

**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**

**Reginaldo de Camargo Siqueira  
Lucas Zanin Moreira**

**SISTEMA DE PROPULSÃO HÍBRIDA EM VEÍCULOS  
AUTOMOTORES - EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E  
SUSTENTABILIDADE**

**Taubaté - SP  
2019**

**Reginaldo de Camargo Siqueira  
Lucas Zanin Moreira**

**SISTEMA DE PROPULSÃO HÍBRIDA EM VEÍCULOS  
AUTOMOTORES - EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E  
SUSTENTABILIDADE**

Trabalho de Graduação apresentado para obtenção do Certificado de Graduação do curso de Engenharia Mecânica do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté.

Orientador: Prof. Me. Fábio Henrique Fonseca Santejani

Coorientador: Prof. Me. Ivair Alves dos Santos

**Taubaté - SP  
2019**

**SIBi – Sistema Integrado de Bibliotecas / UNITAU**

S618s Siqueira, Reginaldo de Camargo  
Sistema de propulsão híbrida em veículos automotores: eficiência energética e sustentabilidade / Reginaldo de Camargo Siqueira, Lucas Zanin Moreira. -- 2019.  
29 f. : il.

Monografia (graduação) – Universidade de Taubaté, Departamento de Engenharia Mecânica e Elétrica, 2019.

Orientação: Prof. Me. Fabio Henrique Fonseca Santejani, Departamento de Engenharia Mecânica.

Coorientação: Prof. Me. Ivair Alves dos Santos, Departamento de Engenharia Mecânica.

1. Sistema Híbrido. 2. Veículos. 3. Sustentabilidade. I. Graduação em Engenharia Mecânica. II. Moreira, Lucas Zanin. III. Título.

CDD – 621.313

Ficha catalográfica elaborada por Shirlei Righeti – CRB-8/6995

**REGINALDO DE CAMARGO SIQUEIRA  
LUCAS ZANIN MOREIRA**

**SISTEMA DE PROPULSÃO HÍBRIDA EM VEÍCULOS AUTOMOTORES -  
EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E SUSTENTABILIDADE**

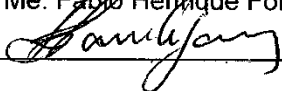
Trabalho de Graduação apresentado para  
obtenção do Certificado de Graduação do  
curso de Engenharia Mecânica do  
Departamento de Engenharia Mecânica da  
Universidade de Taubaté,

DATA: 20/11/2019

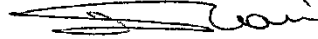
RESULTADO: APROVADO

**BANCA EXAMINADORA:**

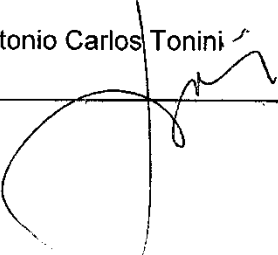
Orientador: Prof. Me. Fabio Henrique Fonseca Santejani Universidade de Taubaté

Assinatura: 

Coorientador: Prof. Me. Ivair Alves dos Santos Universidade de Taubaté

Assinatura: 

Prof. Me. Antonio Carlos Tonini Universidade de Taubaté

Assinatura: 

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho a minha família que foi tão importante nesse processo, aos meus colegas de faculdade que por vezes me auxiliaram e aos professores que foram peças fundamentais no meu aprendizado.

Lucas Zanin Moreira

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, a minha família, minha namorada, a meus amigos de trabalho na Muraseg, aos professores e funcionários da Universidade de Taubaté, mas em especial a minha mãe Maria Aparecida Murat de Camargo Siqueira, por toda força, empenho e dedicação em tornar seu filho Graduado em Engenharia Mecânica.

REGINALDO DE CAMARGO SIQUEIRA

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar agradeço a Deus, fonte da vida e da graça. Agradeço pela minha vida, minha inteligência, minha família e meus amigos.

À Universidade de Taubaté – UNITAU, que ofereceu um excelente ambiente educacional com profissionais qualificados.

Ao nosso Orientador Prof. Me. Fábio Henrique Fonseca Santejani e Coorientador, Prof. Me. Ivair Alves dos Santos por todo o incentivo e motivação na orientação deste trabalho.

Aos meus pais Laire e Vânia, que apesar das dificuldades enfrentadas, sempre incentivaram meus estudos.

Ao Prof. Me. Antonio Carlos Tonini, Msc. por aceitar compor a banca examinadora.

Às funcionárias da Secretaria pela dedicação, presteza e principalmente pela vontade de ajudar.

