

Análise de Veículos Elétricos a Bateria no Brasil: Uma Abordagem SWOT

Rafael M. Mena, Milana L. Santos, Marco A. Saidel

Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétrica, Universidade de São Paulo, (e-mail: rafael.mena@usp.br)

Abstract: Battery electric vehicles are gaining prominence as a mobility alternative. In the beginning of automotive history, they lost the battle to internal combustion engine powered vehicles. However, new progresses are allowing their reintroduction and even wide adoption in certain countries and regions. In Brazilian context, there are uncertainties about the eventual transition to this new technological route. Through a SWOT (strengths, weaknesses, opportunities, and threats) analysis, issues that impact the competitiveness of this technology in Brazil will be evaluated.

Resumo: Os veículos elétricos a baterias estão ganhando destaque como alternativa de mobilidade. No início da história automotiva, eles perderam espaço para os veículos movidos por motores a combustão interna; entretanto, novos progressos estão permitindo a reintrodução e até mesmo ampla adoção em certos países e regiões. No contexto brasileiro, há incertezas acerca de uma eventual transição para esta nova rota tecnológica. Através de análise SWOT (forças, fraquezas, oportunidades e ameaças), serão avaliados os fatores que impactam a competitividade desta tecnologia no Brasil.

Keywords: Battery Electric Vehicles; SWOT Analysis; mobility.

Palavras-chaves: Veículos Elétricos a Bateria; Análise SWOT; mobilidade.

1. INTRODUÇÃO

O interesse por veículos movidos a energia elétrica acelera pelo mundo, já provoca mudanças na indústria automobilística e promete transformações na mobilidade urbana (IEA, 2019).

Nos veículos puramente elétricos, também denominados Veículos Elétricos a Bateria (VEBs), movidos exclusivamente por motorização elétrica e alimentados exclusivamente por baterias que armazenam energia na forma de eletricidade, o recarregamento é realizado através de conexão com a rede elétrica e/ou recuperando energia das frenagens (FGV, 2017).

Apesar do grande destaque no início da história automotiva, quando, em 1900, o mercado automotivo encontrava-se dividido entre veículos movidos a vapor, movidos a gasolina e VEBs, estes perderam espaço após a consolidação do motor a combustão interna e da melhora na acessibilidade e preço do petróleo (NYBROE, 2015). Já no início de 1920, praticamente desapareceram do mercado, com fabricantes cessando suas atividades ou passando a utilizar motores a combustão interna (COWAN e HULTÉN, 1996).

Entretanto, no início do século XXI, a consolidação da tecnologia de íons de lítio no armazenamento de energia elétrica possibilitou a concepção de veículos elétricos com maior autonomia e potência, ocorrendo, desde então, um grande aumento no interesse de montadoras em oferecer modelos puramente elétricos (DOE, 2014).

Em 2018, a frota global de automóveis do tipo VEB superou 3,29 milhões de unidades, um aumento de 69% em relação ao ano anterior. China, Europa e Estados Unidos são os principais mercados, somando conjuntamente mais de 90% do estoque global (IEA, 2019).

Considerando que a baixa adoção de VEBs no Brasil contrasta com o forte crescimento na utilização da tecnologia visualizado em certas regiões do globo, e que o ritmo de entrada da eletromobilidade nos transportes e a predominância das novas rotas tecnológicas veiculares são incertezas críticas que impactam diversas cadeias energéticas, industriais e outras partes interessadas, este artigo tem como objetivo geral realizar uma análise dos fatores que afetam a expansão desta tecnologia no país.

2. METODOLOGIA

Por meio de análise SWOT, serão identificados e discutidos os aspectos associados a VEBs, contribuindo com a produção de conhecimento relevante que auxilie tomadores de decisão a realizarem escolhas consistentes e racionais, no âmbito dos setores diversos que são impactados pelas características da matriz de transporte veicular nacional.

