



ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA E AMBIENTAL DE VEÍCULOS ELÉTRICOS, HÍBRIDOS E DE COMBUSTÃO NO BRASIL

AUTOR

Jhonatan Alves Valério de Sousa

Universidade do estado do Rio de Janeiro, jhonatan.wolf@yahoo.com.br.

Letícia da Costa Fonseca

Universidade do estado do Rio de Janeiro, lefonseca2409@gmail.com.

Ricardo Chaves de Almeida e Silva

Universidade do estado do Rio de Janeiro, ricardochaves.as@gmail.com.

Ednei Duarte Rezende

Universidade do estado do Rio de Janeiro, ednei.rezende@fat.uerj.br

Nelson Tavares Matias

Universidade do estado do Rio de Janeiro e Centro Universitário Teresa D'Ávila, nelson.matias@fat.uerj.br.

RESUMO

Os impactos ambientais têm se tornado cada vez mais um assunto preocupante para a população mundial, principalmente em relação ao aquecimento global. Um dos fatores geradores de maior impacto é a poluição oriunda da combustão dos motores. Nesse sentido, o estudo tem como objetivo comparar motores automobilísticos a combustão, elétrico e híbrido, visando a conhecer os impactos ambientais e econômicos para a sociedade. Como metodologia de pesquisa, recorreu-se a Explicativa Aplicada, usando o portal de Periódicos CAPES. Para realizar as buscas, valeu-se do uso de descritores Booleanos. Assim, os resultados obtidos foram analisados e selecionados a fim de obtermos os assuntos de maior relevância. Por fim, o estudo permitiu concluir que o carro movido a etanol é a melhor opção para o Brasil, pois, se comparado aos veículos a combustão, ele é o menos nocivo ao ambiente, possuindo um processo produtivo menos poluente, somado a já existente infraestrutura para automóveis a combustão e variedade de modelos.

Palavras-chave: Carro elétrico. Motorização veicular. Economia.

ANALYSIS OF THE ECONOMIC AND ENVIRONMENTAL FEASIBILITY OF ELECTRIC, HYBRID AND COMBUSTION VEHICLES IN BRAZIL

ABSTRACT

Environmental impacts have become an increasingly worrying issue for the world's population, especially in relation to global warming. One of the most impactful factors is pollution from engine combustion. The objective of the research was to carry out comparative studies of combustion, electric and hybrid automobile engines, aiming to understand the environmental and economic impacts. The research method was Applied Explanation, using the Periódicos Capes portal. To carry out the searches, Boolean descriptors were used. The results obtained were analyzed and selected in order to obtain the most relevant issues. Finally, the study allowed us to conclude that the ethanol-powered car is the best option for Brazil, as compared to combustion vehicles, it is the least harmful to the environment, having a less polluting production process, added to the already existing infrastructure for combustion cars and variety of models.

Keywords: Electric car. Vehicle motorization. Economy.

INTRODUÇÃO

Desde a popularização dos automóveis urbanos, as empresas do setor automotivo vêm buscando formas de melhorar o desempenho de seus produtos, especialmente os motores (Yassui, 2022). Com o aumento da emissão de gases do efeito estufa na atmosfera, impulsionado pela crescente demanda por veículos movidos a combustão interna, os governos e os órgãos de proteção ambiental passaram a exigir dessas empresas mudanças para garantir a redução do impacto ambiental provocado pelos automóveis, além da criação de novas leis e regras para regulamentar limites de emissão de gases poluentes e incentivos fiscais para fomentar a utilização de fontes alternativas de energia (Lopes, 2015). As mudanças, no entanto, envolveram outro importante setor da economia mundial: o mercado de combustíveis fósseis, especialmente os derivados do petróleo (Lopes, 2015).

Dentro dessa ótica, ocorre busca por alternativas que, simultaneamente, sejam viáveis técnica e economicamente e que atendam às exigências estipuladas para o alcance das metas de redução da poluição ambiental, trabalham por uma causa comum, mas sem deixar de lado seus interesses individuais, muitas vezes conflitantes entre si (Tolotti, 2022). Enquanto a indústria investe recursos em pesquisa por formas de extrair de outras fontes energéticas o mesmo potencial calorífico, obtido por meio da queima de gasolina ou diesel, a sociedade, representada pelos órgãos ambientais, exige mudanças mais rápidas para a melhoria na qualidade do ar (Iberdrola, 2022). Desse modo, os governos devem atender à demanda da população, mas também precisam apoiar a indústria automotiva, um importante setor da economia em qualquer país, e monitorar o mercado de petróleo, que se autorregula conforme os interesses dos grandes produtores mundiais, representados por seus próprios órgãos como a Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP) (Iberdrola, 2022).

A esse complexo cenário, somam-se fatores externos sobre os quais nenhum dos envolvidos possui controle, como crises econômicas, incidentes geopolíticos como guerras e conflitos não armados que afetam os preços das commodities e a escassez de insumos e de matérias-primas para a indústria (Cardoso, 2019). Diferenças geográficas entre os países também podem representar um desafio específico para determinados tipos de motores automotivos, pois, enquanto alguns países dependem quase exclusivamente do gás natural importado, outros não dispõem de recursos hídricos suficientemente abundantes para garantir a transição viável das fontes fósseis para a energia elétrica (Cardoso, 2019).

Apesar de toda a complexidade do assunto, a questão energética é uma das principais pautas das nações desenvolvidas no âmbito mundial (Lopes, 2015). A criação do Mercado de Carbono foi uma das medidas adotadas por entidades internacionais para aumentar o controle sobre as emissões de gases do efeito estufa, demonstrando a preocupação e o engajamento das nações para alcançar uma meta comum (Tolotti, 2022).

1.1 Objetivos

Esse artigo tem como objetivo identificar se há vantagens e desvantagens dos ve-

ículos elétricos comparados aos tradicionais, em um âmbito econômico e ambiental. Buscando facilitar a compreensão do leitor sobre o assunto, e auxiliá-lo na melhor escolha do tipo de veículo. O objetivo específico visa identificar o cenário de como os carros a combustão e elétricos impactam ou podem impactar o Brasil, especialmente no quesito ambiental.

1.2 Método

A construção deste artigo foi realizada por meio do método de pesquisa explicativa aplicada sobre o tema, que inclui a pesquisa de estudos, de artigos científicos, de dissertações, de fontes oficiais do governo brasileiro, de teses e de reportagens, valendo-se do uso de descritores Booleanos. Os termos empregados foram: “elétrico” + “veículo”, “carro” + “elétrico”, “etanol” + “cana de açúcar”, “termelétrica” + “Brasil” + “seca” e “termelétrica” + “Brasil”. Além disso, utilizamos informações disponíveis on-line em sites de fabricantes de veículos elétricos, visando a obter dados específicos e atualizados.

Por conseguinte, foram consideradas publicações científicas por meio do portal de periódicos Capes, além de dados provenientes de fontes oficiais, a partir do intervalo de tempo do ano de 1999 a 2023. A data inicial foi selecionada por ser o ano da criação da resolução 257 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), sendo a primeira legislação que estabeleceu a responsabilidade dos fabricantes e dos importadores no que diz respeito ao destino das pilhas e das baterias no pós-consumo. O ano de 2023 foi selecionado como o limite final porque o estudo visa a analisar as informações mais recentes relacionadas ao assunto. Por meio dessa metodologia, almejamos reunir o conhecimento existente sobre os aspectos econômicos e ambientais relacionados à inserção dos veículos elétricos e híbridos tanto no Brasil como no contexto global. A utilização de informações, conforme descritas, foi fundamental para embasar as análises e as discussões realizadas neste artigo.

2 DESENVOLVIMENTO

Almejando combater os danos ao meio ambiente, causados pela poluição, alguns países, incluindo o Brasil, optaram por substituir o veículo que usa combustível fóssil pelo movido a eletricidade, de acordo com a International Energy Agency (IEA, 2022). No ano de 2021, o número de carros elétricos vendidos no mundo triplicou em relação ao ano de 2019. De acordo com Associação para Mobilidade Sustentável (Andemos, 2022), foram vendidos 117.742 veículos elétricos no ano de 2021 na América do Sul. No caso do Brasil, de acordo com a Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (Anfavea), em 2021, foram vendidos 34.839 automóveis elétricos, quatro vezes mais se comparado a 2020. Embora a venda de carros elétricos seja crescente no Brasil, ela ocupa um percentual de apenas 2% do total de veículos vendidos no ano de 2021, foram vendidos um total de 1.558.467 veículos movidos a combustíveis líquidos (Anfavea, 2022).

A discussão sobre o efeito estufa e suas consequências não é algo novo; e seus efeitos podem ser sentidos atualmente no mundo (IPCC, 2023). Um relatório realizado pelo IPCC (2023), indicou que a ação humana levou o planeta ao aquecimento mais

rápido já visto em 2 mil anos, superando o período pré-industrial em um valor superior a 1° Celsius.

Logo, pode-se notar os efeitos do aquecimento no Brasil ao observarmos a tempestade, que atingiu o estado de São Paulo em fevereiro de 2023, que acumulou 682 mm em 24 horas no índice pluviométrico, tornando-se a mais forte já registrada nos serviços meteorológicos (CEMADEN, 2023). Similarmente, ocorreu o acidente na cidade de Petrópolis em 2022, no qual o índice pluviométrico assinalou 531 mm em 24 horas (CEMADEN, 2023). Nesse contexto, Untertell (2023), Astrini (2023) e Freitas (2023) alegam que as catástrofes não são naturais e sim reflexos do aquecimento global, e que não há nenhuma naturalidade em desastres quando falamos de um ambiente urbano. As mudanças climáticas têm a função de exacerbar esses riscos e exigem uma preparação maior. Os autores também afirmam que haverá outros problemas além de enchentes e que todo o país será afetado.

Podemos relacionar os eventos de variação climática à poluição causada pelo dióxido de carbono. São Paulo é a quinta cidade mais poluidora do país, de acordo com o SEEG (2017), e tem 72,6% das emissões de gases do efeito estufa vindo de carros, pelos dados oriundos do IEMA (2017). Além disso, de acordo com o IBGE (2023), o estado de São Paulo possui a maior frota de automóveis do país, o equivalente a 19.632.285 veículos.

Uma alternativa de veículo que pode ser usado na diminuição de emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE) é o carro movido a biocombustível. A Agência de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP, 2022) divulgou o balanço de 2021 da Agência Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio) em que mais de 24 milhões de toneladas de (GEE) foram evitados de serem liberadas com o uso de biocombustíveis em 2021.

