

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA POLITÉCNICA

MONIQUE BARROS DE ALMEIDA

**A EVOLUÇÃO DAS TECNOLOGIAS DE RECARGA
PARA VEÍCULOS ELÉTRICOS NO BRASIL E NO
MUNDO**

São Paulo
2018

MONIQUE BARROS DE ALMEIDA

**A EVOLUÇÃO DAS TECNOLOGIAS DE RECARGA
PARA VEÍCULOS ELÉTRICOS NO BRASIL E NO
MUNDO**

Monografia apresentada à Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo, para obtenção do
título de Especialista em Energias Renováveis,
Geração Distribuída e Eficiência Energética.

Área de Concentração:
Engenharia Elétrica

ORIENTADOR(A): Prof. Dr. Roberto Castro

São Paulo
2018

FOLHA DE CATALOGAÇÃO

Catalogação-na-publicação

Almeida, Monique Barros de

A EVOLUÇÃO DAS TECNOLOGIAS DE RECARGA PARA VEÍCULOS ELÉTRICOS NO BRASIL E NO MUNDO / M. B. Almeida -- São Paulo, 2018. 61p.

Monografia (Especialização em Energias Renováveis, Geração Distribuída e Eficiência Energética) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. PECE – Programa de Educação Continuada em Engenharia.

1.Engenharia Elétrica 2.Energias Renováveis 3.Veículos Automotores 4.Baterias I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. PECE – Programa de Educação Continuada em Engenharia II.t.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a DEUS que me deu o fôlego da vida e coragem para sempre buscar novos conhecimentos.

À minha família e ao meu esposo Rafael Medina pela compreensão, apoio e incentivo nesta jornada.

À todos meus amigos de curso em especial Douglas, Alessandro, Fabio, Henrique e Rafael.

À cada membro do corpo docente, à direção e a administração dessa instituição de ensino.

Sou grata ao Prof. Roberto Castro meu orientador por seus ensinamentos, paciência e confiança no desenvolvimento deste trabalho.

RESUMO

Os veículos elétricos apresentam-se como alternativa de redução aos danos do meio ambiente, tendo em vista que não emitem gases poluentes, além de serem mais silenciosos em comparação aos veículos convencionais. Nos últimos dez anos, o veículo elétrico vem sendo inserido no contexto de mobilidade e vem se consolidando no cenário mundial. Novas tecnologias vêm sendo apresentadas para recarregar ou para a troca de baterias destes veículos, o que representa um progresso tecnológico. Outra novidade no mundo automobilístico diz respeito a Fórmula E, nova modalidade de corrida semelhante a Fórmula 1, no entanto realizada completamente com veículos elétricos. O presente trabalho monográfico tem como objetivo geral apresentar a evolução das tecnologias de recarga para veículos elétricos no Brasil e no mundo. A metodologia adotada baseia-se em pesquisas bibliográficas acerca da evolução das tecnologias de recarga e da regulamentação que estabelece os procedimentos e condições para a recarga de veículos elétricos. Através do estudo proposto pela pesquisa pode-se perceber que a indústria automobilística vem passando por uma grande transformação com a inserção dos veículos elétricos e o Brasil caminha para aperfeiçoar e criar novas regulamentações.

Palavras-chave: Veículo Elétrico. Tecnologia. Recarga.

ABSTRACT

The electric vehicles are presented as an alternative to reduce environmental damage, since they do not emit pollutants, in addition to being quieter compared to conventional vehicles. In the last ten years, the electric vehicle has been inserted in the context of mobility and has been consolidating in the world scenario. New technologies have been introduced to recharge or to exchange batteries for these vehicles, which represents technological progress. Another development in the automotive world concerns Formula E, a new race mode similar to Formula 1, however performed completely with electric vehicles. The main objective of this monographic is to present the evolution of recharge technologies for electric vehicles in Brazil and in the World. The methodology adopted is based on bibliographical research on the evolution of recharge technologies and the regulation that establishes the procedures and conditions for the recharge of electric vehicles. Through the study proposed by the research it can be seen that the automobile industry has undergone a great transformation with the insertion of the electric vehicles and Brazil is going to perfect and create new regulations.

Keywords: Electric Vehicle. Technology. Recharge.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Veículo elétrico carregado por <i>plug</i>	17
Figura 02 – Veículo elétrico carregado por indução	18
Figura 03 – Veículo elétrico carregado a partir da conduta do hidrogênio e oxigênio com água em uma célula de combustível	20
Figura 04 – Veículo elétrico carregado a partir Frenagem Regenerativa	21
Figura 05 – Veículo elétrico x Veículo convencional	26
Figura 06 - <i>Palio Weekend</i> Elétrico	28
Figura 07 - <i>Iveco Daily</i> Elétrico	29
Figura 08 – Toyota Prius	29
Figura 09 – <i>Ford Fusion Hybrid</i>	30
Figura 10 – <i>BMW I3</i>	30
Figura 11 – <i>Tesla modelo S</i>	31
Figura 12 – Motor de um veículo híbrido	33
Figura 13 – Motor de um veículo convencional	33
Figura 14 – Células, módulos e <i>packs</i> de baterias	34
Figura 15 – Vendas de Veículos Elétricos e <i>Market Share</i> em países selecionados	38
Figura 16 – Modelo de um sistema automatizado de troca de baterias	41
Figura 17 – Estação de recarga em Fortaleza	42
Figura 18 – Estação de recarga na Universidade de São Paulo	43
Figura 19 – Geração Distribuída de Energia	50
Figura 20 - Possível infraestrutura para troca de bateria	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - As vantagens dos veículos elétricos	25
Tabela 02 - As desvantagens dos veículos elétricos	27
Tabela 03 - Tipos de ações para a inclusão do automóvel elétrico	44
Tabela 04 – Pontos relevantes da contribuição dos alunos da PECE para a Audiência Pública nº 029/2017 – ANEEL.....	52

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 – Crescimento de mercado dos veículos elétricos entre 2013 2017.....	32
Gráfico 02 - Comparação do custo de bateria x custo do veículo.....	36

LISTA DE SIGLAS

ANFAVEA - Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica.

CAMEX - Conselho de Ministros da Câmara de Comércio Exterior.

CONFINS - Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social.

DOU – Diário Oficial da União.

RN – Resolução Normativa.

GD – Geração Distribuída.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
1. TIPOS DE VEÍCULOS	14
1.1 Veículos convencionais	14
1.2 Veículos elétricos	16
1.2.1 Vantagens e Desvantagens dos veículos elétricos	24
1.2.2 Principais modelos de veículos elétricos disponíveis no mercado	28
1.2.3 Crescimento de veículos elétricos no mercado mundial	31
1.3 Veículos híbridos	32
1.4 Tipos de baterias para veículos elétricos e híbridos	34
1.5 Produção de baterias no Brasil	36
2. PRODUÇÃO DOS VEÍCULOS NO BRASIL E NO MUNDO	38
2.1 Panorama da produção de veículos elétricos no Mundo	38
2.2 Panorama da produção de veículos elétricos no Brasil	39
3. TECNOLOGIAS DE RECARGA EXISTENTES	40
3.1 Tecnologias de recarga existentes no Mundo	40
3.1.1 Estações de recarga	40
3.1.2 Troca da bateria	40
3.2 Tecnologias de recarga existentes no Brasil (e em construção)	42
3.3 Incentivos fiscais para produção de veículos elétricos existentes	43
3.3.1 No Mundo	43
3.3.2 No Brasil	44
3.4 Regulamentação existente para mobilidade elétrica no mercado brasileiro	46
3.4.1 Resolução 819/2018.....	46
3.4.2 Programa Rota 2030 – Mobilidade e Logística.....	49
4. GERAÇÃO DISTRIBUÍDA DE ENERGIA.....	50
4.1 Geração Distribuída x Tecnologias de Recarga	50
4.2 Sugestões para mobilidade elétrica	51
4.2.1 Aprimoramento da REN 819/2018.....	51
4.2.2 Infraestrutura para troca de bateria completa	54
4.3 Fórmula E – Automobilismo com veículos elétricos	55
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	56
REFERÊNCIAS	57

INTRODUÇÃO

O veículo elétrico não é uma inovação na indústria automotiva. No princípio da era do automóvel, muitos veículos eram elétricos, no entanto a baixa autonomia das baterias e a chegada do motor à combustão interna, bem como a disponibilidade de combustível fóssil a custos acessíveis, fez com que o veículo elétrico fosse desvalorizado.

No decorrer do século XX, seu uso ficou restrito a locais fechados, tais como aeroportos e shopping – ambientes estes em que as emissões de gases de escape de um veículo convencional não são aceitáveis. No fim do século, entretanto, veículos elétricos voltam a ganhar indústria, seja pela procura por uma maior eficácia energética dos automóveis – que é resultado natural do progresso da tecnologia automobilística, seja por questões ambientais com os gases causadores de efeito estufa gerados por automóveis ao redor do mundo.

Na última década, diversos modelos de veículos elétricos passaram a estar disponíveis na indústria, com independência cada vez maior. Acredita-se que, nos próximos anos a tecnologia das baterias evolua de maneira que sua competência aumente e seu custo diminua – duas questões a serem superadas para a comercialização em massa do veículo elétrico.

Menciona-se, ainda, que dentre todos os incentivos fiscais disponíveis para comercialização em massa da mobilidade elétrica, contribuições para o investimento de veículos elétricos são tidos como os mais eficientes. Veículos elétricos são, resumidamente, melhores que carros convencionais com motor de combustão interna – eles são mais eficazes, possuem menor preço de manutenção e não causam tantos ruídos.

No entanto, em razão do alto custo das baterias, os veículos elétricos ainda são mais caros, o que leva o consumidor a não levar em conta essa alternativa na hora de investir em um veículo. Assim, os incentivos fiscais para a aquisição desses veículos vêm se mostrando eficazes para sua inserção nas cidades do mundo.

Levando em conta toda a história dos carros elétricos, pretende-se, como objetivo geral, apresentar a evolução das tecnologias de recarga para veículos elétricos no Brasil e no mundo. Como objetivos específicos, visa-se apresentar as vantagens e desvantagens dos

veículos elétricos disponíveis no mercado, bem como expor os tipos de baterias para veículos elétricos e híbridos, além de debater acerca das tecnologias de recargas existentes.

Para o desenvolvimento do presente estudo, realizou-se pesquisa bibliográfica, tendo como base livros, artigos, revistas e trabalhos acadêmicos que pudessem contribuir, de forma direta ou indireta, para o desenvolvimento do trabalho em questão.

1. TIPOS DE VEÍCULOS

Atualmente, existem diversos tipos de veículos, desde os convencionais aos elétricos e híbridos, que exibem suas inúmeras vantagens, bem como desvantagens. Sendo assim, faz-se importante conhecer os mais importantes e utilizados na sociedade, atualmente.

1.1 Veículos convencionais

Os veículos convencionais são formados por um motor de combustão interna (MCI) e um código de transmissão para maior eficácia do motor nas agilidades de trabalho. Os MCI são formados por um ou mais cilindros, intitulados como câmara de combustão, “onde o ar, misturado ao combustível, sofre compressão e combustão” (FERRAZ; DONHA, 2004, p. 02). Segundo VIDEIRA (1997), Estes motores podem trabalhar com combustíveis líquidos voláteis (óleos pesados, diesel, querosene, gasolina, álcool, benzol, etc.), ou com gases (butano, propano, metano, etc.). Os de combustão interna são usados numa quantidade imensa de serviço. Assim, os motores a gasolina têm como característica principal baixo peso pôr potência, a capacidade de fornecer acelerações rápidas e trabalhar com altas velocidades. Os motores a diesel são usados na propulsão de navios, locomotivas, tratores, grandes caminhões, automóveis, ônibus, lanchas e outros tipos de embarcações; enfim na propulsão de veículos pesados.

Os motores de combustão interna podem ser classificados como de ignição por centelha ou ignição por compressão. O motor por compressão é comumente chamado de motor diesel. O nome deriva do engenheiro francês Rudolf Diesel, que desenvolveu o primeiro motor no período de 1893 a 1898. O motor é composto de um mecanismo capaz de transformar os movimentos alternativos dos pistões em movimento rotativo da árvore de manivela, que transmite energia mecânica aos equipamentos acionados, como por exemplo, um gerador de corrente alternada (MEIRELLES, 2007).