“O passado serve para evidenciar as nossas falhas  
e dar-nos indicações para o progresso futuro.”  
(HENRY FORD)



## RESUMO

Este trabalho traz um panorama sobre a nova tendência da indústria automobilística: os carros movidos a sistemas híbridos. Geralmente formado por um motor elétrico e um a combustão interna, os carros híbridos conjugam economia e baixa emissão de gases poluentes, fatores fundamentais para a necessidade do século 21. Mas a contemporaneidade do modelo engana. No final do século 19 automóveis movidos por sistemas híbridos chegaram a ser fabricados, porém a tendência de uso de sistemas impulsionados apenas por combustível fóssil predominou durante todo o século e apenas em 1997 a indústria retomou o projeto de carro híbrido. O nosso objetivo é apresentar como funciona o sistema híbrido, as formas de montagem, o custo-benefício para o consumidor e as vantagens da tecnologia híbrida com relação a emissão de gases e a economia de combustível. Para desenvolvê-lo fizemos uma pesquisa bibliográfica intensa, em publicações eletrônicas dirigidas ao mercado automobilístico e em trabalhos acadêmicos sobre o assunto, com isso demos um retrato claro e objetivo dessa tecnologia que será o elo entre a propulsão poluente e sistemas considerados limpos e mais econômicos. O sistema híbrido é uma tendência que veio para ficar a curto e médio prazo. Enquanto a tecnologia dos carros 100% elétricos esbarra ainda em problemas de custo e na autonomia das baterias, o sistema híbrido é o mais viável para preencher essa lacuna de necessidade que o mercado atual exige. Hoje os modelos disponíveis possuem custo de manutenção similares ou inferior a modelos convencionais, porém o preço de cada modelo nas concessionárias o torna menos acessível para a maioria da população brasileira.

Palavras-chave: Sistema Híbrido, Veículos, Sustentabilidade, Engenharia Mecânica.

## **ABSTRACT**

This work provides an overview about the new trend in the auto industry: cars powered by hybrid systems. Usually formed by an electric motor and an internal combustion engine, hybrid cars combine economy and low emission of polluting gases, which is a fundamental factor for the need of the 21st century. But the contemporaneity model deceives. By the end of the 19th century hybrid-powered automobiles were fabricated, but the trend towards fossil fuel-driven systems predominated throughout the century and only in 1997 did the industry resume the hybrid car design. Our goal is to present how the hybrid system works, the ways of mounting, the cost-effective for the consumer and the advantages of hybrid technology in terms of gas emissions and fuel economy. In order to develop it we have done an intense bibliographic research, in electronic publications directed to the automotive market and in academic works on the subject. By that way, we gave a clear and objective picture of this technology that will be the link between polluting propulsion and systems considered clean and more economical. The hybrid system is a trend that came to stay in short and medium period. While 100% of the electric cars technology still facing problems like cost and battery life issues, the hybrid system is the most viable to fill this gap, that our actual market demands. Today the available models have maintenance costs similar to or lower than conventional models, but the price of each model in the dealers makes it less affordable for the majority of the Brazilian population.

Keywords: Hybrid System, Vehicles, Sustainability, Mechanical Engineering.

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1: EMISSÃO DE GASES E CONSUMO DE COMBUSTIVEL .....	22
TABELA 2: DIFERENÇA DO CUSTO DE MANUTENÇÃO.....	23

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	10
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	11
2.1.	O início: História do motor híbrido .....	11
2.2.	Funcionamento do sistema híbrido.....	12
2.3.	Combustível e carregamento para os motores do sistema híbrido.....	14
2.4.	Manutenção e conservação do sistema híbrido .....	15
2.5.	Custo e benefício do sistema híbrido.....	16
2.6.	Sistema híbrido e a sustentabilidade com meio ambiente.....	17
2.7.	Projeto Rota 2030 – Mobilidade e Logística .....	19
3	METODOLOGIA.....	21
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	22
5	CONCLUSÃO .....	24
	REFERÊNCIAS.....	25

## 1 INTRODUÇÃO

No final do século XIX os motores com sistema híbrido não estavam ainda consolidados, era comum os carros serem equipados com motor a combustão interna, caldeira a vapor e até mesmo elétricos. Na época os veículos a combustão eram acessíveis e o abastecimento com gasolina de fácil acesso e rápido. Isso paralisou o desenvolvimento do sistema de propulsão híbrida por décadas. Em 1997 a Toyota lançou o modelo Prius, o primeiro carro híbrido da nova geração. A partir deste ano as montadoras começaram uma disputa no desenvolvimento de veículos com o sistema híbrido, visando à conscientização da utilização de recursos naturais, como no consumo de combustíveis, e a diminuição do aquecimento global. Hoje o mercado automobilístico oferece uma gama de novos modelos movidos a combustíveis fósseis e um motor elétrico. Os tipos diferem na forma de carregamento das baterias, porém todos possuem o mesmo objetivo: diminuição do consumo de combustível e emissão de gases causadores da poluição.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. O INÍCIO: HISTÓRIA DO MOTOR HÍBRIDO

Os motores híbridos são a sensação do momento; mais econômicos e menos poluentes estão em consonância com as necessidades e mentalidade do século XXI, mas a história desses motores é mais antiga do que a maioria imagina. Em 1896 o norte americano Armstrong Phaeton construiu um sistema de propulsão que combinava um pequeno motor movido à gasolina junto com um motor elétrico (ENOSHITA, 2016).

Nesta época, final do século XIX, os motores de combustão interna não estavam ainda consolidados como hoje e era comum ver os primeiros carros equipados com outros tipos de propulsores como caldeiras a vapor e até motores elétricos. Nesse novo sistema de propulsão dupla Phaeton desenvolveu uma série de inovações tecnológicas (ENOSHITA, 2016).

