



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO  
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO  
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE PAU DOS FERROS  
BACHARELADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

LUCAS ARAUJO DE LUCENA

**MERCADO DE CARROS ELÉTRICOS NO BRASIL**

PAU DOS FERROS – RN

2021

LUCAS ARAUJO DE LUCENA

## **MERCADO DE CARROS ELÉTRICOS NO BRASIL**

Monografia apresentada à Banca Examinadora do Curso Ciência e Tecnologia, da Universidade Federal Rural do Semiárido em cumprimento às exigências legais como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Orientador: Prof. Dr. Otávio Paulino  
Lavor (UFERSA – Centro  
Multidisciplinar de Pau dos Ferros)

PAU DOS FERROS – RN

2021

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

L935m Lucena, Lucas Araujo de.  
Mercado de carros elétricos no Brasil / Lucas  
Araujo de Lucena. - 2021.  
31 f. : il.

Orientador: Otavio Paulino Lavor.  
Monografia (graduação) - Universidade Federal  
Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e  
Tecnologia, 2021.

1. Veículos elétricos. 2. Comercialização. 3.  
Mercado. I. Lavor, Otavio Paulino, orient. II.  
Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-  
ÁRIDOCENTRO MULTIDISCIPLINAR DE PAU DOS  
FERROS

**MERCADO DE CARROS ELÉTRICOS NO  
BRASIL**

LUCAS ARAUJO DE LUCENA

Monografia apresentada à Banca Examinadora do Curso Ciência e Tecnologia, da Universidade Federal Rural do Semiárido em cumprimento às exigências legais como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Ciências e Tecnologia.

APROVADO EM: 28/05/2021

BANCA EXAMINADORA:



Prof. Otávio Paulino Lavor  
(Orientador – Universidade Federal Rural do Semi-  
árido)



Profa. Alessandra Alexandrino Aquino  
(Membro – Universidade Estadual do  
Ceará)



Prof. Thiago Werlley Bandeira da Silva  
(Membro – Universidade Federal do Ceará)

PAU DOS FERROS –

RN2021

## DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho a minha mãe  
que mesmo não estando mais  
presente fisicamente sei que me  
acompanha e torce por mim.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e a Nossa Senhora dos Remédios por me proteger e me dar forças e esperança para superar qualquer dificuldade e obstáculo.

Sou muito grato a minha mãe Alzira Barbosa de Araujo a qual sempre me incentivou e encorajou a enfrentar todas as dificuldades da vida.

A Ana Iane Oliveira Alves e a toda sua família pelo apoio e confiança na realização de um sonho que compartilho com minha família e amigos.

A meu pai Antonio Barbosa de Lucena Filho e a meu irmão Alan araujo de Lucena.

Aos companheiros que conheci ao entrar na UFERSA e que desejo leva-los para o resto da vida Alberto Junior, Dailton Rolim, João Mathias, João Pedro, Gisele Tome, Thamara Martins, Beatriz Souza, Pablo Nascimento e Italo Lemos por contribuírem ao amenizar a saudade de casa.

Ao meu orientador Otavio Paulino de Lavor pelos conselhos e apoio na execução desse trabalho e a todos os professores que tive o prazer de conhecer e receber uma parte de seus conhecimentos.

*“Qualquer tecnologia  
suficientemente avançada  
é indistinta de magia.”*

Arthur C. Clarke

## RESUMO

Veículos elétricos já são realidade em diversos países, porém no Brasil o mercado desses veículos caminha a passos lentos e a falta de incentivos ou encorajamento da comercialização da importação dos veículos elétricos é visível com o número de exemplares emplacados no ano de 2020 que não alcançou mil unidades, porém com incentivo de diminuir a emissão de gases do efeito estufa o país e as montadoras criaram metas para o aumento do número de vendas dos carros elétricos. Neste trabalho busca explicar e analisar o que precisa ser feito para o aumento de vendas e projetos que beneficiam não apenas o comércio automobilístico, mas também o meio ambiente e os consumidores os informando quais vantagens e desvantagens de veículos elétricos, em relação, aos movidos a combustão para que se possa analisar qual a melhor opção entre os dois modelos, além de citar as mudanças e adaptações necessárias na infraestrutura do país para que se possa garantir a manutenção dos veículos elétricos.

Palavras-chave: Veículos elétricos, Comercialização, Mercado.

## **ABSTRACT**

Electric vehicles are already a reality in several countries, but in Brazil the market for these vehicles is moving at a slow pace and the lack of incentives or encouragement for the commercialization and importation of electric vehicles is visible with the number of copies registered in 2020 that did not reach 1,000 units, but with an incentive to reduce the emission of greenhouse gases, the country and the automakers created goals to increase the number of sales of electric cars. This work seeks to explain and analyze what needs to be done to increase sales and projects that benefit not only the automotive trade, but also the environment and consumers informing them what are the advantages and disadvantages of electric vehicles compared to those powered by combustion so that it is possible to analyze which is the best option between the two models in addition to mentioning the necessary changes and adaptations in the country's infrastructure so that the maintenance of electric vehicles can be guaranteed.

**Keywords:** Electric vehicles, Commercialization, Market.

**LISTA DE FIGURAS**

|                                                   |    |
|---------------------------------------------------|----|
| Figura 1: funcionamento do ciclo de 4 tempos..... | 17 |
|---------------------------------------------------|----|

**LISTA DE TABELAS**

|                                                      |    |
|------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1:Veículos elétricos emplacados em 2020 ..... | 24 |
|------------------------------------------------------|----|

## LISTA DE GRÁFICOS

|                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------|----|
| Gráfico 1: Frota de veículos no Brasil. ....              | 21 |
| Gráfico 2: Renda per capita da população brasileira. .... | 22 |
| Gráfico 3: Veículos híbridos emplacados em 2020 .....     | 23 |
| Gráfico 4: Fontes geradores de energia no Brasil. ....    | 25 |

## SUMÁRIO

|                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 INTRODUÇÃO .....                                                               | 14 |
| 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....                                                    | 17 |
| 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....                                                  | 21 |
| 3.1 Comparação de mercado entre veículos elétricos, híbridos e a combustão ..... | 21 |
| 3.2 Relações ambientais entre veículos elétricos e fontes de energia limpa ..... | 24 |
| 4 CONCLUSÃO .....                                                                | 27 |
| REFERENCIAS .....                                                                | 28 |

## 1 INTRODUÇÃO

O setor automotivo representa cerca de 6,7% do PIB industrial brasileiro (IBGE, 2018), além de elevar a demanda por diferentes tipos de ligas metálicas e equipamentos eletrônicos fortalecendo juntamente o setor metalúrgico e gerando milhões de empregos diretos e indiretos, além do grande mercado de autopeças e serviços que cresce juntamente com a indústria automotiva.

