



Eletricidade como tecnologia motora na indústria automotiva: oportunidade ou ameaça para o setor sucroenergético?

Electricity as a motor technology in automotive industry: opportunity or threat for the sugar-energy sector?

Arianne Sanflorian¹
Everton Ricardo Seviriano²
Thiago Henrique Caraski³
Sérgio Rangel Fernandes Figueira⁴
Edgard Monforte Melo⁵

Resumo

Este trabalho visa mapear o posicionamento do setor sucroenergético frente aos movimentos de eletrificação de veículos e seus consequentes impactos no consumo de etanol. Assim, foi realizada uma pesquisa aplicada, de caráter descritivo, abordagem qualitativa, com três etapas de coletas de dados, seguidas por uma etapa de análises dos dados coletados: (i) Aplicação de entrevistas semiestruturadas com profissionais do setor sucroenergético; (ii) Análise documental das publicações das entidades de classe do setor sucroenergético; (iii) Análise bibliométrica em publicações internacionais do meio acadêmico; (iv) Discussão dos resultados. Observa-se que as três fontes de dados possuem a mesma opinião acerca do tema: a eletrificação no setor automotivo acontecerá no Brasil em breve, mesmo com os receios da população para aquisição e utilização desta tecnologia. Os carros híbridos são alternativas para a transição rumo a eletrificação, aproveitando a grande produção de etanol e infraestrutura brasileira. Finalmente, é importante destacar que os resultados não apontam para a eletrificação como ameaça para o setor sucroenergético, mas como ponto de atenção para um futuro próximo.

Palavras chaves: Eletrificação; Sucroenergético; Veículos; Carros; Descarbonização

Cite as: (APA) Sanflorian, A.; Seviriano, E. R.; Caraski, T.H.; Figueira, S.R.F.; Melo, E.M. 2024. Eletricidade como tecnologia motora na indústria automotiva: oportunidade ou ameaça para o setor sucroenergético? *Revista Competitividade e Sustentabilidade*, 11 (2), 83-105.

Abstract

This work aims to map the position of the sugar-energy sector in the face of vehicle electrification movements and their consequent impacts on the consumption of ethanol. So, an applied research was carried out, with a descriptive character and a qualitative approach, with three stages of data collection, followed by a stage of analysis the data collected: (i) Application of semi-structured interviews with professionals in the sugar-energy sector; (ii) Documentary analysis of publications by trade associations in the sugar-energy sector; (iii) Bibliometric analysis of international academic publications; (iv) Discussion of results. It is observed that the three data sources have the same opinion on the subject: electrification in the automotive sector will happen in Brazil soon, even with the fears of the population for the acquisition and use of this type of technology. Hybrid cars are alternatives for the transition towards electrification, taking advantage of the large production of ethanol and the existing Brazilian infrastructure. Finally, it is important to highlight that the results do not point to electrification as a threat to the sugar-energy sector, but as a point of attention for the near future.

Keywords: Electrification; Sugar-energy; Vehicles; Cars; Descarbonization

¹Universidade Estadual Paulista - UNESP. Brasil. E-mail: a.sanflorian@unesp.br

²Universidade Estadual Paulista - UNESP. Brasil. E-mail: e.seviriano@unesp.br

³Universidade Estadual Paulista - UNESP. Brasil. E-mail: t.caraski@unesp.br

⁴Universidade Estadual Paulista - UNESP. Brasil. E-mail: sergio.rf.figueira@unesp.br

⁵Universidade de São Paulo - USP. Brasil. E-mail: edgardmm@usp.br

1. Introdução

Os carros continuam sendo o principal meio de transporte dos países ocidentais (Ortar & Ryghaug, 2019). O motor de combustão interna dominou o mercado automotivo por décadas com uso de combustível fóssil e, apesar das constantes medidas para a diminuição do tráfego destes veículos, poucas surtiram efeito desejado (Dijk, Wells, & Kemp, 2016; Ortar & Ryghaug, 2019).

A busca por fontes de energia limpa para alimentar o setor de transportes continua em prol de um meio ambiente mais limpo, saudável e livre de fontes de carbono (Wilberforce et al, 2017). Novas alternativas vêm surgindo ao longo dos anos como opções para combustíveis não fósseis, limpos e renováveis, como por exemplo, o uso de hidrogênio e energia elétrica.

A eletrificação angaria cada vez mais utilizadores, cativados pela redução de gastos com combustível e emissões ambientais, porém o alto custo de aquisição de carros elétricos, baixa acessibilidade para carregamento e limitação funcional e de alcance são alguns dos fatores de preocupação para o consumidor (Dijk, Wells, & Kemp, 2016; Simsekoglu, 2018). As células de combustíveis se enquadram dentro dos quesitos de carros elétricos, não gerando poluições ambientais e fornecimento de energia focada em economia de combustível e eficiência do veículo; todavia contam com o desafio de destruição dos resíduos gerados pela reação química e das baterias de células individuais (Wilberforce et al., 2017). Assim, ainda há muita incerteza sobre o cenário futuro acerca dessas novas tecnologias (Dijk, Wells, & Kemp, 2016; Ortar & Ryghaug, 2019).

Partindo-se do pressuposto de crescentes movimentos de descarbonização e decorrentes surgimentos de tecnologias motoras na indústria automotiva, este trabalho tem como objetivo entender o posicionamento do setor sucroenergético frente aos movimentos de eletrificação de veículos e seus consequentes impactos no consumo de etanol hidratado. Quer-se com este estudo entender se as novas tecnologias serão ameaças ao setor sucroenergético, gerando diminuição na comercialização do biocombustível ou oportunidades para o setor, gerando crescimento e mais vendas para ele nos próximos 10 anos.

2. Fundamentação teórica

2.1 Panorama das tecnologias motoras automotivas no Brasil

Segundo o IBGE, a quantidade de carros existentes no Brasil cresceu em 2,5 vezes no período de 11 anos, partindo de 45 milhões em 2006 para 115 milhões em 2022 (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE], 2023). Os veículos leves são um dos maiores

responsáveis por afetar a qualidade do ar, correspondendo a 45% das emissões de dióxido de carbono (Brito, 2018). Os carros continuam sendo o principal meio de transporte da população e por questões relacionadas a sustentabilidade, vem passando cada vez mais por melhorias associadas principalmente a tecnologias pertinentes ao acionamento dos motores (Gonçalves, Lopes, Lopes, & Maciel Filho, 2022; Ortar & Ryghaug, 2019).

Até a década de 1980, os veículos leves no Brasil eram abastecidos com gasolina, o que mudou com a criação do Programa Brasileiro do Álcool, o Proálcool, que introduziu o etanol como combustível (Brito, Islam, Mouette, Meade, & Santos, 2020). Nesse período foi criado o motor à etanol e aplicadas estratégias para redução de impostos na aquisição desse tipo de veículos, aumentando expressivamente esse tipo de frota no país e diminuindo a dependência externa de derivados do petróleo (Brito et al., 2020; David, Inácio, Quintino, & Machado, 2020; Gonçalves et al., 2022). Em 2003, motivado pelo aumento do preço do petróleo, surgiu a tecnologia flex-fuel, que possibilitou algo totalmente novo: utilizar somente gasolina ou etanol ou uma mistura de ambos, de acordo com a preferência ou custo-benefício do consumidor (Cardoso, Bittencourt, Litt, & Irwin, 2019; Costa, 2020).

O veículo híbrido surgiu em 2010 possuindo dois motores: um motor a combustão interna (utilizando gasolina) e um motor elétrico (Malaquias et al., 2019). O próximo avanço para essa tecnologia veio em 2019, quando os carros híbridos passaram a possuir motores a combustão interna flex-fuel a gasolina ou a etanol e um motor elétrico (Brito et al., 2019).

Os veículos elétricos surgiram na década de 1980, porém a tecnologia só chegou ao mercado brasileiro em 2006 por falta de incentivos financeiros e tecnológicos (Castro, Cutaia, & Vaccari, 2021).

O uso do etanol possui um fator econômico, atraído pelas variações dos preços dos combustíveis fósseis (Lima Filho, Aquino, & Nogueira Neto, 2020). Melo e Sampaio (2016) corroboram em seu estudo que um aumento no preço da gasolina reflete positivamente na demanda de etanol em curto prazo, favorecendo a produção deste. Porém, abastecer com etanol só é rentável para o consumidor se o biocombustível estiver equivalendo a menos de 70% do valor da gasolina (Jornal da Paraíba, 2024).

