

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS – UNIS
BACHARELADO EM ENGENHARIA MECÂNICA
PEDRO IVO BATISTA PRADO

MOTORES HÍBRIDOS: um estudo de custos e benefícios

Varginha

2019

PEDRO IVO BATISTA PRADO

MOTORES HÍBRIDOS: um estudo de custos e benefícios

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas Unis-MG sob orientação do Prof. Esp. Thiago Luís Nogueira Silva.

Varginha

2019

PEDRO IVO BATISTA PRADO

MOTORES HÍBRIDOS: um estudo de custos e benefícios

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas, como pré-requisito para obtenção de grau de bacharel pela Banca Examinadora composta pelos membros:

Aprovado em / /

Professor (a)

Professor (a)

Professor (a)

OBS.:

Dedico este trabalho aos meus pais, Pedro e Roselene, a minha namorada Brenda, e a todos os demais que contribuíram para sua realização.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades. Agradeço a esta universidade, seu corpo docente, direção e administração que oportunizaram a janela que hoje vislumbro um horizonte superior, eivado pela acendrada confiança no mérito e ética aqui presentes.

Agradeço ao meu orientador Thiago Luís Nogueira Silva, pelo suporte no pouco tempo que lhe coube, pelas suas correções e incentivos. Agradeço aos meus pais, pelo amor, incentivo e apoio incondicional e a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

“Não confunda jamais conhecimento com sabedoria. Um o ajuda a ganhar a vida, o outro a construir uma vida.”

Sandra Carey

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – Motor híbrido	14
FIGURA 2 – O primeiro automóvel	16
FIGURA 3 – Comparação entre veículo elétrico, híbrido, e híbrido plug-in	17
FIGURA 4 – Motor elétrico (A); Unidade de controle (B); Conjunto de baterias (C)	18
FIGURA 5 – Exemplo de carro híbrido e elétrico vendido no Brasil	23
FIGURA 6 – Consumo elétrico total e veicular estimado no Cenário 1	27
FIGURA 7 – Emissão anual de CO ₂ de escapamento no cenário 1	28
FIGURA 8 – Consumo elétrico total veicular no cenário 2	29
FIGURA 09 – Consumo elétrico residencial e veicular no cenário 2	30
FIGURA 10 – Emissão anual de CO ₂ de escapamento no cenário 2	31

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Comparação de custos Toyota Corolla e Nissan Leaf	20
TABELA 2 – Veículos leves no Brasil em 2023, 2028 e 2033 (valores estimados)	21
TABELA 3 – Quantidade de veículos híbridos e elétricos estimados no Brasil	23
TABELA 4 – Estimativa do consumo energético em função do crescimento do PIB	25

RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo de custos e benefícios sobre motores híbridos. Tal abordagem se faz necessária, mediante as informações que estão circulando no mercado automobilístico e nas redes sociais, a respeito da alta economia de combustível que um motor híbrido proporciona ao veículo. A desmistificação dessas informações trará uma enorme relevância pelo fato de mostrar realmente, se o motor híbrido economiza combustível. O objetivo deste trabalho é demonstrar e discutir as vantagens e desvantagens através de análises de consumo e de custos de aquisição de veículos equipados com motores híbridos. Este propósito será alcançado através de pesquisas bibliográficas, baseadas principalmente em livros, artigos científicos, dissertações de mestrado, teses de doutorado, seguidas de um comparativo entre dois veículos, porém um com motorização 100% combustão interna e outro com motorização híbrida. A pesquisa foi realizada a partir de testes em pistas com os dois tipos de motores, nas mesmas condições de rodagem. Ao final conclui-se que o veículo híbrido implica em importantes vantagens ambientais e socioeconômicas como geração de emprego e desenvolvimento.

Palavras-chave: Motor Híbrido. Motor Combustão Interna. Funcionamento. Desempenho. Comparativo. Economia.

ABSTRACT

This paper presents a study of costs and benefits on hybrid engines. Such an approach is necessary, based on the information circulating in the automobile market, regarding the high fuel economy that a hybrid engine provides to the vehicle. The demystification of this information will be hugely relevant because it really shows whether the hybrid engine saves fuel. The aim of this paper is to demonstrate and discuss the advantages and disadvantages of purchasing vehicles equipped with hybrid engines. This purpose will be achieved through bibliographic research, consisting mainly of books, scientific articles, master's dissertations, doctoral theses, where we will also be making a comparison between vehicles of the same model, but with 100% internal combustion and hybrid motorization, where we will perform track tests on both types of engines under the same running conditions. This study is extremely important so that we can prove if it is really feasible to have a hybrid vehicle when it comes to fuel economy, also taking into account its high cost of acquisition.

Keywords: Hybrid Engine. Internal Combustion Engine. Operation. Performance. Comparative. Economy.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 MOTORES	13
2.1 Híbridos	13
2.1.1 Híbrido paralelo	14
2.1.2 Híbrido série	15
2.2 Os veículos à combustão, híbridos e elétricos	15
3 VEÍCULOS HÍBRIDOS	16
3.1 A frota de veículos elétricos e híbridos no país	18
3.2 A implantação de veículos híbridos no país	21
3.3 O cenário do país sobre motores híbridos em 2023	26
3.4 O cenário do país sobre motores híbridos em 2028	27
4 VEÍCULO HÍBRIDO X VEÍCULO CONVENCIONAL	31
4.1 Uma alternativa viável	32
4.2 Aspectos desfavoráveis	33
5 CONCLUSÃO	35
REFERÊNCIAS	37

1 INTRODUÇÃO

Com a evolução da elétrica o mercado está cada vez mais modernizado, e voltado para área automobilística ganhando motores cada vez mais tecnológicos visando facilitar cotidiano e melhorar nossa qualidade de vida.

Diante de problemas financeiros e ecológicos gerados por veículos equipados com motores combustão interna, os motores elétricos estão cada vez mais se consolidando como tendência no mercado. (AMORIM, 2012).

A questão da mobilidade humana é um fato inerente a evolução da sociedade como um todo, acompanhando a humanidade desde os primórdios de sua evolução. Tal fato se deu a partir da invenção da roda, ainda pelos sumérios (NASSOUR, 2003), onde tornou-se possível superar longas distâncias, possibilitando o tráfego entre bens e serviços melhorando as condições de vida até mesmo de populações que se encontram em locais remotos.

Entretanto, à medida que o tempo passou, outras variantes começaram a surgir provocando sobremaneira diferenciação entre os modais, tornando o transporte mais eficiente, inclusive a simples locomoção das pessoas a partir do advento do automóvel.

Em relação a invenção do automóvel, esta constitui uma forma de transporte ágil, confortável, tornando as pessoas independentes associado à expansão dos centros urbanos, de modo que este meio de transporte se tornou indispensável no cotidiano de muitas pessoas. (AMORIM, 2012).

Assim como tem acontecido nas mais diversas áreas do conhecimento humano, o automóvel também tem experimentado importantes avanços tecnológicos, não apenas em relação a sua usabilidade mas também em relação a motorização, sempre observando questões como a econômica e a necessidade de preservação ambiental, não abrindo mão da eficiência e da potência de deslocamento constituindo-se estes fatores determinantes na hora da aquisição do mesmo, tal qual o exemplo dos veículos híbridos que, gradativamente vem conquistando o mercado.

Este trabalho tem como objetivo primordial identificar os benefícios e as vantagens apresentadas pelos veículos com motores híbridos em relação a motorização à combustão. Dentre os objetivos específicos, analisar os principais diferenciais e os obstáculos que o veículo híbrido apresenta; analisar sua eficiência; falar sobre a inovação tecnológica promovida pelos veículos híbridos.

A importância do tema proposto consiste na demanda da sociedade contemporânea por práticas que sejam mais sustentáveis, vislumbrando assegurar qualidade de vida e um ambiente

preservado para as gerações futuras, e a redução significativa na queima de combustíveis fósseis trazendo economicidade e eficiência para a vida das pessoas.

2 MOTORES

Motores são máquinas térmicas, que converte a energia química da combustão em trabalho. (AMORIM, 2012).

Com o passar dos anos os motores elétricos estão ganhando cada vez mais mercado, visando economia e também não poluente.

Os motores híbridos vieram como um misto que permite o uso de 2 motores sendo um elétrico e a outra combustão interna.

2.1 Híbridos

É definido híbrido todo aquele que possui duas ou mais fontes de energias para a propulsão do veículo.

