

ARTIGO ORIGINAL

BATISTA, Danilo da Silva ^[1], MORAES, Vinícius César Lourenço ^[2], FAESARELLA, Annete Silva ^[3], SABLÓN, Vicente Idalberto Becerra ^[4]

BATISTA, Danilo da Silva. Et al. Veículos elétricos e híbridos: Estudo da eficiência energética-
perspectiva no cenário nacional. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento.
Ano 05, Ed. 10, Vol. 10, pp. 91-120. Outubro de 2020. ISSN: 2448-0959, Link de
acesso: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-eletrica/veiculos-eletricos>

Contents

- RESUMO
- INTRODUÇÃO
- REFERENCIAL TEÓRICO
- HISTÓRIA DOS VEÍCULOS ELÉTRICOS (VE) E VEÍCULOS ELÉTRICOS HÍBRIDOS (VEH)
- CONCEITO E DEFINIÇÃO
- VEÍCULO ELÉTRICO A BATERIA (VEB)
- VEÍCULO ELÉTRICO HÍBRIDO (VEH)
- COMPONENTES
- CENÁRIO NACIONAL
- INTRODUÇÃO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS E HÍBRIDOS NO BRASIL
- PERSPECTIVAS PARA O MERCADO AUTOMOBILÍSTICO BRASILEIRO
- MERCADO AUTOMOBILÍSTICO BRASILEIRO: ASPECTOS IMPORTANTES
- ESTUDO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA
- MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA
- CORRELAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA PARA OS VEÍCULOS ELÉTRICOS
- METODOLOGIA
- RESULTADOS E DISCUSSÃO
- CONCLUSÃO
- REFERÊNCIAS

RESUMO

O presente artigo tem como principal objetivo descrever as perspectivas do cenário automobilístico nacional de veículos elétricos e híbridos e comparar a eficiência energética desses modelos com os convencionais. A partir da observação do aumento da participação desses modelos de veículos no mercado automobilístico, juntamente com a necessidade de melhor aproveitar os recursos energéticos, verificou-se a necessidade da elaboração deste trabalho de pesquisa. O artigo foi elaborado com o intuito de buscar um melhor entendimento do leitor sobre o assunto, para isso foi feita uma revisão dos modelos de veículos elétricos e híbridos explicando sua estrutura e funcionamento, em seguida foi realizada uma comparação de preços entre os cinco principais modelos de veículos elétricos e híbridos comercializados no Brasil com o mercado norte-americano, e posteriormente foram evidenciados alguns aspectos importantes entre esses modelos de veículos com os modelos convencionais de mesma categoria, tais como: a comparação da autonomia em ciclo urbano/estrada; a relação das taxas de emissões de Dióxido de Carbono (CO²); além de mostrar o consumo energético dos respectivos exemplares. E por fim, foi abordado uma pesquisa a respeito das principais matrizes energéticas existentes no Brasil comparando-as com as matrizes energéticas mundiais. Com o presente trabalho, espera-se que haja uma melhor compreensão dos veículos em questão, podendo assim contribuir para a sua consolidação no mercado automobilístico brasileiro. Pode-se considerar que os veículos elétricos e híbridos são uma alternativa importante para o futuro dos meios de transporte, uma vez que eles melhor atendem aos requisitos ambientais e assim contribuem para uma melhor qualidade de vida.

Palavras-chave: Veículo elétrico, veículo elétrico híbrido, eficiência energética, mercado automobilístico, cenário nacional.

INTRODUÇÃO

A ascensão no desenvolvimento dos veículos elétricos e híbridos está diretamente associada à preocupação e o apelo da sociedade com as questões ambientais, uma vez que o setor de transporte correspondeu em cerca de 47 % nas emissões de gases responsáveis por provocar o efeito estufa no ano de 2012 pela produção e o uso de energia no Brasil

(EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2013).

Outro fator determinante para o crescimento da comercialização desses novos modelos de veículos no mercado global é a preocupação dos países com a escassez das reservas de combustíveis fósseis, como o petróleo, e a necessidade de implantação de uma economia sustentável, fundamentada na utilização de fontes de energia renováveis. Essas questões fomentam mais a ideia, por parte do governo desses países, de incentivar a população do uso de veículos elétricos e híbridos, pois segundo dados do relatório da British Petroleum de 2010, o Brasil respondeu por cerca de 2,7% do consumo global de petróleo no ano de 2009, seguido por Coréia do Sul, representando a mesma taxa que o Brasil, na primeira posição aparecem os Estados Unidos, com cerca de 21,7% do total do consumo global de petróleo (BRITISH PETROLEUM, 2010).

O mercado de veículos elétricos e híbridos no Brasil, na última década, tem aumentado significativamente e atualmente apresenta uma grande variância de modelos e montadoras, alavancados pelos modelos Toyota Prius e Ford Fusion, lançado em Janeiro de 2013 e Agosto do mesmo ano, respectivamente. Segundo os fabricantes FIPE e PBE, o setor automobilístico brasileiro disponibilizou cerca de oito principais modelos de veículos elétricos e híbridos no ano de 2014, sendo que o Ford Fusion apresentou no mesmo ano uma venda de aproximadamente 706 exemplares comercializados, o que significou cerca de dez vezes mais vendas de veículos se comparado ao número de vendas do primeiro modelo lançado no mercado automobilístico brasileiro no mesmo período (ANFAVEA; FENABRAVE e REDAÇÃO AB, 2014).

A difusão de veículos elétricos e híbridos ainda está muito longe do ideal no Brasil, pois o governo vem, de forma tímida, incentivando os consumidores com a isenção de imposto sobre a compra desses modelos, e alguns entraves nos âmbitos institucionais e políticas, dificultam a predominância de vez dos mesmos no mercado automobilístico nacional. Para tanto, os avanços tecnológicos convergem para uma perspectiva positiva, pois segundo dados do relatório da FGV Energia de Agosto de 2016, mostram que a eficiência energética de um veículo elétrico é cerca de no mínimo duas vezes mais do que a de um veículo a combustão, evidenciando a sua importância na comercialização em longo prazo (DELGADO, 2017).

REFERÊNCIAL TEÓRICO

HISTÓRIA DOS VEÍCULOS ELÉTRICOS (VE) E VEÍCULOS ELÉTRICOS HÍBRIDOS (VEH)

Durante o período da Segunda Revolução Industrial (século XIX), ocorreram transformações em diversas áreas de tecnologia e desenvolvimento, como por exemplo: o surgimento do primeiro veículo a possuir um motor elétrico em 1837, desenvolvido pelo escocês Robert Davidson, e também a descoberta do primeiro modelo de veículo movido à combustão interna, apresentado no ano de 1885 por Benz (BOTTURA, 1989).

A primeira grande ascensão dos veículos elétricos na sociedade iniciou-se por volta da década de 1880, após o desenvolvimento do primeiro modelo de veículo elétrico, por volta do ano de 1881, por Frenchman Gustave. Esse modelo, caracterizado por ser um triciclo movido por um motor elétrico de corrente contínua (CC) com potência de 0,1HP era alimentado por baterias de chumbo-ácido e tinha uma autonomia de dezesseis quilômetros e velocidade máxima de 15 km/h (WAKEFIELD, 1994).

Porém, a baixa eficiência energética aliada à autonomia ineficiente dos primeiros modelos fez com que os mesmos perdessem espaço na indústria automobilística da época, e o sucesso no desenvolvimento dos veículos a combustão interna (MCI) já eram dados como promissoras para o mercado automobilístico no início do século XX. No mesmo período, novas fontes de energia alternativa, como o petróleo, estavam em uma grande crescente, e outros quesitos importantes, como a invenção da ignição elétrica, eliminaria de vez a manivela, facilitando na dirigibilidade dos MCIs. Uma alternativa para a saída dessa queda de popularização dos veículos movidos à eletricidade foi repensar em uma criação de uma nova configuração de veículos: os veículos elétricos híbridos (WAKEFIELD, 1994).

Anos mais tarde, por volta de 1899 a 1901, fora desenvolvido o primeiro modelo de veículo com configuração híbrida, pela empresa Jacob Lohner & Co Porsche, liderado por Ferdinand Porsche, esse veículo seria um marco para o início da produção dos veículos movidos a combustão interna junto aos veículos com motorização elétrica, pois esses novos modelos resultariam em uma maior potência e flexibilidade se comparados apenas aos veículos com motores movidos à eletricidade (HYBRID VEHICLE HISTORY, 2005).

