter o *status quo* (Mazur, 2015; Tyfield, 2014). As empresas incumbentes do regime sócio-técnico possuem interesses em manter e prolongar o regime existente e, portanto, criam barreiras para inovações que ameaçam mudanças no regime, como por exemplo o caso do escândalo *Dieseldgate* pela empresa alemã Volkswagen (Berkeley, 2017). Outra forma de criar barreiras para novos entrantes é pela melhoria contínua dos processos que melhoram ainda mais os CCIs em comparação com CEs (Wells, 2012).

Entretanto, a maneira a qual os incentivos são fornecidos para as organizações podem acelerar mais ou menos as mudanças. Dentro da China, as vendas de alguns tipos de CEs foram limitadas para outras províncias ao realizar incentivos apenas locais, não globais (R. Bohnsack, 2018). Mesmo assim, as vendas de CEs no país crescem substancialmente, pois os governos central e locais investem fortemente em políticas com subsídios para compra dos veículos pelos indivíduos (Tyfield, 2014).

Países que a indústria automotiva local é forte buscam a proteção dessa indústria. A Alemanha possui bom financiamento para iniciativas de mobilidade elétrica, no entanto a maior parte desses investimentos vai para atores já presentes no regime que buscam manter o *status quo* (Augenstein, 2015). Isso acontece, pois estes países com indústrias automotivas fortes tendem a favorecer subsídios para P&D para o desenvolvimento dos CEs pela indústria local, enquanto países onde está indústria é fraca, os subsídios favorecem as vendas, são incentivos para reduzir o preço de compra pelo consumidor para encorajar a difusão dos CEs (Berkeley, 2017).

Aqui fica clara a importância dos incentivos também para a compra do veículo e não somente para as montadoras desenvolverem os mesmos, se há objetivo de acelerar a difusão. Por estas razões, a difusão dos CEs em países como Holanda, Noruega e China estão acontecendo mais rapidamente que na Alemanha e no Japão, por exemplo (Wesseling, 2016). A pesquisa de Xue (2016) mostra que os incentivos são a ação protetiva mais importante para

que o nicho dos CEs se desenvolva, pois serve para dar segurança tanto aos consumidores quanto às empresas que possuem receio a arriscar.

Outra forma de aumentar o processo de difusão é por meio de experimentações no nicho para aprendizado que ajudam a descobrir novas oportunidades e quebrar barreiras (Xue, 2016), como a adoção de programas de compartilhamento de carros com CEs (Truffer, 2017).

O princípio do sistema de compartilhamento de carros (SCC) é simples: pessoas obtêm acesso a veículos privados, pagando por tempo de uso ou quilômetros rodados, oferecendo uma alternativa “paga enquanto usa” (Shaheen & Cohen, 2013). Portanto, os usuários deste serviço obtêm acesso a veículos privados sem a necessidade de compra, podendo resultar em consideráveis ganhos financeiros (Martin, Shaheen, & Lidicker, 2010).

Os SCCs fornecem um meio de os usuários experimentarem e testarem os CEs para ver se conseguem se adaptar essa tecnologia. E os resultados estão se mostrando positivos (Schlüter, 2019). A exposição das frotas de veículos de CEs tem resultado em mudanças de atitudes rápidas (Nilsson, 2016), pois os usuários conseguem quebrar barreiras psicológicas sem necessidade de altos riscos, ou seja, de ter que comprar um veículo.

A tabela 1 apresenta o compilado das barreiras encontradas na revisão de literatura.

Tabela 1 – Barreiras sócio-técnicas para carros elétricos

| Classificação | Barreiras |
|-----------------------------|--|
| Tecnológica | Durabilidade da bateria |
| | Tempo de alto de recarga |
| | Alcance da bateria |
| | Reciclagem da bateria |
| Psicológica | CEs vistos como de baixa performance |
| | Preconceito do usuário |
| | Desconhecimento da tecnologia |
| | Necessidade de mudança comportamental para uso |
| | Ansiedade com alcance |
| Financeira | Alto custo da bateria |
| | Alto custo do carro |
| Sociocultural | Cultura de posse do carro |
| | Incerteza sob fonte energética primária |
| Infraestrutura | Falta de redes de abastecimento/recarga |
| | Capacidade limitada do grid |
| | Capacidade das fornecedoras de energia |
| | Inexistência da cadeia de suprimento para as montadoras & serviços |
| Institucional e Regulatória | Falta de regulações de segurança para os sistemas de recarga |
| | Falta de padrão nos plugs |
| | Sem incentivos financeiros |
| | Proteção da indústria local |
| Sócio-técnica | Modelo de negócios da indústria |
| | Inovações incrementais para CCI |
| | Inércia organizacional das montadoras |
| | Estabilidade do regime |
| | Dificuldade de integrar diversos atores de regimes diferentes (energia e automotivo) |
| | Conflito de interesses entre atores |
| | Reeducação de engenheiros, mecânicos, entre outros |

| | |
|--|---|
| | Rotinas da indústria (<i>lock-in</i>) |
| | Inexistência de nichos |

