



ConBRepro

XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



IA nas Engenharias

29 nov. a 01
de dezembro 2023

SISTEMA NACIONAL DE INOVAÇÃO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS NO BRASIL: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

Émerson Felipe Neves dos Santos

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção - Universidade Federal de Santa Catarina

Caroline Rodrigues Vaz

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção - Universidade Federal de Santa Catarina

Mauricio Uriona Maldonado

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção - Universidade Federal de Santa Catarina

Resumo: A inserção dos veículos elétricos tem sido muito lenta e restrita a países de economia em desenvolvimento com menores participações do que 2%. No entanto, por mais que a eletricidade renovável seja praticamente irreversível, as tendências de mercado e políticas governamentais atuais ainda não são suficientes para conseguir atender no curto prazo. Neste cenário, o sistema nacional de inovação é primordial para o sucesso da introdução e todo seu processo de mobilidade elétrica, possibilitando uma valorização dos processos através de suas estratégias para o desenvolvimento. Portanto, o presente artigo tem como objetivo principal em uma proposta de revisão sistemática para identificação dos estudos que abordam o tema de sistemas nacionais de inovação de veículos elétricos no Brasil. Os resultados mostraram que o sistema nacional de inovação é essencial para a melhoria e expansão das frotas elétricas no Brasil, e os números mais recentes comprovam o avanço do setor no país.

Palavras-chave: veículos elétricos, sistema nacional de inovação, revisão sistemática.

NATIONAL ELECTRIC VEHICLE INNOVATION SYSTEM IN BRAZIL: A SYSTEMATIC REVIEW

Abstract: The insertion of electric vehicles has been very slow and restricted to countries with developing economies with lower shares than 2%. However, even though renewable electricity is practically irreversible, current market trends and government policies are still not enough to be able to meet the needs in the short term. In this scenario, the national innovation system is essential for the success of the introduction and entire process of electric mobility, enabling processes to be valued through development strategies. Therefore, the main objective of this article is to propose a systematic review to identify studies that address the topic of national innovation systems for electric vehicles in Brazil. The results showed that the national innovation system is essential for the improvement and expansion of electric fleets in Brazil, and the most recent figures prove the sector's progress in the country.

Keywords: electric vehicles, national innovation system, systematic review.

1. Introdução

Os veículos elétricos estão, mais do que nunca, sendo vistos como uma saída para solução de problemas graves de poluição do ar e mostrando ser uma tecnologia capaz de reduzir a dependência dos combustíveis fósseis (JAJJA et al., 2021). Porém, a inserção dos veículos elétricos no mercado ainda tem sido muito lenta e restrita a países de economia em desenvolvimento como menores participações do que 2% em comparação com os demais veículos a combustão que, em grande parte, os maiores fatores de impactos são as barreiras tecnológicas, financeiras e de infraestrutura de carregamento (COSTA et al., 2022).

Logo, os estudiosos encontraram fatores em vários atores (governo, indústria e mercado) que afetam na comercialização e desenvolvimento dos veículos elétricos, como contagens de patentes e protótipos, economia de combustível, políticas, impacto social, altos investimentos, entre outros (CAO et al., 2021). Neste cenário, o sistema nacional de inovação é primordial para o sucesso dos veículos elétricos através de suas estratégias para o desenvolvimento, pois o ritmo de sua adoção depende de uma série de fatores tecnológicos, institucionais e sociais, como a elasticidade da demanda, distribuição das redes de recarga, capacidade crítica da produção, curvas de aprendizado dos produtores das baterias, dos nichos de mercado e o papel do governo (ENRIETTI; PATRUCCO, 2021).

À medida que a evolução do sistema nacional de inovação brasileiro, que foi marcada pela necessidade de emparelhamento com sistemas mais avançados no mundo e várias instituições foram criadas e investimentos. Em que, os principais atores desse sistema são as Instituições de Ciência, Tecnologia e Inovação (ICTs), as entidades da gestão pública e as empresas (MCTI, 2016). Que, o país vem demonstrando crescimento em relação a frota de veículos eletrificados, em 2021 foi o maior resultado da série histórica de vendas de veículos eletrificados, um aumento de 77% em relação ao ano de 2020. (ABVE, 2022). Surge então a necessidade de estudos que ofereçam uma revisão abrangente sobre as abordagens encontradas.

Portanto, o artigo se contextualiza na proposta de revisão sistemática para identificação dos estudos que abordam o tema de sistemas nacionais de inovação de veículos elétricos no Brasil. Pois, as Revisões sistemáticas encontram uma variedade de estudos já finalizados com determinadas questões de estudos e avaliam os resultados dessas pesquisas para evidenciar conclusões sobre um corpo de conhecimento (HULLEY, et al., 2015). Este artigo é dividido em 5 seções. A primeira seção realiza uma introdução ao tema buscando entender as abordagens do sistema nacional de inovação de veículos elétricos. A segunda, a metodologia utilizada na revisão sistemática. A terceira seção traz os resultados. A quarta seção apresenta as discussões. A quinta seção, as conclusões.