O uso de energia renovável no Brasil é estimulado por preocupações ambientais, principalmente com foco na redução de emissões de gases do efeito estufa; (Lima Filho, Aquino, & Nogueira Neto, 2020). Assim, o governo promove o programa Renovabio com foco em biocombustíveis para veículos leves, pois estes são responsáveis pela maior parte das emissões destes gases (Gonçalves et al., 2022).

Na história do país, o meio ambiente nunca havia sido um norteador para mudanças

tributárias (Leite, 2023). Em dezembro de 2023 foi aprovada a reforma tributária que visa desonerar as exportações, favorecendo a competitividade do agronegócio (Bastos, Medina, & Sartori, 2023; Maia, 2023). Surgirão dois novos impostos: o IVA (Imposto sobre Valor Agregado) substituirá os impostos sobre consumo de bens e serviços atuais (PIS, COFINS, IPI, ICMS, ISS) e o IS (Imposto Seletivo), que será limitado a alguns produtos desencorajados por questões ambientais ou de saúde (Bastos, Medina, & Sartori, 2023). Assim, o IS terá uma alíquota de no máximo 1% sobre a extração de combustíveis fósseis e minerais, enquanto os biocombustíveis, como o etanol, terão tributação favorecida para garantir diferencial competitivo (Maia, 2023). Apesar da implantação gradual (2026 a 2033), o novo sistema tributário será um ganho para o agronegócio (Maia, 2023).

2.2 Características das tecnologias motoras disponíveis no Brasil

A título de comparação, foram estudadas as principais características das tecnologias motoras disponíveis no Brasil: autonomia e tempo de abastecimento, custos de aquisição e manutenção, locais de abastecimento, emissões de gases de efeito estufa e participação no mercado.

A autonomia e tempo de abastecimento é um fator muito prezado pelos brasileiros pela grande extensão do país. Assim, comparando as autonomias dos carros de modelos disponibilizados no Brasil, o híbrido possui, em média, 1.000 km de autonomia, com tempo de carregamento de 2 a 8 horas; por outro lado, os carros elétricos possuem autonomia máximo de 400 km, com tempo de carregamento a depender da infraestrutura de carregamento disponível – várias horas ou um dia inteiro (Wilberforce et al, 2017). O flex-fuel tem autonomia média de 450 km com um tanque de combustível (Gonçalves et al., 2022). Para a tecnologia de células de hidrogênios, para garantir autonomia semelhante aos veículos flex-fuel, será necessário realizar modificações para armazenar dispositivos de hidrogênios, apesar de ser possível abastecer um tanque de hidrogênio entre 3 e 5 minutos, tempo semelhante ao realizado em veículos flex-fuel (Wilberforce et al, 2017).

Em relação ao custo de aquisição, considerando o valor do salário-mínimo no Brasil (aproximadamente R\$ 1.300,00), o custo para aquisição de um carro flex-fuel é significativamente menor para a população; em média, seriam necessários: 37 salários para compra de um carro flex-fuel, 84 salários para adquirir um veículo elétrico e 150 salários para comprar um carro híbrido (Gonçalves et al., 2022). Um dos principais desafios para a expansão das células de combustível de hidrogênio na indústria automobilística é alto custo para produção, influenciado pelo teor de platina utilizado na célula (Wilberforce et al, 2017).

O custo de manutenção segue relação inversa ao custo de aquisição, onde o veículo movido a eletricidade se mostra mais vantajoso economicamente aos outros tipos de tecnologia. Quando comparados veículos mais baratos no Brasil de cada categoria, vê-se que no primeiro ano, o carro elétrico não possui nenhum custo de manutenção, seguido pelo flex-fuel, com cerca de R\$ 200,00 e o híbrido, com aproximadamente R\$ 1.000,00 (Gonçalves et al., 2022). Porém, quando se trata da vida útil da bateria dos carros elétricos, o brasileiro precisaria trocar uma bateria em menos de 7 anos de uso de um carro, considerando rodar 12.000 km/ano, gastando aproximadamente R\$ 30.000,00 (Gonçalves et al., 2022).

Um dos maiores desafios para as tecnologias elétricas é quanto a realização do abastecimento. O acesso ao carregamento de baterias somado a infraestruturas precárias e insuficientes resulta em quebra da flexibilidade e conveniência que os motoristas estão acostumados (Ortar & Ryghaug, 2019). É possível carregar um veículo elétrico ou híbrido em casa ou em área comercial, sendo necessária uma estação de carregamento e de preferência, realizada fora do horário de pico para economia financeira (Wilberforce et al, 2017). Entretanto, carregadores domésticos são caros para aquisição e instalação, a depender de sua agilidade de carga e necessidade de potência consumida da rede (Axsen & Kurani, 2013). Além disso, é possível que haja uma sobrecarga na rede elétrica em um futuro, já que esta não está projetada para essa finalidade (Gonçalves et al., 2022).

A sustentabilidade é um fator cada vez mais relevante: reduzir a emissão de gases do efeito estufa se tornou uma meta para os países do mundo. Nesse quesito, os carros elétricos saem na frente, operando com emissão zero de gases do efeito estufa bem como os veículos a células de hidrogênio (no caso deste hidrogênio ser proveniente de fontes de energia renováveis) (Wilberforce et al, 2017). No caso dos flex-fuel e híbridos, as emissões podem variar a depender do combustível utilizado; sendo que o etanol é menos poluente que a gasolina (Gonçalves et al., 2022).

Quanto a participação no mercado, o comportamento do mundo que tende a influenciar o comportamento brasileiro. Na Europa, 93% dos carros novos são veículos flex-fuel, enquanto veículos híbridos e elétricos, permanecem com, respectivamente, 1,8% e 1,1% da cota de total de vendas (Ortar & Ryghaug, 2019). A Noruega é uma exceção dos países europeus, tendo 28,9% da sua frota nova composta com carros elétricos (Ortar & Ryghaug, 2019).

3. Procedimentos metodológicos

A pesquisa realizada é de natureza aplicada, caráter descritivo e abordagem predominantemente qualitativa, com traços quantitativos (Gil, 2007). O estudo foi executado

em três etapas de coletas de dados, seguidas por uma etapa de análises de dados: (i) Aplicação de entrevistas semiestruturadas com profissionais do setor sucroenergético; (ii) Análise documental das publicações das entidades de classe do setor sucroenergético; (iii) Análise bibliométrica em publicações internacionais; (iv) Discussão dos resultados.

3.1 Aplicação de entrevistas semiestruturadas com profissionais do setor sucroenergético

Entrevistas semiestruturadas e em profundidade segundo Mattos (2010), tem sido frequente nas pesquisas em Administração pois permite a identificação de problemas e fenômenos relacionados a este ramo do conhecimento.

De acordo com Gill, Stewart, Treasure e Chadwick (2008), nessas entrevistas constam várias questões-chave que são suficientes para compreender as áreas a serem exploradas, porém também são capazes de permitir que o pesquisador e entrevistado divirjam a fim de obter uma ideia ou resposta mais aprofundada.

Na figura 1 é possível identificar as características das entrevistas realizadas. É importante que os procedimentos sejam seguidos e garantam a coesão das respostas conforme a descrição dos fatos e dos resultados.

Figura 1. Características da entrevista

Questões	Entrevista	Modelo	Abordagem	Respostas
•Semi estruturadas	•Semi aberta	•Roteiro	•Em profundidade	•Indeterminadas

Fonte: Elaborado pelos autores

A escolha dos entrevistados baseou-se na sua participação no setor sucroenergético pois, sua vivência e conhecimento seria capaz de elucidar os questionamentos da pesquisa. Para tanto, para a pesquisa de campo, foram selecionadas dez usinas sucroenergéticas do estado de São Paulo, após contato e aceite de participação destas. A coleta das informações foi realizada através de depoimentos de colaboradores das dez empresas do setor sucroenergético. O objetivo é obter percepções do setor sucroenergético quanto ao futuro do etanol frente as novas tecnologias motoras, principalmente a eletrificação.