A análise SWOT é um modelo clássico e muito utilizado em diversos estudos sobre vantagens competitivas. Sua estrutura é composta de quatro dimensões, quais sejam: *strengths* (forças), *weaknesses* (fraquezas), *opportunities* (oportunidades) e *threats* (ameaças). É utilizada para monitorar o ambiente de negócios, promovendo um olhar ampliado em determinados cenários (KOTLER e KELLER, 2016). Com característica interdisciplinar, a análise SWOT

pode ser adequada para aplicação em diferentes áreas, não apenas à administração, como inicialmente desenvolvida, mas a qualquer área onde seja conveniente a análise estratégica (DUTRA, 2014). As forças são características que influenciam positivamente, promovendo vantagens competitivas sobre os concorrentes. As fraquezas são condições desfavoráveis que criam uma situação de desvantagem. As oportunidades são os aspectos positivos que podem contribuir para o sucesso no futuro. Já as ameaças, são os aspectos negativos que podem vir a prejudicar o desempenho, trazendo insegurança (DAVID e DAVID, 2017).

3. ANÁLISE DE FORÇAS

3.1 Baixo custo por km percorrido

Tanto no Brasil como no cenário internacional, normalmente há vantagem econômica no quesito custo por km percorrido ao utilizar veículos movidos a energia elétrica. De acordo com VEDANA (2019), o brasileiro pagou, em média, 33 centavos para rodar um quilômetro com gasolina, 32 centavos para rodar a mesma distância com etanol e, se utilizasse energia elétrica, teria pagado apenas 10 centavos. Nos Estados Unidos, em novembro de 2019, o custo médio com energia elétrica para percorrer uma respectiva distância utilizando um VEB era pouco menos da metade do custo ao utilizar um veículo semelhante movido a gasolina (DOE, 2019). Já em Shanghai, na China, utilizar um VEB foi 41% mais econômico neste mesmo quesito (QIAO e LEE, 2019).

3.2 Baixa complexidade do sistema motriz

Os VEBs possuem baixa complexidade do mecanismo de funcionamento, o qual dispensa uma série de equipamentos associados aos motores de combustão interna (MCIs), tais como a caixa de câmbio, o motor de arranque, o sistema de exaustão, o sistema de arrefecimento, dentre outros (BORBA, 2012). Há poucas partes móveis e uma quantidade muito inferior de componentes totais, além de poucos fluidos, visto a não existência de óleo de motor, fluido de transmissão e água de refrigeração, o que elimina também as diversas mangueiras de borracha encontradas em veículos convencionais (DELOITTE, 2018).

3.3 Comodidade na recarga

O processo de recarga de VEBs é bastante simples, não requisitando visitas periódicas a postos de abastecimento, podendo ser realizado em casa, no trabalho ou qualquer outro local que disponha de uma fonte de energia elétrica, havendo ainda a cômoda opção de recarga sem a utilização de cabos ou fios (IEA, 2019) e (BEETON e MEYER, 2015).

3.4 Funcionamento silencioso

Os VEBs contribuem para a redução da poluição sonora e consequentemente para o aumento da qualidade de vida em grandes centros urbanos (EPE, 2018).

3.5 Não emissão direta de poluentes

Os VEBs não emitem poluição atmosférica no local de operação do veículo, eliminando a fuligem e o material particulado expelido por MCIs, contribuindo assim para o aumento da qualidade de vida em aglomerações urbanas (EPE, 2018).

3.6 Reduzida emissão de gases do efeito estufa

Apesar de não emitirem poluentes diretamente, os VEBs contribuem com a liberação de gases do efeito estufa na atmosfera durante o processo de geração da energia elétrica utilizada no veículo. Entretanto, as emissões são reduzidas quando a geração de energia elétrica é realizada por meio de fontes limpas (BORBA, 2012). De acordo com dados do Ministério de Minas e Energia por meio da EPE (2019), a matriz energética brasileira é uma das mais limpas do mundo, e, em 2018, mais de 45% da energia consumida no país foi gerada a partir de fontes renováveis, o que indica que o Brasil tem grande potencial de redução de gases do efeito estufa com a utilização de VEBs.