2. Métodos

2.1 Estratégia de busca e critérios de seleção

A presente revisão sistemática foi operacionalizada conforme o protocolo *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta – Analyses (PRISMA)*, por meio das seguintes etapas: identificação, seleção, elegibilidade e inclusão (GALVÃO, PANSANI, HARRAD, 2015). Para isso, foi preciso formular uma questão para investigação, decidiu-se utilizar a estratégia PICO. Essa abordagem considera a população, ou paciente ou problema abordado (*Population/Patient/Problem*), o fenômeno de interesse (*Interest*) e o contexto (*Context*) (ARAÚJO, 2020).

Assim, foi efetuada a seguinte questão de pesquisa “Como está o sistema nacional de inovação de veículos elétricos do Brasil?”. As palavras-chave usadas nas bases de dados foram as seguintes, “*electric vehicles*”, “*electric mobility*”, “*electric cars*”, “*national system of*

innovation,” *technological innovation systems*”, *innovation functions*”, com os operadores booleanos “OR” e “AND” como observado na tabela a seguir:

Figura 1 – Estratégia PICo

ESTRATÉGIA PICo			
Objetivo/Problema	Como está o sistema nacional de inovação de veículos elétricos do Brasil?		
	P	I	Co
Extração	Veículos elétricos	Sistema Nacional de Inovação	Brasil
Conversão	Electric vehicles	National system of innovation	
Combinação	Electric vehicles, electric mobility, electric cars.	National system of innovation; Technological Innovation Systems; Innovation Functions.	
Construção	(“Electric vehicles” OR “Electric mobility” OR “electric cars”)	(“national system of innovation” OR “technological innovation systems” OR “TIS” OR “innovation functions”)	
Uso	(“electric vehicles” OR “electric mobility” OR “electric cars”) AND (“national system of innovation” OR “technological innovation systems” OR “TIS” OR “innovation functions”)		

Fonte: os autores (2022)

2.2 Análise de dados

2.2.1 Risco de viés e qualidade do estudo

O risco de viés e a qualidade do estudo foram avaliados com o software RevMan 5.4 fornecido pela Cochrane Collaboration, e seus dados de medições, por exemplo, os resultados dos testes, são analisados pela diferença média padronizada ou diferença média ponderada e com intervalos de confiança de 95% IC (GAO et al., 2022). Para a análise de viés criou-se um questionário com base no *Joanna Briggs Institute Critical Appraisal Checklist for Studies Reporting Prevalence Data*, composto por 10 perguntas que poderiam ser classificadas e baixo risco, risco incerto e alto risco.

Para que se determine o risco de viés com relação a todos os estudos que pretende analisar na revisão sistemática, julga-se baixo risco de viés (caso a maior parte das informações foram classificadas como baixo risco de viés), risco de viés incerto (caso a maioria das informações de estudos foram de baixo risco e risco incerto), alto risco de viés (se a proporção das informações de alto risco foram satisfatórias para influenciarem na interpretação dos resultados) (CARVALHO; SILVA; GRANDE, 2013).

E para a verificação da qualidade geral da evidência foi utilizado o Sistema GRADE (*Quality of Evidence and the Strength of Recommendations*). Cada estudo foi classificado como alto, baixo ou risco incerto de viés e qualidade em relação aos critérios estabelecidos e pontuado em 2,1 ou 0.

2.2.2 Metassíntese

Com o protocolo publicado, uma metassíntese foi concluída. Para isso foi utilizado o método SYSMAP (*Scientometric and Systematic yielding Mapping Process*) que tem por objetivo mostrar uma forma mais estruturada os processos de uma revisão da literatura, a partir da

combinação da análise cientométrica e análises de conteúdo, principalmente quando o pesquisador possui poucos conhecimentos sobre a temática ou busca mais detalhes específicos (VAZ; URIONA MALDONADO, 2017).

A seguir, o modelo proposto por Vaz e Uriona Maldonado (2017), que consiste em quatro fases, apresentadas na Figura 2.