3.2 Análise documental das publicações das entidades de classe do setor sucroenergético

Análise documental pode ser descrita como o exame de materiais complementares que podem ser reexaminados, recebendo um tratamento analítico e podendo formar interpretações complementares (Godoy, 1995). As fontes de pesquisa documental podem ser variadas desde

jornais, revistas, anais de congresso, obras literárias e científicas e memorandos.

A pesquisa documental faz-se um objeto importante quando se busca entender um fenômeno histórico sobre o tema. Um cuidado relevante é com a criação dos padrões para coleta das informações, fazendo-se necessário a criação de protocolos para direcionar a pesquisa (Godoy, 1995). Godoy (1995) ressalta ainda que a pesquisa documental pode ser utilizada também como uma técnica complementar, validando e aprofundando dados obtidos por meio de entrevistas, questionários e observação. A pesquisa documental seguiu as etapas:

Etapa 1: Foram definidas as entidades de classe do setor sucroenergético para pesquisa: ÚNICA (União da Indústria de Cana-de-Açúcar e Bioenergia) e UDOP (União Nacional da Bioenergia) em função da representatividade e reconhecimento nacional;

Etapa 2: Realizada a pesquisa das publicações nos sites das entidades de classe selecionadas com horizonte temporal de quatro anos (2020 a 2023). O período escolhido menor que cinco anos se deve as constantes inovações existentes no setor;

Etapa 3: As palavras-chave do título da publicação foram utilizadas como critério para seleção das publicações componentes da amostra. As palavras-chave utilizadas para seleção das publicações foram: “etanol”, “energia” e “carros”;

Etapa 4: Leitura flutuante das publicações. Para realizar a escolha dos documentos serem analisados, partiu-se do mesmo questionamento empregado nas entrevistas, utilizando-se amostra não probabilística intencional. Foi realizado corte para trazer mais profundidade nas áreas de pesquisa: energia, combustíveis e transporte e restando 10 artigos para estudo;

Etapa 5: Exploração e classificação do material, realizando o detalhamento do assunto;

Etapa 6: Tratamento dos resultados e interpretação.

3.3 Análise bibliométrica em publicações internacionais

Análise documental pode ser descrita como o exame de materiais complementares que podem ser reexaminados, recebendo um tratamento analítico e podendo formar interpretações. Bibliometria foi um termo proposto na década de 60 por Pritchard, sendo definido como aplicação de métodos estatísticos e matemáticos na análise de obras literárias, cujo foco principal é mapear motivações dos pesquisadores, além de crescimento da produção científica e utilização da literatura (Chueke & Amatucci, 2015; Gonzalez Saes, 2000).

A pesquisa bibliométrica seguiu as etapas:

Etapa 1: Foram definidas as bases de pesquisas Scopus e Web Of Science, em função da representatividade e reconhecimento internacional;

Etapa 2: Realizada a pesquisa dos artigos na base de dados selecionada com horizonte

temporal de quatro anos (2020 a 2023). O período escolhido menor que cinco anos se deve as constantes inovações existentes no setor;

Etapa 3: As palavras-chave do resumo de cada artigo foram utilizadas como critério para seleção dos artigos componentes da amostra. A definição deste critério está fundamentada na Lei Bibliométrica de Zipf que, conforme Macias-Chapula (1998) permite estimar as frequências de ocorrência das palavras-chave de um determinado texto científico. As palavras-chave utilizadas para seleção dos artigos foram: “electric car”, “hybrid car”, “flexfuel car” e “flex fuel car”. Todo processo foi realizado pelos autores sem suporte de software bibliométrico;

Etapa 4: Foram identificados 737 artigos com as palavras-chave de pesquisa mencionadas e um corte foi realizado para trazer mais profundidade nas áreas de pesquisa: energia, combustíveis e transporte, restando 260 artigos para estudo.

Foram determinadas categorias fundamentadas nos conceitos de bibliometria com direcionadores para análise dos dados. A Tabela 1 sintetiza os indicadores bibliométricos que balizaram este estudo.

Tabela1 - Indicadores Bibliométricos sobre o tema pesquisado

Indicadores	Variáveis
Total de publicações	Quantidade total encontrada nas bases Scopus e Web of Science
Evolução do tema ao longo dos anos	Quantidade de publicações de 2020 a 2023
Publicações mais importantes	Seleção das publicações mais importantes
Principais áreas de interesse	Áreas de interesse identificadas com mais publicações nas bases
Países que publicaram	Identificação dos países e somatório de publicação por país

Fonte: Elaborado pelos autores

Foram realizadas comparações dos resultados feitos a partir das evidências dos dados coletados junto as entidades de classe do setor e análise de conteúdo das entrevistas com a teoria encontrada na literatura através da bibliometria.

4. Análise dos dados

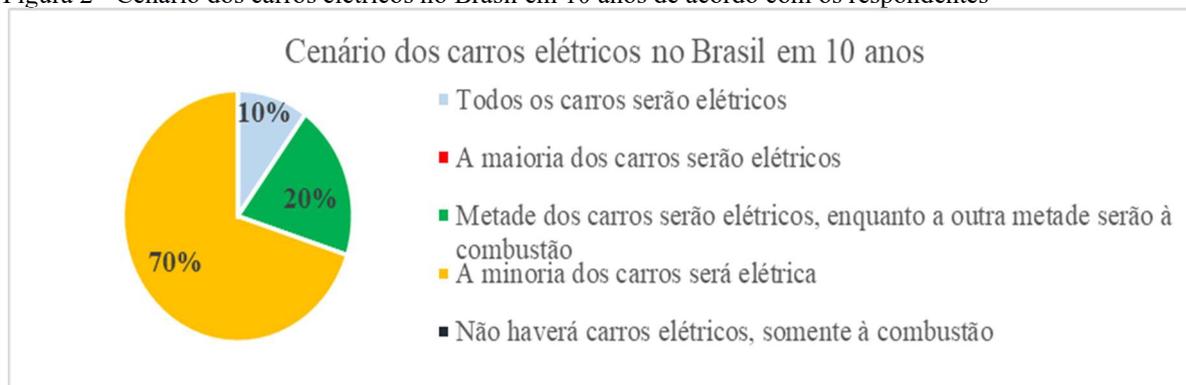
4.1 Aplicação de entrevistas semiestruturadas com profissionais do setor sucroenergético

Uma síntese dos resultados obtidos desta seção é apresentada a seguir, considerando-se uma divisão em três partes: veículos movidos à eletricidade, a etanol-gasolina (flexfuel) e a novas tecnologias.

Veículos movidos à eletricidade

A Figura 2 mostra o cenário dos carros elétricos no Brasil em 10 anos de acordo com os respondentes da pesquisa e a Tabela 2 explicita as dificuldades para a produção e comercialização deste tipo de carro no país, segundo a visão destes.

Figura 2 - Cenário dos carros elétricos no Brasil em 10 anos de acordo com os respondentes



Fonte: Entrevista

Tabela 2 - Dificuldades para a produção e comercialização dos carros elétricos no Brasil de acordo com os respondentes

Restrições na produção em massa de baterias		Baixa autonomia do veículo	
1 - Discordo totalmente	20%	1 - Discordo totalmente	20%
2 - Discordo	0%	2 - Discordo	10%
3 - Nem discordo, nem concordo	40%	3 - Nem discordo, nem concordo	20%
4 - Concordo	30%	4 - Concordo	50%
5 - Concordo totalmente	10%	5 - Concordo totalmente	0%
Alto custo no abastecimento com energia		Falta de local para abastecer o veículo	
1 - Discordo totalmente	30%	1 - Discordo totalmente	10%
2 - Discordo	10%	2 - Discordo	20%
3 - Nem discordo, nem concordo	20%	3 - Nem discordo, nem concordo	10%
4 - Concordo	10%	4 - Concordo	40%
5 - Concordo totalmente	30%	5 - Concordo totalmente	20%
Alto custo para adquirir o veículo		Alto tempo com veículo parado para abastecimento	
1 - Discordo totalmente	10%	1 - Discordo totalmente	10%
2 - Discordo	0%	2 - Discordo	20%
3 - Nem discordo, nem concordo	10%	3 - Nem discordo, nem concordo	20%
4 - Concordo	20%	4 - Concordo	20%
5 - Concordo totalmente	60%	5 - Concordo totalmente	30%
Altos custos para manutenção do veículo			
1 - Discordo totalmente	10%		
2 - Discordo	0%		
3 - Nem discordo, nem concordo	10%		
4 - Concordo	40%		
5 - Concordo totalmente	40%		

Fonte: Entrevista

Veículos movidos a etanol-gasolina (flexfuel)

A Tabela 3 mostra a visão dos respondentes sobre o Renovabio em relação ao aumento de demanda por etanol e o quadro 4 apresenta quais os fatores elencados por eles que seriam possíveis para diminuir o custo do etanol para o consumidor.