4. ANÁLISE DE FRAQUEZAS

4.1 Alto custo para aquisição do veículo

Um obstáculo significativo para uma maior disseminação de veículos elétricos é o alto custo de aquisição quando comparados a modelos movidos a motores de combustão interna (FONTAÍNHAS; CUNHA; FERREIRA, 2016). Pesquisas indicam que o alto preço de veículos elétricos é a característica que mais reduz o interesse de potenciais compradores, levando a insatisfação quando o preço maior não se reflete em um veículo superior (COFFMAN et al, 2016).

4.2 Longo tempo para recarga

Pesquisas realizadas por Graham-Rowe et al (2012), demonstram que o tempo demandado para carregamento de veículos elétricos é uma característica de grande importância, e o longo tempo demandado pela tecnologia disponível acaba por limitar uma maior adoção de VEBs. Para muitos proprietários a longa espera é vista como um tempo perdido, comprometendo a liberdade de movimentação (COFFMAN et al, 2016).

4.3 Alto custo de manutenção com baterias

Reações químicas irreversíveis ocorrem nas baterias de íons de lítio, levando a perdas significativas na densidade de energia e potência com o passar do tempo, impactando principalmente a autonomia e performance do veículo, além de demandar maior tempo para recarregamento (CASALS; GARCÍA; CANAL, 2018). No caso de substituição do módulo de baterias fora do período de garantia do veículo, o preço acaba também por desestimular uma maior adoção de

veículos elétricos, e em alguns modelos, esse custo é muito próximo ao do veículo novo (REIS, 2018).

4.4 Baixa autonomia devido ao custo das baterias

A viabilidade comercial de VEBs é criticamente impactada pelo custo da bateria, sendo proporcional ao custo por kWh e capacidade total de armazenamento de energia. Devido a necessidade por maior competitividade no custo final, muitos veículos são projetados com menor autonomia (BCG, 2010).

4.5 Baixa autonomia devida às características de volume e peso das baterias.

Ainda que seja possível aumentar a autonomia de VEBs apenas ampliando a quantidade de baterias, esta abordagem simplista possui como desvantagem o aumento do peso e a redução do espaço interno do veículo, tornando necessário modificações no projeto (THOMAS, 2012). O maior peso das baterias exige reforços estruturais, principalmente na suspensão e sistema de freios, levando a um o maior peso total que compromete o desempenho e leva a necessidade de motores elétricos mais potentes. O maior peso, maior estrutura e maior potência, leva a necessidade de adição de mais baterias, inviabilizando maiores autônominas a veículos pequenos e leves (MALEN e REDDY, 2007).

4.6 Performance prejudicada em clima de frio intenso

O clima frio oferece dois grandes desafios para veículos elétricos: o ar frio limita o desempenho das baterias e o uso do aquecedor tem grande impacto no seu alcance. Nas baterias de íons de lítio, predominantemente utilizadas nos veículos elétricos, as baixas temperaturas prejudicam muito a densidade de potência. Isto significa diminuição da energia que pode ser fornecida nas acelerações, maior tempo para recarga e redução do desempenho da frenagem regenerativa. Entretanto, o que mais reduz o alcance em clima frio é o uso do aquecedor, drenando grande quantidade de energia das baterias (BULLIS, 2013).

4.7 Performance prejudicada em clima de calor intenso

No clima de calor intenso a utilização de ar condicionado impacta significativamente na autonomia de VEBs. A configuração mais utilizada é um compressor acoplado a um motor elétrico secundário, que drena energia da bateria, podendo reduzir a autonomia do veículo em até 30% (ERJAVEC, 2013).

4.8 Falta de infraestrutura pública de recarga

Embora o carregamento de veículos elétricos possa ser realizado em casa, a falta de infraestrutura de recarga pública e abrangente é uma forte barreira para a ampla adoção dos VEBs (HUSSEINPOUR et al, 2015). Ao mesmo tempo em que a infraestrutura não se faz necessária, pois ainda não há tantos veículos elétricos nas ruas, estes só poderão se inserir

no mercado caso a infraestrutura já esteja desenvolvida, levando a uma relação de interdependência que necessita ser rompida (GNANN; PLOTZ; WIETSCHEL, 2015).