A criação de etanol, biodiesel e HVO (Óleo Vegetal Hidratado) aumentou mais de 10 vezes nos anos de 2000 a 2019. No período mencionado, houve um aumento de produção, resultando na queda de preços de etanol e biodiesel no mercado (Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás, 2020). A agência Internacional de Energia estima que haverá um aumento de 6,8% na produção global até o ano 2026, com a tendência do aumento do consumo de diesel e de gasolina, o que abre uma oportunidade para o crescimento do consumo de biocombustíveis (Instituto brasileiro de petróleo e gás, 2020). Baseado nos dados apresentados, uma forma de reduzir a poluição seria aumentar a porcentagem de etanol que deve ser contida obrigatoriamente na gasolina, de tal modo a diminuir o consumo desse combustível fóssil, e conseqüentemente a emissão de gases do efeito estufa.

2.1 Tamanho da frota de veículos no Brasil

De acordo com o Ministério dos Transportes, no ano de 2022, a frota nacional de veículos alcançou um valor 115.116.532 unidades. Deste valor, os automóveis correspondem a 60.459.290 unidades (52,52%) (Ministério dos Transportes, 2023).

A Associação Brasileira do Veículo Elétrico (ABVE) informa que, em 2022, o Brasil

possuía, em circulação, uma frota de 126.504 mil carros e comerciais leves híbridos (HEV), híbridos plug-in (PHEV) e totalmente elétricos (BEV) (ABVE, 2023).

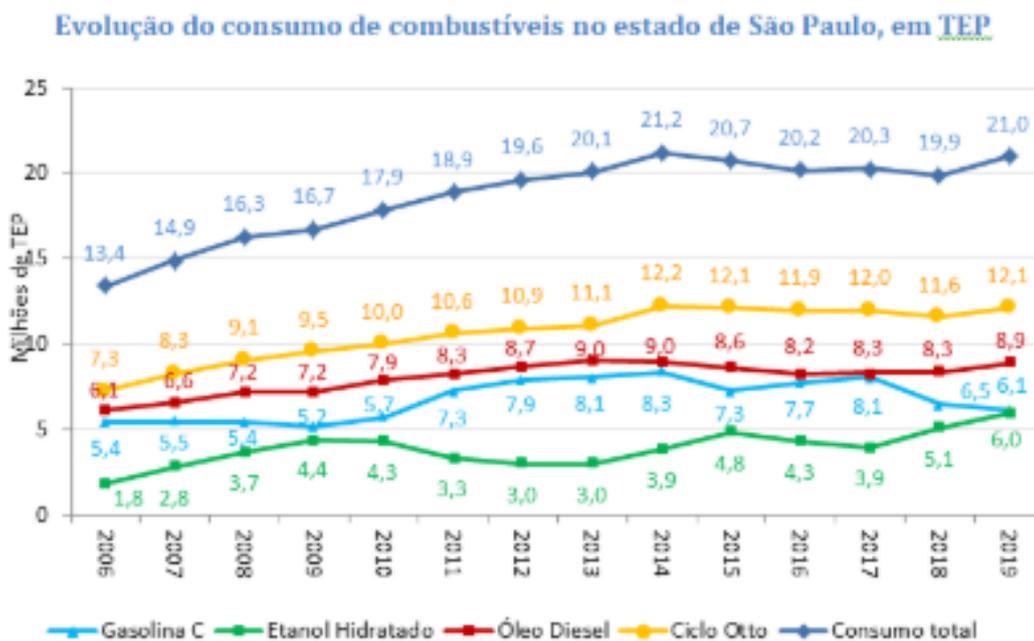
No que diz respeito a vendas, a ABVE indica que em 2022 foram vendidas 8.460 unidades de BEV, seguido dos HEV 30.439 e PHEV com 10.348. Considerando a quantidade de eletrificados vendidos (49.245) em 2022, o BEV representa 17% das vendas, HEV 62% e PHEV 21% (ABVE, 2023).

Esses dados nos permitiram compreender qual o tamanho da frota de carros elétrico no Brasil e qual o modelo de veículo elétrico é o procurado pelo consumidor brasileiro.

2.2 Motores movidos a combustão

Nesta seção, abordaremos 3 diferentes tipos de motores a combustão: os movidos a gasolina comum, a diesel e a etanol hidratado (flex). Os três são classificados como motores a combustão interna de 4 tempos (UFRGS, 2009). A escolha desses combustíveis foi baseada no fato de o Brasil usar predominantemente veículos de Ciclo Otto (gasolina, etanol) e Ciclo Diesel (diesel) (Figuras 1 e 2) (CETESB, 2020).

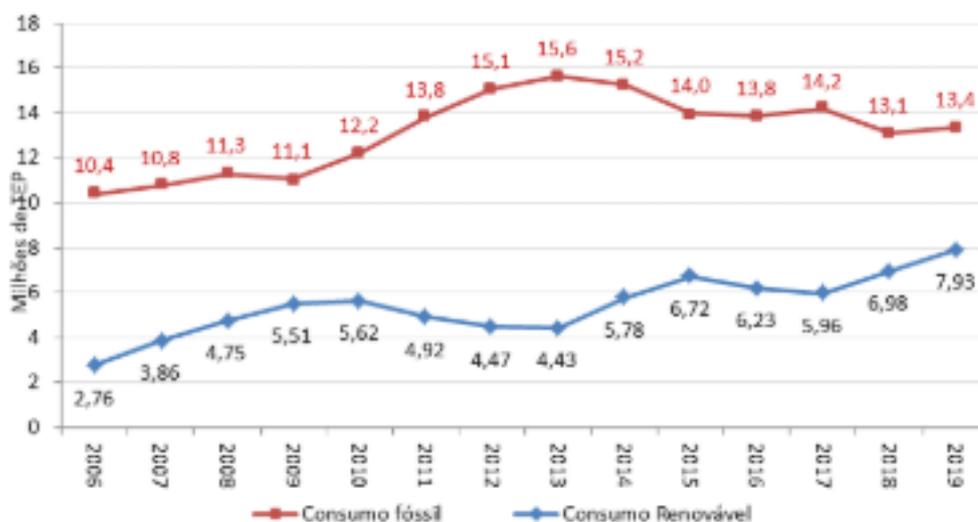
Figura 1 Combustíveis não renováveis



Fonte: CETESB (2020)

Figura 2 Combustíveis considerados renováveis

Evolução do consumo de combustível fóssil e renovável no estado de São, em TEP



Fonte: CETESB (2020)

Ao analisarmos as Figuras 1 e 2, é possível notar que a principal diferença entre os motores é o seu método de ignição, pois, enquanto o motor a gasolina e flex utilizam uma vela de ignição para iniciar a combustão, o Diesel usa o aumento da temperatura interna da câmara para iniciar a explosão (Carro Brasil, 2003).

Os combustíveis usados nos motores analisados serão: (i) Gasolina C (Comum): é criada a partir do petróleo (combustíveis fósseis) com uma adição de 27% de etanol anidro na sua mistura (Ruff, 2020); (ii) Etanol hidratado (álcool): é resultado da destilação da cana-de-açúcar somado a um pequeno percentual de água no valor de 4,9% na sua mistura. Pela mistura de etanol e de água, esse combustível é chamado de etanol hidratado (Ruff, 2020); e (iii) Diesel: é criado a partir do petróleo (combustíveis fósseis) com uma adição de 12% de biodiesel que pode ser de origem óleos residuais de frituras, gordura animal e plantas oleaginosas (Ruff, 2020).

Na análise da poluição relacionada aos veículos movidos a etanol, a diesel e a gasolina, será considerado o estado de São Paulo. A escolha deste Estado se deveu ao fato de ele possuir 33% do valor total de automóveis (superior a 19 milhões) registrados no país (Detran SP, 2021).

2.3 Poluição causada pelos motores de combustão interna

A poluição ambiental, causada por um veículo, ocorre em todo seu ciclo de vida, começando na sua produção, no seu período de uso e terminando no seu descarte (Figura 3) (Ecodebate, 2012).

Figura 3 Elementos que causam impacto ambiental na vida útil de um carro

Energia necessária	5.358,6 litros de petróleo	
Resíduos	Triturados	0,2 t
	Entulho	23,4 t
	Escória	1,6 t
	Outros	1,5 t
Cont. Energia necessária	5.358,6 litros de petróleo	
Emissões	Hidrocarbonetos	62,9 kg
	Monóxido de carbono	368,1 kg
	Partículas sólidas	4,2 kg
	<u>Oxido nítrico</u>	89,5 kg
	Dióxido de enxofre	32,8 kg
	Gás carbônico	59,7 t
	Platina	1,3 mg
	Zinco	0,8 g
	Níquel	1,2g
	Cobre	4,3 g
	Cromo	0,2 g
	Chumbo	85,8 g
	Desgaste do freio	150 g
	Desgaste de pneus	750 g
	<u>Desgasto do solo</u>	17,5 kg
<u>Formaldeídos e</u>	203,1 g	
<u>Aldeídos</u>	812,5 g	
Benzeno		
Ar contaminado	Zinco	24,6 g
	Chumbo	14,1 g
	Cobre	6,6 g
	Cromo	0,7g
	Cádmio	0,4 g
	Óleo Mineral	1,1 L
	Quantidade	2.040.000.000

Fonte: ECODEBATE (2012)

Nota 1:

t: tonelada;

m³: litro cúbico;

Kg: quilograma;

g: grama;

mg: miligrama;

L: litro.

De acordo com a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), os veículos que utilizam etanol hidratado liberam menos poluição em comparação aos que utilizam diesel e gasolina C (Figuras 4 e 5).

Figura 4 Estimativa de emissão das fontes de poluição do ar em São Paulo

Categoria	Combustível	Emissão (1000t/ano)				
		CO	HC	NOx	MP	SOx
Automóveis	-	CO	HC	NOx	MP	SOx
	Gasolina C	33,13	6,89	4,43	0,02	0,05
	Etanol Hidratado	7,39	1,37	0,58	nd	nd
	Flex- Gasolina C	10,66	3,53	1,05	0,02	0,05
	Flex- Etanol Hidratado	23,22	6,23	1,75	nd	nd
Comerciais Leves	Gasolina C	6,06	1,21	0,62	0,004	0,02
	Etanol Hidratado	0,56	0,11	0,05	nd	nd
	Flex- Gasolina C	1,47	0,51	0,17	0,002	0,01
	Flex- Etanol Hidratado	3,46	0,85	0,28	nd	nd
	Diesel	0,69	0,17	2,91	0,13	0,09

Fonte: CETESB (2021)

Nota 1:

nd: não disponível;

MP: Material Particulado;

C: comum.

