

CENTRO UNIVERSITÁRIO SAGRADO CORAÇÃO

CAIO PIASENTINE CARVALHO

ESTUDO SOBRE OS MOTORES ELÉTRICOS E SUA REAL EFICIÊNCIA NA
DIMINUIÇÃO DE GASES NA ATMOSFERA

BAURU

2021

CAIO PIASENTINE CARVALHO

ESTUDO SOBRE OS MOTORES ELÉTRICOS E SUA REAL EFICIÊNCIA NA
DIMINUIÇÃO DE GASES NA ATMOSFERA

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado na forma de Artigo Científico
como parte dos requisitos para obtenção do
título de Bacharel em Engenharia Química –
Centro Universitário Sagrado Coração.

Orientadora: Prof.^a M. ^a Raquel Teixeira
Campos

BAURU

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo
com ISBD

C331e	<p>Carvalho, Caio Piasentine</p> <p>Estudo sobre os motores elétricos e sua real eficiência na diminuição de gases na atmosfera / Caio Piasentine Carvalho. -- 2021. 28f. : il.</p> <p>Orientadora: Prof.^a M.^a Raquel Teixeira Campos</p> <p>Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) - Centro Universitário Sagrado Coração - UNISAGRADO - Bauru - SP</p> <p>1. Automóveis. 2. Emissões. 3. Poluição. 4. Preservação. I. Campos, Raquel Teixeira. II. Título.</p>
-------	--

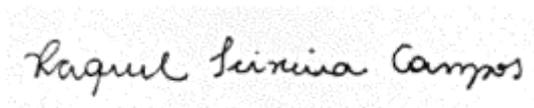
CAIO PIASENTINE CARVALHO

ESTUDO SOBRE OS MOTORES ELÉTRICOS E SUA REAL EFICIÊNCIA NA
DIMINUIÇÃO DE GASES NA ATMOSFERA

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado na forma de Artigo Científico
como parte dos requisitos para obtenção do
título de Bacharel em Engenharia Química –
Centro Universitário Sagrado Coração.

Aprovado em: 22/11/2021

Banca examinadora:



Prof.^a M.^a Raquel Teixeira Campos
Centro Universitário Sagrado Coração



Prof. Dr. Marcelo Telascrêa
Centro Universitário Sagrado Coração

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	6
2	METODOLOGIA.....	8
3	MOTORES.....	8
3.1	FUNCIONAMENTO DOS MOTORES DE CARROS ELÉTRICOS.....	8
3.2	FUNCIONAMENTO DOS MOTORES DE CARROS A COMBUSTÃO	11
4	ESTUDO DE VIABILIDADES.....	16
4.1	COMPARATIVO DE VIABILIDADE AMBIENTAL	16
4.2	COMPARATIVO DE VIABILIDADE ECONOMICA.....	20
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	24
	REFERÊNCIAS.....	25

ESTUDO SOBRE OS MOTORES ELÉTRICOS E SUA REAL EFICIÊNCIA NA DIMINUIÇÃO DE GASES NA ATMOSFERA

Caio Piasentine Carvalho

Graduando em Engenharia Química pelo Centro Universitário Sagrado Coração (UNISAGRADO)
caiopiasentine@hotmail.com

RESUMO

Muito se fala sobre a diminuição da emissão de gases a fim de diminuir a poluição e amenizar o efeito estufa. Tendo isso em vista, a substituição de carros movidos a motores a combustão por veículos que contém motores elétricos vem ganhando força com o passar dos anos. Impulsionado pelo alto preço do combustível e pelos novos benefícios oferecidos pelas montadoras, os brasileiros têm adquirido cada vez mais os veículos movidos a eletricidade ou de motorização híbrida, a fim de economizar combustível. Visando a construção de automóveis menos poluentes, são necessárias diversas pesquisas sobre a real eficiência dos motores elétricos em termos ambientais e também novas formas de atualização dos combustíveis usados nos motores a combustão atuais. Para que realmente haja uma diminuição da emissão de poluentes, os veículos movidos a eletricidade devem ser sempre produzidos em uma fábrica que utiliza fontes “limpas” de energia, além de serem carregados com as mesmas, além disso tem-se também os combustíveis sintéticos, uma alternativa menos revolucionária, onde não é necessário a substituição de toda a frota, mas sim apenas a substituição do combustível fóssil por uma nova fonte menos poluente.

Palavras-chave: Automóveis. Emissões. Poluição. Preservação.

ABSTRACT

Much is said about reducing gas emissions in order to reduce pollution and mitigate the greenhouse effect. With this in mind, the replacement of cars powered by combustion engines by vehicles that contain electric motors has been gaining momentum over the years. Driven by the high price of fuel and by the new benefits offered by automakers, Brazilians have increasingly purchased vehicles powered by electricity or hybrid engines, in order to save fuel. Aiming at building less polluting cars, several researches are needed on the real efficiency of electric motors in environmental terms, as well as new ways of updating the fuels used in current combustion engines. In order for there to really be a reduction in the emission of pollutants, vehicles powered by electricity must always be produced in a factory that uses "clean" sources of energy, in addition to being charged with them, in addition to synthetic fuels, a less revolutionary alternative, where it is not necessary to replace the entire fleet, but only the replacement of fossil fuel with a new, less polluting source.

Keywords: Automobiles. Emissions. Pollution. Preservation.

1 INTRODUÇÃO

Quando os automóveis foram criados, existiam dois tipos de concorrentes para veículos motorizados, um com motor de combustão interna e outro com motor movido a eletricidade. Os carros elétricos tinham uma significativa parcela em relação aos movidos a combustão, porém em 1908, Henry Ford escolheu um veículo movido a gasolina para realizar a primeira produção em massa de carros na história, fazendo os automóveis movidos a combustíveis fósseis ganharem a corrida no início do século XX. (HELMERS; MARX,2012).

No início dos anos de 1910, não havia muita preocupação com poluição e sim com a viabilidade econômica, por isso, ao pesar o fato de as baterias não serem muito efetivas e o preço do combustível ser baixo, os motores a combustão levaram vantagem e começaram a dominar o mercado, sendo assim até hoje. (PEREIRA, 2010). A crise do petróleo em 1970 e as guerras deram pequenos incentivos para investimento nos carros elétricos, mas o principal motivo para considerar-se viável a produção de veículos movidos a eletricidade é a saúde da população. Uma pesquisa realizada pelo Instituto Saúde e Sustentabilidade mostra que a poluição em São Paulo chega a ser 2,5 vezes maior do que o limite estabelecido pela Organização Mundial da Saúde, além de, entre 2006 e 2011, mais de 99 mil pessoas morrerem por doenças ligadas a poluição. (PEREIRA, 2010).

De acordo com o jornal *Época* (2021), em 2018, a poluição causada pela queima de combustíveis fósseis causou cerca de 8,7 milhões de mortes em todo o mundo, número muito superior a outra pesquisa que apontava cerca de 4,2 milhões de mortes anuais devido a poluição do ar, isso porque a nova pesquisa trouxe uma análise detalhada do impacto das partículas de fuligem, que quando inaladas, se alojam nos pulmões e podem causar diversos problemas de saúde. Isso significa que naquele ano, uma em cada cinco mortes está relacionada a poluição. A pesquisa, fruto da colaboração de cientistas da *Harvard University*, *University of Birmingham*, *University of Leicester* e *University College London* afirmou que o número de mortos pela poluição é maior que as mortes por tabagismo e malária juntas no ano de 2018, além disso ainda foi comprovado existência de ligações diretas de casos de doenças cardíacas, respiratórias e perda de visão com a queima de combustíveis fósseis, assim sendo “Os autores aplicaram metodologias aprimoradas para quantificar melhor as exposições e documentar melhor os resultados de saúde a fim de chegar à conclusão inquietante (mas não surpreendente) de que a poluição do ar relacionada à combustão de combustíveis fósseis é mais prejudicial à saúde humana global do que anteriormente estimado”, afirmou Ed Avol, chefe da divisão de saúde ambiental da *University of Southern California (USC)*.