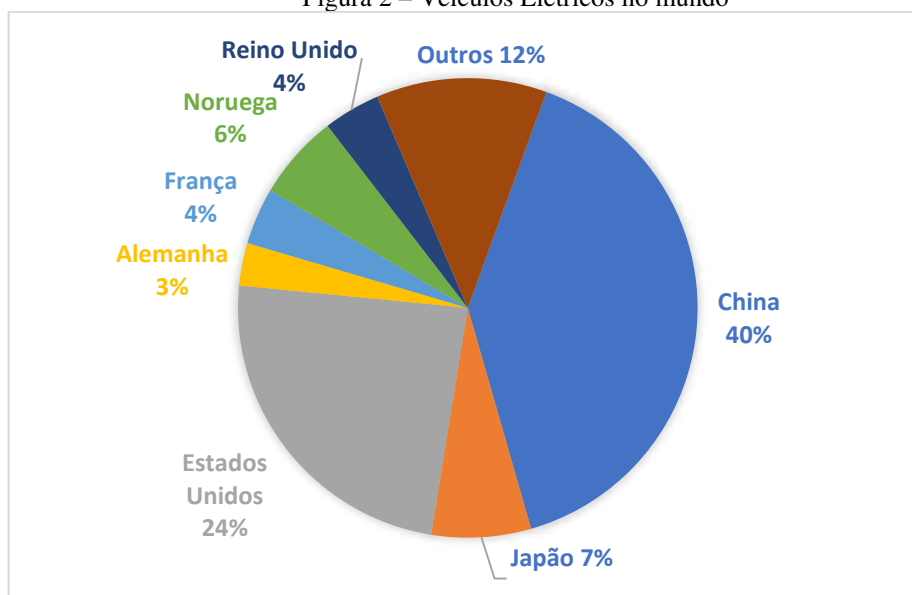
Fonte: elaborada pelos autores.

A compreensão das barreiras é importante para que se possa encontrar as maneiras mais efetivas de acelerar o processo de inserção dos CEs na sociedade. Pode-se também aprender com o sucesso inicial de outros países com a utilização de políticas públicas, incentivos e inserção de experimentação no nicho, como com carros CEs compartilhados.

4.2. Comparação Brasil e mundo

No mundo, há cerca de 3,1 milhões de veículos elétricos, desse total a China comporta 40% da frota, seguido pelos Estados Unidos com 24% (Bunsen et al., 2018). Na Figura 2, demonstram-se as principais participações de países.

Figura 2 – Veículos Elétricos no mundo



Fonte: Adaptado de Bunsen et al (2018).

Embora haja desenvolvimento de CEs em muitos países, no Brasil ainda não é significativo, pois a difusão da tecnologia de CEs não se restringe apenas ao próprio veículo, mas também há outros elementos, físicos ou sociais, que se relacionam para a facilitação do sistema como um todo (Smith et al., 2010).

A frota de veículos elétricos no Brasil corresponde a aproximadamente 0,01% da frota total. Sendo que destes a maior concentração (47%) está na região sudeste, seguido pelas regiões sul e nordeste, 19% e 17%, respectivamente. Porém, a grande maioria dos modelos vendidos é de híbridos correspondendo a 90%, e o restante sendo dividido em híbrido *plug-in* e veículo elétrico a bateria (DENATRAN, 2018). Acredita-se que as regiões com maior número de veículos, devem-se a incentivos de desenvolvimento de infraestrutura (como postos de recarga) e projetos tecnológicos, além de implantação de SCC.

Para a (CPFL, 2018), em um cenário mais conservador, sem levar em consideração nenhum tipo de incentivo, os CEs puros e híbridos *plug-in* podem alcançar 3,8% da frota nacional de veículos em 2030. Ainda citam, que o fortalecimento da mobilidade elétrica do país depende de mecanismos para vencer os principais entraves da tecnologia, como o alto custo de aquisição, causado pela ausência de produção nacional e tributação, além de uma infraestrutura de recarga incipiente.

A China destaca-se no cenário de CEs devido aos incentivos de produção local e infraestrutura, além de subsídios financeiros, que servem para dar segurança tanto a consumidores quanto às empresas que possuem receio de arriscar a adoção do produto. Há desenvolvimento de nichos locais, os quais servem de aprendizado e para descobrir novas oportunidades e derrubar barreiras de cunho social, tecnológico e econômico, dentre outros. (Xue, 2016) É importante ressaltar que a China iniciou o investimento em P&D de CEs em 1981, e no ano de 2006 cessaram o suporte à tecnologia de motores a diesel, em 2011 um programa amplo de infraestrutura de recargas foi posto em prática, instalando aproximando 12 mil carregadores, divididos em corrente direta e alternada. Posteriormente, em 2012 houve isenções de taxas (R. Bohnsack, 2018).

