

DIFUSÃO DO CARRO ELÉTRICO NO BRASIL À LUZ DA TEORIA DE DIFUSÃO DE INOVAÇÃO

EGÍDIO LUIZ FURLANETTO
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

PAOLA PIMENTEL FURLANETTO

DIFUSÃO DO CARRO ELÉTRICO NO BRASIL À LUZ DA TEORIA DE DIFUSÃO DE INOVAÇÃO

1. INTRODUÇÃO

O surgimento do carro elétrico remonta a meados do século XIX e está relacionado ao desenvolvimento das baterias de chumbo-ácido (HOYER, 2008). Mais precisamente, os primeiros carros elétricos passaram a ser produzidos em 1880, trata-se, portanto, de uma invenção contemporânea aos carros de motor com combustão interna, os quais começaram a ser produzidos em 1886.

Segundo Baran e Legey (2010), na virada do século XIX três tecnologias de propulsão concorriam no mercado de automóveis: o carro elétrico, a vapor e a gasolina. Ainda segundo esses autores, em 1903, havia cerca de quatro mil automóveis registrados na cidade de Nova York, sendo 53% a vapor, 27% a gasolina e 20% elétricos. Entretanto, cerca de uma década após, enquanto a frota de carros elétricos atingiu o ápice de 30 mil unidades, a quantidade de automóveis a gasolina já era trinta vezes maior. Ou seja, percebe-se que o paradigma dominante, a partir de então, passou a ser o de motores a combustão interna e isso se deu devido a diferentes fatores, entre eles: o sistema de produção em série de automóveis, desenvolvido por Henry Ford e consequente redução de preços; a invenção da partida elétrica; a necessidade de que os veículos tivessem grande autonomia para percorrer grandes distâncias; e talvez o mais importante de todos, que foi a descoberta de petróleo, o que ocasionou a redução no preço dos combustíveis.

Lançando mão da literatura de inovação é possível concluir que enquanto a invenção do carro de motor com combustão interna virou uma inovação, o mesmo não ocorreu com o carro elétrico. Para tal basta que se traga à tona o que diferencia uma invenção de uma inovação, pois a inovação é uma invenção que foi aprovada pelo mercado (ZAWISLACK, 1994). Toda invenção é uma invenção, mas nem toda invenção é uma inovação, pois para que ideias e/ou inventos se tornem inovações é necessário que eles sejam introduzidos com sucesso e aceitos no mercado. Somente após isto se pode qualificar como inovação. Portanto, existe um longo caminho entre a invenção e a inovação, é o que Martin (1994) denominou de equação da inovação. Segundo esse autor, para que uma invenção vire inovação são necessárias as seguintes etapas: uma invenção ou a geração de uma nova ideia; que essa ideia ou invenção passe pelo desenvolvimento/engenharia; a presença de um empreendedor para assumir os riscos e a promoção da gestão da inovação; necessidade sociocomercial e, por fim, um ambiente favorável. Portanto, não basta inventar ou criar uma ideia, o caminho é bem mais longo, incerto, e com altos riscos.

Analisando o caso do carro elétrico sob a perspectiva da equação apresentada por Martin (1994), é importante destacar que durante esse período da história, mais precisamente a partir da primeira metade do Século XX, o ambiente não era favorável ao carro elétrico, pois se vivia sob a perspectiva do paradigma de que os recursos necessários para a produção de bens e serviços eram infinitos, bem como havia uma total despreocupação com os resíduos gerados e muito menos com a natureza, tida como fornecedora infinita de recursos. A economia e o modelo de desenvolvimento adotado eram também limitados à exploração dos recursos naturais e ao crescimento industrial a todo custo, colocando-se na balança apenas as perdas e danos financeiros, com total ausência de uma contabilidade que inserisse o meio ambiente e suas restrições.

Esse modelo, porém, passou a ser questionado a partir da discussão sobre o meio ambiente e a tecnologia, a qual ganhou destaque depois da década de 60, quando foram propostos novos modelos de gestão, agora voltados ao meio ambiente e às tecnologias ambientais empregadas

para o controle, preventivo ou curativo dos impactos das atividades produtivas, ou ainda, a tecnologia limpa, que é introduzida dentro do próprio processo produtivo, para evitar a emissão de poluentes (PAVITT et al., 2008). Conclui-se, que as pressões da sociedade foram no sentido de se migrar de um desenvolvimento econômico que era baseado no modelo Neoclássico da exploração capitalista, para um desenvolvimento sustentável, incorporando o capital humano, social e natural (MUELLER, 1998). É dentro desse contexto que surge o conceito de inovação sustentável, a qual, segundo Barbieri et al. (2010), traz benefícios econômicos, sociais e ambientais, quando comparada à outras tecnologias.

A partir dessa nova perspectiva, uma questão central passa a ser incorporada nas pesquisas, ou seja, como induzir mudanças tecnológicas na direção de tecnologias mais limpas, para a obtenção de uma sustentabilidade ambiental, onde os recursos naturais sejam preservados agora e futuramente, e que haja uma redução na poluição mesmo havendo aumento na produção? Em outras palavras, como difundir a tecnologia de produção de carros elétricos, os quais se apresentam, pelo menos no caso de grandes centros urbanos, como alternativa menos poluidora? A ressalva aqui feita ao fato de mencionar-se ‘pelo menos no caso de grandes centros urbanos’, deve-se à grande discussão que ocorre entre especialistas acerca dos resíduos gerados na produção de baterias para os carros elétricos. Entretanto, tendo em vista que os sistemas de produção de baterias podem ser localizados em zonas mais remotas e como os resíduos gerados pelos carros elétricos, durante seu funcionamento, são menores comparados com os produzidos pelos carros de motor de combustão interna, o uso dos carros elétricos se apresenta como importante estratégia para grandes centros (BARAN e LEGEY, 2010).

Desta forma, o presente trabalho parte do pressuposto de que o carro elétrico se constitui uma inovação sustentável e pode ser importante alternativa de transporte, especialmente para os grandes centros urbanos. Sendo assim, o objetivo do trabalho consiste em avaliar o processo de difusão da tecnologia de produção de carros elétricos sob a perspectiva da teoria da difusão das inovações (Rogers, 1995; Hall, 2006) e, com isso, apontar possíveis alternativas para que tal tecnologia possa vir a ser implementada em grande escala, especialmente nos grandes centros urbanos, devido ao seu baixo impacto na geração de poluentes.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O presente referencial aborda os conceitos e contribuições de Rogers (1995) e de Hall (2006), no tocante à difusão de inovações, bem como apresenta breve caracterização dos diferentes tipos de carros elétricos possíveis, destacando-o como uma inovação sustentável.

