

N. CLASS. M 620.7  
CUTTER C268V  
ANO/EDIÇÃO 2015

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS UNIS**  
**ENGENHARIA MECÂNICA**  
**OLAVO SARTO CARDOSO**

**VEÍCULOS HÍBRIDOS: contribuição para a redução do aquecimento global.**

**Varginha**  
**2015**

**OLAVO SARTO CARDOSO**

**VEÍCULOS HÍBRIDOS: contribuição para a redução do aquecimento global.**

Projeto de pesquisa apresentado à disciplina Trabalho de Conclusão de Curso com orientação do Professor Thiago Luís Nogueira Silva.

**Varginha**  
**2015**

**OLAVO SARTO CARDOSO**

**VEÍCULOS HÍBRIDOS: contribuição para a redução do aquecimento global.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro  
Universitário do Sul de Minas como pré-requisito para  
obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica  
sob a avaliação da banca:

Aprovado em    /    /

---

Prof. Me.

---

Prof. Me.

---

Prof. Me.

OBS.:

Dedico esse trabalho primeiramente a Deus, pela sabedoria e força, durante todo esse período de estudos e pelas oportunidades de realizar meus sonhos, e a minha família por todo apoio e incentivo nos difíceis momentos trilhados.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos os que me ajudaram a elaborar esse relatório, principalmente aos companheiros de classe e aos professores pelo conhecimento transmitido neste período.

**Grupo Educacional IINTE**

“Se você quiser algo na vida tanto quanto  
queira respirar quando está mergulhado na  
água, então receberá o que deseja.”

Sócrates

**Grupo Educacional UNIC**

## RESUMO

Este relatório aborda uma pesquisa bibliográfica em torno do crescimento da utilização dos Veículos Híbridos em substituição da atual frota de veículos automotores que vem em constante crescimento onde, em consequência do aumento desenfreado da frota de veículos automotores nas grandes metrópoles, que de certa forma assume grande parcela na emissão dos gases do efeito estufa, causando o aumento da temperatura terrestre e o aumento do consumo de combustíveis fósseis, que por sua vez não é renovável. Por essa razão, o seguimento automotivo mundial investe cada vez mais em veículos mais eficientes e ecológicos, a fim de conseguir uma redução nos impactos resultantes da poluição e do consumo irracional de fontes não renováveis durante anos. Mas devido à alta tecnologia embarcada nos Veículos Híbridos, ver a frota atual perder espaço para os “Veículos Verdes” ainda é questão de tempo, pois todo investimento feito nos veículos, grande parte dos custos ainda são repassados para os consumidores e vemos poucos incentivos para estimular as vendas dos mesmos.

**Palavras-chave:** Veículos híbridos, gases do efeito estufa, combustíveis fósseis.

## **ABSTRACT**

*This report discusses a literature around the growing use of Hybrid Vehicles to replace the current fleet of motor vehicles is constantly growing which, due to the rampant increase in motor vehicle fleet in the large cities, which in a way is of great share in the emission of greenhouse gases, causing the increase in temperature and an increase in consumption of fossil fuels, which in turn is non-renewable. For this reason, the global automotive tracking increasingly invests in more efficient and environmentally friendly vehicles in order to achieve a reduction in the impacts of pollution and irrational consumption of non-renewable sources for years. But due to the high technology embedded in Hybrid Vehicles, see the current fleet lose ground to "Vehicles Green" is still a matter of time, for every investment made in vehicles, much of the costs are still passed on to consumers and we see little incentive to stimulate sales of the same.*

**Keywords:** *Hybrid vehicles, greenhouse gases, fossil fuels.*

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Percentual de poluição por seguimento .....	12
Figura 2: Previsão de licenciamento de veículos novos no Brasil .....	13
Figura 3: Demanda futura projetada .....	14
Figura 4: Comparativo do aumento do consumo de combustível no mundo .....	15
Figura 5: Imagem do híbrido Lohner-Porsche Semper Vivus original, de 1901 ...	17
Figura 6: Prius da Toyota, modelo de 1997 .....	18
Figura 7: Engrenagem planetária .....	20
Figura 8: Diagrama de funcionamento VEH na configuração em série .....	21
Figura 9: Diagrama de funcionamento VEH na configuração em paralelo .....	21
Figura 10: Ford Fusion Híbrido .....	22
Figura 11: Disposição dos motores no Ford Fusion Híbrido .....	23

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>11</b>
2.1 Poluição Atmosférica .....	11
2.2 Emissões de poluentes .....	11
2.3 Aumento da frota de veículos automotores .....	12
2.4 Controle das emissões dos gases do efeito estufa .....	13
2.5 Consumo de combustíveis fósseis .....	14
2.6 Desenvolvimento sustentável .....	15
2.7 Surgimento dos sistemas híbridos .....	16
<b>3 VEÍCULO HÍBRIDO .....</b>	<b>18</b>
3.1 Principais componentes de um veículo híbrido .....	19
3.2 Veículos Híbridos em série .....	20
3.3 Veículos Híbridos em paralelo .....	21
3.4 Funcionamento dos veículos Híbridos .....	22
3.5 Veículos híbridos disponíveis no mercado .....	22
<b>4 O CARRO MAIS ECONÔMICO DO BRASIL .....</b>	<b>23</b>
<b>5 INCENTIVOS GOVERNAMENTAIS .....</b>	<b>23</b>
<b>6 BENEFÍCIOS DOS VEÍCULOS HÍBRIDOS .....</b>	<b>24</b>
<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>25</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>26</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Com o aumento da preocupação com as atuais condições climáticas do planeta e as consequências dessas constantes alterações para a condição de vida na mesma, destacando o aumento desenfreado de gases poluentes que são lançados a toneladas anualmente, seja por meio industrial, agricultura, geração de energia ou pelo aumento considerável de veículos automotores em circulação, surge-se a necessidade de medidas, mesmo que tardias, de amenizar os impactos já existentes e futuros devido a irresponsabilidade humana que se projeta em buscar melhorias ou consumo consciente não de forma a prevenir, mas sim de remediar em meio as dificuldades que se encontra, nos deparamos com a urgência em adotar um modelo de desenvolvimento mais sustentável de modo a preservar nossos recursos naturais que se encontram abalados devido ao consumo e utilização irracional do ser humano ao longo de décadas.