Montadoras e governos de todo mundo estão promovendo veículos elétricos a fim de reduzir o uso de combustíveis fósseis para combater as mudanças climáticas. As montadoras têm metas em relação a substituição de sua frota, como a Volvo, que pretende ter uma linha de veículos completamente elétrica até 2030, já a General Motors pretende parar de oferecer carros movidos a gasolina até 2035. Entretanto, existem algumas dúvidas a respeito dos motores elétricos e sobre a sua real eficácia na redução da emissão de carbono. (TABUCHI; PLUMER, 2021).

Apesar de vários especialistas afirmarem que veículos *plug-in* são uma opção mais ecológica, os mesmos ainda têm impacto ambiental, isso se deve a forma que são fabricados e carregados. A forma como é produzida a eletricidade que abastece esses carros é de extrema importância, pois a energia provinda de uma hidroelétrica polui muito menos das advindas da queima de carvão, por isso países que usam fontes renováveis de energia estão à frente dos que usam fonte não renováveis. Outra preocupação é sobre a reciclagem das baterias usadas em carros elétricos, de acordo com Randenka Maric, professora do Departamento de Engenharia Química e Biomolecular, “a porcentagem de baterias de lítio recicladas é muito baixa, mas com o tempo e a inovação, isso vai aumentar”. (TABUCHI; PLUMER, 2021).

Existem também estudos para substituir os combustíveis fósseis comuns por combustíveis sintéticos, como é o caso do *eFuel*, onde o CO₂ (dióxido de carbono) é usado como matéria-prima para a produção da gasolina. Esses projetos são de suma importância pois dificilmente conseguirá substituir totalmente a frota atual por veículos elétricos em poucos anos, principalmente se tratando de meios de transporte maiores, como caminhões, que consomem muita energia e geralmente percorrem distâncias que a autonomia de um motor elétrico não pode suprir. O maior desafio desse projeto é o custo de produção do combustível, que dependeria muito do crescimento de seu uso associado ao decréscimo do custo da eletricidade proveniente de energias renováveis para ser reduzido e se tornar uma proposta viável. (GOMES, 2017).

Objetiva-se neste trabalho a comparação afinada de viabilidades econômicas e ambientais entre motores a combustão e motores elétricos a fim de analisar qual é mais vantajoso em termos ambientais, sendo relatado a viabilidade econômica e os esquemas de funcionamento de ambos os automóveis. Justifica-se a escolha deste tema pela importância de encontrar formas de preservar o meio ambiente e a saúde da população mundial, além da contribuição para o conhecimento sobre a nova tecnologia de motores elétricos.

2 METODOLOGIA

A metodologia empregada neste trabalho foi a pesquisa bibliográfica, caracterizada por leituras de artigos científicos nacionais e internacionais apresentados em revistas, sites, teses e eventos entre os anos de 2010 e 2021 com o tema relacionado a motores elétricos, fontes de combustíveis renováveis e estratégias para redução de emissão de gases poluentes, sendo as respectivas pesquisas entre os dias dois de agosto até doze de outubro de dois mil e vinte e um.

Foi demonstrado comparativos entre motores movidos a combustíveis fósseis e motores movidos a eletricidade, levando em consideração o processo de fabricação de ambos em diferentes países, a emissão de poluentes e as alternativas viáveis para cada situação.

3 MOTORES

Os motores podem ser definidos como máquinas que convertem uma fonte de energia em trabalho físico e a melhor maneira de diferenciá-los é o tipo de energia que cada um usa. Existem diversos tipos de motores, como os térmicos, que utilizam combustão interna ou externa para funcionamento, motores elétricos e também motores físicos. (MICU, 2019). Atualmente no mundo automobilístico, utiliza-se motores a combustão, elétricos ou ambos (veículos híbridos) nos veículos e cada um possui um funcionamento específico.

3.1 FUNCIONAMENTO DOS MOTORES DE CARROS ELÉTRICOS

Veículos movidos a eletricidade tem um sistema de motor composto por uma bateria, inversor, motor de indução e um sistema de recuperação de energia. A função da bateria é armazenar energia elétrica para o funcionamento do veículo, o inversor funciona convertendo energia para ser levada até o motor de indução, após isso a eletricidade aciona os mecanismos do motor fazendo o carro se mover. (FELIX, 2020). De acordo com o grupo Indústria Hoje (2014), uma vantagem de um sistema de motorização elétrico são as fontes de energia regenerativa (freio regenerativo), onde 90% do calor gerado pelo atrito entre pastilhas e discos de freio que seria desperdiçado é transformado em energia elétrica, reabastecendo a bateria e diminuindo a necessidade de recarga.

O sistema de bateria usado em todos os dispositivos móveis atualmente é o de íon- lítio, isso porque até o momento nenhuma outra pesquisa mostrou uma melhor efetividade para a substituição. (PEDROSO, 2020). De acordo com a empresa *KBB (Kelley Blue Book)* (2019), a composição dessas baterias é parecida com a de pilhas recarregáveis, a diferença é que seu polo positivo é feito por lítio, material que acaba permitindo a bateria ser recarregada diversas vezes, viabilizando a popularização dos carros elétricos, tendo em vista que o principal desafio dos primeiros veículos movidos a eletricidade era a limitada quantidade de

cargas. Outra vantagem é que a bateria de íon de lítio tem menor massa, tamanho e custo por serem feitas com material de baixa densidade, além de possuírem baixa toxicidade se comparando com as baterias de chumbo. (AZEVEDO, 2018). A Figura 1 exemplifica alguns exemplos de baterias íon-lítio:

Figura 1 – Baterias de íon-lítio.



Fonte: PEDROSO, 2020.

Como descreve a *Kelley Blue Book* (2019), o inversor tem a função de converter a corrente contínua gerada pela bateria em corrente alternada, criando o campo magnético para o motor de indução se mover, além disso, ele determina a frequência e amplitude da corrente de acordo com a pressão exercida pelo motorista no pedal do acelerador. De acordo com o grupo Renault (2021), o carro elétrico precisa de um inversor porque a bateria do mesmo funciona com corrente contínua, já o motor principal utiliza corrente alternada. Na Figura 2 mostra-se um exemplo de inversor.

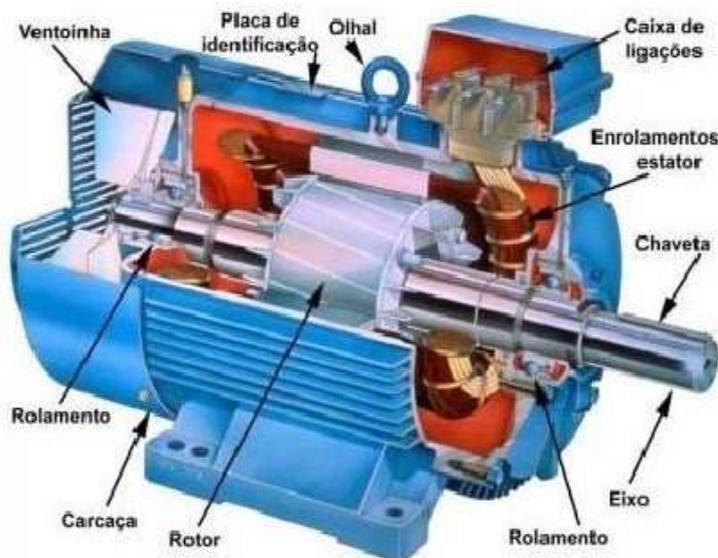
Figura 2 – Inversor.