A Noruega é vista como um dos países mais importantes para CEs, pois as vendas ultrapassaram as de CCIIs (OFV, 2019). Os adotantes são beneficiados de isenções fiscais, privilégios de direção, isenção de taxas de estacionamento, e o carregamento do veículo realizado a custo zero (Røstvik, 2018). Para Figenbaum, Assum, and Kolbenstvedt (2015), os incentivos foram acrescidos até que o mercado respondesse com o aumento das vendas, ou seja, os incentivos visam tornar o custo dos CEs comparável aos veículos à combustão, propiciando ao comprador vantagens. No entanto, Figenbaum (2017) cita que o sucesso do país na difusão de CEs não teria acontecido sem o desenvolvimento sócio-técnico de fatores externos ao país, como melhorias das baterias de lítio, regulações de CO₂ na Europa e negociações globais do clima.

No Brasil, de forma a auxiliar nesta difusão alguns projetos estão sendo desenvolvidos, um deles é o PROMOB-E, um projeto de cooperação técnica executado pelo Ministério da Economia em parceria com o Ministério Alemão de Cooperação Econômica para o Desenvolvimento. As atividades iniciaram em 2017, e tem como objetivo apoiar o Brasil a alcançar a meta global de redução de emissão de gases do efeito estufa. No estudo de governança e políticas públicas para veículos elétricos, encontra-se uma lista com diferentes *startups*, por exemplo Sertter de Recife, Zaz Car e Ekatu de São Paulo (Fontes, 2018), que buscam o desenvolvimento de tecnologias nacionais. Na cidade de Florianópolis/SC, há a *startup* Mobilis, que desenvolveu um veículo elétrico de plataforma modular para ser utilizado em *resorts*, condomínios, indústrias e serviços públicos.

Além disso, há duas associações de classe, a primeira é a ABVE (Associação Brasileira de Veículos Elétricos), que atua no cadastramento das empresas do segmento dos CEs, a fim de formar uma rede integrada de parcerias de negócios entre as empresas e a ANFAVEA (Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores) que realiza o *lobby* geral do segmento das montadoras com o Brasil.

O governo federal criou ainda o Programa Rota 2030 – Mobilidade e Logística, para apoiar o desenvolvimento tecnológico, competitividade, inovação, segurança veicular, proteção ao meio ambiente, eficiência energética e a qualidade de automóveis, caminhões e ônibus. No entanto, o incentivo a CEs e híbridos não é tão significativo, há previsto somente a redução na faixa do IPI (Imposto sobre Produtos Industrializados) de 7% a 25% para 7% a 20%, que são determinados de acordo com peso e consumo energético de cada automóvel. Já para motoristas profissionais, cooperativas de trabalho de transporte público de passageiros e pessoas portadoras de deficiência, os veículos elétricos e híbridos ficam isentos de IPI e IOF (Imposto sobre Operações Financeiras) (BRASIL, 2018).

O IPVA (Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores) é um imposto estadual e, por isso, somente os estados possuem autonomia para realizar alterações. Desse modo, alguns estados possuem isenção total de IPVA para CEs, enquanto outros possuem uma isenção de 50% (Silva, 2018).

A ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) possui um programa de pesquisa e desenvolvimento, onde exige que empresas de geração, transmissão ou distribuição de energia

elétrica tenham projetos em desenvolvimento na área de mobilidade elétrica. Os principais resultados esperados com a chamada são a constituição de modelos de negócio que contribuam, de maneira significativa, para a criação de massa crítica e base tecnológica para o desenvolvimento de produtos e serviços nacionais, além disso devem demonstrar viabilidade técnico-econômica (ANEEL, 2019).

Ademais, também estabeleceu a Resolução Normativa nº 819, de 19 de junho de 2018, onde estabelece os procedimentos e as condições para a realização de atividade de recarga de CEs. Por meio da resolução, a recarga de CEs para fins de exploração comercial podem ser negociados livremente, também veta a injeção de energia elétrica na rede de distribuição a partir dos CEs e a participação no Sistema de Compensação de Energia Elétrica (ANEEL, 2018).