Os veículos automotores em especial, são responsáveis por uma grande parcela desses gases poluentes emanados na atmosfera. O setor de transporte responde por cerca de 20% das emissões globais de CO<sub>2</sub>, que é um dos principais gases causadores do efeito estufa, sem considerar a emissão de outros gases também nocivos ao meio ambiente. Com o constante aumento de veículos em circulação no mundo as taxas de emissões tendem a assumir valores muito superiores.

Os veículos alternativos, também chamados de carros verdes, como os híbridos e elétricos, ainda não conquistaram a confiança dos consumidores, e as promessas para um futuro motorizado e ecológico também não ocupa grandes espaços dentro das concessionárias. Os veículos híbridos assumem a proposta de veículos mais eficientes no que se trata em economia no consumo de combustível e redução na emissão de gases tóxicos, contribuindo assim para a melhoria das condições climáticas do planeta e um consumo sustentável.

Hoje as indústrias automobilísticas, não medem esforços no desenvolvimento de novos modelos de veículos híbridos e buscam novas tecnologias para torná-los mais acessíveis e eficientes para o mercado que hoje é tão competitivo e consciente com a produção sustentável e preservação do meio ambiente.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Poluição Atmosférica

A poluição atmosférica vem sendo um dos maiores problemas que assolam a sociedade, não só dos países industrializados, mas também daqueles em desenvolvimento. Com o aumento das emissões atmosféricas nas últimas décadas, são notáveis os impactos causados pela poluição atmosférica nos grandes centros urbanos e no meio ambiente, que são afetados negativamente de modo constante pelos níveis elevados de poluição do ar, visto que a qualidade do ar é diretamente influenciada pela distribuição de emissões veiculares e industriais, bem como a intensidade das mesmas revela-se de crucial importância para estudo destas emissões (CETESB, 2011).

O Brasil está entre os países que sofreu um notável aumento na motorização individual, fato que implica na intensificação do tráfego de veículos e nos congestionamentos cada vez mais frequentes nos grandes centros urbanos. Além disso, o crescimento do número de veículos automotores causa impactos negativos no meio ambiente, devido à poluição sonora e do ar (FILIZOLA, 2004).

Para Teixeira (2008) as fontes veiculares têm tido uma participação acentuada na degradação da qualidade do ar atmosférico, especialmente nos grandes centros urbanos. Dentre as questões habituais da realidade destes grandes centros estão os congestionamentos de grandes extensões em horários de pico, a redução da velocidade média do trânsito nos corredores de tráfego e o maior gasto de combustíveis derivados do petróleo.

### 2.2 Emissões de poluentes

Segundo estimativa da CETESB (A Companhia Ambiental do Estado de São Paulo) (2004), os veículos automotores são responsáveis pelas emissões de 83,2% de CO, 81,4% de HC, 96,3% de NOx, 38,9% de MP10 e 53% de SOx na região metropolitana de São Paulo, concluindo que estes produzem mais poluição atmosférica que qualquer outra atividade humana e, com isso, se tornam grandes agentes agressores do meio ambiente e da saúde pública.

No Brasil 44% das emissões de CO<sub>2</sub> são originadas pelas atividades de transporte. Este número é elevado em comparação com a média mundial e se deve ao fato de que o modo rodoviário apresenta total predomínio sobre os demais. O Brasil apresenta uma das maiores taxas de crescimento das suas emissões de CO<sub>2</sub> por conta da industrialização que vem ocorrendo e do crescimento das frotas de

veículos à combustão interna existentes que utilizam combustíveis fósseis como matéria prima. Há, portanto, uma grande necessidade de atuação de políticas públicas eficazes neste setor, tendo em vista alterar este quadro no qual, além das alterações climáticas, há prejuízos diretos à saúde humana e ao meio ambiente (Pinto 2005).

Figura 1: Percentual de poluição por segmento.



Fonte: Despoluir/CNT

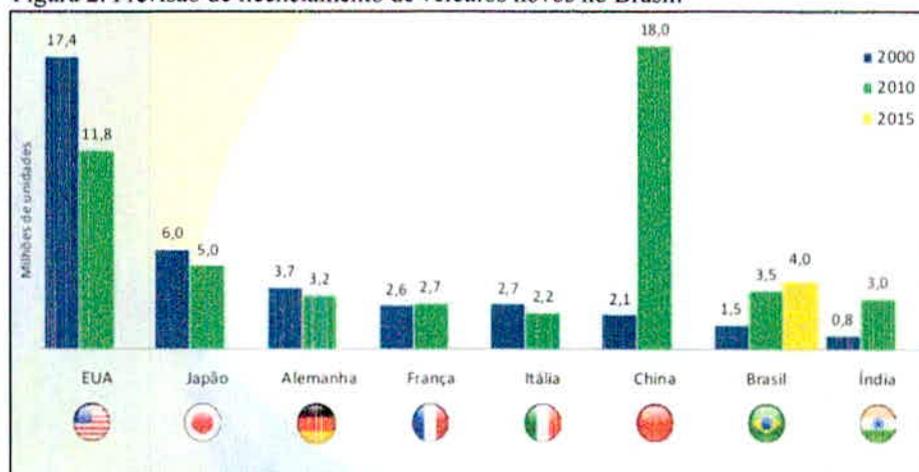
### 2.3 Aumento da frota de veículos automotores

De acordo com os dados do Departamento Nacional de Trânsito (Denatran, 2011), o Brasil encerrou 2011 com uma frota de 70,5 milhões de veículos, entre automóveis, comerciais leves, caminhões, ônibus, carretas e motocicletas. Este número é 121% maior na comparação com a frota que circulava pelo país em 2001, a qual era de aproximadamente 32 milhões de veículos.