Figura 2 – Modelo SYSMAP



Fonte: Vaz e Uriona Maldonado (2017)

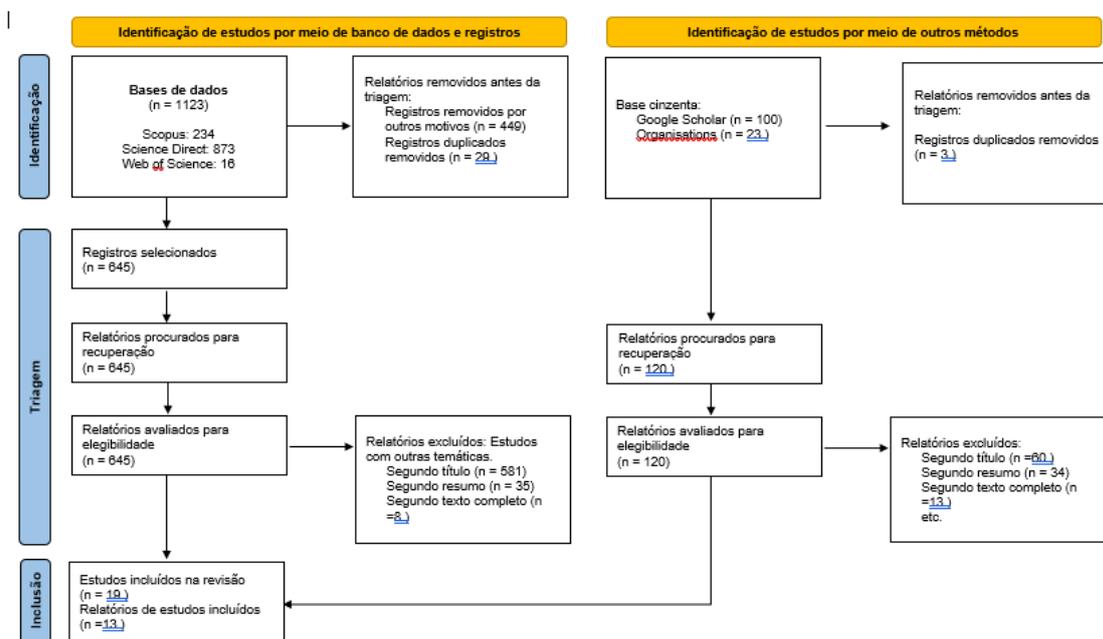
O gerenciador Mendeley foi empregado para extrair informações descritivas sobre a coleção de documentos. Através deste programa, foi viável discernir o número de publicações por ano, por autor, e palavras-chave mais frequentes. Após esta etapa, avançou-se para a próxima fase que consistiu na utilização da aplicação VOSviewer, uma plataforma para gerar, exibir e investigar mapas bibliométricos de conjuntos de dados de redes. Por fim, buscou-se adquirir conhecimentos relevantes com base nos procedimentos aplicados, tal como apresentado a seguir.

3. Resultados

3.1 Definição do tema

Inicialmente, foram encontrados um total de 1123 artigos, sendo 234 na base de dados da Scopus, 16 pesquisas na Web of Science e 873 na base de dados da Science Direct. Foram identificados também estudos, por meio de outros métodos de bases cinzentas, 123 artigos, sendo 100 oriundos do Google Scholar e 23 de organizações como o ENGEMA (Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente). Após as análises a partir dos critérios de elegibilidade, foram considerados 32 artigos potencialmente relevantes para o estudo e que, a partir de uma leitura completa dos textos, foram incluídos para análise nesta revisão sistemática, tal como demonstrado na figura a seguir.

Figura 3 – Fluxograma de Pesquisa com Base no Método PRISMA



Fonte: os autores (2022)

Em seguida foi avaliado a produtividade dos autores. Um total de 71 autores dos quais 62 possuem apenas uma publicação, representando aproximadamente 87,32%. Quatro autores possuem 2 artigos e cinco autores possuem 3 publicações.

Na Tabela 1, resumem-se os estudos dos principais autores que possuem mais publicações, que certamente, tendem a um maior desenvolvimento a respeito dos assuntos, por isso, é esperado uma maior contribuição para o sistema nacional de inovação dos veículos elétricos, que foram selecionados a partir da leitura completa. Apresentamos os autores, título, ano de publicação e resultados principais.

Tabela 1 – Relação dos artigos incluídos na revisão sistemática

Autores	Título	Ano de Publicação	Resultados Principais
Bergek, Anna Hekkert, Marko Jacobsson, Staffan Markard, Jochen Sandén, Björn Truffer, Bernhard	Technological innovation systems in contexts: Conceptualizing contextual structures and interaction dynamics	2015	Conceituação de interações entre sistemas de inovação tecnológica (TIS) e várias estruturas de contexto e foram demonstrados exemplos de diferentes maneiras pelas quais as estruturas de contexto podem interagir com um TIS focal e como nossa compreensão da dinâmica do TIS é aprimorada ao considerá-los explicitamente.