Fonte: DEZIEL, 20219.

A empresa *KBB (Kelley Blue Book)* (2019) explica que o motor de indução é composto por um rotor e um estator, quando o campo magnético é criado, a aplicação física faz com que o rotor comece a girar, pois existem polos atuando em conjunto para gerar um campo magnético rotacional, uma vantagem é que esse processo não envolve atritos, podendo fazer a capacidade de rotação chegar a aproximadamente 15 mil rpm (rotações por minuto), implicando no aproveitamento instantâneo de torque em uma faixa sempre ideal e dispensando a necessidade de instalação de câmbio para gerenciamento de marchas. O motor de indução funciona por meio de corrente alternada e o campo magnético do rotor tende a se alinhar com o campo do estator induzindo uma força eletromotriz que produz o movimento de rotação do motor. (AZEVEDO, 2018). A Figura 3 demonstra um motor de indução e denomina os devidos compartimentos.

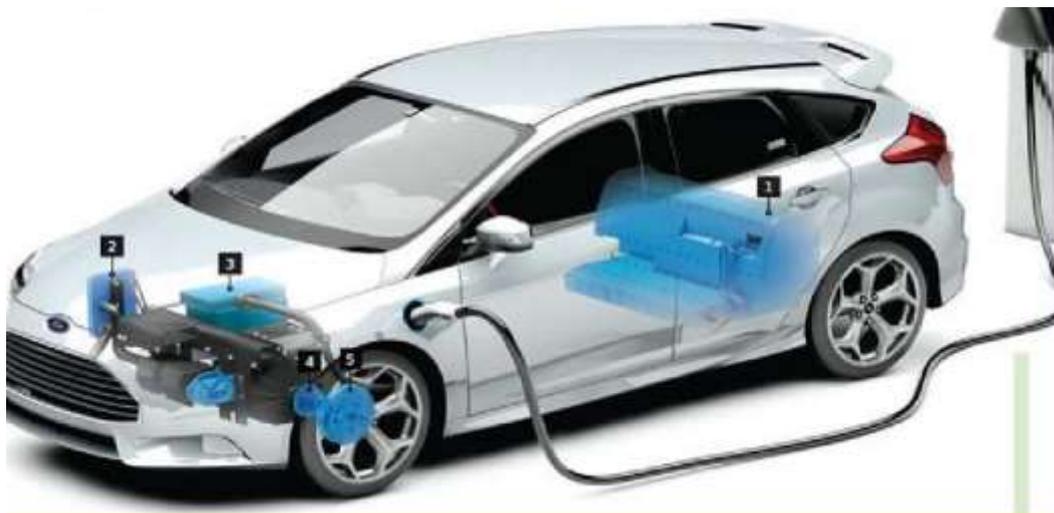
Figura 3 – Motor de indução.



Fonte: Revistaadnormas.com.br.

A explicação do grupo Indústria Hoje (2014), mostra que além do motor elétrico (3), são necessários outros componentes para fazer um veículo elétrico funcionar, a bateria (1) e freio regenerativo (5), como estoque e fonte de energia, respectivamente, além de um módulo de controle (2), que recebe a informação do acelerador e gerencia a eletricidade que vai da bateria até o motor e regula a velocidade do carro e também a transmissão (4), que só contém uma marcha e a força que movimenta o veículo é diretamente proporcional à energia fornecida pelo motor, como mostra a Figura 4.

Figura 4 – Componentes de um carro elétrico.



Fonte: Adaptado de industria hoje.com.br.

3.2 FUNCIONAMENTO DOS MOTORES DE CARROS A COMBUSTÃO

Em sua maioria, esses motores são de combustão interna, ou seja, a queima é realizada internamente e as principais peças para o funcionamento de um motor a combustão são;

A maior parte de um motor a combustão é o bloco, que sustenta todos os outros componentes, sendo feito de alumínio ou ferro fundido e contém câmaras de lubrificação e arrefecimento, além de servir de suporte para alguns acessórios como motor de partida e compressor do ar condicionado. O bloco também pode ser montado em diferentes formas para alocar 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12 ou 16 cilindros, em linha ou em “V”. (DIAS, 2015). Exemplo de um bloco de um motor de 4 cilindros em linha na Figura 5.

Figura 5 – Bloco de um motor.



Fonte: webmotors.com.br.

As peças responsáveis pelo movimento que expande e comprime gases são os pistões, fabricados em ligas de alumínio e interligados às bielas através de um pino. (LIRA, 2021). A Figura 6 demonstra o funcionamento de quatro pistões trabalhando em conjunto.

Figura 6 – Pistões de um motor.



Fonte: webmotors.com.br.

As bielas são responsáveis por ligar os pistões ao virabrequim, sua composição é de aço forjado e é um componente móvel com duas extremidades, cada qual com um orifício, o superior, com um diâmetro menor, tem um pino que liga a biela ao pistão, já o inferior, com diâmetro maior, é ligado ao virabrequim por um material antifricção denominado bronzina. (CARNEIRO, 2019). A Figura 7 mostra uma biela fabricada em aço.

Figura 7 – Biela de um motor.



Fonte: CARNEIRO, 2019.

O virabrequim geralmente é feito de liga de aço pois está em contato direto com partes muito quentes do veículo e com atrito constante, sendo responsável por receber as forças geradas pelo movimento dos pistões durante a queima da mistura ar-combustível a fim de transforma-la em torque rotacional, além de, nos casos de veículos que utilizam correia dentada ou corrente de distribuição, se encaixar a uma polia que aciona o comando de válvulas, fazendo as partes funcionarem em sincronia. (LIRA, 2021). Na Figura 8, pode-se observar um exemplo de virabrequim.

Figura 8 – Virabrequim.



Fonte: webmotors.com.br.

De acordo com a *Kelley Blue Book* (2018), todo motor a combustão necessita de óleo lubrificante para seu funcionamento e o reservatório do mesmo é chamado de cárter, uma peça localizada na parte inferior do motor e além do armazenamento do lubrificante, ele ajuda no resfriamento. O cárter pode ser úmido ou seco, sendo o primeiro mais usual pelo menor custo, onde o óleo é estocado no próprio cárter e levado para os outros componentes do motor por meio de uma bomba de óleo, já no cárter seco, o óleo fica localizado em um reservatório a parte do motor e é levado com precisão para toda área do motor para que não haja nenhum tipo de concentração em nenhuma área do motor, esse projeto é mais usado em carros de competição. Um exemplo de cárter úmido pode ser visto na Figura 9.

Figura 9 – Cárter de um motor.



Fonte: kbb.com.br.

O Cabeçote é um componente localizado na parte superior dos cilindros, normalmente é fabricado no mesmo material que o bloco (alumínio ou ferro) e nele localiza-se diversas peças do conjunto mecânico, como pode ser visto na Figura 10. (CARNEIRO, 2019).

Figura 10 – Cabeçote.



Fonte: webmotors.com.br.