A população brasileira, no entanto, cresceu 12% neste mesmo período. Isso significa que a relação de veículos por habitante saltou de um para cada cinco indivíduos em 2001, para pouco mais de um veículo para cada três habitantes no ano passado. Levando em conta apenas os automóveis e comerciais leves, o Brasil conta agora com um carro para cada cinco habitantes, sendo que em 2001 a relação era de um carro para cada oito habitantes (Moreira, 2012).

O aumento do transporte individual coincide com a expansão da capacidade instalada da indústria automobilística no país, fruto de uma política industrial que se pautou principalmente pela atração de novas plantas automotivas. Para dar vazão a essa produção crescente, houve oferta abundante de crédito para aquisição de veículos e uma política tributária que reduziu impostos de veículos populares. Por outro lado, o aumento de renda da população, desde 2003, ampliou a base de consumidores dos veículos particulares (IPEA, 2012).

Figura 2: Previsão de licenciamento de veículos novos no Brasil.



Fonte: Petrobras.

Os veículos automotores constituem mundialmente a principal fonte de poluição do ar nas grandes regiões urbanas. Há outras fontes de contaminação, tais como indústrias, centrais termelétricas e de incineração de resíduos, mas o aumento da frota de veículos movidos a gasolina e óleo diesel nas últimas décadas fez da poluição veicular o principal responsável pela má qualidade do ar que respiramos nas cidades.

#### 2.4 Controle das emissões dos gases do efeito estufa

Com o emprego de novas tecnologias na fabricação de automóveis e no melhoramento dos combustíveis, foi possível reduzir bastante as emissões dos motores a gasolina. Essas soluções, no entanto, não atingem a raiz do problema, pois nos mantêm dependentes de uma fonte de energia não renovável e nociva à saúde e ao meio ambiente.

No Brasil foram adotadas várias medidas para reduzir os níveis de poluição veicular. Merece destaque a iniciativa do Ibama, que instituiu o Programa Nacional de Controle da Poluição por Veículos Automotores (Proconve). Por meio da Resolução Conama nº 18, de 6 de maio de 1986, o Proconve estabeleceu como objetivo principal a redução da emissão de poluentes por veículos automotores nacionais e importados. A resolução foi ratificada pela Lei nº 8723, de 28 de outubro de 1993. Desde a sua implantação, o Proconve já promoveu a redução das emissões de monóxido de carbono dos veículos novos em cerca de 97%. O programa também estabeleceu a inspeção periódica dos veículos em circulação para verificação dos níveis de emissão dos escapamentos. O país também foi o primeiro do mundo a produzir gasolina sem chumbo, reduzindo as nocivas emissões de compostos desse metal, e a utilizar combustíveis alternativos, como o álcool derivado da cana de açúcar. Atualmente, não se usa mais gasolina

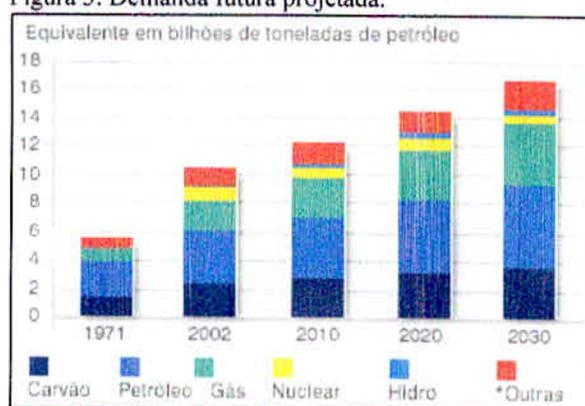
pura nos veículos rodoviários, e sim uma mistura de gasolina e álcool anidro, muito menos poluente.

Outro grande passo foi a criação dos motores bicombustíveis, ou simplesmente motores flex, tendo início em 2003. Segundo a Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (Anfavea), desde o lançamento do Volkswagen Gol 1.6 Total Flex, o primeiro bicombustível do mercado, foram fabricados cerca de 20 milhões de carros flex até 2013. Excluindo os veículos movidos a diesel, os flex representam 92% do mercado atualmente.

## 2.5 Consumo de combustíveis fósseis

Pesquisadores mencionam que no futuro, praticamente todo o consumo do petróleo e de outros combustíveis fósseis se concentrará nas nações emergentes, em função do aumento populacional, enquanto a demanda em nações desenvolvidas será estabilizada, podendo até mesmo apresentar declínio.

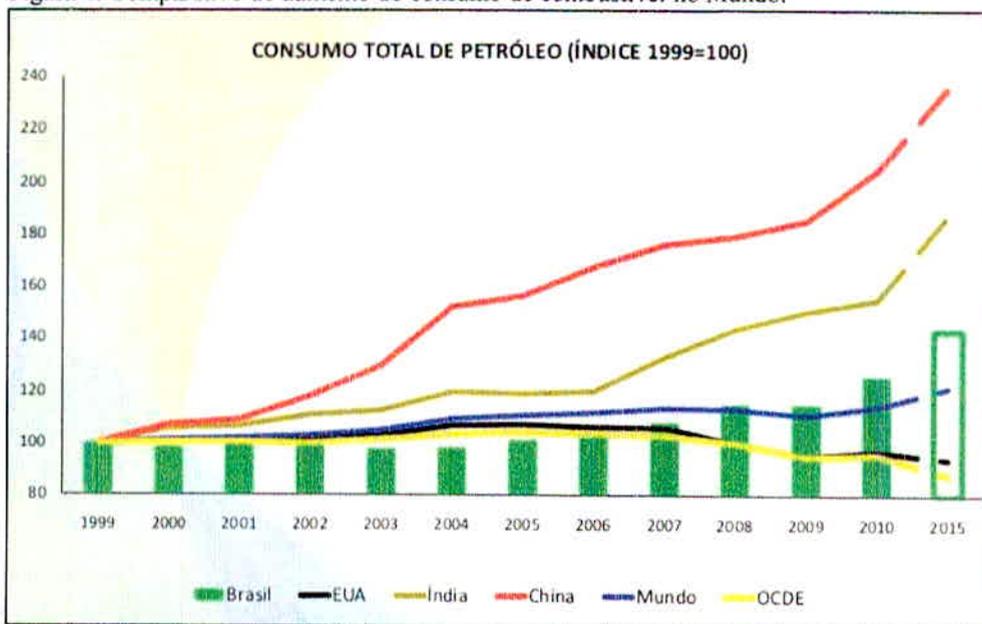
Figura 3: Demanda futura projetada.