4.9 Falta de infraestrutura privada de recarga

Para realização de recarga privativa no próprio domicílio é necessário que as residências possuam estacionamento privativo e, uma vez que o possua, este precisa de tomada disponível. O problema se intensifica em prédios e condomínios construídos sem a previsão de instalação de pontos de recarga (TRAUT et al, 2013). Além disto, principalmente em grandes cidades, boa parte dos imóveis nem mesmo possuem garagem, como no caso da cidade de São Paulo, onde, em 2018, apenas 39% dos novos imóveis vendidos possuíam vaga de garagem (SECOVI, 2019).

4.10 Falta de infraestrutura especializada em VEBs

Os VEBs não possuem ampla e consolidada infraestrutura moldada para sua presença. Já os veículos convencionais possuem grande disponibilidade de postos de abastecimento, concessionárias, oficinas de reparo, autopeças, entre outros serviços especializados que tornam bastante conveniente possuir um veículo movido motor de combustão interna (MDIC, 2018).

4.11 Prioridade aos biocombustíveis

Desde 2016 o Brasil é signatário do acordo de Paris, comprometendo-se em reduzir as emissões de gases do efeito estufa e a conter o aumento da temperatura média global (MMA, 2019). Neste sentido, há comprometimento governamental em aumentar a participação dos biocombustíveis etanol e biodiesel na matriz energética brasileira para aproximadamente 18% em 2030. No acordo, não há qualquer menção a veículos elétricos ou ações que possam ampliar a frota nacional destes veículos (MMA, 2016).

4.12 Prioridade à indústria petrolífera

A indústria do petróleo é extremamente importante para o Brasil, responsável pela geração de milhares de empregos e pela injeção de bilhões de reais em investimentos. Apesar de responsável por 13% do PIB brasileiro em 2017, seu potencial ainda é pouco utilizado e menos de 5% das áreas sedimentares estão concedidas (ANP, 2018). Grandes esforços vêm sendo realizados, mobilizando recursos políticos e de capital para o pleno aproveitamento das reservas. É reconhecida a oportunidade de, mais que garantir a autossuficiência, possibilitar ao país tornar-se um exportador relevante de petróleo no mercado internacional. Tal mudança estrutural gera implicações importantes no sistema econômico brasileiro no que tange ao perfil da balança comercial e da indústria, à arrecadação fiscal, ao emprego e ao avanço tecnológico (BICALHO e TAVARES, 2014)

5. ANÁLISE DE OPORTUNIDADES

5.1 Geração de novos negócios

Segundo Schumpeter (1934), o empreendedorismo é uma ferramenta essencial na sociedade que se utiliza da agregação de valor e da identificação de oportunidades de negócios para satisfazer uma demanda potencial, possibilitando assim maiores lucros. Agindo de forma a aproveitar oportunidades de negócio com maiores lucros, o empreendedor cria produtos e serviços por meio de novos arranjos, gerando inovação e novos negócios.

5.2 Perspectivas de redução no custo de baterias

Entre 2010 e 2018, o custo médio por kWh de baterias de íons de lítio diminuiu significativamente, passando de US\$1.160 por quilowatt-hora (kWh) em 2010 para US\$ 176 por quilowatt-hora (kWh) em 2018. É esperado que a tendência de queda se mantenha por mais alguns anos, devido ao aprimoramento dos processos produtivos e a novas tecnologias em desenvolvimento (GOLDIE-SCOT, 2019).

5.3 Perspectivas de melhora na densidade de energia e densidade de potência de baterias.

As baterias utilizadas em VEBs estão em convergência tecnológica com baterias utilizadas em diversas outras aplicações, como motocicletas, patinetes, bicicletas, *laptops*, telefones celulares e aparelhos eletrônicos portáteis em geral. Este cenário reflete em intensa atividade de pesquisa com o intuito de possibilitar melhorias nas tecnologias de armazenamento de energia elétrica (CGEE, 2008 e BARAN, 2012). Duas tecnologias bastante promissoras são as baterias lítio-enxofre e lítio-ar (GERSSEN-GONDELACH e FAAIJ, 2012).