Dentro do cabeçote, podemos encontrar o comando de válvulas, um eixo cilíndrico de pequeno diâmetro, capaz de abrir as válvulas do motor. Para cada cilindro do propulsor, existem pelo menos duas válvulas, uma de admissão e outra de escape, tendo a função de regular a passagem de fluidos e gases (válvulas de admissão controlam a passagem de ar- combustível, já as de escape, controlam a saída de gases resultantes da queima do combustível). No sistema de alimentação, a função de pulverização de combustível são dos

bicos injetores, onde nos sistemas atuais de motores, podem ser de injeção direta (jogam combustível sem desvio na câmara de combustão) ou indireta (jogam combustível no duto de admissão). (CARNEIRO, 2019).

Com a função de produzir centelha, também alocada no cabeçote, existe a vela de ignição, onde a ponta é confeccionada em metal e o restante em material cerâmico isolante, ela está ligada a parte elétrica do veículo por meio de cabos e funciona produzindo faíscas que inflamam a mistura de ar e combustível já comprimida dentro do pistão. Para haver uma ligação entre o virabrequim e o comando de válvulas, para existir sincronismo entre ambos e um trabalho sem folgas, é utilizada uma correia dentada ou corrente metálica, produzidas em borracha e em metal, respectivamente. A última parte superior do motor, que liga o cabeçote ao bloco, é a junta do cabeçote, com a espessura de uma folha e reproduzindo exatamente o formato dos cilindros, a junta precisa ligar o cabeçote ao restante do motor de maneira harmônica para o funcionamento ideal do propulsor. (CARNEIRO, 2019). A Figura 11 demonstra os principais componentes de um motor movido a combustão.

Figura 11 – Componentes de um motor a combustão.

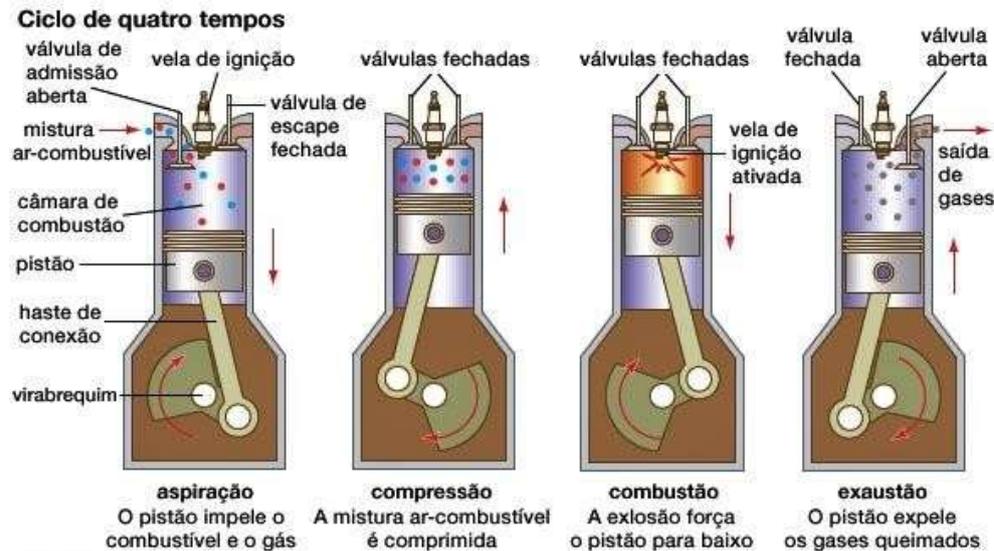


Fonte: CARNEIRO, 2021.

A maioria dos motores de combustão interna atualmente são do tipo quatro tempos e pode-se usar esse curso para demonstrar de onde vem a potência do motor. Todo motor precisa de ar para a combustão, então durante o curso de admissão, as válvulas abrem para que os pistões puxem o ar quando se movem para baixo, ao final desse curso, as válvulas se fecham a fim de vedar o cilindro, então o pistão faz o movimento comprimindo a mistura para que haja a explosão. O outro componente da mistura, o combustível, é jogado dentro do

cilindro pelos bicos de injeção quando os pistões estão próximos do fim do curso de compressão e logo antes do fim desse curso, as velas geram a faísca e acendem a mistura. A expansão dos gases quentes em combustão empurra os pistões de volta para baixo e isso gera a potência que faz o carro se mover. (COWELL, 2019). O ciclo *Otto* (quatro tempos) é exemplificado na Figura 12.

Figura 12 – Exemplo de um ciclo de quatro tempos.



Fonte: SILVA, 2018.

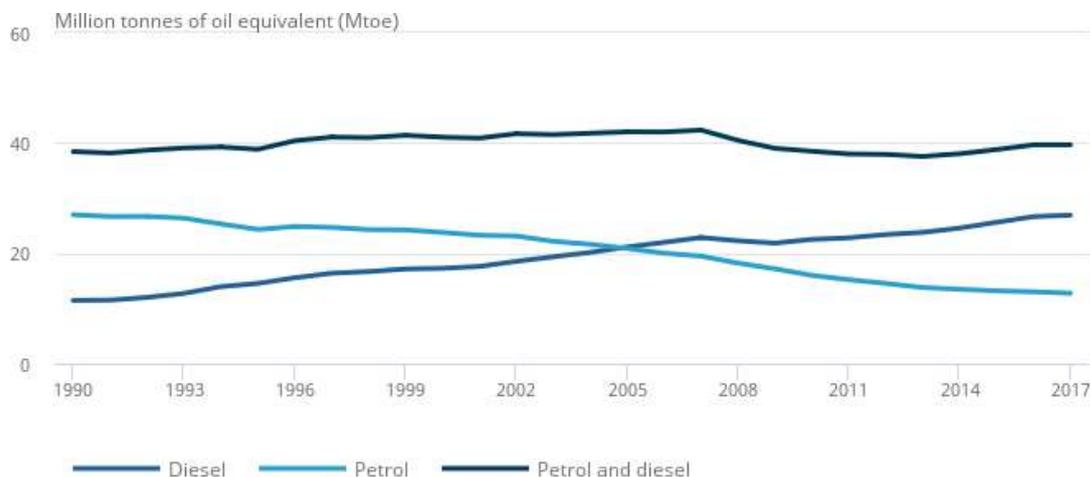
4 ESTUDO DE VIABILIDADES

4.1 COMPARATIVO DE VIABILIDADE AMBIENTAL

A poluição do ar se dá pela emissão de substâncias estranhas que não pertencem ao mesmo e um dos emissores de gases poluentes são os automóveis, que poluem principalmente com a queima de combustível. Os três principais poluentes provindos dos carros em geral são: material particulado, partículas sólidas e líquidas que são jogadas no ar e contribuem para uma névoa atmosférica; CO (Monóxido de carbono), um gás emitido no processo de queima de combustível; NO₂ (Dióxido de nitrogênio), que no processo de queima de combustível, o nitrogênio e oxigênio reagem formando NO_x (óxidos de nitrogênio). Esses gases estão diretamente ligados ao efeito estufa. (BRINSON; GUZMAN, 2021).