Figura 5 Contribuição relativa das fontes relativas de poluição do ar na região metropolitana de São Paulo.

Categoria	Combustível	Poluentes (%)				
		CO	HC	NOx	MP	SOx
Automóveis	-					
	Gasolina C	28,28	20,18	5,96	0,68	0,85
	Etanol Hidratado	6,31	4,01	0,78	nd	nd
	Flex- Gasolina C	9,10	10,33	1,42	0,59	0,78
	Flex- Etanol Hidratado	19,82	18,23	2,35	nd	nd
Comerciais Leves	Gasolina C	5,17	3,55	0,84	0,13	0,24
	Etanol Hidratado	0,48	0,51	0,07	nd	nd
	Flex- Gasolina C	1,25	1,51	0,22	0,08	0,14
	Flex- Etanol Hidratado	2,96	2,49	0,37	nd	nd
	Diesel	0,59	0,50	3,91	4,27	1,40

Fonte: CETESB (2021).

Nota 1:

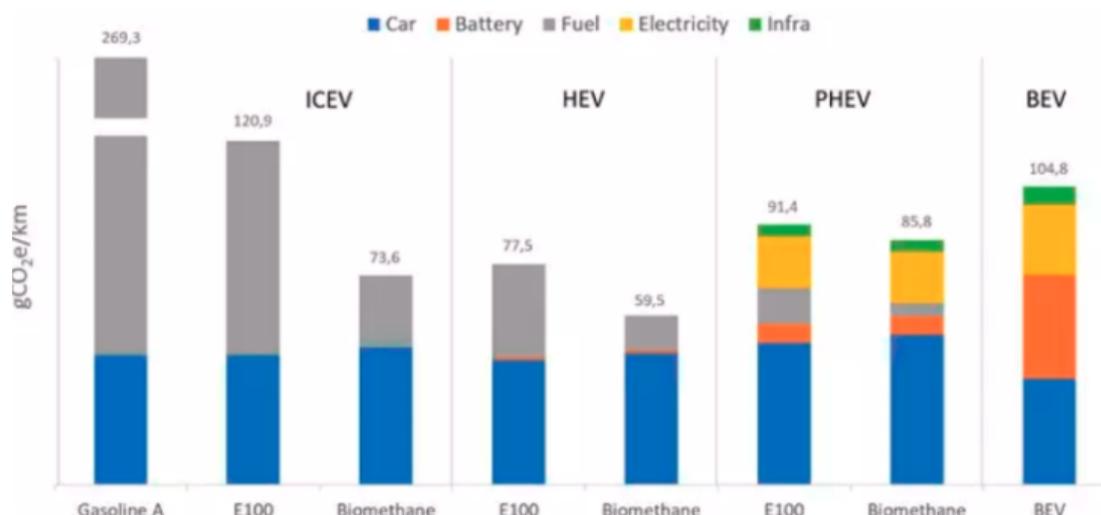
nd: não disponível;

MP: Material Particulado;

C: comum.

De acordo com a revista científica Energy for Sustainable Development (2022), carros híbridos, movidos a combustíveis sustentáveis, são superiores a veículos elétricos movidos a bateria. No caso de automóveis movidos a gasolina, as emissões equivalem a 269,3 gramas de gás carbônico por quilômetro e, para veículos movidos a etanol hidratado, seria 120,9 gramas de gás carbônico equivalente por quilômetro (Figura 6) (Terra, 2023).

Figura 6 Biocombustíveis e eletrificação no Brasil



Fonte: Gauto (2023)

2.4 Preço de um carro elétrico no Brasil?

Os veículos elétricos possuem elevado custo de fabricação, porém algumas fábricas começaram a produzir modelos mais acessíveis, com preços variando entre R\$140.000,00 a R\$160.000,00. Atualmente, o modelo mais acessível do Brasil é o Caoa Chery iCar, com preço de R\$ 139.990 (Moura, 2022).

Ainda, há também uma segunda opção de carro elétrico mais acessível no Brasil, é o Renault Kwid E-Tech, que possui design bastante semelhante à sua versão original. Seu preço é de R\$ 146.990,00, possui um motor elétrico de 65 cv (cavalo-vapor) e 11,5 kgfm (quilograma-força vezes metro) de torque máximo (Tolotti, 2022).

2.4.1 Características e Preço dos Tipos De Veículos

Veículos com motores a combustão são responsáveis por liberar grande quantidade de gases do efeito estufa (GEE), porém a quantidade de GEE liberada varia dependendo do combustível usado; no caso do etanol é geralmente menos poluente que a gasolina e o diesel, pois emite menos gás carbônico (Yassui, 2022). Em contrapartida, os veículos elétricos não emitem GEE, porém o processo produtivo do veículo elétrico é mais poluente se comparado aos movidos a combustão, devido à matriz energética dos países que produzem o carro elétrico e o material usado na sua produção (Cardoso, 2019).

O carro elétrico possui mais que o dobro (em média 73 quilogramas) de cobre se comparado a veículos convencionais, que tem, em média, 25 quilogramas, podendo variar de acordo com o modelo ou com a marca (Paulino, 2019). No caso dos veículos convencionais a gasolina, 85% a 90% dos GEE liberados por eles ocorrem no seu período de uso e não na sua fabricação (Cardoso, 2019).

Para abastecer 80% da bateria de um veículo elétrico, é necessário em média, 30 minutos em um eletroposto, resultando em baixa autonomia, já um veículo a combustão gasta em média 5 minutos para ser abastecido totalmente (Yassui, 2022). Em relação a complexidade do motor, os carros elétricos se apresentam mais simples, pois possuem um motor com 50 partes móveis em detrimento dos motores a combustão, que possuem 350 partes móveis; os carros elétricos também não possuem um sistema de marchas, fluídos ou necessidade de lubrificação (Yassui, 2022).

Desse modo, o preço de um veículo elétrico é maior do que o de um veículo tradicional. Com o valor de um carro elétrico, é possível adquirir um veículo convencional de nível superior, além disso, veículos elétricos possuem pouca variedade de modelos disponíveis no Brasil (Cardoso, 2019). Já o carro convencional possui maior autonomia de combustível do que o elétrico, uma vez que a autonomia do carro elétrico está diretamente ligada ao peso da bateria (Cardoso, 2019).

O carro elétrico possui eficiência superior ao dos automóveis convencionais, sendo sua capacidade de conversão de energia elétrica em mecânica de aproximadamente 90%, enquanto o motor a combustão possui capacidade de conversão entre 12% e 30%, podendo alguns alcançarem um valor de 45% devido a novas tecnologias (Yassui, 2022). A Figura 7 explicita resumidamente essas informações.

Figura 7 Características e preços dos veículos de acordo com o combustível.

Tipo de Veículo	Características	Preço médio (R\$)
Carro a gasolina	Alta autonomia; Baixo custo de produção; Fácil acesso a meios de manutenção; Pouca eficiência energética; Manutenção complicada; Impactos nocivos ao meio ambiente.	130.851,12
Carro a diesel	Alta autonomia; Alto custo de produção; Pouca eficiência energética; Fácil acesso a meios de manutenção; Manutenção complicada; Altos impactos nocivos ao meio ambiente.	159.990,00
Carro flex (etanol)	Alta autonomia; Baixo custo de produção; Fácil acesso a meios de manutenção; Baixo impacto nocivo ao meio ambiente; Manutenção complicada; Pouca eficiência energética.	111.938,32
Carro elétrico	São mais econômicos; Não gera impacto nocivo ao meio ambiente no seu uso; Manutenção mais simples; Alta eficiência energética; Menos autonomia; Alto custo de produção; Menos acesso a meios de manutenção; Poluição elevada ao meio ambiente no seu processo de produção.	330.000,00

Fonte: Autoria própria

2.5 Consumo dos Tipos de Veículos

O Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro) realizou um estudo que mediu a eficiência energética de veículos automotores leves, visando a simular as condições mais comuns de utilização dos automóveis (Figura 8).

Figura 8 Consumo de combustível de diferentes modelos de veículos.

Modelos		Consumo na cidade (km/L e)	Consumo na estrada (km/L e)
Modelo de veículo elétrico	Icar EQ 1	48,8	36,8
	500E	47,3	40,4
	e-tron Sportback	22,7	22,8
	E-KWID	52,7	39,6
Modelos		Consumo na cidade (Km/L)	Consumo na estrada (Km/L)
Modelo de veículo a gasolina	NIRO	19,8	17,7
	URUS	4,9	6,9
	JCW	10,3	13,9
	COOPER	10,3	13,4
Modelo de veículo flex (etanol)	COROLLA	12,8	11,1
	DISCOVERY SPORT	4,9	6,2
	MOBI	9,8	11
	HB20	9,6	10,4
Modelo de veículo flex (gasolina)	COROLLA	18,5	15,7
	DISCOVERY SPORT	7,0	8,6
	MOBI	14,2	15,5
	HB20	13,3	14,6
Modelo de veículo flex (diesel)	COMPASS	10,6	13,6
	DEFENDER 110	9,9	11,4
	JUMPY	12,4	11,9
	TRAILBLAZE R	8,2	10,3

Fonte: INMETRO (2023).

Nota 1:

Km/L: quilômetro por litro;

Km/L e: quilômetro por litro equivalente.

Ao analisar a Figura 8, comparando os consumos entre as diferentes motorizações, percebeu-se que o veículo elétrico é mais eficiente no consumo de energia se comparados aos de combustão, por exemplo, o E-KWID tem o menor consumo por Km se comparado ao MOBI, veículos assemelhados em dimensão. O K-WID é movido a energia elétrica e o MOBI a combustível fóssil. Dentre os veículos movidos a gasolina exclusivamente percorrem mais quilômetros com a mesma quantidade de energia se comparados aos veículos flex, por exemplo o COOPER e COROLLA.

De acordo com o levantamento da Associação Brasileira do Veículo Elétrico (ABVE), em 2022, o Volvo XC40 Recharge com uma autonomia de 415 km foi o carro elétrico mais vendido no Brasil.

2.6 Tipos de baterias usadas no carro elétrico

A bateria mais comumente utilizada nos carros elétricos é a bateria de íon de lítio, elas são geralmente utilizadas em aparelhos eletrônicos, possuindo como principais vantagens bom funcionamento sob temperaturas elevadas, alta eficiência energética e melhor capacidade de percorrer distâncias maiores com uma carga completa. Ademais, essas baterias são compostas, em sua maioria, por peças recicláveis, o que é fundamental para a preservação do meio ambiente (Iberdrola, 2022).