2.1 Difusão de Inovações

Segundo Hall (2006), difusão é o processo pelo qual indivíduos ou organizações adotam uma nova tecnologia, ou substituem uma velha por uma nova. Desta forma, entender como ocorre a difusão de uma inovação é chave para entender como as atividades inovativas podem ser conduzidas, tanto por empresas, como por instituições. Para as empresas, ou organizações, é importante esse entendimento, pois se trata de uma das etapas do processo de inovação, ou seja, quem quiser inovar (lançar novos produtos e serviços) precisa entender como esse processo ocorre. Para governos, ou instituições, o entendimento do processo de difusão é fundamental para a compreensão do *catchin up* (emparelhamento), ou seja, a medida que o processo de difusão puder ser acelerado, o emparelhamento entre regiões pode ser alcançado, ou pelo menos a distância (*gap* tecnológico) entre elas pode ser reduzida. No caso de governos ou instituições conhecer esse processo também é fundamental na implementação de políticas públicas, a exemplo de campanhas de prevenção na área de saúde e, como é o caso em questão, a adoção de uma nova tecnologia que impacta fortemente no bem da coletividade, o uso de uma alternativa de transporte menos poluidora.

A difusão de inovações tem sido estudada por diferentes perspectivas: histórica, sociológica, econômica (inclusive de negócios e de marketing) e de redes. Sob a perspectiva sociológica, uma das referências têm sido os estudos de Rogers (1995), muito embora em sua obra o autor também aborda a questão sob a perspectiva econômica, organizacional e estratégica. Rogers (1995, p. 5) conceitua difusão como sendo “o processo pelo qual uma inovação é comunicada através de certos canais durante certo tempo entre membros de um sistema social”, onde essa comunicação denota um processo de convergência ou divergência sobre novas ideias e significados que são atribuídos a determinados eventos, numa relação de troca mútua. A novidade de uma ideia apresenta um nível de incerteza envolvido na difusão, de forma que implica na falta de previsibilidade, de estrutura e de informação. Rogers (1995) retrata ainda que a informação confere o poder de redução dessa incerteza, nas relações de causa e efeito na solução de problemas, e que a difusão implicaria em uma espécie de “mudança social”, onde um sistema social tem sua estrutura e função alteradas. Desta forma, quando uma nova tecnologia é inventada, difundida e adotada ou rejeitada, conduz a mudanças na estrutura social.

Rogers (1995) alega que é muito difícil tornar adotada uma ideia e que uma das preocupações é justamente como acelerar essa taxa de difusão de uma inovação. Nesse sentido, Rogers (1995) destaca que alguns atributos podem influenciar na adoção de uma nova tecnologia ou de um novo produto ou serviço, sendo eles: a vantagem relativa percebida; a compatibilidade; a complexidade; a observabilidade e a testabilidade. Ou seja, segundo o autor, o usuário da nova tecnologia, ou do produto, ou do serviço, precisa perceber a vantagem na aquisição ou adoção do produto ou da tecnologia, esta precisa ser compatível com o ambiente em que será utilizada, deverá ser de fácil assimilação, possível de ser observada e testada.

Além da importância dos atributos, em seu modelo conceitual Rogers (1995) destaca a importância dos canais de comunicação para o sucesso da difusão, sendo estes os meios pelos quais as mensagens fluem de um indivíduo para outro, significando a divulgação e transmissão daquela determinada tecnologia. Nesse sentido Rogers (1995) destaca que canais de mídia de massa são mais efetivos em criar conhecimento das inovações, ao passo que canais interpessoais são mais efetivos em formar e mudar opiniões e atitudes frente a uma nova ideia, e ainda em influenciar uma decisão em adotar ou rejeitar essa ideia. O autor destaca que a maioria dos indivíduos não avaliam inovações com base em pressupostos científicos, mas através de avaliações subjetivas de pessoas próximas que adotaram a inovação, o que sugere a difusão da inovação via isomorfismos, onde se destacam os primeiros usuários.

Outro aspecto dos canais de comunicação seria o grau de heterofilia que é presente em determinado contexto. Heterofilia seria o nível de diferenças em certos atributos como crenças e educação, status social, etc., nas interações entre dois ou mais indivíduos. Analogamente, homofilia seria o contrário, representando o grau de semelhanças. Assim explicado, a maioria das relações de comunicação e de difusão de novas tecnologias ocorre basicamente em pessoas que são homofílicas, situação que remete a uma comunicação mais efetiva. Problemas são encontrados quando as relações de comunicação se dão entre pessoas ditas com alto grau de heterofilia, dificultando a difusão de práticas.

Um terceiro elemento influenciador seria o tempo envolvido no processo de decisão da inovação. Para Rogers (1995), a dimensão tempo precisa ser levada em considerações, pois os indivíduos precisam tomar conhecimento da inovação, serem convencidos, ou não, e tomarem a decisão sobre adotar ou não a mesma. Nesse sentido, os canais de comunicação e os esforços dos líderes e agentes de mudança, bem como o papel dos primeiros adotantes (inovadores e adotantes antecipados, como veremos a seguir), são fundamentais, pois podem reduzir esse tempo por meio da persuasão.

Segundo Rogers (1995), o processo de decisão da inovação consiste em cinco estágios: (1) conhecimento – o indivíduo é exposto à existência da inovação e ganha algum entendimento

de como ela funciona; (2) persuasão – o indivíduo forma uma atitude favorável ou desfavorável diante da inovação; (3) decisão – o indivíduo se engaja em atividades que conduzem a uma escolha de adotar ou rejeitar a inovação; (4) implementação - o indivíduo coloca uma inovação em uso e; (5) confirmação – o indivíduo procura por reforço para uma decisão de inovação já feita, mas pode reverter sua decisão se exposto a mensagens de conflito sobre a inovação.

Nesse processo de decisão sobre uma determinada inovação, é importante destacar que existem diferentes perfis de consumidores em relação ao momento de aderir a uma nova tecnologia. É o que Rogers (1995) chama de inovatividade, ou nível de adoção de uma inovação. A inovatividade é o nível com o qual um indivíduo é relativamente novo em adotar novas ideias, comparado a outros membros do sistema social. Rogers (1995) elabora cinco categorias desses adotantes: (1) inovadores; (2) adotantes antecipados; (3) maioria antecipada; (4) maioria atrasada e; (5) retardatários. A explicação do autor para esse processo de decisão de inovação, que acabaria sendo conhecida como a Lei da Difusão, é essencialmente uma busca por informações e de uma atividade de processamento destas informações, nos quais os indivíduos são motivados a reduzir a incerteza a respeito das vantagens e desvantagens da inovação. Portanto, conhecer o comportamento do consumidor torna-se importante, especialmente no momento de planejar estratégias e políticas no sentido de divulgar determinada tecnologia.