Fonte: IEA (2005 apud BBC BRASIL, 2013).

No Brasil, dados estatísticos da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis mostram que o consumo geral de combustíveis em 2012 foi de 129,677 trilhões de litros. Isso representa um aumento de 6,1%, em relação aos 122,22 trilhões de litros no ano anterior. Novamente vale ressaltar que o principal combustível utilizado atualmente nos veículos automotores é a gasolina, um derivado do petróleo que por sua vez é uma mistura complexa de hidrocarbonetos, ou seja, de substâncias orgânicas formadas apenas por hidrogênio e carbono resultado da decomposição de matérias orgânicas durante milhares de anos, por isso, não renovável.

Figura 4: Comparativo do aumento do consumo de combustível no Mundo.



Fonte: BP Statistical Review/ Projeções Petrobras.

## 2.6 Desenvolvimento sustentável

No Brasil, a cultura de preservação ambiental e o consumo consciente dos recursos naturais caminha a passos curtos mas com grandes expectativas de evolução mais consciente e sustentável. Com as constantes alterações climáticas como a elevação da temperatura terrestre devido ao efeito estufa resultante da alta concentração de gases poluentes emanados por indústrias, pela agricultura e em questão, o aumento da frota mundial de veículos, que tem significativa participação nos altos níveis de poluição, nos leva a buscar produtos que contribuam de alguma maneira para a redução de tal poluição. Em pauta o seguimento dos veículos híbridos vem conquistando seu espaço em um mercado tão consolidado mas que precisa ser remodelado.

Os veículos híbridos, tecnologia já experimentada no passado mas que não se consolidou, começam a surgir como alternativa para a redução do consumo de combustíveis derivados do petróleo e a redução dos gases tóxicos responsáveis pelo efeito estufa. Mas seu desenvolvimento ainda esbarra em diversos fatores como os altos preços da tecnologia embarcada, a falta de incentivo pelos governos na aquisição de veículos com melhor fator ecológico e eficiente pelos consumidores e um mercado de veículos populares que é muito competitivo, e que apresentou um grande salto no número de veículos licenciados ao redor do mundo.

## 2.7 Surgimento dos sistemas híbridos

O veículo híbrido tem sua origem nos veículos elétricos. A história do veículo elétrico explica o desenvolvimento de dispositivos práticos de estocagem de energia elétrica que, combinados com a invenção de métodos de conversão de energia elétrica para mecânica, forneceram a possibilidade de um método novo, silencioso e limpo de propulsão.

Após a criação da primeira bateria que ficou conhecida como bateria de Volta em 1800 por Alessandro Volta, e a descoberta da indução eletromagnética em 1831 por Michael Faraday, ficou exposta a relação íntima entre magnetismo e corrente elétrica permitindo a consolidação da tecnologia elétrica e eletrônica incluindo motores e geradores elétricos. A partir desse ponto, todas as descobertas relacionadas à operação de um motor elétrico levaram inventores a pensar na possibilidade de usar a bateria de Volta para acionar um motor elétrico conectado às rodas de um veículo leve.

Os primeiros veículos elétricos surgiram por volta de 1835, mas pouco evoluíram até 1859, quando foi descoberta a conhecida bateria de ácido e chumbo, amplamente utilizada em veículos automotores e veículos elétricos como fonte de energia.

Os anos de 1900 e 1912 podem ser citados como a era de ouro para os veículos elétricos embora os veículos à gasolina tenham sido desenvolvidos rapidamente neste período. Em 1903 havia mais veículos elétricos em Londres que veículos com motores à combustão interna, porém essa situação não foi suportada por muito tempo. Depois do Modelo K da Ford em 1906, apresentou o primeiro desafio real para os motores elétricos e com o Modelo T, também da Ford, lançado em 1909 ficou claro que os motores à combustão interna haviam ganhado o mercado de transporte particular.

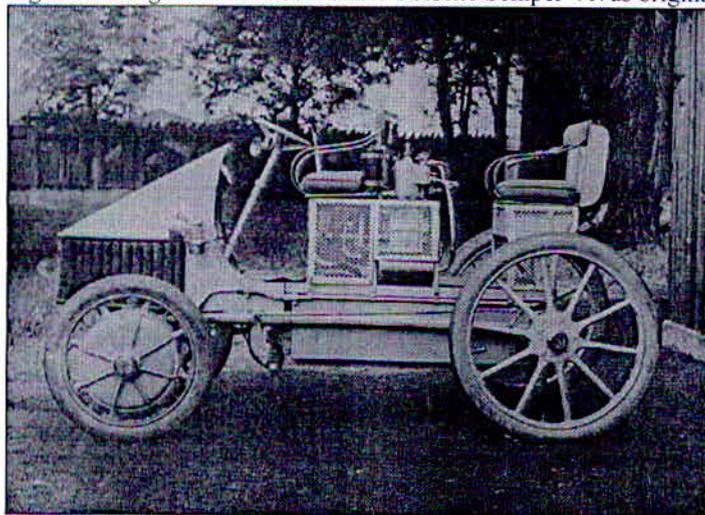
Justamente aí aparece um dos grandes gênios do Século 20. Ferdinand Porsche, de família de língua alemã, nasceu na antiga Boêmia, parte da Áustria-Hungria, em 1875. Precisamente na cidade de Maffersdorf, hoje território da República Checa. Portanto, não era alemão, nem austríaco ou húngaro, mas sim checo.