Esta ideia de motores híbridos não é tão recente, pois em 1899 Ferdinand Porsche deu início a produção do primeiro veículo elétrico com motor de ciclo Otto, porém naquela época os veículos elétricos não obtiveram sucesso, pois tinham várias dificuldades como por exemplo armazenamento de cargas em baterias, com isso não insistiram com esses motores. (AMORIM, 2012).

Com o passar dos anos a preocupação com a saúde, a necessidade da redução das emissões de dióxido de carbono, a redução de custos com relação a combustíveis fez com que investissem nos motores elétricos onde os mesmos estão entrando com força no mercado. Com a evolução tecnológica dos meios de acumulação e transformação da energia elétrica em movimento tem aumentado o interesse pela propulsão elétrica para os automóveis nos últimos anos. Vários modelos híbridos já estão disponíveis no mercado para atender ao consumidor.

Figura 1 – Motor Híbrido.



Fonte: Blognetto (2013)

Observar-se por meio da imagem acima, que a grande característica dos motores híbridos é a combinação de duas tecnologias muito distintas, sendo o motor a combustão interna o da esquerda e o motor elétrico a direita.

Um dos possíveis custos sociais da adoção de veículos elétricos é o aumento da demanda de carga sobre o sistema elétrico e as redes de transmissão, que eventualmente necessitarão de investimentos para sua readequação, em adição ao crescimento natural da necessidade por energia. Entretanto, o advento das redes inteligentes, que usam as baterias dos EVs conectados na rede para suprir picos de demanda de energia durante o dia e os carrega novamente à noite, pode significar que, quando consideradas as redes elétricas, os custos dos EVs e PHEVs podem ser, do ponto de vista social, menores que os custos que desconsideram essas externalidades. (AMORIM, 2012).

Existem dois tipos de motores híbridos, o que os diferem um do outro é o modo como funcionam, o primeiro é chamado de: híbrido paralelo, o outro é o híbrido em série (AMORIM, 2012).

2.1.1 Híbrido paralelo

Este tipo de motor permite o funcionamento de três maneiras: somente o híbrido, somente a combustão interna ou os dois ao mesmo tempo.

Possui duas fontes de alimentação conectados por meio da transmissão para as rodas. Tanto uma fonte quanto a outra pode fornecer uma parte ou toda a energia necessária para o veículo a qualquer momento particular. (AMORIM, 2012).

2.1.2 Híbrido série

Os híbridos em série são movidos apenas pelo motor elétrico. Neste sistema o motor a combustão interna não está ligado às rodas e funciona somente para mover um gerador que é responsável por produzir toda a eletricidade que vai direto para o motor elétrico ou para as baterias.

Também possuem duas fontes de energia ligados entre si em série, onde a saída da primeira fonte de energia alimenta a entrada do segundo, e existe apenas uma fonte de alimentação diretamente ligado a transmissão do veículo. (AMORIM, 2012).

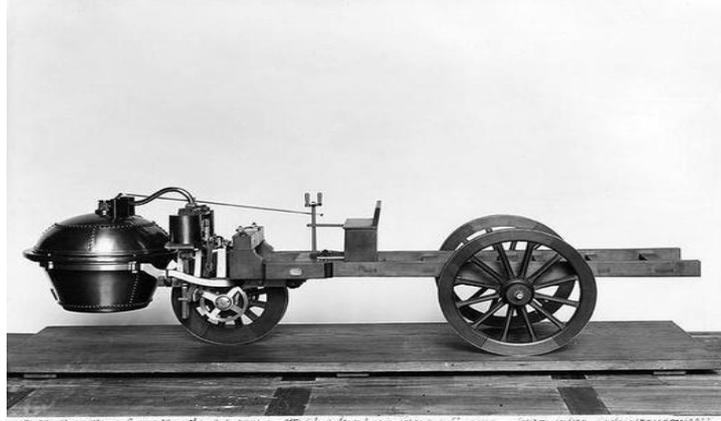
2.2 Os veículos à combustão, híbridos e elétricos

Em uma época em que o homem alimentava o sonho de voar, Isaac Newton e Leonardo da Vinci já desenvolviam estudos a respeito do automóvel, mas a maior parte dos historiadores atribuem esse mérito da invenção do automóvel a Nicos Joseph Cugnot.

Trata-se de um engenheiro mecânico francês que começou seu trabalho no século XVIII, mais precisamente no ano de 1765 e, posteriormente, decorridos quatro anos criou uma espécie de trator militar de três rodas que possuía um motor movido a vapor de combustão externa. (DUTTON, 2006).

O primeiro automóvel a contar com um motor de combustão interna (MCI), no ano de 1860, aprimorado e concebido por Étienne Lenoir. Esse inventor belga desenvolveu um projeto movido a gás de carvão, que tinha um desempenho de 11,2 quilômetros percorridos em um tempo de três horas. (AMORIM, 2012).

FIGURA 2 - O primeiro automóvel.



Fonte: Mdig (2018).

Alguns anos depois, o engenheiro alemão Nikolaus Otto inventou um motor com quatro tempos, após observação atenta da concepção inicial de Lenoir e fazendo uso de uma série de melhorias que aprimoraram a descoberta da importância entre a compressão da mistura do combustível com o oxigênio previamente a queima. Mostra-se pertinente também mencionar que no ano de 1886, o primeiro veículo a fazer uso de um MCI foi patenteado por Karl Benz, que também foi o precursor que criou a marca Mercedes Benz. Todavia, é importante dizer que na opinião de Cappeli (2012), Otto é considerado por muitos especialistas e estudiosos o “pai” do MCI.

3 VEÍCULOS HÍBRIDOS

Os veículos híbridos se apresentam em duas classificações que são veículos elétricos híbridos não plug-in (VEH) e os veículos elétricos híbridos plug-in (VEHP).

Todo híbrido apresenta por característica ao menos duas fontes de energia para que se realize a sua propulsão, consistindo na elétrica que é, minimamente, uma das fontes. Em relação ao conceito de um veículo híbrido, não plug-in (VEH) origina-se costumeiramente a partir da combinação entre um (ou mesmo mais) motor elétrico e um MCI e também um gerador.

Normalmente esses automóveis fazem uso somente do motor elétrico a medida que as condições de condução e terreno se mostrarem propícios, segundo a potência que seu motor desenvolve e, nas situações em que a potência não é suficiente, o MCI ativa-se automaticamente (RASKIN; SHAH, 2006).

A ilustração abaixo demonstra as principais diferenças existentes entre um veículo elétrico e híbrido.

FIGURA 3 – Comparação entre veículo elétrico, híbrido e híbrido plug-in.



Fonte: Ford (2017).

Na opinião de Balsa (2013), os VEHP fazem uso também de um MCI, um motor elétrico e também uma bateria, sendo que a principal distinção desta é com relação a uma capacidade mais elevada de armazenamento de energia quando comparado a um VEH, contando com a possibilidade de recarregamento a partir da conexão direta na rede de energia elétrica.

A capacidade de armazenamento energético apresentado pela bateria de um VEHP é suficiente para garantir uma autonomia em deslocamentos de média/longas distâncias sem a necessidade de assistência por parte do MCI, sendo que o papel dele se resume a gerar energia elétrica para o motor elétrico no momento em que a bateria se descarrega, sendo mais um motor ou gerador auxiliar para esta.

Encontra-se no mercado atual três modalidades de sistemas híbridos, a saber:

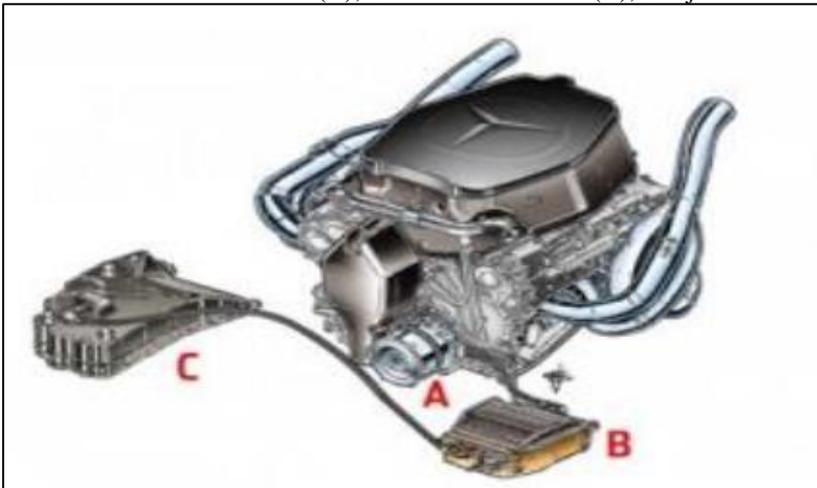
- a) Sistemas em série, quando o MCI realiza o acionamento de um gerador que tem a função de alimentar o motor elétrico;
- b) Sistemas em paralelo, quando ambos os motores, tanto o elétrico quanto o MCI produzem tração, apesar de que apenas um deles realiza a tarefa principal de promover a locomoção do veículo, ao passo que o outro assegura o provimento energético auxiliar, se a potência for insuficiente.
- c) Sistemas mistos, enseja a possibilidade dos motores trabalharem de forma autônoma isolada ou simultaneamente, a partir do momento que trabalharem conjuntamente,

um dos motores será responsável pelo fornecimento de energia cinética e o outro responde pela geração de energia elétrica.