Tabela 3 - Renovabio em relação ao aumento de demanda por etanol com os respondentes

1 - Discordo totalmente	10%
2 - Discordo	20%
3 - Nem discordo, nem concordo	0%
4 - Concordo	50%
5 - Concordo totalmente	20%

Fonte: Entrevista

Tabela 4 - Fatores para baratear o etanol para o consumidor de acordo com os respondentes

Redução do custo de produção da matéria prima		Redução de impostos/tarifas	
1 - Discordo totalmente	10%	1 - Discordo totalmente	10%
2 - Discordo	10%	2 - Discordo	0%
3 - Nem discordo, nem concordo	40%	3 - Nem discordo, nem concordo	40%
4 - Concordo	30%	4 - Concordo	40%
5 - Concordo totalmente	10%	5 - Concordo totalmente	10%
Redução do custo com manutenção		Eliminação de desperdício	
1 - Discordo totalmente	10%	1 - Discordo totalmente	10%
2 - Discordo	20%	2 - Discordo	0%
3 - Nem discordo, nem concordo	40%	3 - Nem discordo, nem concordo	20%
4 - Concordo	20%	4 - Concordo	20%
5 - Concordo totalmente	10%	5 - Concordo totalmente	50%
Redução do custo com mão de obra		Redução do custo com transporte	
1 - Discordo totalmente	10%	1 - Discordo totalmente	10%
2 - Discordo	30%	2 - Discordo	20%
3 - Nem discordo, nem concordo	40%	3 - Nem discordo, nem concordo	20%
4 - Concordo	10%	4 - Concordo	20%
5 - Concordo totalmente	10%	5 - Concordo totalmente	30%

Fonte: Entrevista

Quando questionados acerca dos desafios para que o setor sucroenergético torne o preço do etanol mais competitivo frente a gasolina, as respostas dadas foram as seguintes:

Tributos / Nenhum / Custo de produção e disseminação do aspecto renovável e ambientalmente positivo / Impostos e incentivos governamentais / Aumentar a produção de cana, redução dos encargos na cadeia produtiva e diminuição da ociosidade dos parques industriais / Governo, Política e custo de produção/ Reduzir o custo para o consumidor final / Aumento da rentabilidade da matéria prima / Impostos e Política / nenhum.

Quando solicitados a pensar sobre os pontos fortes e fracos que o setor proporciona para a viabilização do etanol como combustível, as respostas foram as seguintes:

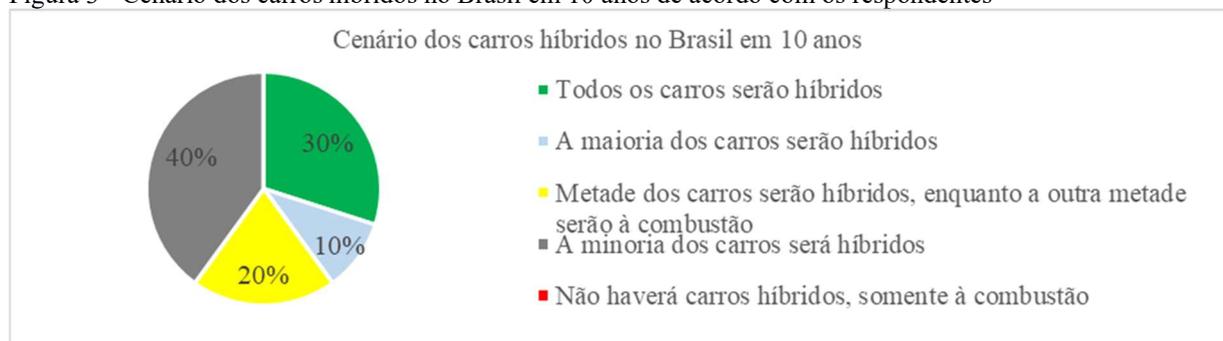
Pontos fortes: Baixa pegada de carbono / Nenhum / Infraestrutura de usinas e rede de distribuição prontas / Preço e sustentabilidade / Fator ambiental, cadeia produtiva e custo atrativo / Nenhum / Combustível limpo / Acesso / Nenhum.

Pontos fracos: Nenhum / Nenhum / Custo de produção e preenchimento de volume de produção / Falta de incentivo / Baixa divulgação do etanol como combustível sustentável e cadeia de distribuição onerando em custo / Nenhum / Alto investimento / Preço / Nenhum.

Veículos movidos a novas tecnologias

A Figura 3 mostra o cenário dos carros híbridos no Brasil em 10 anos de acordo com os respondentes da pesquisa e a Tabela 5 o cenário de produção da célula de hidrogênio em escala comercial em 10 anos no país, segundo a visão destes.

Figura 3 - Cenário dos carros híbridos no Brasil em 10 anos de acordo com os respondentes



Fonte: Entrevista

Tabela 5 - Cenário da produção de células de hidrogênio no Brasil em escala comercial em 10 anos de acordo com os respondentes

1 - Discordo totalmente	10%
2 - Discordo	50%
3 - Nem discordo, nem concordo	30%
4 - Concordo	10%
5 - Concordo totalmente	0%

Fonte: Entrevista

De acordo com os dados coletados, pode-se verificar que os entrevistados não acreditam que a eletrificação (70%) e as células de hidrogênio (60%) serão formas viáveis de tecnologias automotoras em breve no Brasil. A maioria dos entrevistados entende que os desafios para comercialização dos carros elétricos se devem, principalmente, a altos custos para manutenção do veículo (80%), alto custo para aquisição (60%) e falta de local para abastecer o veículo (60%). Porém, eles já veem os carros híbridos como uma possibilidade: 60% dos entrevistados acreditam que o futuro é composto por, pelo menos, metade dos veículos com essa tecnologia.

Quanto ao etanol, 70% dos entrevistados acreditam que o Renovabio é uma alternativa para aumentar a demanda por etanol. Eles elencam eliminação de desperdícios, redução com o

custo de produção, transporte e impostos como principais desafios para que este combustível se torne mais competitivo frente a gasolina. A reforma tributária promulgada em dezembro de 2023 já se mostra como uma esperança para mitigação de pelo menos um dos desafios lançados.

4.2 Análise documental das publicações das entidades de classe do setor sucroenergético

Foi realizado um levantamento das publicações sobre as tecnologias motoras automotivas no período de 2020 a 2023, tendo como fonte de pesquisa as entidades de classe do setor sucroenergético: *ÚNICA* (União da Indústria de Cana-de-Açúcar e Bioenergia) e *UDOP* (União Nacional da Bioenergia). A busca foi realizada diretamente nos sites das respectivas entidades de classe em janeiro de 2024, onde foram identificados, após corte por temas: energia, combustíveis e transporte, dez publicações. A Tabela 6 mostra as dez publicações mais relevantes relacionadas com o tema.