Porsche focou interesse inicial na eletricidade e ainda jovem se associou ao austríaco Ludwig Lohner. A Feira Mundial de Paris, visitada por cinco milhões de pessoas em 1900, exibiu os grandes avanços do Lohner-Porsche. Suprimindo eixos, correntes de transmissão e câmbio, o carro era propulsionado por dois motores elétricos nos cubos das rodas dianteiras e, apesar de baterias pesadas, alcançava autonomia de 50 quilômetros. Uma versão de corridas do Lohner-Porsche possuía quatro motores nos cubos das rodas (primeiro automóvel 4x4) e freios também nas quatro rodas, duas primazias históricas. Um ano antes, no Salão do Automóvel de

Berlim, a empresa belga Pieper apresentou o que seria hoje considerado um híbrido em paralelo: motor elétrico central conectado por embreagem a um motor a combustão que movia as rodas por uma transmissão convencional. Porém, esse carro nunca chegou a funcionar de forma satisfatória.

Porsche começou a desenvolver, no outono de 1900, o híbrido em série a fim de aumentar a autonomia de seu carro elétrico. No Salão do Automóvel de Paris, de 1901, mostrou o protótipo batizado de Semper Vivus (Sempre Vivo), ainda sem carroceria, do primeiro automóvel funcional desse tipo. O Semper Vivus tinha baterias menores para abrir espaço a dois pequenos motores a gasolina de 3,5 cv, acoplados a dois geradores de 2,5 cv. Esse conjunto era colocado no centro do chassi, entre os bancos dianteiro e traseiro. Os motores trabalhavam separadamente e o excesso de corrente, após passar pelos motores elétricos nos cubos dianteiros, era armazenado nas baterias.

Figura 5: Imagem do híbrido Lohner-Porsche Semper Vivus original, de 1901.



Fonte: <http://carros.uol.com.br/noticias/redacao/2011/05/20/criado-em-1901-lohner-porsche-mixte-foi-o-primeiro-carro-hibrido-da-historia.htm>

No final de 1901, a versão definitiva do Lohner-Porsche Mixte ficou pronta e cinco unidades foram vendidas. Já apresentava aspecto convencional: motor dianteiro de 25 cv e árvore de transmissão até o gerador sob o banco.

Incrível nesse relato é que a solução hibernou, esquecida por 97 anos, até a Toyota lançar o Prius no Japão, em 1997, primeiro híbrido fabricado em grande escala. Foi introduzido à Europa, Estados Unidos e 49 outros mercados em 2000 e atualmente é comercializado em mais de quarenta países. Os principais mercados são a América do Norte e o Japão. Ainda de acordo com a Toyota, as vendas acumuladas do Toyota Prius ultrapassaram a marca de um milhão de

veículos vendidos em meados de 2008. Carros puramente elétricos tentaram lugar ao sol, mas fracassaram ou se tornaram aplicações de nicho.

Figura 6: Prius da Toyota, modelo de 1997.



Fonte: <http://carroshibridospi.blogspot.com.br/>.

### 3 VEÍCULO HÍBRIDO

Chau e Wong (2002) assinalam que qualquer veículo que tenha mais de uma fonte de propulsão pode ser classificado como veículo elétrico híbrido, mas esse termo é mais frequentemente utilizado para veículos que combinam motores elétricos com motores a combustão interna.

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

A concepção de base dos veículos híbridos assenta na conjugação das vantagens dos veículos convencionais movidos por motores de combustão interna e dos veículos elétricos. Associam elevada autonomia e densidades de energia e potência, elevados rendimentos e emissões nulas a nível local. Esse último quando utilizado apenas o motor elétrico. Por outro lado, procura-se superar também as limitações de ambos. No caso dos motores de combustão interna, utilização de grandes quantidades de combustíveis fósseis e emissão de gases de efeito de estufa. Para os veículos elétricos se refere as autonomias reduzidas, elevados tempos de carregamento do sistema de armazenamento de energia e maior custo inicial.

Na utilização de motores eléctricos nos veículos híbridos há dois objetivos bem vinculados: o primeiro é a optimização do rendimento dos motores de combustão interna, a recuperação da energia cinética na frenagem do veículo armazenando-a em baterias. Este apenas é possível pela presença dos motores eléctricos.

### 3.1 Principais componentes de um veículo híbrido

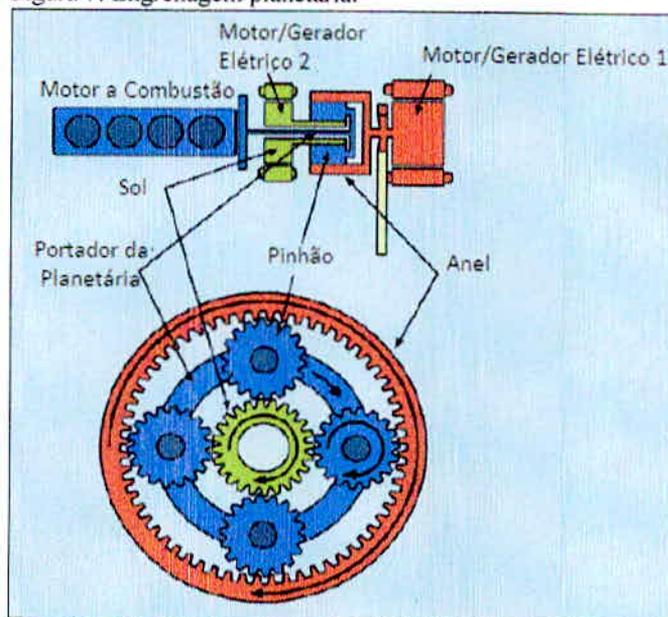
Dentre as diversas configurações dos veículos híbridos podemos citar dois tipos mais comumente utilizados: combinação em série ou em paralelo. Independente da configuração adotada, os veículos híbridos sempre apresentarão alguns componentes que são de extrema importância para o seu funcionamento. São eles:

- Motor a combustão interna: Para um veículo híbrido, tal motor tem a vantagem de ter seu tamanho reduzido por não ser o único responsável por gerar toda a potência necessária para o movimento do veículo. Tal motor também tem a responsabilidade de recarregar a bateria, assim, em algumas ocasiões ele pode estar tracionando o veículo e ao mesmo tempo recarregando as baterias;
- Motor/Gerador eléctrico: Na maioria dos veículos híbridos, o motor eléctrico também funciona como gerador. Geralmente tem-se dois motores eléctricos no carro, um que tem como funções tracionar o carro e recuperar energia em momentos de frenagem e outro que tem como funções ligar o motor a combustão e transformar a energia do motor a combustão em energia eléctrica. O motor responsável por tracionar possui uma maior potência, que em muitos momentos faz isso sem o auxílio do motor de combustão interna. Assim seu tamanho é um pouco maior que o segundo, utilizado como arranque do motor a combustão.
- Bateria: A bateria assume um papel de fundamental importância nos veículos híbridos. Sua carga determinará diversos outros componentes assim como a autonomia do carro. Em veículos comuns as baterias são de 12V. Já nos híbridos as baterias possuem valores bem mais altos de tensão. O Prius, da Toyota utilizou uma bateria no seu primeiro modelo de 288V e no segundo uma de 202V. As baterias com valores baixos de tensão como 50v por exemplo, não conseguem tracionar o veículo de maneira adequada e eficiente. Aumentando-se a voltagem, diminui-se a corrente diminuindo também a bitola da fiação eléctrica necessária;

- Conversor: Tal dispositivo tem a função de elevar ou abaixar a voltagem usada. O conversor “Buck”, por exemplo, tem a função de abaixar uma voltagem em corrente contínua, assim como um “Boost” tem a função inversa;
- Inversor: Um Inversor tem a função de transformar uma corrente contínua em corrente alternada. Sua função é de extrema importância, pois nos veículos híbridos os motores elétricos mais usados são de corrente alternada e a bateria é de corrente contínua sendo necessário um inversor entre esses dois dispositivos;
- Retificador: Responsável por transformar corrente alternada em corrente contínua.

Veículos híbridos com a configuração em paralelo possuem um componente de extrema importância, um elemento que como função deve acoplar o motor mecânico ao motor elétrico para que assim os dois possam tracionar as rodas ao mesmo tempo ou em momentos distintos. O Toyota Prius utilizou para tal uma engrenagem planetária e por enquanto esta é a solução utilizada.

Figura 7: Engrenagem planetária.



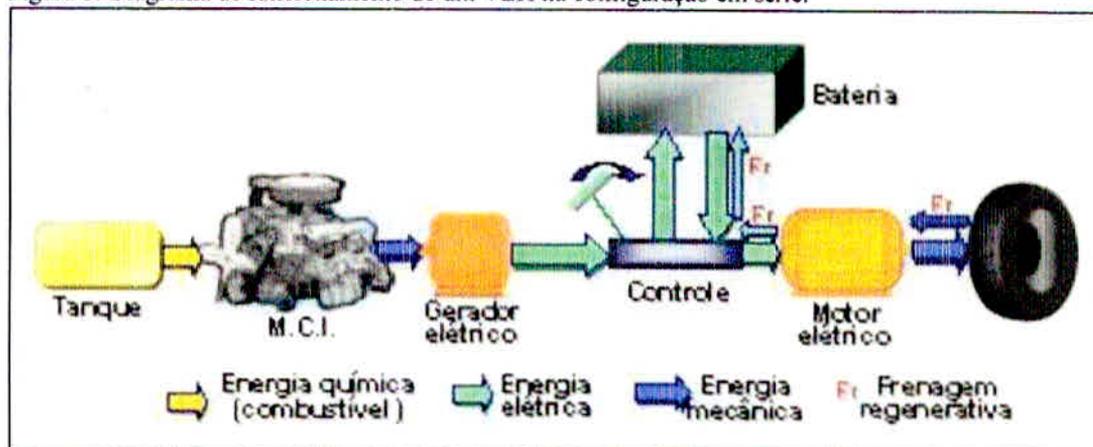
Fonte: Silva, W. M. da, (2010). Veículos elétricos e híbridos: SAE Brasil.

### 3.2 Veículos Híbridos em série

Nos veículos híbridos com motores em série, o motor a combustão é utilizado para gerar potência elétrica por meio do acoplamento a um gerador. Esta potência gerada mecanicamente é combinada com a potência da bateria em um controlador. Este controlador, então compara a

demanda de potência com a velocidade das rodas e a saída de torque disponível do sistema de propulsão principal, e usa seu algoritmo para determinar a quantidade de potência que deve ser utilizada a partir de cada fonte de propulsão. O controlador também é responsável pelo controle da potência absorvida no modo regenerativo, direcionando-a para a bateria

Figura 8: Diagrama de funcionamento de um VEH na configuração em série.