De acordo com LADEIRA (2005), os MCI podem ser classificados em:

- a) Quanto à propriedade do gás na admissão:
 - Ar (Diesel)
 - Mistura ar-combustível (Otto)

- b) Quanto à ignição
 - Por centelha (ICE) [spark ignition (SI)]
 - Por compressão (ICO) [compression ignition (CI)]
- c) Quanto ao movimento do pistão
 - Alternativo (Otto, Diesel).
 - Rotativo (Wankel, Quasiturbine).
- d) Quanto ao ciclo de trabalho
 - 2 tempos
 - 4 tempos.
- e) Quanto ao número de cilindros
 - Monocilíndricos.
 - Policilíndricos.
- f) Quanto à disposição dos cilindros
 - Em linha à opostos (boxer).
 - Em V à em estrela (radial).
- g) Quanto à utilização

ESTACIONÁRIOS - Destinados ao acionamento de máquinas estacionárias, tais como Geradores, máquinas de solda, bombas ou outras máquinas que operam em rotação constante;

INDUSTRIAIS - Destinados ao acionamento de máquinas de construção civil, tais como: tratores, carregadeiras, guindastes, compressores de ar, máquinas de mineração, veículos de operação fora-de-estrada, acionamento de sistemas hidrostáticos e outras aplicações onde se exijam características especiais específicas do acionador;

VEICULARES - Destinados ao acionamento de veículos de transporte em geral, tais como caminhões e ônibus;

MARÍTIMOS - Destinados à propulsão de barcos e máquinas de uso naval. Conforme o tipo de serviço e o regime de trabalho da embarcação existem uma vasta gama de modelos com características apropriadas, conforme o uso. (Laser, trabalho comercial leve, pesado, médio contínuo e contínuo).

1.2 Veículos elétricos

Os veículos elétricos (VEs), advindo do termo em inglês *Electric Vehicles* (EVs), são os veículos que usam um ou mais motores elétricos, por partes ou de forma completa, para propulsão. Ressalta-se que o combustível dos automóveis elétricos é a eletricidade, que pode ser adquirida de diversas formas (DELGADO et al, 2017, p. 15):

Ligados, de forma direta, à fonte externa de eletricidade, através de *plugs* ou usando cabos aéreos:

- Veículo Elétrico à Bateria (VEB)

É um veículo elétrico a bateria que é alimentado por energia elétrica a partir de sua bateria on-board, carregada em uma tomada da rede elétrica.

- Veículo Híbrido Elétrico Plug-in (VHEP)

Quando mencionamos um híbrido-plug-in, estamos falando da forma de alimentação das baterias, independente da estrutura que traciona as rodas. Desta forma, qualquer um dos três tipos de carros híbridos pode ser equipado com esta fonte de eletricidade.

O plug-in é como uma tomada no veículo, onde se conecta um cabo de alimentação. O cabo pode ser de um tipo especial, para ser utilizado em eletropostos, ou comum, para ser conectado a uma tomada residencial.

No Brasil, os quatro modelos plug-in disponíveis são de preço elevado: BMW i8, Porsche Cayenne S-Híbrido, Porsche Panamera E-Híbrido e o Volvo XC90 T8 Híbrido. (ANGELO, 2018)

- Veículo Híbrido Elétrico (VHE)

Os tipos de veículos híbridos são o híbrido-paralelo, híbrido-série e híbrido misto. Nos híbridos paralelos, tanto o motor elétrico quanto o motor a combustão geram tração para mover as rodas do carro. Por isso, diz-se que os dois funcionam paralelamente. Geralmente, o elétrico está conectado ao eixo dianteiro, e o eixo traseiro é movido pelo motor a combustão.

Também é possível que ambos estejam no mesmo eixo, mas isso encarece o sistema, pois exige controladores eletrônicos mais sofisticados. Exemplos de híbrido-paralelo são o Honda Insight e o BMW i8, que também é plug-in.

Já no híbrido-série, apenas o motor elétrico gera tração, e o motor a combustão é usado para alimentar a bateria. Como o carro não é capaz de andar diretamente com gasolina ou etanol, ele precisa de uma bateria maior que o híbrido-paralelo, e por isso será mais caro.

Por fim, o híbrido-misto tem a estrutura mais complexa dos três. Takahira explica que um conjunto eletrônico intrincado avalia, o tempo inteiro, as condições do veículo e do percurso. Ele decide qual é o melhor momento de se usar o motor a combustão ou o elétrico. O motorista também pode escolher com qual dos dois quer rodar através de um menu. (ANGELO, 2018)



Figura 01 – Veículo elétrico carregado por *plug*.

Fonte: Shankleman (2017).

- Veículo Elétrico carregado utilizando o método de indução eletromagnética:

A indução eletromagnética, o princípio subjacente ao carregamento sem fio, descoberta por Michael Faraday em 1831, é utilizada em motores elétricos e geradores. Faraday observou que um condutor móvel exposto a um campo magnético estático produz uma corrente induzida.

No sistema de carregamento sem fios de carros elétricos a indução eletromagnética baseia-se na transferência de energia entre dois objetos. No caso da transferência estática, um fio de cobre enrolado em torno de um pedaço de ferrita, uma cerâmica isolante de baixa densidade, constituída de óxido de ferro, ao qual se acrescenta outro óxido como de níquel, converte-se em um dispositivo que carrega a bateria de um carro elétrico por indução magnética captada por um receptor instalado na parte inferior do veículo. (A RECARGA, 2017).

O primeiro sistema de carregamento por indução, recorrendo ao acoplamento magnético, para carros elétricos foi lançado no Reino Unido, em 2010, pela HaloIPT. Pouco tempo depois, a companhia (e respetivos conhecimentos) foi adquirida pela Qualcomm que, em 2014, aplicou a tecnologia, entretanto mais desenvolvida, aos carros de segurança usados em provas da Fórmula E, os BMW i3 e i8. (KBB, 2018).



Figura 02 – Veículo elétrico carregado por indução.

Fonte: Cancelier (2018).

- Veículo Elétrico carregado a célula de combustível (VECC)

Assim como as pilhas e baterias, as células a combustível também são dispositivos que convertem energia química em energia elétrica. A principal diferença é que, em uma célula a combustível, o material ativo não é parte integrante, sendo continuamente adicionado a partir de uma fonte externa. As células mais comuns utilizam hidrogênio como combustível. O ânodo promove a oxidação do hidrogênio, enquanto o cátodo promove a redução do oxigênio, usado como agente oxidante. Os íons produzidos nos eletrodos migram através do eletrólito, enquanto os elétrons passam pelo circuito externo. O combustível e o oxidante não se misturam, evitando-se a combustão química, que geraria calor ao invés de eletricidade. Assim, praticamente toda energia química é convertida em energia elétrica, sem perdas térmicas, ao contrário do que ocorre em motores à combustão. Além de mais eficiente, as células a combustível que operam com hidrogênio não poluem o meio ambiente, uma vez que é gerada apenas água como produto. (MOTTA; JR.; PINTO, 2010).

Apesar das grandes vantagens pelo carregamento de veículo com célula a combustível esta tecnologia ainda sofre com a dificuldade do armazenamento do hidrogênio pois os tanques e cilindros usados atualmente limitam a capacidade, afetando a autonomia.

Outro entrave é o suprimento de hidrogênio, que ainda é muito limitado para o público.

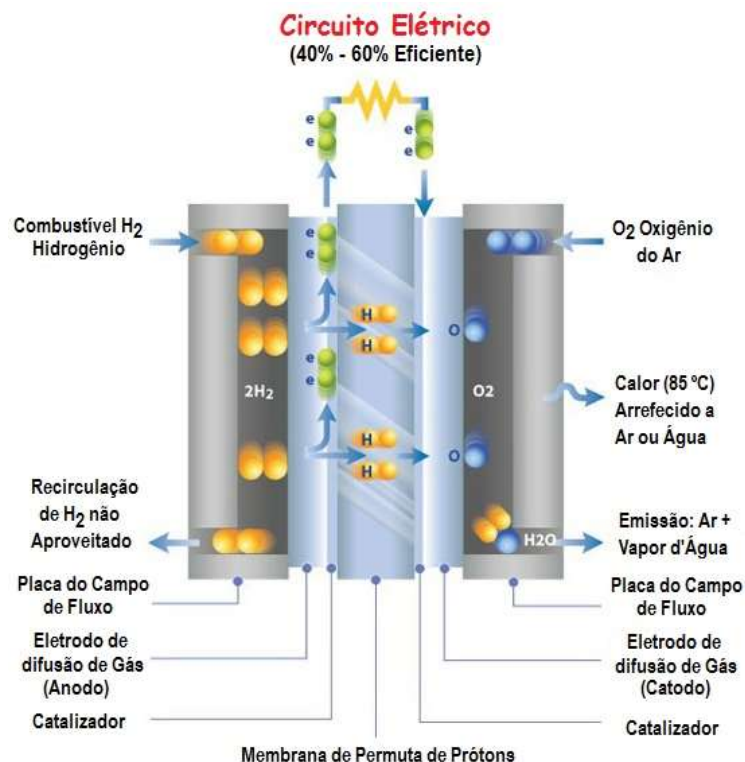


Figura 03 – Veículo elétrico carregado a partir da conduta do hidrogênio e oxigênio com água em uma célula de combustível.

Fonte: Lenz (2013).

A maior parte das vendas dos VECC veículos movidos a célula-combustível registrados até o ano de 2017 acontecerem nos Estados Unidos seguido do Japão e países da Europa como França e Alemanha.

- Veículo elétrico carregado a partir de Frenagem Regenerativa:

Ou através da energia mecânica de frenagem “(frenagem regenerativa, ao se frear o veículo)” A figura 4 mostra o diagrama conceitual da frenagem regenerativa:

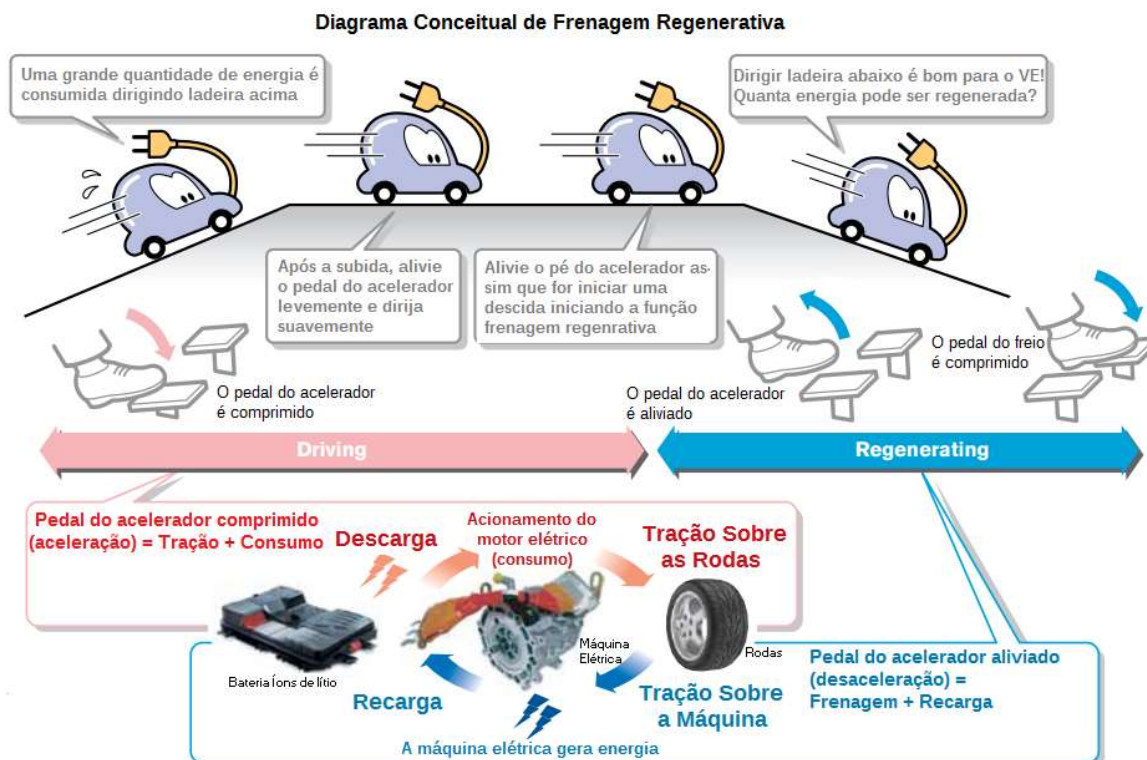


Figura 04 – Veículo elétrico carregado a partir Frenagem Regenerativa.

Fonte: Lenz (2013).