Tabela 6 - As 10 publicações mais relevantes das entidades de classe relacionadas com o tema

Seq.	Título	Publicado em		Classificação	Disponível em
1	Diferencial tributário para biocombustíveis é fixado por lei	14/07/2022	ÚNICA	Tributação	https://unica.com.br/noticias/diferencial-tributario-para-biocombustiveis-e-garantido-por-lei/
2	Etanol ganha força contra eletrificação em massa	04/04/2023	UDOP	Sustentabilidade	https://www.udop.com.br/noticia/2023/04/04/etanol-ganha-forca-contraeletrificacao-em-massa.html
3	Etanol vira fonte para produção de hidrogênio mais ecológico e barato	20/04/2023	UDOP	Novas tecnologias	https://www.udop.com.br/noticia/2023/04/20/etanol-vira-fonte-para-producao-de-hidrogenio-mais-ecologico-e-barato.html
4	Governo já iniciou estudos para novo carro popular a etanol	26/04/2023	UDOP	Novas tecnologias	https://www.udop.com.br/noticia/2023/04/26/governo-ja-iniciou-estudos-para-novo-carro-popular-a-etanol.html
5	Futuro dos carros no Brasil: montadoras racham entre elétricos e híbridos a etanol	09/05/2023	UDOP	Novas tecnologias	https://www.udop.com.br/noticia/2023/05/09/futuro-dos-carros-no-brasil-montadoras-racham-entre-eletricos-e-hibridos-a-etanol.html
6	Nova gasolina: o que muda se o governo autorizar mais etanol na mistura	10/05/2023	UDOP	Sustentabilidade	https://www.udop.com.br/noticia/2023/05/10/nova-gasolina-o-que-muda-se-o-governo-autorizar-mais-etanol-na-mistura.html
7	A mobilidade elétrica é a revolução industrial 4.0, afirma representante da ONU	01/06/2023	UDOP	Sustentabilidade	https://www.udop.com.br/noticia/2023/06/01/a-mobilidade-eletrica-e-a-revolucao-industrial-4-0-afirma-representante-da-onu.html

8	Brasil avança em hidrogênio verde com produção a partir do etanol e outros projetos	13/07/2023	UDOP	Novas tecnologias	https://www.udop.com.br/noticia/2023/07/13/brasil-avanca-em-hidrogenio-verde-com-producao-a-partir-do-etanol-e-outros-projetos.html
9	Indústria vê etanol como principal rota para descarbonização	11/08/2023	ÚNICA	Sustentabilidade	https://unica.com.br/noticias/industria-ve-etanol-como-principal-rota-para-descarbonizacao/
10	Mundo precisa ofertar 3 vezes mais biocombustível até 2030	05/12/2023	ÚNICA	Sustentabilidade	https://unica.com.br/noticias/mundo-precisa-ofertar-3-vezes-mais-biocombustivel-ate-2030/

Fonte: Elaborado pelos autores

A partir da leitura das publicações pode-se concluir que os assuntos de maior interesse atualmente pelo setor são: sustentabilidade, novas tecnologias e tributação e como estes influenciarão o setor sucroenergético. Dentre as publicações analisadas, sustentabilidade é o tema mais abordado, com 60% das publicações voltadas para o tema; seguidas por novas tecnologias (30%) e tributação (10%).

A diminuição da emissão de gases do efeito estufa traz consigo melhoria na qualidade do ar nas cidades. Vários países vêm adotando medidas de inclusão de etanol em seus combustíveis. Assim, em março/2023, a União Europeia proibiu as vendas de carros novos que emitem gás carbônico em 2035, para acelerar a eletrificação de sua frota de veículos (Machado, 2023). O Brasil não podia ficar de fora: o Ministério de Minas e Energia anunciou em 28/04/23 uma proposta para o aumento de 27,5% para 30% a porcentagem da mistura de etanol na gasolina, demonstrando compromisso com descarbonização, segurança energética e valorização da indústria brasileira (Gama, 2023). Além disso, o presidente da Única, Evandro Gussi, destaca que o Brasil está trabalhando rumo a políticas de cotas de carbono, com o programa RenovaBio (União da Indústria de Cana-de-Açúcar e Bioenergia [ÚNICA], 2022b).

As novas tecnologias motoras são fatores de interesse das montadoras e principalmente do setor sucroenergético, que vislumbra como será sua demanda por biocombustível em alguns anos. É fato que com a discussão da sustentabilidade e consequente descarbonização, o estudo por novas alternativas aos motores de combustão interna só cresce. A Toyota produz carros híbridos desde 2019 no Brasil, levando em consideração a matriz energética do país, acessibilidade do consumidor e estrutura de abastecimento e além dela, outras montadoras já declararam estar desenvolvendo veículos híbridos (União Nacional da Bioenergia [UDOP], 2023a). Já a General Motors afirma que irá diretamente para a eletrificação, seguindo a matriz norte-americana, podendo implicar no isolamento da marca no país, em função de custos elevados de bateria e das tecnologias (UDOP, 2023a). A Volvo prenuncia que até 2025 metade

de sua produção será de veículos elétricos, enquanto a Mercedes avalia que até essa mesma data toda sua frota será eletrificada (UDOP, 2023b).

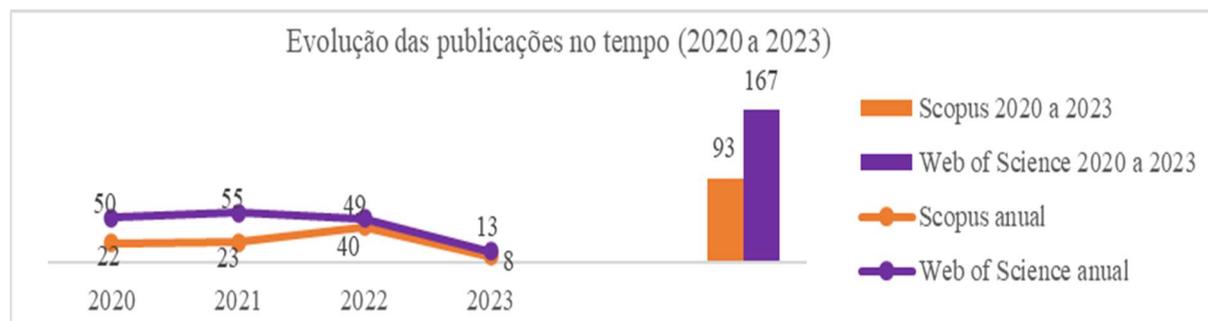
Apesar de ser uma grande alternativa à descarbonização, o hidrogênio obtido a partir da eletrólise da água realizada com fontes renováveis, por exemplo através da queima de biomassa de cana de açúcar e do aproveitamento do etanol, ainda não é uma realidade no Brasil (Aranha, 2023). Experimentos estão sendo realizados para viabilizar esta oportunidade de longo prazo, que necessitará de investimentos de alto montante (Aranha, 2023).

Foram iniciados estudos no governo brasileiro para que o país receba veículos movidos somente a etanol a preços mais acessíveis ao consumidor, aumentando o acesso da população aos meios de transportes, alavancando as vendas e auxiliando na descarbonização do país (UDOP, 2023c). Deve-se ressaltar que a Associação Brasileira de Engenharia Automotiva (AEA) defende que os carros a combustão terão vida mais longa no Brasil do que na China e na Europa, por exemplo, pelo uso do Etanol como combustível, que ajuda o país a cumprir as regras de emissões de gases poluentes (UDOP, 2023a).

4.3 Análise bibliográfica em publicações internacionais

Foi realizado um levantamento dos estudos sobre as tecnologias motoras automotivas de forma combinada, realizando a identificação de quantas publicações existem abordando os temas ao mesmo tempo no período de 2020 a 2023. Utilizaram-se como palavras-chave: “electric car” OR “hybrid car” OR “flexfuel car” OR “flex fuel car”, tendo como fonte de pesquisa a base científica Scopus e Web of Science. A busca foi realizada em maio de 2023, onde foram identificados, após corte nas áreas de pesquisa: energia, combustíveis e transporte, 260 publicações de artigos conforme os tipos disponibilizados pelas bases científicas. A Figura 4 mostra a evolução das publicações no tempo

Figura 4 - Evolução das publicações no tempo



Fonte: Elaborado pelos autores

Analisando-se a Figura 4, verifica-se que o interesse pelo tema se manteve ao longo dos anos, com pequena variação. Quando analisamos o número de publicações por base de dados a Web of Science se destaca com 65% do total de publicações. É importante destacar que os resultados do ano de 2023 são parciais pela data de coleta dos dados. A Tabela 7 apresenta as 5 principais áreas de estudo em cada base de dados.

Tabela 7 - Principais áreas de estudo por base de dados

Scopus		Web of Science	
Área de estudo	%	Área de estudo	%
Energy	33%	Energy Fuels	53%
Engineering	25%	Transportation	49%
Mathematics	12%	Engeneering	31%
Environmental science	8%	Business Economics	12%
Computer Science	7%	Science Technology Other Topics	9%

Fonte: Elaborado pelos autores

Analisando-se a Tabela 7, é possível verificar que 53% dos artigos da Web of Science estão relacionados a questões de energia, enquanto na base Scopus somente um terço de seus artigos é associado ao tema.