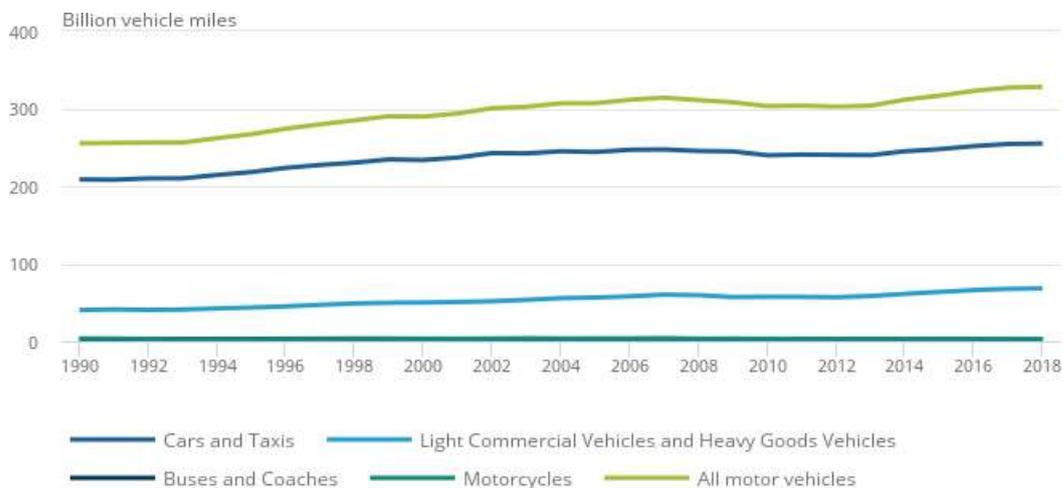
Os motores a combustão vêm sendo cada vez mais tecnológicos e menos poluentes, somado a isso, como mostra a Figura 13, o consumo do diesel (combustível menos poluente) vem crescendo em relação ao consumo de gasolina. (CLARKE; AINSLIE, 2019).

Figura 13 – Gráfico de relação do consumo óleo diesel e gasolina.



Fonte: CLARKE; AINSLIE, 2019.

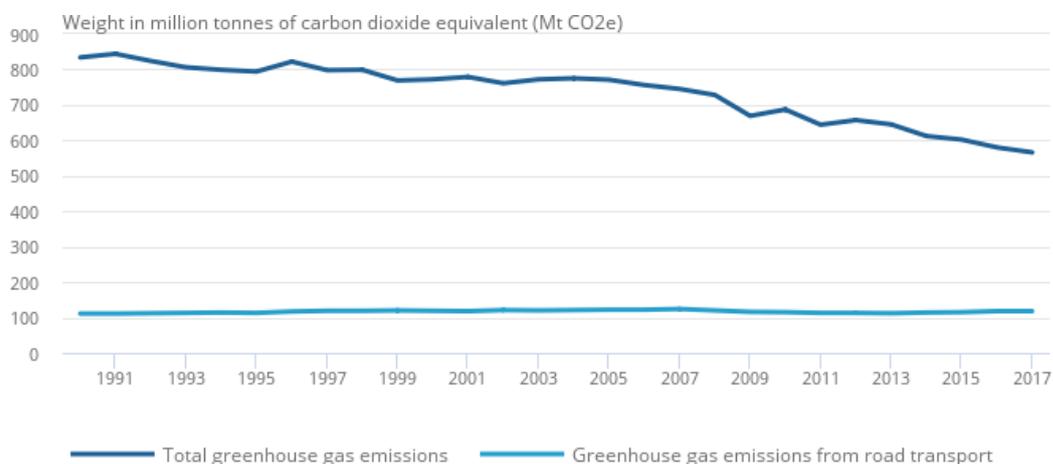
Na Figura 14, observa-se o considerável aumento do número de milhas percorridas pelos principais veículos que compõe o tráfego no Reino Unido. (CLARKE; AINSLIE, 2019). Figura 14 – Gráfico representando os bilhões de milhas percorridas pelos principais veículos que compõem o tráfego urbano.



Fonte: CLARKE; AINSLIE, 2019.

Mesmo com a atualização dos motores a combustão, fazendo os mesmos emitirem menos gases, o número de milhas percorridas fez com que a quantidade gases emitidos aumenta-se com o passar dos anos, como demonstra a Figura 15. (CLARKE; AINSLIE, 2019).

Figura 15 – Gráfico da quantidade de dióxido de carbono emitido no Reino Unido.



Fonte: CLARKE; AINSLIE, 2019.

Mesmo com a modernização dos motores a combustão, o aumento do número de veículos faz com que a emissões de gases ainda aumente com o tempo. (CLARKE; AINSLIE, 2019), sendo assim os veículos eletrificados podem ser uma alternativa, já que diversos países têm metas de redução da emissão de poluentes e os motores elétricos não emitem nenhum tipo de gás na atmosfera, além de, após ser fabricado, o carro elétrico talvez possa poluir menos que um carro a combustão. (HELMERS; MARX, 2012). A vantagem da eletrificação da frota automotiva, porém, só deve ser realmente válida quando a eletricidade fornecida para o abastecimento e produção dos carros elétricos advirem de fontes renováveis. (HELMERS; MARX, 2012).

De acordo com Gustavo Noronha, diretor de eletromobilidade da AEA (Associação Brasileira de Engenharia Automotiva), os carros elétricos não despejam gases poluentes nem sequer possuem escapamento, mas na linha de montagem, as emissões de CO₂ (dióxido de carbono) estão presentes, por isso, o veículo elétrico precisa ser analisado em três momentos, quando está nas ruas rodando, quando está sendo recarregado e quando está sendo fabricado (VENDITTI, 2021).

Diogo Seixas, fundador da *Atlas Power*, startup de mobilidade elétrica de Santa Catarina e diretor de componentes da ABVE (Associação Brasileira do Veículo Elétrico), afirmou que no Brasil, 85% da energia provém de fontes renováveis, sendo 72% limpas (60% de recursos hídricos, 10% eólicos e 2% derivados do sol, sendo o restante da biomassa, que é renovável, mas não limpa), sendo assim, um carro elétrico produzido no Brasil poluiria bem menos que um a combustão. Porém Seixas (2021) também afirmou que, um carro elétrico, mesmo que fosse produzido na China, onde as fábricas usam energia não renováveis,

importado e utilizado para a Polônia, onde as casas são “abastecidas” com energia de fonte não renovável, ainda apresenta níveis 22% menores de CO₂ (dióxido de carbono) que um carro a diesel e 28% menos que um carro movido a gasolina. Isso acaba com o mito de que dirigir um carro elétrico prejudica mais o meio ambiente que um modelo a combustão, afirma Lucien Mathieu, analista de transporte e mobilidade da *T&E*. (VENDITTI, 2021).

Em contrapartida, algumas pesquisas mostram que os veículos elétricos emitem mais CO₂ (dióxido de carbono) que os a combustão, um exemplo disso é um estudo realizado pelo Instituto de Pesquisas Econômicas da Universidade de Munique, onde em um trecho, os pesquisadores afirmam que "Os veículos elétricos dificilmente ajudarão a reduzir as emissões de CO₂ (dióxido de carbono) na Alemanha nos próximos anos, já que a introdução de veículos elétricos não leva necessariamente a uma redução nas emissões de CO₂ (dióxido de carbono) do tráfego rodoviário", isso tendo em vista as fontes de energia no país de origem da pesquisa (Alemanha), onde a energia que vem de fontes “limpas” representa apenas 36%, o restante é em sua maioria de usinas termonucleares e de carvão. (RIBEIRO, 2019). Sendo assim, caso a fonte de energia para movimentar o veículo não venha de painéis solares, turbinas eólicas ou hidrelétricas, as emissões de CO₂ (dióxido de carbono) serão ainda maiores, ou seja, dirigindo um carro nos EUA, onde a porcentagem de energia vinda de combustíveis fósseis é de 62%, o automóvel liberará muito mais gases que outro recarregado na Islândia, onde as fontes de energia são quase inteiramente renováveis. (GONÇALVES, 2018).