Em seguida, a referida eletricidade é guardada em baterias químicas que sustentam o motor elétrico.

Para compreender melhor acerca dos veículos elétricos, faz-se importante conhecer toda a sua história até os dias de hoje.

A história dos veículos elétricos iniciou na metade do século XIX. Com base em Hoyer (2008), essa história encontra-se intensamente ligada à história das baterias. No ano de 1859, o belga Gaston Planté conseguiu a comprovação da primeira bateria de chumbo e ácido. A referida bateria veio a ser empregada por inúmeros carros elétricos a começar do início da década de 1880 na França, EUA e Reino Unido.

No ano de 1901, com interesse na potencialidade dos automóveis elétricos, Thomas Edison criou a bateria níquel-ferro, “com capacidade de armazenamento 40% maior que a bateria de chumbo, só que com custo de produção muito mais elevado” (BARAN; LEGEY, 2010, p. 212).

No ano de 1903, existiam, em média, quatro mil veículos registrados na cidade de Nova York, “sendo 53% a vapor, 27% a gasolina e 20% elétricos”. Já em 1912, no momento em que a demanda de veículos elétricos atingiu o ápice de 30 mil unidades em Nova York, a quantidade de veículos a gasolina já era trinta vezes maior (STRUBEN; STERMAN, 2006).

Diante disso, o caminho dos veículos elétricos seguiu em intenso declínio. Dentre os fundamentais motivos indicados para a queda dos veículos elétricos, podem-se mencionar (DOE, 2009):

- O sistema de produção em série de automóveis, desenvolvido por Henry Ford, permitiu que o preço final dos carros a gasolina ficasse entre US\$ 500 e US\$ 1.000, o que correspondia à metade do preço pago pelos elétricos.
- Em 1912 foi inventada a partida elétrica, que eliminou a manivela utilizada para acionar o motor dos veículos a gasolina.
- Nos anos 1920, as rodovias dos EUA já interligavam diversas cidades, o que demandava veículos capazes de percorrer longas distâncias.
- As descobertas de petróleo no Texas reduziram o preço da gasolina, tornando-a um combustível atrativo para o setor de transportes.

A partir da década de 1930, os automóveis elétricos passaram a ser desenvolvidos em demanda cada vez menor, sendo usados em algumas cidades dos Estados Unidos e Reino Unido, sobretudo, “para coleta de lixo, serviço de entregas e para distribuição de leite” (BARAN; LEGGEY, 2010, p. 214).

Foram analisados alguns picos de fabricação nos EUA e no Reino Unido no período da primeira e da segunda guerra mundial, momento em que o racionamento de gasolina e diesel determinou a procura por “fontes de energia alternativas ao petróleo” (BARAN; LEGGEY, 2010, p. 214).

Já no período do pós-guerra, no Japão, o veículo elétrico também se tornou bastante conhecido, em razão do racionamento de combustíveis, porém sua fabricação foi cessada na década de 1950, quando o racionamento interrompeu.

Apenas após a década de 1960, momento em que a opinião pública passou a se voltar para as questões ambientais, os veículos elétricos voltaram a chamar a atenção das grandes fabricantes. A partir da década de 1970, os problemas ambientais passaram a compor as discussões acerca da geração e do consumo de energia. Menciona-se, aqui, os três fatores

que indicaram a necessidade de se constituírem alternativas tecnológicas reconstruíveis para a produção de energia:

- Em 1972, o Clube de Roma publicou o livro *Limites para o Crescimento*, que chamou a atenção para a necessidade de um limite para a exploração de recursos naturais não renováveis.
- A crise do petróleo, em 1973, causada pelo embargo de produtores de petróleo, teve como consequência ondas de racionamento em diversos países.
- A conscientização a respeito do uso da energia nuclear, tais como a segurança operacional e o destino dos dejetos radioativos (BARAN; LEGEY, 2010, p. 215).

Não obstante os anos 1970 terem sido um momento propício para os automóveis elétricos, tendo em vista que os mesmos assentavam emissão nula de poluentes com a probabilidade de usar fontes de energias renováveis, os modelos constituídos no período não chegaram às linhas de produção.

Existiram inúmeras ações para trazê-los de volta ao mercado na época, porém “nem os automóveis elétricos puros nem os híbridos estavam aptos a competir no mercado com os automóveis convencionais” (BARAN; LEGEY, 2010, p. 215).

Apenas no fim da década de 1980, as preocupações voltaram-se, novamente, para os automóveis elétricos, mais uma vez com a finalidade de diminuir a poluição nos grandes centros urbanos. A definição de desenvolvimento sustentável adquiria força, e o centro se focava na carência do emprego de fonte de energia alternativa e na constituição de novas tecnologias de transportes (BARAN; LEGEY, 2010, p. 215).

Na década de 1990, o estado da Califórnia instituiu suas primeiras cláusulas regulatórias de emissão zero. No ano de 1992, a Agenda 21 destacou a importância dos problemas advindos pela utilização extensiva de energia fóssil, assim como a necessidade de diminuição “do consumo de energia nos países desenvolvidos e de busca de uma possível transição para fontes renováveis de energia” (BARAN; LEGEY, 2010, p. 216).

Baran e Legey (2010, p. 216) explica que ainda em 1992, a União Europeia determinou “uma política de transportes por meio da expressão “uma estratégia para a mobilidade sustentável”. Nesse contexto, a utilização dos carros elétricos era vista como uma das condições mais importantes para a sustentabilidade proposta”.

No ano de 1999, a Honda foi a indústria a divulgar um híbrido na indústria americana, o *Insight*, que foi um episódio contíguo. No ano de 2000, a Toyota lançou o *Prius* no mercado

americano, conseguindo um sucesso muito maior que o acreditado pela empresa, implicação que se repetiu, anos depois, no mercado europeu.

No ano de 2003, a Honda apresentou o Civic híbrido, com o mesmo aspecto e dirigibilidade do Civic padrão. No ano de 2004, a Ford lançou o *Escape*, “um veículo utilitário esportivo, em versão híbrida” (BARAN; LEGY, 2010, p. 217).

Já em 2009, “as vendas de híbridos no mundo atingiram 598.739 unidades, sendo 44% nos EUA, 41% no Japão e o restante na Holanda, Reino Unido e Canadá” (HYBRID CARS, 2010). De lá para cá, muitos foram os lançamentos de modelos diferentes e cada vez mais tecnológicos e sustentáveis por toda a indústria de mercado automotivo.

1.2.1 Vantagens e Desvantagens dos veículos elétricos

O automóvel elétrico apresenta a mais eficiente solução de locomoção para responder aos problemas atuais “do aquecimento global, da qualidade do ar que respiramos e da dependência que existe dos combustíveis fósseis” (PORTAL ENERGIA, 2015). Todos aqueles que querem colaborar para um planeta mais ecológico, agora possuem a probabilidade de obter as vantagens dos automóveis elétricos, tendo em vista que sua utilização será cada vez mais padronizada.

Existem dois motivos que estão tornando o automóvel elétrico uma alternativa de mobilidade cada vez mais viável. O primeiro motivo diz respeito ao progresso “tecnológico ao nível das baterias, com tempos de carga menores, maior autonomia, maior potência, etc”. Já o segundo motivo envolve um custo cada vez mais competitivo, especialmente quando se observa os custos da quilometragem percorrida (PORTAL ENERGIA, 2015).

Sendo assim, percebe-se que os veículos elétricos, assim como apresentam suas inúmeras vantagens, também expõem algumas desvantagens. Na tabela 01, pode-se conferir as vantagens dos automóveis elétricos.

Tabela 01 - As vantagens dos veículos elétricos.

VANTAGENS DOS AUTOMÓVEIS ELÉTRICOS
<p>Maior eficácia do motor: Os automóveis elétricos usam caracteristicamente entre 0.1 a 0.23 kw/h por quilômetro. Quase metade deste consumo é proveniente da ineficácia do processo de carga das baterias.</p>
<p>Zero-Emissões: o automóvel elétrico é a única alternativa 100% Zero-Emissões em uso. Zero-emissões compreende zero barulho, zero emissões de gases efeito de estufa e zero emissões de poluentes.</p>
<p>Condução silenciosa: os automóveis elétricos proporcionam uma experiência de direção assinalada por um movimento do automóvel mais silencioso e suave. Isso é alcançado em vista da carência de diversos componentes móveis no motor, pelo barulho da combustão, porém também pela falta do sistema de escape, uma das fundamentais fontes de ruído num automóvel.</p>
<p>Custos de utilização: o valor da energia elétrica gastada por automóveis elétricos com um método de armazenamento de energia em baterias satisfaz a um terço do preço do custo do combustível usado por automóveis com motores de combustão interna, para a mesma distância corrida e em circunstâncias análogas de uso.</p>
<p>Travagem regenerativa: A travagem regenerativa usa o fato de um motor elétrico poder trabalhar como gerador. O motor elétrico é utilizado como gerador no momento da travagem do automóvel e a saída produzida após convertida é aproveitada para recarregar as baterias, isto é, o automóvel devolve energia ao sistema.</p>
<p>Condução: Os automóveis elétricos possuem uma direção agradável, aliviando o pedal de embreagem e caixa de transmissão. Tanto para centros urbanos como em casos em que seja preciso aumentar a velocidade, não é necessário ter em atenção a caixa de velocidades.</p>

Fonte: Adaptado de Portal Energia (2015).

Na figura 05, pode-se compreender melhor qual a diferença, destacando as vantagens, do carro elétrico *versus* um carro convencional, que funciona a gasolina.

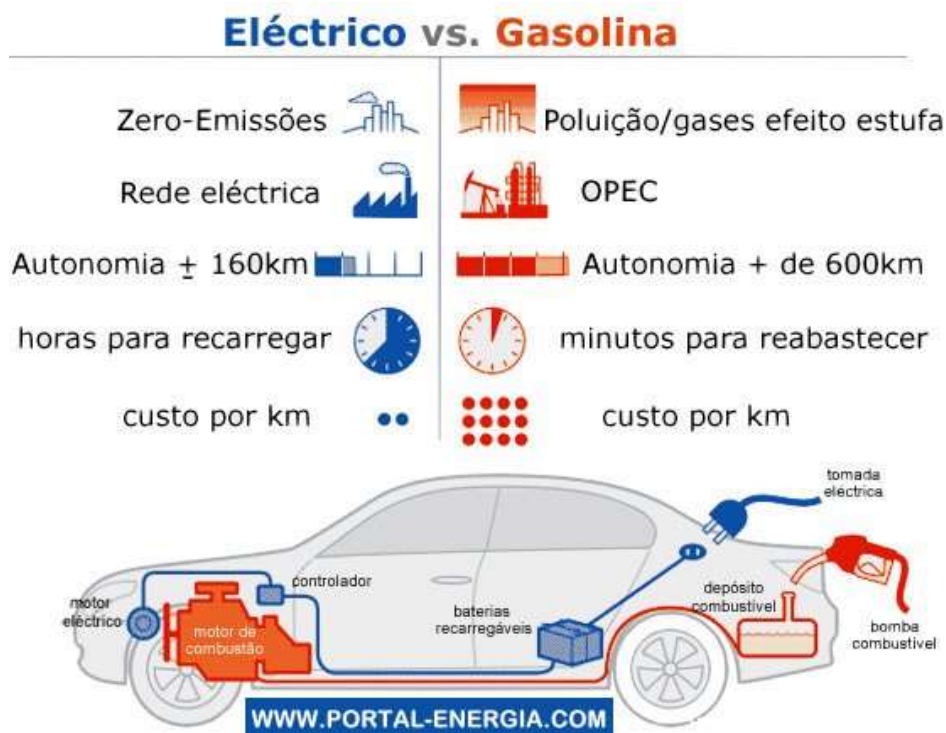


Figura 05 – Veículo elétrico x Veículo convencional.

Fonte: Portal Energia (2015).

Entretanto, o veículo elétrico também possui desvantagens, como pode-se verificar na tabela 02:

Tabela 02 - As desvantagens dos veículos elétricos.