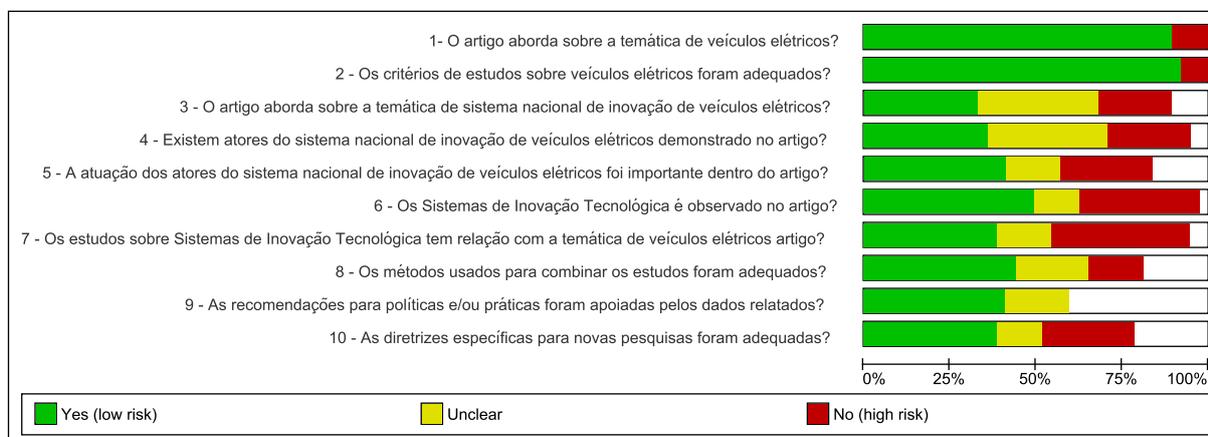
Luna, Tiago Ferrari; Volan, Tainara; Vaz, Caroline Rodrigues; Maldonado, Mauricio Uriona	Barreiras Para Transição De Carros Elétricos: Uma Análise Do Cenário Brasileiro	2019	O artigo abordou que o Brasil possui ações isoladas para a inserção de VEs, projetos envolvendo tecnologia na fabricação, instalação de infraestrutura de postos de recarga, bem como de modelos de negócios, porém estão muito abaixo de países como Noruega e China. E que, devido as características sócio-técnicas do sistema de mobilidade, bem como as complexidades inerentes, há a necessidade de investimentos de longo prazo e tempo para aprendizado da tecnologia.
Marcuzzo, Rafael; Vaz, Caroline Rodrigues; Maldonado, Mauricio Uriona	Revisão De Literatura E Sugestões De Áreas De Pesquisa Em Transições Envolvendo Energia Solar Fotovoltaica E Veículos Elétricos	2019	Este trabalho buscou revisar a literatura sobre os conceitos e tecnologias associadas a energia solar fotovoltaica e veículos elétricos, para a identificação de fatores relacionados a transições nos sistemas de energia e transporte.
Markard, Jochen	The life cycle of technological innovation systems	2020	Este artigo buscou apresentar uma estrutura de ciclo de vida do TIS e se baseia em literaturas anteriores sobre TIS e ciclos de vida, com exemplos ilustrativos apresentados. Também mostra novas perspectivas que são importantes para as transições de sustentabilidade.
Markard, Jochen Hekkert, Marko Jacobsson, Staffan	The technological innovation systems framework: Response to six criticisms	2015	O artigo discutiu e respondeu a seis críticas frequentes ao framework TIS, buscando contribuir para um debate sobre melhorias neste framework. Foram identificados caminhos promissores para estudos empíricos e desenvolvimento de teorias sobre o potencial do TIS para estudar as transições (sustentabilidade).
Meelen, Toon Truffer, Bernhard Schwanen, Tim	Virtual user communities contributing to upscaling innovations in transitions: The case of electric vehicles	2019	O artigo buscou investigar o novo potencial das comunidades virtuais de usuários, de acordo com insights recentes de estudos de transição sociotécnica para identificar diferentes dimensões de upscaling. Com base nesses dados, foram apresentadas as características da comunidade virtual e os principais mecanismos de participação no upscaling.
Sovacool, Benjamin K.	Experts, theories, and electric mobility transitions: Toward an integrated conceptual framework for the adoption of electric vehicles	2017	O autor concluiu o estudo com implicações para a pesquisa e a política, com base em grande parte nos dados da entrevista original complementados com estudos revisados por pares, sugeriu uma estrutura conceitual de aceitação do usuário que consiste em prazer móvel, sociabilidade, comensurabilidade sociotécnica e impulso habitual.
Sovacool, Benjamin K. Rogge, Jan Christoph Saleta, Claudio Masterson-Cox, Edward	Transformative versus conservative automotive innovation styles: Contrasting the electric vehicle manufacturing strategies for the BMW i3 and Fiat 500e	2019	Neste artigo, buscaram abordar os estilos de inovação automotiva em torno de dois veículos elétricos: o BMW i3 e o Fiat 500e, através de ideias de sistemas de inovação tecnológica e estilo de inovação de produtos corporativos e ver as aderências a uma mudança transformadora de estilo de inovação que tenta promover a aprendizagem interna que pode criar valor.