Entre elas estava uma embreagem acionada, a cada troca de marchas, por um sistema eletromagnético. Hoje o sistema é comum em algumas caixas automatizadas, mas naquela época era pioneiro. Outra novidade implementada pelo engenheiro foi à transmissão com três marchas à frente sincronizada. Isso só seria comum mais de um século depois. Apesar de representar uma inovação tecnológica para a época apenas o protótipo foi produzido. A empresa que fabricaria os novos motores, a Roger Mechanical Carriage Company, fechou as portas pouco tempo depois (ENOSHITA, 2016).

Quatro anos após o motor de Phaeton, Ferdinand Porsche deu início ao desenvolvimento de um propulsor híbrido em série, com o propósito de aumentar a autonomia do seu carro elétrico. O protótipo batizado de Sempre Vivus (sempre vivo) foi exposto no Salão de Paris no ano seguinte. Ele possuía baterias menores para abrir espaço a dois pequenos motores a gasolina de 3,5 cv, acoplados a dois geradores de 2,5 cv (CALMON, 2011).

O conjunto era colocado bem no centro do chassi e trabalhavam separadamente. O excedente de corrente ficava armazenado em uma bateria. No mesmo ano ficou pronta uma versão definitiva do protótipo do veículo híbrido, batizada de Lohner-Porsche Mixte. Cinco unidades foram vendidas (CALMON, 2011).

As unidades possuíam motor dianteiro de 25 cv e árvore de transmissão até o gerador sob o banco. Um fato interessante foi que essa solução foi reutilizada 97 anos depois, quando a Toyota lançou o primeiro Prius no Japão. Considerado o primeiro híbrido fabricado em grande escala (CALMON, 2011).

Aliás, desde 1997, ano de lançamento do primeiro Híbrido da Toyota, os mercados mundiais, em especial o dos Estados Unidos, vêm testemunhando um grande número de lançamento de automóveis com motores híbridos. Isso se deve ao fato dos incentivos dados pelo governo norte americano aos fabricantes de carros com este tipo de motor, motivado não apenas por questões ambientais, mas aumentar a segurança energética do país (CALMON, 2011).

## 2.2. FUNCIONAMENTO DO SISTEMA HÍBRIDO

O sistema híbrido foi criado com a função de aperfeiçoar a tecnologia de um veículo puramente elétrico, pois como ele possui uma autonomia de percurso menor que o de um veículo a combustão, se faz necessário um auxílio deste sistema. Nele estará um ou dois motores elétrico junto com um motor a combustão, entregando maior autonomia ao veículo, eficiência de propulsão devido o motor elétrico possuir melhor torque com baixos giros, economia de combustível tanto elétrico como combustão, menor emissão de gases poluentes ao meio ambiente, maiores desempenho e entrega de potência do motor. Nesta junção de dois sistemas de propulsão no veículo resulta na formação deste sistema híbrido (COLÉGIO SÃO FRANCISCO, 2019).

Este sistema tem a possibilidade da autorregeneração, fazendo com que a parte do sistema que é elétrico seja autossuficiente, se aproveitando do calor dissipado no momento das frenagens. Isso irá converter a energia cinética produzida na diminuição da velocidade em energia elétrica recarregando suas baterias. Esse componente do sistema híbrido se chama Freio Regenerativo (LENZ, 2013).

Os componentes que formam o sistema híbrido vão de um motor a combustão, que pode ser gasolina, álcool ou gasolina/álcool (Flex), Diesel e raramente gás, além de um ou dois motores elétricos. Fazem parte também às baterias e o componente de aproveitamento da energia cinética produzida pelo veículo a partir das frenagens ou nas descidas. Com essa formação o sistema

híbrido segue a filosofia da redução do consumo de combustível, tornando o veículo mais econômico. Com a redução de combustível fóssil ocorre a diminuição da poluição individual para cada veículo o tornando econômico e sustentável (COLÉGIO SÃO FRANCISCO, 2019).

A montagem do sistema híbrido pode ser feita de três maneiras: uma é a montagem paralela onde o carro se locomove tendo o motor elétrico como principal. Neste caso o motor de combustão interna passa a ser o auxiliar. Em outra variação desse mesmo modelo o motor a combustão é o principal e o elétrico se transforma em auxiliar. Há ainda no modelo paralelo o sistema onde os dois tipos de motores trabalham na mesma proporção. Neste formato o motor elétrico pode estar localizado no eixo dianteiro e o a combustão no eixo traseiro. Outra configuração é a que os dois motores ficam no mesmo eixo, todavia esse formato é pouco aconselhado devido o alto custo para o sistema, que exigirá sofisticados controladores eletrônicos (COLÉGIO SÃO FRANCISCO, 2019).

O outro tipo de montagem é em série, onde o veículo se locomove apenas com o motor elétrico. O motor a combustão não fica ligada nas rodas e sim direto no motor elétrico para fornecer a força de giro ou direto para as baterias. Como a propulsão é exclusiva do motor elétrico, será necessária uma bateria de maior dimensão, encarecendo o projeto (COLÉGIO SÃO FRANCISCO, 2019).

A terceira opção de montagem é o híbrido-misto onde será instalado um sensor eletrônico que irá analisar a todo instante as condições de trafego do veículo, para que seja escolhido o melhor tipo de motor para o percurso. Nesse modelo o tamanho da bateria para o motor elétrico será de dimensões maiores para garantir a autonomia do motor elétrico caso seja exigido o uso dele de forma mais constante. Essa configuração se torna a de maior custo a ser usado em um veículo híbrido, porém é a opção com melhor rendimento. Isso ocorre devido à análise constante do percurso pelo sistema eletrônico (COLÉGIO SÃO FRANCISCO, 2019).