5.4 Perspectivas de aumento da infraestrutura pública de recarga rápida.

Apesar de ainda insignificante, a infraestrutura pública de recarga rápida vem crescendo gradativamente no Brasil, sendo viabilizada principalmente por meio de ações de empresas do setor elétrico em parceria com montadoras, e há perspectivas de criação de eletropostos nas principais cidades e rodovias brasileiras, formando corredores elétricos que permitam a circulação de VEBs por trajetos em maior distância (CPFL, 2018), (EDP, 2018) e (AEN, 2019).

5.5 Desenvolvimento de serviços de troca de baterias.

A substituição mecânica de baterias descarregadas por baterias totalmente carregadas é uma opção que contorna o tempo demandado na recarga de VEBs, aumentando a disponibilidade e também a autonomia do veículo (LARMINIE e LOWRY, 2012). Apesar de existirem diversos obstáculos técnicos e comerciais para serem superados, este

tipo de serviço pode vir a ser uma opção a proprietários de VEBs (CHAN e CHAU, 2001).

5.6 Desenvolvimento da tecnologia de recarga em movimento (sem cabos)

O desenvolvimento da tecnologia de recarga por processos dinâmicos, na qual o veículo é recarregado durante a condução, pode contribuir para o aumento da autonomia de veículos elétricos permitindo superar deficiências encontradas nas baterias atuais (BEETON e MEYER, 2015).

5.7 Aumento do preço dos combustíveis utilizados em MCI

Os preços de combustíveis utilizados em MCI são atrelados ao preço do petróleo, *commodity* de preço instável e regulado não apenas por mecanismos de oferta e demanda, mas também por interesses políticos e econômicos (RIBEIRO et al, 2018). O preço do petróleo acaba por impactar o interesse por tecnologias alternativas; portanto, quanto maior é o preço dos combustíveis derivados de petróleo maior é a atratividade dos VEBs frente a veículos convencionas (HUSSEINPOUR et al, 2015).

5.8 Desenvolvimento de Smart Grids

No que tange aos VEBs, as *smart grids*, redes elétricas inteligentes, podem viabilizar a realização de recargas sem sobrecarregar o sistema elétrico, permitindo que os veículos funcionem como sistemas distribuídos de armazenamento e geração de eletricidade, mecanismo conhecido como *vehicle-to-grid* (V2G) (BRAJTERMAN, 2016). A difusão desta tecnologia permitiria um melhor gerenciamento de recursos energéticos, podendo os proprietários de VEBs até gerarem receitas com a venda de energia armazenada nas baterias ou ao menos reduzirem seu custo de recarga, o que consistiria em um fator mitigador dos custos associados à utilização deste tipo de veículo (BARAN, 2012).

5.9 Endurecimento de legislações ambientais que promovam a redução de emissões

Uma grande motivação para a adoção de VEBs é a não emissão direta de poluentes e a reduzida emissão indireta no processo de geração, principalmente no contexto nacional, com forte presença de energias limpas. Neste sentido, o veículo elétrico acaba por se configurar como uma forma de atender previamente a um possível endurecimento de legislações que busquem a redução de emissões de gases do efeito estufa e melhora na qualidade do ar (EPE, 2018).

6. ANÁLISE DE AMEAÇAS

6.1 Trancamento tecnológico do motor de combustão interna

A adoção inicial de uma tecnologia pode causar um efeito “bola-de-neve”, que resulta na dominação desta em detrimento de outras demais. Isto ocorre quando o

desenvolvimento tecnológico posterior é dependente do anterior, permitindo uma tecnologia dominar por um longo período, inibindo tecnologias alternativas, mesmo que estas sejam superiores. Nesta situação, os usuários não têm motivação de trocar de tecnologia visto que investiram capital e tempo no aprendizado da tecnologia dominante, bem como os fabricantes se beneficiam das economias de escala e dos investimentos em P&D. Este fenômeno é denominado trancamento tecnológico e a tecnologia do motor de combustão interna é um caso típico, tornando bastante complexa a disseminação dos VEBs (COWAN e HULTÉN, 1996), (SMITH, 2010) e (BARAN, 2012).