Volan, Tainara	Estudo prospectivo do Sistema Tecnológico de Inovação de baterias em fim de vida de veículos elétricos no Reino Unido	2021	O estudo buscou analisar o estado atual e futuro da destinação das baterias EOL de VEs, especificamente no Reino Unido através de práticas de gestão de baterias EOL, obtidas por meio de uma revisão de literatura. Foram analisadas as funções da lente teórica Sistemas Tecnológicos de Inovação.
Volan, Tainara; Vaz, Caroline Rodrigues; Maldonado, Mauricio Uriona	Panorama do estado atual da difusão de veículos elétricos no Brasil	2019	O objetivo do estudo foi realizar um levantamento do panorama da frota de veículos elétricos, a partir de políticas de incentivo, impactos na sociedade dentre outras. Para isto, realizou-se uma pesquisa bibliográfica do tipo scoping review utilizando os portais de conteúdo científico e repositórios de universidades brasileiras.
Wesseling, J. H. Faber, J. Hekkert, Marko	How competitive forces sustain electric vehicle development	2014	Este estudo de patente estudou a relação entre as forças competitivas e a continuação das ondas de desenvolvimento de veículos de baixa emissão. Mostraram um novo conjunto de indicadores baseados em concorrência para previsão tecnológica que prevê que a continuação dos atuais desenvolvimentos de BEVs é provável.
Wesseling, Joeri H.	Explaining variance in national electric vehicle policies	2016	Este artigo buscou avaliar as diferenças nas políticas de veículos elétricos plug-in (PEV), incluindo subsídios de P&D, investimentos em infraestrutura e incentivos de vendas, em 13 países no período 2008–2014. Análises de conteúdo e estatísticas mostram que as políticas nacionais de PEV diferiram drasticamente entre os países em intensidade e orientação, variando de um foco na política de inovação do lado da oferta a um foco na política ambiental do lado da demanda.

Fonte: os autores (2022)

Para a avaliação do risco de viés dos estudos foi utilizado com base no questionário da *Joanna Briggs Institute* e adaptado as questões de acordo com a realidade do estudo proposto. A figura abaixo mostra o gráfico do risco de viés apresentado em porcentagem em todos os estudos incluídos.

Figura 4: Fluxograma de Pesquisa com Base no Método PRISMA



Fonte: Autoria Própria a partir do software RevMan 5.4.1 (2022)

Em seguida, na figura 5, está o sumário sobre o julgamento dos autores sobre de cada item do risco de viés para cada estudo incluído. De acordo com a mesma, pode-se observar que, apesar da grande maioria dos estudos estarem alinhados com a temática principal e suas diretrizes, que as temáticas relacionadas ao sistema nacional de inovação,

principalmente nas questões 3 e 4, mostram um risco médio de viés, pelo fato dos estudos não abordarem diretamente sobre o assunto, mas sim tópicos que fazem parte da temática geral, assim como na questão 5 que grande parte dos artigos não tem uma atuação direta dos atores do sistema nacional de inovação. É visto também nas questões 6 e 7 que os sistemas de inovação tecnológicas aparecem como grande potencial de risco de viés em uma parte significativa dos estudos, principalmente em relação à falta de alinhamento com a temática sobre veículos elétricos. A questão 10 sobre as diretrizes específicas para novas pesquisas, porém, uma parcela significativa tem um alto risco de viés e outra parcela médio, por não terem nenhuma contribuição, ou pouca, para novas pesquisas.

Figura 5: Sumário do risco de viés

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Aguiar et al 2017	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Barros, L. 2020	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Bergek, Anna 2015	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Bose S., A. 2019	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Campelo, D. 2019	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Cardoso 2018	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Costa, F 2020	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Gomes et al 2020	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Haley, Brendan 2015	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Jenn, Alan et al 2018	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Köhler, Jonathan 2013	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Luna, Tiago 2019	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Luna, Tiago et al 2019	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Marcuzzo, Rafee et al 2019	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Markard, Jochen 2015	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Markard, Jochen 2020	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Meelen, Toon 2019	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Mohajer, Mohammad 2020	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Nilsson, Måns et al 2012	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Pina, André et al 2014	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Pohl, Hans 2012	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Pucci, Paola 2021	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Roumboutsos 2014	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Sovacool 2017	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Sovacool 2019	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Trencher, Gregory 2021	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Volan, T. et al 2019	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Volan, Tainara 2019	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Volan, Tainara et al 2019	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Volan 2019	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Volan 2021	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Volan et al 2019	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Wesseling 2014	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Wesseling 2016	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Wolinetz, Michael 2017	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Yuan, Xiaodong 2021	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Zolfagharian et al 2021	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

Fonte: Autoria Própria a partir do software RevMan 5.4.1 (2022)

Portanto, os artigos foram considerados, pois ao serem analisados por estudo, não apresentaram alto risco de viés em sua totalidade, o que inviabilizaria seu uso.