Entretanto, a ascensão dos MCIs, freou a produção dos veículos elétricos híbridos na época, pois a estrutura precária das cidades não supririam as necessidades da sociedade, e a crescente descoberta de novos poços de petróleo no EUA foi crucial por manter os veículos elétricos híbridos em grande queda de produção e comercialização por durante décadas, fazendo com que as montadoras retomassem o interesse em desenvolver somente no final do século XX. Outro importante motivo para a retomada no desenvolvimento desses modelos pelas montadoras foi o forte apelo da sociedade pelas questões ambientais, essas por sua vez, estavam cada vez mais em pauta no final do século XX, e os veículos convencionais representavam como um dos principais vilões nas emissões de gases poluentes atmosféricos (COWAN e HULTÉN, 1996).

Todavia, a partir do século seguinte, as necessidades da melhoria nas questões ambientais aliadas ao melhor aproveitamento das fontes de energia renováveis e as estratégias de *marketing* das próprias montadoras, fora vista como prioridade para a substituição da frota de veículos em diversos países europeus e Estados Unidos, e alguns governos criaram programas de políticas de estímulo à compra de veículos elétricos para sua população, e estipularam prazos para a substituição da frota de veículos elétricos por parte de suas indústrias automobilísticas como uma grande necessidade de amenizar os problemas causados pelos veículos convencionais em detrimento aos danos causados ao meio ambiente (IEA, 2013).

CONCEITO E DEFINIÇÃO

Definem-se os veículos elétricos como veículos automotores que utilizam pelo menos um motor elétrico para a sua propulsão, diferenciam-se dos veículos convencionais por utilizarem um sistema de propulsão elétrica e não um sistema com motor a combustão interna (MCI). São caracterizados pela alta eficiência energética e baixo nível de emissão de poluentes, portanto, o motor elétrico utiliza a energia química armazenada em baterias recarregáveis, e posteriormente converte a mesma energia armazenada para energia elétrica, e o motor elétrico por sua vez, o transforma em energia mecânica, possibilitando a locomoção do veículo (INEE, 2007).

Do latim “Hybrida” (Híbrido), o termo refere-se a qualquer natureza proveniente de duas

fontes diferentes, desse modo, os VHS são veículos que possuem pelo menos duas fontes de energia para a sua propulsão, em sua grande parte utilizam o motor elétrico como fonte alternativa de energia para suprir o motor a combustão. O conjunto entre o motor elétrico e a combustão interna, melhora a potência, a economia de combustível, e a eficiência energética do sistema do veículo, são menos poluidores se comparados aos veículos convencionais (QUEIROZ, 2005).

VEÍCULO ELÉTRICO A BATERIA (VEB)

Também conhecidos como puramente elétrico e por fazer parte do grupo denominado “emissões zero”, por conta de quase não emitir poluentes atmosféricos em sua utilização, essa classificação usa um conjunto de baterias recarregáveis a partir da rede elétrica ou outra fonte externa de energia, que fornece a energia elétrica necessária ao motor para a locomoção do veículo, podendo ser do tipo veículos *plug-in* (VEP) ou não. Hoje, esses veículos são produzidos em diversos países em vários nichos de mercado por indústrias tradicionais e novas, como por exemplo: Renault e Tesla, respectivamente.

VEÍCULO ELÉTRICO HÍBRIDO (VEH)

O VEH é assim definido por combinar duas fontes de energias distintas para mover o sistema de propulsão: uma fonte de combustível consumível para alimentar um motor de combustão interna e um sistema recarregável de armazenamento de energia sendo utilizado por baterias ou ultracapacitores, denominado RESS. Para suprir o motor elétrico, é necessário que esse último seja recarregado pelo sistema de propulsão híbrida, enquanto o mesmo estiver em movimento ou por uma fonte de energia externa (RASKIN e SHAH, 2006).

A seguir são exemplificados os três principais tipos de sistemas de veículos elétricos híbridos no mercado automobilístico:

Sistema Híbrido em Série: A configuração em série é definida quando o veículo utiliza o motor à combustão interna para movimentar um gerador de energia e recarregar o sistema de armazenamento de energia, que será consumido, alimentando o motor elétrico. Ex: BMW i3.

Sistema Híbrido em Paralelo: A configuração em paralelo o motor a combustão interna e o motor elétrico são conectados à transmissão do veículo, ou seja, as duas fontes de energia proporcionam tração ao veículo. Ex: Honda Civic Híbrido.

Sistema Híbrido em Misto ou Conjugado: A configuração mista ocorre quando há combinação do sistema híbrido série e paralelo, assim o veículo pode trabalhar com o motor a combustão interna e com o motor elétrico simultânea ou separadamente, independente se o veículo esteja trabalhando em funcionamento híbrido ou elétrico, tem a possibilidade de recarregar as baterias, sendo através do motor à combustão ou através do sistema de frenagem regenerativa. Ex: Toyota Prius.

Outro fator importante está diretamente relacionado à caracterização de cada grau de hibridização de veículos híbridos, para isto, estão dispostas em quatro principais grupos, correlacionando para cada grupo a sua função e tecnologia pertencente: “Micro-Hybrid” (Micro Híbrido); “Mild-Hybrid” (Híbrido Médio); “Full Hybrid” (Híbrido Completo); “Plug-in Hybrid” (Híbrido conectado na tomada).

A tabela 1 descreve as principais características tecnológicas que os diferem para cada grau de hibridização:

Tabela 1 – Grau de Hibridização e Funções/Tecnologias.

Funções/Tecnologia	Micro Híbrido	Híbrido Médio	Híbrido Completo	Híbrido Plug-in
Start and Stop e Acessórios Elétricos	Sim	Sim	Sim	Sim
Frenagem Regenerativa	Limitado	Completo	Completo	Completo
Assistência no Arranque/Subida	Não	Sim	Sim	Sim
Junção de Potência Motor Elétrico e a Combustão Interna	Não	Limitado	Completo	Completo
Condução em Modo Motor Elétrico	Não	Não	Sim	Sim
Carregamento das Baterias em Rede Elétrica	Não	Não	Não	Sim
Exemplos de Modelos	BMW 320i	Honda Civic Híbrido	Toyota Prius	Gm Volt

Fonte: Adaptado CARVALHO (2014).

COMPONENTES

Os veículos elétricos e híbridos são compostos por diversos componentes, aos quais se destacam: inversor de corrente, conversor CC-CC, banco de baterias, e principalmente o motor elétrico. Será explicado brevemente o funcionamento de cada componente citado acima.

Inversor de Corrente: Os inversores de corrente são utilizados para controlar a alimentação dos veículos com motores de corrente alternadas, e responsáveis por controlar o fluxo de energia eminente do banco de baterias do veículo. Em outros casos, pode controlar o fluxo inverso da corrente da frenagem regenerativa, sistema de armazenamento de energia durante a frenagem do veículo quando o mesmo em movimento (FERNANDES, 2015).

Conversor CC-CC: Os conversores CC-CC são unidades de controle eletrônico que converte a tensão de entrada em uma tensão de saída superior ou inferior do valor de entrada. Normalmente, apresentam um controle de fluxo de energia bidirecional, assim a energia armazenada pode fluir do banco de baterias para o inversor de corrente ou através dos motores elétricos, com o sistema de frenagem regenerativa, para o banco de baterias do veículo (MAYER; PÉRES E OLIVEIRA, 2015).

Banco de Baterias: É um conjunto formado por várias células de bateria, as quais são compostas pelos eletrólitos, onde estão os polos negativos (ânodo) e os polos positivos (catodo), e que podem ser dispostos formando um arranjo prismático ou cilíndrico. Na maioria dos veículos comercializados, possuem a bateria de íons de Lítio, pois uma das razões de utilizar esse tipo de bateria é uma maior estabilidade de tensão com a variação de carga, tendo uma baixa redução no valor nominal da tensão nos períodos de solicitação de maior carga (LENZ, 2012).

Motor Elétrico: Os motores elétricos são basicamente compostos por um rotor e por um estator aos quais trabalham em conjunto. Nos veículos elétricos e híbridos, os motores são normalmente de corrente contínua, síncronos e com ímãs permanentes. Os mesmos são utilizados pelo fato de serem comumente alimentados por um bancos de baterias que fornecem energia em corrente contínua e são recarregadas através de tomadas em corrente alternada proveniente da rede elétrica e posteriormente convertida por um inversor de

corrente em CC (IMBASCIATI, 2012).

Na tabela 2 são exemplificados os principais tipos de motores utilizados em veículos elétricos e suas principais vantagens e desvantagens:

Tabela 2 - Tipos de motores e comparações nas vantagens e desvantagens.

Tipos de Motores	Vantagens	Desvantagens	Exemplo de Veículo
Motor DC	- Baixo custo; - Fácil controle;	- Baixa eficiência; - Alto peso; - Baixa confiabilidade;	Honda Insight
Motor de Imã Permanente	- Alta eficiência; - Boa confiabilidade; - Fácil controle;	- Alto custo; - Alto peso;	Toyota Prius
Motor de Indução	- Simples construção; - Baixa manutenção; - Baixo custo;	- Alto custo do controle;	Tesla Model 3 (apenas dianteiro)
Motor de Relutância Variável	- Baixo peso; - Fácil refrigeração; - Alta confiabilidade;	- Alto custo;	N.A.