Outra variável importante é a estrutura do sistema social, considerada pelo autor como as fronteiras que delimitam o campo onde a inovação se difunde. Nesse ponto o autor destaca a importância e o efeito das normas no processo de difusão, os papéis dos líderes e agentes de mudança, os tipos de decisões de inovação e as consequências da inovação. Essas questões envolvem relações entre o sistema social e o processo de difusão que ocorre dentro dele.

As normas são importantes e servem para orientar os padrões de comportamento dos membros de um sistema social, reduzindo incertezas, mas em alguns casos, segundo Rogers (1995), podem ser consideradas como barreiras a novas tecnologias. Quanto ao papel dos líderes e agentes de mudança nesse processo, assim como é fundamental conhecer o perfil dos usuários é importante identificar os líderes e agentes de mudança, pois estes têm importante papel nesse processo, especialmente no sentido de divulgar informações e reduzir a incerteza. Em relação aos tipos de decisões de inovações, o autor destaca que o sistema social tem ainda outro tipo importante de influência na difusão de novas ideias, pois as inovações podem ser adotadas, ou rejeitadas por: 1) um membro individual de um sistema, ou por todo o sistema social, que pode decidir adotar uma inovação por 2) uma decisão coletiva, ou 3) de autoridade.

No caso da decisão ser individual ela pode ser influenciada pelas normas do sistema e pelas relações interpessoais. Decisões coletivas são tomadas por consensos entre os membros do sistema. Como exemplo dessas decisões Rogers (1995) destaca uma lei da Califórnia que estabelece que todas organizações com mais de 100 colaboradores devem gradualmente aumentar o número de passageiros por veículos, isso no sentido de diminuir o tráfego em Los Angeles e a emissão de gases. No caso da decisão ser de autoridades, a escolha em adotar ou rejeitar uma inovação concentra-se na mão de poucas pessoas, os quais possuem poder, status ou expertises técnicas. Esse tipo de decisão é bastante comum em grandes corporações e geralmente tem difusão rápida.

Ao comentar esse processo Rogers (1995) destaca que estes três tipos acontecem num continuum e para tal dá o exemplo do uso do cinto de segurança nos Estados Unidos. Num primeiro momento a inovação se deu de forma individual, pois dependia da decisão do usuário a instalação dos cintos; posteriormente, por meio de lei federal, todos os veículos passaram a sair de fábrica com os cintos, finalmente foi exigida a obrigatoriedade de seu uso.

Por último, ao falar das consequências de uma inovação o autor destaca que elas podem assumir importante papel junto aos líderes e agentes de mudança no sentido de facilitar o

convencimento dos possíveis usuários, porém o autor destaca que nem sempre é possível prever as consequências de uma inovação.

Portanto, de forma simplificada é possível concluir que segundo o modelo de difusão de inovação de Rogers (1995) as variáveis que interferem no processo de difusão de inovação são as seguintes: i) as características da inovação - os atributos percebidos da inovação, ou seja: a vantagem relativa percebida; a compatibilidade; a complexidade; a observabilidade e a testabilidade da inovação; ii) os canais de comunicação; iii) o tempo; iv) a natureza do sistema social, com destaque para a análise da estrutura social, do sistema de normas, dos esforços dos agentes de mudança, do tipo de decisão sobre a inovação, isto é, se a adoção é opcional, coletiva ou autoritária, além das consequências da inovação.

Na sequência, e no sentido de complementar o seu modelo, Rogers (1995) apresenta outra variável que pode interferir no grau de adoção de uma inovação. É a relacionada aos incentivos para que uma inovação seja adotada. O autor destaca inúmeros casos, nas mais diversas partes do mundo, a exemplo de incentivos do governo da Indonésia para que os habitantes do interior passassem a utilizar métodos contraceptivos, ou ainda o incentivo à vasectomia na Índia. O autor também destaca o que ele chama de incentivos negativos, ou seja, aqueles em que os habitantes são penalizados por determinadas ações, como é o caso da punição ao terceiro filho em Singapura. Trazendo para a realidade brasileira merecem destaque os incentivos, via bolsa família, para que as famílias mantenham seus filhos nas escolas e participem dos programas de vacinação do Ministério da Saúde, dentre outros programas do Governo Federal. Ou seja, é o Governo procurando, via incentivos, promover a difusão de uma nova tecnologia, aqui tratada no seu sentido mais amplo, isto é, podendo ser um novo produto ou serviço, ou a adoção de uma nova prática.

Ao comentar a eficácia desses incentivos, Rogers (1995) destaca que eles podem não ser válidos, pois, segundo o autor, quando indivíduos adotam uma inovação por incentivos externos eles apresentam baixa motivação para continuar a adotar tal inovação, principalmente se o incentivo cessar. Entretanto, é preciso considerar-se que no caso de inovações que dizem respeito à matriz energética, caso do presente estudo, onde estão envolvidos os interesses da sociedade em geral, e não somente interesses particulares, os incentivos são fundamentais, especialmente no momento da mudança de paradigma, quando as novas tecnologias ainda estão em fase de experimentação e visam benefícios da comunidade e muitas vezes não totalmente tangíveis, como qualidade de vida e preservação do meio ambiente. É importante destacar ainda, que nesse início, com raras exceções, as tecnologias, ou as inovações, ainda custam muito, já que não são produzidas e comercializadas em grande escala, o que poderia reduzir os custos via redução dos custos indiretos e, principalmente, devido ao acúmulo de competências, adquiridas via aprendizagem.

Para reforçar essa questão, a importância dos incentivos de governos e instituições, especialmente no tocante à difusão de tecnologias para a obtenção de energias limpas e renováveis (sustentáveis), inúmeros são os trabalhos que merecem destaque. Berggren e Magnusson (2012), por exemplo, ao analisarem as políticas de regulação no controle da emissão de gases da Comunidade Europeia e dos Estados Unidos, destacam a importância das políticas de regulação no controle da emissão de gases provenientes da combustão automotiva e apontam a necessidade de uma política de longo prazo. Em seus estudos os autores destacam a necessidade de se criar uma estrutura de regulação tecnologicamente neutra e de longo prazo e em etapas, argumentando que isso incentiva a inovação contínua e a difusão de forma mais eficaz.

Importante caso é o relatado por Buen (2006), ao tratar das indústrias eólicas da Noruega e da Dinamarca. Para o autor, o sucesso da indústria eólica Dinamarquesa, considerada umas das mais competitivas do mundo e responsável pela segunda pauta mais importante nas exportações desse país, deve-se em parte pelos incentivos e acordos de longo prazo, tanto entr

o governo e as empresas de energia, como entre as empresas de energia e seus fornecedores. Segundo o autor, esses incentivos foram fundamentais, principalmente no início da mudança de paradigma, quando o governo fez uma escolha pelo não uso da energia nuclear e pelo incentivo às energias limpas.