Outra opção é a bateria de níquel hidratado metálico, normalmente utilizada em veículos HVE (híbrido) e, às vezes, em puramente elétricos. Embora tenha um ciclo de vida maior do que as de íon-lítio, o custo alto e uma grande produção de calor, tornam-na uma opção menos procurada (Canaltech, 2022).

Existe também a bateria de chumbo ácido normalmente usada em carros de combustão, porém, em carros elétricos, ocupa apenas a função de carga complementar para funções auxiliares e acessório, pois, apesar da sua alta potência, baixo custo e confiabilidade, ela apresenta um desempenho baixo em temperaturas frias e vida útil curta, tornando-a pouco viável para carros elétricos (Iberdrola, 2022).

Por último, temos os super-capacitores ou ultra-capacitores que têm função semelhante ao das baterias de chumbo ácido, servindo como um dispositivo secundário que fornece energia complementar ao carro em determinadas situações ou quando há uma queda temporária na energia (Neo Charge, 2021).

A média da garantia da bateria de um carro elétrico é de 8 anos, ela é projetada para percorrer entre 160 e 240 mil quilômetros. No entanto, pesquisas recentes apontaram que a autonomia de um veículo elétrico possui tendência a cair 2,3% por ano de uso (Tolotti, 2022).

2.7 A Reciclagem da Bateria de Carros Elétricos no Brasil

É importante refletir sobre o impacto que a reciclagem das baterias veiculares, impactará a sociedade. As características físicas e químicas das baterias são peculiares e exigem tecnologias específicas para serem reprocessadas. Baterias de veículos elétricos, principalmente de íons de lítio, contêm materiais perigosos como lítio, cobalto e níquel. De acordo com um relatório da Agência Internacional de Energia (AIE), o volume de baterias de veículos elétricos usadas pode chegar a 12 milhões de toneladas métricas anualmente até 2030 se não for adequadamente resolvido.

A reciclagem dessas baterias reduz a pegada ambiental dos veículos elétricos e garante que materiais valiosos sejam reutilizados em vez de descartados.

Uma bateria de ácido chumbo pesa, normalmente, 14,4 kg, no caso das baterias usadas por carros elétricos, seu valor varia entre 200 e 300 quilogramas (EPBR, 2023). No ano de 2022, apesar de os carros elétricos corresponderem a 2,5% da frota nacional, o peso total das suas baterias somadas corresponde a 27% do peso de todas as baterias veiculares vendidas, incluindo as de automóveis a combustão (Agência Brasil, 2023).

A falta de regulamentação no tocante às baterias dos carros elétricos é um problema existente, pois as leis englobam apenas as baterias de chumbo ácido e excluem as dos carros elétricos. Carlos Eduardo Canejo (2023), um dos criadores da pesquisa, comenta que as legislações relacionadas às baterias de chumbo ácido criaram um sistema de logística reversa com pontos de entrega voluntárias em 80% dos municípios brasileiros. Em contrapartida, as baterias dos carros elétricos apresentam apenas postos de entrega em 560 municípios. O vácuo de uma legislação cria obstáculos para a reciclagem e para a inserção de baterias usadas dos automóveis elétricos no ciclo da cadeia logística (Agência Brasil, 2023).

Um estudo, dessa vez realizado pela Associação Brasileira de Veículos Elétricos (ABVE) iniciado em 2012, apontou que as baterias, usadas pelos primeiros automóveis elétricos registrados no Brasil, estão chegando ao final de sua vida útil. Com o vácuo de uma legislação, não há uma boa solução para o que se deve fazer com essas baterias no final de sua vida (Agência Brasil, 2023). De acordo com Canejo (2023), até 2030 o Brasil poderá ter uma quantidade de baterias de veículos leves na casa das toneladas com potencial de prejudicar o meio ambiente, devido aos componentes químicos presentes nas baterias dos carros elétricos, somado as altas chances de incêndios e de explosões delas (EPBR, 2023).

Além de as baterias de íon lítio serem altamente poluentes ao meio ambiente por causa dos metais que a constituem, existe outro problema que pode ocorrer devido aos componentes químicos que a compõe, a fuga térmica. Esse fenômeno acontece quando as baterias de íon lítio sofre um período de superaquecimento e superpressurização, resultando em incêndios ou em explosões (Instituto Ideias, 2022).

2.8 Custo para carregar um carro elétrico

O custo de abastecimento de um veículo elétrico varia de acordo com cada região do Brasil, pois cada estado tem um custo diferente de energia elétrica. Analisando em um aspecto geral, esse custo costuma variar entre R\$ 30,00 a R\$ 90,00, dependendo da capacidade da bateria e da autonomia homologada do veículo (Moura, 2022). Em São Paulo, por exemplo, o valor médio de energia cobrada é de R\$ 0,92 KWh, o custo para carregar um carro elétrico mais barato é, em média, R\$ 30,00 (Tolotti, 2022).

2.8.1 Onde carregar carros elétricos no Brasil

De acordo com a ABVE (2022), o Brasil possui mais de 1.250 pontos de recarga de carros elétricos, sendo que a maioria deles (47%) estão localizados em São Paulo. Geralmente, os carregadores são instalados em locais públicos, como supermercados e shoppings (Tolotti, 2022).

No caso dos postos de combustíveis, o Anuário Estatístico da Agência Nacional do Petróleo, Gás e Biocombustíveis (ANP, 2021) informava que, no fim de 2020, a quantidade de postos revendedores era equivalente a 41.808 unidades por todo o país. Sendo sua distribuição pelas regiões do Brasil correspondente a 38% no Sudeste, a 26% no Nordeste, a 19,2% no Sul, a 18,9% no Centro-Oeste e 9%a no Norte (CADE, 2022).

2.9 O impacto ambiental dos carros elétricos

Os veículos elétricos tornaram-se uma opção cada vez mais popular para diminuir produção de gases de efeito estufa no setor de transportes, contudo, Tolotti (2022) questiona: qual o verdadeiro impacto ambiental dessa nova tecnologia?

As fábricas de carros elétricos impactam o meio ambiente em três momentos: durante a produção, durante a operação e após o descarte (Tolotti, 2022).

2.9.1 Impacto Ambiental Durante a Produção

A fabricação de veículos elétricos pode emitir significativamente gases de efeito estufa, especialmente devido à extração de materiais como o lítio, usado para fabricar as baterias em um processo intensivo em questões de energia, tendo um processo produtivo extenso e complexo, necessitando de mais energia e emitindo mais gás carbônico durante sua produção do que os carros a combustão (Iberdrola, 2022).

Mesmo assim, a produção de veículos elétricos vem se mostrando cada vez mais sustentável, levando à realização de pesquisas com o objetivo de buscar meios alternativos que diminuam os impactos ambientais e o custo de fabricação. Além disso, a possibilidade de reciclagem dos componentes da bateria reduzirá a necessidade de extração de novos minerais (Lopes, 2015).

De acordo com o Conselho Internacional de Transporte Limpo (ICCT, 2018), os

carros elétricos produzem menos da metade dos gases de efeito estufa durante toda a vida útil do veículo se comparados aos carros a gasolina ou a diesel, isto significa que, depois de sua fabricação, o carro elétrico, diferente dos carros tradicionais, não emite nenhum gás poluente na atmosfera (ICCT, 2018).

Um estudo, publicado pela Transport & Environment (2020), descobriu que, mesmo quando a eletricidade usada para recarregar um carro elétrico é gerada a partir de fontes de combustíveis fósseis, o carro elétrico ainda produz menos gases de efeito estufa do que um carro a gasolina ou a diesel. Ainda que a produção de carros elétricos possa ter um impacto ambiental significativo, as vantagens ambientais ao decorrer da vida útil do veículo são muito superiores (Vonbun, 2015).

Após a fabricação, os carros elétricos rapidamente equiparam sua produção de carbono em comparação com carros convencionais equivalentes, demora aproximadamente de um a dois anos dirigindo um carro elétrico para atingir a paridade com a gasolina e o diesel (após aproximadamente 23.000 km). No caso de carros elétricos produzidos utilizando energia limpa e funcionando com eletricidade limpa, a paridade de carbono aconteceria em menos de um ano de uso (cerca de 13.000 km) (Tupinambá, 2023).

3 Impacto ambiental sobre a matriz energética brasileira

De acordo com o estudo realizado pela consultoria Kearney (2022), se o Brasil acompanhar a tendência mundial, terá, em 2035, 5,5 milhões de carros elétricos. Levando em consideração a possível expansão do uso de carros elétricos, é necessário analisar como eles impactariam a rede de energia elétrica brasileira.

O Brasil possui capacidade de suprir qualquer demanda criada pelos veículos elétricos, uma vez que os setores eólico e solar possuem uma participação crescente na criação de energia, somada ao valor adicional de 7 mil megawatts produzidos em 2019 (ANEEL, 2022).

Porém, ao analisar o relatório da Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2020) (Tabela 1), que informou o consumo da eletricidade do Brasil entre 2015 e 2019 (Figura 10), percebe-se que o consumo de energia nesse intervalo de tempo aumentou em 3,5%, estima-se que esse valor aumente no futuro. Além disso, deduz-se que caso todos os carros no país se tornem elétricos, haveria um aumento de 40% no consumo de energia elétrica. Esses últimos dados colocam em dúvida se o Brasil realmente teria capacidade de lidar com o aumento expressivo do número de carros elétricos (Tolotti, 2022).

Tabela 1 Consumo por região geográfica.