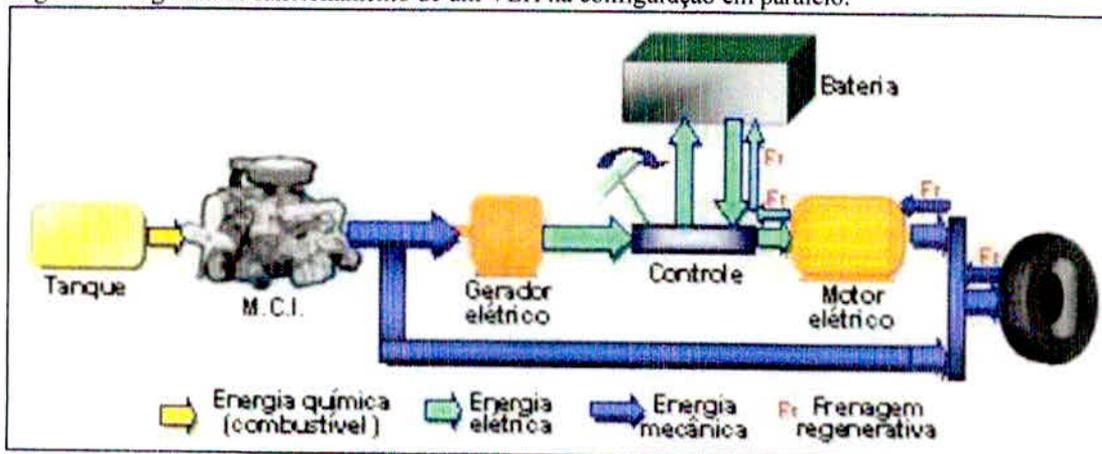


Fonte: Associação Brasileira do Veículo Elétrico.

### 3.3 Veículos Híbridos em paralelo

Nos veículos híbridos com motores em paralelo, apresentam ambos os sistemas de propulsão conectados a transmissão. Nessa configuração, o veículo pode ser propulsionado pelo motor a combustão, pelo motor elétrico, ou por ambos ao mesmo tempo, sendo possível escolher livremente a quantidade de energia proveniente de cada fonte a fim de satisfazer a demanda de potência em qualquer instante de tempo.

Figura 9: Diagrama de funcionamento de um VEH na configuração em paralelo.



Fonte: Associação Brasileira do Veículo Elétrico.

### 3.4 Funcionamento dos veículos Híbridos

Uma das principais características dos automóveis híbridos é a de o motor elétrico funcionar simultaneamente como um motor a combustão que fornece potência para movimentar o automóvel e como um gerador que recarrega as baterias.

Os veículos híbridos possuem um sistema computacional que faz todo o controle de qual sistema de transmissão deve ser utilizado instantaneamente e faz essa combinação automaticamente. O sistema identifica a necessidade de carga exigida e faz as alterações.

Sempre ao dar partida no veículo, o motor elétrico é acionado e o mesmo permanece em funcionamento individualmente até que necessite de mais potência. Essa situação é a vivenciada nos centros urbanos. Os motores elétricos podem permanecer em funcionamento até os 85km/h, valor que pode variar de um modelo para outro. Quando se necessita de mais potência, como em ultrapassagens, aclives e velocidades elevadas em auto estradas, o sistema reconhece e aciona o motor a combustão para suprir a demanda de potência.

### 3.5 Veículos híbridos disponíveis no mercado

Na categoria dos híbridos o mercado oferece quatro opções: o Mitsubishi Outlander PHEV, que custa R\$ 199 mil, o Lexus CT 200H, por R\$ 130 mil, o Ford Fusion, por R\$ 145 mil e o Toyota Prius, que é o mais antigo, o mais vendido no mundo e também o mais barato: custa R\$ 107 mil. Além do Porsche Panamera que só é vendido sob encomenda e do Cinquecento que roda em teste mas não está à venda.

Figura 10: Ford Fusion Híbrido.



Fonte: <http://www.hybridcars.com/2015-ford-fusion-energi-review/>

#### 4 O CARRO MAIS ECONÔMICO DO BRASIL

A ABVE (Associação Brasileira dos Veículos Elétricos) afirma que as economias de combustível são de 10 a 50% comparando-se com o veículo equivalente com motor de combustão interna. Além disso, a mesma entidade diz que é possível reduzir as emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) em até 50% e as emissões de monóxido de carbono (CO), hidrocarbonetos (HC) e óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>) em até 90%.

Segundo dados do Inmetro (Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia) em seu programa de etiquetagem veicular (PBE veicular), onde divulga uma lista com as médias de consumo de carros testados à venda no Brasil, a entidade adicionou ao relatório o sedan da Ford Fusion Hybrid. O relatório tem na sequência os modelos Toyota Prius e Lexus CT200h também Toyota em segundo e terceiro colocados respectivamente. Como curiosidade fica que os três colocados são veículos de propulsão híbrida, mostrando assim o grande potencial nessa tecnologia.

O Fusion Hybrid é fabricado na planta da Ford localizada em Hermosillo, México. Utiliza dois motores, um 2.0 a combustão e outro elétrico, para funcionar obtendo a melhor média de consumo do PBE em 2014 e 2015. Juntos, os motores rendem 190 cavalos de potência. Na cidade, a média de consumo é de 16,8 km/l e, na estrada, de 14,7 km/l. O maior consumo na estrada ocorre pela maior utilização do motor a combustão neste tipo de uso.

Figura 11: Disposição dos motores no Fusion Híbrido.



Fonte: <http://www.hybridcars.com/2015-ford-fusion-energi-review/>

#### 5 INCENTIVOS GOVERNAMENTAIS

O governo alega que trabalha no que chama de “desenho de fomento” para novas tecnologias de propulsão, estabelecendo incentivos necessários à criação de mercado e

produção local de elétricos e híbridos. O grande X da questão é que se, se não há incentivo para começar a vender os modelos no Brasil, as montadoras sequer cogitam produzi-los aqui.

Em outros países, carros elétricos e híbridos chegam a concorrer com carros comuns em alguns segmentos de mercado. No entanto, a coisa é bem diferente no Brasil, onde a falta de incentivos fiscais e os preços notadamente mais altos, fazem com que a categoria passe quase despercebida ao consumidor comum.

Apesar da política nacional não ajudar os carros híbridos e elétricos, recentemente o governo acenou um movimento nessa direção com a redução do imposto de importação para veículos com propulsão a gasolina e eletricidade, baixando de 35% para algo entre 0% e 7%, dependendo da eficiência energética e comprometimento do fabricante com possível nacionalização de componentes e futura produção local.