Foxon e Pearson (2008), por sua vez, ao tratarem das barreiras para a inovação e difusão de tecnologias mais limpas, no Reino Unido, chegaram a conclusão de que a adoção de um plano estratégico de longo prazo para responder às preocupações com a sustentabilidade tem implicações diretas no desenvolvimento de inovações sustentáveis. Os autores destacam, ainda, a importância de se criar um sistema de informação voltado para a sustentabilidade e que possa incentivar a adoção de práticas sustentáveis.

Trabalhos como os de De Cian; Bosetti e Tavoni (2012), e de Jensen, Halvorsen e Shonnard (2011) também destacam a importância das políticas de apoio e de regulação para a difusão de tecnologias limpas. Outro importante destaque à importância das instituições e das políticas para o sucesso da difusão de uma inovação aparece no trabalho de Carayanondenis e Gonzales (2003), onde os autores afirmam que o sucesso ou a falha de governos ou mercados em relação ao processo de inovação é determinado pela maneira como eles tiram vantagens dos quatro mais importantes elementos que moldam o processo de criatividade, inovação e competitividade no mundo globalizado. Para os autores, os quatro elementos são: i) a coordenação e sinergia entre governos, empresas, laboratórios de pesquisa e outras instituições especializadas, como universidades e agências de apoio às pequenas e médias empresas; ii) o poder da tecnologia da informação e comunicação; iii) a eficiência em que sistemas organizacionais e de gestão conseguem proporcionar para a produção e o comércio e; iv) os acordos internacionais, regras e regulações. Ou seja, para os autores, em dois dos principais condicionantes do processo de inovação aparece a importância das instituições e da regulação para sucesso do processo de inovação.

Avaliando agora o processo de difusão de inovação sob a perspectiva de Hall (2006), o autor destaca que esse processo sofre influencia de cinco aspectos ou constructos: (1) o benefício recebido da nova tecnologia; (2) os efeitos da *network*; (3) os custos de adotar a inovação, (4) a informação e incerteza e; (5) tamanho e estrutura do mercado e ambiente industrial. Segundo Hall (2006) o melhor benefício que pode ser recebido com a adoção de uma inovação seria melhoria de desempenho em relação à tecnologia anterior. Entretanto, a autora revela que a lentidão na adoção de tal tecnologia pode se dar pelo fato de que uma vantagem relativa das novas tecnologias é geralmente pequena no momento do seu lançamento. Entretanto, com o tempo a tecnologia vai sendo aperfeiçoada e adaptada para diferentes ambientes, se tornando mais atrativa para um conjunto mais amplo de indivíduos. Ou seja, segundo a autora, os benefícios da adoção crescem com o passar do tempo, com o acúmulo de conhecimento.

Outro aspecto colocado por Hall (2006) é que o valor da inovação percebido pelos consumidores vai depender da extensão na qual ela é adotada por outros. A característica principal aqui seria que esses tipos de bens dependem de padrões para garantir que eles se comuniquem tanto diretamente como indiretamente, mostrando que o tamanho desse *network* é determinante para a difusão da inovação. Hall (2006) mostra que padrões tecnológicos aumentam a chance de sucesso de comunicação entre dois ou mais produtos, bem como facilita o aprendizado dos consumidores e encorajam a adoção, quando os mesmos padrões ou similares são usados em uma gama de produtos. Além disso, padrões aumentam o tamanho do mercado em potencial para um bem, podendo ser um fator importante para diminuir os custos de produção e aumentar a variedade e disponibilidade de bens complementares.

Já em relação aos custos na adoção da nova tecnologia, Hall (2006) destaca que influenciam na taxa de difusão da tecnologia, no momento que envolvem não somente o seu preço de aquisição, mas também os custos agregados, como custos dos investimentos

complementares e os inerentes ao processo de aprendizagem requerida para a utilização da tecnologia. Para a autora, a necessidade de investimentos complementares tem dois efeitos: atrasa a difusão da inovação porque aumenta os custos, e porque geralmente esse tipo de investimento leva tempo, retardando a taxa com a qual os benefícios da nova tecnologia são vistos pela empresa, ou organização, e a economia na forma de aumento da produtividade.

A importância dos incentivos e das políticas de governo que possibilitem a redução desses custos, quer seja via financiamento da implantação da nova tecnologia por parte das empresas, quer seja pelo treinamento dos profissionais envolvidos no processo também merecem destaque nos trabalhos de Hall (2006). Essa mesma lógica deve ser aplicada na ponta do consumo, ou seja, a oferta de incentivos para que consumidores adotem determinadas tecnologias, a exemplo da energia eólica e da energia solar. Ou seja, no início da mudança de paradigma o incentivo governamental torna-se fundamental para facilitar o processo de difusão dessas tecnologias e deve ser incentivado, pois tem um efeito multiplicador muito forte.

Sobre o quarto determinante da taxa de difusão, a informação e a incerteza, Hall (2006) coloca que o conhecimento pré-existente influencia a escolha da adoção da nova tecnologia. Intrínseco a esse fator, a incerteza sobre os benefícios, custos ou duração da vida da inovação irá reduzir a taxa de adoção, e poderá inferir um problema de decisão em uma situação de escolha de opções. Nesse caso, a adoção aconteceria mais frequentemente em indústrias com baixo nível de incerteza e baixos custos “irrecuperáveis”. Aqui é possível uma analogia com Rogers (1995) quando o autor fala da importância da informação e dos canais de comunicação no sentido de reduzir a incerteza presente em todo processo de adoção de uma nova tecnologia.

O tamanho e a estrutura de mercado, bem como o ambiente industrial, quinto determinante apresentado por Hall (2006), influenciam a taxa de difusão da inovação no momento que empresas possuem maior poder de aquisição e diluição de custos, e que certos benefícios e melhorias podem trazer eficiência tanto para a vida dos consumidores quanto para os processos das organizações.