DESvantagens dos Automóveis Elétricos
<p>Baterias: o peso caracteriza-se por ser uma das grandes desvantagens das baterias. Apesar dos grandes avanços tecnológicos, para que as baterias possibilitem uma autonomia conveniente, estas ainda pesam muito. Por exemplo, as baterias do <i>Tesla roadster</i> de íons de lítio pesam cerca de 450kg.</p> <p>O prazo de vida útil de um grupo de baterias possui uma autonomia estimada entre os 160.000km e os 200.000km, o que agrupado ao seu valor pode ser uma grande desvantagem ter que incidir no custo de um conjunto novo em vista destes quilómetros.</p> <p>Outra desvantagem diz respeito ao funcionamento das baterias a baixas temperaturas pois não é o melhor, havendo perda de eficiência.</p>
<p>Autonomia: Relacionado de forma direta com as baterias, o seu tamanho e tecnologia utilizada, a autonomia dos automóveis elétricos ainda é insuficiente quando associada com um automóvel com motor de combustão. A autonomia estimada é de andar entre os 100km e os 200km em média consoante o tipo de automóvel.</p>
<p>Tempo de carga: As baterias de íons de lítio já possibilitam que, quando carregadas em áreas específicas, possam alcançar cerca de 80% da sua capacidade em cerca de 15 a 20m. A carga total, quando executada em casa numa tomada normal de 220v pode permanecer entre 6 a 8 horas.</p>
<p>Custo de aquisição: apesar dos valores mais baixos de operação, os automóveis elétricos apresentam em contrapeso um valor de investimento normalmente mais alto, em razão do fato de ser produzido em pequenas séries.</p>
<p>Produção de eletricidade: dependendo da maneira como é produzida a eletricidade, pode haver emissões de CO2 pertinentes a circulação dos automóveis elétricos.</p>

Fonte: Adaptado de Portal Energia (2015).

1.2.2 Principais modelos de veículos elétricos disponíveis no mercado

Existem alguns modelos de veículos elétricos, tanto no mercado nacional como no internacional, além de vários com lançamento previsto. Neste tópico, apresentar-se-á alguns exemplos, especialmente de veículos, presentes na indústria ou em desenvolvimento.

No mercado nacional, pode-se citar o Projeto VE, desenvolvido no Brasil no ano de 2006, da Itaipu Binacional, em colaboração com a empresa suíça *Kraftwerke Oberhasli* (KWO), administradora de hidrelétricas suíças, e a montadora Fiat, além de outros empreendimentos e organizações de pesquisa.

São dois automóveis em desenvolvimento: o *Palio Weekend* Elétrico e o caminhão leve *Iveco Daily* Elétrico. Os dois são automóveis elétricos puros, sendo que o Palio usa uma bateria de níquel e o Daily, três baterias, de sódio, níquel e cádmio. Nas figuras 06 e 07, pode-se conferir os modelos:



Figura 06 - Palio Weekend Elétrico.

Fonte: Poggeto (2009).



Figura 07 - Iveco Daily Elétrico.

Fonte: Poggeto (2009).

Nas figuras a seguir podemos conhecer outros modelos disponíveis no mercado:



Figura 08 - Toyota Prius

Fonte: (SOUZA, 2017)



Figura 09 - *Ford Fusion Hybrid*

Fonte: (SOUZA, 2017)



Figura 10 – *BMW I3*

Fonte: (BMW 2018)



Figura 11 – Tesla modelo S

Fonte: Tesla 2018

Existem também projetos em desenvolvimento, como o do Triciclo Pompéo, em desenvolvimento por um empreendimento na incubadora tecnológica da Itaipu Binacional, que usa baterias de íon-lítio e motor elétrico provido pela empresa Weg. Inúmeros são os modelos existentes de carros elétricos, principalmente no mercado internacional.

1.2.3 Crescimento de veículos elétricos no mercado mundial

No mercado mundial a entrada dos veículos elétricos vem crescendo significativamente. Conforme pesquisas realizadas por Global EV Outlook (IEA, 2018), o mercado mundial de veículos alcançou a marca de 3 milhões de unidades no ano de 2017 e em comparação com o ano anterior 2016 que registrou um milhão de unidades a menos registra grande crescimento, no gráfico 1 podemos encontrar os dados deste crescimento de mercado entre os anos 2013 até 2017:

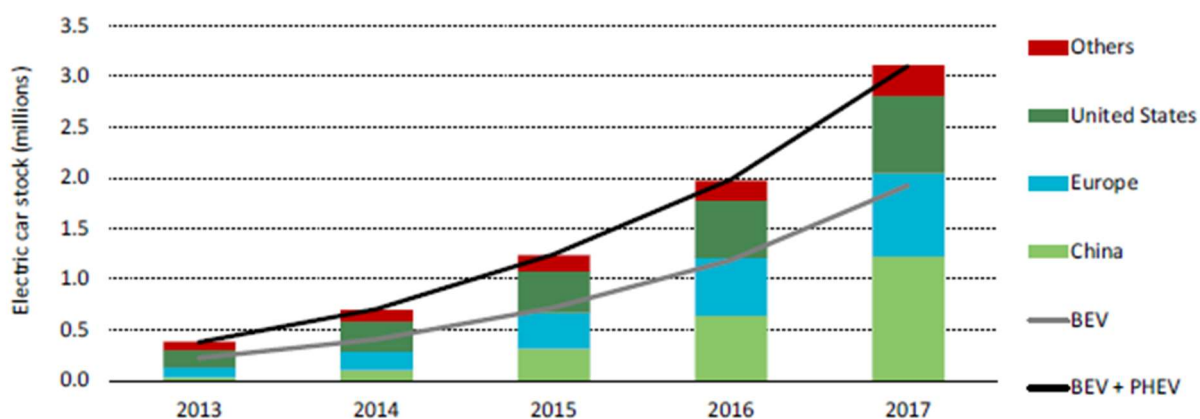


Gráfico 01 – Crescimento de mercado dos veículos elétricos entre 2013 – 2017.

Fonte: Global EV Outlook (IEA, 2018)

Os valores apresentados no gráfico 1 se referem a carros de passeio e não considera os veículos grandes de transporte.

1.3 Veículos híbridos

Com base em Queiroz (2006), já existem evidentes benefícios quantitativos do veículo híbrido no que diz respeito ao convencional. Explica-se, também:

Os veículos híbridos funcionam com um motor de combustão interna, porém são também capazes de converter energia em eletricidade, que é estocada em uma bateria até que o motor elétrico entre em funcionamento, tracionando o veículo, economizando assim a energia requerida pelo motor de combustão interna (QUEIROZ, 2006, p. 20).

Na figura 12, pode-se conferir uma ilustração da instalação do motor elétrico em um automóvel híbrido, em comparação a um automóvel convencional da mesma marca:

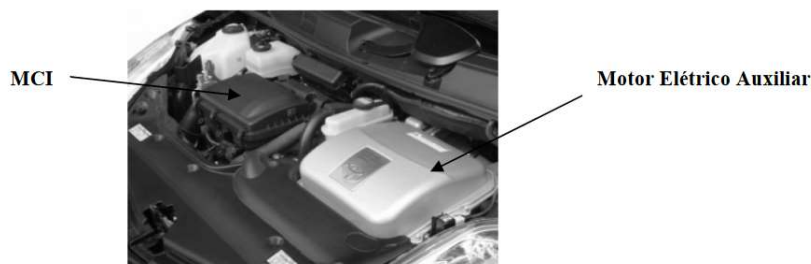


Figura 12 – Motor de um veículo híbrido.

Fonte: Queiroz (2006, p. 22).



Figura 13 – Motor de um veículo convencional.

Fonte: Queiroz (2006, p. 22).

Os automóveis híbridos poluem 80% menos, além de conservar 50% mais combustível. Miraglia et al (2005) afirma que outra grande economia, de acordo com estudos realizados pela Faculdade de Medicina da USP diz respeito aos gastos com a saúde pública.

A pesquisa analisa a taxa de morbidade de idosos e crianças com neoplasia respiratória e cardiovasculares em São Paulo. De acordo com o estudo, o custo com relação à saúde que um automóvel a combustão ocasiona ao governo, por ano, é 0,50 dólares, cerca de R\$ 12,00 pela sua vida útil. Se ponderarmos esse custo, que aparenta ser pouco, por toda a demanda de veículos do Brasil.

Apesar disso, em entrevista de capa da revista CESVI foram apontados outros benefícios na utilização de automóveis com sistema híbrido de alimentação, que são:

- 1) possui um aproveitamento energético mais eficiente, em média de 90% da energia que entra no sistema é convertida em força motriz;
- 2) maior estabilidade e menor valor de manutenção;

- 3) ao estar parado no trânsito, não consome energia, isto o caracteriza do automóvel convencional que continua com o motor ligado, quando estagnado;
- 4) tem superior toque de partida, algo que nos veículos de motor convencional possui uma perda de 20%, tendo em vista que esta última precisa de um sistema de embreagem e câmbio;
- 5) diminuição de cotações como IPVA e licenciamento, como exemplo cita-se a cidade de São Paulo, pois independentemente de se tratar de imposto de domínio estadual, o município possui direito a 50% de sua arrecadação, assim o automóvel licenciado em São Paulo pagará apenas metade do imposto e poderá ainda ficar fora do rodízio (AUTO INFORME, 2018).

1.4 Tipos de baterias para veículos elétricos e híbridos

A bateria é um elemento central em automóveis elétricos. Seu papel é de armazenamento de energia. Mesmo que exista uma bateria designada à tração do carro em automóveis de combustão interna, além da função, possui características distintas das baterias habituais. Estas são organizadas em módulos (mais de uma célula de bateria) ou em *packs* (mais de um módulo), como demonstra a figura 14:

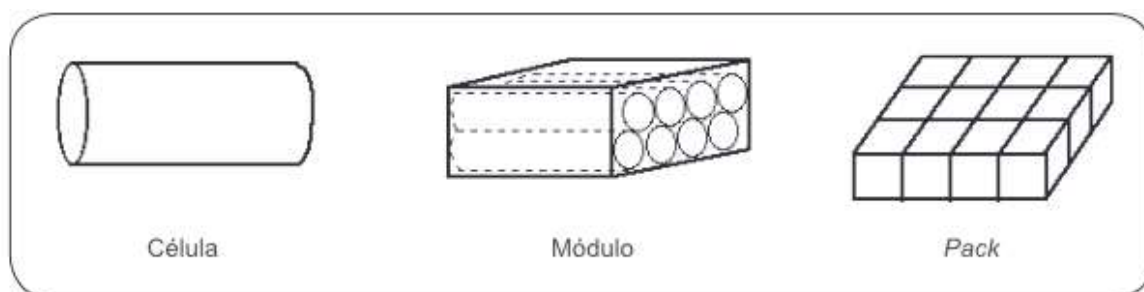


Figura 14 – Células, módulos e *packs* de baterias.

Fonte: Gaines e Couenca *apud* Calstart (2010).

Existem diversos modelos de baterias de utilização admissível em um automóvel elétrico. Entretanto, não existe um padrão determinante. Como se observará a seguir, exemplos de automóveis elétricos já presentes no mercado usam baterias diferentes umas das outras.

Existem quatro tipos que competem a determinação de um padrão para o mercado automobilístico: “as de chumbo-ácido (PbA), as de níquel-hidreto metálico (NiMH), as de sódio e as de íon-lítio” (CASTRO; FERREIRA, 2010, p. 281).

Castro e Ferreira (2010, p. 281) explicam que as baterias automotivas mais utilizadas são as de chumbo-ácido, usadas nos automóveis com motor a combustão interna para o “acionamento de partes elétricas, como ignição eletrônica, injeção eletrônica, ar condicionado, vidro elétrico, computador de bordo, alarme, trava elétrica e som automotivo”.

No entanto, também podem ser usadas no sentido de tração. Elas possuem como desvantagens básicas o valor e o curto ciclo de vida. Por possuir elementos perigosos, tais como o chumbo e ácido sulfúrico, existem regras ambientais que “disciplinam seu recolhimento, descarte e eventual reciclagem” (CASTRO; FERREIRA, 2010, p. 281).

De acordo com o Cempre (2010), “em 2008, o Brasil atingiu 99,5% de reciclagem das baterias de chumbo-ácido. Como o Brasil não é autossuficiente em chumbo, é preciso importar cerca de 40% dele, o que faz com que a procura pelo reciclado seja muito grande”.

Em razão disso, grande parte das empresas solicitam a devolução da bateria utilizada, quando realiza uma venda. As baterias de níquel-hidreto metálico formam a tecnologia predominante para os automóveis elétricos em fabricação, nos dias de hoje.

Os principais benefícios são a confiabilidade e a vida útil, estimada em 10 anos, enquanto suas desvantagens “são o custo, principalmente por causa do alto conteúdo de níquel, o peso relativamente alto, a eficiência ainda não ideal, pois há ainda bastante perda de energia na forma de calor, e o fato de não poderem descarregar completamente” (LACHE et al., 2008).