Região	2015 (GWh)	2016 (GWh)	2017 (GWh)	2018 (GWh)	2019 (GWh)	$\Delta\%$ (2019 /2018)	$\Delta\%$ (2019/ 2015)	Parte %2019
Brasil	465708	461.780	467161	474820	482.226	1,6	3,5	100
Norte	33.709	34265	34.510	32.433	33045	1,9	-2,0	6,9
Nordeste	79.214	79501	79.731	80.505	83586	3,8	5,5	17,3
Sudeste	235775	231.013	232515	238753	238.451	-0,1	1,1	49,4
Sul	82.154	82426	84.997	86.663	88738	2,4	8,0	18,4
Centro-oeste	34.855	34574	35.408	36.466	38.406	5,3	10,2	8

Fonte: Adaptado de EPE (2020)

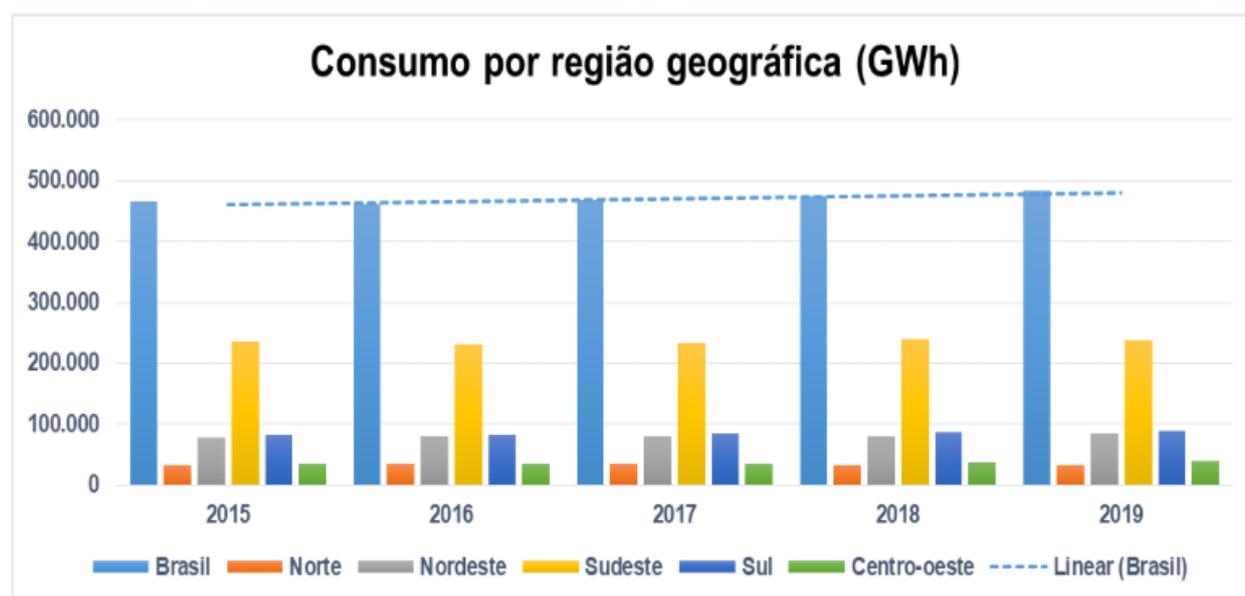
Nota 1:

GWh: Gigawatt-hora;

$\Delta\%$: taxa de variação do consumo de energia.

A Tabela 1 mostra que o crescimento demanda por energia no Brasil ocorreu em todos os Estados, indicando o uso da energia elétrica de maneira estratégica.

Figura 10 Gráfico do consumo de eletricidade por região no Brasil.



Fonte: EPE (2020).

Os gráficos evidenciam um aumento no consumo de energia elétrica com o passar dos anos o que se considerarmos a tendência de crescimento dessa demanda por energia concorrendo com o aumento da frota de carros elétricos cria-se um cenário em que o Brasil será forçado a aumentar sua produção de energia elétrica o que pode resultar no uso de fontes de energia poluentes para atender essa nova demanda. Isso resultaria no aumento na liberação de poluição e colocaria em dúvida os benefícios ambientais do veículo elétrico.

MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA

A principal fonte de geração de energia no Brasil são as hidrelétricas. Apesar de serem consideradas uma fonte limpa de energia, as hidrelétricas são dependentes do clima e geram impactos ambientais durante sua implantação (Mouriño, 2016). Isso ficou evidente no ano de 2014, que foi marcado por uma grande seca, resultando na redução dos reservatórios de água das hidrelétricas. Com o aumento do consumo e os períodos de estiagem que ocorreram nos últimos anos, as hidrelétricas não serão capazes de atender a demanda de energia do país-se, tornando imperativo o uso de diferentes fontes de energia (Mouriño, 2016).

As usinas termelétricas são instalações capazes de produzir energia elétrica pelo calor liberado através da queima de qualquer produto que possa gerar calor. Elas são utilizadas no Brasil quando as usinas hidrelétricas não conseguem suprir a demanda de energia elétrica, devido a tempo de secas ou ao aumento do consumo acima da média (Lima; Souza, 2014). Apesar de as termelétricas não dependerem do clima para fornecer energia, elas são responsáveis por liberar poluentes que causam danos ao meio ambiente e que contribuem para o efeito estufa (Lima; Souza, 2014).

3.1 Impactos da matriz energética - carros elétricos

O estudo feito pela empresa Stellantis (2023) aponta sobre como a matriz energética da Europa influencia um maior valor de CO₂ quando analisamos todo o ciclo dos veículos elétricos (Stellantis, 2023). A composição da rede energética brasileira possui mais de 78,1% de fonte renovável (empresa de pesquisa energética, 2023) enquanto a união europeia utiliza apenas 17,4% de energia renovável na sua matriz energética (European Environment Agency, 2023).

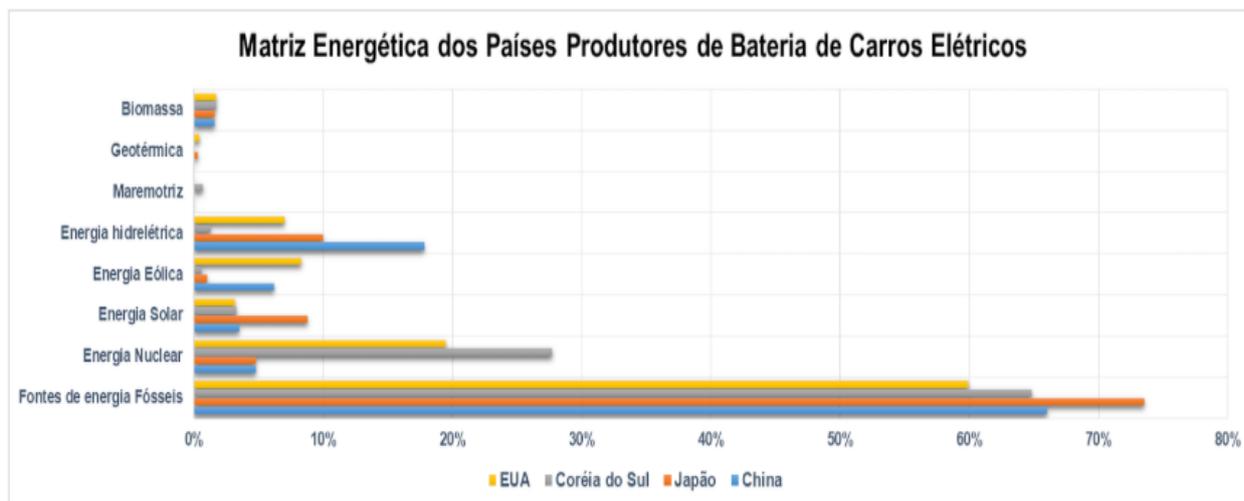
Nesse sentido, a construção da bateria de lítio também é outro fator que impacta as emissões de CO₂. A matriz energética dos países produtores das baterias de lítio são: China, Japão, Coreia do Sul e Estados Unidos (Figura 12) (Knauf, 2022). Na sequência (Tabela 2), as nações que utilizam principalmente fontes de energia fósseis.

Tabela 2 Balanço energético nos Estados Unidos, Japão, China e Coréia do Sul.

País	China	Japão	Coréia do Sul	EUA
Fontes de energia Fósseis	66,0%	73,5%	64,8%	59,9%
Energia Nuclear	4,8%	4,8%	27,7%	19,5%
Energia Solar	3,5%	8,8%	3,3%	3,2%
Energia Eólica	6,2%	1,0%	0,6%	8,3%
Energia hidrelétrica	17,8%	10,0%	1,3%	7,0%
Maremotriz	0,0%	0,0%	0,7%	0,0%
Geotérmica	0,0%	0,3%	0,0%	0,4%
Biomassa	1,6%	1,6%	1,7%	1,7%

Fonte: Dados Mundiais (2022).

Figura 12 Gráfico da Matriz Energética dos países produtores de bateria de carros elétricos.



Fonte: Dados Mundiais (2022).

O fato de as baterias para veículos elétricos serem produzidas em países com uma matriz energética que usa principalmente fontes de energia fósseis, acaba resultando no aumento da poluição quando analisamos o ciclo de produção do carro elétrico.

3.2 Comparação entre os veículos a partir da sua produção

A montadora Stellantis (2023) realizou uma comparação entre veículos leves movidos a etanol, a gasolina comum e a 100% elétricos, levando em consideração a liberação de GEE, desde a origem de extração do combustível até o uso. A empresa

considerou um modelo de veículo com quatro fontes de energia, sendo realizada a medição da quantidade de CO₂ liberado em cada situação em um percurso de 240,49 km (Stellantis, 2023).

A empresa usou uma combinação própria da metodologia de cálculo e simulação com a tecnologia de conectividade desenvolvidas pela Bosch, que leva em consideração as emissões de CO₂, associadas à propulsão do veículo durante o uso e à produção do combustível ou energia utilizada (tabela 03), considerando o ciclo de vida do veículo (Stellantis, 2023). Os resultados obtidos foram:

Tabela 3 Comparativo de emissões de CO₂ confirma vantagens do etanol para uma mobilidade mais sustentável.

Tipo de combustível	Emissão de CO₂ em kg CO₂eq
Gasolina (E27)	60,64
100% elétrico (BEV) com energia europeia	30,41
Etanol (E100)	25,79
100% elétrico (BEV) com energia brasileira	21,45

Fonte: Adaptado de Stellantis (2023).

Nota1:

Gasolina E27: gasolina com 27% de etanol em sua mistura;

CO₂eq: equivalência em dióxido de carbono;

BEV: veículos elétricos alimentado a bateria;

Kg: quilograma.

Os resultados comprovam as vantagens comparativas da matriz energética brasileira, principalmente a importância dos biocombustíveis para uma mobilidade mais sustentável (Stellantis, 2023). O estudo considera que o veículo a etanol apresenta vantagens em relação aos outros tipos, com exceção do veículo 100% elétrico (BEV) com energia brasileira (Stellantis, 2023).

De acordo com os resultados obtidos, o veículo elétrico que utiliza a matriz energética brasileira e etanol são os menos poluentes, devido à matriz energética do Brasil ser mais limpa se comparada a europeia (Stellantis, 2023). Além disso, os dados mostram que o etanol evitou a liberação de 34,85 kg de CO₂eq no trajeto ou 144 gramas de CO₂eq por quilômetro rodado, se comparado a gasolina (Stellantis, 2023).