Cumpre destacar que em todos os sistemas mencionados o MCI se desliga, no momento que o veículo permanece parado por tempo prolongado, as baterias se recarregam através de um sistema de frenagem regenerativa.

O Sistema de Recuperação de Energia Cinética (SREC) ou *Kinect Energy Recovery System* (KERS) (Figura 7) é um sistema que já vem sendo utilizado de forma massiva no mundo da Fórmula 1 e consiste em utilizar a energia que seria desperdiçada no momento em que o condutor efetua frenagens.

FIGURA 4 – Motor elétrico (A); Unidade de controle (B); Conjunto de baterias (C).



Fonte: NAVEEN et al. (2014).

Segundo se infere em Naveen et al (2014), o denominado KERS é inspirado no princípio da lei da conservação energética. A partir do momento que um automóvel se encontra em movimento, ele tem energia cinética e, a partir do instante da frenagem, essa mesma energia se converte em energia térmica que, posteriormente se dissipa sob a forma de calor.

O KERS possibilita que a energia (CALOR) que, anteriormente se dissiparia sob a forma de calor, possa ser armazenada nas baterias ou supercapacitores, podendo ser reutilizada no momento que for necessário por um motor elétrico.

3.1 A frota de veículos elétricos e híbridos no país

Segundo dados de estudo realizado pela Fundação Getúlio Vargas (FGV), os principais responsáveis pela propagação e inserção de veículos elétricos em outros países, principalmente

os mais desenvolvidos tem parcela de participação do Poder Público, seja por meio de políticas de incentivo ou com subsídios.

Um exemplo, é no mercado asiático, onde na China, governo patrocina subsidiando com um percentual da ordem de 30% a 50% do valor total de um automóvel elétrico, uma vez que um de seus componentes mais caros é exatamente a bateria que alimenta todo o sistema.

Considerando essas questões, a venda de veículos híbridos e elétricos no país foi da ordem de 5,9 mil nos anos de 2011 a 2016, representando aproximadamente 0,3% da frota mundial.

Dentre os modelos que tiveram melhores vendas no mercado brasileiro estão o Toyota Prius que emplacou cerca de 1.635 unidades, no ano de 2016.

Como tem acontecido no mundo todo, muitas montadoras manifestaram interesse em realizar a comercialização de veículos elétricos e híbridos no Brasil, entretanto, alegam que essa empreitada só se tornará viável a partir da produção de 3 a 5 mil automóveis anuais, melhorando os custos de produção. O presidente da empresa chinesa Cherry, declarou que sua empresa tem intenção de realizar no Brasil a produção do QQ elétrico e para isso, solicitou a realização de um estudo de viabilidade para que a produção tivesse início ainda neste ano de 2019.

Na opinião de Delgado et al (2017), esses subsídios são importantes uma vez que conforme ilustrado no uso do Vehicle Cost Calculator¹, idealizado pelo Departamento de Energia do EUA, onde se realiza uma analogia direta de custos cumulativos de um veículo usando MCI (Toyota Corolla²) em comparação a um veículo elétrico em sua totalidade (Nissan Leaf³)

Quando da análise da Tabela que se segue, é possível notar que o Leaf apresenta considerável vantagem principalmente em relação ao quesito combustível e manutenção, apresentando também maior eficiência por quilômetro rodado. Todavia o custo cumulativo de propriedade prejudica o veículo elétrico, uma vez que o subsídio da ordem de US\$ 10.000,00 proveniente dos cofres públicos da Califórnia se torna o valor determinante para que esse custo se reduza gradativamente.

Mostra-se claro, sobremaneira que os veículos elétricos possuem um custo bastante elevado quando comparado a concorrentes que empregam o MCI. Uma forma de se

¹ Custo cumulativo de propriedade assume os gastos derivados do automóvel anualmente. Considera-se combustível, pneus, manutenção, registro, licença, seguro e pagamento do empréstimo. Essa calculadora assume um empréstimo de cinco anos com entrada de 10%. Não é incluso uma estimativa de valor de revenda dos carros elétricos.

² Toyota Corolla 2016 a gasolina – Preço de US\$ 17.830,00. Potência de 148cv.

³ Nissan Leaf 2016 – Preço de US\$ 29.010,00. Potência de 120cv.

dimensionar a elevação na atratividade do veículo elétrico, pode ser por meio de políticas públicas e de subsídios por parte do governo brasileiro como acontece em outros países, a exemplo da própria China.

Tabela 1 - Comparação de custos Toyota Corolla e Nissan Leaf.

	Toyota Corolla a gasolina – 2016	Nissan Leaf (bateria de 24 KWhr) - 2016
Uso anual de gasolina	1.438 litros (380 galões)	0 litros
Uso anual de eletricidade	0 kWh	3.620 kWh
Desempenho (cidade/estrada)	12/16 km/l	27/33 kWh/100mi (milhas)
Custo anual de combustível/eletricidade	US\$844	US\$615
Custo de manutenção de primeiro ano	US\$3.102	US\$2.720
Custo por milha	US\$0,26	US\$0,23
Emissões anuais (libras de 2 CO)	9.129	2.602

Fonte: DELGADO et al. (2017).

Partindo da análise das informações apresentadas nos gráficos anteriores, mostra-se claro que os incentivos por parte do Poder Público influenciam de forma determinante seja positiva ou negativamente no decorrer do período inicial de toda e qualquer tipo de tecnologia que pode vir a transformar padrões de mercado ou mesmo costumes de uma sociedade.

Existem também governos que além dos subsídios, são mais abrangentes e atuantes patrocinando também taxas e impostos. Outra medida por parte do governo que pode ser adotada é a amortização do impacto inicial como o fornecimento de subsídios para promover a instalação das denominadas *Electric Vehicle Supply Equipment (EVSE)* em residências.

As denominadas EVSE são estações de carregamento de carros elétricos. Em muitos países que contam com uma participação superior a 0,5% em VEs, é possível ver a existência de incentivos de forma direta ou fiscais cuja finalidade é aumentar a instalação de uma infraestrutura que é demanda de recarga elétrica para esses veículos.

Levando-se em conta a penetração de veículos híbridos e elétricos que ainda é consideravelmente tímida no país, pode-se afirmar com segurança que grande parte dos veículos que se encontram circulando atualmente, faz uso do MCI para realizar seu funcionamento.

3.2 A implantação de veículos híbridos no país

A partir deste capítulo demonstra-se como tem sido a penetração de veículos híbridos no mercado automotivo brasileiro, utilizando-se de dados com base em um cenário hipotético prevendo como se formará a frota nacional de veículos híbridos e elétricos, assim como o provável impacto gerado por estes veículos na matriz energética brasileira, traduzindo-se em uma importante vantagem quando comparado com os motores a combustão hoje amplamente utilizados.

Para se ter uma dimensão sobre este impacto, apresenta-se o cenário de um percentual de 10% e 25% de veículos híbridos e elétricos na frota nacional. No caso, estar-se-á tratando apenas de veículos leves.

Como forma de se aferir a frota nacional para os anos de 2023 e 2028 aliado a uma estimativa de crescimento da frota de veículos leves pelo período de 10 anos entre 2008 e 2018 (BRASIL, 2018), segundo se extrai da Tabela 2.

Optou-se por uma taxa de crescimento da ordem de 25% uma vez que consiste em um valor aproximado do crescimento que se deu entre 2013 e 2018. Soma-se o crescimento da frota neste período que foi da ordem de 76,69%, acumulando-se um crescimento de 25% no período de cinco anos compreendendo-se entre 2023 e 2033 o que ocasionou uma elevação da ordem de 95,31% na frota, evidenciando um cenário bastante promissor para o período proposto.