Essa última particularidade é indispensável em automóveis elétricos puros, mas não proeminente em automóveis híbridos, nos quais possuem fontes alternativas de energia.

No gráfico 2 podemos encontrar a comparação do custo de bateria com o custo do veículo:

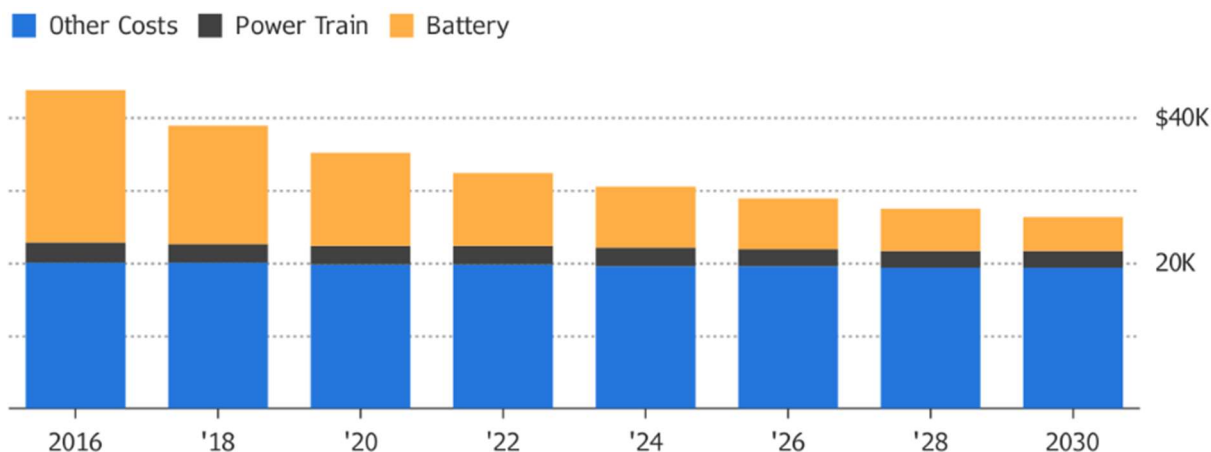


Gráfico 02 – Comparação do custo de bateria x custo do veículo.

Fonte: Bloomberg

1.5 Produção de baterias no Brasil

Apesar do avanço percebido na produção de baterias devido ao avanço nas vendas de veículos elétricos a escassez de componentes como o lítio pesa muito no avanço deste mercado.

As baterias para os veículos são a base e custam caro, para se ter uma ideia do custo, de acordo com Henrique Miranda gerente de produtos elétricos da BMW, cada um dos módulos que compõem a bateria do veículo BMW I3 custa cerca de vinte mil reais, totalizando cento e sessenta mil reais a troca da bateria completa caso necessário realizar a troca fora da garantia da concessionária.

Por conta disso, ainda não existe produção comercial local de células de lítio, a base para as baterias de automóveis elétricos mais avançados. Mesmo globalmente, há poucos produtores, a maioria localizada na Ásia (China e Japão), grande hub tecnológico para baterias de lítio. Reis (2018)

A empresa chinesa BYD anunciou que vai instalar em Manaus (AM) uma fábrica de baterias para automóveis elétricos, com capacidade para fornecer baterias a cerca de 4 mil comerciais leves, ônibus, caminhões, automóveis e até empilhadeiras.

1.5.1 Lítio no Brasil

Apesar do crescimento, persiste o entrave para entrada do lítio no mercado nacional, o preço, pois o kWh chega a ser três a cinco vezes mais elevado que o verificado para as baterias de chumbo-ácido". Reis (2018)

A empresa Electrocell também anunciou que vai ingressar no mercado de células de lítio para baterias de automóveis eletrificados, criada em 2001 e que se especializou em sistemas modulares de armazenamento de energia para empresas e residências com baterias de lítio e de chumbo.

O Brasil detém cerca de 0,4% das reservas mundiais de lítio, mas se comparado aos países vizinhos fica bem atrás de países como Chile e Argentina, a Bolívia é a maior fornecedora de lítio no mundo.

De acordo com estudos divulgados pelo CPRM – Serviço Geológico do Brasil - órgão do governo federal, estima que as reservas do Brasil sejam na verdade de 8%. A maioria das jazidas ficam concentradas no Vale do Jequitinhonha, no norte de Minas Gerais.

No começo de 2018, a Sigma Mineração, empresa brasileira com capital canadense, anunciou investimento de R\$ 230 milhões para começar a extrair concentrado de lítio na região a partir do ano de 2019. (REIS, 2018)

O Brasil está avançando no mercado de baterias, porém é um investimento de longo prazo que ainda não é possível mensurar o retorno para o mercado nacional já que parte da produção de lítio será considerada para exportação.

2. PRODUÇÃO DOS VEÍCULOS NO BRASIL E NO MUNDO

2.1 Panorama da produção de veículos elétricos no Mundo

É perceptível o aumento das vendas dos automóveis elétricos a partir do ano de 2014, como veremos na figura a seguir. É válido mencionar que as vendas na China, onde a quantidade de veículos elétricos comercializados no ano de 2015 mais duplicou em comparação ao ano anterior. Este aumento de vendas está atingindo a taxa de participação dos veículos elétricos nas indústrias automobilísticas dos países mencionados na figura.

Em países como Reino Unido, China, França, Dinamarca, Suécia, Holanda e Noruega os veículos elétricos já são responsáveis por mais de um 1% da indústria automobilística. No caso da Noruega, mais de 20% de todos os automóveis do país são elétricos.

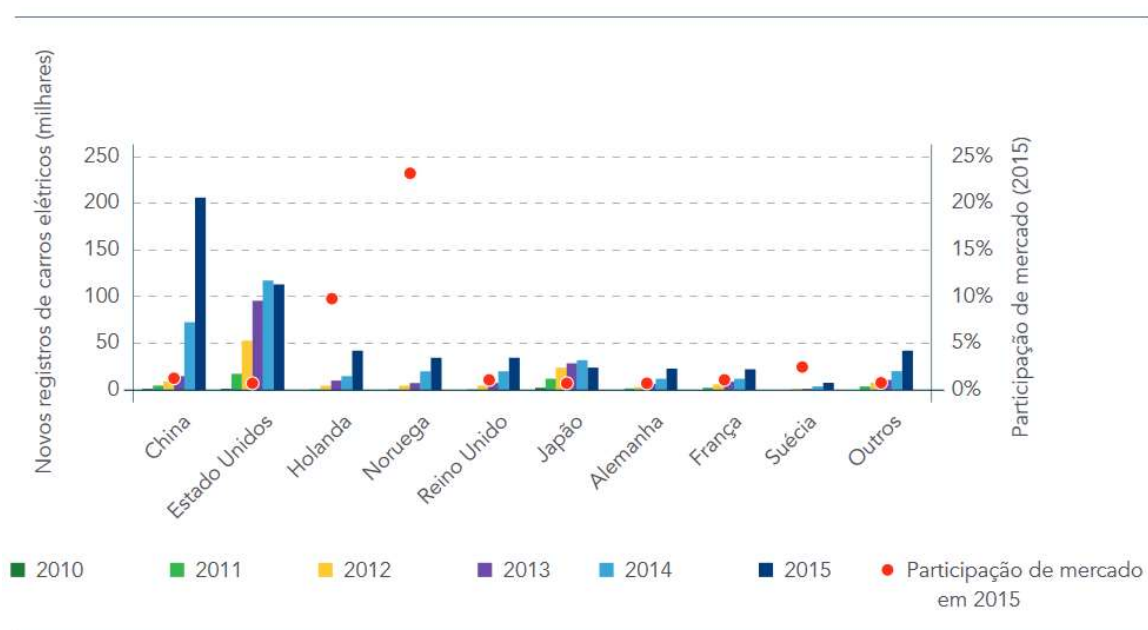


Figura 15 – Vendas de Veículos Elétricos e *Market Share* em países selecionados.

Fonte: IEA (2016).

Dentre as circunstâncias que possibilitam esta expansão, mencionam-se: estímulos financeiros para aquisição de veículos elétricos e disposição de EVSE residenciais; dispensa de taxas de licenciamento e outras taxas para novos automóveis elétricos; normas regulatórias, como medidas que objetivam à diminuição de gases do efeito estufa lançados

por veículos e ampliação da eficácia energética de combustíveis, bem como outras ferramentas direcionadas, como exoneração de taxas de estacionamento, dentre outros (p. 40).

2.2 Panorama da produção de veículos elétricos no Brasil

De acordo com informações da Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA), no Brasil, das vendas de 1,68 milhões de veículos em 2016, apenas 1.091 automóveis foram híbridos ou completamente elétricos. E de janeiro a abril de 2018, foram comercializados, no Brasil, 738 automóveis híbridos ou elétricos.

Na concepção de Silva (2017), no programa Rota 2030, a tributação dos automóveis precisa considerar os motores hábeis no espaço das cilindradas. Nos dias de hoje, veículos “com motor 1.0 pagam menos IPI e os híbridos e elétricos, como não têm esse tipo de classificação, recolhem 25% de IPI”. Dessa forma, o Estado precisaria prever um método bem elaborado para privilegiar o veículo elétrico híbrido com a combustão a partir do etanol.

As indústrias esperam a correção dessa problemática e a Toyota já manifestou até mesmo intenção de desenvolver, no Brasil, o seu híbrido *Prius*, atualmente importado (SILVA, 2017).

3. TECNOLOGIAS DE RECARGA EXISTENTES

3.1 Tecnologias de recarga existentes no Mundo

3.1.1 Estações de recarga

Neste capítulo, serão apresentados alguns modelos de estações de recargas das baterias de veículos elétricos. Explica-se que algumas estações contêm a existência de dois modelos possíveis, um é assinalado como automático e o outro como manual.

Tavares (2009, p. 12) esclarece que “O modelo automático pressupõe a existência de um BMS ou outra unidade de menor complexidade no interior do veículo, que permita fornecer ao sistema de carga todas as informações necessárias”. Já no que diz respeito ao modelo manual, o mesmo “pressupõe a existência de um cartão de identificação ou a inserção direta, pelo operador, dos dados necessários ao processo de carga” (TAVARES, 2009, p. 12).

Além desse modelo de estação, menciona-se outro modelo que permite uma possibilidade de carga rápida. Este modelo diz respeito à aplicação de um algoritmo de carga, antecipadamente analisado para determinado modelo de bateria. “Este tipo de método é comandado por uma unidade de controle da estação que implementa esse algoritmo, alimentando diretamente a bateria, em corrente contínua” (TAVARES, 2009, p. 12).

3.1.2 Troca da bateria

Uma das alternativas prognosticadas para futuro passa “pela existência de estações de troca de baterias”.

O funcionamento destas consiste, genericamente, em retirar a bateria descarregada do veículo e coloca-la num local específico, onde seja possível a recarga da mesma. Assim, estando o compartimento da bateria do veículo vazio, procede-se à colocação de uma bateria carregada no respectivo lugar (TAVARES, 2009, p. 12).

Há estações que efetivam todo este processo de uma maneira automatizada. Um dos grandes benefícios que proporcionam é o fato de todo o procedimento de substituição de baterias ser efetivado em cerca de 3 minutos. Na figura abaixo, pode-se analisar uma provável maneira de um sistema automático de substituição de baterias:

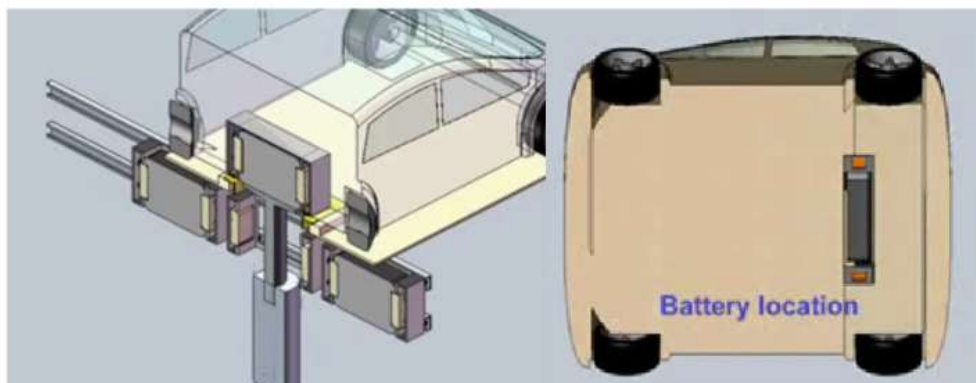


Figura 16 – Modelo de um sistema automatizado de troca de baterias

Fonte: Tavares (2009, p. 13).