Os sistemas diferem ainda quanto à forma de carregamento. No Plug-in o carro possui uma tomada utilizada para carregar as baterias em centrais de abastecimentos ou até mesmo na própria residência do proprietário. A vantagem desse sistema é poder carregar as baterias em momentos ociosos do veículo. Já a desvantagem é a falta de padronização de tomadas, a infraestrutura de sistemas de abastecimento e o tamanho maior das baterias (ANGELO, 2018).



Uma novidade em tecnologia para o sistema híbrido é o *Mild-Hybrid*, onde a propulsão fica para o motor a combustão. Neste caso o motor elétrico fica com as funções de acionar o motor de arranque, ele não possui força suficiente para propulsionar o carro, função que fica exclusiva para o motor a combustão. O elétrico auxilia nas funções elétricas do veículo, como o componente *start/stop*, durante a parada em um semáforo, por exemplo, o motor do veículo desliga, mas mantém os sensores elétricos ativos, funcionamento importante, pois ao pisar no acelerador o motor a combustão volta a funcionar. Este formato traz uma economia em torno de 8% a 10% no consumo em comparação aos demais veículos (ANGELO, 2018).

Nesta parceria de trabalho de um motor elétrico e um de combustão, cada tipo de propulsão possui suas vantagens e a análise das montadoras para a montagem do veículo é importante para a redução de combustível ou carga da bateria. Uma característica do motor elétrico é que ele fornece maior força em baixa rotação do motor, sendo mais eficiente no torque de saída do veículo, pois a força do motor elétrico não muda com a mudança de rotação para mais alta. Diferente do motor a combustão interna onde em rotações mais altas é mais eficiente e econômico. Isso ocorre principalmente no percurso em estradas onde a velocidade tende a permanecer constante (COLÉGIO SÃO FRANCISCO, 2019).

### 2.3. COMBUSTÍVEL E CARREGAMENTO PARA OS MOTORES DO SISTEMA HÍBRIDO

Os veículos híbridos, por possuírem dois tipos de motores, necessitam de duas fontes de energia. Este é um ponto importante que destaca a vantagem de consumo do sistema frente aos modelos convencionais. Nos veículos híbridos o gasto de combustível é menor, isso ocorre, pois ambos os motores trabalham em conjunto, entregando maior potência e reduzido o consumo. O tanque de combustível para o motor a combustão é reduzido e as baterias para o motor elétrico serão menores em comparação a um veículo puramente elétrico. Tem ainda o freio regenerativo que possibilita o carregamento das baterias, trazendo maior eficiência energética para o sistema (CASTRO; FERREIRA, 2010).

Um ponto importante fica a questão do abastecimento. O motor a combustão ainda é o meio mais simples e ágil de abastecer e locomover o veículo, portanto motores a gasolina ou mesmo flex, são uma opção interessante no sistema híbrido

principalmente para o Brasil, onde o biocombustível recebe incentivos do governo. (CASTRO; FERREIRA, 2010).

Já o motor elétrico, no caso da versão plug-in, sofre com a falta de uma infraestrutura para abastecimento. Tem ainda o problema da falta de padronização das tomadas. Opções como estações de carregamento rápido em rodovias e estradas e a instalação de terminais de carregamento em garagens residenciais e mesmo em condomínios são uma nova exigência dos carros com esse tipo de abastecimento. Países com maiores incentivos neste quesito vêm encontrando grande sucesso em expandir os veículos híbridos Plug-in ou puramente elétricos. (CASTRO; FERREIRA, 2010).

Com o passar dos anos e a volta dos carros híbridos, a tecnologia com as baterias avançou. Hoje os modelos híbridos possuem as baterias de chumbo-ácido, usadas para gerar energia para os componentes elétricos, e outra de níquel-hidreto metálico usada para prover energia de propulsão ao motor elétrico. Esta bateria de níquel-hidreto metálico vem sendo utilizada para os veículos híbridos mais sofisticados. Ela possui uma validade de 10 anos, mas ainda esbarra no custo muito elevado (CASTRO; FERREIRA, 2010).

As baterias de íon-lítio são as mais utilizadas nos veículos híbridos. Isso ocorre por apresentarem diversas vantagens como vários ciclos de carga-descarga e menor valor entre as baterias disponíveis no mercado. Porém o custo e o nível de segurança em trabalhos de alto desempenho e altas temperaturas são desafios a serem enfrentados no decorrer dos anos (CASTRO; FERREIRA, 2010).

#### 2.4. MANUTENÇÃO E CONSERVAÇÃO DO SISTEMA HÍBRIDO

A manutenção e os cuidados com os veículos híbridos não diferem muito do que é feito com os modelos convencionais. O principal desafio do proprietário é manter as baterias sempre em boas condições. Uma das principais recomendações dos fabricantes é não deixar o automóvel por longos períodos sem utilizar. Deve ser evitado, no caso dos modelos Plug-in, o uso de adaptadores de tomada não homologados pela fabricante, especialmente devido à alta amperagem que híbridos desse tipo demandam (REIS, 2017).