A comercialização de veículos elétricos ou híbridos no mercado nacional está em constante expansão. Com o intuito de diminuir a emissão de gases poluentes e o cumprimento de acordos internacionais, como, por exemplo, o ACORDO DE PARIS, o Brasil terá que diminuir em 37% a emissão de gases causadores do efeito estufa, até o ano de 2025, isso em comparação com o ano de 2005 (Ministério do Meio Ambiente, 2016). Uma vez que os veículos movidos a combustão são responsáveis por 25% de toda a emissão de gases causadores do efeito estufa no mundo (Brito, 2018).

Para o cumprimento desse acordo a União teve que incentivar a fabricação e a comercialização de novos tipos de veículos. Dentre ações de apoio está a diminuição do IPI (IMPOSTO SOBRE PRODUTOS INDUSTRIALIZADOS), que passou de 25% para valores entre 7% e 20% ainda atrás de outros países que além da diminuição de impostos disponibilizam pontos de carregamento gratuito pela cidade e vagas de estacionamento reservadas a carros elétricos (Ribeiro, 2019). No Brasil já há pontos de carregamento gratuito, porém na maior parte dos casos é investimento de empresas privadas como hotéis e shoppings.

Os carros elétricos são mais antigos do que parecem, embora a tecnologia a eles hoje empregada pareça ser algo bem futurística. Existem relatos de veículos elétricos datados no século XIX, quando surgiu a primeira bateria utilizando chumbo e ácido, criada pelo belga Gaston Planté em 1859. Esse mesmo modelo de bateria foi utilizado como meio de carga de vários modelos de veículos elétricos (Baran e Legey, 2011). No início da década de 1880 começaram a ser desenvolvidos os primeiros protótipos de veículos elétricos, enquanto o primeiro veículo a combustão interna só veio aparecer em 1885, quando Karl F. M. Benz inventou o DRP 37435 (Ribeiro, 2016). Já no século XX o estadunidense Thomas Edison, ainda acreditando no desenvolvimento dos veículos elétricos, criou uma bateria de níquel-ferro, que tem uma taxa de armazenamento com cerca de 40% maior que a de chumbo (Baran e Legey, 2011). Esse modelo de bateria ainda é utilizado até hoje.

Contudo os veículos elétricos passaram por momentos bem complicados, uma vez que o custo de fabricação de veículos elétricos era mais alto que o custo de fabricação dos movidos a combustão interna. Com o surgimento do método fabril de Henry Ford e o famoso Ford modelo T, que simplificou a fabricação de veículos e o barateamento do mesmo (Ford, 2018), a aquisição dos veículos elétricos se tornou obsoleta. Nesse período a tentativa de desenvolver veículos híbridos, que funcionam tanto com o motor a combustão como com o motor elétrico, também deu seus primeiros passos. Por volta de 1930 já estavam disponíveis vários modelos de veículos híbridos, porém com o racionamento de gasolina, devido a primeira e a segunda guerra mundial, veículos elétricos voltaram a ser o auge do mercado automobilístico; que voltou a cair por volta da década de 1950 com o fim do racionamento de gasolina (Baran e Legey, 2011).

Devido a inúmeros tratados já nos anos de 1960 e 1970, buscando a diminuição da emissão de gases causadores do efeito estufa, a ideia de produzir veículos elétricos voltou a ser cogitada pelas montadoras. Porém, o lançamento de um veículo que buscasse realmente a diminuição da emissão de gases só veio com a Toyota, quando lançou o Prius em 1997, hoje o híbrido mais vendido do mundo.

O comércio de veículos elétricos e híbridos no Brasil caminha a passos lentos se comparado a países como Noruega e Holanda, que incentivam tanto a fabricação como a comercialização de veículos elétricos, buscando assim o fim de veículos que utilizam combustíveis fósseis. O governo norueguês é um grande incentivador da comercialização de veículos elétricos, com cerca de 23% de veículos elétricos em toda sua frota, segundo dados de 2015 (DELGADO et al., 2017). O Brasil possui menos de 0,2% de veículos elétricos emplacados no ano de 2018 e busca está entre os 3,5% e 5% até 2030 (Riato, 2019).

A pesquisa busca por meio exploratório e explicativo analisar e compreender quais as mudanças que a chegada de veículos elétricos trará para a população brasileira, além de verificar quais as mudanças serão necessárias para a implantação de tais veículos e as principais diferenças entre veículos elétricos e a combustão interna, para assim obter de forma qualitativa as respostas acerca da problematização apresentada neste trabalho. Para a obtenção das informações necessárias será feito a análise, estudo e revisão bibliográfica de notícias, livros, textos, pesquisas e relatórios.