Fonte: Adaptado MAGALHÃES (2014).

CENÁRIO NACIONAL

INTRODUÇÃO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS E HÍBRIDOS NO BRASIL

Em meados da década de 50, surgia à indústria automobilística no Brasil, considerada o período de industrialização do país, foi impulsionada pela instalação das primeiras unidades das montadoras americanas Ford e General Motors (GM). Porém, naquela época as montadoras limitavam-se apenas a produzir os automóveis a partir de conjuntos de peças importadas, criando certo obstáculo para o crescimento do setor em âmbito nacional (ANFAVEA, 2011).

Contudo, a partir do final da década de 70 e início da década de 80, uma alternativa do mercado brasileiro para iniciar a produção em larga escala de veículos elétricos e híbridos, foi à parceria entre as empresas Gurgel S.A. e Furnas Centrais Elétricas S.A. ao qual desenvolveram dois modelos de veículos elétricos: o Itaipu Elétrico e o Itaipu 400. Porém, com o elevado custo, baixa autonomia aliado a nacionalização e substituição do petróleo pelo programa governamental, como o Pró-álcool, os mesmos acabaram não ganhando destaque importante no mercado nacional e seu desenvolvimento cessou sendo retomado apenas nos anos 2000. (BORBA, 2012).

Por volta do ano de 2004, novamente a empresa Itaipu Binacional assinou com a empresa suíça Kraftwerk Oberhasli, um acordo para o projeto de construção de automóveis elétricos, esse acordo contou também com o apoio da montadora italiana Fiat, em parcerias paralelas com outras empresas do Brasil, Paraguai e Suíça. Hoje a Hidrelétrica Itaipu dispõe de dois protótipos de carros elétricos: o modelo Palio Weekend e o caminhão leve Iveco Daily Elétrico (ITAIPU BINACIONAL, 2015).

Entre os anos de 2010 e 2016, alguns modelos chegaram ao mercado nacional, incluindo os mais populares: Ford Fusion Hybrid e a Toyota Prius, respectivamente em Novembro de 2010 e Outubro de 2011. Nesse mesmo período, cerca de quatro mil exemplares de veículos elétricos e híbridos foram licenciados frente a 1,68 milhões de veículos convencionais vendidos em todo território, dando a importância da baixa participação desses modelos na venda dentro do cenário nacional. Outro fator determinante a essa pequena expressão, diz respeito ao alto custo de fabricação, devido a esses modelos não serem produzidos no Brasil, fazendo com que a importação eleve o custo final ao consumidor (FAPESP, 2017).

O mercado dessa nova tecnologia de veículos cresce lentamente no país, entretanto, no ano de 2017 foram vendidos cerca de três vezes mais veículos se comparado ao mesmo período de 2016, de acordo com dados divulgados pela (ANFAVEA, 2017). Com o objetivo de impulsionar a comercialização desses modelos no país, o governo criou incentivos fiscais, como: a isenção nos rodízios urbanos na cidade de São Paulo; redução da alíquota do IPVA em 50%; e isenção dos 35% do imposto de importação para o ano de 2015. Em janeiro de 2018, o governo anunciou queda na alíquota do IPI de 25% para 7% para a compra desses veículos, com esta redução, o valor do Toyota Prius, por exemplo, cairia de R\$126 mil para R\$118 mil dependendo das versões em questão (Auto Esporte, 2018).

Para os próximos anos, existe uma grande expectativa por parte do mercado automobilístico nacional para o lançamento de novos modelos. Grandes montadoras como: Chevrolet, Nissan, Volvo e Volkswagen, anunciaram o lançamento de novos modelos, visando ter de vez uma presença maior nesse novo nicho de mercado. A previsão até o ano de 2020 é o lançamento dos modelos: Chevrolet Bolt, Nissan Leaf, Volvo XC60 T8 e Volkswagen e-Golf e Golf GT-E. Com esses lançamentos, o mercado automobilístico nacional tende a popularizar esta nova estrutura de veículos na sociedade e acaba forçando o governo a adotar programas de incentivo a produção dos mesmos a um curto prazo.

PERSPECTIVAS PARA O MERCADO AUTOMOBILÍSTICO BRASILEIRO

Atualmente o Brasil conta com mais de 25 fabricantes de veículos automotores instaladas em todo o país. No ano de 2011, registrou uma importante marca na produção de automóveis, ficando entre o sétimo maior produtor de veículos em escala global segundo dados da Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA, 2011).

Os principais fatores para o crescimento no licenciamento e produção de veículos nos últimos 30 anos no Brasil, se deve principalmente as questões relacionadas ao crescimento da renda média dos brasileiros; à ascensão social de parcela da população, que possibilita a aquisição do primeiro carro para muitos indivíduos pertencentes à classe C; ao maior acesso ao crédito da população e à redução das taxas de juros entre outras questões importantes na sociedade (ANFAVEA, 2011).

No final do ano de 2016, o mercado automobilístico brasileiro respondeu por cerca de 3,617 mil exemplares de veículos elétricos e híbridos frente a 41,5 milhões de veículos que circulavam no em todo o país. Apesar da baixíssima parcela de veículos elétricos e híbridos circulando no país, ainda assim representou um número significativo para o cenário nacional, em alguns países europeus, como Noruega e Holanda, o market share dos veículos elétricos representam, 23% e 10%, respectivamente (ANFAVEA, 2017).

O governo brasileiro, com o intuito de retribuir e cooperar com as montadoras, para uma maior presença no mercado automobilístico, criou programas de política ao incentivo tecnológico, como o programa Inovar Auto, criado em 2013 pelos ministérios do

Desenvolvimento e da Fazenda. O programa que teve seu término em Dezembro de 2017, visou o incentivo da inovação tecnológica e a forte produtividade dos veículos automotores, além de priorizar à alta competitividade no setor automotivo, na economia de consumo e eficiência energética e também incentivou o crescimento de pesquisas na área da engenharia automotiva no país (INOVAR AUTO, 2017).

Contudo, a projeção de crescimento para veículos elétricos e híbridos não é dos mais positivos, pois com o fim do programa Inovar Auto, no final do ano de 2017, o balanço feito pela Associação Brasileira de Veículos Elétricos (ABVE) diz que quando o programa governamental estava em vigor, a produção e comercialização dos veículos elétricos foram deixadas de lado, devido à alta carga tributária, ao alto preço das baterias, e a falta de infraestrutura dos eletropostos no país (ABVE, 2017).

Para manter os programas de incentivos tecnológicos e o desenvolvimento de veículos elétricos e híbridos no país, o governo deu continuidade a uma nova versão do programa, denominada de Rota 2030, esse novo programa visa metas como: beneficiar o setor de etanol e o desenvolvimento de novas tecnologias para alavancar de vez a popularização dos veículos elétricos no país. Essa nova iniciativa do governo traz alguns desafios para a produção de veículos elétricos e híbridos perante as montadoras, nos quesitos de investimentos mínimos em pesquisa e desenvolvimento, produção de veículos mais econômicos, e aumento na segurança dos veículos fabricados (QUATRO RODAS, 2017).

Com o avanço do programa de incentivo do governo, Rota 2030, uma nova forma de tributação daria mais oportunidades para a comercialização e produção dos modelos. Atualmente, a forma de tributação é atribuída conforme a cilindrada de cada modelo, e com o programa em vigor, os mesmos passariam a tributar com base no nível de eficiência dos veículos e nível de emissão de poluentes, e isso beneficiaria de fato uma produção mais incisiva dos veículos elétricos e híbridos no mercado nacional (QUATRO RODAS, 2017).