Tabela 2 - Veículos leves no Brasil em 2023, 2028 e 2033 (valores estimados).

Ano	2008	2013	2018	2023	2028	2033
Quantidade	30.021.842	42.913.174	53.044.977	66.306.221	82.882.776	103.603.470
Aumento em relação ao ano anterior	-	42,93%	23,61%	25%	25%	25%

Fonte: O autor.

Levando-se em consideração as informações que constam da Tabela 2, apresenta-se três cenários diferentes, com taxas de implantação de veículos elétricos e híbridos diversos. Como forma de realizar a estimativa no volume de veículos elétricos no mercado brasileiro nos anos que virão, toma-se como referência uma estimativa produzida pela Boston Consulting Group (BCG, 2017), empresa que foi criada em meados da década de 60 por Bruce Henderson. Na pesquisa, tem-se um cenário onde a produção mundial de veículos elétricos experimentará

significativo crescimento a partir de 2025 e, em 2030, essa tecnologia já será parte de ao menos metade da frota global.

Segundo esta pesquisa, verifica-se a existência de três questões que respondem por moldar o cenário transitório aqui tratado: inicialmente a tecnologia, o Poder Público tem sua participação baseada em marcos regulatórios e também o custo de propriedade.

Acredita-se que os próximos 12 anos devem vir com importantes transformações que se subdividem em três fases.

A primeira consiste na produção de automóveis com MCI reduzindo-se gradativamente seu custo que os híbridos ou mesmo os elétricos (100%) mesmo não sendo o objeto primordial desta pesquisa, acontecendo ainda a prevalência dos veículos convencionais (DUTTON, 2006).

Este estágio deve ter um período de duração até 2020, instante em que o MCI ainda terá capacidade de realizar o atendimento de requisitos preestabelecidos de emissões por causa de uma mais sistemática e contínua conscientização ecológica tanto do Poder Público quanto do próprio público consumidor.

Já na fase entre a década de 2020 (seu início) até meados (2025), os veículos tanto híbridos quanto elétricos verão sua participação no mercado se tornar mais evidente. A BCG (2017) acredita numa estimativa que posteriormente a 2025 as baterias sofrerão uma redução em seu preço, o que viabilizará maiores vendas e por conseguinte, maiores vantagens em um longo prazo para a aquisição de veículos híbridos.

É importante ainda considerar que tais estimativas dizem respeito a expectativas calcadas em uma estimativa global o que dificilmente irá refletir num futuro cenário brasileiro.

Para se obter uma estimativa mais detalhada e mais consistente em relação ao cenário do mercado automobilístico brasileiro, extrai-se do trabalho realizado por Shukia et al (2014) na Índia.

Nos cenários aqui referidos, estima-se uma penetração de veículos híbridos e elétricos da ordem de aproximadamente 25% ao passo que em 2030, a estimativa aumenta para até 40% da frota de veículos no país onde a pesquisa foi produzida.

Levando-se em conta um crescimento gradual da porcentagem de veículos híbridos e elétricos que foram inseridos na frota nacional, a partir do embasamento teórico fornecido por Shukia et al (2014), segundo informações obtidas na Tabela 3.

Tabela 3 - Quantidade de veículos híbridos e elétricos estimados no Brasil.

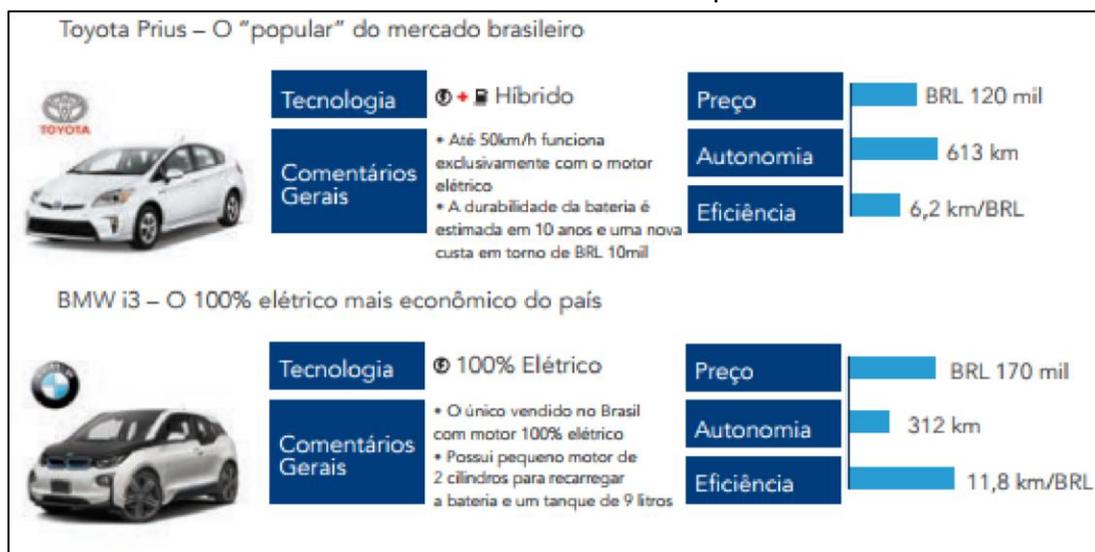
Ano	2023 (Cenário 1) 5% da frota	2028 (Cenário 2) 25% da frota	2033 (Cenário 3) 40% da frota
Total da frota	66.306.221	82.882.776	103.306.470
Quantidade de veículos elétricos e híbridos inseridos no mercado	3.315.312	20.720.694	41.322.588
Quantidade de veículos com MCI	62.990.909	62.162.082	61.983.882

Fonte: O autor.

Esta pesquisa leva em conta também possíveis e eventuais desdobramentos no Brasil, considerando o desenvolvimento econômico atual, o veículo híbrido mais difundido é o Toyota Prius assim como mais “popular” no mercado nacional. Por outro lado, o BMW i3 trata-se de um veículo 100% elétrico muito econômico e disponível atualmente no mercado brasileiro.

Existe na verdade muito interesse por parte das montadoras em produzir veículos híbridos no Brasil, haja vista o tamanho do mercado nacional e dos vizinhos, o que deve resultar no aquecimento do consumo e no aumento da procura por essa categoria de veículos, principalmente se o Poder Público viabilizar incentivos fiscais para a aquisição dos mesmos, estimulando as vendas (DUTTON, 2006).

FIGURA 05 – Exemplo de carro híbrido e elétrico vendido no Brasil.



Fonte: DELGADO et al. (2017).

Segundo informações fornecidas pela montadora, o Prius tem um motor elétrico e um que MCI a gasolina, onde é possível averiguar que o uso dos motores ocorre de forma simultânea da mesma forma que se pode optar pelo motor elétrico. Em se tratando de modelo vendido no mercado nacional, não é exatamente um veículo plug-in (TOYOTA, 2018), produzindo nenhum impacto de forma direta na rede elétrica. Entretanto, os modelos Toyota Prius que tem a tecnologia Plug-in apresentam um consumo médio da ordem e 17,4kWh para cada 100 km (ou 0,174kWh/km) segundo informações fornecidas pela Electric Vehicle Database (2017).

O BMW I3 é um veículo com ZE de CO₂, apresentando um consumo segundo estimativas da própria montadora que varia entre 13,1 a 13,6 kWh para cada 100km rodados (BMW, 2018). O consumo do veículo, segundo a BMW, gira em torno de 13,3 kWh para cada 100 km (ou 0,133 kWh/km).

Com a posição dentre os carros elétricos que tem maior venda a nível global, o Nissan Leaf, pode ser visto como uma opção futura para o país, uma vez que o presidente da empresa na América Latina, José Luis Valls, realizou a confirmação de que o veículo vai ser vendido no mercado brasileiro, tendo como expectativa o início de 2020. Este veículo apresenta um consumo para cada 100 kms rodados da ordem de 15,5 kWh (ou 0,155 kWh/km) (AMORIM, 2012).

A Chevrolet/General Motors conta com o Bolt como representante dos carros elétricos. Da mesma forma que Leaf, faz parte do segmento de carros compactos e já se encontra disponível no mercado brasileiro. Ele possui um consumo de 14 kWh para cada 100 km (ou 0,14 kWh/km).