Visando identificar os países tem mais interesse no tema, foram rastreadas as publicações por países dentro do intervalo citado, conforme Tabela 8. Analisando-o, verifica-se que, em ambas as bases, os países que mais publicaram foram China, Polônia e Itália, em ordem decrescente. Esses três países foram responsáveis por mais de 40% das publicações em ambas as bases, mostrando que o interesse em tecnologias motoras alternativas nesses países é mais aflorado que em outros. O Brasil contribuiu com somente 2% das publicações na Scopus, e 1% na Web of Science; o que pode mostrar um fraco interesse pelo tema, dado que o país é forte produtor de etanol como combustível renovável.

Tabela 9 - Publicação por países e por base de dados

Scopus		Web of Science	
Pais	%	Pais	%
China	18%	China	20%
Polônia	12%	Polônia	14%
Itália	11%	Itália	14%
Índia	10%	Estados Unidos	7%
Alemanha	8%	Alemanha	6%
Estados Unidos	8%	Austrália	4%
Canadá	6%	Holanda	4%
Irã	5%	Áustria	3%
Inglaterra	4%	Inglaterra	3%
Austrália	3%	Suíça	3%

Fonte: Elaborado pelos autores

Com objetivo de identificar as publicações mais relevantes no tema durante o período, foram selecionadas as publicações com maior número de citações, que se adequavam a finalidade da pesquisa, tendo assim relação direta com o tema.

As Tabelas 9 e 10 mostram as publicações mais relevantes que são diretamente relacionadas com o tema de estudo de acordo com as bases de estudo e a Tabela 11 mostra as publicações realizadas pelo Brasil nesse período

Tabela 9 - As 10 publicações mais relevantes da Scopus relacionadas com o tema

Seq.	Autor	Título	Ano	Nr. de citações
1	Changizian, S.; Ahmadi, P.; Raeesi, M.; Javani, N.	Performance optimization of hybrid hydrogen fuel cell-electric vehicles in real driving cycles	2020	64
2	Wang, T.; Li, Q.; Wang, X.; Qiu, Y.; Liu, M.; Meng, X.; Li, J.; Chen, W.	An optimized energy management strategy for fuel cell hybrid power system based on maximum efficiency range identification	2020	64
3	Hu, X., Zhang, X., Tang, X., Lin, X.	Model predictive control of hybrid electric vehicles for fuel economy, emission reductions, and inter-vehicle safety in car-following scenarios	2020	61
4	Wróblewski, P., Kupiec, J., Drożdż, W., Lewicki, W., Jaworski, J.	The economic aspect of using different plug-in hybrid driving techniques in urban conditions	2021	33
5	Buberger, J.; Kersten, A.; Kuder, M.; Eckerle, R.; Weyh, T.; Thiringer, T.	Total CO2-equivalent life-cycle emissions from commercially available passenger cars	2022	31
6	Bansal, P., Kumar, R.R., Raj, A., Dubey, S., Graham, D.J.	Willingness to pay and attitudinal preferences of Indian consumers for electric vehicles	2021	21
7	Harvey, L.D.D.	Rethinking electric vehicle subsidies, rediscovering energy efficiency	2020	16
8	Turon, K.; Kubik, A.; Chen, F.	What Car for Car-Sharing? Conventional, Electric, Hybrid or Hydrogen Fleet? Analysis of the Vehicle Selection Criteria for Car-Sharing Systems	2022	13
9	Fernández, R.A.; Pérez-Dávila, O.	Fuel cell hybrid vehicles and their role in the decarbonisation of road transport	2022	7
10	Pipitone, E., Caltabellotta, S., Occhipinti, L.	A life cycle environmental impact comparison between traditional, hybrid, and electric vehicles in the european contexto	2021	7

Fonte: Elaborado pelos autores

Tabela 11 - As 10 publicações mais relevantes da Web of science relacionadas com o tema

Seq.	Autor	Título	Ano	Nr. de citações
1	Qu, X.; Yu, Y.; Zhou, M.; Lin, C.; Wang, X.	Jointly dampening traffic oscillations and improving energy consumption with electric, connected and automated vehicles: A reinforcement learning based approach	2020	103
2	Danielis, R.; Rotaris, L.; Giansoldati, M.; Scorrano, M.	Drivers' preferences for electric cars in Italy. Evidence from a country with limited but growing electric car uptake	2020	37
3	Wróblewski, P.; Kupiec, J.; Drożdż, W.; Lewicki, W.; Jaworski, J.	The Economic Aspect of Using Different Plug-In Hybrid Driving Techniques in Urban Conditions	2021	31
4	Xu, Y.; Zheng, Y.; Yang, Y.	On the movement simulations of electric vehicles: A behavioral model-based approach	2021	30

5	Hsieh, I. L.; Pan, M. S.; Green, W. H.	Transition to electric vehicles in China: Implications for private motorization rate and battery market	2020	30
6	Scorrano, M.; Danielis, R.; Giansoldati, M.	Dissecting the total cost of ownership of fully electric cars in Italy: The impact of annual distance travelled, home charging and urban driving	2020	30
7	Curtale, R.; Liao, F.; van der Waerden, P.	User acceptance of electric car-sharing services: The case of the Netherlands	2021	29
8	Fevang, E.; Figenbaum, E.; Fridstrom, L.; Halse, A. H.; Hauge, K. E.; Johansen, B. G.; Raaum, O.	Who goes electric? The anatomy of electric car ownership in Norway	2021	26
9	Sagaria, S.; Neto, R.C.; Baptista, P.	Assessing the performance of vehicles powered by battery, fuel cell and ultra-capacitor: Application to light-duty vehicles and buses	2021	26
10	Morfeldt, J; Kurland, SD; Johansson, DJA	Carbon footprint impacts of banning cars with internal combustion engines	2021	23

Fonte: Elaborado pelos autores

Tabela 11 - Publicações brasileiras nas duas bases de dados

Scopus				
Seq.	Autor	Título	Ano	Nr. de citações
1	Yamamura, C. L. K.; Takiya, H. Machado, C. A. S.; Santana, J. C. C.; Quintanilha J. A.; Berssaneti, F. T.	Electric Cars in Brazil: An Analysis of Core Green Technologies and the Transition Process	2022	3
2	Gonçalves, F.D.O., Lopes, E.S., Savioli Lopes, M.; Maciel Filho, R.	Thorough evaluation of the available light-duty engine technologies to reduce greenhouse gases emissions in Brazil	2022	2
Web of Science				
Seq.	Autor	Título	Ano	Nr. de citações
1	Oliveira, M. B. de; Silva, H. M. R.; Jugend, D.; Fiorini, P. de C.; Paro, C. E.	Factors influencing the intention to use electric cars in Brazil	2022	11

Fonte: Elaborado pelos autores

A partir da leitura dos resumos das 23 publicações enumeradas acima, pode-se concluir que 78% dos assuntos tratados é acerca dos veículos movidos a eletricidade, mostrando as preocupações em como viabilizar a eletrificação.

As preferências do consumidor foram analisadas por 17% das publicações. Danielis, Rotaris, Giansoldati e Scorrano (2020) afirmam em seu estudo sobre carros elétricos que os atributos mais prezados pelos consumidores da Itália eram preço de compra, economia de combustível e autonomia. O mesmo estudo também identificou que o tempo dispendido para carregar o veículo é visto como desvantagem, sendo que o consumidor não está disposto a pagar um adicional por autonomia. Em outro lado da moeda, Bansal, Kumar, Raj, Dubey e Graham (2022) apresenta um trabalho na Índia e Estados Unidos, onde consumidores indianos estão

dispostos a pagar valores extras por carregamento rápido e autonomia e consumidores americanos por custo operacional mais baixo. Na Holanda, um estudo similar feito por Curtale, Liao, e Van der Waerden (2021) mostra que o julgamento da sociedade influencia na aquisição de carros elétricos, além do desempenho do veículo.

Interesse semelhante foi demonstrado nos artigos em questão de consumo de energia e combustível, sendo que mais da metade das publicações explicita algo diretamente ou indiretamente sobre o tema. São propostos modelos e instrumentos que reduzem o consumo de energia elétrica para carros elétricos (Qu, Yu, Zhou, Lin, e Wang, 2020; Xu, Zheng e Yuan; 2021; Changizian, Ahmadi, Raeesi, Javani, 2020). Hsieh, Pan e Green (2020) elucidam que o desafio para a próxima década na China será acessibilidade. No Brasil, o estudo realizado por Oliveira (2022) mostra a inclinação positiva da população brasileira em adquirir um carro elétrico, porém apresenta suas preocupações quanto a infraestrutura e tempo de recarga, autonomia do veículo e alto preço de compra. Além disso, Yamamura et al. (2022) ressalta que as tecnologias motoras híbridas são possibilidades para auxiliar na transição a eletrificação no Brasil.