Desta forma, o modelo conceitual proposto por Hall (2006) para avaliar o processo de difusão de inovações consiste das seguintes categorias de variáveis: benefícios potenciais da tecnologia; custos e obstáculos ao processo de difusão; efeito rede; tamanho do mercado e; papel da informação. Portanto, percebe-se que os dois modelos conceituais, o de Rogers (1995), e o proposto por Hall (2006), se complementam e podem ser utilizados para avaliar o mesmo objeto, no caso o processo de difusão do carro elétrico no Brasil. Para os dois autores o sistema social influencia grandemente a difusão de novas tecnologias, no momento que existe todo um sistema estruturado, com arranjos de padrões pré-estabelecidos que garantem estabilidade e regularidade para o comportamento do indivíduo em um sistema. Ou seja, a estrutura social e de comunicação facilita ou impede a difusão das inovações. Como já discutido por Hall (2006) e pelo próprio Rogers (1995), as normas de um sistema social definem os padrões de comportamento dos membros da sociedade. Aliado a isso, indivíduos podem sofrer a influência de líderes de opiniões e de agentes de mudança para aderir a algum movimento de inovação.

2.2 O carro elétrico: uma inovação sustentável

Embora diferentes modelos de carros elétricos e híbridos sejam produzidos e comercializados, é possível afirmar que todos têm em comum, um motor movido a eletricidade. A diferença entre eles é que a eletricidade pode vir de diferentes fontes, tais como: de baterias, da queima de combustíveis tradicionais, como a gasolina, ou da reação química do gás hidrogênio.

Os principais modelos de carros elétricos são os seguintes: i) Carro elétrico a bateria, ii) Carro elétrico híbrido e, III) Carro elétrico híbrido *plug-in*.

No carro elétrico a bateria - conhecido em inglês como *battery electric vehicle* (BEV), a eletricidade para o funcionamento do seu motor elétrico é proveniente da energia química

armazenada nas baterias recarregáveis instaladas no próprio veículo. A recarga das baterias pode ser feita através da rede elétrica ou de outra fonte de energia elétrica externa ao veículo. Esse modelo apresenta grande potencial de economia de energia e de redução de emissões, porém não apresenta grande autonomia, cerca de 4 a 12 horas de funcionamento (NOCERA; CAVALLARO, 2016), sendo necessária a existência de uma rede com pontos de recarga muito bem estruturada.

O carro elétrico híbrido - em inglês *“hybrid electric vehicle”* (HEV) e em português denominado de VEH, utiliza um motor elétrico que é alimentado por um gerador e por uma bateria, ambos instalados a bordo. A denominação híbrida decorre do fato de o veículo possuir ao menos um motor elétrico e um motor de combustão interna (MCI), que pode ser alimentado por algum tipo de combustível líquido, como álcool, gasolina ou diesel, e/ou por algum tipo de combustível gasoso, como o gás natural.

Carro elétrico híbrido *plug-in* – é assim denominado por sua combinação de motor de combustão interna com uma bateria de grande capacidade, a qual pode ser recarregada na rede elétrica, se diferenciando do veículo elétrico híbrido por apresentar, além da recarga regenerativa da bateria por frenagem, a possibilidade de ser recarregado na rede elétrica convencional. Ou seja, combina o funcionamento de um veículo elétrico híbrido convencional com o elétrico a bateria (FERREIRA FILHO, 2009).

Segundo Baran e Legey (2010), o carro elétrico apresenta a vantagem de concentrar as emissões nas fontes geradoras de energia, as quais são passíveis de serem reguladas, e não nos pontos de consumo, que são numerosos, dispersos e de difícil controle. Por isso ele pode ser uma importante fonte alternativa para o transporte nos grandes centros urbanos, onde a concentração da emissão de gases é muito grande.

É importante destacar que no presente trabalho o carro elétrico será tratado como uma inovação sustentável (BARBIERI et al., 2010) e que a expressão ‘carro elétrico’ será utilizada de forma generalizada. Ou seja, tanto para representar carros elétricos a bateria, carros elétricos híbridos e carros elétricos híbridos *plug-in*, pois o propósito aqui é primeiramente discutir a difusão do conceito, ficando para um segundo momento a discussão sobre o melhor ou mais adequado modelo de carro elétrico.

3. METODOLOGIA

Com o objetivo de avaliar o processo de difusão do carro elétrico o presente artigo partiu de uma revisão de literatura, destacando-se os temas difusão de inovações e estudos que avaliam tanto a produção com as perspectivas da utilização do carro elétrico (vantagens e desvantagens, barreiras e incentivos).

Portanto, tomou-se por base os estudos de Rogers (1995) e Hall (2006), bem como as contribuições de outros autores, em especial os estudos que tratam do carro elétrico e dos incentivos necessários e fundamentais ao processo de difusão de inovação, a destacar: Carayanondenis e Gonzales (2003); Buen (2006); Foxon e Pearson (2008); Ferreira Filho (2009); Veloso (2010); Baran e Legey (2010); Jensen, Halvorsen e Shonnard (211); Da Cunha (2011); Berggren e Magnusson (2012); De Cian, Bosetti e Tavoni (2012); Fontáinhas (2013); Balsa (2013); Nocera e Cavallaro (2016); Zanetti et al. (2017).

A partir da revisão de literatura definiu-se uma estrutura de análise (um framework), denominada de Variáveis Determinantes na Adoção de uma Inovação.

De posse dessa estrutura de análise foi feita uma análise qualitativa e crítica do comportamento de cada uma das possíveis variáveis presentes no processo de difusão do carro elétrico no Brasil.

O quadro a seguir apresenta uma síntese dessas variáveis:

Quadro - Variáveis determinantes na adoção de uma inovação

Variável	Especificidade	Autor
Atributos percebidos da inovação Canais de comunicação Natureza do sistema social	-vantagem relativa; compatibilidade; complexidade; observabilidade e a testabilidade - mídia de massa ou interpessoais - padrões e comportamentos; - sistema de normas; - ação dos líderes e agentes de mudança (- empatia, experimentação; relação de confiança e esforços) - tipo de decisão (opcional, coletiva ou autoritária)	Rogers (1995)
Benefícios potenciais Custos e obstáculos Efeito rede Tamanho e estrutura do mercado Papel da informação	- melhorias no desempenho - investimentos iniciais - grau de adoção pelos outros - tipo e tamanho do mercado - redução da incerteza	Hall (2006)
Incentivos e Regulação	- políticas públicas de incentivo e de regulação	Carayanondenis e Gonzales (2003); Buen (2006); Foxon e Pearson (2008); Jensen, Halvorsen, e Shonnard (211); Berggren e Magnusson (2012); De Cian, Bosetti e Tavoni (2012)

Fonte: produzido pelo autor

A análise será apresentada, na sequência, na seção análise e discussão dos resultados.

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Conforme exposto no item metodologia, as discussões obedecerão a sequência apresentada na estrutura de análise.

4.1 Avaliação do processo de difusão da produção de carros elétricos segundo Rogers

Nesta seção será analisada a discutida a difusão do carro elétrico no Brasil, com base na teoria de difusão da inovação de Rogers (1995). Para tal serão considerados os fatores apresentados na estrutura de análise, construída com base nessa teoria.