A simulação feita pela empresa Stellantis (2023) leva em consideração a captura de carbono realizada pela cana-de-açúcar na produção do etanol, alegando que “[...] a cana-de-açúcar em seu ciclo de desenvolvimento vegetal absorve de 70% a 80% do CO2 liberado na produção e queima do etanol combustível” (Stellantis, 2023, S.p.).

Essa capacidade da cana-de-açúcar fica evidente no artigo realizado pela Embrapa, Unicamp e Agroicone (2023) revelou que de 2000 a 2020 o plantio de cana-de-açúcar no Brasil removeu 196 milhões de toneladas de CO2 da atmosfera. A área de plantio corresponde a 93% da produção de açúcar e de etanol, das regiões Centro-Sul e Norte. Desta forma, o plantio de cana avançou 1,6% sobre a área de vegetação natural. Além disso, das áreas convertidas para a plantação da cana, 60% eram pertencentes ao setor agropecuário (Embrapa; Unicamp e Agroicone, 2023).

Os impactos estimados dessa absorção de carbono pela cana-de-açúcar ficam evidenciados também no estudo realizado pela Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (Figura 11) (Anfavea, 2021).

Figura 11 O caminho da descarbonização do setor automotivo no Brasil.

Metodologia de medição	Tipo de combustível	Emissão por combustível de g CO2 por kg
Do tanque a roda:	Gasolina A	153
	Etanol (etanol à base de cana).	136
Do poço a roda (incluindo produção, refino e distribuição):	Gasolina A	185
	Etanol (etanol à base de cana).	46 (Estimativa incluindo a captura de carbonos).

Fonte: Anfavea (2021).

Foram consideradas, nesta análise, a proporção do consumo nacional de gasolina e etanol de 2019 (63% gasolina, 27% etanol).

3.3 Poluição causada após o descarte de veículos

Milhões de toneladas de ferro-velho são abandonadas em locais impróprios, perdendo valor que poderia ser recuperado no processo de reciclagem. Mesmo com o fácil acesso à informação, muitas pessoas desconhecem a maneira correta de descartar determinados tipos de materiais, o ferro-velho é um exemplo disso (Lopes, 2015).

O descarte inadequado de veículos, além de servir como criadouro de insetos que transmitem doenças, como dengue e a febre amarela, gera vazamento de poluentes, devido à deterioração dos componentes, causando poluição em solos, rios, mananciais e lençóis freáticos, sendo nocivo à saúde e até letal, deste modo, a solução é realizar a reciclagem, pois proporciona maior eficiência na recuperação de materiais e reduz o risco de poluição ambiental (Venditti, 2023).

A reciclagem de carros elétricos é um processo caro e complexo, porém reduz a demanda por novos recursos naturais e o impacto ambiental da mineração. Algumas empresas de reciclagem preveem a recuperação de materiais valiosos, como lítio, cobalto e níquel, que podem ser reutilizados em novas baterias ou em outras aplicações (Lopes, 2015).

Outra opção é o reaproveitamento, em que baterias, que foram retiradas de veículos, devido ao desgaste ou à perda da capacidade de armazenamento de energia, podem ser utilizadas como sistemas de backup em casas, em edifícios comerciais e, até mesmo, em redes elétricas (Venditti, 2023).

3.4 A reciclagem da bateria de carros a combustão no Brasil

No caso das baterias de chumbo ácido usado pelos veículos a combustão, foi criada a resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) 257 / Federal. Esse dispositivo legal, aprovado em 1999, estabelece que, quando uma bateria de chumbo ácido alcança seu esgotamento energético, ela deve ser entregue pelo usuário ao fabricante, ao distribuidor ou ao importador, que, de forma direta ou por meio de terceiros, realiza sua destinação ambiental correta através dos procedimentos de reutilização, reciclagem e tratamento. Essa resolução foi revogada em 2008 pela resolução CONAMA 401 / Federal, que estabelece o limite máximo da quantidade de chumbo nas baterias comercializadas nacionalmente e descreve os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente correto (Aparecida, 2020).

As baterias de chumbo são um dos itens com maiores índices de reciclagem no planeta. A média mundial de reciclagem do chumbo, no que diz respeito a baterias de automóveis, é de aproximadamente 95% e, no caso do Brasil, varia entre 70% e 80% (Andrade, 2014).

O Brasil depende do chumbo secundário (obtido através do refino do chumbo reciclado) por não possuir produção de chumbo primário (oriundo de minas) (Andrade, 2014). Do chumbo produzido, a maioria é usada para a criação de baterias de automóveis. Isso fica evidente ao verificarmos que a fabricação de baterias de chumbo automotiva utiliza 80% do chumbo disponível no Brasil (Aparecida, 2020).

De acordo com o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), no ano de 2014, foram produzidas 160,4 quilotoneladas de chumbo secundário, um valor 9% maior se comparado ao ano de 2013 (Aparecida, 2020).

4 RESULTADOS

Ao longo da pesquisa foi possível comparar os veículos e suas diferentes motorizações. Apesar da tendência pelos veículos elétricos, deve-se compreender que as sociedades e respectivos ambientes são particulares. Desta forma, para um determinado país há uma urgência em equilibrar os recursos energéticos comparado a outras nações. O Brasil possui uma capacidade de geração energética a partir de impactos menores, se comparado a outros países, além disso, encontrou na produção agrícola um parceiro

que permite gerar energia oriunda de um processo renovável, como é a cana-de-açúcar. Isto posto, podemos contextualizar que para a população brasileira os veículos flex combustão, ainda são mais favoráveis se comparados aos elétricos. Para melhor compreender, a Figura 13 aponta as diferenças entre os modelos veiculares.

Figura 13: Comparação entre veículos elétricos, híbridos e de combustão interna

-	Veículo de Combustão Interna	Veículo Elétrico		
Sigla	ICE	BEV (Bateria EV)	HEV (Híbrido EV)	PHEV (Plug-in Híbrido EV)
Motor	Combustão	Elétrico	Combustão+elétrico	Combustão+elétrico
Baterias	-	Sim, muitas	Sim, capacidade menor	Sim, capacidade menor
Preço por quilômetro	O mais alto	Muito baixo	Baixo	Baixo
Abastecimento	Posto de combustível	Carregador/ tomada	Posto de combustível	Posto de combustível Carregador/ tomada
Custo de manutenção	Médio	Muito alto	Muito alto	Alto
Tempo de abastecimento	Poucos minutos	3 a 10 horas	Poucos minutos	1 a 3 horas
Emite gases	Sim	Nenhum	Sim	Sim
Exige troca de óleo	Sim	Não	Sim	Sim
Preço médio do veículo	Médio	Muito alto	Muito Alto	Muito Alto

Fonte: Autoria própria

A Figura 13 resumiu algumas características dos veículos movidos a combustão e elétricos sendo algumas delas o fato do longo tempo de abastecimento dos carros elétricos BEV e PHEV, a demanda de muitas baterias pelo tipo BEV, preço elevado dos modelos elétricos e o alto custo de manutenção por todo os modelos de carros elétricos, tornam o veículo elétrico uma opção menos viável mesmo que o carro elétrico ofereça vantagens em relação ao movido a combustão nos quesitos de autonomia e emissão de gases poluentes se analisarmos o tempo de uso.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da análise realizada neste artigo, o carro elétrico não aparenta ser a melhor opção para o Brasil, pois, apesar de oferecer algumas vantagens, como não liberar gases do efeito estufa no seu período de uso, no seu processo de produção, o veículo elétrico produz mais poluentes se comparado aos convencionais. Ainda, os materiais necessários para a produção, principalmente da bateria, que são minérios como cobre,

níquel, lítio e zinco, necessitam de muita energia para sua extração e seu refinamento, resultando no maior consumo de energia para a produção do veículo elétrico.

No caso da bateria de lítio, utilizada pelos carros elétricos, é produzida por nações que utilizam majoritariamente fontes de energia fósseis, que são prejudiciais ao meio ambiente. Além disso, o uso do veículo elétrico significaria mais uma demanda na rede elétrica do Brasil, devido à necessidade da eletricidade como fonte de funcionamento, o que poderia tornar necessária a utilização de termelétricas. O Brasil tem como política recorrer às termelétricas para suprir a quantidade de energia elétrica provocada pelo período de secas e aumento do consumo de energia que ocorreram com o passar dos anos. Adicionar uma nova demanda de energia, que antes era praticamente irrisória, pode levar a um maior uso da termelétrica que é uma fonte de energia poluente. Os fatores já mencionados juntos tornam questionável a ideia de os carros elétricos serem menos poluentes que os convencionais.

Outro fato a ser considerado é a falta de infraestrutura no Brasil, no que diz respeito a postos para recarregar o carro elétrico, as instalações que possam fazer a reciclagem da bateria de lítio, ao alto preço dos veículos elétricos e à pouca quantidade de modelos disponíveis, se comparado a automóveis convencionais. A ausência de uma legislação relacionado às baterias de lítio é outro agravante, pois a falta de regulação sobre como lidar com o destino das baterias de lítio, após seu período de uso, prejudica a viabilidade do veículo elétrico como um modelo ambientalmente não poluente.

Levando em consideração o que foi investigado, o carro movido a etanol se apresentou como a melhor escolha para o Brasil. Isso se deveu ao fato de que entre os veículos a combustão ele é o menos nocivo ao ambiente. Se considerarmos o processo de produção do combustível, em que dióxido de carbono é absorvido pela cana-de-açúcar, o fato de o Brasil ser um dos grandes produtores de etanol, somado a já existente infraestrutura para automóveis a combustão e variedade de modelos, o carro movido a etanol se torna uma opção mais viável. A legislação vigente é outro forte fator favorável, pois, ao oferecer um destino adequado para as baterias de chumbo ácido, o automóvel a combustão apresenta uma vantagem em relação ao carro elétrico. Como sugestão de pesquisas futuras sugerimos a elaboração de mais artigos, visando a estudar os impactos do uso do automóvel elétrico na rede elétrica nos países, principalmente os que utilizam fontes de energia não renováveis. Outro assunto que requer ampliação de estudos se refere à quantidade de gases do efeito estufa e à poluição liberada na realização do transporte dos veículos elétricos, saindo do país produtor do automóvel até a nação do mercado consumidor. O desenvolvimento destes tópicos ajudará na melhor compreensão deste tema.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA BRASIL. Destino errado de bateria de carro elétrico põe em risco meio ambiente. Agência Brasil. Rio de Janeiro, 6 maio. 2023. Seção de Notícias. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2023-05/destino-errado-de-bateria-de-carro-eletrico-poe-em-risco-meio-ambiente>. Acesso em: 25 dez. 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. Biocombustíveis. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. (S.l.), dez. 2020. Seção Qualidade de Produtos. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/ptbr/assuntos/qualidadedeprodutos/biocombustiveis#:~:text=Os%20dois%20principais%20biocombust%C3%ADveis%20%C3%ADquidos,de%20petr%C3%B3leo%20em%20propor%C3%A7%C3%B5es%20vari%C3%A1veis>. Acesso em: 22 jun. 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. BIOCOMBUSTÍVEIS. Os dois principais biocombustíveis líquidos de petróleo. Agência Nacional Do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. (S.l.), dez. 2020. Seção Qualidade de Produtos. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/qualidadedeprodutos/biocombustiveis#:~:text=Os%20dois%20principais%20biocombust%C3%ADveis%20%C3%ADquidos,de%20petr%C3%B3leo%20em%20propor%C3%A7%C3%B5es%20vari%C3%A1veis>. Acesso em: 18 jun. 2023.