Todo cuidado é pouco quando se fala em baterias. Segundo a Toyota, que produz e vende o modelo Prius, o carro híbrido mais comercializado em todo o

planeta, as baterias não devem ter as entradas de ar obstruídas. Essas entradas ficam de baixo do assento traseiro. A obstrução pode diminuir o tempo de vida útil e duração da bateria. Para evitar a possível obstrução das entradas de ar ou mesmo eventuais problemas de aquecimento, a montadora recomenda cumprir à risca os planos de revisões (REIS, 2017).

Segundo a montadora Ford, que produz o Fusion Hybrid, a bateria foi projetada para durar todo o ciclo de vida do veículo e a montadora norte-americana dá uma garantia de oito anos. Mas caso ela precise ser trocada e esteja fora desse prazo, o cliente terá que desembolsar nada menos que R\$ 35.000,00 numa bateria nova em uma concessionária. O valor é próximo de um carro popular (REIS, 2017).

## 2.5. CUSTO E BENEFÍCIO DO SISTEMA HÍBRIDO

Há pouca informação disponível por parte das montadoras com relação a custos de manutenção dos modelos híbridos. Neste trabalho vamos reproduzir o levantamento feito pela revista eletrônica Notícias Automotivas sobre o custo de manutenção dos modelos Prius da Toyota e do Fusion Hybrid da Ford, os mais vendidos entre os híbridos comercializados no Brasil (REIS, 2017).

O levantamento levou em consideração a primeira versão do modelo da Ford, de 2013. Segundo ele a revisão para o automóvel com seis meses de uso ou 5 mil km rodados fica em R\$ 244,00. A segunda revisão, feita com um ano ou 12 mil km rodados, mantém o mesmo preço de R\$ 244,00. Porém o valor vai subindo para R\$ 784,00 na terceira revisão, feita com dois anos e pode chegar a R\$ 1.296,00 na revisão com 80 mil km rodados (REIS, 2017).

O levantamento fez uma comparação com o modelo Ecobuster (movido apenas à combustão) e em todas as revisões a manutenção do modelo híbrido foi mais barata que o convencional (REIS, 2017).

Já com relação ao consumo de combustível, uma comparação com os modelos da Ford versão híbrida e versão convencional (combustão interna - gasolina), mostrou que a híbrida possui um consumo 52% menor de combustível (WEB, 2019).

A Toyota cobra R\$ 240,00 pela primeira manutenção do Prius, valor que sobe para R\$ 625,00 na segunda e pode chegar até R\$ 1.060,00 na revisão número seis. Neste caso não há um modelo similar, versão convencional, rodando pela

montadora, para efeito de comparação. Por isso vamos comparar com o sedã Corolla. Quando colocado lado a lado às diferenças de custo das revisões são pequenas, praticamente as mesmas (REIS, 2017).

Com relação ao consumo, a grande vantagem dos modelos híbridos, um levantamento da Revista Quatro Rodas, feito em março de 2018 e que rodou 60 000 km com o modelo Toyota Prius, mostrou um consumo urbano de 24,2 km/l e na rodovia o veículo fez 19,6 km/l. Essa vantagem nas ruas das cidades em relação as rodovias se deve porque uma das maiores demandas de energia em um veículo acontece quando o carro está parado e sai em movimento, algo comum no pare e anda das cidades. Essa diferença de consumo ocorre, pois no modelo híbrido a unidade elétrica trabalha hora para compensar o gasto extra de energia (MALHEIROS, 2018).

Outros modelos maiores que a Toyota Prius também preza pela economia. Nos Estados Unidos o site *fuelconomy.gov* divulgou dados de consumo do modelo Toyota Corolla Híbrido 2020. Segundo esses dados o modelo, equipado com motor 1.8, e que deve ser vendido aqui no Brasil na versão flex, é capaz de rodar 22,3 km com um litro de gasolina na cidade. Na estrada, a média é de 21,9 km/l. Já a versão mais potente com motor 2.0 tem média de 13 km/l de gasolina na cidade e 16,8 km/l na estrada. O que mostra uma economia significativa em relação à versão convencional do modelo. Segundo o INMETRO o Corolla 2.0 convencional, somente com motor a combustão interna, faz média de 10,6 km/l na cidade e 12,6 km/l na estrada. Os dados foram checados com o carro utilizando gasolina (REDAÇÃO JORNAL DO CARRO ESTADÃO, 2019).

## 2.6. SISTEMA HÍBRIDO E A SUSTENTABILIDADE COM MEIO AMBIENTE

Antes de falarmos das vantagens dos sistemas híbridos de motores para o meio ambiente, vamos dar um prospecto do principal agente que esse novo sistema busca combater ou pelo menos reduzir drasticamente: a emissão de gases poluentes, nocivos ao meio ambiente (SANTOS et al, 2014).

A energia gerada pelos motores dos veículos convencionais é resultado da queima de uma mistura de combustível e ar e por não ser uma reação química completa, essa queima gera ao fim do ciclo, gases de escapamento que são

expelidos na atmosfera. Hoje o mundo possui mais de um bilhão e duzentos milhões de veículos automotores, máquinas que geram poluentes que ficam concentrados na área onde circulam. Existem também os poluentes que deslocam de uma região para outra por meio das correntes de ar. Essas movimentações provocam chuvas ácidas e até o conhecido efeito *smog* (Mistura de fumaça, poluentes gasosos, neblina, ar e partículas sólidas, que origina uma nuvem escura) (SANTOS et al, 2014).