No entanto, o preço dos CEs no Brasil continua sendo um impedimento importante na difusão da tecnologia, devido a inexistência de uma cadeia de suprimentos a importação é necessária, deixando os CEs com um valor de mercado acima da média se comparado aos veículos à combustão. Um estudo realizado por Zaneti (2018) para a cidade de Florianópolis/SC demonstra que apenas uma empresa vendia até então um veículo 100% elétrico, e que seis empresas comercializavam veículos híbridos. Quando as empresas foram questionadas pela procura de CEs, houve unanimidade nas respostas, os mesmos consideram os clientes que procuram esses modelos de entusiastas (motivados pela tecnologia ou pela conscientização do meio ambiente); afirmam que o governo não incentiva a comercialização desse tipo de veículo e também consideram que trata-se de uma mudança cultural, e o ser humano tem aversão a mudanças (Zaneti, 2018).

Além disso, apesar de alguns projetos para corredores de postos de recarga existirem, eles são poucos, e não permitem grandes viagens, por exemplo, para isso a necessidade de instalação de maior número de pontos de recarga é evidente. No entanto, como as regras para instalação de postos de recarga não são claras, as empresas encontram muita incerteza para o investimento, gerando um ciclo complexo, onde atores mais influentes, como o governo, devem agir para romper esta barreira.

Alguns projetos estão sendo desenvolvidos no âmbito de difusão de postos de recarga. Uma delas é uma parceria entre a Fundação CERTI (Centro de Referência em Tecnologias Inovadoras) e a Celesc (Centrais Elétricas de Santa Catarina), o qual instalou sete eletropostos, formando um corredor, permitindo a mobilidade em cerca de 300 km de estradas (CELESC, 2018). Outro projeto é uma iniciativa da EDP (Energias do Brasil) e do BMW *Group* Brasil, com apoio da empresa Ipiranga. O trajeto é de 430 km e liga os estados de São Paulo a Rio de Janeiro (Godoi, 2018).

Atualmente, não há uma base de dados segura para saber a quantidade e disponibilidade de postos de recarga no Brasil. No entanto, com as novas regulamentações da ANEEL, está sendo requisitado dados dos tipos de postos de recarga para posterior controle e divulgação.

No Brasil ações de SCC são limitados a algumas cidades como Porto Alegre, São Paulo, Curitiba, Fortaleza e São Paulo. Em Fortaleza, desenvolve-se o VAMO (Veículos Alternativos para Mobilidade), o qual oferece à população de Fortaleza uma opção de mobilidade urbana sustentável. São cerca de 21 CEs e 18 estações de recarga distribuídos pela cidade (VAMO, 2019). Há também o projeto da Itaipu Binacional, lançado em 2016, conta com postos de compartilhamento de CEs, em diferentes edifícios internos da empresa, que são usados para a movimentação dos colaboradores (PTI, 2018). Já em São Paulo, há o Urbano LDSHaring, que possui como diferencial o modelo *Free Floating*, ainda não utilizada no país, ou seja, os carros não possuem um ponto fixo nem para entrega e nem retirada (Urbano, 2019)

Um provável precursor de difusão de CEs é o projeto Noronha Carbono Zero, lançado em 2013, começou a ser implantado em junho de 2019. Com a assinatura do decreto-lei que regulamenta a entrada, permanência e saída de veículos elétricos e estabelece os critérios de compra e uso dentro da ilha, o documentado foi assinado pelo governador Paulo Câmara

(CEBDS, 2019). A segunda etapa é a proibição da entrada de veículos à combustão em Noronha, a partir de 10 de agosto de 2022. E a última etapa, é em 10 de agosto de 2030, quando será proibida a circulação de todos os veículos movidos a gasolina, álcool e óleo diesel, com exceção de embarcações, aeronaves, tratores e outros destinados a puxar ou arrastar maquinaria, executar trabalhos de construção ou de pavimentação, serviços portuários e aeroportuários (Vasconcelos, 2019).

O Brasil possui várias vantagens em termos de sustentabilidade e segurança energética, dois atributos fundamentais para a estabilidade de longo prazo da economia mundial. Essas vantagens incluem o alto grau de participação das energias renováveis na matriz e a independência energética do país (Baran & Legey, 2013). Entretanto, países citados anteriormente. A China, por exemplo, iniciou o desenvolvimento em CEs há aproximadamente 40 anos atrás, o que pode explicar o avanço do país. Enquanto o Brasil possui, somente, projetos dispersos, pouca infraestrutura e incentivos financeiros. Além de continuar incentivando o desenvolvimento de tecnologia de motores à combustão.

5. Considerações finais

Uma das limitações do presente estudo é a falta de informações técnicas acerca do que está sendo desenvolvido no Brasil. Portanto, ao não se comentar sobre um assunto não significa que o Brasil tenha ultrapassado essa barreira, mas sim que não foram encontradas informações suficientes. Ainda, constata-se a falta de clareza e atualização nos dados disponíveis.