AMARAL, Paula. Carros elétricos. Tipos mais conhecidos de células de bateria. Canaltech. (S.l.), mar. 2022. Seção Carros. Disponível em: <https://canaltech.com.br/carros/carros-eletricos-tipos-celulas-bateria-209297/>. Acesso em: 24 jun. 2023.

ANDRADE, COSTA E ANDRADE. Caracterização e estudo da lixiviação de metais de escórias provenientes da reciclagem de baterias de chumbo ácido. UEPG. (S.l.), mar. 2014. Disponível em: https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/2042/pdf_115. Acessado em: 22 mar. 2023.

ANDRADE, Rogerio. China se torna o maior produtor de carros elétricos no mundo. IPEA. (S.l.), abr. 2023. Seção Central de Conteúdo. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/cts/pt/central-de-conteudo/noticias/noticias/345-china-se-torna-o-maior-produtor-de-carros-eletricos-no-mundo>. Acesso em: 16 nov. 2023.

ANFAVEA. O caminho da descarbonização do setor automotivo no Brasil. ANFAVEA. São Paulo, ago. 2021. Seção Documentos. Disponível em: https://anfavea.com.br/docs/APRESENTA%C3%87%C3%83O_ANFAVEA_E_BCG.pdf. Acesso em: 6 nov. 2023.

APARECIDA, Indiana Ribeiro Soares. Estudo de Caso e Aplicação do MASP em uma Indústria de Baterias de Chumbo-Ácido. UTFPR. Paraná, 2020. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/20084/1/FB_CEEP_I_2020_25.pdf. Acesso em: 22 dez. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO VEÍCULO ELÉTRICO. Eletrificados fecham 2022 com novo recorde. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO VEÍCULO ELÉTRICO. (S.I.), 3 jan. 2023. Seção Notícias. Disponível em: <http://www.abve.org.br/eletrificados-fecham-2022-com-novo-recorde-de-vendas/>. Acesso em: 17 dez. 2023.

BANDEIRAS, Renan. Por que um motor flex bebe mais combustível com etanol? Mobi Auto. (S.I.), nov. 2020. Seção Revista. Disponível em: <https://www.mobiauto.com.br/revista/por-que-um-motor-flex-bebe-mais-combustivel-com-etanol/418>. Acesso em: 18 jun. 2023.

BERMÚDEZ, Tatiana. Uma abordagem da dinâmica do desenvolvimento científico e tecnológico das baterias lítio-íon para veículos elétricos. SBU. Campinas, jun. 2020. Seção Periódicos. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/rbi/article/view/8658394/22788> Acesso em: 21 nov. 2023.

BIODIESELBR. História e Biodiesel. BiodieselBR. São Paulo, 2020. Seção História. Disponível em: <https://www.biodieselbr.com/biodiesel/historia/biodiesel-historia#:~:text=Isso%20ocorreu%20quando%20o%20belga,e%20logo%20ganhou%20aplica%C3%A7%C3%A3o%20pr%C3%A1tica>. Acesso em: 20 jun. 2023.

CARDOSO, Mariana. Avaliação comparativa entre veículos elétricos e veículos convencionais no contexto de mitigação das mudanças climáticas. Anima Educação. São Paulo, jan. 2019. Seção Gestão ambiental. Disponível em: https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/6723/4317. Acesso em: 24 jun. 2023.

CARRO BRASIL. Diferença entre o motor flex e o diesel. Carro Brasil, São Paulo, 2023. Seção Notícia. Disponível em: <https://www.carrobrasil.com.br/noticia/diferencas-entre-o-motor-flex-e-o-diesel>. Acesso em: 20 jun. 2023.

CESAR, Júlio. Carros elétricos têm aumento de 257% nas vendas em 2021 no Brasil. UOL. (S.I.), jan. 2022. Seção Notícias. Disponível em: <https://insideevs.uol.com.br/news/559305/carros-eletricos-vendas-brasil-2021/>. Acesso em: 24 jun. 2023.

CETESB. Emissão Veicular. CETESB, São Paulo, 2020. Seção Veicular. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/veicular/combustiveis/>. Acesso em: 24 jun. 2023.

CETESB. Relatório de qualidade do ar no estado de São Paulo. CETESB, São Paulo, 2021. Seção Ar. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/ar/wp-content/uploads/sites/28/2021/05/Relatorio-de-Qualidade-do-Ar-no-Estado-de-Sao-Paulo-2020.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2023.

CONSELHO ADMINISTRATIVO DE DEFESA ECONÔMICA. Mercados de distribuição e varejos de combustíveis líquidos. CADE. (S.I.), maio. 2022. Disponível em: https://cdn.cade.gov.br/Portal/centrais-de-conteudo/publicacoes/estudos-economicos/cadernos-do-cade/Caderno_Mercados-de-distribuicao-e-varejo-de-combus

tiveis-liquidos.pdf. Acesso em: 28 dez. 2023.

ECONÔMICA TELEMETRIA. Motor flex: tudo o que você precisa saber. Econômica Telemetria. (S.l.), 7 jun. 2021. Seção Manutenção. Disponível em: <https://economicatelemetria.com.br/blog/manutencao/motor-flex/2021/>. Acesso em: 24 jun. 2023.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Balanço Energético Nacional 2023. Empresa De Pesquisa Energética. (S.l.), 2023. Seção Publicações. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2023>. Acesso em: 6 nov. 2023.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Anuário Estatístico de Energia Elétrica. Empresa De Pesquisa Energética. (S.l.), 2020. Seção Publicações. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-160/topico-168/Anu%C3%A1rio%20Estat%C3%ADstico%20de%20Energia%20El%C3%A9trica%202020.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2023.

ENCARNAÇÃO, Ana. Geração de biodiesel pelos processos de transesterificação e hidro esterificação, uma avaliação econômica. TPQB. (S.l.), 2008. Seção Biodiesel. Disponível em: <http://www.tpqb.eq.ufrj.br/download/biodiesel-via-trans-e-hidro-esterificacao.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2023.

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY. Situação atual: A energia está na base das ambições da Europa em matéria de clima. European Environment Agency. União Europeia, mai. 2022. Seção Artigos. Disponível em: <https://www.eea.europa.eu/pt/sinais-da-aea/sinais-2022/artigos/situacaoatualenergiaesta#:~:text=A%20matriz%20energ%C3%A9tica%20da%20Europa%20atualmente&text=O%20g%C3%A1s%20natural%20representou%2040,da%20energia%20total%20na%20Su%C3%A9cia>. Acesso em: 6 nov. 2023.

FAHRTRAUM. Lohner-Porsche Mixte 1901. Fahrtraum. (S.l.), 2020. Seção Portfolio. Disponível em: <https://www.fahrtraum.at/en/portfolio-item/lohner-porsche-mixte-1901/>. Acesso em: 25 jun. 2023.

FONSECA, Gustavo. Colocar Álcool em Carro a Gasolina é Possível? Motor Flex x Motor a Gasolina. Doutor Multas. Pelotas, mar. 2020. Seção Motor. Disponível em: <https://doutormultas.com.br/motor-flex-motor-gasolina/>. Acesso em: 18 jun. 2023.

FOXLUX. Álcool, diesel, etanol e gasolina: qual é a diferença? FOXLUX. (S.l.), 2020. Seção Dicas. Disponível em: <https://www.foxlux.com.br/blog/dicas/alcool-diesel-etanol-e-gasolina-qual-e-adiferenca/#:~:text=A%20principal%20diferen%C3%A7a%20entre%20os,nos%20carros%2C%20tem%20origem%20vegetal>. Acesso em: 18 jun. 2023.

GAUTO, Marcelo. Dados preliminares ACV in KUTNEY, Pedro. Estudo aponta vantagem do híbrido flex em emissões de CO₂. Terra. São Paulo, jun. 2023. Seção Carros. Disponível em: <https://www.terra.com.br/carros-motos/estudo-aponta-vantagem-do-hibrido-flex-em-emissoes-deco2,acccf71eb68fbfa33cf7d8d2f5fba931z4rg8s5.html>. Acesso em: 24 jun. 2023.

GUEDEZ, Luiz. Movido a erva. Revista Trip. (S.l.), jun. 2011. Seção Comportamento. Disponível em: <https://revistatrip.uol.com.br/trip/movido=-a-erva#:~:text=%E2%80%9CO%20%C3%A1lcool%20produzido%20por%20vegetais,pr%C3%B3ximos%20cem%20anos%E2%80%9D%2C%20afirmava>. Acesso em: 24 jun. 2023.

IBERDROLA. Baterias de carros elétricos. Iberdrola. (S.l.), 2023. Seção Inovação. Disponível em: <https://www.iberdrola.com/inovacao/baterias-de-carro-eletrico>. Acesso em: 16 nov. 2023.

IBGE. Brasil Cidades. São Paulo. (S.l.), 2023. Seção Frota de Veículos. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/pesquisa/22/28120?localidade1=0&tipo=ranking&indicador=28122>. Acesso em: 16 nov. 2023.

IEA. Electric Vehicle. IEA. (S.l.), set. 2022. Seção Reports. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/electric-vehicles>. Acesso em: 22 jun. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE PETRÓLEO E GÁS. Evolução da produção de biocombustíveis no mundo. Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás. Rio de Janeiro, 2020. Seção Observatório do Setor. Disponível em: [https://www.ibp.org.br/observatorio-do-setor/snapshots/evolucao-da-producao-debiocombustiveisnomundo/#:~:text=A%20produ%C3%A7%C3%A3o%20global%20de%20biocombust%C3%ADveis,d%20\(26%2C4%25\)](https://www.ibp.org.br/observatorio-do-setor/snapshots/evolucao-da-producao-debiocombustiveisnomundo/#:~:text=A%20produ%C3%A7%C3%A3o%20global%20de%20biocombust%C3%ADveis,d%20(26%2C4%25)). Acesso em: 20 jun. 2023.