4.1.1 Atributos percebidos da inovação

O comportamento dos atributos foi analisado e avaliado da seguinte forma: i) Vantagem relativa - grau com que uma inovação é percebida como melhor que a ideia que a precede - Sob o ponto de vista do usuário comum a tecnologia poderá trazer economias, pois o carro elétrico é mais eficiente em comparação aos carros com motores de combustão interna, apresenta menor custo de manutenção e menor ruído (BARAN e LEGE, 2010; FONTAÍNHAS, 2013), além de ser confortável de conduzir e de reduzir a emissão de gases (IEA, 2013). Entretanto, os altos custos para a aquisição do veículo (BALSA, 2013), sua baixa autonomia (DA CUNHA, 2011) e o tempo de recarga, podem fazer com que os efeitos desse fator sejam considerados negativos ao processo de difusão dos carros elétricos, sob a perspectiva do usuário; ii) Compatibilidade - grau com que uma inovação é percebida como coexistente em relação aos valores existentes, experiências passadas, necessidades do “adopter” potencial - Sob a perspectiva desse atributo, e levando-se em consideração que ainda não existe infraestrutura, no Brasil, que permita recarregar as baterias com a mesma simplicidade, facilidade e acessibilidade que os postos de combustíveis, esse atributo atualmente é visto como um fator negativo à difusão dos carros elétricos (BARAN e LEGE, 2010); iii) Complexidade - grau com que uma inovação é percebida como relativamente difícil de ser entendida e otimizada - Do ponto de vista do usuário a tecnologia pode ser de fácil entendimento, tornando-se um fator de efeito positivo para a difusão dos carros elétricos, entretanto, num primeiro momento faz-se necessário grande esforço de comunicação no sentido de demonstrar isso ao usuário (BARAN e LEGE, 2010, VELOSO, 2010). Aqui o grande dificultador está na mudança de hábitos, já que o sistema de recarga poderá alterar alguns padrões, por exemplo, se for exigida a recarga durante o período em que o carro estiver estacionado, preferencialmente à noite, este processo poderá ser dificultado pois muitos carros ficam estacionados na rua, ou em estacionamentos coletivos; iv) Observabilidade - grau com que os resultados de uma inovação são visíveis para outros - No caso dos carros elétricos é fácil de observar nas ruas, nos estacionamentos, nos filmes comerciais e por meio de test-drives. Sendo assim, este fator é considerado positivo para a difusão do carro elétrico; v) Testabilidade - grau com que uma inovação pode ser experimentada - Por meio do test-drive, ou do carro de um amigo, é possível testar os veículos facilmente e para tal não são requeridos conhecimentos adicionais à condução dos carros de motor de combustão interna. Portanto, esse fator é positivo para a difusão do carro elétrico.

Em síntese, embora o usuário possa ter a percepção de uma série de possíveis vantagens na adoção do carro elétrico, o seu alto custo, sua baixa autonomia de percurso e uma série de incertezas ainda presentes no uso dessa tecnologia, tem dificultado a difusão do carro elétrico no Brasil.

4.1.2 Canais de comunicação

Para Rogers (1995) a maioria dos indivíduos avaliam inovações através de avaliações subjetivas de pessoas próximas que adotaram a inovação, o que sugere a difusão da inovação via isomorfismos, onde se destacam os primeiros usuários. Desta forma, os canais de comunicação utilizados devem priorizar a sensibilização principalmente dos usuários denominados de inovadores, ou primeiros usuários, pois esses são fundamentais no processo de convencimento de outros usuários. Nesse sentido, quanto maior forem os canais de divulgação, tanto formais, como informais, maior será a probabilidade de difusão dos carros elétricos. Campanhas de divulgação, doações de carros para instituições, bem como para líderes e formadores de opinião são estratégias importantes, especialmente quando o período for de mudança de paradigmas. Entretanto, pesquisa realizada por Zanetti et al. (2017), realizada na cidade de Florianópolis, mostrou que as empresas não investem na comercialização dos carros elétricos e híbridos no Brasil. Entre as explicações das empresas estão os altos investimentos necessários na infraestrutura.

4.1.3 Natureza do sistema social

De acordo com Rogers (1995) a existência de todo um sistema estruturado, com arranjos de padrões pré-estabelecidos que garantem estabilidade e regularidade para o comportamento do indivíduo em um sistema podem facilitar a difusão de uma nova tecnologia. Em outras palavras, os padrões de comportamento interferem na adoção ou não de uma nova tecnologia. Nesse sentido, faz-se necessário que a abordagem adotada leve em consideração estes fatores e procure explorá-los. Para tal, o usuário precisa ser informado de que nada mudará no uso dos carros, ou seja, os hábitos relacionados a forma de dirigir, estacionar, comercializar os carros, permanecerão os mesmos. Ou seja, uma nova normalização terá que ser desenvolvida, novos componentes deverão ser projetados, um novo conceito de “postos de abastecimento” deverá ser implantado, e a infraestrutura de energia elétrica deverá ser adaptada e expandida (BARAN e LEGE, 2010; VELOSO, 2010).

Em se tratando dos esforços dos líderes e agentes de mudança, fator relevante para a difusão, segundo Rogers (1995), percebe-se que tanto os líderes do setor e muito menos os responsáveis pelas políticas públicas pouco estão fazendo nesse sentido. Ainda não existe um consenso dentro do próprio governo em se tratando de um interesse coletivo (VILLAVERDE; RODRIGUES e ÁLVARES, 2014) e muito menos entre os líderes do setor.

Em relação ao tipo de decisão em adotar a nova tecnologia também não existe uma definição clara sobre a questão, ou seja, se será uma decisão de forma opcional, coletiva ou autoritária. Segundo o autor, as decisões coletivas e autoritárias são mais rápidas, em especial a autoritária, pois utiliza-se do poder. No caso brasileiro tal decisão ainda não foi tomada e os modelos que existem circulando são todos oriundos de decisões opcionais de seus proprietários.

Portanto, em relação ao fator natureza do sistema social é possível afirmar que existem ainda muitas indefinições, as quais podem dificultar o processo de difusão do carro elétrico no Brasil.

4.2 Avaliação do processo de difusão da produção do carro elétrico segundo Hall

Aqui o processo de difusão será analisado sob a perspectiva apresentada por Hall (2006), e tratará dos benefícios potenciais da inovação; dos custos e obstáculos para sua difusão, do efeito rede; do tamanho e estrutura do mercado e; do papel da informação.