Ele acontece devido à grande concentração de ozônio (O<sub>3</sub>). Entre os poluentes que mais afetam o planeta são aqueles lançados para a atmosfera, como o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), causando impactos consideráveis como o aquecimento global e os gases do efeito estufa (GEE). Cerca de 20% das emissões globais de dióxido de carbono são causadas pelo setor de transporte. No Brasil esse número cai para 9%, uma vez que o país tem as queimadas como principal gerador de CO<sub>2</sub>, com 70% do total (CARVALHO, 2009).

Mas não é somente o dióxido de carbono o principal vilão dessa história. Veículos fósseis emitem outros gases responsáveis pela degradação ambiental, entre eles: monóxido de carbono (CO), hidrocarbonetos (HC), materiais particulados, óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>) e óxidos de enxofre (SO<sub>x</sub>) (CARVALHO, 2009).

Segundo um estudo realizado pelo Laboratório de Poluição Atmosférica Experimental da faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo a poluição gerada pelos escapamentos de veículos automotores são os causadores de cerca de 200 doenças e pelo menos três mortes por ano na região metropolitana de São Paulo. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), no ano de 2012, a poluição atmosférica foi a causadora de cerca de sete milhões de mortes em todo o planeta, sendo que 3,6 milhões de óbitos estão ligados à poluição causada por fontes móveis (veículos) e fixas (como indústrias, por exemplo), o que representa 30% a mais do que o ano anterior (VORMITTAG, 2014).

Em 2011, no estado de São Paulo, os gastos com o tratamento de doenças provocadas pela poluição foram de R\$ 76 milhões (gastos públicos) e R\$ 170 milhões (gastos privados/ complementares) totalizando despesas de R\$ 246 milhões no estado com este tipo de tratamento. Como vimos a poluição causada por veículos com motores de combustão interna tem causado não apenas prejuízos ambientais e a saúde das pessoas como também perdas econômicas (SANTOS et al, 2014).

Em contrapartida ao problema ambiental foram assinados acordos internacionais como o Protocolo de Kyoto, que buscava reduzir as emissões dos signatários, e o Acordo de Copenhague, que estabelece metas nacionais de emissões. Por isso carros com motores elétricos podem ser o caminho para a redução significativa nas emissões de gases do efeito estufa, uma vez que, como já mostramos acima, o setor de transporte representa 20% das emissões globais de dióxido de carbono. Porém este tipo de motor enfrenta diversas barreiras, entre elas está à autonomia das baterias, em alguns veículos como o Tesla Model S, sua autonomia é de 426 km, Mercedes B-Class autonomia de 200 km, Honda Fit EV autonomia de 130 km e BMW i3 autonomia de 160 km (HAMANN, 2014).

Entre os modelos apenas um, o Tesla model S, tem autonomia comparável a um carro de combustão interna. Outro obstáculo é o custo. Nos Estados Unidos, por exemplo, um modelo Volkswagen Golf custa 13 mil dólares a mais na versão elétrica do que na convencional. Esses fatores impedem os carros elétricos de substituir os carros movidos apenas a combustíveis fósseis a curto e médio prazo, por isso os veículos com sistema híbrido vêm ganhando cada vez mais espaço como a solução viável para a redução na emissão de gases (HAMANN, 2014).

Por usar um motor elétrico ou de outra fonte de energia não poluente em conjunto com o de combustão, os carros híbridos rodam mais utilizando menos combustível.

Estudos realizados pelo CENPE, Centro de Pesquisa e Desenvolvimento da Petrobrás mostrou que os veículos híbridos apresentaram uma redução significativa nos níveis de poluentes em relação aos veículos convencionais. Com taxas de diminuição de 50% a 80% na emissão de gases na atmosfera. Em alguns casos chegando até 90% a menos nas emissões (QUEIROZ, 2018).

## 2.7. PROJETO ROTA 2030 – MOBILIDADE E LOGÍSTICA

O projeto Rota 2030 – Mobilidade e Logística é um projeto do Governo Federal que visa uma reformulação no setor automotivo no país, desde o desenvolvimento de novos veículos, em novas regras de mercado e novo regime tarifário de produtos importados para a produção nacional. O objetivo de o setor passar por grande transformação nos novos projetos, na produção e na forma de usá-los, inserindo a indústria automotiva na produção global (BRASIL, 2019).

Com este projeto, será incentivado a sustentabilidade ambiental, incentivando novas pesquisas e desenvolvimento, cumprindo metas estipuladas com o objetivo de tornar a produção brasileira mais competitiva, não só no quesito redução de custos, mas também no desenvolvimento tecnológico e inovação, modernizando a produção e mantendo a sobrevivência as companhias do setor automotivo do país (BRASIL, 2019).

Dessa forma o Projeto Rota 2030 Mobilidade e Logística irá combater algumas dificuldades que o setor vem vivendo, como na baixa competitividade com o setor global, o atraso tecnológico e estrutural das empresas, o risco de transferência de polos industriais para outros centros acarretando na perda de postos de trabalho (BRASIL, 2019).