3.2 Análise de conteúdo

Os estudos selecionados foram avaliados e trazidos informações relevantes sobre os principais temas relacionados ao sistema nacional de inovação de veículos elétricos, principalmente, com abordagens que pode contribuir para o crescimento dos veículos elétricos no Brasil.

Um dos principais autores, Marko Hekkert, Jochen Markard, analisaram o sistema de inovação tecnológicas e suas interações nas mais amplas estruturas de contexto identificadas e discutidas na busca pelas análises de crescimento de novos campos tecnológicos e indústrias. Maurício Uriona Maldonado, Caroline Rodrigues Vaz, Tainara Volan, analisaram as questões relativas à frota de veículos elétricos, suas políticas de incentivos, impactos na sociedade, barreiras para a transição de carros elétricos, através

de revisões na literatura sobre os conceitos e tecnologias relacionados à frota elétrica. O mesmo pode se dizer para Staffan Jacobsson, Benjamin K., Sovaccol, Bernhard Truffer e Wesseling, Joeri H., ambos com 2 artigos que tratam de avaliar os efeitos dos incentivos por partes dos atores do sistema na adoção de veículos elétricos e fatores que influenciam as pessoas para mobilidade elétrica e como as políticas e todas suas variações podem contribuir para a construção de um mercado de veículos elétricos.

Também, Styczynski e Hughes (2019) conseguiram introduzir uma estrutura para comparar as políticas de veículos elétricos em todo o país e mostraram que os governos estão adotando uma abordagem tecnologicamente neutra para apoiar os veículos da próxima geração. Já Jenn, Springel e Gopal (2018) avaliaram o efeito de incentivos na adoção de veículos elétricos e introduziram uma nova variável para capturar o conhecimento do consumidor sobre VEs e incentivos associados para ajudar a explicar a heterogeneidade em nível estadual em resposta a incentivos, descobriram também que aumentar a conscientização do consumidor é fundamental para o sucesso dos programas de incentivo aos VEs.

Pucci (2021), mostrou uma investigação sobre as condições socioespaciais para uma difusão justa e sustentável de veículos elétricos. O estudo discutiu também uma perspectiva orientada para o mercado e uma concepção do veículo elétrico como um carro cidadão.

Roumboutsos, Kapros e Vanellander (2014), apresentaram uma metodologia baseada na abordagem de sistemas de inovação para examinar o processo pelo qual os veículos elétricos podem ser introduzidos na logística da cidade, o estudo mostrou complexas interações entre atores e instituições ocasionaram em um modelo de estrutura de sistemas de inovação, que combina em uma matriz os atores, os mecanismos e as condições de mercado fornecendo um instrumento para avaliar qualitativamente o estado atual e estimar necessidades futuras e pré-condições para a aceitação da inovação.

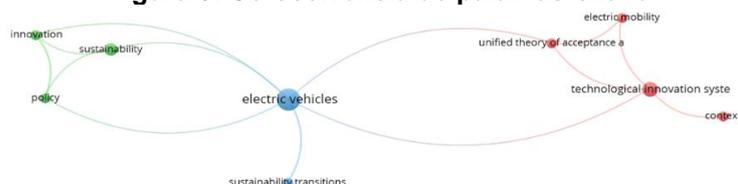
O estudo de Volan, Vaz e Maldonado (2019) realizaram um levantamento do panorama da frota de veículos elétricos, a partir de políticas de incentivo, impactos na sociedade dentre outras. Para isto, o estudo realizou uma pesquisa bibliográfica do tipo *scoping review* utilizando os portais de conteúdo científico e repositórios de universidades brasileiras.

Campelo (2019) explorou os fatores que contribuirão para o desenvolvimento do mercado brasileiro de veículos elétricos leves e da sua cadeia de valor. O estudo mostrou também, um panorama do mercado atual no Brasil e no exterior, analisando a sua história, os conceitos, os tipos de veículos e os aspectos regulatórios, para entregar ao cliente uma visão clara e completa sobre os fatores que possibilitarão o desenvolvimento do mercado brasileiro de veículos elétricos.