Analisando a figura acima, pode-se observar que se a localização e tamanho da bateria o consentir, “após o veículo se imobilizar no local pré-determinado pode iniciar-se o processo de troca” (TAVARES, 2009, p. 12).

Apesar do ganho em tempo com a troca da bateria completa ainda seria necessário investir em treinamentos específicos para a realização deste serviço.

Na cidade de Fortaleza, a Prefeitura implementou um sistema de carros elétricos e compartilhados. Na figura 17, pode-se conferir as estações de recargas:



Figura 17– Estação de recarga em Fortaleza.

Fonte: Barcelos (2008).

Barcelos (2008) ressalta que “Entre outubro de 2016 e março deste ano, o sistema realizou 2.311 viagens, uma média de 4,2 por dia”.

3.2 Tecnologias de recarga existentes no Brasil (e em construção)

No Brasil, foi firmado entre as duas importantes empresas, BR Distribuidora e Nissan, um Protocolo de Intenções – que se trata de instrumento relativo à cooperação entre órgãos firmados antecipadamente à celebração de acordo – no segundo semestre de 2012, em Rio de Janeiro. Logo, foi acordada a instalação de dois locais fixos para abastecimento rápido em postos da cidade.

No mesmo ano, a Universidade de São Paulo aprovou um projeto para a construção do primeiro eletroposto para recarga de veículos elétricos em São Paulo, a partir da colaboração da EDP do Brasil - empresa do Grupo EDP Energia de Portugal, a qual firmou parceria com a Universidade. Na figura abaixo, pode-se conferir a estação de recarga para automóveis elétricos na Universidade de São Paulo:



Figura 18 – Estação de recarga na Universidade de São Paulo.

Fonte: Calçado (2015, p. 24).

Outra importante proposta foi realizada em outubro de 2013, onde foi aprovada através da Comissão de Minas e Energia da Câmara dos Deputados, a qual exige das concessionárias de energia a instalação de pontos de recarga para veículos elétricos nos estacionamentos públicos. Tal proposta definiu que o poder Executivo seria o responsável por gerar incentivos para a implantação de tomadas que recarreguem os veículos nas garagens de prédios residenciais.

3.3 Incentivos fiscais para produção de veículos elétricos existentes

3.3.1 No mundo

Primeiramente, é válido mencionar que existem sete tipos de ações que o Governo pode executar para incentivar a inserção do veículo elétrico, são elas: bônus aos clientes de automóveis elétricos; bônus para o mercado automobilístico, reduções em impostos; adoção de advertências à utilização de automóveis convencionais; promoção da pesquisa; estímulos não tributários e implementação da infraestrutura indispensável para proporcionar condições apropriadas para a recarga das baterias (CASTRO & FERREIRA, 2008).

As referidas ações são essenciais para estimular a produção de veículos elétricos tanto no mercado internacional como nacional. No que diz respeito a indústria nacional, apresentam-se, aqui, alguns países que adotaram algumas das medidas citadas acima para o

incentivo da inclusão dos automóveis elétricos. Na tabela abaixo, pode-se analisar as ações governamentais que os países adotam para o incentivo e inclusão do veículo elétrico.

	Bônus para os compradores	Bônus para a Indústria	Desconto ou isenção nos tributos	Restrições à utilização de veículos convencionais	Fomento à pesquisa	Incentivos não tributários	Implementação da infraestrutura para a recarga
Alemanha			X	X	X	X	
Canadá	X					X	X
China	X	X			X		
EUA	X	X			X		X
França	X		X				
Holanda	X		X	X		X	X
Japão	X		X				
Noruega			X	X		X	
Reino Unido	X	X		X	X	X	X
Suécia	X		X				

Tabela 03 - Tipos de ações para a inclusão do automóvel elétrico.

Fonte: Machado (2015, p. 68).

O crescimento da inclusão dos VE's vem se mostrando muito mais relevante nos países mais desenvolvidos como EUA, China, Japão e outros países da Europa.

Um bom exemplo é a Noruega, onde o governo dá benefícios de corte de taxas, isenção de pedágios e de custos com estacionamentos públicos onde o proprietário ainda pode abastecer o carro gratuitamente.

3.3.2 No Brasil

No Brasil, existem algumas legislações que incentivam a produção de veículos elétricos. A exemplo disso, cita-se o Projeto de Lei nº 2.092, criado em 23 de agosto de 2011, proposto pelo Deputado Federal Irajá Abreu (PSD/TO) o qual teve como projeto inicial a ação do Congresso nacional em decretar uma lei que estabelecesse incentivos à fabricação e utilização de veículos automóveis elétricos no Brasil. A ideia foi posta à análise pelas Comissões de Minas e Energia e de Desenvolvimento Econômico, Indústria e Comércio da Câmara dos Deputados.

Ainda conforme essa lei, seria retirada a cobrança de impostos dos possuidores de automóveis elétricos ficando, assim, isentos do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI), abrangendo também as peças, acessórios e matéria prima utilizada em sua fabricação.

Além disso, também seriam isentos das Contribuições para o Programa de Integração Social e de Formação do Patrimônio do Servidor Público PIS/PASEP e da Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social – COFINS, que direciona vendas no mercado interno de automóveis elétricos. Sendo estipulado ainda, em seu artigo 3º, um limite de dez anos para as aquisições de veículos leves para arranjar a frota oficial, ou locar veículos de terceiros para a utilização oficial, mas ressaltando que os automóveis elétricos devem possuir uma participação mínima de vinte por cento.

Outra legislação diz respeito ao Conselho de Ministros da Câmara de Comércio Exterior (CAMEX), que aprovou a Resolução nº 86, de 18 de setembro de 2014, a qual implementa a redução do Imposto de Importação de veículos híbridos convencionais.

De acordo com o Conselho, essa redução no Imposto de Importação para os veículos elétricos está ligada a busca por melhorias de mercado e atração de investimentos com vista à produção nacional de veículos que usem novas tecnologias de propulsão. A ampliação dessas novas tecnologias irá viabilizar aos consumidores, automóveis mais eficientes, do ponto de vista energético, e proporcionando ainda a redução nas emissões de poluentes.

Além desses incentivos a nível nacional, faz-se importante mencionar, também, os estaduais. No Estado do Ceará, existe Lei estadual nº 12.023, de 20 de novembro de 1992, onde determina, em seu artigo 4º, inciso IX: “Art. 4º - São isentos do pagamento do imposto: [...] IX - os veículos movidos a motor elétrico” (BRASIL, 1992). No Estado do Maranhão, a Lei estadual nº 5.594, de 24 de dezembro de 1992, em seu artigo 9º, inciso XI, estabelece o mesmo: “Art. 9º São isentas do pagamento do imposto: [...] XI - os veículos movidos a força motriz elétrica” (BRASIL, 1992).

A nível estadual, ainda existem outras normas que estabelecem a isenção de imposto dos veículos elétricos, tais como em Pernambuco (Lei nº 10.849/1992, artigo 5º, inciso XI), Piauí (Lei nº 4.548/1992, artigo 5º, inciso VIII), Rio Grande do Norte (Lei nº 6.967/1996, artigo 8º, inciso XI), Rio Grande do Sul (Lei nº 8.115/1985, artigo 4º, inciso II), dentre outros

estados. Percebe-se, assim, que o Brasil vem incentivando cada vez mais a produção de veículos elétricos, concedendo a isenção de impostos e tributos.

3.4 Regulamentação existente para mobilidade elétrica no mercado brasileiro

3.4.1 Resolução 819/ 2018

A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) outorgou, recentemente, a Resolução Normativa Aneel 819 (REN Aneel 819/2018) que estabelece os procedimentos e condições para a recarga de veículos elétricos. (AGÊNCIA BRASIL, 2018).

A nova regra foi editada em decorrência do recente interesse de players nacionais e internacionais no mercado brasileiro de carros elétricos e da ausência de normas específicas para regulamentar o suprimento de energia para esses veículos.

Até então, havia certa incerteza com relação ao processo tarifário aplicável aos fornecedores e consumidores da energia necessária para abastecimento dos veículos e à forma com que o aumento do consumo de energia centralizado em pontos específicos das redes de distribuição poderia afetar a disponibilidade de energia nas áreas atendidas. Esse fator, aliado à existência de diversos agentes interessados na prestação desse serviço, como as distribuidoras, postos de combustíveis, shopping centers, empreendedores individuais ou até mesmo os usuários dos veículos interessados em estabelecer suas próprias instalações, gerava dúvida no enquadramento da recarga de veículos elétricos nas hipóteses previstas na regulamentação existente.

Nesse contexto, foi realizada a Consulta Pública SRD/ANEEL nº 002/2016, que precedeu a Audiência Pública 029/2017, a qual resultou na elaboração da Resolução Normativa nº 819, aprovada pela diretoria da ANEEL em 19 de junho de 2018, e publicada em 05 de julho de 2018. (SOUZA; QUEIROZ; MALHEIRO, 2018)

Diante de tal aprovação, as empresas que possuem interesse em realizar atividades de recarga de veículos elétricos, sejam estas distribuidoras, postos de combustíveis, shopping

centers e demais interessados, possuem agora uma normatização básica, de maneira a impedir interferências do exercício nos processos (AGÊNCIA BRASIL, 2018).

Embora a REN Aneel 819/2018 não crie mecanismos diretos para avaliar o impacto à rede de distribuição, apresenta sistemática que visa mapear as estações de recarga de veículos elétricos. (NETO,2018)

É válido mencionar que a industrialização e comercialização de recarga já é realizada em várias partes do mundo para acolher a demanda de veículos elétricos. De acordo com o diretor relator do processo, Tiago Correia, a normatização outorgada pela Aneel diminuirá incertezas e, assim, irá favorecer os investimentos da indústria privada na infraestrutura de recarga de carros elétricos (AGÊNCIA BRASIL, 2018).

De acordo com Nelson Fonseca presidente da Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica (ABDEE) é válido mencionar que a distribuição da energia elétrica que chega até o ponto de recarga continua sendo realizada exclusivamente pela distribuidora local dentro de sua área de concessão , Ou seja, o carregador dos veículos será considerado um serviço e as distribuidoras de energia continuarão mantendo sua receita por meio do uso do fio, que contará com um medidor no posto de carga, auxiliando na contagem da energia que passa por ele.

Quanto a oferta, como não se trata de um serviço regulado, caberá ao consumidor buscar o melhor preço, partindo da prática de livre mercado. Com isso, surgem novas possibilidades de negócios dentro do setor. Como o serviço será prestado ao consumidor, qualquer pessoa que se interessar pode oferecê-lo (NOVO,2018).

Ainda de acordo com a Aneel, os veículos elétricos irão ajudar na redução das emissões de gás carbônico, bem como aumentar a eficácia energética neste modal de transporte. A perspectiva da Aneel é de que a propulsão elétrica consiga uma posição importante no Brasil nos próximos 10 anos (AGÊNCIA BRASIL, 2018).

Dentre as principais disposições da Resolução Normativa (REN Aneel 819/2018) podem-se destacar (NETO, 2018).

- Primeiramente, a REN Aneel 819/2018 prevê que a instalação, alteração de carga ou nível de tensão da estação de recarga deverá ser comunicada

previamente à concessionária de distribuição e, posteriormente, a cada seis meses, a distribuidora deverá enviar as informações à Aneel.