A partir do momento que se considera a grande variedade de veículos híbridos e elétricos a disposição do mercado, é possível num cenário próximo que estes veículos se tornem financeiramente mais acessíveis.

Com relação aos veículos híbridos plug-in, utilizou-se por base estimativas do estudo do consumo elétrico do Toyota Prius Plug-in (0,17 kWh/km). Ainda que o modelo utilizado seja de fabricação europeia, estima-se que veículos plug-in sejam comercializados no país a partir do próximo ano em 2020.

Numa definição objetiva da frota de veículos híbridos plug-in e também elétricos, baseado em uma estimativa de consumo, faz-se a estimativa de um crescimento que o governo alemão vem observando nos últimos tempos, que deixou claro que a frota de veículos elétricos irá superar os veículos plug-in naquele país em aproximadamente dois anos (*Das Kraftfahrt-Bundesamt*, 2017).

- Em um cenário inicial (2023), aproximadamente 60% da frota será formada por veículos plug-in e 40% por elétricos;
- Em um cenário secundário (2028), a estimativa sobe para 40% de veículos plug-in e 60% de elétricos
- Por fim, num cenário terciário (2033), serão 30% de veículos plug-in para 70% de veículos elétricos.

Levando-se em consideração a estimativa média diária de distância que veículos percorrem no Brasil em torno de 35km segundo proposta e pesquisas de Baran (2012).

Com relação ao planejamento energético, o país, vem sendo visto conforme já mencionado no decorrer deste trabalho, como uma nação com grande potencial para produção onde energia e o consumo da energia relaciona-se de forma direta com questões como a qualidade de vida das pessoas, onde se promove por consequência o crescimento de diversos outros segmentos econômicos relacionados com a indústria automobilística e de serviços.

A melhoria na qualidade de vida das pessoas, além de promover o crescimento de diversos setores da economia, tem como consequência o incremento no consumo energético, isso porque postula-se que haverá mais itens consumindo essa energia, a exemplo de eletrodomésticos, ar-condicionado, etc. Logo, o consumo de energia num cenário baseado no crescimento do Produto Interno Bruto PIB, deixa clara essa realidade que se avizinha com a popularização de veículos híbridos em desfavor dos veículos convencionais.

Na opinião de Coelho (2018) esse crescimento irá se elevar gradualmente para 2,6% entre 2018 e 2023, chegando a 3% entre 2024 até 2030.

Como forma de se obter o consumo energético brasileiro no decorrer dos próximos anos, utilizou-se de informações disponibilizadas pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2017).

Tabela 4 - Estimativa do consumo energético em função do crescimento do PIB.

Ano	2016	2023 (Cenário 1)	2028 (Cenário 2)	2033 (Cenário 3)
Consumo de energia total	337.132 GWh	403.488 GWh	467.753 GWh	542.253 GWh
Consumo de energia residencial	132.872 GWh	159.024 GWh	184.352 GWh	213.714 GWh

Fonte: Coelho, 2018.

Questões como a preservação ambiental é um dos temas mais exaustivamente debatidos e em voga atualmente na sociedade contemporânea. A partir do momento que se trata da questão dos veículos híbridos em relação aos veículos convencionais, preleciona-se da afirmação de Baird e Cann (2001) que a queima de combustíveis fosse provoca uma emissão expressiva de dióxido de carbono (CO₂), o que contribui de forma determinante para o denominado “efeito estufa”. Trata-se de um termo que diz respeito a elevação da temperatura média global proveniente do crescimento na concentração de CO₂ etc.

Com isso, torna-se bastante claro o quão importante a tomada de decisões que contribuam para reduzir o consumo de combustíveis, além de promover e motivar o uso de fontes energéticas renováveis contribuindo para diminuir a queima de combustíveis fósseis.

Segundo Brasil (2011), o 1º Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviárias, realizou um estudo onde obteve a estimativa de que no ano passado, as emissões provenientes de veículos que fazem uso do denominado ciclo Otto, foi da ordem de 39.952 mil toneladas de CO₂ em se tratando de veículos movidos à gasolina, de 7.237 mil toneladas de CO₂ para veículos movidos a álcool anidro, 44.804 mil toneladas de CO₂ para veículos a álcool hidratado e, finalmente, 8457 mil toneladas em se tratando de veículos que consome GNV. São números que quando somados, dão um total de 100.450 mil toneladas de CO₂ que são expelidos anualmente.

Levando-se em conta a frota do ano passado e com base numa estimativa de 12.600 km percorridos anualmente por cada veículo, a estimativa deste estudo é que um veículo convencional, expela uma média de 150,24g/km de CO₂. Por outro lado, um Toyota Prius Plug-in, segundo informações da Electric Vehicle Database (2018), produz uma emissão média de 22g/km quando está fazendo uso do motor elétrico e 70g/km com o motor à gasolina.

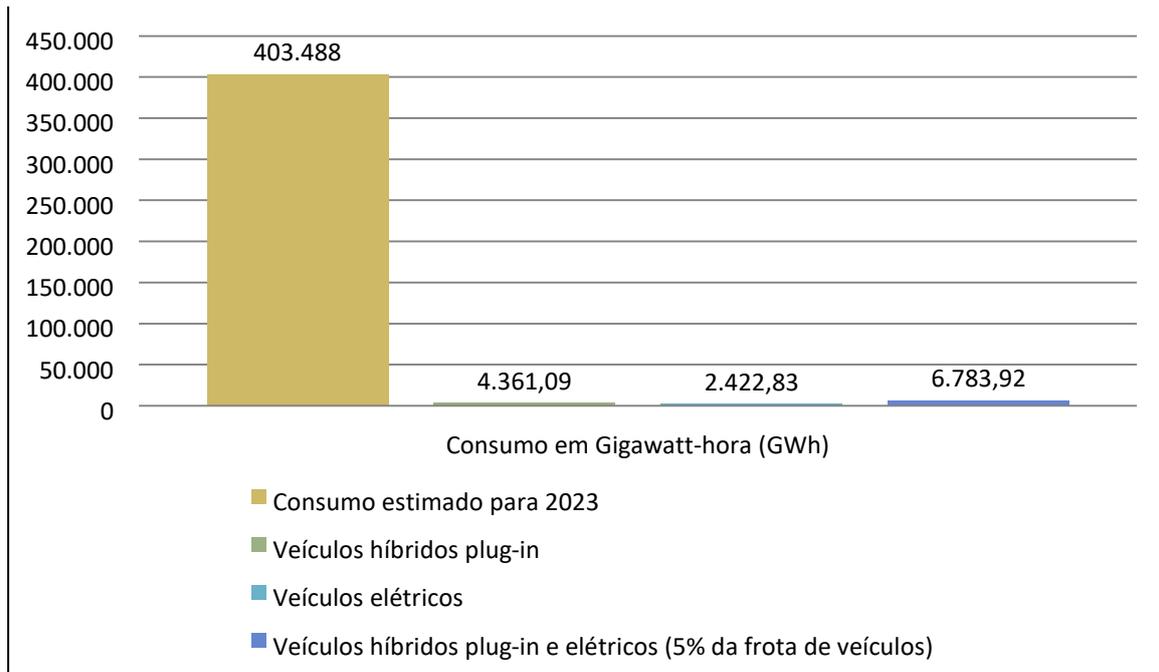
Verifica-se que a principal vantagem do motor híbrido nesse caso, é o uso do motor elétrico que assume 90% do consumo de combustível nos 12.600 kms percorridos, sendo que os outros 10% são realizados exclusivamente com gasolina.

3.3 O cenário do país sobre motores híbridos em 2023

Em um momento inicial, considera-se o valor total de 3.315.312 automóveis híbridos e elétricos em circulação no país. Desse total, 1.989.187(60%) constituem-se de veículos plug-in e 1.326.125 (40%) veículos elétricos (COELHO, 2018).

A distância total percorrida pela frota nacional no decorrer de 365 dias é de aproximadamente 41.772.200 km, de modo a ser possível realizar uma estimativa do consumo elétrico por cada modalidade de veículo conforme se constata na figura abaixo.

FIGURA 6 – Consumo elétrico total e veicular estimado no cenário 1.



Fonte: COELHO, 2018

Com relação aos automóveis híbridos, baseado nessa projeção, o resultado do consumo apresentado fica em 4.361 GWh, ao passo que os puramente elétricos, 2.423 GWh, apresentando um impacto da ordem de 6.784 GWh.