3.3 Metassíntese

Para análise das palavras-chave do estudo utilizou-se o VOSviewer. É importante essa análise para contribuir com a compreensão sobre os agrupamentos temáticos e auxiliar a elaborar o conteúdo, de acordo com o cluster temático. Sobre as relações das palavras-chave foram identificadas 9 palavras com as palavras de maior frequência sendo *electric vehicles, technological innovation syste, sustainability, innovation, policy, Sustainability transitions, electric Mobility, unified theory of acceptance*. A figura 6 mostra a co-ocorrência de palavras-chave com 9 palavras-chave citadas, 3 clusters e 13 links. O número de conexões foi de 2. É possível observar que as palavras tem relação com a temática em três áreas principais, veículos elétricos, sistema de inovação tecnológica e sustentabilidade com as demais palavras se adequando à rede.

Figura 6: Co-ocorrência de palavras-chave



Fonte: Extraído do VOSviewer, com 9 palavras-chave citadas, 3 clusters e 13 links. O número de conexões foi de 2

4. Discussão

A revisão sistemática seguiu as diretrizes PRISMA e aplicou a estrutura da *Joanna Briggs Institute Critical Appraisal Checklist for Studies Reporting Prevalence Data*. A metassíntese é conforme as diretrizes do SYSMAP e informou a abordagem analítica. Neste sentido, foram considerados os 32 artigos com potencial relevante e que os estudos incluídos nesta revisão sistemática mostraram que existem diversos fatores do sistema nacional de inovação trabalhando para a expansão do setor de mobilidade elétrica no país. Entre tais fatores podemos citar veículos elétricos ou carros elétricos ou mobilidade elétrica, os desafios e/ou barreiras para seu crescimento, assim como as políticas e padrões de governanças que contribuem para a expansão da frota.

Foram identificados assuntos relacionados aos veículos elétricos como, sistemas de inovação tecnológicas, ambientes e transições sociotécnicas além de perspectivas multinível. Além dos sistemas de inovação para as frotas de veículos elétricos e todas suas ramificações.

No entanto, apesar da importância dos conceitos expostos, a literatura carece de revisões que investiguem todos os conceitos de sistema nacional de inovação relacionados aos veículos elétricos. Assim, os resultados objetivaram mapear os artigos que abordam as diversas temáticas que fazem parte do contexto geral do sistema nacional de inovação.

5. Conclusão

Tendo como pergunta de pesquisa: “Como está o sistema nacional de inovação de veículos elétricos do Brasil?”, todos os artigos estudados nesta revisão sistemática demonstraram que o sistema nacional de inovação é parte essencial para a melhoria e expansão das frotas elétricas no Brasil, e os números mais recentes comprovam o avanço do setor no país. As medidas governamentais, suas políticas, incentivos para o setor, e todos os processos de transição, vistos nos artigos da pesquisa, mostraram como o sistema nacional de inovação está se comportando e se adaptando ao cenário atual da mobilidade elétrica.

E, apesar da importância dos conceitos expostos, a literatura carece de revisões que investiguem todos os conceitos de sistema nacional de inovação relacionados aos veículos elétricos.

No futuro, analisar como a atuação desses sistemas nacionais de inovação influenciam no mercado através da ótica do consumidor será primordial para saber o parâmetro real que o país se encontra e, deve ser conduzido em estrita conformidade com os requisitos metodológicos para que os dados coletados sejam relevantes e mais abrangentes para melhorar a qualidade da pesquisa e obter resultados eficazes.

Referências

ABVE. **Eletrificados batem todas as previsões em 2021**. Disponível em: <<https://www.abve.org.br/eletrificados-batem-todas-as-previsoes-em-2021/>>. Acesso em: 1

out. 2022.

ARAÚJO, Wánderon Cássio Oliveira. Recuperação da informação em saúde: construção, modelos e estratégias. 2020.

BERGEK, Anna et al. Technological innovation systems in contexts: Conceptualizing contextual structures and interaction dynamics. **Environmental innovation and societal transitions**, v. 16, p. 51-64, 2015.

CAMPELO, Daniel Ramalho. Condições para o desenvolvimento do mercado de veículos elétricos no Brasil. 2019.

CAO, Jidi et al. Electric vehicle industry sustainable development with a stakeholder engagement system. **Technology in Society**, v. 67, p. 101771, 2021.

COSTA, Evaldo et al. The electric vehicle and renewable energy: Changes in boundary conditions that enhance business model innovations. **Journal of cleaner production**, v. 333, p. 130034, 2022.

DE CARVALHO, A.; SILVA, V.; GRANDE, A. J. Avaliação do risco de viés de ensaios clínicos randomizados pela ferramenta da colaboração Cochrane. **Diagn Tratamento**, v. 18, n. 1, p. 38-44, 2013.

ENRIETTI, Aldo; PATRUCCO, Pier Paolo. Systemic innovation and organizational change in the car industry: electric vehicle innovation platforms. **Systemic Innovation and Organizational Change in the Car Industry: Electric Vehicle Innovation Platforms**, p. 85-106, 2011.