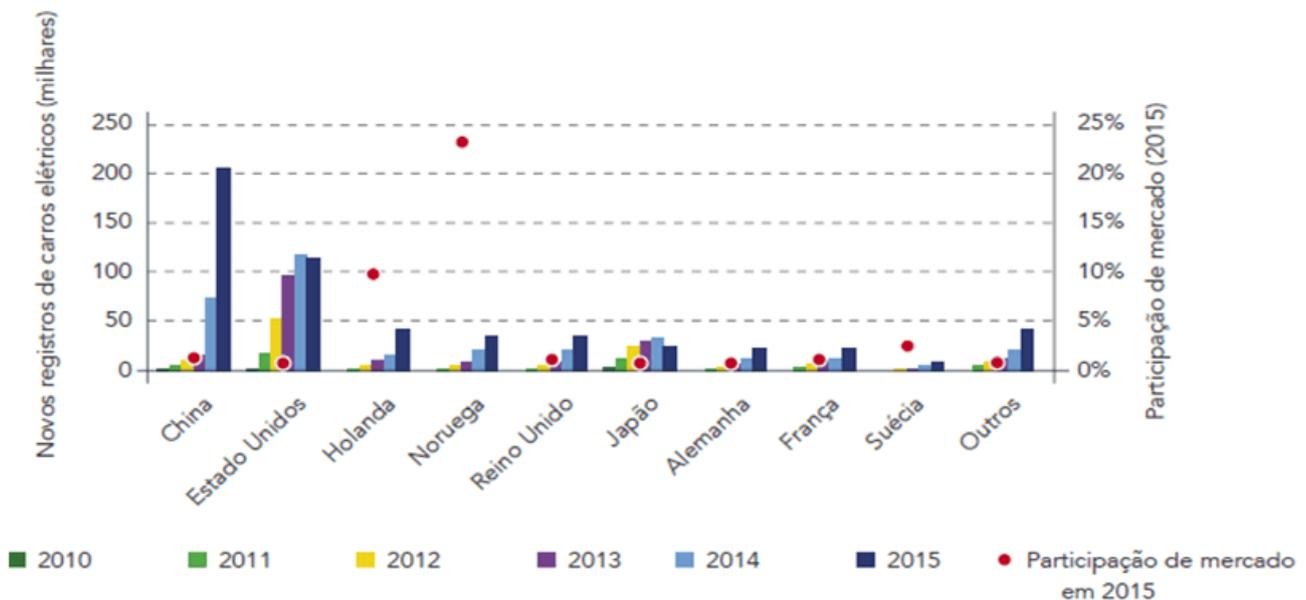
MERCADO AUTOMOBILÍSTICO BRASILEIRO: ASPECTOS IMPORTANTES

Segundo um levantamento feito pela Agência Internacional de Energia (IEA), até o ano de 2020, as metas cumulativas do desenvolvimento de veículos elétricos em alguns países

estariam próximas a 13 milhões de veículos. Importantes países europeus, como Noruega e Alemanha, propuseram metas de vender apenas veículos elétricos para 2025, e banir a produção de veículos a combustão interna até o ano de 2030, no caso da Alemanha (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2016).

Importantes países industrializados e desenvolvedores tecnológicos, como Japão, E.U.A e Reino Unido, correspondem por aproximadamente 9% de todo o estoque de veículos circulando nos respectivos países, em números isso representa cerca de 3,7 milhões de modelos na frota global (IEA, 2016). O gráfico 1 a seguir, representa os 10 maiores países em estoques de veículos elétricos e híbridos.

Gráfico 1 - Vendas de VEs e Market Share dos principais países.



Fonte: Global EV Outlook, (IEA, 2016).

No ano de 2030, o mercado mundial de veículos híbridos representará em torno de 85 % do total da frota, enquanto que para o cenário brasileiro, uma projeção feita pelo governo prevê que até o ano de 2050 a frota de veículos híbridos irá representar 52% da soma de mercado global e para os veículos elétricos corresponderá por cerca de 9%. O mercado de veículos no Brasil, atualmente é representado por cinco modelos de veículos elétricos produzidos por

grandes montadoras, e aos quais estão disponíveis ao consumidor, sendo que o preço médio de todos esses modelos gira em torno de R\$ 120.000,00 (SIAMIG, 2017).

Alguns veículos estão por vir ao Brasil nos próximos anos, e as montadoras apostam no mercado brasileiro para alavancar de vez na produção dos mesmos e acreditam que podem agradar ao mercado consumidor. A tabela 3 abaixo faz uma comparação de preço entre os mercados brasileiro e norte americano dos modelos exemplificados.

Tabela 3 - Preços de modelos de veículos elétricos/híbridos Brasil x EUA.

MODELO	MONTADORA	PREÇO SUGERIDO NO BRASIL (R\$)	PREÇO SUGERIDO NOS EUA (U\$)
Prius Hybrid 1.8 16v	Toyota	122.019,00	21.784,00
Fusion Titanium Hybrid 2.0	Ford	154.471,00	29.516,00
I3 Rex e-drive Full	BMW	250.566,00	55.950,00
XC 90 T-8 Híbrido Inscript 2.0	Volvo	429.950,00	65.063,00
CT200H 1.8 16v Hybrid	Lexus	147.346,00	27.814,00

Fonte: Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas & Keller Blue Book (FIPE & KBB, 2018).

ESTUDO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA

Na década de 70, as fontes renováveis de energia eram praticamente nulas, ou seja, não existiam fontes alternativas de energia proveniente de sistemas onde o nível de degradação ao meio ambiente era zero. Atualmente no Brasil, a maior predominância da matriz energética é predominante limpa e renovável.

Por volta dos anos 2000, a parcela de fontes primárias renováveis de energia limpa totalizavam aproximadamente 2% de todo o setorial de fontes de energia no Brasil. E esse número só vem crescendo, segundo a Empresa de Pesquisa Energética, no ano de 2030, o país responderá por cerca de 7% das fontes primárias de energia provenientes de sistemas limpos, enquanto que a energia oriunda de petróleo e derivados vai cair próximo de 16% se

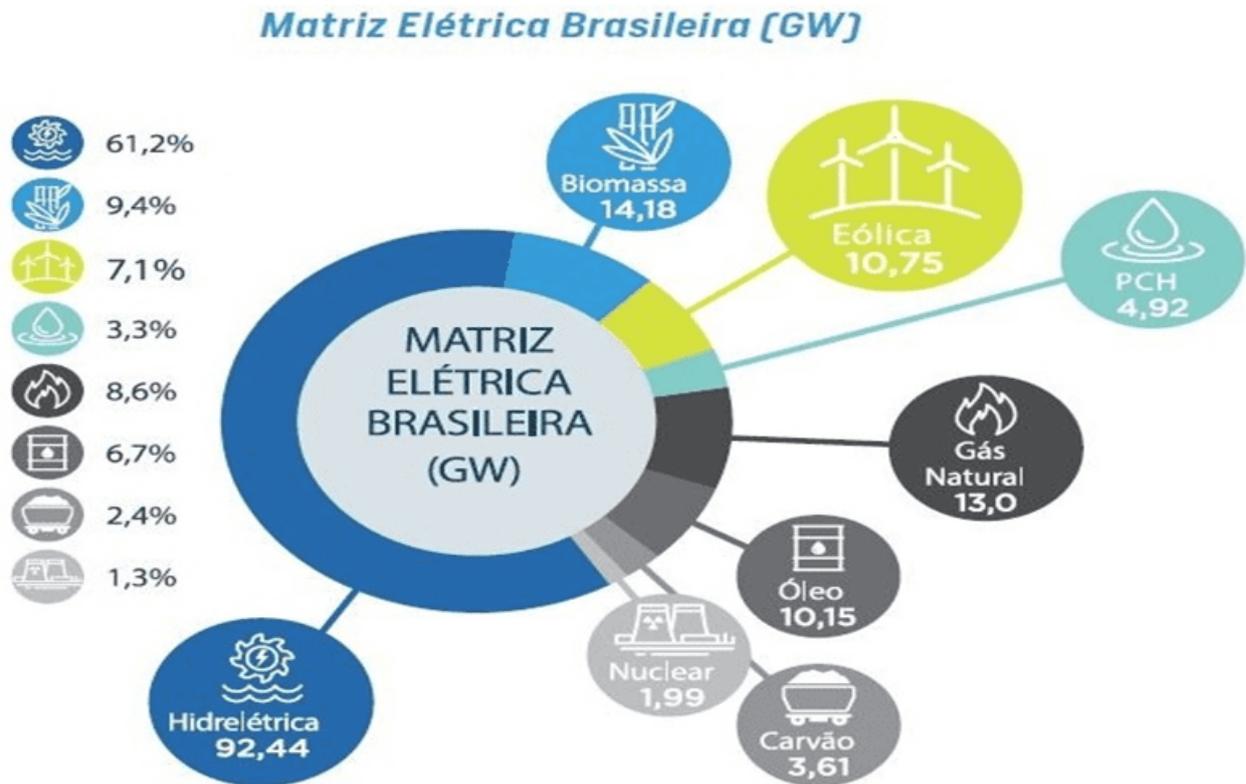
comparado no início do século (EPE, 2007).

A crescente participação de fonte renovável se deve justamente a necessidade da demanda e consumo de energia elétrica por parte da população brasileira. Nos últimos dezesseis anos, o consumo de eletricidade no Brasil cresceu cerca de 3,2% e a projeção feita pela mesma empresa, pressupõe que nos próximos 14 anos esse percentual irá aumentar em 0,4% do consumo de eletricidade em todo o território nacional (EPE, 2017).