### **3 METODOLOGIA**

O Trabalho ele é descritivo e qualitativo, abordando de forma biográfica o tema sobre sistemas de propulsão híbrida, utilizando de tabelas comparativas entre os modelos de veículos a combustão interno e híbrido para evidenciar os números defendidos sobre os veículos híbridos.

De acordo com Gil (1991), uma pesquisa pode ser definida como um procedimento racional e sistemático que tem como intuito possibilitar argumentos aos problemas apresentados. Um trabalho científico inicia-se quando não possuímos informações satisfatórias e será necessário levantá-las para resolver o problema ou então as informações existem, porém precisam ser organizadas antes de analisadas.

A pesquisa é desenvolvida através de um processo com diversas fases, desde o início na formulação do tema a ser investigado até a apresentação dos resultados e conclusões (SILVA; MENEZES, 2005).



#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O trabalho de pesquisa apresentou que o sistema de carro híbrido é uma tendência que veio para ficar. Em uma época onde o fator ambiental junto a racionalidade no uso de recursos é uma preocupação constante do mercado consumidor, empresas investem num sistema que alia o combustível fóssil, ainda presente em grandes reservas internacionais, á tecnologia considerada limpa na emissão de gases.

Cerca de 20% das emissões globais de dióxido de carbono são causadas pelo setor de transporte, conforme número de emissões da tabela 1, poluição que causa prejuízos ambientais e também a saúde da população gerando gastos para o sistema de saúde. Só no estado de São Paulo, os gastos com o tratamento de doenças provocadas pela poluição foram de R\$ 76 milhões (gastos públicos) e R\$ 170 milhões (gastos privados) totalizando despesas de R\$ 246 milhões no estado com este tipo de tratamento. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), no ano de 2012, a poluição atmosférica foi à causadora de cerca de sete milhões de mortes em todo o planeta, sendo que 3,6 milhões de óbitos estão ligados à poluição causada por fontes móveis.

Tabela 1: EMISSÃO DE GASES E CONSUMO DE COMBUSTIVEL

Sistema	Modelo	Poluentes			Consumo de Combustível	
		NMHC (g/Km)	CO (g/Km)	NOx (g/Km)	Cidade (Km/L)	Estrada (Km/L)
Veículo Híbrido	Toyota Prius 1.8	0,006	0,038	0,006	18,9	17
Veículo Convencional	Cruze 1.8	0,027	0,572	0,016	9,1	10,8

Fonte: INMETRO (2016)

Por esses fatores há a necessidade de meios de transporte que gerem menores emissões de gases, se beneficiando das novas tecnologias que otimizem da melhor forma possível o funcionamento em conjunto das duas fontes de propulsão. A criação de sensores que analisam toda a performance do veículo,

analisando o percurso, velocidade e consumo do combustível trazem na redução de gastos de manutenção e vida de um veículo com sistema híbrido. O sedã Fusion da Ford tem um plano de revisões que alcança o mesmo nível de picapes médias. Conforme a tabela 2 só a versão de entrada com motor Duratec 2.5 Flex de até 175 cavalos com câmbio automático de seis marchas, sai por nada menos que R\$ 5.252. O EcoBoost 2.0, que agora tem 248 cavalos, cobra R\$ 5.360 por seis revisões, e o Fusion Hybrid tem um custo com revisão bem mais em conta, totalizando R\$ 3.336.

Tabela 2: DIFERENÇA DO CUSTO DE MANUTENÇÃO

Revisão	Custo		
Quilometragem	Preços 2.5	Preços 2.0 EcoBoost	Preços 2.0 Hybrid
10.000 Km	R\$ 384	R\$ 384	R\$ 244
20.000 Km	R\$ 636	R\$ 660	R\$ 460
30.000 Km	R\$ 660	R\$ 660	R\$ 452
40.000 Km	R\$ 1.576	R\$ 1.588	R\$ 1.296
50.000 Km	R\$ 660	R\$ 660	R\$ 452
60.000 Km	R\$ 1.336	R\$ 1.408	R\$ 788

Fonte: Oliveira (2017)

Porém, no Brasil, altas taxas de impostos aliada ao custo produtivo, faz com que o preço de venda de um modelo seja inacessível a maioria da população, apesar dos custos de manutenção serem mais reduzidos com relação aos modelos de combustão interna, o custo de mercado ainda dificulta a popularização deste tipo de veículo, onde o custo de modelos zero quilômetros como o Ford Fusion 2019 com preço e R\$ 182.990,00 , o Toyota Prius com valor de R\$ 128.530,00 , Toyota RAV4 ano 2020 com valor de R\$ 167.990,00 e o novo Toyota Corolla 2020 com valor de R\$ 124.990,00. São valores de mercado nada atrativos para a maior fatia da população.

## 5 CONCLUSÃO

O sistema híbrido é uma tendência que veio para ficar. Ele serve de transição entre o sistema que utiliza exclusivamente combustão interna com os de energia considerada limpa, com baixa emissão de poluentes e economia de combustível, como os elétricos que ainda esbarram no problema da autonomia das baterias. Hoje os modelos híbridos disponíveis no mercado possuem custo de manutenção similares ou inferior a modelos convencionais, porém o preço de cada modelo nas concessionárias o torna menos acessível para a maioria da população brasileira. Por isso se faz necessário uma política de estado com incentivos fiscais para produtores e consumidores visando não apenas no consumo energético, mas na diminuição da poluição nas cidades.