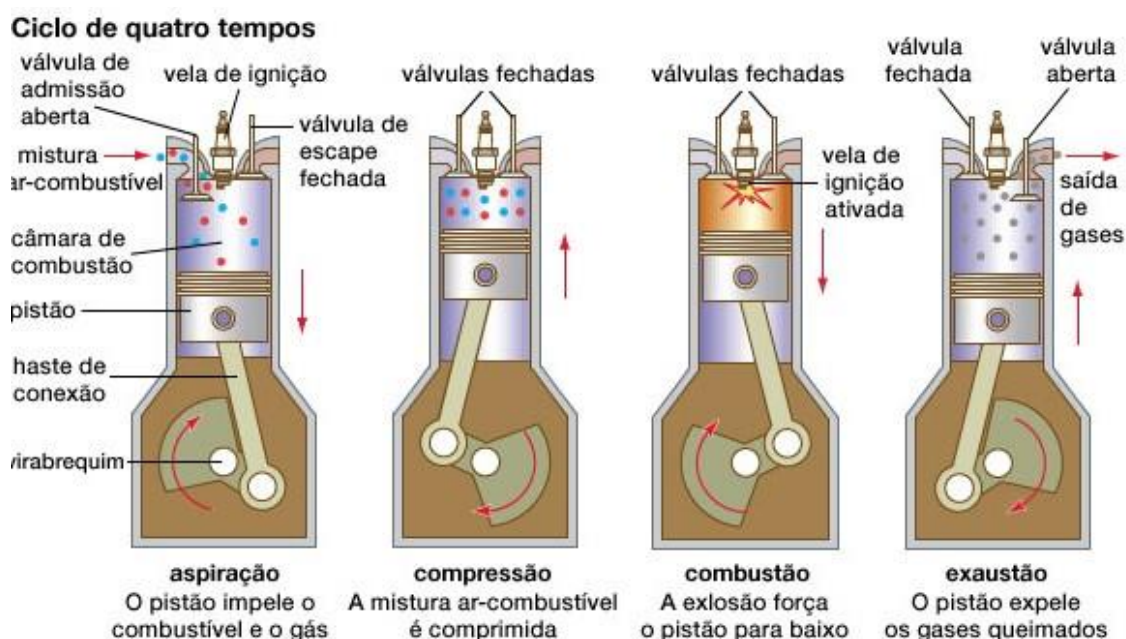
Os principais autores que servirão como base para a fundamentação teórica são Baran e Legey (2011), Delgado, Costa, Febraro e Silva (2017), Barbosa (2012), Rocha (2013), Noce (2009) e Freitas (2012), além de outros autores que contribuíram para o

entendimento acerca dos veículos elétricos e os benefícios que sua implantação pode trazer a sociedade e ao meio ambiente, além das mudanças para o mercado automobilístico nacional.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O veículo a combustão funciona geralmente utilizando o sistema desenvolvido pelo engenheiro alemão Nicolaus August Otto, hoje chamado apenas de motor de ciclo Otto ou motor de 4 tempos. O motor de 4 tempos leva esse nome pois funciona em 4 etapas diferentes utilizando-se de pelo menos um cilindro, essas etapas são: a admissão, a compressão, a explosão e a exaustão. A admissão é a etapa em que há a entrada de uma mistura de ar e combustível no cilindro. A compressão como o nome já sugere é quando a mistura de ar e combustível é comprimida, fazendo seu volume diminuir. Na terceira etapa, a explosão, um dispositivo cria uma faísca acarretando em uma explosão e assim na expansão da mistura. Na última etapa os gases restantes da explosão são liberados e todo o ciclo se reinicia (Salomão, Junior e Amarante, 2018).

Figura 1: Funcionamento do ciclo de 4 tempos.



Fonte: <https://alugagera.com.br/noticias/diferencas-entre-motores-do-ciclo-otto-e-ciclo-diesel>.

O motor precisa do auxílio de alguns outros componentes para manter o seu funcionamento, tais como, a bateria para dar a faísca necessária para queima do combustível, o filtro de ar para garantir a pureza do ar que entra em contato com o combustível e o radiador para evitar o superaquecimento do motor. Após todo o processo desenvolvido pelo motor, o pistão entra em movimento fazendo girar o virabrequim, levando o movimento até o sistema de transmissão do veículo. Os motores a diesel

também funcionam seguindo as mesmas etapas, porém com algumas diferenças como não necessitando de uma centelha para sua combustão (Badô, 2018). O sistema de transmissão de um veículo é mais complicado que o funcionamento do motor em si, uma vez que a transmissão é responsável por levar o movimento do motor até as rodas do carro. Cada montadora trabalha com um sistema de transmissão diferente, mas todas seguem o mesmo princípio. Fazendo com que o motor não precise está a mesma rotação que os pneus do veículo, controlando as velocidades através de engrenagens conhecidas como marchas (Nakata, 2018).

Já um veículo movido por um motor elétrico só é necessário 4 componentes, uma bateria, um inversor, um motor de indução e um sistema de recuperação de energia (Félix). A bateria é a responsável por armazenar a energia que o motor irá utilizar, o inversor transforma a corrente contínua em corrente alternada que é levada até o motor de indução. O motor de indução cria um campo magnético que faz com que um rotor presente no motor gire levando então movimento até as rodas do veículo. O inversor também serve como um mediador da potência que o motorista precisa acionando o pedal do acelerador com a energia necessária para fazer o rotor girar, ou seja quanto mais o condutor acelerar maior será a força magnética imposta fazendo com que rotor gire mais rápido consequentemente as rodas também (Leaf, 2019).

Veículos elétricos não precisam de uma transmissão como os veículos a combustão, possuindo apenas dois modos de direção para frente e para trás, pois quando o condutor coloca a ré do veículo só é preciso mudar o sentido da força magnética imposta para poder mover o veículo para trás, sendo assim na teoria o veículo elétrico alcançaria a mesma potência e velocidade andando em qualquer direção, mas na prática isso não ocorre pois por motivos de segurança as montadoras controlam a potência destinada ao motor quando é acionada a ré (Leaf, 2019).

Já a regeneração da bateria pode ser feita de diferentes formas, através do acionamento dos freios que fazem com que o calor gerado pelo atrito dos freios seja transformado em energia e enviado as baterias ou recarregando diretamente nas tomadas os chamados plug-in. Com relação a um meio termo entre os veículos elétricos e os veículos a combustão veículos híbridos, que possuem tanto motor a combustão como motores elétricos e ambos funcionam em conjunto, normalmente o motor elétrico funciona em velocidades mais baixas, quando se atinge determinada velocidade o motor a combustão começa a funcionar, o que reduz drasticamente o consumo de combustível

do veículo dentro das cidades em que é comum andar em velocidades inferiores, além de constantes paradas e retomadas, como, por exemplo, em semáforos(Félix).