A emissão de gases de efeito estufa motiva os estudos em relação a eletrificação e outras fontes de tecnologias motoras, sendo que 30% das publicações tratam a respeito do tema. Os resultados das publicações demonstram que veículos movidos a diesel e gasolina são os que mais emitem gases efeito estufa e que a energia renovável se torna uma alternativa viável ao reduzir a emissão de gases (Buberger et al., 2022; Pipitone, Caltabellotta, & Occhipinti, 2021).

4.4 Discussão dos resultados

Através da análise das três fontes pode-se constatar que academia, setor sucroenergético e entidades de classe possuem o mesmo ponto de vista acerca do futuro da tecnologia motora no Brasil. No que diz respeito às tecnologias motoras, os mesmos tipos de inteligências de engenharia foram apresentados: veículos elétricos, híbridos e célula de hidrogênio. Pode-se concluir que o movimento mundial de descarbonização virá com cada vez mais força, trazendo consigo essas novas tecnologias a reboque. Apesar de não ter preconceito quanto a eletrificação da frota, a população brasileira ainda tem receios quanto a custos e infraestrutura do país para esta finalidade, vendo no carro híbrido a salvação neste momento de transição. Já as células de hidrogênio serão uma tecnologia que as três fontes acreditam que se desenvolverão a longo prazo.

Quanto a sustentabilidade, as três fontes acreditam que o etanol é um combustível que pode auxiliar rumo a descarbonização e ambiente mais saudável, apesar de esse fator não ser o

mais relevante no ponto de vista do setor. Porém, por ser um dos maiores produtores de etanol do mundo, o país enxerga a oportunidade de utilizar essa energia a seu favor para sustentabilidade econômica e ambiental utilizando os carros híbridos e flexfuel. Em relação a questão tributária, a preocupação se concentra fortemente no setor sucroenergético e nas entidades de classe, não sendo um fator relevante de interesse para a academia. Porém, pode-se entender que esse quesito está mais ligado a um fator comercial e político e, portanto, faz jus ser tratado pelas duas instâncias.

5. Considerações finais

O uso da triangulação de fontes possibilita obter estudos profundos e abrangentes (Voss, Tsirikrisis, & Frohlich, 2002). Dessa maneira, foram usadas três fontes de dados distintas: entrevistas com profissionais do setor sucroenergético, publicações das entidades de classe do setor sucroenergético e publicações internacionais do meio acadêmico para mapear o posicionamento do setor sucroenergético frente aos movimentos de eletrificação de veículos e seus consequentes impactos no consumo de etanol hidratado.

Conclui-se que as três fontes de dados possuem a mesma opinião acerca do tema: a eletrificação no setor automotivo é uma realidade para o mundo e se estenderá para o Brasil como uma consequência. Apesar da boa impressão da população brasileira com a eletrificação, os receios para aquisição e utilização desse tipo de tecnologia permanecem. No entanto, os carros híbridos são eleitos como o mecanismo de transição rumo a eletrificação, aproveitando a grande produção de etanol e infraestrutura brasileira. Dessa maneira, a eletrificação ainda não é vista como ameaça pelo setor sucroenergético, mas como ponto de atenção. O setor continua em busca de formas de produzir e comercializar combustível mais sustentável e rentável.

Assim, o estudo se mostrou válido pois permitiu atender seu objetivo. Porém, é possível mencionar algumas de suas limitações. Primeiramente, a abrangência geográfica das empresas pesquisadas foi restrita ao Estado de São Paulo, sendo possível somente entrevistar colaboradores de dez organizações. Da mesma maneira, por ser uma amostragem muito baixa da população de usinas sucroenergéticas, é possível que haja discrepâncias em relação a visões de empresas de outras localidades. Ainda, dada a quantidade de publicações referentes ao tema, o corte relativo as áreas de estudo podem ter suprimido trabalhos de grande relevância e necessários a este assunto.

Sendo assim, como sugestão de estudos futuros, sugere-se realizar um novo estudo, ampliando a abrangência geográfica, além de considerar novas áreas de conhecimento no estudo acadêmico como engenharia e ciência ambiental.

Referências

- Axsen, J., & Kurani, K. S. (2013). Hybrid, plug-in hybrid, or electric—What do car buyers want? *Energy Policy*, 61, p. 532-543, <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2013.05.122>.
- Bansal, P., Kumar, R. R., Raj, A., Dubey, S., & Graham, D. J. (2021). Willingness to pay and attitudinal preferences of Indian consumers for electric vehicles. *Energy Economics*, 100, p. 105340, ago. 2021. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105340>
- Bastos, P. P. Z., Medina, L., & Sartori, R. (2023). Um passo necessário, mas insuficiente: sobre a primeira fase da reforma tributária no governo Lula. *Revista NECAT - Revista do Núcleo de Estudos de Economia Catarinense*, 12(24), p. 11-37.
- Brito, D. (2018). *Efeito estufa: transporte responde por 25% das emissões globais*. Agência Brasil. Recuperado de: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2018-12/efeito-estufa-transporte-responde-por-25-das-emissoes-globais>
- Brito, T. L. F., Islam, T., Mouette, D., Meade, N., & Santos, E. M. dos. (2020). Fuel price elasticities of market shares of alternative fuel vehicles in Brazil. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 89, p. 102643. <http://dx.doi.org/10.1016/j.trd.2020.102643>
- Brito, T. L. F., Islam, T., Stettler, M., Mouette, D., Meade, N., & Santos, E. M. dos. (2019). Transitions between technological generations of alternative fuel vehicles in Brazil. *Energy Policy*, 134, p. 110915. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2019.110915>
- Buberger, J., Kersten, A., Kuder, M., Eckerle, R., Weyh, T., & Thiringer, T. (2022). Total CO₂-equivalent life-cycle emissions from commercially available passenger cars. *Renewable And Sustainable Energy Reviews*, 159, p. 112158. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2022.112158>
- Castro, F. D., Cutaia, L., & Vaccari, M. (2021). End-of-life automotive lithium-ion batteries (LIBs) in Brazil: prediction of flows and revenues by 2030. *Resources, Conservation and Recycling*, 169, p. 105522. <http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105522>
- Cardoso, L. C. B., Bittencourt, M. V. L., Litt, W. H., & Irwin, E. G. (2019). Biofuels policies and fuel demand elasticities in Brazil. *Energy Policy*, 128, p. 296-305. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2018.12.035>
- Changizian, S., Ahmadi, P., Raeesi, M., & Javani, N. (2020). Performance optimization of hybrid hydrogen fuel cell-electric vehicles in real driving cycles. *International Journal Of Hydrogen Energy*, 45(60), p. 35180-35197. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijhydene.2020.01.015>
- Chueke, G. V., & Amatucci, M. (2015). O que é bibliometria? Uma introdução ao Fórum. *Revista Eletrônica de Negócios Internacionais*, São Paulo, 10(2), p. 1-5.
- Costa, J. A. M. (2020). From Sugarcane To Ethanol: The Historical Process That Transformed Brazil Into A Biofuel Superpower. *Mapping Politics*, 10, p. 10-19.