Outra análise questionando o uso dos motores elétricos é devida a bateria de íon-lítio utilizada para armazenar energia, segundo a consultoria *Roskill*, em matéria publicada na folha de São Paulo em setembro de 2017, essas baterias consumiram cerca de 2 milhões de dólares em metais e minerais em 2015, além de afirmarem que a maioria desses componentes não tem o devido descarte e diversas vezes são jogados como lixo comum. A *Roskill* ainda afirma que até 2025, aproximadamente 90% do mercado desse tipo de bateria seja para veículos eletrificados. Além de não se ter um padrão exato para uma forma de reciclagem desse tipo de bateria, ainda é preciso verificar toda a matéria prima usada na produção das mesmas, produtos como o cobre, que é usado para a fabricação dessas baterias, tem uma demanda crescente nos últimos anos e estima-se que até 2100 a demanda do produto será muito maior que a oferta. (VALENTE, 2019).

Uma outra alternativa para redução da emissão de gases são os combustíveis sintéticos, o mais popular deles, o *eFuel*, é fruto de uma pesquisa da Bosch para que os atuais motores a combustão sejam neutros em carbono. Os combustíveis sintéticos, ao contrário dos fósseis e biocombustíveis, são neutros em carbono, pois utilizam o CO₂ como matéria-prima

para sua produção, outra vantagem é a redução de custos no tratamento de gases no escape, já que a queima do *eFuel* não produz fuligem, além de não ser necessário a implementação de outra rede de abastecimentos. (GOMES, 2017).

Os combustíveis sintéticos vêm de uma mistura de CO₂ (dióxido de carbono) e H₂ (hidrogênio molecular), que resultam em um combustível líquido, o hidrogênio é produzido através de moléculas de H₂O (água) e o CO₂ (dióxido de carbono) pode ser reutilizado dos processos industriais ou capturado no próprio ar por filtros, essa combinação resulta em diversos tipos de combustíveis, como gasolina, gasóleo, gás ou querosene. (GOMES, 2017). A Porsche também está desenvolvendo um combustível sintético com testes em corridas, a marca acredita que o mesmo produzirá níveis mais baixos de emissões de carbono do que a gasolina comum e será testado nos eventos de corridas *Porsche Mobil 1 Supercup* durante as temporadas de 2021 e 2022. Esse combustível é produzido usando a eletricidade gerada pelo vento para dividir as moléculas de água e combinar o hidrogênio com o dióxido de carbono para a produção de metanol (a base do combustível). (EDELSTEIN, 2021).

4.2 COMPARATIVO DE VIABILIDADE ECONÔMICA

Algumas marcas de automóveis já tem um prazo para encerrarem a produção de veículos movidos a combustão, a Jaguar pretende vender apenas carros elétricos a partir de 2025, a Volvo até 2030, assim como a Volkswagen e Ford, a Lotus até 2028 e a General Motors terá apenas carros elétricos a partir de 2035. (ROWLATT, 2021). Entretanto existem algumas dúvidas quanto a viabilidade dessa mudança, isso porque as fábricas não estão prontas para produzirem somente carros elétricos, a mudança de um ciclo de fabricação em tão pouco tempo preocupa a maioria das fábricas, além disso, os carros elétricos colocam diversos empregos sob ameaça, pois demandam 30% menos de trabalho de produção, usam menos componentes não utiliza sistemas de lubrificação e o mais importante, não necessita depósitos de combustíveis, um estudo encomendado pela Volkswagen mostra que 12% dos empregos relacionados a automação devem desaparecer se tratando de uma visão otimista. (CHAVES, 2021). Somado a isso temos o preço das baterias, que devem ser barateadas com o aumento da produção e demanda nos próximos anos, isso porque todas as baterias atuais são produzidas com íon-lítio, que no longo prazo, deve ter uma demanda muito maior que a oferta. (CHAVES, 2021).

Como mostra os dados da Saldo Positivo (2020), além de poluir menos, os veículos elétricos precisam de revisões com preços atrativos para incentivar sua compra, somado a isso necessita também de um custo benefício melhor em relação ao consumo. A Tabela 1 mostra que não existe ruídos consideráveis e nem emissões de CO₂ (dióxido de carbono) nos veículos

elétricos, porém a autonomia de um carro elétrico pode ser um pouco menor e a principal desvantagem é recarregar o veículo, sendo muito mais lento que abastecer.

Tabela 1 – Comparação tecnológica de carros elétricos e carros a combustão.

Aspectos	Carros a combustão	Carros 100% elétricos
Tipo de motor	Combustão	Elétrico
Energia utilizada	Gasolina, diesel, gás	Eletricidade
Ruído considerável	Sim	Não
Emissões CO2	Sim	Não
Autonomia	De 500 km até mais de 800 km. A autonomia varia com o consumo, capacidade do depósito, estilo de condução e outros.	De 200 km até 610 km. A autonomia varia com a capacidade da bateria, o estilo de condução e o consumo.
Abastecimento	Rede ampla. Demora minutos a abastecer e ganha autonomia instantaneamente	Rede em expansão. Bateria reabastecida com regularidade. Mais demorado a ganhar autonomia

Fonte: Adaptado de cgd.pt.

Na Tabela 2, pode-se observar os componentes que exigem manutenção em carros elétricos e também a combustão, assim sendo, os carros elétricos contêm menos peças que necessitam manutenção em comparação aos veículos elétricos.

Tabela 2 – Componentes que exigem manutenção em um carro.

Componente	Carro a combustão	Carro elétrico
Óleo do motor	Sim	Não
Filtro de óleo	Sim	Não
Filtro de ar	Sim	Não
Filtro de combustível	Sim	Não
Filtro de ar do habitáculo	Sim	Sim
Correias de distribuição	Sim	Não
Velas	Sim	Não
Radiador	Sim	Sim
Pastilhas do travão	Sim	Sim
Pneus	Sim	Sim

Fonte: Adaptado de cgd.pt.

Para compensar o carregamento lento, o carro elétrico tem um consumo menor, como mostra a Tabela 3, o custo médio de um carro a combustão é de 10,80 euros para carros com motores a gasolina, 8,20 euros para carros movidos a gasóleo e o custo para o carro elétrico é de 6,00 euros com carregamento rápido (PCR) ou 1,50 euro para carregamento em casa. (ANDRADE, 2021).

Tabela 3 – Quanto custa percorrer 100 km em um veículo elétrico.

Consumo de veículos a combustão interna	Litros ou KWh / 100km	Custo
Motor a gasolina	7L / 100km	10,80 euros
Motor a gasóleo	6L / 100km	8,20 euros
Motor elétrico (carregamento rápido)	15 KWh / 100km	6 euros
Motor elétrico (carregamento em casa)	15 KWh / 100km	1,5 euro

Fonte: Adaptado de ANDRADE, 2021.

No Brasil, os carros elétricos representam uma pequena porcentagem do total de veículos vendidos, isso porque a quantidade de opções de carros totalmente elétricos é pequena e além disso, tem um preço muito maior em relação aos concorrentes a combustão. (ANGELO, 2019). As Tabelas 4 e 5 mostram os modelos de carros elétricos ofertados no Brasil em 2021 e os dez modelos de carros a combustão mais baratos dos Brasil em 2021, respectivamente.

Tabela 4 – Os quinze modelos de carros elétricos ofertados no Brasil em 2021.

1.	JAC iEV20 – R\$ 159.900
2.	Caoa Chery Arrizo 5e – R\$ 159.990
3.	JAC iEV40 – R\$ 189.990
4.	Renault Zoe – R\$ 204.990
5.	Fiat 500e – R\$ 239.990
6.	JAC iEV60 – R\$ 249.900
7.	Nissan Leaf – R\$ 277.900
8.	JAC iEV330P – R\$ 299.900
9.	BMW i3 – R\$ 304.950
10.	Chevrolet Bolt – R\$ 317.000
11.	JAC iEV750V – R\$ 386.900
12.	Jaguar I-Pace – R\$ 452.200
13.	Audi e-tron – R\$ 529.990
14.	Porsche Taycan – R\$ 615.000
15.	Mercedes-Benz EQC – R\$ 629.900

Fonte: Adaptado de ANGELO, 2019.