Devido ao funcionamento dos veículos elétricos, o aproveitamento da energia utilizada supera os 90%, uma vez que quase não há atrito entre seus componentes, diferente dos veículos movidos a combustão que além do atrito perde-se muita energia com o calor gerado pela queima do combustível, tendo apenas 30% do combustível realmente utilizado para o movimento do veículo (Sato, 2009). Devido ao modo de funcionamento do motor elétrico, outra vantagem está na entrega de torque ao ser acionado o acelerador, enquanto veículos movidos á gasolina necessita estar a um determinado número de rotações para entregar o torque máximo o veículo elétrico, já entrega desde o início todo o torque disponível, fazendo com que a aceleração do veículo seja mais rápida.

Uma das grandes dificuldades da implantação dos veículos elétricos está ligada a bateria. Atualmente, a bateria mais utilizada é de íons de lítio, a mesma utilizada em smartphones, porém pelo fato do lítio ser um metal de difícil obtenção e um material caro encontrado em apenas alguns lugares do mundo torna o preço dos veículos elétricos ainda mais elevado (Oliveira, 2020). A procura por lítio leva a descoberta de novas fontes desse mineral todos os dias, como, por exemplo, a descoberta de depósitos de lítio em Minas Gerais e países vizinhos como a Bolívia, Argentina e Chile sendo esses responsáveis por 60% das reservas de lítio conhecida em todo mundo (Oliveira). O lítio não é o único metal utilizado nessas baterias o cobalto outro metal de difícil obtenção também está sendo bastante explorado e no caso deste metal cerca de 60% das reservas mundiais ficam em um único país o Congo (Oliveira).

Outra dificuldade encontrada, é no descarte dessas baterias, o que fazer com elas quando não servirem mais para a utilização em veículos uma vez que a vida útil dessas baterias é de cerca de 10 anos. Países como a China e também países pertencentes a união europeia determinaram que a reciclagem das baterias é de responsabilidade das próprias montadoras, porém a área de fiscalização será de responsabilidade dos órgãos governamentais (Oliveira). Especialistas afirmam que até 40% dos metais necessários para a fabricação de baterias possa ser obtido através da reciclagem de baterias no decorrer dos anos. Já empresas como a Tesla referência mundial em veículos elétricos utiliza baterias velhas como fonte de energia para suas instalações. Outra solução cogitada pelas fabricantes de automóveis é o aluguel de baterias uma vez que seria mais fácil recolher baterias velhas de milhares de fábricas do que de milhões de consumidores. A

ideia de alugar baterias também incentiva as empresas a desenvolverem formas de reaproveitamento dos componentes das baterias (Wrede, 2020).

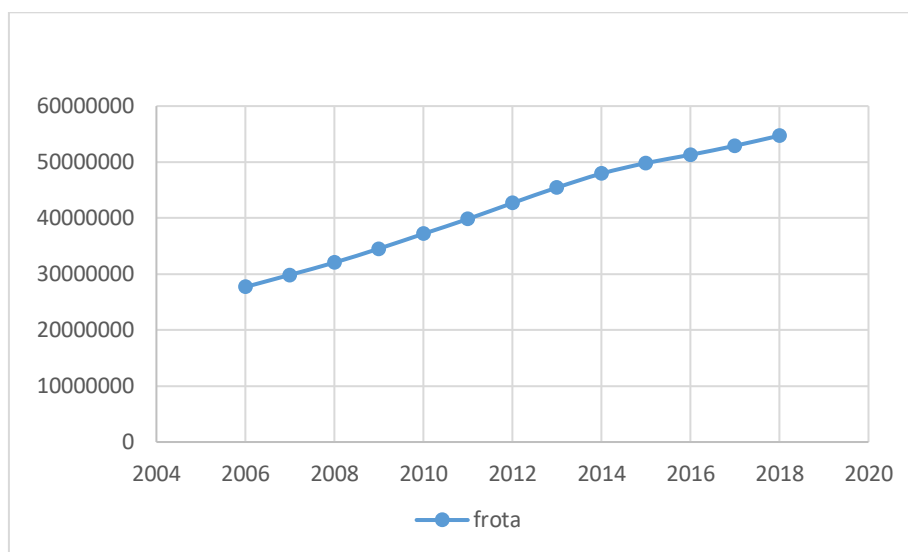
Mesmo longe do esgotamento das reservas de lítio e cobalto empresas buscam outras formas de matéria prima para baterias, como, por exemplo, o grafeno que possui uma densidade energética maior que a de lítio, além de uma recarga mais rápida, porém devido à complexidade de se trabalhar com o grafeno é comumente utilizada juntamente com o lítio (Junqueira, 2020). Outra forma já estudada é a de criação de baterias orgânicas que seriam mais limpas já que não usam nenhum metal em sua composição ou materiais tóxicos já que utilizam componentes orgânicos como fungos, bactérias e plantas e ainda possuem cerca de 5 vezes mais tempo de vida que as baterias de lítio (Oliveira, 2020).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1 Comparação de mercado entre veículos elétricos, híbridos e a combustão

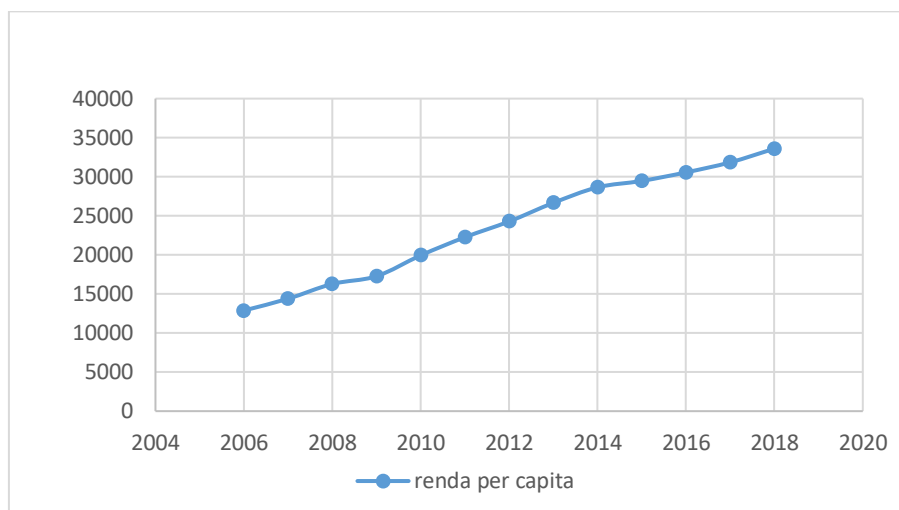
A frota de veículos de um país cresce em relação ao seu desenvolvimento, população e renda *per capita* de sua população, ou seja, quanto maior o número de habitantes e seu poder aquisitivo maior é a quantidade de veículos circulando. Caso o Brasil continue em processo de desenvolvimento econômico e o poder de compra da população continue crescendo a frota de veículos tende a continuar aumentando.