6.2 Possível preferência dos consumidores por veículos híbridos

Os veículos híbridos (VHs), combinação de veículo elétrico com veículo convencional, representam alternativa capaz de somar os benefícios dos VEBs aos benefícios dos veículos movidos a MCI. Quando comparados com veículos convencionais, os híbridos possuem maior eficiência energética e emissões reduzidas. Já quando comparados a VEBs, possuem maior alcance, menor tempo de abastecimento e baterias de tamanho reduzido (MI e MASRUR, 2018). Além disto, os híbridos parecem ser capazes de satisfazer consumidores mais exigentes, superando barreiras tecnológicas que afetam negativamente a aceitação de VEBs (VONBUN, 2015).

6.3 Possível redução do preço dos combustíveis utilizados em MCIs

Conforme descrito no item 5.7, a atratividade de tecnologias alternativas aos MCIs é impactada pelo preço de combustíveis derivados de petróleo. Se um possível aumento no preço do petróleo é capaz de aumentar a atratividade de VEBs, uma possível redução no preço deste commodity pode vir a reduzir sua atratividade, principalmente caso existam interesses políticos e econômicos neste sentido (RIBEIRO et al, 2018) e (HUSSEINPOUR et al, 2015).

6.4 Possível aumento do preço da tarifa de energia elétrica

Não se pode desprezar o fato de não existir uma infraestrutura de recarga apropriada para VEBs e que o estabelecimento desta certamente envolverá custos que se refletirão na tarifa de eletricidade. Da mesma forma ocorre com adequações necessárias no sistema elétrico de potência, visto a necessidade de absorção desta nova carga (BORBA, 2012). Este cenário deve ainda pressionar por uma maior oferta geradora, e de acordo com a teoria microeconômica da oferta e demanda, deve se traduzir em aumento de preço da tarifa de energia elétrica (KIRSCHEN, 2003).

6.5 Possível melhoria na tecnologia dos motores de combustão interna.

Há boas perspectivas de aperfeiçoamentos na tecnologia dos motores de combustão interna, o que deve possibilitar

motores muito mais eficientes e menos poluentes (DOE, 2015). Esta condição tornaria menos significativo o caráter ambientalmente correto associado a VEBs.

6.6 Problemas de segurança devido às baterias

As baterias dos VEBs são fonte de riscos de segurança na sua utilização. Além do risco elétrico, há também risco químico com a liberação de agentes corrosivos, gases tóxicos e fogo, podendo levar a explosão. O processo de carregamento representa um momento crítico: as reações químicas são intensificadas e o veículo está conectado à rede elétrica. Há ainda o risco mecânico, visto que as baterias são pesadas, modificando a estabilidade do veículo e intensificando eventuais impactos em caso de acidentes (O'MALLEY, 2015).

7. CONCLUSÕES

Apesar de possuírem vantagens competitivas com relação a veículos convencionais e híbridos, os VEBs enfrentam fortes barreiras para aumentar a penetração na frota brasileira. Há diversas limitações nas tecnologias de baterias e apesar de grande progresso estar sendo realizado, muito ainda é necessário para que os VEBs sejam comparáveis a veículos movidos a MCI em autonomia, tempo de abastecimento, infraestrutura pública de abastecimento e custo final. Deve se levar em consideração que interesses políticos e econômicos no Brasil são fortemente representados pelo agronegócio e indústria petrolífera, favorecendo os biocombustíveis e combustíveis derivados de petróleo. É provável que os VEBs enfrentem ainda barreiras naturais de mercado, traduzidas em redução no preço de combustíveis utilizados em motores de combustão interna e aumento da tarifa de eletricidade. Neste contexto, pode-se presumir que a eletrificação veicular no Brasil deverá ocorrer de forma tardia, existindo no curto e médio prazo maior destaque a veículos híbridos, que aliam as vantagens da motorização elétrica com a motorização por combustão interna.