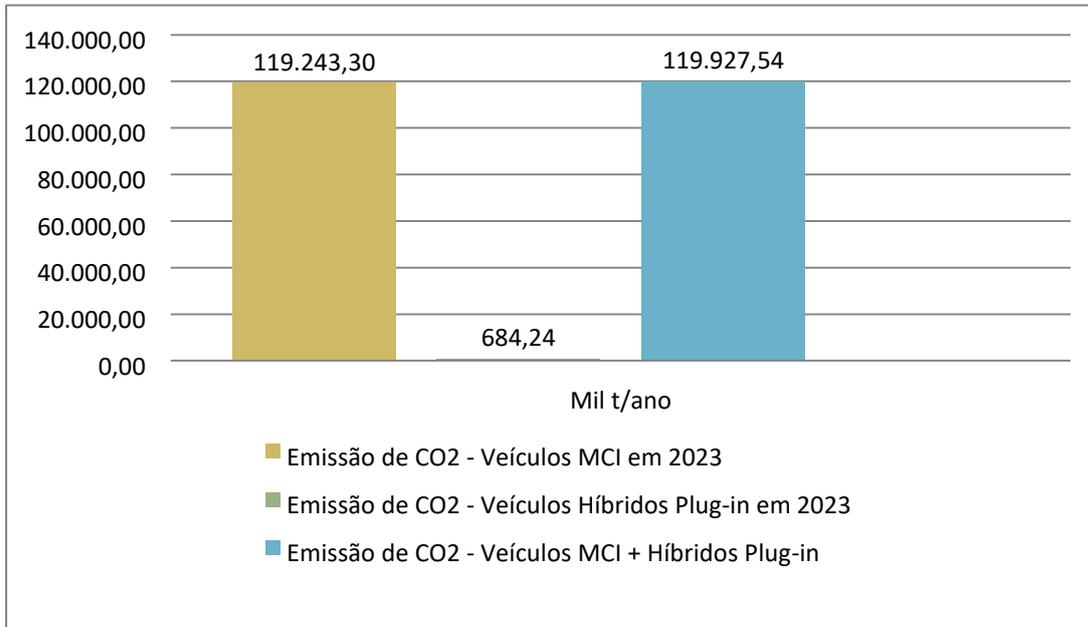
Quando realizada a comparação com o consumo residencial, segundo a figura abaixo, constata-se que o consumo energético evidencia um impacto mais elevado na rede elétrica nacional.

É algo bem provável constatar que o consumo elétrico que se estima para o ano de 2023 não possua representatividade quando em comparação com o consumo total residencial no Brasil. Isso porque o contínuo aprimoramento e a implantação de novos sistemas elétricos e usinas para produção de energia em todo o país contribui para minimizar a demanda adicional de derivado dos veículos híbridos e elétricos.

Com relação ao volume de CO₂ expelido, a frota de veículos híbridos plug-in é responsável por uma parcela pouco expressiva do CO₂, mas suficiente para que se promova

uma redução significativa da ordem de 5.591 mil toneladas de CO₂, conforme se constata da figura abaixo.

FIGURA 7 – Emissão anual de CO₂ de escapamentos no cenário 1.



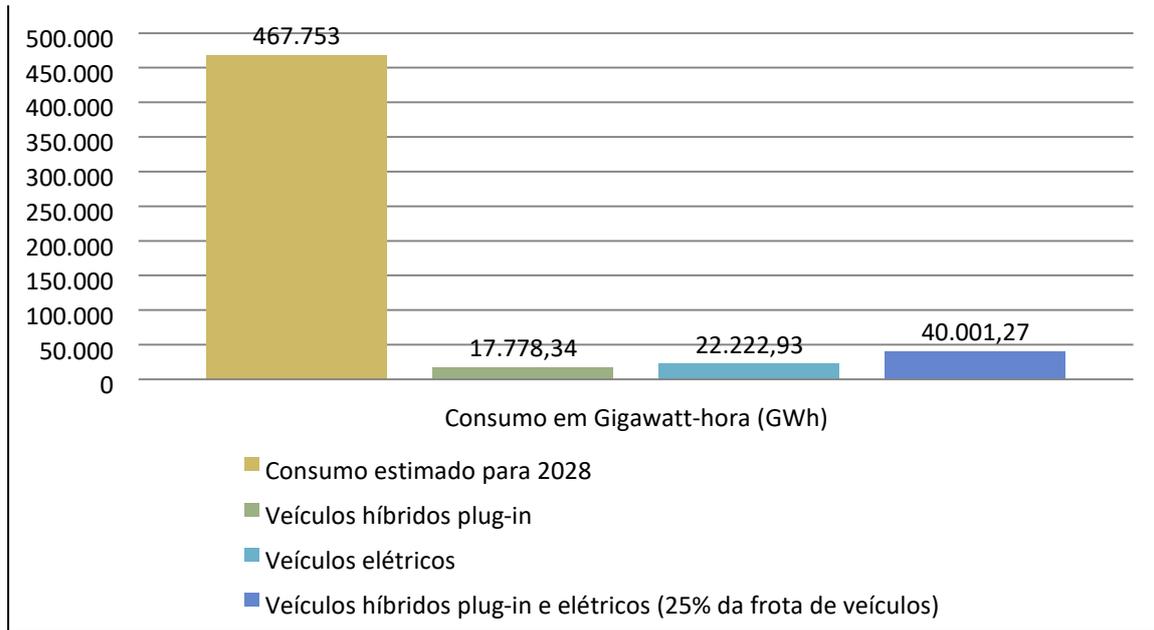
Fonte: COELHO, 2018.

3.4 O cenário do país sobre motores híbridos em 2028

Em um segundo cenário, leva-se em conta o tamanho da frota de veículos híbridos e elétricos que estarão circulando pelo país. Desse total, 8.109.077 (40%) são considerados veículos plug-in enquanto que 12.163.617 (60%) serão constituídos de veículos elétricos.

A distância total percorrida pela frota no decorrer de um ano soma 260.080.744.400 km, fazendo possível calcular o consumo elétrico por cada modalidade de veículo segundo se afigura na ilustração abaixo.

FIGURA 8 – Consumo elétrico total e veicular no cenário 2.

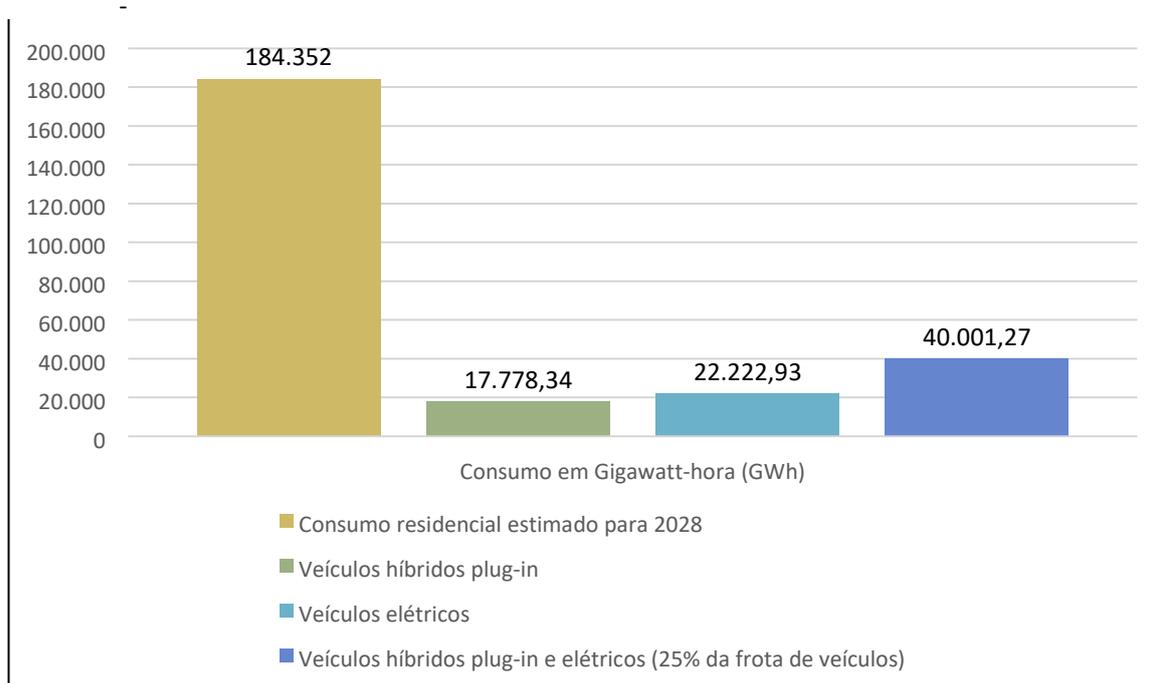


Fonte: Coelho, 2018.