Gráfico 1: Frota de veículos no Brasil.



Fonte: Dados extraídos do IBGE, 2021.

Gráfico 2: renda per capita da população brasileira.



Fonte: Dados extraídos do IBGE, 2021.

Desses quase 55 milhões de veículos apenas cerca de 42 mil são de veículos elétricos em todo o país, a falta de exemplares nas ruas contribui para o não conhecimento dos carros elétricos o que também diminui o interesse pela capacitação de serviços mecânicos referentes a carros elétricos o que leva ao aumento dos preços de cursos destinados a área. Em média cursos na área de mecânica automotiva custam cerca de 500 a 2000 reais mensais variando em relação a carga horaria e áreas de atuação dos cursos, porém ao entrar na área de carros elétricos os custos de um curso costumam triplicar indo de 1500 a 5000 reais de cursos básicos e o mesmo vale para veículos híbridos (NAKATA, 2019).

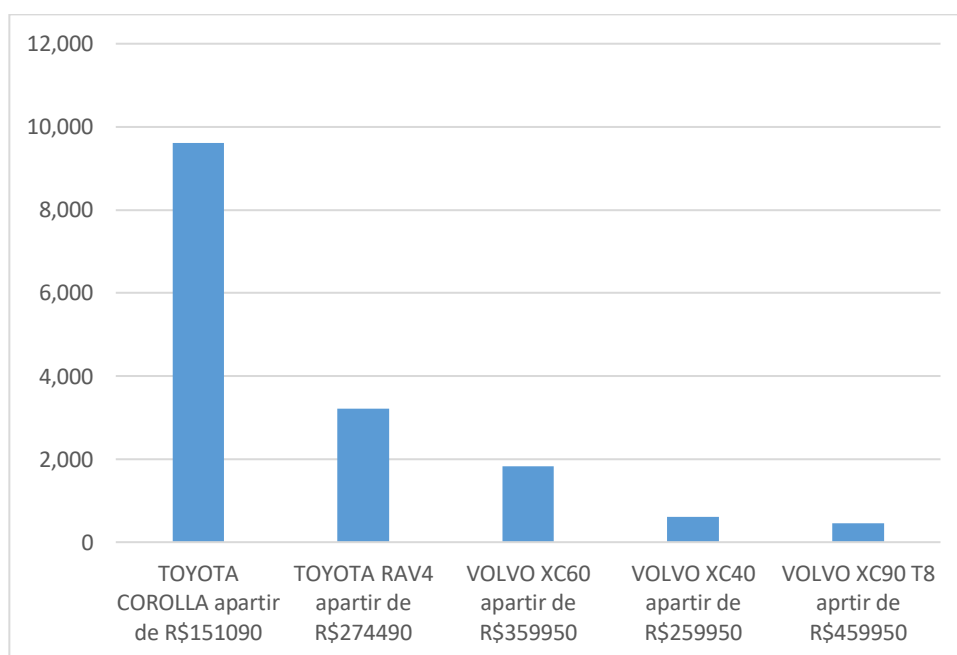
A falta de mão de obra especializada para reparar eventuais problemas de carros elétricos desencoraja consumidores que necessitam de um meio de transporte confiável, principalmente quando se reside distante de grandes áreas urbanas onde comumente se concentra o baixo número de profissionais capacitados. Mesmo o gasto com manutenção e a necessidade de manutenções periódicas sendo bastante inferiores em relação a veículos a combustão a facilidade de se obter serviços mecânicos perto de sua residência ainda é tido como grande vantagem de veículos a combustão, inclusive modelos de carros mesmo a combustão são excluídos de opção de compra quando se tem uma mecânica complicada ou que necessita de mão de obra especializada.

O mercado de revenda de carros também influencia no momento da escolha de um veículo, pois grande parte dos consumidores compram um carro pensando na sua desvalorização com o passar dos anos e como veículos elétricos são novos no mercado

não existe um padrão ou uma forma de analisar quanto o carro irá perder de valor com o passar dos anos mesmo utilizando a tabela FIPE.

A fabricação de modelos híbridos por fabricantes já conceituadas no mercado e utilizando plataformas já bem desenvolvidas como o caso da Toyota utilizando do Corolla, o sedã médio mais vendido do país, que agora possui uma versão híbrida que foi bastante aceita pelos clientes sendo hoje o híbrido mais vendido do país com 9610 unidades emplacadas em 2020, porém o valor elevado do Corolla híbrido, que só é fornecido nas configurações mais completas do modelo, atrapalham o aumento das vendas mesmo levando em conta a economia de combustível. Quase 90% do mercado de híbridos do país pertence a duas montadoras a já citada Toyota e a Volvo sendo o mais acessível financeiramente o Toyota Corolla. Os híbridos ainda têm como concorrentes os carros que utilizam motores a diesel que estão na mesma faixa de preço alguns ainda mais acessíveis e tem o combustível mais barato e econômico que a gasolina e o etanol.

Gráfico 3: Veículos híbridos emplacados em 2020



Fonte: Dados fornecidos pelas montadoras TOYOTA e VOLVO, 2021.