INSTITUTO IDEIAS. O descarte de baterias de carros elétricos. INSTITUTO IDEIAS. (S.l.) 9 nov. 2022. Disponível em: <https://institutoideias.com.br/2022/11/o-descarte-de-baterias-de-carros-eletricos/>. Acesso em: 24 dez. 2023.

KUTNEY, Pedro. Estudo aponta vantagem do híbrido flex em emissões de CO₂. Terra. São Paulo, jun. 2023. Seção Carros. Disponível em: <https://www.terra.com.br/carros-motos/estudo-aponta-vantagem-do-hibrido-flex-em-emissoes-deco2,acccf71eb68fbfa33cf7d8d2f5fba931z4rg8s5.html>. Acesso em: 24 jun. 2023.

KNAUF. Baterias de carros elétricos-principais fabricantes e o papel dos componentes adicionais. Knauf. (S.l.), fev. 2022. Seção Baterias. Disponível em: <https://knaufautomotive.com/pt-br/baterias-de-carros-eletricos-principais-fabricantes-e-o-papel/>. Acesso em: 6 nov. 2023.

KATIUSCIA, Glaucia. A importância da reciclagem na sustentabilidade de carros elétricos. UNIFORMG. Formiga, out. 2019. Seção Periódicos. Disponível em: <https://periodicos.uniformg.edu.br:21011/ojs/index.php/conexaociencia/article/>

view/1044. Acesso em: 24 jul. 2023.

LEAL, Gabriela. Regularization of hydroelectric reservoir levels through hydro and solar energy complementarity. Scielo. (S.l.), abr. 2016. Seção Scielo Brasil. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbrh/a/5wH5BymfjsWYLBkpym5f9LN/?lang=en#>. Acesso em: 24 out. 2023.

LISBOA, Vinícius. Clima já mudou, e adaptação é urgente, afirmam especialistas. Agência Brasil. (S.l.), fev. 2023. Seção Notícia. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2023-02/clima-ja-mudou-e-adaptacao-e-urgente-a-firmam-especialistas>. Acesso em: 22 jun. 2023.

LOPES, Gisela. Sucatas de veículos ameaçam o meio ambiente por falta de destinação correta. Lixo reciclado. (S.l.), 27 de mar. de 2015. Seção Sustentabilidade. Disponível em: <https://lixoreciclado.com.br/2015/05/sucatas-de-veiculos-ameacam-o-meio-ambiente-por-falta-de-destinacao-correta/>. Acesso em: 05 nov. 2023.

MACHADO, Adriano. Tudo começou com biocombustíveis. AVAP. (S.l.), set. 2020. Seção Meio Ambiente. Disponível em: <http://avap.com.br/blog/?p=126>. Acesso em: 15 jun. 2023.

MACHADO, Nayara. Sem logística reversa, baterias de carros elétricos podem virar toneladas de lixo perigoso até 2030. EPBR. (S.l.), 8 mai. 2023. Seção Transição Energética. Disponível em: <https://epbr.com.br/sem-logistica-reversa-baterias-de-carros-eletricos-podem-virar-toneladas-de-lixo-perigoso-ate-2030/>. Acesso em: 25 dez. 2023.

MANZONI, Leandro. Biodiesel. Embrapa. Brasília, dez. 2021. Seção Informação Tecnológica. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-deinformacaotecnologica/tematicas/agroenergia/socioeconomia/biodiesel>>. Acesso em: 18 jun. 2023.

MATULKA, Rebecca. The History of the Electric Car. Energy. Washington, set. 2014. Seção Articles. Disponível em: <https://www.energy.gov/articles/history-electric-car>. Acesso em: 07 jun. 2023.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. Frota por UF e Tipo de Veículo. Gov.br. (S l), 2023. Seção Trânsito. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/conteudo-Senatran/frota-de-veiculos-2022>. Acesso em: 17 dez. 2023.

MOURA. Como é ter um carro elétrico? Quanto custa, onde carregar, qual bateria usar e mais! Moura. Belo Jardim, out. 2022. Disponível em: <https://www.moura.com.br/blog/como-e-ter-um-carro-eletrico/>. Acesso em: 01 jun. 2023.

NEO CHARGE. Bateria de um veículo elétrico. Neo Charge, Rio de Janeiro, 2021. Seção Carro elétrico. Disponível em: <https://www.neocharge.com.br/tudo-sobre/carro-eletrico/bateria-veiculo-eletrico>. Acesso em 24 jun. 2023.

NEOCHARGE. Diferença entre carro elétrico e carro a combustão interna. Neo Charge. (S.l.), 2021. Seção Carro elétrico. Disponível em: <https://www.neocharge.com.br/tudo-sobre/carro-eletrico/diferenca-carro-eletrico-e-combustao#autonomia>. Acesso em: 24. jun. 2023.

NOW, Automotive . Confira os 10 carros elétricos mais vendidos no Brasil em 2022. Automotive Business. (S.l.), jan. 2023. Seção Automóveis. Disponível em: <https://automotivebusiness.com.br/pt/posts/setor-automotivo/os-10-carros-eletricos-mais-vendidos-2022/>. Acesso em: 24 jun. 2023.

NOW, Automotive. Primeiro Carro Elétrico Brasileiro: A História do Gurgel Itaipu de 1975. Ekko Green. (S.l.), maio 2022. Seção Carro Elétrico. Disponível em: <https://ekkogreen.com.br/gurgel-itaipu-primeiro-carro-eletrico-brasileiro/>. Acesso em: 24 jun. 2023.

PINTO, Ricardo. Diesel renovável: menores emissões e melhor desempenho dos motores. Fecombustíveis. (S.l.), set. 2020. Seção Notícia. Disponível em: <https://www.fecombustiveis.org.br/noticia/diesel-renovavel-menores-emissoes-e-melhor-desempenhodosmotores/244437#:~:text=Em%201937%2C%20George%20Chavanne%20obteve,que%20foi%20chamado%20de%20biodiesel>. Acesso em: 22 jun. 2023.

RUFF. Conheça as diferenças entre gasolina, etanol e diesel. Ruff. (S.l.), 2019. Seção Combustíveis. Disponível em: <https://www.ruff.com.br/blog/conheca-as-diferencas-entre-gasolina-etanol-e-diesel/>. Acesso em: 24 jun. 2023.

SINCOR SP. Os efeitos da lei do desmanche. Sincor. São Paulo, maio 2018. Seção Legislação. Disponível em: <https://www.sincor.org.br/jcs/os-efeitos-da-lei-dodesmanche/#:~:text=H%C3%A1%20quatro%20anos%2C%20a%20Lei,%C3%A9%20alimentado%20por%20tais%20ocorr%C3%A>ncias. Acesso em: 26 jun. 2023.

SIQUEIRA, Everton. Os Impactos do Automóvel no Meio Ambiente. Eco Debate. (S.l.), jun. 2012. Seção Meio Ambiente. Disponível em: <https://www.ecodebate.com.br/2012/08/14/os-impactos-do-automovel-no-meio-ambiente/#sdfootnote-19anc>. Acesso em: 23 jun. 2023.

STELLANTIS. Comparativo de emissões de CO2 confirma vantagens do etanol para uma mobilidade mais sustentável. Stellantis. (S.l.), mar. 2023. Seção Comunicação. Disponível em: https://www.media.stellantis.com/br-pt/corporate-communications/press/comparativo-de-emissoes-de-co2-confirma-vantagens-do-etanol-para-uma-mobilidade-mais-sustentavel?adobe_mc_ref=. Acesso em: 6 nov. 2023.

SOUZA, Jean. Vai encher o tanque? Conheça a diferença entre os tipos de combustíveis disponíveis hoje nos postos. Instituto Combustível Legal. São Paulo, jun. 2021. Seção Motor. Disponível em: <https://institutocombustivellegal.org.br/vai-encher-o-tanque-conheca-a-diferenca-entre-os-tipos-de-combustiveis-disponiveis>

-hoje-nos-postos/. Acesso em: 20 jun. 2023.

SZWARC, Alfred. Opinião: Biodiesel, alternativa limpa. Biodiesel BR. São Paulo, fev. 2006. Seção Notícias. Disponível em: <https://www.biodieselbr.com/noticias/biodiesel/opiniao-biodiesel-alternativa-limpa-08-02-06>. Acesso em: 15 jun. 2023.

THEREZA, Maria. Discorrendo Sobre o Uso das Termelétricas no Brasil. UFSM. Santa Maria, 2014. Seção Periódicos. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/viewFile/18493/pdf>. Acesso em: 15 jun. 2023.

TOLLOTI, Rodrigo. Como e onde carregar, custos de energia e manutenção de carros elétricos. Info Money. (S.l.), jun. 2022. Seção Minhas Finanças. Disponível em: <https://www.infomoney.com.br/minhas-financas/infomoney-dirige-carro-eletrico-como-e-onde-carregar-custos-de-energia-e-manutencao-veja-video-completo/>. Acesso em: 16 nov. 2023.

TUPINAMBÁ. Carros elétricos poluem o meio ambiente? Tupinambá Energia. (S.l.), 18 abr. de 2023. Seção Carros elétricos. Disponível em: <https://tupinambaenergia.com.br/carros-eletricos-poluem-meio-ambiente/>. Acesso em 23 jun. 2023.

VENDITTI, Mario Sérgio. A história do carro elétrico. Estadão. São Paulo, dez. 2020. Seção Mobilidade. Disponível em: <https://mobilidade.estadao.com.br/inovacao/a-historia-do-carro-eletrico/>. Acesso em: 11 jun. 2023.

VONBUN, Christian. Impactos ambientais e econômicos dos veículos elétricos e híbridos plug-in: uma revisão da literatura. IPEA. São Paulo, ago. 2015. Seção Repositório. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/5328/1/td_2123.pdf. Acesso em: 05 nov. 2023.

YASSUO, Edson. Comparação entre a eficiência energética de carro elétrico e de carro a combustão: uma análise socioambiental e financeiros. Editora Enter Prising. (S.l.), abr. 2022. Seção Revista. Disponível em: <https://www.revistas.editoraenterprising.net/index.php/regmpe/article/view/439/657>. Acesso em: 23 jun. 2023.