- Curtale, R., Liao, F., & Waerden, P. V. D. (2021). User acceptance of electric car-sharing services: the case of the netherlands. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 149, p. 266-282. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tra.2021.05.006>
- Danielis, R., Rotaris, L., Giansoldati, M., & Scorrano, M. (2020). Drivers' preferences for electric cars in Italy. Evidence from a country with limited but growing electric car uptake. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 137, p. 79-94. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tra.2020.04.004>
- David, S. A., Inácio, C. M. C., Quintino, D. D., & Machado, J. A. T. (2020). Measuring the Brazilian ethanol and gasoline market efficiency using DFA-Hurst and fractal dimension. *Energy Economics*, 85, p. 104614. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eneco.2019.104614>
- Dijk, M., Wells, P., & Kemp, R. (2016). Will the momentum of the electric car last? Testing an hypothesis on disruptive innovation. *Technological Forecasting and Social Change*, 105, p. 77-88. <http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2016.01.013>.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2014). *Sustentabilidade e sustentação da produção de alimentos no Brasil: O desafio da rentabilidade na produção*. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. v.2.
- Gama, P. (2023). *Nova gasolina: o que muda se o governo autorizar mais etanol na mistura*. UDOP. Recuperado de: <https://www.udop.com.br/noticia/2023/05/10/nova-gasolina-o-que-muda-se-o-governo-autorizar-mais-etanol-na-mistura.html>
- Gil, A. C. (2007). Como elaborar projetos de pesquisa. *Editora Atlas*, 4 ed.
- Gill, P., Stewart, K., Treasure E., & Chadwick, B. (2008). Methods of data collection in qualitative research: interviews and focus groups. In: *British Dental Journal*, 204, p. 291-295.
- Godoy, A. S. (1995) Pesquisa Qualitativa: tipos fundamentais. *Revista de Administração de Empresas*, São Paulo, 35(3).
- Gonçalves, F. O., Lopes, E. S., Lopes, M. S., & Maciel Filho, R. (2022). Thorough evaluation of the available light-duty engine technologies to reduce greenhouse gases emissions in Brazil. *Journal Of Cleaner Production*, 358, p. 132051. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132051>
- Gonzalez Saes, S. (2000) *Estudo bibliométrico das publicações em economia da saúde, no Brasil* (Dissertação de Mestrado), Universidade de São Paulo, São Paulo. <https://doi.org/10.11606/D.6.2000.tde-01032002-132854>
- Hsieh, I. L., Pan, M. S., & Green, W. H. (2020). Transition to electric vehicles in China: implications for private motorization rate and battery market. *Energy Policy*, 144, p. 111654. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111654>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2023). *Frota de veículos – Série Histórica*. Brasil: IBGE

- Jornal da Paraíba (2024). Abastecer com etanol em CG é opção econômica. Recuperado de <https://www.reuters.com/investigates/special-report/pmi-who-fctc/>
- Leite, H. F. (2023). Direito financeiro e direito tributário. *Diké - Revista Jurídica - Universidade Estadual de Santa Cruz*, 22 (24), p. 346-370. <http://dx.doi.org/10.36113/dike.24.2023.3863>
- Lima Filho, R. I. R., Aquino, T. C. N., & Nogueira Neto, A. M. (2020). Fuel price control in Brazil: environmental impacts. *Environment, Development and Sustainability*, 23(7), p. 9811-9826. <http://dx.doi.org/10.1007/s10668-020-00896-7>
- Machado, N. *Etanol ganha força contra eletrificação em massa*. 2023. UDOP. Recuperado de <https://www.udop.com.br/noticia/2023/04/04/etanol-ganha-forca-contra-eletrificacao-em-massa.html>
- Macias-Chapula, C. A. (1998). O papel da informetria e da cienciometria e sua perspectiva nacional e internacional. *Ciência da Informação*, 27(2), p. 134-140. <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-19651998000200005>
- Maia, B. A. A. (2023). Impacto da reforma tributária sobre o agronegócio. *Agroanalysis-Fundação Getúlio Vargas*, 43(12), p. 24-26.
- Malaquias, A. C. T., Netto, N. A. D., Rodrigues Filho, F. A., Costa, R. B. R., Langeani, M., & Baêta, J. G. C. (2019). The misleading total replacement of internal combustion engines by electric motors and a study of the Brazilian ethanol importance for the sustainable future of mobility: a review. *Journal Of The Brazilian Society Of Mechanical Sciences And Engineering*, 41(12), p. 1-23. <http://dx.doi.org/10.1007/s40430-019-2076-1>
- Mattos, P. L. C. L. (2010). Análise de entrevistas não estruturadas: da formalização à pragmática da linguagem. In: Silva, A. B.; Godoi, C. K., & Bandeira-de-Melo, R. (orgs). *Pesquisa qualitativa em estudos organizacionais: paradigmas, estratégias e métodos*. , (p. 347-374). 2. ed. São Paulo, São Paulo: Saraiva.
- Melo, A. S., & Sampaio, Y. S. B. (2016). Uma Nota Sobre o Impacto do Preço do Açúcar, do Etanol e da Gasolina na Produção do Setor Sucroalcooleiro. *Revista Brasileira de Economia*, 70(1), p. 61-69. <http://dx.doi.org/10.5935/0034-7140.20160004>
- Oliveira, M. B. de, Silva, H. M. R., Jugend, D., Fiorini, P. C., & Paro, C. E. (2022). Factors influencing the intention to use electric cars in Brazil. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 155, p. 418-433. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tra.2021.11.018>
- Ortar, N., & Ryghaug, M. (2019). Should All Cars Be Electric by 2025? The Electric Car Debate in Europe. *Sustainability*, 11(7), p. 1868. <http://dx.doi.org/10.3390/su11071868>
- Pipitone, E., Caltabellotta, S., & Occhipinti, L. (2021). A Life Cycle Environmental Impact Comparison between Traditional, Hybrid, and Electric Vehicles in the European Context. *Sustainability*, 13(19), p. 10992. <http://dx.doi.org/10.3390/su131910992>
- Qu, X., Yu, Y., Zhou, M., Lin, C., & Wang, X. (2020). Jointly dampening traffic oscillations and improving energy consumption with electric, connected and automated vehicles: a reinforcement learning based approach. *Applied Energy*, 257, p. 114030.

- Simsekoglu, Ö. (2018). Socio-demographic characteristics, psychological factors and knowledge related to electric car use: a comparison between electric and conventional car drivers. *Transport Policy*, 72, p. 180-186. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tranpol.2018.03.009>
- União Nacional da Bioenergia. (2023a). *Futuro dos carros no Brasil: montadoras racham entre elétricos e híbridos a etanol*. Recuperado de <https://www.udop.com.br/noticia/2023/05/09/futuro-dos-carros-no-brasil-montadoras-racham-entre-eletricos-e-hibridos-a-etanol.html>
- União Nacional da Bioenergia. (2023b). *A mobilidade elétrica é a revolução industrial 4.0, afirma representante da ONU*. Recuperado de <https://www.udop.com.br/noticia/2023/06/01/a-mobilidade-eletrica-e-a-revolucao-industrial-4-0-afirma-representante-da-onu.html>
- União Nacional da Bioenergia. (2023c). *Governo já iniciou estudos para novo carro popular a etanol*. Recuperado de <https://www.udop.com.br/noticia/2023/04/26/governo-ja-iniciou-estudos-para-novo-carro-popular-a-etanol.html>
- União Nacional da Bioenergia. (2023d). *Etanol retoma competitividade com cobrança de tributos sobre combustíveis*. Recuperado de <https://www.udop.com.br/noticia/2023/04/28/etanol-retoma-competitividade-com-cobranca-de-tributos-sobre-combustiveis.html>
- União Nacional da Bioenergia. (2022). *Diferencial tributário para biocombustíveis é fixado por lei*. Recuperado de <https://unica.com.br/noticias/diferencial-tributario-para-biocombustiveis-e-garantido-por-lei/>
- União da Indústria de Cana-de-Açúcar e Bioenergia. (2023). *Na COP28, UNICA assina acordo para reduzir pegada de carbono*. Recuperado de <https://unica.com.br/noticias/na-cop28-unica-assina-acordo-para-reduzir-pegada-de-carbono/>
- Voss, C., Tsikriktsis, N., & Frohlich, M. (2002). Case research in operations management. *International Journal of Operations & Production Management*, 22(2), p. 195–219.
- Xu, Y., Zheng, Y., & Yang, Y. (2021). On the movement simulations of electric vehicles: a behavioral model-based approach. *Applied Energy*, 283, p. 116356. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.116356>
- Yamamura, C. L. K., Takiya, H., Machado, C. A. S., Santana, J. C. C., Quintanilha, J. A., & Berssaneti, F. T. (2022). Electric Cars in Brazil: an analysis of core green technologies and the transition process. *Sustainability*, 14(10), p. 6064. <http://dx.doi.org/10.3390/su14106064>
- Wilberforce, T., El-Hassan, Z., Khatib, F.N., Makky, A. A., Baroutaji, A., Carton, J. G., & Olabi, A. G. (2017). Developments of electric cars and fuel cell hydrogen electric cars. *International Journal Of Hydrogen Energy*, 42 (40), p. 25695-25734. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijhydene.2017.07.054>