Tabela 5 - Os dez carros não elétricos mais baratos no Brasil em 2021.

1.	FIAT MOBI – R\$ 43.990
2.	Renault Kwid – R\$ 44.380
3.	FIAT UNO – R\$ 56.190
4.	FIAT Grand Siena – R\$ 58.590
5.	Hyundai HB20 – R\$ 59.290
6.	Chevrolet Joy – R\$ 60.360
7.	Volkswagen GOL – R\$ 61.160
8.	Volkswagen Fox – R\$ 62.340
9.	Nissan V-Drive – R\$ 64.490
10.	Chevrolet Onix – R\$ 64.990

Fonte: Adaptado de MIRAGAYA, 2021.

Existem alguns motivos para os carros elétricos serem extremamente caros no Brasil, a causa principal são as baterias muito caras, além da baixa demanda, que apesar de crescente nos últimos anos, os carros elétricos representam apenas 0,05% da frota nacional, isso se deve ao fato do brasileiro ter receio de ficar na rua por falta de bateria, pois não existem muitos pontos de carregamento e somado a isso, a demora para carregar as baterias. Também existe falta de estrutura para uma boa manutenção e abastecimento desse tipo de veículo na maioria das cidades brasileiras. (DELIBERATO, 2021).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se afirmar que os motores elétricos realmente poluem menos que motores a combustão, porém existem diversas variáveis para tornar o projeto realmente “limpo”, pois é necessário que a fonte de energia usada para fabricação das baterias e também para o carregamento das mesmas seja advinda de uma fonte renovável de energia, como a eólica ou hidroelétricas, além disso deve-se sempre aprimorar e estudar as formas de descartes das baterias quando tiverem que ser substituídas, pois o lítio utilizado na maioria das baterias atualmente é altamente poluente.

Como a substituição da frota levaria muito tempo, além de ser inviável economicamente, principalmente pelo valor de produção de veículos elétricos, outra alternativa é o uso de combustíveis sintéticos, onde não necessitaria a troca de todos os veículos e os mesmos passariam a emitir 85% menos CO₂ (dióxido de carbono) no ambiente e futuramente, deve-se utilizar todos os métodos apropriados a fim de diminuir cada vez mais a emissão de poluentes, um exemplo disso seria um veículo híbrido produzido em uma fábrica que utiliza energia renovável, que seja abastecido com combustível sintético e carregado com energia provinda de fontes renováveis, além da devida reciclagem para as peças que forem substituídas.

Para essa pesquisa, foram analisados dados de carros exclusivamente nos principais países do mundo, como China, Estados Unidos, Alemanha e Brasil, entretanto existem outros meios de locomoção, como navios e aviões, que emitem muito mais poluentes que os veículos analisados nessa pesquisa e deveriam ser estudados diferentes métodos de diminuição de emissões para todos os meios de transporte. O trabalho tem o intuito de contribuir com informações sobre meios de preservação ambiental no mundo automotivo, para que os cidadãos criem consciência e levem como prioridade a escolha de um veículo que tenha baixas emissões como compra.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, V. Elétrico ou motor a combustão. Qual o tipo de carro mais económico nos consumos? É fazer as contas. **Economia**, 02 de mai. de 2021. Disponível em: <<https://expresso.pt/economia/2021-05-02-Eletrico-ou-motor-a-combustao.-Qual-o-tipo-de-carro-mais-economico-nos-consumos--E-fazer-as-contas-c72787dc>>. Acesso em: 13 de set. de 2021.
- ANGELO, B. Carros elétricos no Brasil: veja todos os modelos e preços. **AutoPapo UOL**, 05 de ago. de 2019. Disponível em: <<https://autopapo.uol.com.br/noticia/carros-eletricos-no-brasil/>>. Acesso em: 14 de set. de 2021.
- AZEVEDO, M. H. Carros elétricos: viabilidade econômica e ambiental de inserção competitiva no mercado brasileiro. **UFOP**, Ouro Preto, MG, p. 18-28, 18 de dez. de 2018. Disponível em: <https://monografias.ufop.br/bitstream/35400000/1579/6/MONOGRAFIA_CarrosEl%C3%A9tricosViabilidade.pdf>. Acesso em: 01 de out. de 2021.
- BRINSON, L.C.; GUZMAN, F. How Much Air Pollution Comes From Cars. **HowStuffWorks**, 07 de jul. de 2021. Disponível em: <<https://auto.howstuffworks.com/air-pollution-from-cars.htm>>. Acesso em: 12 de set. de 2021.
- CARDOSO, J. P. R. Avaliação do impacto socioambiental da adoção do carro elétrico no Brasil. **UFSC**, Araranguá, SC, p. 20-25, 21 de jun. de 2018. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/187694/Joao%20P%20R%20Cardoso%20Projeto%20Integrador%20II%20-%20AVALIACAO%20DO%20IMPACTO%20SOCIOAMBIENTAL%20DA%20ADOCAO%20DO%20CARRO%20ELETRICO%20NO%20BRASIL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 03 de out. de 2021.
- CARNEIRO, A. O que é virabrequim? E biela? Entenda as peças vitais do motor. **Auto Papo**, 31 de ago. de 2019. Disponível em: <<https://autopapo.uol.com.br/noticia/o-que-e-virabrequim-e-biela-conheca-as-principais-pecas-do-motor/>>. Acesso em: 26 de ago. de 2021.
- CARROS ELÉTRICOS: COMO ELES FUNCIONAM?. **KBB**, 01 de out. de 2019. Disponível em: <<https://www.kbb.com.br/detalhes-noticia/como-funciona-carro-eletrico/?ID=2000>>. Acesso em: 24 de ago. de 2021.
- CARROS ELÉTRICOS OU A COMBUSTÃO? SAIBA DA MANUTENÇÃO MAIS ECONÓMICA. **Saldo Positivo**, 10 de mar. de 2020. Disponível em: <<https://www.cgd.pt/Site/Saldo-Positivo/mobilidade/Pages/carros-eletricos-ou-movidos-a-combustao.aspx>>. Acesso em: 14 de set. de 2021.
- CÁRTER DO MOTOR – O QUE É E PARA QUE SERVE?. **KBB**, 30 de jul. de 2018. Disponível em: <<https://www.kbb.com.br/detalhes-noticia/carter-motor-o-que-e/?ID=1356>>. Acesso em: 27 de ago. de 2021.
- CHAVES, Z. Aquilo que ninguém conta sobre os carros elétricos. **AutoPapo UOL**, 09 de abr. de 2021. Disponível em: <<https://autopapo.uol.com.br/noticia/ninguem-counta-sobre-carros-eletricos/>>. Acesso em: 08 de set. de 2021.

CLARKE, H.; AINSLIE, D. Road transport and air emissions. **Office for National Statistics**, 17 de set. de 2019. Disponível em: <<https://www.ons.gov.uk/economy/environmentalaccounts/articles/roadtransportandairmissions/2019-09-16>>. Acesso em: 13 de set. de 2021.

COLWELL, K.C. Here's How Your Car's Engine Works. **Car and Driver**, 17 de abr. de 2019. Disponível em: <<https://www.caranddriver.com/features/a26962316/how-a-car-works/>>. Acesso em: 27 de ago. de 2021.