Por fim, entende-se que o Brasil possui ações isoladas para a inserção de CEs, projetos envolvendo tecnologia na fabricação, instalação de infraestrutura de postos de recarga, bem como de modelos de negócios. No entanto, estão aquém de países como Noruega e China, que se verificam grandes esforços de incentivos financeiros e no desenvolvimento de indústria local, além de infraestrutura de recarga, possibilitando a criação e desenvolvimento de nichos. Devido as características sócio-técnicas do sistema de mobilidade, bem como as complexidades inerentes, há a necessidade de investimentos de longo prazo e tempo para aprendizado da tecnologia, só assim é possível que haja substituição da tecnologia dominante por uma sustentável.

Diferentemente, no Brasil apesar da redução de IPI e isenção de IPVA em alguns estados, essas ações ainda são limitadas, não apresentando grande influência sobre a aquisição da tecnologia. O Programa Rota 2030, que poderia ser um grande incentivador, não apresenta grande influência na adoção de veículos elétricos a bateria, mas sim melhora na eficiência de carros à combustão, híbridos e híbridos *plug-in*.

Agradecimentos

Os autores agradecem a CNPq e Capes pelo apoio financeiro, bem como ao grupo Sinergia do PPGEF-UFSC.

REFERÊNCIAS

- Anderson, P., & Tushman, M. L. (1990). Technological Discontinuities and Dominant Designs: A Cyclical Model of Technological Change. *Administrative Science Quarterly*, 35(4), 604-633. doi: 10.2307/2393511
- Resolução Normativa nº 819, de 19 de junho de 2018 (2018).
- ANEEL. (2019). Agência abre chamada de P&D estratégico sobre Mobilidade Elétrica Eficiente. Retrieved 14 de julho, 2019, from http://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao-2/-/asset_publisher/zXQREz8EVIZ6/content/agencia-abre-chamada-de-p-d-estrategico-sobre-mobilidade-eletrica-eficiente/656877?inheritRedirect=false

- Argote, L., & Epple, D. (1990). Learning curves in manufacturing. *Science*, 247(4945), 920-924. doi: 10.1126/science.247.4945.920
- Augenstein, K. (2015). Analysing the potential for sustainable e-mobility - The case of Germany. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 14, 101-115. doi: 10.1016/j.eist.2014.05.002
- Bakker, S. (2014). Actor rationales in sustainability transitions - Interests and expectations regarding electric vehicle recharging. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 13, 60-74. doi: 10.1016/j.eist.2014.08.002
- Bakker, S. L., P.: Van Lente, H. (2015). Niche accumulation and standardization - The case of electric vehicle recharging plugs. *Journal of Cleaner Production*, 94, 155-164. doi: 10.1016/j.jclepro.2015.01.069
- Bakker, S. M., K.: van Wee, B. (2014). Stakeholders interests, expectations, and strategies regarding the development and implementation of electric vehicles: The case of the Netherlands. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 66(1), 52-64. doi: 10.1016/j.tra.2014.04.018
- Baran, R., & Legey, L. F. L. (2013). The introduction of electric vehicles in Brazil: Impacts on oil and electricity consumption. *Technological Forecasting and Social Change*, 80(5), 907-917. doi: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2012.10.024>
- Bergek, A., Jacobsson, S., Carlsson, B., Lindmark, S., & Rickne, A. (2008). Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis. *Research Policy*, 37(3), 407-429. doi: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.12.003>
- Berkeley, N. B., D.: Jones, A.: Jarvis, D. (2017). Assessing the transition towards Battery Electric Vehicles: A Multi-Level Perspective on drivers of, and barriers to, take up. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 106, 320-332. doi: 10.1016/j.tra.2017.10.004
- BNEF. (2018). Electric Vehicle Outlook 2018: Bloomberg News Energy Finance.
- Bohnsack, R. (2018). Local niches and firm responses in sustainability transitions: The case of low-emission vehicles in China. *Technovation*, 70-71, 20-32. doi: 10.1016/j.technovation.2018.02.002
- Bohnsack, R. K., A.: Pinkse, J. (2015). Catching recurring waves: Low-emission vehicles, international policy developments and firm innovation strategies. *Technological Forecasting and Social Change*, 98, 71-87. doi: 10.1016/j.techfore.2015.06.020
- Boon, W. P. C. B., S. (2016). Learning to shield - Policy learning in socio-technical transitions. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 18, 181-200. doi: 10.1016/j.eist.2015.06.003
- LEI Nº 13.755, DE 10 DE DEZEMBRO DE 2018 (2018).
- Bunsen, T., Cazzola, P., Gerner, M., Paoli, L., Scheffer, S., Schuitmaker, R., . . . Teter, J. (2018). Global EV Outlook 2018: Towards cross-modal electrification: International Energy Agency.
- CEBDS. (2019). Fernando de Noronha começa a implantar projeto Carbono Zero. Retrieved 15 de julho, 2019, from <https://cebds.org/blog/noronha-comeca-a-implantar-projeto-carbono-zero/#.XS0N4uhKjIU>
- CELESC. (2018). Especialistas da ANEEL testam corredor elétrico do Sul do Brasil. Retrieved 21 de fevereiro, 2019, from <http://www.celesc.com.br/portal/index.php/noticias/2163-especialistas-da-aneel-testam-corredor-eletrico-do-sul-do-brasil>
- CPFL. (2018). CPFL Energia propõe criação de estratégia nacional para impulsionar crescimento de mobilidade elétrica no Brasil. Retrieved 10 de março, 2019, from <https://www.cpfl.com.br/releases/Paginas/cpfl-energia-propoe-criacao-de-estrategia-nacional-para-impulsionar-crescimento-de-mobilidade-eletrica-no-brasil.aspx>