As principais fontes de energia no Brasil atualmente estão listadas em grandeza, nessa ordem: petróleo e derivados (46%); hidráulica e eletricidade (16%); lenha e carvão vegetal (12%) e até o ano de 2030, as fontes não primárias renováveis vai corresponde aproximadamente 44,8% enquanto que as fontes não renováveis irá compor o restante (EPE, 2007).

O grande desafio do futuro de geração e consumo de energia no Brasil, está diretamente ligada à demanda na sua utilização para um futuro próximo, com o advento do crescimento, ainda que tímido, da produção e compra de veículos elétricos e híbridos no país, a capacidade para suprir todo o contingente de mercado seja abaixo do planejamento energético nacional atribuído pelo governo ou por empresas privadas. A seguir é representada na figura 1, a relação das principais matrizes energéticas brasileiras em grandezas de geração de energia elétrica em Giga watts (GW).

Figura 1 - Matriz Energética Brasileira em Giga Watts referente a 2016.



Fonte: Adaptado O Setor Elétrico (2016).

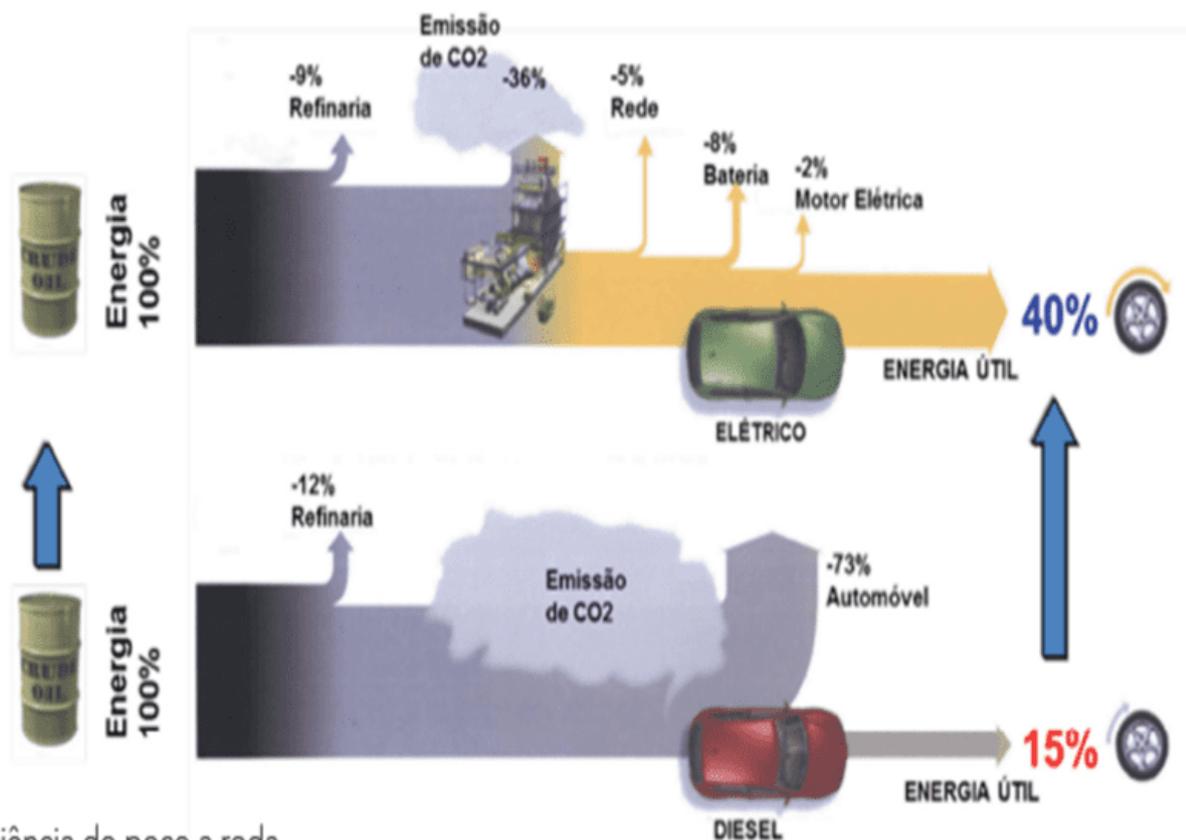
CORRELAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA PARA OS VEÍCULOS ELÉTRICOS

Atualmente, muito tem se discutido em grandes eventos ambientais no mundo, questões de extrema relevância, como por exemplo, a alta taxa de gases emitidos pelos veículos convencionais nos principais centros populacionais. Para tanto, a grande alternativa para substituir em nível de necessidade ambiental, é a incrementação maciça de veículos com taxa de emissões zero, denominados hoje como veículos ecologicamente corretos, os veículos puramente elétricos.

A economia na substituição de um veículo convencional por uma frota de veículos puramente elétricos, gira em torno de R\$ 1,75 trilhão em escala nacional, de acordo com o coordenador

brasileiro do programa veículo elétrico (VE), Celso Ribeiro Barbosa de Novais, feito ao caderno de opinião da FGV ENERGIA (2016). A essa grande economia, deve-se principalmente a substituição de várias peças e componentes dos veículos com motor a combustão, como por exemplo, a substituição de catalisadores, que hoje no mercado, seu preço está em torno de R\$ 500,00 (FGV ENERGIA, 2016). A figura 2 a seguir, denominado “eficiência do poço a roda”, termo técnico originalmente usado para se referir a toda cadeia de consumo e demanda de um veículo, representa de forma didática o gasto e a eficiência final de um motor a diesel (ciclo diferente ao OTTO) com um motor elétrico.

Figura 2 - Modelo de Eficiência do poço a roda.



Eficiência do poço a roda

Fonte: FGV ENERGIA (2016).

Analisando a figura acima, é de se observar que ao final, se for comparado à energia útil de um veículo com motor diesel por um veículo puramente elétrico é obtido uma parcela de eficiência 37, 5%, mostrando o quanto de energia é gasta durante todo o processo até o

funcionamento do veículo. Outro fator importante é o que se diz respeito à quantidade de CO_2 ao qual é emitido pelos mesmos, enquanto que na refinaria, no caso do veículo elétrico, é por volta de 36% contra 73% do valor que o com motor a diesel é provocado ao meio ambiente (FGV ENERGIA, 2016). Abaixo é mostrada na tabela 4 a relação entre um veículo elétrico/híbridos versus um veículo com motor a combustão interna de mesma categoria.

Tabela 4 - Comparação de veículos híbridos/elétricos versus veículos à combustão.

VEÍCULOS			DADOS RELATIVOS À GASOLINA			
MONTADORA	MODELO	TIPO / CATEGORIA	CONSUMO URBANO (km/l)	CONSUMO ESTRADA (km/l)	CONSUMO ENERGÉTICO (Mj/km)	EMISSÃO DE CO_2 (g/km)
FORD	FUSION HYBRID	HÍBRIDO / EXTRA GRANDE	16,8	15,1	1,31	81
FORD	FUSION 2.0 FLEX	COMBUSTÃO / EXTRA GRANDE	8,6	12,3	2,23	137
LEXUS	CT200H	HÍBRIDO / MÉDIO	15,7	14,2	1,41	87
HONDA	CITY 1.5 DX	COMBUSTÃO / MÉDIO	12,4	14,6	1,61	100
RENAULT	ZOE LT	ELÉTRICO / MÉDIO	31,9	26,9	0,65	0
RENAULT	LOGAN 1.6	COMBUSTÃO / MÉDIO	13,0	13,8	1,62	99
TOYOTA	PRIUS	HÍBRIDO / MÉDIO	18,9	17,0	1,15	71
TOYOTA	ETIOS SEDÂ	COMBUSTÃO / MÉDIO	8,5	10,3	1,63	100
VOLVO	XC90 T8 INSCRIPT	HÍBRIDO / UTILITÁRIO ESPORTIVO GRANDE	16,4	18,9	1,20	150
VOLVO	XC90 D5 INSCRIPT	HÍBRIDO / UTILITÁRIO ESPORTIVO GRANDE	10,5	11,7	2,44	180

Fonte: Adaptado CONPET (2018).

METODOLOGIA

O presente artigo foi desenvolvido sob a forma de uma pesquisa bibliográfica. A priori foi feito um levantamento de palavras-chave acerca do tema proposto e assim iniciou-se a elaboração de pesquisas de fontes bibliográficas. Como critério de seleção das fontes mais relevantes para o conteúdo, buscou-se em publicações mais recentes de artigos científicos e trabalhos acadêmicos, com um alto grau de confiabilidade diante do assunto dirigido.