COMO FUNCIONA UM CARRO ELÉTRICO? **Indústria Hoje**, 7 de mar. de 2014. Disponível em: <<https://industria hoje.com.br/como-funciona-um-carro-eletrico>>. Acesso em: 24 de ago. de 2021.

CONHEÇA AS PARTES BÁSICAS DE UM MOTOR. **Web Motors**, 14 de abr. de 2020. Disponível em: <<https://www.webmotors.com.br/wm1/dicas/conheca-partes-basicas-de-um-motor>>. Acesso em 26 de ago. de 2021.

DELIBERATO, A. Por que o carro elétrico ainda é mais caro? **Web Motors**, 15 de jun. de 2021. Disponível em: <<https://www.webmotors.com.br/wm1/dinheiro-e-economia/por-que-carro-eletrico-ainda-e-tao-carro-no-brasil>>. Acesso em: 12 de set. de 2021.

DEZIEL, C. How Does a DC to AC Power Converter Work? **Sciencing**, 22 de set. de 2019. Disponível em: <<https://sciencing.com/dc-ac-power-converter-work-5202726.html>>. Acesso em: 26 de ago. de 2021.

DIAS, A. L. Bloco dos motores de combustão interna. **Carros Infoco**, 21 de set. de 2015. Disponível em: <<https://carrosinfoco.com.br/2015/09/bloco-dos-motores-de-combustao-interna-automotivos/>>. Acesso em: 27 de ago. de 2021.

EDELSTEIN, S. Porsche testing synthetic fuel in race conditions. **Motor Authority**, 01 de abr. de 2021. Disponível em: <https://www.motorauthority.com/news/1131774_porsche-testing-synthetic-fuel-in-race-conditions>. Acesso em: 12 de set. de 2021.

FELIX, V. H. Como funciona um carro elétrico? **Tecnoblog**, 2020. Disponível em: <<https://tecnoblog.net/346537/como-funciona-um-carro-eletrico/>>. Acesso em: 24 de ago. de 2021.

FREITAS, J. C. N. Projeto e análise ao funcionamento de carros elétricos. **Universidade do Minho**, Guimarães, PT, p. 05-68, set. de 2012. Disponível em: <http://repositorium.uminho.pt/bitstream/1822/22557/1/Tese_VF_a52762_Pdf.pdf>. Acesso em: 02 de out. de 2021.

GOMES, F. eFuel. O combustível que pode salvar os motores de combustão. **Razão Automóvel**, 2017. Disponível em: <<https://www.razaoautomovel.com/2017/08/bosch-combustiveis-sinteticos-efuel>>. Acesso em: 13 de set. de 2021.

GONÇALVES, A. Are Electric Cars Really Greener? **YouMatter**, 25 de set. de 2018. Disponível em: <<https://youmatter.world/en/are-electric-cars-eco-friendly-and-zero-emission-vehicles-26440/>>. Acesso em: 13 de set. de 2021.

HELMERS, E.; MARX, P. Electric cars: technical characteristics and environmental impacts. **Springer Open**, 26 de abr. de 2012. Disponível em: <<https://enveurope.springeropen.com/articles/10.1186/2190-4715-24-14>>. Acesso em: 12 de ago. de 2021.

HOW DOES AN ELECTRIC CAR MOTOR WORK? **Renault Group**, 22 de fev. de 2021. Disponível em: <<https://www.renaultgroup.com/en/news-on-air/news/how-does-an-electric-car-motor-work/>>. Acesso em: 24 de ago. de 2021.

LIRA, B. O que é o virabrequim e qual sua importância para o motor? **Insta Carro**. Disponível em: <<https://www.instacarro.com/blog/manutencao-automotiva/o-que-e-o-virabrequim-e-qual-sua-importancia-para-o-motor/>>. Acesso em: 26 de ago. de 2021.

MICU, A. Typer of engines and how they work. **ZME Science**, 07 de jun. de 2019. Disponível em: <<https://www.zmescience.com/science/types-of-engines/>>. Acesso em: 27 de ago. de 2021.

MIRAGAYA, F. Os 10 carros mais baratos do Brasil em 2021: preços e análises. **AutoPapo UOL**, 09 de jun. de 2021. Disponível em: <<https://autopapo.uol.com.br/noticia/10-carros-mais-baratos-brasil-2021/>>. Acesso em: 14 de set. de 2021.

OLIVEIRA, J. G. S. M. Materiais usados na construção de motores elétricos. **PUC-RS**, Porto Alegre, RS, p. 10-23, 2009. Disponível em: <http://www.motoreletrico.net/upload/materiais_motores.pdf>. Acesso em: 03 de out. de 2021.

OS REQUISITOS NORMATIVOS DOS MOTORES DE INDUÇÃO TRIFÁSICOS. **AdNormas**, 25 de dez. de 2018. Disponível em: <<https://revistaadnormas.com.br/2018/12/25/os-requisitos-normativos-dos-motores-de-inducao-trifasicos>>. Acesso em 26 de ago. de 2021.

PEDROSO, A.L. Por que a indústria ainda usa baterias de íons de lítio como padrão? Veja possíveis alternativas. **Mundo Conectado**, 20 de jun. de 2021. Disponível em: <<https://mundconectado.com.br/artigos/v/14005/por-que-a-industria-ainda-usa-baterias-de-ions-de-litio-como-padrao-veja-possiveis-alternativas>>. Acesso em 26 de ago. de 2021.

PLUMER, B.; TABUCHI, H. How Green Are Electric Vehicles? **New York Times**, 06 de mar. de 2021. Disponível em: <<https://www.nytimes.com/2021/03/02/climate/electric-vehicles-environment.html>>. Acesso em: 12 de ago. de 2021.

POLUIÇÃO CAUSOU 8,7 MILHÕES DE MORTES NO MUNDO EM 2018. **Época Negócios**, 10 de fev. de 2021. Disponível em: <<https://epocanegocios.globo.com/Sustentabilidade/noticia/2021/02/poluicao-causou-87-milhoes-de-mortes-pelo-mundo-em-2018.html>>. Acesso em: 04 de ago. de 2021.

RIBEIRO, R. Estudo diz que carro elétrico polui mais do que modelos a diesel; entenda. **UOL**, Ghent, BE, 30 de abr. de 2019. Disponível em: <<https://www.uol.com.br/carros/noticias/redacao/2019/04/30/estudo-diz-que-carro-eletrico-polui-mais-do-que-modelos-a-diesel-entenda.htm>>. Acesso em: 12 de set. de 2021.

ROWALATT, J. Why electric cars will take over sooner than you think. **BBC News**, 01 de jun. de 2021. Disponível em: <<https://www.bbc.com/news/business-57253947>>. Acesso em: 09 de set. 2021.

SILVA, G. Como funciona um motor de combustão interna. **Web Motors**, 13 de nov. de 2020. Disponível em: <<https://www.webmotors.com.br/wm1/dicas/como-funciona-um-motor-a-combustao-interna>>. Acesso em: 27 de ago. de 2021.

VALENTE, B. O problema por trás dos carros elétricos. **Administradores**, 19 de abr. de 2019. Disponível em: <<https://administradores.com.br/artigos/o-problema-por-tras-dos-carros-eletricos>>. Acesso em: 12 de set. de 2021.

VENDITTI, M.S. Por que o carro elétrico polui menos que os modelos a combustão. **Estadão**, 19 de fev. de 2021. Disponível em: <<https://mobilidade.estadao.com.br/mobilidade-para-que/por-que-o-carro-eletrico-polui-menos-que-os-modelos-a-combustao/>>. Acesso em: 12 de set. de 2021.