Com base nessa projeção, os veículos híbridos demonstram um consumo que gira em torno de 17.778 GWh, ao passo que os que podem ser considerados puramente elétricos, 22.223 GWh, consistindo num impacto da ordem de 40.001 GWh.

Os carros híbridos nesta projeção apresentaram um consumo na ordem dos 17.778 GWh, enquanto os puramente elétricos, 22.223 GWh, tendo um impacto total de 40.001 GWh. Uma estimativa básica para 2028, descreve que o consumo de energia elétrica em se tratando de valores aproximados do consumo residencial, baseia-se no cenário que se segue na figura abaixo.

FIGURA 9 – Consumo elétrico residencial e veicular no cenário 2.



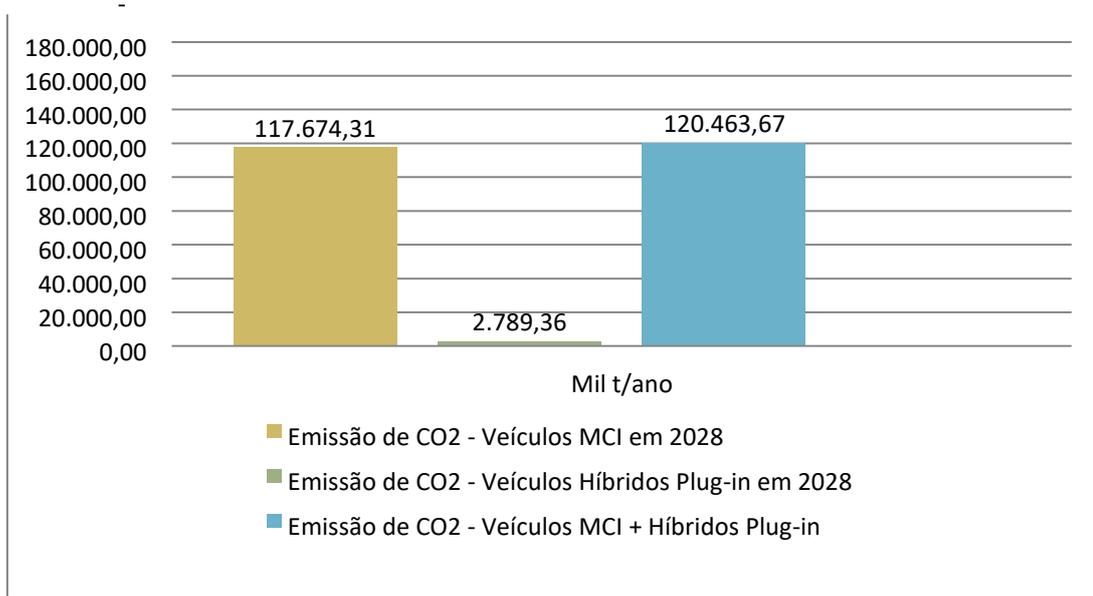
Fonte: Coelho, 2018.

Em um segundo cenário sobre o consumo de veículos, verifica-se que se trata de um consumo expressivo de energia, por conta de ser algo quase que comparado a produção gerada pela usina de Belo Monte (39.400 GWh). O que quer dizer que para assegurar o abastecimento da frota nacional no ano de 2028, é preciso que se crie uma segunda usina de Belo Monte adicional, girando em aproximadamente meia década (5 anos) para que se conclua.

A partir disso, pode-se dizer que para assegurar o suprimento de veículos híbridos e elétricos nesse contexto, é necessário que se preste um cuidado adicional a partir de uma infraestrutura muito bem instalada e um planejamento energético fazendo suprir tal demanda. Destaque-se que a adoção de um empreendimento que irá produzir um adicional energético com custo de R\$ 78,00/MW, sendo equivalente a R\$ 3.12 bilhões de reais anuais (ANEEL, 2010).

No cenário ambiental, é possível constatar resultados mais visíveis e promissores derivados da utilização de veículos com baixa emissão de CO₂, devido a menor utilização de combustíveis fósseis. A diminuição progressiva da frota portadora de MCI permite que ocorra uma diminuição bastante perceptível, considerando uma redução de 36.435,41 mil toneladas de dióxido de carbono na atmosfera, conforme Figura abaixo.

FIGURA 10 – Emissão anual de CO2 de escapamentos no cenário 2.



Fonte: O autor.

Vê-se das informações anteriormente disponibilizadas que a adoção de veículos híbridos traz vantagens significativas para o meio ambiente, em termos econômicos a longo prazo e para o desenvolvimento da sociedade.

4 VEÍCULO HÍBRIDO X VEÍCULO CONVENCIONAL

Partindo do estudo qualitativo da adoção de veículos híbridos no mercado brasileiro de modo a substituir a frota nacional de motores convencionais, apresenta importante vantagem no sentido de que essa tecnologia é menos agressiva ao meio ambiente. Consolidando esse conceito, leva-se em conta no presente estudo uma comparação de motores híbridos e convencionais.

Inicialmente, pode-se dizer que em uma ilustração de cálculo, um veículo híbrido com motor de combustão interna a gasolina e também o motor elétrico auxiliar, apresenta um índice de poluição da ordem de 80% menos que o motor convencional, apresentando uma econômica de combustível de impressionantes 50% (tendo por base de estudo a fonte nacional que leva em conta a mistura de álcool na gasolina).

Outra questão importante diz respeito ao desempenho do automóvel híbrido onde um veículo convencional chega a rodar fazendo 8 quilômetros por litro quando abastecido com gasolina, o veículo híbrido, consegue uma autonomia da ordem 1,52 quilômetros a mais.

Um carro que possui autonomia de 400 quilômetros por tanque, quando híbrido ele poderá rodar até 600 quilômetros, resultando numa economia da ordem de R\$ 65,00 para cada vez que for abastecer o tanque. Levando-se em conta que o tempo de vida útil de um carro seja de 150.000 km (dados da Diretrizes de Desenvolvimento GM – informação confidencial), obtém-se uma economia de combustível com gasolina da ordem de R\$ 16.875,00.

Outro fato relevante é que um automóvel que possui as características aqui tratadas, polui cerca de 80% a mais que um veículo híbrido. Realizando a análise do custo da grama de CO₂ emanados na atmosfera apresenta valores controversos frente ao contexto mundial atual que ainda não conseguiu um consenso muito menos uma estabilidade quando o tema é a preservação ambiental.

4.1 Uma alternativa viável

Os Estados Unidos e o continente europeu levam em conta por tratado a quantia de 32,5 euros por tonelada (MONZON, 2004) onde estudiosos, por sua vez, fazem uma proposta de valores que podem chegar até 8,5 euros/t a 46 euros/t. (MOTA, 2005)

Considere-se que um automóvel tem uma emissão média ao longo de toda sua vida útil de algo em torno de 216 g/km de CO₂ (DANA CORPORATION, 2006). Ou seja, cada automóvel no caso, deixa de economizar em média US\$ 324,00 no decorrer de toda sua vida útil (observar cálculo que segue). No caso, um veículo híbrido apresenta uma economia da ordem de 80% desse valor, segundo já mencionado anteriormente, tendo um gasto da ordem de US\$ 260,00. São valores que nos dias atuais podem não ter sentido algum, mas com o advento do Protocolo de Kyoto e com a elaboração de cotas estabelecidas para cada país, o grama de CO₂ na atmosfera pode produzir economias significativas para o país.

Para efeito de ilustração, a frota paulista é de 8,2 milhões de veículos (CETESB, 2015), ao passo que se todos esses carros fossem híbridos, o Brasil deixaria disponível para outras nações o valor de US\$ 4 bilhões em cotas de CO₂.

Estudo realizado pela Faculdade de Medicina da USP (MIRaglia, 2005) faz uma estimativa de que apenas na capital de São Paulo, gasta-se US\$ 3 milhões de dólares a cada ano com custos indiretos relacionados com a saúde. Trata-se de estudo que sob certo ponto de vista é até mesmo conservador considerando-se que apenas a mortalidade e a morbidade de pessoas idosas e crianças com quadros de neoplasias respiratórias e cardiovasculares que surgem nessa região.