A má qualidade das estradas contribui para o aumento do preço de veículos em geral pois é necessário a escolha por veículos mais altos conhecidos como as pick-ups, SUV's ou CUV's que costumam ser mais caros devido ao sistema de suspensão e a procura no mercado, observando o gráfico acima apenas o Corolla não é inserido nas

categorias citadas uma vez que é mais barato que os demais, o lançamento do Corolla Cross no ano de 2021 que também terá versão híbrida utilizando da mesma motorização que sua versão menor, possivelmente impulse a quantidade de híbridos vendidos, porém custará cerca de 20000 reais a mais que sua versão sedã.

Os números de vendas são ainda mais baixos para veículos 100% elétricos que somaram apenas 857 unidades vendidas em 2020, o alto custo de se comprar um carro elétrico e a falta de incentivos para a aquisição de tais veículos contribuem para tal acontecimento. Hoje o modelo mais barato de carro elétrico no Brasil é o JAC IEV20 que tem o preço sugerido de 159900 reais, porém o veículo elétrico mais vendido no país é o Audi e-tron que tem preços a partir de 551900 reais.

Tabela 1: Veículos elétricos emplacados em 2020

| Veículos       | Preço      | quant. Emplacados |
|----------------|------------|-------------------|
| Audi e-tron    | R\$551.990 | 156               |
| Chevrolet bolt | R\$279.000 | 103               |
| Jaguar e-pace  | R\$437.900 | 88                |
| Nissan leaf    | R\$259.900 | 82                |
| BMW i3         | R\$261.990 | 70                |

Fonte: Dados fornecidos pelas montadoras AUDI, CHEVROLET, JAGUAR, NISSAN e BMW, 2021.

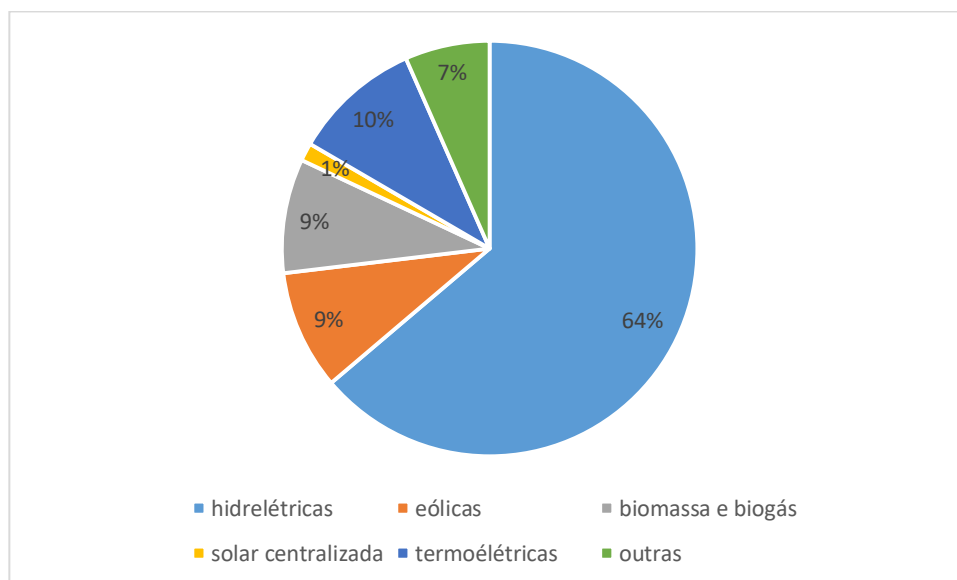
### 3.2 Relações ambientais entre veículos elétricos e fontes de energia limpa

Para que a utilização de veículos elétricos seja completamente benéfica para o meio ambiente a forma de captação de energia tem que ser igualmente limpa e renovável, pois com o aumento da frota de carros elétricos o consumo de energia do país tende a crescer, mesmo com estratégias de carregamento dos veículos em horários de baixo fluxo energético e a utilização deles durante o horário de pico.

O Brasil necessita de um maior investimento em energia limpa, pois o fato de recorrer a fontes de energia advindas da queima de combustíveis fósseis para recarregar veículos elétricos torna a utilização dos mesmos desnecessária em relação a redução da emissão de gases na atmosfera. Nos últimos anos foi comum a utilização das chamadas bandeiras amarelas nas contas de luz o que significa uma baixa na produção de energia o que faz com que uma tarifa adicional seja imposta nas contas de luz. Essa baixa na produção pode ser causada por inúmeros fatores o principal deles é a falta de chuva em

determinadas regiões uma vez que as hidrelétricas são responsáveis por mais de 60% da geração de energia do país. Esses problemas na geração de energia devem ser reduzidos o máximo possível para que não haja futuros problemas quando os carros elétricos forem os maiores consumidores de energia do país.

Gráfico 4: Fontes geradoras de energia no Brasil.



Fonte: Dados extraídos do Ministério de Minas e Energia.

Quase 84% da matriz elétrica brasileira é advinda de fontes de energia renovável, porém o Brasil tem capacidade de se manter totalmente com energia limpa pois fontes como a eólica e a solar ainda não são tão aproveitadas. A produção de energia derivada dos parques eólicos não chega a 10% da matriz energética do país, enquanto a energia produzida por energia solar só contribui com apenas 1,4%. O Brasil está localizado em uma área que há bastante incidência de raios solares principalmente no norte e nordeste do país, o que poderia garantir que pessoas comuns gerassem sua própria energia que poderia ser utilizada para o carregamento de seus próprios veículos. O que já acontece em alguns locais com as chamadas garagens solares.

Em 2019 o Brasil tinha capacidade instalada de produção de 170118 MW disso foi gerado 626324 GWh o que significa que não utilizamos toda a capacidade de geração de energia. Parte dessa energia gerada é consumida pela população e indústrias brasileiras outra parte é vendida ou negociada por tratados políticos. Com as usinas de Itaipu e Tucuruí sendo as maiores geradoras de energia elétrica do país, sendo que a usina hidrelétrica de Itaipu tem capacidade de geração de 14000 MW de energia, porém cerca

de 80% da energia gerada por ela é destinada ao Paraguai por questões políticas além de parte dela está localizada em território paraguaio (Ministério de Minas e Energia, 2019).