- De Stefano, M. C. M.-S., M. J.: Busch, T. (2016). A natural resource-based view of climate change: Innovation challenges in the automobile industry. *Journal of Cleaner Production*, 139, 1436-1448. doi: 10.1016/j.jclepro.2016.08.023
- DENATRAN. (2018). Frota de Veículos – 2018. Retrieved 09 de março, 2019, from [http://www.denatran.gov.br/images/OUTUBRO/I Frota por UF Município Marca e Modelo Ano Outubro 2018.rar](http://www.denatran.gov.br/images/OUTUBRO/I_Frota_por_UF_Município_Marca_e_Modelo_Ano_Outubro_2018.rar)
- Dijk, M. (2016). Electric revenge after 100 years? Comparing car market patterns around 1900 and 2000. *International Journal of Automotive Technology and Management*, 16(2), 147-168. doi: 10.1504/IJATM.2016.079227
- Dijk, M. O., R. J.: Kemp, R. (2013). The emergence of an electric mobility trajectory. *Energy Policy*, 52, 135-145. doi: 10.1016/j.enpol.2012.04.024
- Dosi, G. (1982). Technological paradigms and technological trajectories: A suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. *Research Policy*, 11(3), 147-162. doi: [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(82\)90016-6](https://doi.org/10.1016/0048-7333(82)90016-6)
- Figenbaum, E. (2017). Perspectives on Norway's supercharged electric vehicle policy. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 25, 14-34. doi: 10.1016/j.eist.2016.11.002
- Figenbaum, E., Assum, T., & Kolbenstvedt, M. (2015). Electromobility in Norway: Experiences and Opportunities. *Research in Transportation Economics*, 50, 29-38. doi: <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2015.06.004>
- Fontes, F. A. d. S. A. (2018). Mobilidade elétrica e propulsão eficiente. Sistematização de Iniciativas de Mobilidade Elétrica no Brasil. Brasília: PROMOB-E.
- Franke, T., Neumann, I., Bühler, F., Cocron, P., & Krems, J. F. (2012). Experiencing Range in an Electric Vehicle: Understanding Psychological Barriers. *Applied Psychology*, 61(3), 368-391. doi: 10.1111/j.1464-0597.2011.00474.x
- Geels, F. W. (2002). Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study. *Research Policy*, 31(8), 1257-1274. doi: [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(02\)00062-8](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(02)00062-8)
- Geels, F. W. (2018). Low-carbon transition via system reconfiguration? A socio-technical whole system analysis of passenger mobility in Great Britain (1990–2016). *Energy Research and Social Science*, 46, 86-102. doi: 10.1016/j.erss.2018.07.008
- Godoi, M. (2018). EDP e BMW inauguram eletrovia entre Rio e São Paulo. Retrieved 09 de julho, 2019, from <https://www.canalenergia.com.br/noticias/53068747/edp-e-bmw-inauguram-eletovia-entre-rio-e-sao-paulo>
- Hardman, S., Shiu, E., & Steinberger-Wilckens, R. (2015). Changing the fate of Fuel Cell Vehicles: Can lessons be learnt from Tesla Motors? *International Journal of Hydrogen Energy*, 40(4), 1625-1638. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2014.11.149>
- HEI. (2018). State of Global Air 2018 Special Report. Boston, MA: Health Effects Institute.
- Hekkert, M. P., Suurs, R. A. A., Negro, S. O., Kuhlmann, S., & Smits, R. E. H. M. (2007). Functions of innovation systems: A new approach for analysing technological change. *Technological Forecasting and Social Change*, 74(4), 413-432. doi: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2006.03.002>
- Hoogma, R. (2002). *Experimenting for Sustainable Transport*: Routledge.
- Hussaini, M. S., M. (2017). Exploring low carbon transition pathways for the UK road transport sector. *Transportation Planning and Technology*, 40(7), 796-811. doi: 10.1080/03081060.2017.1340024
- IPCC. (2018). Global Warming of 1.5°C: Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Karagulian, F., Belis, C. A., Dora, C. F. C., Prüss-Ustün, A. M., Bonjour, S., Adair-Rohani, H., & Amann, M. (2015). Contributions to cities' ambient particulate matter (PM): A