Trata-se de valor que pode ser calculado na divisão pela frota de 6 milhões conforme estudo anteriormente mencionado, que consiste no fato de que um veículo convencional por conta de sua emissão responde.

Com isso, cada veículo responde por US\$ 0,50 dólar que é gasto com saúde anualmente. Levando-se em conta que um automóvel tem uma vida útil aproximada de 150.000 km consumindo-se em 5 anos, um veículo no decorrer de sua vida útil apresenta um custo governamental da ordem de R\$ 5,00.

Realizando uma estimativa mais abrangente de toda a frota nacional no que responde pelo segmento da saúde, o gasto gira em torno de US\$ 118 milhões de dólares (com uma frota nacional da ordem de 27.789.242 veículos leves) (Ministério das Cidades, 2016).

4.2 Aspectos desfavoráveis

Segundo se averiguou, o mercado nacional não possui características que viabilizem a aceitação plena de tal produto pelo fato de que o fator predominante no mercado nacional é o preço dos automóveis.

Outro aspecto desfavorável diz respeito ao perfil do cliente que compra um veículo híbrido, uma vez que o mesmo possui elevado nível de tecnologia embarcada o que limita bastante sua operacionalização por uma grande parcela da população brasileira que não sabe lidar com esses aspectos sendo que muitas vezes as pessoas que terão condições de comprar esses veículos possuem uma idade média mais avançada (acima da faixa dos 40 anos) e na maioria da vezes são mulheres nessa faixa etária ou idosas (COELHO, 2018).

São clientes que almejam ficar com o veículo por muito tempo, normalmente mais de 5 anos, tendendo a pagar um valor superior por conta da aclamação ambiental e fazem algo pela redução da poluição porque se fato acreditam numa grande elevação nos preços dos combustíveis.

Ocorre que a geração de veículos híbridos atual inclui veículos possantes, velozes, altamente tecnológicos e até mesmo luxuosos.

Para alcançar o grande público brasileiro, ainda é preciso um elevado investimento em marketing e muitos incentivos, principalmente por parte do governo para a aquisição desse tipo de produto. Entretanto, o mercado nacional já é habituado a tais adversidades.

A partir da abertura do país na década de 90, houve a necessidade de uma importação expressiva de produtos até que o país conseguisse adequar seu parque industrial de modo a atender a demanda e as necessidades que o consumidor daquela época exigia.

Por meio de um escalonamento de atividades fica demonstrada a viabilidade de em curto prazo, que se estabeleça conexões mais adequadas e viáveis com o mercado nacional de veículos.

Em um primeiro instante, a nova tecnologia vem importada uma vez que no parque industrial brasileiro ainda não se monta esse tipo de veículo, necessitando uma adaptação estrutural e a nacionalização de componentes e o que se denomina de “tropicalização” de projetos.

Entretanto até que isso aconteça, a sociedade necessita de maiores investimentos como dito anteriormente, em infraestrutura até mesmo por conta da necessidade de abastecimento desses veículos, consistindo em um verdadeiro problema social.

5 CONCLUSÃO

A inovação tecnológica visa não apenas trazer algo novo para nossa sociedade, mas também solucionar problemas causados por projetos anteriores. A tecnologia empregada no nosso dia a dia está muito avançada proporcionando uma melhor qualidade de vida, buscando colaborar cada vez mais com o meio ambiente. O objetivo deste estudo foi alcançado, podendo comprovar a viabilidade de se ter um veículo híbrido atualmente.

Possui um custo muito elevado para se ter um veículo híbrido atualmente, onde as classes baixas e até as médias não conseguirão acesso. Cabe ao governo promover ações onde consiga facilitar o acesso da população com esses veículos, no qual não será beneficente apenas para a pessoa que está aderindo ao bem e sim para todos que convivemos em uma sociedade onde não haverá tamanha poluição com o ambiente.

Por tanto define-se aqui os veículos híbridos como uma alternativa de eficiência logística, visto que possui autonomia maior e seu consumo relativo é reduzido. Podemos representar um aumento na capacidade competitiva e do desenvolvimento econômico sustentável das empresas e da sociedade, como um todo.

HYBRID ENGINES: A cost-benefit study

SUMMARY

This paper describes a cost-benefit study of hybrid engines. The objective of this work is to demonstrate and discuss the advantages of the acquisition and use of vehicles with hybrid engines, based on the comparison between vehicles of the same model, but with 100% internal and hybrid combustion engines. This study is extremely important so that we can see the feasibility of making an initial investment with a hybrid vehicle. It will be developed from bibliographic research followed by a comparative study between 2 types of engines.

Keywords: Hybrid Motor. Internal combustion engine. Operation. Performance. Comparative.

REFERÊNCIAS

- AMORIM, José de Campos. **A tributação automóvel e suas implicações ambientais**, Instituto Politécnico do Porto. Instituto Superior de Contabilidade e Administração do Porto, 2012.
- ARBOCHE, F.S. **Gestão de logística, distribuição e trade marketing**. 2ª ed. FGV, 2006.
- AZEVEDO, Pedro Neckele. **Conversão de Veículos Equipados com Motores de Combustão Interna para Veículos Elétricos Híbridos Plug In**, LEV, 2010.
- BLOG DA ENGENHARIA. Colaboradores Bde (Org.). **Motor Híbrido de Hidrogênio e Gasolina**. 2012. Disponível em: <<https://blogdaengenharia.com/motor-hibrido-de-hidrogenio-e-gasolina/>>. Acesso em: 22 jul. 2018.
- CARSUGHI, Claudio. **Entenda a diferença entre motor híbrido e elétrico**. 2018. Disponível em: <<http://carsughi.uol.com.br/2018/06/entenda-a-diferenca-entre-motor-hibrido-e-eletrico/>>. Acesso em: 27 Set. 2019.
- COELHO, Luis Marques. **Veículos híbridos: funcionamento e aspectos essenciais de motores como alternativa viável**. Scipione, Campinas, 2018.
- 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
- DI SÉRGIO, Luiz Carlos e SOARES, Ana Paula Fleury de Macedo. **O Cluster de Álcool e Açúcar em São Paulo**, TAC, Rio de Janeiro, v. 3, n. 2. Pp 126-151, 2013.
- FORD DO BRASIL - <<http://www.ford.com.br/>>. Acesso em 22 de outubro de 2019.
- FRANCISCO, Portal São. **Motor Híbrido**. Disponível em: <<http://www.portalsaofrancisco.com.br/mecanica/motor-hibrido>>. Acesso em: 05 Set. 2019.

GOUVÊA, Leonardo Henrique. **Análise de desempenho de um motor híbrido utilizando parafina e peróxido de hidrogênio como propelentes**. 2008. 169 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia e Tecnologia Espacial, Inpe, São José dos Campos, 2008.

HYBRIDCARS. Disponível em: <<http://www.hybridcars.com/profile-of-hybrid-drivers/>>. Acesso em: 16 de outubro de 2019.

MDIG. Disponível em:

<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.mdig.com.br%2Findex.php%3Fitemid%3D45611&psig=AOvVaw2qT5M56oQtN0ILGV8F_Bqr&ust=1573686212484000&source=images&cd=vfe&ved=0CAIQjRxqFwoTCMjz_P7j5eUCFQAAAAAdAAAAABAG> Acesso em: 11 de outubro de 2019.

MOTOR Híbrido. Disponível em: <<http://www.portalsaofrancisco.com.br/mecanica/motor-hibrido>>. Acesso em: 12 Out. 2019.

NASSOUR, Alberto Cury. **A Roda: a maior invenção tecnológica**, São Carlos, 2003. Disponível em: < http://www.cdcc.usp.br/ciencia/artigos/art_19/roda.html/ > . Acesso em: 28 de Agosto de 2019.

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

RODAO. Disponível em: <<http://www.rodao.com.br/noticia.php?idn=15035>>. Acesso em: 17 Out. 2019.

TECNOLÓGICA, Inovação (Org.). **Motor híbrido hidrogênio-gasolina consome 20% menos**. 2012. Disponível em: <<http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=motor-hibrido-hidrogenio-gasolina&id=010170120119#.W1SpdNJKjtR>>. Acesso em: 22 jul. 2019.

TOYOTA. **Motor Híbrido**. 2018. Disponível em: <<https://www.toyota.pt/hybrid-innovation/what-is-hybrid.json>>. Acesso em: 14 Julho 2019.