Se utilizarmos os números do modelo elétrico mais vendido de 2020 o Audi e-tron que tem uma bateria de capacidade de 95 kWh e uma autonomia máxima de 436 km dependendo dos hábitos do motorista segundo a própria fabricante. Se utilizarmos uma tomada comum de 220V que tem capacidade de 4400W precisaríamos de mais de 21 horas de carregamento para carregar completamente as baterias, porém isso não aconteceria com frequência pois pode-se recarregar o veículo mesmo antes de se esgotar a bateria apenas completando-a sem prejudicar o rendimento ou a vida útil da bateria e desconsiderando as tecnologias responsáveis pela regeneração de bateria do próprio veículo.

O tempo de recarga dos carros também é reduzido utilizando tomadas que são próprias para o carregamento de veículos geralmente ofertadas pela própria fabricante e colocadas nas garagens do proprietário do veículo e as estações de recargas contínuas ou estações de recargas rápidas, geralmente são elas que são colocadas em locais públicos e que podem carregar até 80% da carga da bateria do veículo em menos de uma hora. Os veículos híbridos plug-in que também tem opção de recarga nas tomadas também seriam responsáveis por uma parcela do consumo de energia.

#### 4 CONCLUSÃO

Após o estudo acerca do tema pode-se concluir que para a disseminação dos veículos elétricos deve-se de antemão obter um investimento por parte do governo em melhorias e adaptações no setor energético para que se tenha uma autonomia de fontes renováveis de energia para que o benefício ao meio ambiente seja amplamente aproveitado e o país consiga suprir a demanda energética necessária para a manutenção de uma grande quantidade de veículos elétricos.

Afim de encorajar empresas e possíveis proprietários a optarem por veículos com esse tipo de tecnologia o governo deve fornecer vantagens como a redução de impostos para fabricação, importação e comercialização de tais veículos para que os custos de obtenção se tornem semelhantes aos seus concorrentes movidos a combustíveis fósseis. A construção de pontos de recarga rápida gratuita em diversos municípios também é de suma importância para o aumento da demanda de veículos elétricos, pois garantiria acessibilidade a localidades distantes de grandes centros urbanos. A redução de taxas de energia para quem optasse por veículos elétricos também contribuiria para a obtenção de tais veículos, funcionando como uma moeda de troca como já ocorre com empresas que decidem diminuir a emissão de carbono optando por meios sustentáveis de operação.

Mesmo o mercado de carros elétricos crescendo os maiores consumidores são pessoas de um poder aquisitivo elevado que possuem mais de um carro e atualmente os carros mais vendidos são os ditos populares que estão bem abaixo dos valores do elétrico mais barato do mercado, ou seja, mesmo se houvesse o interesse de compra de veículos elétricos grande parte da população não teria condições de comprar um veículo desse tipo e esse elevado preço contribui para a lentidão desse crescimento.

## REFERENCIAS

AFFONSO, Nazareno Stanislau. **Automóveis e sustentabilidade**. 2009. Disponível em: [http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8364/1/Autom%C3%B3veis%20e%20sustentabilidade\\_27.pdf](http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8364/1/Autom%C3%B3veis%20e%20sustentabilidade_27.pdf). Acesso em: 01 out. 2020.

ANGELO, Barbara. **Carros elétricos no Brasil: veja todos os modelos e preços**. 2019. Disponível em: <https://autopapo.uol.com.br/noticia/carros-eletricos-no-brasil-modelos-precos/>. Acesso em: 02 out. 2020.

BADÔ, Fernando. **Como funciona o motor de um carro? Leia mais em: <https://super.abril.com.br/mundo-estranho/como-funciona-o-motor-de-um-carro/>**. 2018. Disponível em: <https://super.abril.com.br/mundo-estranho/como-funciona-o-motor-de-um-carro/>. Acesso em: 14 out. 2020.

BARAN, Renato; LEGEY, Luiz Fernando Loureiro. **Veículos elétricos: história e perspectivas no Brasil**. Disponível em: [https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/1489/3/A%20BS%2033%20Ve%C3%ADculos%20el%C3%A9tricos%20-%20hist%C3%B3ria%20e%20perspectivas%20no%20Brasil\\_P.pdf](https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/1489/3/A%20BS%2033%20Ve%C3%ADculos%20el%C3%A9tricos%20-%20hist%C3%B3ria%20e%20perspectivas%20no%20Brasil_P.pdf). Acesso em: 01 out. 2020.

BARBOSA, António Vilarinho. **Redes de abastecimento para veículos elétricos**. 2012. Disponível em: [http://ave.dee.isep.ipp.pt/~mjf/act\\_lect/SIAUT/Trabalhos%202011-12/SIAUT\\_2011-12\\_ProjetoRenaultNissan.pdf](http://ave.dee.isep.ipp.pt/~mjf/act_lect/SIAUT/Trabalhos%202011-12/SIAUT_2011-12_ProjetoRenaultNissan.pdf). Acesso em: 01 out. 2020.

BARBOSA, Vanessa. **Carros representam 72,6% da emissão de gases efeito estufa em SP**. 2017. Disponível em: <https://exame.com/brasil/carros-representam-726-da-emissao-de-gases-efeito-estufa-em-sp/>. Acesso em: 02 out. 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Acordo de Paris**. 2016. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/acordo-de-paris>. Acesso em: 01 out. 2020.

BRITO, Debora. **Efeito estufa: transporte responde por 25% das emissões globais.** 2018. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2018-12/efeito-estufa-transporte-responde-por-25-das-emissoes-globais>. Acesso em: 03 out. 2020.

CREA (Paraná) (org.). **Mercado de veículos elétricos deve crescer até 500% em cinco anos.** 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/pr/parana/especial-publicitario/crea-pr/engenharias-geociencias-e-voce/noticia/2019/12/26/mercado-de-veiculos-eletricos-deve-crescer-ate-500percent-em-cinco-anos.ghtml>. Acesso em: 04 out. 2020.