Após a definição das fontes de pesquisa, as mesmas foram analisadas de forma técnica para posteriormente fazer parte do conteúdo do artigo. O corpo do artigo foi estruturado em três principais partes: história dos veículos elétricos e híbridos; comparação entre a tecnologia dos veículos convencionais com os modelos elétricos e híbridos, como por exemplo: o acréscimo do motor elétrico e do banco de baterias para a alimentação de todo o sistema elétrico para essa nova tecnologia; e por fim, a perspectiva no cenário nacional relacionando o estudo da eficiência energética, especificamente um comparativo de consumo (urbano, estrada e energético), autonomia e emissão de gás CO² de cinco modelos de veículos elétricos e híbridos homologados no Brasil com os modelos convencionais relativos à gasolina.

Para a elaboração da história, foi retratado brevemente, em contexto global, desde o surgimento do primeiro veículo desenvolvido no final do século XIX até os últimos modelos em comercialização conforme o avanço tecnológico ao longo dos anos. Para a síntese do conteúdo do artigo, mencionar a história é de grande importância para entender que o seu surgimento não é recente, e mostrar que a necessidade da reimplantação da tecnologia para os dias atuais é devido a uma série de fatores de cunho social, econômico e ambiental.

Na sequência, foi realizada uma descrição dos principais componentes que os diferenciam dos veículos convencionais, tais componentes citados no artigo foram escolhidos por estarem diretamente relacionados aos tipos de motores elétricos e aos bancos de baterias e julgados serem importante ao tema proposto, pois deixa de forma mais segura o conceito do funcionamento das tecnologias presentes nesses novos modelos de veículos.

Para a perspectiva no cenário nacional foi elaborado pesquisas dentro de três campos: a introdução dos primeiros modelos de veículos elétricos e híbridos lançados recentemente no

Brasil; o mercado automobilístico atual (Brasil versus global); e a perspectiva para o cenário automobilístico nacional em curto prazo, juntamente com um estudo abrangente da eficiência energética, dando ênfase para as principais matrizes energéticas brasileiras; o planejamento e infraestrutura para comportar a frota dessa nova tecnologia de veículos no Brasil e as diretrizes governamentais que regem esse mercado de veículos.

Todo o estudo e aprofundamento teórico do conteúdo do artigo foram embasados em fontes atuais, aos quais foram retiradas e criticamente analisadas através de artigos governamentais e científicos no âmbito acadêmico, dando a fidelidade de que todas as fontes bibliográficas pesquisadas para cada estrutura do artigo trazem de forma comparativa, e todo o conhecimento teórico aplicado para a realização do tema faz da necessidade de uma abordagem íntegra e segura.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como visto no artigo, o surgimento dos veículos elétricos ocorreu bem antes do desenvolvimento dos veículos a combustão interna, ao contrário de como grande parte da sociedade acreditava (WAKEFIELD, 1994). No Brasil, mesmo tendo sido fabricado nos anos 70, os primeiros veículos elétricos, essa tecnologia foi deixada de lado com o advento do programa Pró Álcool do Governo Federal, uma vez que, por motivos de custos e dificuldades de desenvolvimentos tecnológicos, os mesmos não tiveram uma efetiva evolução no setor automobilístico na época (IEA, 2013). Porém, anos mais tarde, devido à necessidade e o apelo para criar soluções de tecnologias mais limpas e eficientes em termos energéticos por parte das montadoras, o desenvolvimento dos veículos elétricos/híbridos foi circunstancialmente mais significante no mercado automobilístico em âmbito global e no Brasil, foi somente em 2010 que esse desenvolvimento se iniciou.

Embora no Brasil se tenha uma alta carga tributária atribuída ao custo final dos veículos e ainda, apresente um retardo no desenvolvimento dos veículos elétrico, retardo esse causado pela falta de incentivo às pesquisas de novas tecnologias (banco de baterias, motor elétrico, conversores), verificou-se que em 2017 a venda do carro elétrico foi três vezes maior que no ano anterior (ANFAVEA; FENABRAVE e REDAÇÃO AB, 2014).

Contrariando a ideia da alta carga tributária no Brasil, como visto em (FAPESP, 2017), começaram a surgir então, a partir de 2016, incentivos fiscais para a compra desse tipo de carro, como redução do IPVA, isenção de uma parcela do imposto de importação e queda do IPI. Essa interferência trouxe uma baixa nos preços dos carros elétricos, mas ainda assim, quando comparado seu valor final, com o valor dos modelos comercializados nos Estados Unidos, por exemplo, mostra-se ainda muito acima, como pode-se observar na tabela 3.

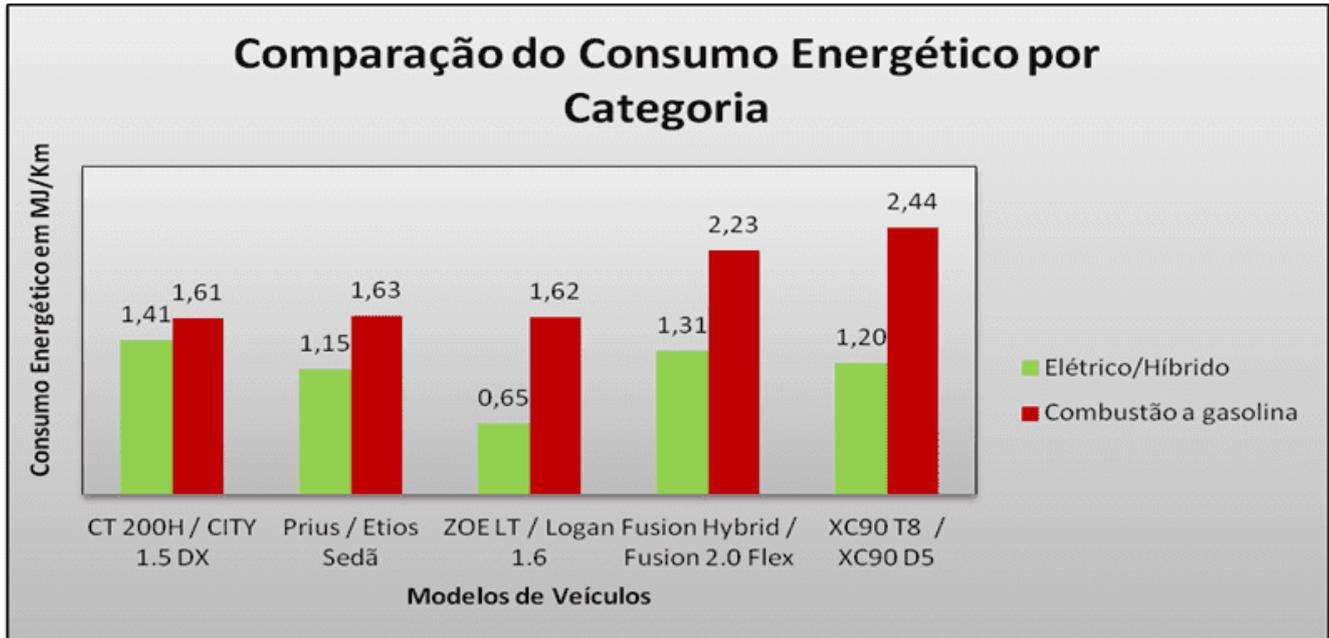
No Brasil, o carro elétrico mais acessível, segundo a tabela 3 (FIPE & KBB, 2018), é o Toyota Prius, cujo valor inicial está na faixa de R\$ 122 mil, faixa de preço essa, que se comparada com o preço de um carro a combustão, seria o preço de uma caminhonete como a Toyota Hilux ou um Honda Civic Sedan.

Traçando, então um panorama dos preços dos carros elétricos aqui no Brasil, tem-se: o preço aqui se mostra de 1,2 a 1,5 vezes maior do que nos Estados Unidos, para o mesmo modelo de carro, o que é mostrado na tabela 3, como é o caso do XC90 T-8 Híbrido Inscript 2.0 que aqui custa por volta de R\$ 430 mil frente à U\$ 65 mil comercializado no mercado norte-americano. E mesmo com esse panorama, apresentado por (FIPE & KBB, 2018), a venda desses carros no Brasil vem crescendo. Certamente isso se deve à fatos como por exemplo, a emissão de CO₂, que segundo (CONPET, 2018) na tabela 4, nos carros elétricos é zero g/km no caso do Renault Zoe LT, comparada com os à combustão que atingem a 100g/km, caso do Toyota Etios Sedan, o que dá ênfase às questões ambientais amplamente discutidas atualmente.

Um outro fato que também se contrapõe ao alto custo dos carros elétricos no Brasil, indicado por (FIPE & KBB, 2018), é o consumo energético deles. Na tabela 4, vê-se que nos veículos elétricos e híbridos, o consumo energético, é consideravelmente menor, como no caso do Renault Zoe LT, que é de 0,65 Mj/km comparado com o Toyota Etios Sedan, que é de 1,63 Mj/km.