- Para as estações de recarga de titularidade de unidade consumidora, a REN Aneel 819/2018 prevê que a agência reguladora disponibilizará, até 15/10/2018, formulário eletrônico para o registro junto à Aneel (em que pese não esteja claro no instrumento normativo, a presente disposição é somente para as estações de recargas já existentes).
- A REN Aneel 819/2018 prevê, ainda, que a concessionária de distribuição poderá instalar estações de recarga em sua área de atuação destinadas à recarga pública de veículos elétricos.
- No que tange aos custos referentes à adequação da rede de distribuição e do sistema de medição, os interessados deverão observar as condições gerais de fornecimento de energia elétrica e os procedimentos de distribuição, cujos custos, em regra, são assumidos pelos consumidores interessados.
- Já com relação ao funcionamento da estação de recarga, o instrumento normativo prevê que:
- O número de pontos de recarga deverá ser equivalente ao número máximo de veículos elétricos que podem ser conectados e carregados simultaneamente;
- É permitida a recarga de veículos elétricos de propriedade distinta do titular da unidade consumidora, inclusive para fins de exploração comercial a preços livremente negociados. Ou seja, essa previsão normativa fomentará o mercado de estações de recarga, que deverá funcionar como um “posto de combustível”. Registra-se, ainda, que os preços praticados pelas concessionárias de distribuição em suas estações de recarga também serão livremente negociados, sendo classificado como uma prestação acessória da distribuidora, cujo risco e impactos negativos serão assumidos exclusivamente por ela;
- É vedada a injeção de energia elétrica a partir de veículos elétricos e a participação no Sistema de Compensação de Energia Elétrica (Geração Distribuída);
- Registra-se que a vedação prevista no item “c” trata-se de o consumidor injetar energia elétrica a partir do veículo elétrico, e não de utilizar a energia elétrica produzida, por exemplo, por uma planta solar dentro da Geração Distribuída para recarregar seu veículo;
- É permitido à distribuidora estabelecer normas específicas de segurança elétrica para as instalações de recarga de veículos elétricos.
- A REN Aneel 819/2018 prevê, ainda, que a agência reguladora realizará a avaliação de resultado regulatório em até três anos após sua publicação.

3.4.2 Programa Rota 2030 – Mobilidade e Logística

O Diário Oficial da União (DOU) publicou em 09 de novembro de 2018 o Decreto 9.557/2018, que regulamenta a Medida Provisória do Programa Rota 2030 (MP 843).

O Programa Rota 2030 é o novo programa de incentivo tributário às montadoras, que em contrapartida terão de investir em pesquisa e desenvolvimento de produtos e tecnologias. Dentre as principais medidas, o Rota prevê o abatimento no Imposto de Renda devido ou na Contribuição Social sobre o Lucro Líquido (CSLL) de 10% a 12% do valor investido pelas empresas em pesquisa e desenvolvimento (P&D;).

Também permite descontos de até 2 pontos percentuais no Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) para as fabricantes que superarem as metas estabelecidas para melhorar a eficiência energética (redução de consumo de combustível e de emissão de poluentes) e a segurança dos automóveis (CONTEÚDO, 2018).

4. GERAÇÃO DISTRIBUÍDA DE ENERGIA

4.1 Geração Distribuída x Tecnologias de Recarga

A Geração Distribuída (GD), caracteriza-se por ser um campo chave para a sustentabilidade e geração de energia limpa, além de causar “um grande impacto em todo o sistema de transmissão e distribuição de energia, uma vez que altera toda a concepção do sistema atual se tornando um tema chave de alta criticidade” (LOPES; FERNANDES; MUCHALUAT-SAADE, 2015, p. 02).

Para melhor compreender como funciona a geração distribuída de energia, apresenta-se a seguinte figura:



Figura 19– Geração Distribuída de Energia

Fonte: Lopes, Fernandes e Muchaluat-Saade (2015, p. 02).

Na imagem acima, pode-se perceber que, além de distribuir energia de maneira inteligente para as áreas convencionais, tais como residências, indústrias, etc., a geração distribuída de energia é destinada, também, para a recarga de veículos elétricos, isto é, apresenta-se como importante tecnologia para recarga de veículos elétricos.

4.2 Sugestões para mobilidade elétrica

Neste tópico, abordar-se-á algumas sugestões para a mobilidade elétrica, tais como propostas para aprimoramento da Resolução Normativa da Aneel REN 819/2018 e infraestruturas para recargas de veículos elétricos.

4.2.1 Aprimoramento da REN 819/2018.

Apesar do positivo avanço com a criação da Resolução Normativa da Aneel (REN 819/2018) aprimoramentos na resolução ainda são necessários para a expansão da mobilidade elétrica no Brasil principalmente para incentivar a geração e consumo de energia por fontes renováveis, tal como:

- Criar mecanismos para que o consumidor que possua saldo de GD (Geração Distribuída) conforme Sistema de Compensação de Energia Elétrica de que trata a Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012 possa abater o saldo de compensação de energia elétrica para recarregar seu veículo elétrico nas estações de recarga no qual julgar melhor dentro e fora da área de concessão da distribuidora que possuir o saldo. Este mecanismo serve para incentivar o consumidor que possua GD em sua residência em adquirir um veículo elétrico e também para promover o consumo de energia por fontes renováveis e não sobrecarregar o sistema elétrico com a demanda de energia para recarregar os veículos elétricos.

É válido mencionar neste trabalho a contribuição apresentada pelos alunos da PECE (Programa de Educação Continuada POLI USP) do curso de Especialização em Energias Renováveis, Geração Distribuída e Eficiência Energética turma 13 no qual faço parte, para a Audiência Pública 029/2017 da ANEEL que visou “Obter subsídios para o aprimoramento da regulamentação de aspectos relativos ao fornecimento de energia elétrica a veículos elétricos” tal contribuição que junto as demais contribuições resultou na elaboração da Resolução Normativa REN 819/2018. (ANEEL,2018).

Tabela 04 – Pontos relevantes da contribuição dos alunos da PECE para a Audiência Pública nº 029/2017 – ANEEL.

TEXTO/ANEEL	TEXTO / INSTITUIÇÃO	JUSTIFICATIVA/INSTITUIÇÃO
PL 3.895/2012	Criação da figura do revendedor varejista para comercialização de eletricidade para abastecimento de veículos elétricos, com autorização e registro na ANEEL.	Com a criação dessa figura de comercializador de energia seria sanado o problema de comercialização de energia por terceiro não regulado. Assim, o posto de recarga pode contratar a demanda necessária para atender aos seus consumidores. Esse novo tipo de comercializador faria o gerenciamento da contratação para atendimento da demanda dos carros elétricos. Outro ponto que poderia ser colocado como obrigação dessa nova figura seria informar os dados do seu abastecimento, auxiliando desse modo a projeção de consumo dos VEs. As informações dos postos seriam públicas através da coleta de dados da ANEEL.
N/A	Modelos de negócio propostos: serviços combinados, recarga de veículos de frotas de terceiros e recarga pública caracterizam, de acordo com a CP a atividade de comercialização	Livre concorrência com a distribuidora. No caso dos serviços combinados e na recarga de frotas de terceiros, o interessado poderia comercializar seu ponto de recarga como um serviço adicional ou como um fim, respectivamente. A ideia seria que esse interessado adquirisse a energia da comercializadora, ou da própria distribuidora (como no mercado cativo). Caso viesse a comprá-la de um comercializador, o ideal seria de um varejista, uma vez que, dependendo do porte do negócio, não poderia se tornar um agente livre perante a CCEE. Ao adquirir de um varejista, faz sua contratação no longo prazo e transfere o risco de eventual inadimplência para a comercializadora. No caso de recarga pública, o município responsável poderia habilitar seus diversos pontos de recarga abaixo do comercializador varejista e contratar a energia

		necessária para o atendimento da frota, energia essa que seria rateada por posto de recarga conforme a demanda.
NA	Suprir a demanda adicional gerada pelos VEs preferencialmente com fontes renováveis tais como fotovoltaica/eólica, podendo ser através de Geração Distribuída, ou através de leilões de contratação de energia específicos para esta demanda	Buscar utilizar a demanda que os VEs criarão para promover incentivos às fontes renováveis, por meio da Geração Distribuída, o que diminuiria as perdas sistêmicas e adiariam o investimento inicial para o reforço da rede.
Resolução Normativa Nº 482, de 17 de abril de 2012.	Adaptação do item III, do artigo 2º: “III - sistema de compensação de energia elétrica: sistema no qual a energia ativa injetada por unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída é cedida, por meio de empréstimo gratuito, à distribuidora local e posteriormente compensada com o consumo de energia elétrica ativa ou abastecimento de veículo elétrico”	Tal possibilidade serviria de incentivo aos consumidores com GDs em suas propriedades adquirir VE's, e vice-e-versa.
NA	Conceder incentivos fiscais/tributários aos postos de recarga, que contenham instalação própria com geração distribuída com fonte renovável.	Os incentivos serão concedidos na fase inicial e com prazo determinado com o intuito de fomentar o mercado local e aumentar a competitividade de toda a cadeia de fornecimento.

NA	Inclusão da possibilidade de pagamento de prêmios de incentivo às fontes renováveis	Incentivar a mini e microgeração local de maneira a aproximar a geração da carga, diminuindo investimentos na transmissão e facilitando os agentes que desejam instalar painéis solares em seus eletropostos de recarga.
----	-------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fonte: Adaptado - ANEEL, Agencia Nacional de Energia Elétrica. Audiência 029/2017 (2018).

4.2.2 Infraestrutura para troca de bateria completa

A troca de baterias será uma alternativa que poderá surgir, principalmente para situações onde o consumidor precise da bateria carregada em pouco tempo. Diante da multiplicidade de preceitos que podem haver, “não se entrará em pormenor nos mecanismos de acesso à bateria, localizada no interior do veículo, e correspondente troca” (TAVARES, 2009, p. 49).

Este obstáculo está relacionado ao fato de os produtores não revelarem informações satisfatórias, nem terem igualdade na construção dos automóveis, para se uniformizar uma procedimento de troca de baterias. Na figura abaixo apresenta-se uma possível infraestrutura para troca de bateria:

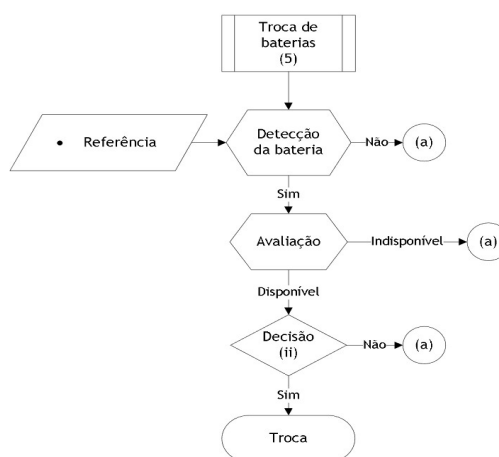


Figura 20- Possível infraestrutura para troca de bateria.

Fonte: Tavares (2009, p. 49).

4.3 FORMULA E – Automobilismo com veículos elétricos

Com a finalidade de experimentar uma competição mais “sustentável”, a Federation Internationale de l'Automobile (FIA) lançou, recentemente, a **Fórmula E**, que se utiliza que veículos elétricos muito semelhantes com os carros da Formula 1. Além disso, menciona-se que a FIA pretende lançar a Formula E nos variados circuitos ao redor do mundo. Sendo assim, pode-se compreender que a Fórmula E é uma nova categoria do automobilismo realizado excepcionalmente com veículos elétricos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, pode-se concluir que a indústria automobilística vem passando por uma grande transformação com a inserção dos veículos elétricos no mercado. No Brasil, o veículo elétrico vem apresentando-se como uma alternativa importante para a diminuição da emissão dos gases que causam o efeito estufa nas grandes cidades.

Avaliando o contexto atual, os veículos elétricos são extraordinária alternativa para, se não extinguir completamente, diminuir bastante os impactos ambientais do sistema automotivo que usa combustíveis fósseis líquidos.

Porém considerando as opções de veículos elétricos disponíveis no mercado nacional é possível concluir que o alto custo ainda não os torna atrativos devido ao alto investimento para aquisição.

Além da aquisição do veículo elétrico é necessário possuir estrutura própria para o carregamento da bateria conforme detalhes mencionados neste trabalho. No entanto a expansão da estrutura de recarga depende de toda uma infraestrutura dos ambientes que possuem essa tecnologia, passando pelo investimento e apoio do Estado, além das concessionárias de energia elétrica e empresários do ramo em geral. Tais incentivos envolvem desde a isenção do pagamento de impostos até a redução de tarifas.

Outro ponto relevante para a inserção dos veículos elétricos é ter a redução no custo dos componentes de alto custo como as baterias, e podemos analisar que o Brasil está em estágio inicial de produção de baterias e ainda depende da importação deste item.

Considerando a recente aprovação da resolução da Aneel 819/2018 vemos que o Brasil deu os primeiros passos para ter uma forte regulamentação para recarga de veículos elétricos e expandir a utilização dos serviços para os próximos anos, porém não é possível comparar o crescimento do Brasil com os grandes países como China, Estados Unidos, Holanda e Noruega que detêm as maiores participações de mercado na inserção dos veículos elétricos e infraestrutura de recarga.

REFERÊNCIAS

A RECARGA sem fio dos carros elétricos. 1. 2017. Disponível em: <<http://opiniaoenoticia.com.br/internacional/recarga-sem-fio-carros/>>. Acesso em: 09 jan. 2019.