4.2.1 Benefícios potenciais.

Assim como já destacado no momento da avaliação da vantagem relativa, a partir da literatura especializada é possível concluir que o carro elétrico é mais eficiente em comparação aos carros com motores de combustão interna (BARAN e LEGE, 2010), apresenta menor custo de manutenção e menor ruído (FONTAÍNHAS, 2013), além de ser confortável de conduzir e reduzir a emissão de gases (IEA, 2013).

4.2.2 Custos e obstáculos

Para Hall (2006), quanto maiores os custos, menor será a taxa de difusão da inovação, e os custos envolvidos não são apenas aqueles referentes ao custo da tecnologia, mas também os investimentos complementares e o custo da aprendizagem. Entre as barreiras à difusão do carro elétrico encontra-se o alto custo de aquisição dos carros elétricos, comparativamente aos carros de motor com combustão interna, assim como os altos investimentos no sentido de se criar toda uma rede de infraestrutura específica para recarregar as baterias. Outro obstáculo muito forte diz respeito à autonomia dos carros elétricos (BARAN e LEGE, 2010, VELOSO, 2010). Com isso, conclui-se que o presente fator apresenta efeito negativo ao processo de difusão do carro elétrico no Brasil.

4.2.3 Efeito rede

Para Hall (2006), o efeito rede diz respeito à extensão a qual uma dada tecnologia é utilizada por outros usuários, pois o tamanho dessa rede influencia positivamente a taxa de difusão na medida em que favorece uma integração entre os usuários que adotam determinado padrão tecnológico. Nesse sentido seria interessante que a infraestrutura a ser implementada pudesse ser compartilhada e uma das alternativas seria criar postos para recarregar as baterias nos mesmos espaços físicos hoje utilizados pelos postos de combustíveis. Pelos mesmos motivos expostos no fator anterior, conclui-se que atualmente não existe no Brasil uma rede que possa servir de apoio aos usuários de carros elétricos (BARAN e LEGE, 2010, VELOSO, 2010).

4.2.4 Tamanho e estrutura do mercado

Segundo Hall (2006), quanto maior o mercado para dada inovação, tanto menor serão os custos individuais, pois estes são compartilhados por um maior número de usuários. Nesse sentido, o mercado brasileiro de automóveis é bastante considerável e pode ser um fator estimulador de novos investimentos no sentido de fomentar a difusão do carro elétrico no Brasil. De acordo com dados do Sindipeças (2018), atualmente a frota brasileira de veículos (automóveis, comerciais leves, caminhões e ônibus) é composta por aproximadamente 43 milhões de unidades, o que pode se tornar um importante elemento motivador e propulsor da difusão do carro elétrico, basta para tal que o setor passe a estimular a substituição gradativa de parte da frota atual.

4.2.5 Papel da informação

De acordo com Hall (2006), quanto mais os potenciais adotantes tiverem acesso a informações sobre benefícios, custos envolvidos e durabilidade, menor será a incerteza e maior a taxa de difusão. Para tal, todas as questões relacionadas às características dos carros elétricos, suas vantagens para os usuários e para a sociedade como um todo precisam ser disseminadas entre os usuários em potencial. Estudo realizado por Da Silva et al. (2014) destaca que a não adoção do carro elétrico, no Brasil, é explicada pela falta de intensidade na divulgação e participação política em forma de ações públicas de incentivo à produção e uso de carros elétricos mais baratos e acessíveis.

4.3 Importância dos Incentivos governamentais no processo de difusão do carro elétrico no Brasil

Por se tratar de uma tecnologia menos utilizada, com conseqüente baixa escala de produção, os preços de aquisição têm tendência a ser superiores aos veículos com motor de combustão interna, por essa razão os especialistas (BARAN e LEGEY, 2010; VELOSO, 2010; VAZ et al., 2015), reconhecem a importância, bem como a necessidade de mecanismos de incentivo e de fomento à difusão do carro elétrico, o que de certa forma tem sido feito em boa parcela dos países industrializados (VAZ et al., 2015).

Para Veloso (2010) as análises focadas na viabilidade financeira não são favoráveis, já que resultam em elevados custos e um longo período para a obtenção do *payback*. O autor destaca, ainda, a baixa autonomia das baterias e os problemas de infraestrutura de recarga. Em função dessa análise o autor sugere a necessidade de subsídios ao veículo elétrico.

Na literatura internacional percebe-se que a preocupação é a mesma, pois ao tratarem das políticas públicas no sentido de incentivar a difusão do carro elétrico, Van Essen e Kampman (2011) destacam a importância das regulações sobre emissão de CO₂; da melhoria da contabilidade do consumo de eletricidade; da expansão da oferta de energia; da taxa de energia suja; dos pontos de recarga e adoção de padrões de interfaces de recarga.

Entretanto, Zanetti et al. (2017) citando notícia veiculada no jornal O Estado de São Paulo no ano de 2014, destacam que no governo Dilma Rousseff havia visões distintas sobre os incentivos aos carros elétricos no Brasil. Isso fica visível no estudo realizado pelos autores junto aos gerentes e vendedores de 20 empresas automotivas instaladas na cidade de Florianópolis, ao concluir que as empresas sentem à falta de incentivo do governo, falta de infraestrutura nas rodovias e nos centros urbanos, e a ausência desta tecnologia instalada para esses tipos de carros no país (ZANETTI et al., 2017). Nesse mesmo estudo os pesquisadores concluíram que as empresas não investem na comercialização dos carros elétricos e híbridos no Brasil, pois os mesmos necessitam de um alto investimento.

5. CONCLUSÕES

Analisando as informações levantadas junto à publicações relacionadas ao processo de difusão do carro elétrico no Brasil sob a perspectiva do modelo de Rogers (1999), é possível concluir que entre os atributos percebidos pelo usuário destacam-se, de forma positiva, o fato do carro ser visto como grande alternativa aos grandes centros, por apresentar menor emissão de gases, ser mais silencioso e eficiente que os carros convencionais, ser confortável de se conduzir, ser uma tecnologia de fácil observação e entendimento, bem como de ser testada. Entretanto, os altos custos, a sua baixa autonomia e a não existência de uma infraestrutura de recarga, destacam-se de forma negativa.

Em relação aos canais de comunicação, a análise das informações levantadas deixa claro que não existe uma estratégia de divulgação das informações relevantes e que possam sensibilizar os potenciais usuários do carro elétrico no sentido de adotá-lo. Já em relação à natureza do sistema social, outro importante fator no modelo de Rogers (1999), percebe-se que ainda faltam normas e padrões que possam reduzir as incertezas dos consumidores.

Sob a perspectiva destacada por Hall (2006) conclui-se que os fatores benéficos percebidos e tamanho do mercado apresentam um desempenho que pode facilitar o processo de difusão do carro elétrico no Brasil, entretanto, os fatores custos e obstáculos; efeito rede e; papel da informação, são vistos como obstáculos a esse processo.