O gráfico 3 mostra, justamente, a discrepância existente entre o consumo energético supra citado.

Gráfico 3: Comparação do Consumo Energético por Categoria



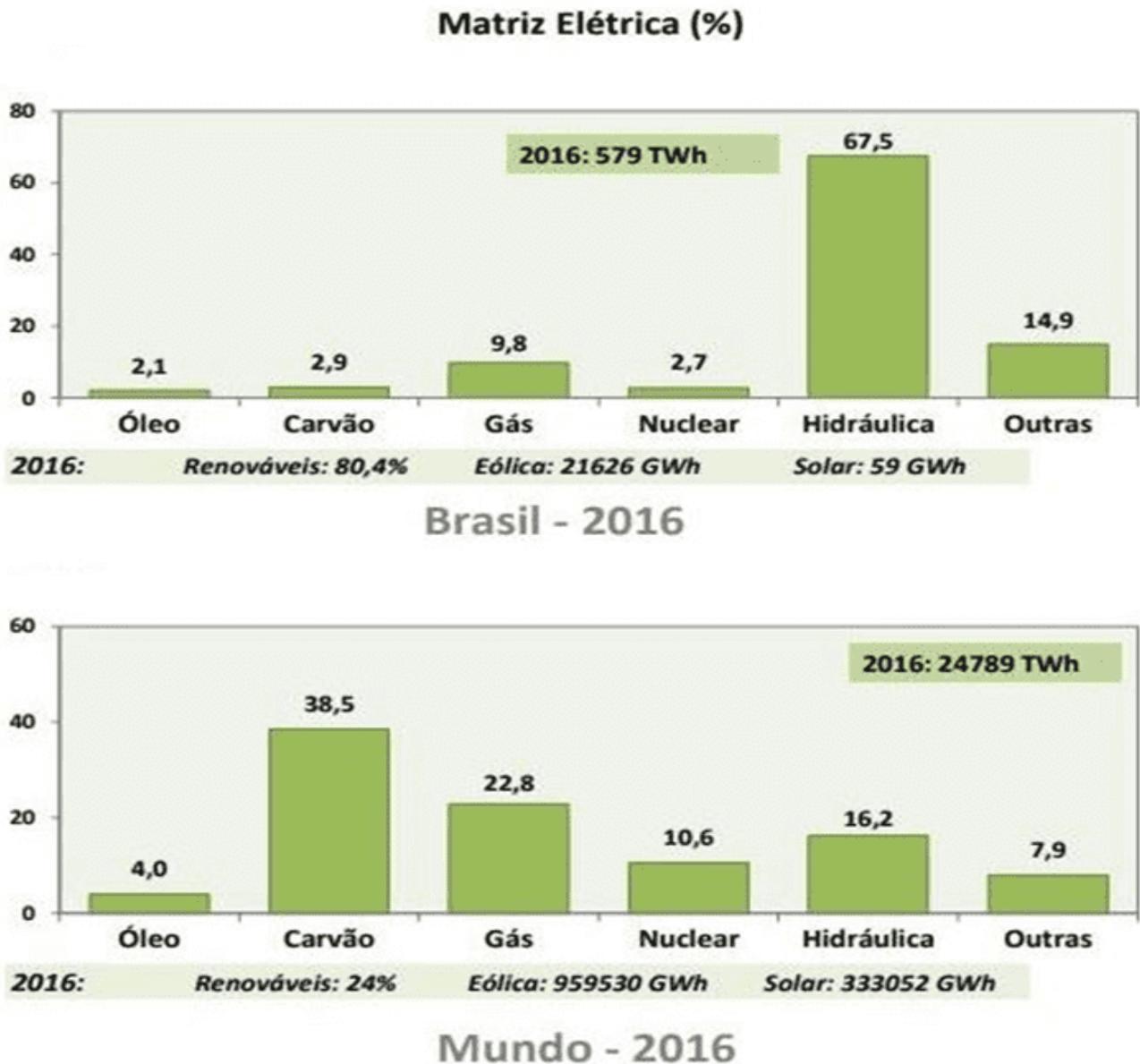
Fonte: Adaptado CONPET (2018).

É notável a importância desta comparação para que fique mais clara a discrepância para todos os modelos de veículos elétricos e híbridos em relação aos modelos a combustão a gasolina, no que diz respeito a melhor eficiência no consumo energético (MJ/Km).

Falando-se em consumo energético, é válido comentar sobre a matriz energética do Brasil, frente à matriz energética mundial. Mais uma vez, contrapondo o fato da nossa matriz energética ser de predominância hidráulica, como mostrado na figura 1 segundo (O SETOR ELÉTRICO, 2016), sendo 67,5% esse percentual, o nosso sistema elétrico não suportaria um aumento de carga, mesmo que gradual, relacionado com o carregamento das baterias dos carros elétricos, haja visto a necessidade, em época de inverno onde se tem a época das secas no Brasil, a necessidade de ser colocadas em funcionamento as usinas térmicas para suprir o consumo de energia do país. Porém, a energia solar fotovoltaica se mostra extremamente promissora para esse fim. Nos países em que a frota de veículos elétricos e híbridos já fazem parte da realidade da população, os postos de recarga são, na sua maioria, alimentados por placas de geração fotovoltaica.

O gráfico 2 faz uma comparação entre a matriz energética brasileira e a mundial, no ano de 2016, realizado pelo Ministério de Minas e Energia (MME).

Gráfico 2: Comparativo da matriz energética em escala nacional versus mundial



Fonte: Ministério de Minas e Energia (MME, 2016).

No Brasil, a geração proveniente de hidrelétricas corresponde há exatos 67,5% frente a 16,2% a nível global da capacidade de energia elétrica instalada, em números, totaliza 390,9 TWh presente em toda cadeia energética brasileira contra 4015,9 TWh mundial, cuja principal fonte é exemplificada pelo carvão, 38,5% de toda capacidade presente.

Apesar da energia gerada pelas hidrelétricas também ser considerada como uma fonte renovável de energia, como citado em (O SETOR ELÉTRICO, 2016), o impacto que a instalação de uma usina hidrelétrica pode causar numa área não é desprezível, ao contrário, muitas vezes uma grande área de mata virgem é alagada para a formação do represamento da água para que seja gerada a queda necessária.

Em contrapartida, a energia fotovoltaica para o abastecimento dos postos de recarga de carros elétricos, não causa impacto algum no ambiente, vindo na mesma direção da defesa do meio ambiente que atualmente está presente em vários segmentos da nossa sociedade.

CONCLUSÃO

A crescente preocupação e o apelo por parte da sociedade por questões pautadas no âmbito ambiental, econômico e social, trazem consigo a necessidade por melhorias em aspectos importantes dentro do panorama brasileiro. Dentre estes, destaca-se o mercado automobilístico, que é um dos principais fatores responsáveis por tais preocupações sociais citadas e que devem estar sempre aliado ao desenvolvimento sustentável.

Contudo, um novo nicho de mercado cresceu e tem se desenvolvido de forma significativa, e as novas mudanças relacionadas ao novo contexto de mercado, trouxe dentro do cenário automobilístico nacional uma necessidade de suprir as novas demandas dos veículos elétricos e híbridos com relação às tecnologias existentes e aquelas que deverão ser agregadas a esses modelos.

Para tanto, houve a importância por parte do governo, estabelecer uma relevante preocupação com as matrizes energéticas presente no território. Salientar e desenvolver novas formas de geração de energia elétrica, bem como a produção da mesma de forma limpa e renovável, é algo predeterminante para suportar em um futuro próximo a demanda na frota desses novos modelos de veículos. Tratar de forma clara e aprofundada o melhor aproveitamento das matrizes energéticas é fundamental para consolidar de maneira eficiente a energia que será utilizada para suportar toda a frota existente.

No Brasil, o veículo elétrico e híbrido pode tornar-se uma alternativa viável para todas as questões mencionadas, caso haja, uma política de governo ao incentivo de sua utilização.

Como exemplo: reduções em impostos, incentivo econômico à produção e o desenvolvimento nacional dos veículos; visto que atualmente, grandes partes dos modelos disponíveis são oriundas de importações, fazendo com que eleve o custo final dos produtos ao consumidor e tornando-os poucos atrativos economicamente.

Apesar dos preços destes tipos de veículos ainda não serem atrativos, as vendas dos veículos elétricos e híbridos no Brasil vêm crescendo gradualmente ano após ano, e novos interesses por parte empresarial (montadoras) faz pressão ao governo para que os programas de incentivos comecem a vigorar de forma maciça, o que faz da necessidade de investimento em curto prazo em infraestrutura para suportar os novos meios tecnológicos, e criar alternativas energéticas para ser implementada como forma de atribuir a substituição dos veículos convencionais a veículos elétricos e híbridos.