GALVÃO, Taís Freire; PANSANI, Thais de Souza Andrade; HARRAD, David. Principais itens para relatar Revisões sistemáticas e Meta-análises: A recomendação PRISMA. **Epidemiologia e serviços de saúde**, v. 24, p. 335-342, 2015.

GAO, Xiaolin et al. The effect of the problem based learning teaching model combined with mind mapping on nursing teaching: A meta-analysis. **Nurse Education Today**, v. 111, p. 105306, 2022.

HULLEY, Stephen B. et al. **Delineando a pesquisa clínica-4**. Artmed Editora, 2015.

JENN, Alan; SPRINGEL, Katalin; GOPAL, Anand R. Effectiveness of electric vehicle incentives in the United States. **Energy policy**, v. 119, p. 349-356, 2018.

LUNA, TIAGO FERRARI et al. Barreiras para transição de carros elétricos: uma análise do cenário brasileiro. 2019.

MARCUZZO, Rafael; VAZ, Caroline Rodrigues; MALDONADO, Mauricio Uriona. Revisão de literatura e sugestões de áreas de pesquisa em transições envolvendo energia solar fotovoltaica e veículos elétricos. 2019.

MARKARD, Jochen; HEKKERT, Marko; JACOBSSON, Staffan. The technological innovation systems framework: Response to six criticisms. **Environmental Innovation and Societal Transitions**, v. 16, p. 76-86, 2015.

MARKARD, Jochen. The life cycle of technological innovation systems. **Technological forecasting and social change**, v. 153, p. 119407, 2020.

MCTI. **Estratégia Nacional de Ciência Tecnologia e Inovação 2016 – 2022**. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/images/afinep/Politica/16_03_2018_Estrategia_Nacional_de_Ciencia_Tecnologia_e_Inovacao_2016_2022.pdf>. Acesso em: 21 out. 2022.

MEELEN, Toon; TRUFFER, Bernhard; SCHWANEN, Tim. Virtual user communities contributing to upscaling innovations in transitions: The case of electric vehicles. **Environmental Innovation and Societal Transitions**, v. 31, p. 96-109, 2019.

PUCCI, Paola. Spatial dimensions of electric mobility—Scenarios for efficient and fair diffusion of electric vehicles in the Milan Urban Region. **Cities**, v. 110, p. 103069, 2021.

ROUMBOUTSOS, Athena; KAPROS, Seraphim; VANELSLANDER, Thierry. Green city logistics: Systems of Innovation to assess the potential of E-vehicles. **Research in Transportation Business & Management**, v. 11, p. 43-52, 2014.

JAJJA, Muhammad Shakeel Sadiq et al. Manufacturing value chain for battery electric vehicles in Pakistan: An assessment of capabilities and transition pathways. **Journal of Cleaner Production**, v. 328, p. 129512, 2021.

SOVACOOOL, Benjamin K. Experts, theories, and electric mobility transitions: Toward an integrated conceptual framework for the adoption of electric vehicles. **Energy Research & Social Science**, v. 27, p. 78-95, 2017.

SOVACOOOL, Benjamin K. et al. Transformative versus conservative automotive innovation styles: Contrasting the electric vehicle manufacturing strategies for the BMW i3 and Fiat 500e. **Environmental innovation and societal transitions**, v. 33, p. 45-60, 2019.

STYCZYNSKI, Annika Bose; HUGHES, Llewelyn. Public policy strategies for next-generation vehicle technologies: An overview of leading markets. **Environmental Innovation and Societal Transitions**, v. 31, p. 262-272, 2019.

VAZ, Caroline Rodrigues; URIONA MALDONADO, Mauricio. Revisão de literatura estruturada: proposta do modelo SYSMAP (Scientometric and Systematic Yielding Mapping Process). **Aplicações de Bibliometria e Análise de Conteúdo em casos da Engenharia de Produção**, v. 1, p. 21-42, 2017.

VOLAN, Tainara et al. Estudo prospectivo do sistema tecnológico de inovação de baterias em fim de vida de veículos elétricos no Reino Unido. 2021.

VOLAN, Tainara; VAZ, Caroline R.; MALDONADO, Mauricio Uriona. Panorama do estado atual da difusão de veículos elétricos no Brasil. **XXII Simpósio de Administração de Produção, Logística e Operações Internacionais**, 2019.

WESSELING, J. H.; FABER, J.; HEKKERT, M. P. How competitive forces sustain electric vehicle development. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 81, p. 154-164, 2014.

WESSELING, Joeri H. Explaining variance in national electric vehicle policies. **Environmental Innovation and Societal Transitions**, v. 21, p. 28-38, 2016.