## REFERÊNCIAS

ANGELO, Bárbara. **Entenda quais são os três tipos de carros híbridos**. 2018. Disponível em: <<https://autopapo.com.br/noticia/entenda-os-tres-tipos-de-carros-hibridos/>>. Acesso em: 20 ago. 2019.

BRASIL. MINISTÉRIO DA ECONOMIA. . **Rota 2030 - Mobilidade e Logística**. 2019. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/index.php/competitividade-industrial/setor-automotivo/rota2030>>. Acesso em: 26 nov. 2019.

CALMON, Fernando. **Criado em 1901, Lohner-Porsche Mixte foi o primeiro carro híbrido da história**. 2011. Disponível em: <<https://www.uol.com.br/carros/noticias/redacao/2011/05/20/criado-em-1901-lohner-porsche-mixte-foi-o-primeiro-carro-hibrido-da-historia.htm>>. Acesso em: 06 set. 2019.

CARVALHO, Carlos Henrique Ribeiro de. **Emissões relativas de poluentes do transporte motorizado de passageiros nos grandes centros urbanos brasileiros**. Abril, 2009.

CASTRO, Bernardo Hauch Ribeiro de; FERREIRA, Tiago Toledo. **Veículos elétricos: aspectos básicos, perspectivas e oportunidades**. 2010. Disponível em: <<https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/1764>>. Acesso em: 12 set. 2019.

COLÉGIO SÃO FRANCISCO (São Paulo) (Org.). **Motor Híbrido**. Disponível em: <<https://www.portalsaofrancisco.com.br/mecanica/motor-hibrido>>. Acesso em: 14 ago. 2019.

ENOSHITA, Evandro. **O primeiro carro híbrido do mundo foi feito em... 1896**. 2016. Disponível em: <<https://motorshow.com.br/o-primeiro-carro-hibrido-do-mundo-foi-feito-em-1896/>>. Acesso em: 06 set. 2019.

HAMANN, Renan. **Por que não veremos carros elétricos populares no Brasil tão cedo?** 2014. Disponível em: <<https://www.tecmundo.com.br/carro/59829-nao-veremos-carros-eletricos-populares-brasil-tao.htm>>. Acesso em: 06 set. 2019.

LENZ, André Luis. **Veículos Elétricos - Os Carros Verdes - Emissão "Zero" de Carbono - Tecnologias e Empreendimentos: Freio Regenerativo (Sistema de Recuperação de Energia Cinética)**. 2013. Disponível em: <<http://automoveiseletricos.blogspot.com/2013/03/freio-regenerativo-sistema-de.html>>. Acesso em: 14 ago. 2019.

MALHEIROS, Péricles. **Longa Duração: Toyota Prius, um mestre em economia de combustível**. 2018. Disponível em: <<https://quatorodas.abril.com.br/testes/longa-duracao-toyota-prius-um-mestre-em-economia-de-combustivel/>>. Acesso em: 06 set. 2019.

OLIVEIRA, Ricardo de. **Revisão Ford: preços e detalhes**. 2017. Disponível em: <<https://www.noticiasautomotivas.com.br/revisao-ford-precos-e-detalhes/#Fusion>>. Acesso em: 08 out. 2019.

QUEIROZ, Juliana de Freitas. **Introdução do Veículo Híbrido no Brasil: Avanço Tecnológico aliado à Qualidade de Vida**. 2018. Disponível em: <[www.mecanica-poliusp.org.br](http://www.mecanica-poliusp.org.br)>. Acesso em: 06 set. 2019.

REDAÇÃO JORNAL DO CARRO ESTADÃO (São Paulo). Jornal Estadão (Ed.). **Corolla híbrido 2020 tem os dados de consumo revelados nos EUA**. 2019. Disponível em: <<https://jornaldocarro.estadao.com.br/carros/corolla-hibrido-2020-tem-os-dados-de-consumo-revelados-nos-eua/>>. Acesso em: 06 set. 2019.

REIS, Alessandro. **Você sabe como funciona a manutenção de carros híbridos e** <<https://www.uol.com.br/carros/noticias/redacao/2017/07/11/voce-sabe-como-funciona-o-pos-venda-de-carros-hibridos-e-eletricos.htm>>. Acesso em: 06 set. 2019.

SANTOS, Nilceia Cristina dos et al. **Análise das vantagens ecológicas de veículos automotivos com motores: flex e híbrido**. 2014. Disponível em: <<http://www.fatecpiracicaba.edu.br/revista/index.php/bioenergiaemrevista/article/view/123/71>>. Acesso em: 06 set. 2019.

VORMITTAG, Evangelina M. P. A. de A. **Poluição do ar deveria virar caso de polícia**. 2014. Disponível em: <<http://www.saudeesustentabilidade.org.br/index.php/pol-uicao-do-ar-deveria- virar-caso-de-policia///>>. Acesso em: 02/08/2014.

WEB, Carros na. **Comparativo**. 2019. Disponível em: <<https://www.carrosnaweb.com.br/resultcompara.asp?modelos=2752-2751>>. Acesso em: 08 out. 2019.