DELGADO, Fernanda; COSTA, José Evaldo Geraldo; FEBRARO, Júlia; SILVA, Tatiana Bruce da. **Carros elétricos.** 2017. Disponível em: <https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/19179/Caderno%20Carros%20Eletricos-FGV-BOOK%20VFINAL.pdf>. Acesso em: 01 out. 2020.

ENTENDA TUDO QUE ACONTECE COM O SISTEMA DE TRANSMISSÃO DO SEU CARRO. 2019. Disponível em: <https://blog.nakata.com.br/entenda-tudo-que-acontece-com-o-sistema-de-transmissao-do-seu-carro/>. Acesso em: 13 out. 2020.

FÉLIX, Victor Hugo. **Como funciona um carro elétrico?** 2019. Disponível em: <https://tecnoblog.net/346537/como-funciona-um-carro-eletrico/>. Acesso em: 13 out. 2020.

FREITAS, Joaquim Carlos Novais de. **Projeto e análise ao funcionamento de carros elétricos.** 2012. Disponível em: [https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/22557/1/Tese\\_VF\\_a52762\\_Pdf.pdf](https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/22557/1/Tese_VF_a52762_Pdf.pdf). Acesso em: 12 out. 2020.

GALANTE, Rafael. **Vendas de carros elétricos e híbridos no Brasil cresce 320%. E a culpa é da Toyota.** 2020. Disponível em: <https://www.infomoney.com.br/colunistas/o-mundo-sobre-muitas-rodas/vendas-de-carros-eletricos-e-hibridos-no-brasil-cresce-320-e-a-culpa-e-da-toyota/>. Acesso em: 02 out. 2020.

JUNQUEIRA, Felipe. **Baterias de grafeno já são realidade e podem ser fabricadas em massa**. 2020. Disponível em: <https://canaltech.com.br/produtos/baterias-de-grafeno-ja-sao-realidade-e-podem-ser-fabricadas-em-massa-159213/>. Acesso em: 13 out. 2020.

MOURA, Marcelo. **Carro elétrico no Brasil: do zero aos bilhões em 10 anos**. 2019. Disponível em: <https://epocanegocios.globo.com/Tecnologia/noticia/2019/09/carro-eletrico-no-brasil-do-zero-aos-bilhoes-em-10-anos.html>. Acesso em: 02 out. 2020.

NOCE, Toshizaemom. **ESTUDO DO FUNCIONAMENTO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS E CONTRIBUIÇÕES AO SEU APERFEIÇOAMENTO**. 2009. Disponível em: [http://www.biblioteca.pucminas.br/teses/EngMecanica\\_NoceT\\_1.pdf](http://www.biblioteca.pucminas.br/teses/EngMecanica_NoceT_1.pdf). Acesso em: 11 out. 2020.

OLIVEIRA, Joaquim. **Baterias são a alma, mas também o grande gargalo do carro elétrico**. 2020. Disponível em: <https://quatorrodas.abril.com.br/auto-servico/baterias-sao-a-alma-mas-tambem-o-grande-gargalo-do-carro-eletrico/>. Acesso em: 12 out. 2020.

OLIVEIRA, Ricardo de. **O que fazer com baterias dos carros elétricos é desafio no setor**. 2019. Disponível em: <https://www.noticiasautomotivas.com.br/o-que-fazer-com-baterias-dos-carros-eletricos-ainda-e-desafio-no-setor-automotivo/>. Acesso em: 13 out. 2020.

OLIVEIRA, Ricardo. **Carros eletricos no Brasil (2019)**. 2019. Disponível em: <https://www.noticiasautomotivas.com.br/carros-eletricos-no-brasil/>. Acesso em: 03 out. 2020.

RIATO, Giovana. **Mercado de carros elétricos no Brasil será de 180 mil unidades/ano em 2030**. 2019. Disponível em: <http://www.automotivebusiness.com.br/noticia/29717/mercado-de-carros-eletricos-no-brasil-sera-de-180-mil-unidadesano-em-2030>. Acesso em: 03 out. 2020.

RIBEIRO, Felipe. **O Brasil está preparado para os carros elétricos?** 2019. Disponível em: <https://canaltech.com.br/carros/o-brasil-esta-preparado-para-os-carros-eletricos-143785/>. Acesso em: 02 out. 2020.

RIBEIRO, Joaquim. **Automóvel moderno de combustão interna nasceu há 130 anos.** 2016. Disponível em: <https://www.jornaltornado.pt/automovel-moderno-de-combustao-interna-nasceu-ha-130-anos/https://www.jornaltornado.pt/automovel-moderno-de-combustao-interna-nasceu-ha-130-anos/>. Acesso em: 01 out. 2020.

ROCHA, Luiz Henrique. **CARRO ELÉTRICO – DESAFIOS PARA SUA INSERÇÃO NO MERCADO BRASILEIRO DE AUTOMÓVEIS.** 2013. Disponível em: <https://www2.jf.jus.br/pergamumweb/vinculos/00001c/00001ce7.pdf>. Acesso em: 02 out. 2020.

SALOMÃO, Teluan Ribeiro; OLIVEIRA JUNIOR, Renato de; AMARANTE, Mayara dos Santos. **AEVOLUÇÃO DOMOTORA COMBUSTÃO CICLO Otto.** 2018. Disponível em: <https://revistas.brazcubas.br/index.php/pesquisa/article/view/388/486>. Acesso em: 13 out. 2020.

SATO, Paula. **Como funcionam os carros elétricos?** 2009. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/1088/como-funcionam-os-carros-eletricos>. Acesso em: 13 out. 2020.

SILVA, Cleide. **Caros, veículos elétricos só devem chegar a 10% dos brasileiros.** 2019. Disponível em: <https://economia.uol.com.br/noticias/estadao-conteudo/2019/11/16/preco-ainda-limita-venda-de-carros-eletricos.htm>. Acesso em: 02 out. 2020.

WREDE, Insa. **O desafio de reciclar baterias de veículos elétricos.** 2020. Disponível em: <https://www.dw.com/pt-br/o-desafio-de-reciclar-baterias-de-ve%C3%ADculos-el%C3%A9tricos/a-52178600>. Acesso em: 13 out. 2020.