REFERÊNCIAS

- AEN. Eletrovia Copel completa um ano com mais de 300 recargas. 27 Mar. 2019. Disponível: <aen.pr.gov.br> Acesso: 10 dez. 2019.
- ANP. Oportunidades no Setor de Petróleo e Gás no Brasil. Rio de Janeiro. 2018.
- BARAN, R. A introdução de veículos elétricos no Brasil: Avaliação do impacto no consumo de gasolina e eletricidade. 139 f. Tese (Doutorado) – UFRJ, Rio de Janeiro, 2012.
- BCG. Batteries for Electric Cars. Massachusetts. 2010
- BEETON, D; e MEYER G. Electric Vehicle Business Models. 1ª ed. Germany: Springer. 2015.
- BICALHO R.; TAVARES F.B. Impactos do Setor de Petróleo na Economia Brasileira: Grandes Números do Setor de Petróleo e Gás. In: Discussion Paper IBP. Rio de Janeiro, v.3, p.1-34, out. 2014.
- BORBA, B. S. M. C. Modelagem integrada da introdução de veículos leves conectáveis à rede elétrica no sistema

- energético Brasileiro. 166 f. Tese (Doutorado) – UFRJ, Rio de Janeiro, 2012.
- BULLIS K. Electric Vehicles Out in the Cold. 13 dez. 2013. Disponível: <technologyreview.com>. Acesso: 11 jan. 2019
- GOLDIE-SCOT. A Behind the Scenes Take on Lithium-ion Battery Prices. 5 mar. 2018. Disponível: <about.bnef.com > Acesso: 1 abr. 2019.
- BRAJTERMAN, O. Introdução de veículos elétricos e impactos sobre o setor energético Brasileiro. 154 f. Dissertação (Mestrado) - UFRJ. 2016.
- CASALS, L. C; GARCÍA, B. A; CANAL C. Second life batteries lifespan. In: Elsevier. Journal of environmental Management. Espanha, v.232 p.354-363, nov. 2018.
- CGEE. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Convergência Tecnológica. Brasília. 2008.
- CHAN, C. C; e CHAU K. T. Modern Electric Vehicle Technology. 1ª ed. Reino Unido: Oxford U. Press. 2001.
- COFFMAN, M; BERNSTEIN, P; WEE, S. Electric vehicles revisited. In: J. Transport. V. 37, p. 79-93. Jun. 2016.
- COWAN, R; HULTÉN, S. Escaping Lock-in: the Case of the Electric Vehicle. Technology Forecasting and Social Change. Nova Iorque, v.53, p. 61-79, 1996.
- CPFL. O Projeto Emotive. 2018. Disponível: <cpfl.com.br> Acesso: 10 dez. 2019.
- DELOITTE. Insights. Making the future of mobility Chemicals and specialty materials in electric, autonomous, and shared vehicles. Nova Iorque. 2018.
- DAVID, R. Fred; e DAVID, R. Forest. Strategic management – Acompetitive advantage approach, concepts and Cases. 16ª ed. Londres: Pearson. 2017.
- DOE, Quadrennial Technology Review. Washington. 2015
- DOE. The History of the Electric Car. 15 de setembro de 2014 Disponível: <energy.gov>. Acesso: 20 jul. 2018.
- DOE. Saving on Fuel and Vehicle Costs. Novembro 2019. Disponível: <energy.gov>. Acesso: 10 dez. 2019.
- DUTRA, V. D. A análise SWOT no Brand DNA Process. 2014. 243 f. Dissertação (Mestrado) - UFSC. 2014.
- EDP. EDP e BMW Group Brasil inauguram maior corredor elétrico da América Latina. 2018. Disponível em <edp.com.br> Acesso: 10 dez. 2019.
- EPE. Eletromobilidade e Biocombustíveis. Brasília. 2018.
- EPE. Balanço Energético Nacional 2019. Brasília. 2019.
- ERJAVEC, J. Hybrid, electric & fuel-cell vehicles. 2ª ed. Nova Iorque: Delmar Cengage Learning, 2013.
- FGV. Caderno carros elétricos. Rio de Janeiro. 2017.
- FONTAINHAS, J; CUNHA, J; FERREIRA P. Is investing in an electric car worthwhile from a consumers' perspective?. In: Elsevier Energy. Portugal, v.115-2 p.1459-1477, nov. 2016.