AGÊNCIA BRASIL. **Aneel regulamenta recarga de veículos elétricos**. 2018. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2018-06/aneel-regulamenta-recarga-de-veiculos-eletricos>>. Acesso em: 26 set. 2018.

ANEEL, Agencia Nacional de Energia Elétrica. **Audiência 029/2017**. 19/06/2018. 2018. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/audiencias-publicas?p_auth=4PYVWwzz&p_p_id=audienciaspublicasvisualizacao_WAR_AudienciasConsultasPortletportlet&p_p_lifecycle=1&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column2&p_p_col_count=1&_audienciaspublicasvisualizacao_WAR_AudienciasConsultasPortletportlet_audienciaId=1158&_audienciaspublicasvisualizacao_WAR_AudienciasConsultasPortletportlet_javax.portlet.action=visualizarAudiencia>. Acesso em: 10 nov. 2018.

ANGELO, Barbara. **Entenda quais são os três tipos de carros híbridos**. 1. 2018. Disponível em: <<https://autopapo.com.br/noticia/entenda-os-tres-tipos-de-carros-hibridos/>>. Acesso em: 07 set. 2018.

AUTO Informe. Disponível em: <<http://www.autoinforme.com.br/exibeNoticia/Eletrico-e-hibrido-terao-desconto-de-IPVA-em-Sao-Paulo/n/1654#.VEuCVPldXX4>>. Acesso em: 26 set. 2018.

BARAN, Renato; LEGEY, Luiz Fernando Loureiro. Veículos elétricos: história e perspectivas no Brasil. **XIII Congresso Brasileiro de Energia**, novembro de 2010.

BARCELOS, Mariana. Pensando em transporte: o carro elétrico no dia a dia de Fortaleza. In: **The City Fix Brasil**. 2018. Disponível em: <<http://thecityfixbrasil.com/2018/04/26/pensando-em-transporte-o-carro-eletrico-no-dia-a-dia-de-fortaleza/>>. Acesso em: 01 out. 2018.

BRASIL. **Lei nº 12.023**, de 20 de novembro de 1992. Disponível em: <<https://www.al.ce.gov.br/legislativo/tramitando/lei/12023.htm>>. Acesso em: 02 out. 2018.

CALÇADO, Thamara Emanuelle de Oliveira. **Estudo preliminar de implantação de estações de recarga de veículos elétricos no Centro de Tecnologia da UFRJ**. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10014214.pdf>>. Acesso em: 01 out. 2018.

CALSTART. **Energy storage compendium: batteries for electric and hybrid heavy duty vehicles**. Pasadena, CA: Calstart, mar. 2010.

CANCELIER, Mariela. BMW lança carregador por indução destinado a carros elétricos e híbridos: modelo é o primeiro carregador desse tipo a ser vendido para consumidor final. **Mundo Conectado**. Disponível em: <<https://mundoconectado.com.br/noticias/v/5857/bmw-lanca-carregador-por-inducao-destinado-a-carros-eletricos-e-hibridos>>. Acesso em: 28 set. 2018.

CASTRO, Bernardo Hauch Ribeiro de; FERREIRA, Tiago Toledo. Veículos elétricos: aspectos básicos, perspectivas e oportunidades. Biblioteca Digital BNDS. **Veículos**, BNDES Setorial n. 32, p. 267-31, set. 2010. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/1764/2/BS%2032%20Ve%C3%ADculos%20el%C3%A9tricos%20aspectos%20b%C3%A1sicos,%20perspectivas_P.pdf>. Acesso em: 28 set. 2018.

CEMPRE – COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM. Bateria chumbo-ácido: o mercado para reciclagem. **Fichas Técnicas**. Disponível em: <http://www.cempre.org.br/fichas_tecnicas.php?lnk=ft_bateria_chumbo_acido.php>. Acesso em: 28 set. 2018.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A.; SILVA R. **Metodologia científica**. 6ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

CESVI. **Veículos Elétricos**: em uma década, três em cada dez carros serão movidos à eletricidade. O que isso muda em sua vida? Ano 14, nº 74, 2011.

CONTEÚDO, Estadão. **DOU publica decreto de regulamentação do Rota 2030**. 09/11/18 - 08h04. 2018. Disponível em: <<https://istoe.com.br/dou-publica-decreto-de-regulamentacao-do-rota-2030/>>. Acesso em: 11 nov. 2018.

DELGADO, Fernanda. Et al. Carros Elétricos. **Caderno FGV Energia**, ano 4, nº 7, maio/2017. Disponível em: <<http://www.fgv.br/fgvenergia/caderno-carros-eletricos/files/assets/common/downloads/Caderno%20Carros%20Eletricos.pdf>>. Acesso em: 28 set. 2018.

DOE. **Annual Energy Review**. 2009. Disponível em: <<http://www.eia.doe.gov/emeu/aer/contents.html>>. Acesso em: 27 set. 2018.

FERRAZ, Clayton Vinicius; DONHA, Decio Crisol. **Sistemas controlados de propulsão de veículos automotores**. 2004. Disponível em: <<http://www.mecanica-poliusp.org.br/05pesq/cont/pdf/btpme06021r.pdf>>. Acesso em: 28 set. 2018.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6ª ed. São Paulo: Atlas, 2008.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. IEA. **Global EV Outlook**. OECD, IEA. 2016. Disponível em: <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Global_EV_Outlook_2016.pdf>. Acesso em: 19 set. 2018.

KBB,. **Como funciona o carregamento por indução em carros elétricos?** 1. 2018. Disponível em: <<https://www.kbb.pt/detalhes-noticia/carregamento-inducao-carros-eletricos/?ID=664>>. Acesso em: 09 out. 2018.

LACHE, R. et al. **Electric cars: plugged in**. Global Markets Research. Deutsche Bank, 2008.

LADEIRA C., M. **Desenvolvimento de um sistema de alimentação de combustível para motores Diesel – Gás**, dissertação de Mestrado, PUC Rio 2005.

LENZ, André Luis. Como uma célula de combustível e o hidrogênio funcionam? In: **Blog Automóveis Elétricos**. 2013. Disponível em: <<http://automoveiseletricos.blogspot.com/2013/06/como-uma-celula-combustivel-e-o.html>>. Acesso em: 28 set. 2018.

LOPES, Yona; FERNANDES, Natalia Castro; MUCHALUAT-SAADE, Débora Christina. **Geração Distribuída de Energia: desafios e perspectivas em redes de comunicação**. 2015. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/303718713_Geracao_Distribuida_de_Energia_Desafios_e_Perspectivas_em_Redes_de_Comunicacao>. Acesso em: 28 set. 2018.

MACHADO, Felipe Ferraz. **Análise das Políticas Públicas para a inclusão do automóvel elétrico no Brasil**. São Paulo, 2015. Disponível em: <<http://www.iee.usp.br/sites/default/files/FelipeFerrazMachado.pdf>>. Acesso em: 01 out. 2018.

MASCARENHAS, Sidnei Augusto. **Metodologia científica**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2012.

MEIRELLES F., C. H. **Substituição do Óleo Diesel por Combustível Alternativo na Geração de Energia Elétrica**, dissertação de Mestrado, PUC Rio 2007.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. Ciência, técnica e arte: o desafio da pesquisa social. In: MINAYO, Maria Cecília de Souza (Org.). **Pesquisa Social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2002.

MIRAGLIA, S. G. E. K.; SALDIVA, P. H. N.; BÖHM, G. M. An Evaluation of Air Pollution Health Impacts and Costs in São Paulo, Brazil. **Environmental Management**, New York, v. 35, p. 667-676, 2005.

MOTTA, Claudio J. A.; JR., Nilton Rosenbach; PINTO, Bianca Peres. **Coleção Química no Cotidiano Volume 2: Química e Energia: Transformando Moléculas em Desenvolvimento**. 2010. ed. São Paulo: Claudia Moraes de Rezende, 2010. 104 p. v. 2. Disponível em: <http://edit.s bq.org.br/anexos/quimica_energia.pdf>. Acesso em: 09 jan. 2019.

NETO, Urias Martiniano G. **Aneel regulamenta atividade de recarga dos veículos elétricos**. 2018. Disponível em: <<https://www.conjur.com.br/2018-jul-14/urias-martiniano-aneelregulamenta-recarga-veiculos-eletricos>>. Acesso em: 10 nov. 2017.

NOVO. **Modelo de venda de energia elétrica é tema de congresso de mobilidade**. 2018. Disponível em: <<https://www.infomoney.com.br/negocios/noticias-corporativas/noticia/7570164/novo-modelo-de-venda-de-energia-eletrica-e-tema-de-congresso-de-mobilidade>>. Acesso em: 10 nov. 2018.

POGGETO, Priscilla Dal. G1 andou no Palio Weekend Elétrico: bateria tem autonomia para 120km, segundo a Fiat. In: **Portal G1 Notícias**. 2009. Disponível em: <<http://g1.globo.com/Noticias/Carros/0,,MUL1217898-9658,00-G%2BANDOU%2BNO%2BPALIO%2BWEEKEND%2BELETRICO.html>>. Acesso em: 27 set. 2018.

PORTAL ENERGIA. **Vantagens e desvantagens do carro elétrico VS gasolina**. 2015. Disponível em: <<https://www.portal-energia.com/vantagens-e-desvantagens-do-carro-electrico-vs-gasolina/>>. Acesso em: 27 set. 2018.

QUEIROZ, J. F. **Introdução do veículo híbrido no Brasil: Evolução tecnológica aliada à qualidade de vida**. Dissertação de Mestrado da Universidade de São Paulo, 2006.

REIS, Alessandro. **Brasil pode fabricar baterias de carros elétricos? Veja os obstáculos**. 1. 2018. Disponível em: <<https://carros.uol.com.br/noticias/redacao/2018/06/04/brasil-pode-fabricar-baterias-de-carros-eletricos-veja-os-obstaculos.htm>>. Acesso em: 12 out. 2018.

SHANKLEMAN, Jessica. Mercado de carro elétrico vai de zero a 2 milhões em cinco anos: Apesar do rápido crescimento, os veículos elétricos ainda representam apenas 0,2% do total de veículos leves. **Revista Exame**, 2017. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/negocios/mercado-de-carro-eletrico-vai-de-zero-a-2-milhoes-em-cinco-anos/>>. Acesso em: 29 set. 2018.

SILVA, C., 2017. Carros verdes serão 11,2% da frota global em seis anos. **O Estado de São Paulo**. Disponível em: <<http://economia.estadao.com.br/blogs/cleide-silva/carros-verdes-serao-112-da-frota-global-em-seis-anos/>>. Acesso em: 29 set. 2018.

SOUZA, Gustavo. HomeOtherCarro elétrico Brasil 2019! – **Guia definitivo e modelos disponíveis por aqui!** 1. 2017. Disponível em: <<https://carroeletrico.com.br/blog/carro-eletrico/>>. Acesso em: 12 out. 2018.

SOUZA, Luis Antonio Semeghini de; QUEIROZ, Julio Antonio Nunes; MALHEIRO, José Guilherme. **ANEEL aprova regulamentação para recarga de veículos elétricos**. 2018. Disponível em: <<https://souzamello.com/site/aneel-aprova-regulamentacao-para-recarga-de-veiculos-eletricos/>>. Acesso em: 10 nov. 2017.

STRUBEN, J.; Sterman, J. D. **Transition challenges for alternative fuel vehicle and transportation systems**. 2006. Disponível em: <<http://www.systemdynamics.org/conferences/2006/proceed/papers/STRUB391.pdf>>. Acesso em: 26 set. 2018.

TAVARES, Diogo Filipe Moreira. **Soluções técnicas para sistemas de carga de veículos elétricos**. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2009.

VIDEIRA S., C. **Motores de combustão interna**. Escola técnica de Videira, Universidade do Oeste de Santa Catarina 1997.

_____. Iveco apresenta o primeiro caminhão elétrico da América Latina. In: **Portal G1 Notícias**. 2009. Disponível em: <<http://g1.globo.com/Noticias/Carros/0,,MUL1283239-9658,00-IVECO%2BAPRESENTA%2BO%2BPRIMEIRO%2BCAMINHAO%2BELETRICO%2BDA%2BAMERICA%2BLATINA.html>>. Acesso em: 27 set. 2018.

_____. **Lei nº 5.594**, de 24 de dezembro de 1992. Disponível em: <<https://www legisweb.com.br/legislacao/?id=129405>>. Acesso em: 02 out. 2018.