Finalmente, ao analisar a importância dos incentivos governamentais, percebe-se que todos os autores ressaltam a necessidade de uma série de implementações relacionadas às políticas públicas, destacando-se incentivos para a aquisição do carro elétrico; normas regulamentadoras que possam estabelecer padrões, tanto no tocante à nova tecnologia como no uso de energia, com isso reduzir a incerteza; disponibilidade de uma infraestrutura de recarga de baterias e; criação de um programa de divulgação e sensibilização junto aos potenciais usuários do carro elétrico no Brasil.

Desta forma, conclui-se que sob a perspectiva dos autores utilizados como referências existem ainda enormes barreiras ao processo de difusão do carro elétrico no Brasil, destacando-se a falta de uma política de incentivos governamentais de longo prazo, a definição de um regramento claro e eficiente, bem como a necessidade de criação de toda uma infraestrutura de suporte.

Como sequência ao presente estudo vislumbra-se a necessidade de estudos que possam quantificar esses diferentes fatores e suas correlações, sob a perspectiva do usuário.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALSA, J. M. R. **Avaliação do impacto da introdução de veículos elétricos na procura de combustíveis em Portugal** (Dissertação de Mestrado em Gestão). Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra, 2013.

BARAN, R.; LEGEY, L. F. Veículos elétricos: história e perspectivas no Brasil. In: XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA, novembro de 2010, disponível em:

<<https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/1489>>. Acessado em 17 de agosto de 2018.

BARBIERI, J. C.; VASCONCELOS, I. F. G.; ANDREASSI, T.; VASCONCELOS, F. C. Inovação e Sustentabilidade: novos modelos e proposições. **RAI**, 50, 2010.

Berkhout, F.; Green, K. Managing innovation for sustainability: the challenge of integration and scale. **International Journal of Innovation Management**, 6, 2002.

BERGGREN, C.; MAGNUSSON, T. Reducing automotive emission - The potentials of combustion engine technologies and the power of policy. **Energy Policy**, 41, 2012.

BUEN, J. Danish and Norwegian wind industry: The relationship between policy instruments, innovation and diffusion. **Energy Policy**, 34, 2006.

CARAYANNIS, E.; GONZALES, E. Creativity and Innovation = Competitiveness? When, How, and Why. In. **The International Handbook on Innovation**. Shavinina, L.V. (Ed.). Elsevier Science, 2003.

DE CIAN, E.; BOSETTI, V.; TAVONI, M. Technology innovation and diffusion in “less than ideal” climate policies: an assessment with the WITCH model. **Climatic Change**, 114, 2012.

FERREIRA FILHO, M. L. **Análise de viabilidade mercadológica de automóveis híbridos Plug-In no Brasil**. Monografia (trabalho de conclusão de curso). Engenharia de Produção, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2009, 115.

FONTAÍNHAS, J. J. C. **Avaliação de viabilidade económica da aquisição de um veículo elétrico em Portugal**. Universidade do Minho, Escola de Engenharia, 2013.

FOXON, T.; PEARSON, P. Overcoming barriers to innovation and diffusion of cleaner technologies: some features of a sustainable innovation policy regime. **Journal of Cleaner Production**, 16S1, 2008.

HALL, B. Innovation and Diffusion. In. Fagerberg, J.; Mowery, D.; Nelson, R. (Ed.) **The Oxford Handbook of Innovation**. New York: Oxford University Press, 2006.

HOYER, K. G. The History of Alternative Fuels in Transportation: The Case of electric and Hybrid Cars. **Utilities Policy**. S/l: Elsevier, 2008.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **Hybrid and Electric Vehicle Implementing Agreement: How EV's Work**. 2016. Disponível em: <<http://www.ieahev.org/about-the-technologies/electric-vehicles/>> . Acesso em 30 de julho de 2018.

JENSEN, J.; HALVORSEN, K.; SHONNARD, D. Ethanol from lignocellulosics, U.S. federal energy and agricultural policy, and the diffusion of innovation. **Biomassa and bioenergy**, 35, 2011.

MARTIN, M; J. C. **Managing innovation and entrepreneurship in technology-based firms**. New York: Wiley, 1994.

MUELLER, C. C. Avaliação de duas correntes da Economia Ambiental: a escola neoclássica e a economia da sobrevivência. **Revista de Economia Política**, vol. 18, n2 (70), abril-junho a 1998.

NOCERA, S.; CAVALLARO, F. The competitiveness of alternative transport fuels for CO2 emissions. **Transport Policy**, v. 50, p. 1-14, Aug 2016.

ROGERS, Everett M. **Diffusion of innovations**. 4. ed. Nova York: The Free Press, 1995.

SILVA, A. S. L.; CABRAL, J. E. O.; SOUSA, A. M. R.; MOURA, A. R. M.; LUNA, R. A. A Trajetória da Difusão da Inovação de Veículos Elétricos no Brasil. In: ENGEMA – ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE GESTÃO EMPRESARIAL E MEIO AMBIENTE. São Paulo, 2014. **Anais eletrônico**, São Paulo.

TIDD, J.; BESSANT, J.; PAVITT, K. **Gestão da inovação**. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.

VAN ESSEN, H.; KAMPMAN, B. **Impact of electric vehicles**. Delft: CE Delft, Apr. 2011. 25p. (Summary Report, n. 11.4058.26). <<http://goo.gl/4W6z2C>>.

VAZ, L. F. H.; BARROS, D. C.; DE CASTRO, B. H. R. Veículos híbridos e elétricos: sugestões de políticas públicas para o segmento. **BNDES Setorial** 41, p. 295-344, 2015.

VELOSO, J. P. R. (coordenador). Estratégia de Implantação do Carro Elétrico no Brasil. **Cadernos Fórum Nacional** 10. Instituto Nacional de Altos Estudos, INAE, Rio de Janeiro, 2010.

VONBUN, Christian. Impactos Ambientais e Econômicos dos Veículos Elétrico e Híbridos Plug-in: uma revisão de literatura. **Texto para discussão**. IPEA, Brasília, agosto de 2015

ZANETI, L. A. L.; VAZ, C. R.; COSTA, L. H. S.; MALDONADO, M. U.; LEZENA, A. G. R. Realidade do Mercado dos Carros Elétricos e Híbridos no Brasil: caso da Grande Florianópolis. In: VII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Ponta Grossa, 06 a 08 de dezembro de 2017. **Anais Eletrônico**. Rio de Janeiro

ZAWISLAK, P. A. A relação entre conhecimento e desenvolvimento: essência do progresso técnico. **Texto didático**. Porto Alegre: UFRGS, 1994.