Um dos maiores problemas enfrentados pelos híbridos e elétricos no Brasil é a taxa de IPI, que representa 25%, enquanto carros com motores convencionais pagam entre 7% e 13%. Além disso, poucos estados incentivam carros ecológicos, isentando ou reduzindo o IPVA. EM SP, por exemplo, há apenas liberação do rodízio.

Claro, tudo isso só ocorre diante de um programa federal de incentivos. O IPI é tido como o maior vilão nesse caso e sua isenção seria o primeiro passo para introdução comercial e industrial de carros híbridos e elétricos no país. Ainda assim, sem mudanças no panorama nacional, o mercado vai receber mais veículos ecológicos.

## **6 BENEFÍCIOS DOS VEÍCULOS HÍBRIDOS**

Como toda nova tecnologia, o veículo híbrido tem seus pontos altos, que são o objetivo de todos os projetos das fábricas. O principal deles é a economia de combustível aliada e redução da emissão de poluentes. A vantagem também se dá pelo fato de poder ser abastecido com qualquer tipo de combustível encontrado nos postos de abastecimento. A evolução dos híbridos também já aproveita até mesmo os movimentos, como a recuperação da energia empregada em uma frenagem para carregar a bateria. Os motores a combustão e os elétricos são pequenos, mais leves e muito eficientes.

Ficam como desvantagem, no entanto, os altos valores cobrados por esses modelos que ainda não entraram no mercado em larga escala e ainda recebem pouco incentivo a fim de motivar os consumidores a adotarem a ideia de veículos mais ecologicamente corretos.

## CONCLUSÃO

A constante preocupação com o planeta, com as emissões de gases e com um modo de vida mais sustentável fizeram com que a indústria automotiva buscasse uma alternativa aos veículos movidos por motores à combustão interna e que possuem como principal fonte de energia os combustíveis fósseis. Nos últimos anos as pessoas se familiarizaram com os veículos movidos por mais de uma fonte propulsora, veículos movidos por um motor à combustão interna e um motor elétrico e que aos poucos começam a moldar nosso cenário.

Os veículos híbridos permitem a redução do consumo de combustível e da emissão de poluentes, mas este é apenas o primeiro passo de uma longa jornada que possivelmente acabar em carros com emissões zero com alta autonomia.

Embora as expectativas de um futuro mais limpo e consciente, ainda se tem pouco incentivo para os consumidores em relação às aquisições de veículos híbridos devido aos altos custos de produção que são repassados aos mesmos. Cabe as autoridades responsáveis buscar maneiras de motivar a população a optar por veículos que oferecem uma alternativa ecologicamente responsável, garantindo assim um desenvolvimento sustentável.

## REFERÊNCIAS

- CETESB. **Qualidade do Ar no Estado de São Paulo. 2011.** Governo do Estado de São Paulo – Secretaria do Meio Ambiente, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. São Paulo, SP.
- FILIZOLA, I.M.; YAMASHITA, Y.; VERAS, C.A.G. 2004. **Nível de emissão de gases de veículos automotores leves do ciclo otto: valores referenciais.** Mestrado em Transportes Universidade de Brasília.
- CETESB. **Relatório Anual de Qualidade do Ar no Estado de São Paulo. 2004.** Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. São Paulo, SP.
- Chau, K.T.; WONG, Y.S. Overview of power management in hybrid electric vehicles. **Energy conversion and management.** Elsevier Science ltd, v.43, n.15, p. 1953-1968
- DENATRAN, Frota 2011 Disponível em: < [www.denatran.gov.br/frota.htm](http://www.denatran.gov.br/frota.htm) > Acesso em: 14 jan. 2013
- MOREIRA T.; **Trânsito intenso das grandes cidades reflete na qualidade de vida da população. 2005.** Disponível: <<http://motordream.uol.com.br/noticias/ver/2012/03/02/frota-brasileira-de-veiculos-mais-que-dobrou-nos-ultimos-10-anos>> Acesso em: 11 jan. 2013
- PINTO. **Análise das emissões veiculares em regiões urbanas e metodologia para quantificação de poluentes.** Dissertação Universidade do Estado do Rio de Janeiro- UERJ, 2005.
- Silva, W. M. da, (2010). **Veículos elétricos e híbridos:** SAE Brasil.
- Veículos Híbridos com motores em paralelo.** Disponível em: <<http://www.clesioandrade.com.br/Paginas/consumo-consciente.aspx>> Acesso em 25 de julho de 2015.
- Veículos Híbridos com motores em série.** Disponível em: <[http://www.causp.gov.br/?page\\_id=3311](http://www.causp.gov.br/?page_id=3311)> Acesso em 25 de julho de 2015.
- Veículo Prius.** Disponível em: <<http://carroshibridospi.blogspot.com.br/>> Acesso em 25 de julho de 2015.
- Associação Brasileira do Veículo Elétrico.** Disponível em: <<http://www.abve.org.br>> Acesso em 29 junho 2015.
- Ford Fusion Híbrido.** Disponível em: <<http://www.hybridcars.com/2015-ford-fusion-energi-review/>> Acesso em Julho de 2015.
- Percentual de poluição por seguimento.** Disponível em: <<http://www.cntdespoluir.org.br/>> Acesso em 29 de Julho de 2015.

**Previsão de licenciamentos de veículos novos no Brasil segundo projeções da Petrobras.**  
Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/petrobrasri/apresentao-pn-2011-2015-em-sp>> Acesso em 28 de Agosto de 2015.

**Lei nº 8723 de 28 de Outubro de 1993.** Disponível em:  
<[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L8723.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8723.htm)> Acesso em 28 de Agosto de 2015.

**Demanda futura projetada de combustíveis.** IEA (2005 apud BBC BRASIL, 2013).