Em suma, a introdução e substituição de grande parte da frota de veículos a combustão em um futuro próximo em todo território nacional, vai trazer consigo grandes benefícios para as questões ambientais e sociais, haja visto que haverá a eliminação de boa parte, de forma direta, da poluição atmosférica por gases nocivos por estes emitidos, e que conseqüentemente compromete a qualidade de vida da população por estarem relacionados a diversos problemas de saúde.

REFERÊNCIAS

ABVE, Associação Brasileira de Veículos Elétricos. Relatório 2016, 2016. Disponível em: <<http://www.abve.org.br/portfolio/relatorio-2016/>> Acesso em: 27 de abr. 2018.

ANFAVEA - Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores. Anuário da indústria automobilística brasileira. São Paulo, 2011, 2014 e 2017. Disponível em:<www.anfavea.com.br/anuarios.html> Acesso em: 20 de abr. 2018.

AUTO ESPORTE, Revista. Imposto para Carros Híbridos e Elétricos pode Cair Para 7%, 2018. Disponível em: <https://revistaautoesporte.globo.com/Noticias/noticia/2018/01/imposto-para-carros-hibridos-e-eletricos-pode-cair-para-7.html> > Acesso em: 28 abr. 2018

BORBA, B. S. M. C.; Szklo, A.; Schaeffer, R., 2012. Plug-in hybrid electric vehicles as a way to maximize the integration of variable renewable energy in power systems: The case of wind generation in northeastern Brazil, *Energy* 37: 469-481.

BOTTURA, C.P.; Barreto, G. Veículos Elétricos. Campinas: Editora da UNICAMP, 1989.

BRITISH PETROLEUM. BP Statistical Review of World Energy 2010. Londres, 2010. Disponível em: < http://www.mazamascience.com/OilExport/BP_2010.xls> Acesso em: 6 de abr. 2018.

CARVALHO, Hugo Miguel Teixeira. Estudo comparativo entre automóveis híbridos, gasolina e gásóleo do ponto de vista do utilizador. Dissertação – FEUP. Porto. Portugal, 2014.

CONPET. 2018. Disponível em: <<http://pbeveicular.petrobras.com.br/TabelaConsumo.aspx>> Acesso em: 22 de Out. 2018.

COWAN, R., Hultén, S., 1996, “Escaping Lock-in: The Case of Electric Vehicle”. *Technological Forecasting and Social Change*, v. 53, pp. 61-79.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. 2007, 2013 e 2017. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br>> Acesso em: 6 de abr. 2018.

FAPESP, Revista Pesquisa. A Ascensão do Elétrico, 2017. Disponível em: < <http://revistapesquisa.fapesp.br/2017/08/15/a-ascensao-dos-eletricos>> Acesso em: 21 abr. 2018.

FENABRAVE - Federação Nacional da Distribuição de Veículos Automotores. Informativo Fenabrave, dez. 2014. Disponível em: <<http://www3.fenabrave.org.br:8082/plus/modulos/listas/index.php?tac=indice-se-numeros&idtipo=1&id=642&layout=indices-e-numeros>>. Acesso em: 6 de abr. 2018.

FERNANDES, Camila Barreto. Inversores para veículos elétricos: Aplicação do controle vetorial sem sensor para um motor de indução. Monografia (Engenharia Elétrica) – UFRJ. Rio de Janeiro, 2015.

FIPE, Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas. Tabela FIPE, 2018. Disponível em:

<<http://veiculos.fipe.org.br/#carro>> Acesso em: 08 de out. 2018.

FGV, Faculdade Getulio Vargas. Caderno Carros Elétricos, 2016. Disponível em: <<https://fgvenergia.fgv.br/publicacao/caderno-de-carros-eletricos>> Acesso em: 28 abr. 2018.

HYBRID VEHICLE HISTORY. More than a century of evolution and Refinement, 2005. Disponível em: <<http://www.hybrid-vehicle.org/hybrid-vehicle-history.html>>. Acesso em: 13 de abr. 2016.

IMBASCIATI, Henrique. Estudo descritivo dos sistemas, subsistemas e componentes de veículos elétricos híbridos. Monografia - Instituto Mauá de Tecnologia. São Caetano do Sul, 2012.

INEE, Instituto Nacional de Eficiência Energética. Sobre Veículos Elétricos, 2007. Disponível em: <http://www.inee.org.br/veh_sobre.asp?Cat=veh> Acesso em: 20 abr. 2018.

INOVAR AUTO. Conheça o INOVAR AUTO. Disponível em: <http://inovarauto.mdic.gov.br/InovarAuto/public/inovar.jspx?_adf.ctrl-state=xvr3jme0e_49> Acesso em: 28 abr. 2018.

IEA, *International Energy Agency. Annual Report*, 2013. Disponível em: <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/2013_AnnualReport.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2018.

IEA, *International Energy Agency. Annual Report*, 2016. Disponível em: <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/2016_AnnualReport.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2018.

ITAIPU BINACIONAL. Veículos Elétricos, 2015. Disponível em: <<https://www.itaipu.gov.br/tecnologia/veiculos-eletricos>>. Acesso em: 26 abr. 2018.

KBB, Keller Blue Book. Disponível em: <<https://www.kbb.com/new-cars/#survey>> Acesso em: 08 de out. 2018.

LENZ, André Luis. Bateria de Veículos Elétricos (VEs) - Nissan Leaf, 2012. Disponível em:

<<http://automoveiseletricos.blogspot.com.br/2012/07/bateria-de-veiculos-eletricos-nissan.html>>. Acesso em 27 abr 2018.

MAGALHÃES, Bruno. Hibridação de veículo automóvel. Monografia - Universidade de Porto. Porto, 2014.

MAYER, R.; PÉRES, A.; OLIVEIRA, S. V. G. Conversor cc-cc multifásico bidirecional em corrente não isolado aplicado a sistemas elétricos de tração de veículos elétricos e híbridos. v. 20, n. 3, p. 311-321. Universidade do Estado de Santa Catarina, 2015.

MME, Ministério de Minas e Energia. Energia No Mundo 2015 - 2016, 2017. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/documents>> Acesso em: 22 Out. 2018.

O Setor Elétrico. Eólica alcança 7% da matriz elétrica brasileira, 2016. Disponível em: <<https://www.osetoelettrico.com.br/eolica-alcanca-7-da-matriz-eletrica-brasileira>> Acesso em: 08 de out. 2018.

QUATRO RODAS, Revista. Programa Rota 2030 deve alterar impostos sobre automóveis, 2017. Disponível em: <<https://quatorrodas.abril.com.br/noticias/sucessor-do-inovar-auto-rota-2030-vai-focar-em-seguranca-e-sustentabilidade>> Acessado em: 27 abr. 2018.

QUEIROZ, J. F. *Introdução aos Veículos Híbridos*, 2005. 8p. Artigo - SAE Brasil, São Paulo, 2005.

RASKIN, A.; SHAH, S. The emergence of hybrid vehicles: ending oil's stranglehold on transportation and the economy. Alliance Bernstein Research on Strategy Change, 2006. Disponível em: <http://www.alliancebernstein.com/CmsObjectCareers/pdf/BlackBook_HybridVehicles_0606.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2018.

REDAÇÃO AB. Ford alcança mil unidades vendidas do Fusion Hybrid. Automotive Business, 2014. Disponível em: <<http://www.automotivebusiness.com.br/noticia/21063/ford-alcancamil-unidades-vendidas-do-fusion>>

hybrid?utm_source=akna&utm_medium=email&utm_campaign=Newsletter+Automotive+Business+-+8%2F12%2F2014>. Acesso em: 6 abr. 2018. USP, 2012. O que é célula a combustível?. Disponível em: <<http://www.usp.br/portalbiosistemas/?p=4316>> Acesso em: 28 abr. 2018.

SIAMIG, 2017. Disponível em: <<http://www.siamig.com.br/publicacoes>> Acesso em: 28 de abr. 2018.

WAKEFIELD, E. H. History of the Electric Automobile. Warrendale, PA: Society of Automotive Engineers, 1994.

^[1] Graduação em Engenharia Elétrica, Universidade São Francisco – USF.

^[2] Graduação em Engenharia Elétrica, Universidade São Francisco – USF.

^[3] Orientadora. Doutorado em Ciências e Engenharia de Materiais. Mestrado em Engenharia Elétrica. Graduação em Engenharia Elétrica. Professora da Universidade São Francisco – USF.

^[4] Doutorado em Engenharia Elétrica. Mestrado em Engenharia Elétrica. Especialização em Processamento Digital de Sinais Biomédicas. Graduação em Engenharia Radio Técnica: especialidade Sistemas. Graduação em Engenharia Eletrônica. Professor da Universidade São Francisco – USF.

Enviado: Outubro, 2019.

Aprovado: Outubro, 2020.