- systematic review of local source contributions at global level. *Atmospheric Environment*, 120, 475-483. doi: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2015.08.087>
- Kemp, R., Schot, J., & Hoogma, R. (1998). Regime shifts to sustainability through processes of niche formation: The approach of strategic niche management. *Technology Analysis & Strategic Management*, 10(2), 175-198. doi: 10.1080/09537329808524310
- Khaligh, A., & Li, Z. (2010). Battery, Ultracapacitor, Fuel Cell, and Hybrid Energy Storage Systems for Electric, Hybrid Electric, Fuel Cell, and Plug-In Hybrid Electric Vehicles: State of the Art. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 59(6), 2806-2814. doi: 10.1109/TVT.2010.2047877
- Kohler, J. S., W.: Leduc, G.: Wiesenthal, T.: Schade, B.: Espinoza, L. T. (2013). Leaving fossil fuels behind? An innovation system analysis of low carbon cars. *Journal of Cleaner Production*, 48, 176-186. doi: 10.1016/j.jclepro.2012.09.042
- Köhler, J. T., B.: Hodson, M. (2018). Low carbon transitions pathways in mobility: Applying the MLP in a combined case study and simulation bridging analysis of passenger transport in the Netherlands. *Technological Forecasting and Social Change*. doi: 10.1016/j.techfore.2018.06.003
- Lam, A. L., S.: Mercure, J. F.: Cho, Y.: Lin, C. H.: Pollitt, H.: Chewpreecha, U.: Billington, S. (2018). Policies and predictions for a low-carbon transition by 2050 in passenger vehicles in East Asia: Based on an analysis using the E3ME-FTT model. *Sustainability*, 10(5). doi: 10.3390/su10051612
- Markard, J., Raven, R., & Truffer, B. (2012). Sustainability transitions: An emerging field of research and its prospects. *Research Policy*, 41(6), 955-967. doi: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.02.013>
- Martin, E., Shaheen, S. A., & Lidicker, J. (2010). Impact of Carsharing on Household Vehicle Holdings: Results from North American Shared-Use Vehicle Survey. *Transportation Research Record*, 2143(1), 150-158. doi: 10.3141/2143-19
- Mazur, C. C., M.: Offer, G. J.: Brandon, N. P. (2015). Assessing and comparing German and UK transition policies for electric mobility. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 14, 84-100. doi: 10.1016/j.eist.2014.04.005
- Morton, C. A., J.: Yeboah, G.: Cottrill, C. (2018). The spatial pattern of demand in the early market for electric vehicles: Evidence from the United Kingdom. *Journal of Transport Geography*, 72, 119-130. doi: 10.1016/j.jtrangeo.2018.08.020
- Nelson, R. R., & Winter, S. G. (1977). In search of useful theory of innovation. *Research Policy*, 6(1), 36-76. doi: [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(77\)90029-4](https://doi.org/10.1016/0048-7333(77)90029-4)
- Nieuwenhuis, P. (2018). Alternative business models and entrepreneurship: The case of electric vehicles. *International Journal of Entrepreneurship and Innovation*, 19(1), 33-45. doi: 10.1177/1465750317752885
- Nilsson, M. N., B. (2016). Governing the electric vehicle transition - Near term interventions to support a green energy economy. *Applied Energy*, 179, 1360-1371. doi: 10.1016/j.apenergy.2016.03.056
- Nykvist, B., & Nilsson, M. (2015). Rapidly falling costs of battery packs for electric vehicles. *Nature Climate Change*, 5, 329. doi: 10.1038/nclimate2564
<https://www.nature.com/articles/nclimate2564#supplementary-information>
- Nykvist, B. N., M. (2015). The EV paradox - A multilevel study of why Stockholm is not a leader in electric vehicles. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 14, 26-44. doi: 10.1016/j.eist.2014.06.003
- OFV. (2019). I april var hver tredje nye personbil en nullutslippsbil. Retrieved 04/07, 2019, from <https://ofv.no/aktuelt/2019/registreringsstatistikken-for-april>
- PTI. (2018). No primeiro ano do projeto, sistema de compartilhamento de veículos na Itaipu roda mais de 17 mil km. Retrieved 14 de julho, 2019, from <https://www.pti.org.br/pt->