- GERSSSEN-GONDELACH, S.J; FAAIJ, A.P.C. Performance of batteries for electric vehicles on short and longer term. In: Journal of Power. V. 212, p. 111-129. Jan. 2012.
- GNANN, T; PLOTZ, P; WIETSCHEL M. How to address the chicken-egg-problem of electric vehicles? In: ECEEE S S. França, v.4-239-15. p.873-884, Jun. 2015.
- GRAHAM-ROWE, E., GARDNER, B., ABRAHAM, C., SKIPPON, S., DITRMAR, H., HUTCHINS, R., e STANARD, J. Mainstream consumers driving plug-in battery-electric and plug-in hybrid electric cars. In: Transportation Research. Reino Unido. V. 46, p. 140–153. Jan. 2012.
- HUSSEINPOUR, S; CHEN H; e TANG, H. Barriers to the Wide Adoption of Electric Vehicles: A Literature Review Based Discussion. In: Proceedings of PICMET 15. Minesota. p. 2329-2336, Ago. 2015.
- IEA. Global EV outlook 2019. França. 2019.
- KIRSCHEN, D.S. Demand-side view of electricity markets. In: IEEE Transactions. V. 18, p. 520-527. Mai. 2003.
- KOTLER P; e KELLER K. L. Marketing Management. 15ª ed. Inglaterra: Pearson, 2016.
- LARMINIE, J; e LOWRY J. Electric Vehicle Technology Explained. 2ª ed. Reino Unido: Wiley. 2012.
- MALEN, E. Donald;e REDDY kundán. Preliminary Vehicle Mass Estimation Using Empirical Subsystem Influence Coefficients. Michigan. Mai. 2007.
- MDIC. Setor Automotivo. 2018. Disponível em <mdic.gov.br > Acesso: 25 abr. 2019.
- MI, C; e MASRUR, M. A. Hybrid electric vehicles. 2ª ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2018.
- MMA. Para consecução do objetivo da convenção-quadro das nações unidas sobre mudança do clima. Brasília, 2016.
- MMA. Acordo de Paris. Disponível: <mma.gov.br> Acesso: 25 de abr. 2019.
- NYBROE, C. E. C. Estudo Prospectivo da inserção de veículos elétricos no Paraguai e na Bolívia à luz de uma avaliação econômica - financeira. 2015. 128 f. Dissertação (Mestrado) – USP.
- O'MALLEY, S; PAINE M. Crashworthiness testing of electric and hybrid vehicles. IIHS, 15-0318. 2015
- QIAO, Q; LEE, H. The Role of Electric Vehicles in Decarbonizing China's Transportation Sector. HARVARD. Mar. 2019
- VEDANA, J. C. Etanol e gasolina ganharão um novo concorrente no mercado, a energia elétrica. 2019. Disponível: <novacana.com> Acesso: 10 dez. 2019.
- REIS A. Saiba agora: quanto custam baterias de carros elétricos? E quem recicla?. 2018. Disponível: <carros.uol.com.br> Acesso: 16 mar. 2019.
- RIBEIRO, G. C; NETO A. B. H; e SENE, S. T. The oscillation of oil price: an analysis of the period between 2010-2015. In: EI, V. 6, n.1, p. 87-106, abr. 2018.
- Schumpeter, J. The Theory of Economic Development. 1ª ed. Cambridge, MA: Harvard University Press. 1934.
- SECOVI. Anuário do mercado imobiliário. São Paulo. 2019.
- SMITH, B. C. Análise da difusão de novas tecnologias em prol da efic. energética na frota de novos veículos leves no Brasil. 2010. 278 f. Tese (Doutorado) – UFRJ. 2010.
- THOMAS, C. E. S. How green are electric vehicles?. In: Int. journal of H energy, V. 37, p. 6053-6062, set 2012.
- TRAUT, J. E; CHERNG, T. W. C; HENDRICKSON, C; MICHALEK, J. J. US residential charging potential for electric vehicles. In: Transportation Research Part D. V. 25, p. 139-145. Dez. 2013.
- VONBUN, C. Impactos ambientais e econômicos dos veículos elétricos e híbridos plug-in. IPEA. Brasília, nº 2123, Ago. 2015.