- [br/content/no-primeiro-ano-do-projeto-sistema-de-compartilhamento-de-ve%C3%ADculos-na-itaipu-roda-mais-de-0](#)
- Raven, R. W., B. (2018). Overcoming transformational failures through policy mixes in the dynamics of technological innovation systems. *Technological Forecasting and Social Change*. doi: 10.1016/j.techfore.2018.05.008
- Røstvik, H. N. (2018). The mobility revolution as seen through Norwegian eyes. *Architectural Science Review*, 61(5), 362-366. doi: 10.1080/00038628.2018.1502152
- Schlüter, J. W., J. (2019). Car sharing as a means to raise acceptance of electric vehicles: An empirical study on regime change in automobility. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 60, 185-201. doi: 10.1016/j.trf.2018.09.005
- Schumpeter, J. A. (1947). *Can capitalism survive? Creative destruction and the future of the global economy*. New York: Harper USA.
- Shaheen, S. A., & Cohen, A. P. (2013). Carsharing and Personal Vehicle Services: Worldwide Market Developments and Emerging Trends. *International Journal of Sustainable Transportation*, 7(1), 5-34. doi: 10.1080/15568318.2012.660103
- Silva, M. L. R. R. d. (2018). *O desenvolvimento da indústria de veículos elétricos no Brasil: o papel das políticas públicas*. Universidade de São Paulo, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade.
- Smith, A., Voß, J.-P., & Grin, J. (2010). Innovation studies and sustainability transitions: The allure of the multi-level perspective and its challenges. *Research Policy*, 39(4), 435-448. doi: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2010.01.023>
- Struben, J., & Sterman, J. D. (2008). Transition Challenges for Alternative Fuel Vehicle and Transportation Systems. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 35(6), 1070-1097. doi: 10.1068/b33022t
- Truffer, B. S., J.: Fleischer, T. (2017). Decentering technology in technology assessment: prospects for socio-technical transitions in electric mobility in Germany. *Technological Forecasting and Social Change*, 122, 34-48. doi: 10.1016/j.techfore.2017.04.020
- Tyfield, D. (2014). Putting the Power in ‘Socio-Technical Regimes’ – E-Mobility Transition in China as Political Process. *Mobilities*, 9(4), 585-603. doi: 10.1080/17450101.2014.961262
- UN. (2019). Climate Change. Retrieved 01 de Junho, 2019, from <https://www.un.org/en/sections/issues-depth/climate-change/>
- Urbano. (2019). Website da Urbano LD Sharing. Retrieved 04/07, 2019, from <https://www.urbano.eco.br/>
- VAMO. (2019). Bem-vindo ao sistema VAMO Veículos Alternativos para Mobilidade. Retrieved 14 de julho, 2019, from <http://www.vamofortaleza.com/#welcome>
- van Bree, B. V., G. P. J.: Kramer, G. J. (2010). A multi-level perspective on the introduction of hydrogen and battery-electric vehicles. *Technological Forecasting and Social Change*, 77(4), 529-540. doi: 10.1016/j.techfore.2009.12.005
- Vasconcelos, R. (2019). Após seis anos, Noronha começa a implantar projeto Carbono Zero. Retrieved 15 de julho, 2019, from <https://www.diariodepernambuco.com.br/noticia/vidaurbana/2019/06/apos-seis-anos-noronha-comeca-a-implantar-projeto-carbono-zero.html>
- Vaz, C., & Uriona Maldonado, M. (2017). Revisão de Literatura Estruturada: proposta do modelo SYSMAP (Scientometric and Systematic yielding Mapping Process).
- Warth, J. V. d. G., H. A.: Darkow, I. L. (2013). A dissent-based approach for multi-stakeholder scenario development - The future of electric drive vehicles. *Technological Forecasting and Social Change*, 80(4), 566-583. doi: 10.1016/j.techfore.2012.04.005

- Wells, P. N., P. (2012). Transition failure: Understanding continuity in the automotive industry. *Technological Forecasting and Social Change*, 79(9), 1681-1692. doi: 10.1016/j.techfore.2012.06.008
- Wesseling, J. H. (2016). Explaining variance in national electric vehicle policies. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 21, 28-38. doi: 10.1016/j.eist.2016.03.001
- WHO. (2018). World health statistics 2018: monitoring health for the SDGs, sustainable development goals. Geneva: World Health Organization.
- Xue, Y. X. Y., J. X.: Liang, X. K.: Liu, H. C. (2016). Adopting Strategic Niche Management to Evaluate EV Demonstration Projects in China. *Sustainability*, 8(2), 20. doi: 10.3390/su8020142
- Zaneti, L. A. L. (2018). *Diagnóstico dos produtos e serviços complementares para a adoção dos carros elétricos e híbridos no Brasil*. (Trabalho de Conclusão de Curso), Universidade Federal de Santa Catarina.