



Marisa Alexandra Almeida Pinto Figueiredo

**Impacto da Tecnologia na Performance da Indústria Automóvel:  
Revisão de Literatura Sistemática**

Coimbra, maio de 2024





Marisa Alexandra Almeida Pinto Figueiredo

**Impacto da Tecnologia na Performance da  
Indústria Automóvel:  
Revisão de Literatura Sistemática**

Dissertação submetida ao Instituto Superior de Contabilidade e Administração de Coimbra para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Análise Financeira, realizada sob a orientação da Professora Doutora Beatriz Lopes Cancela.

Coimbra, maio de 2024



## **TERMO DE RESPONSABILIDADE**

Declaro ser a autora desta dissertação, que constitui um trabalho original e inédito, que nunca foi submetido a outra Instituição de ensino superior para obtenção de um grau académico ou outra habilitação. Atesto ainda que todas as citações estão devidamente identificadas e que tenho consciência de que o plágio constitui uma grave falta de ética, que poderá resultar na anulação da presente dissertação.

## PENSAMENTO

*“A inovação é o que distingue um líder de um seguidor.”*

Steve Jobs

## DEDICATÓRIA

À minha mãe, que sempre me incentivou e acreditou em mim.

À memória da minha avó, que estará sempre viva no meu coração.

Ao Miguel, o meu companheiro de todas as horas.

## **AGRADECIMENTOS**

Este trabalho não teria sido possível sem o apoio, suporte e a inspiração de várias pessoas.

À minha orientadora Professora Dra. Beatriz Lopes Cancela pelo seu incansável acompanhamento ao longo deste percurso. Tornou o impossível em realidade.

À Professora Dra. Maria Elisabete Neves, que me inspirou enquanto professora, mentora e ser humano. Foi a impulsionadora para ter continuado os meus estudos após a licenciatura.

À minha mãe, que é o meu pilar e o meu modelo. Que sempre ouviu os meus sonhos e desde sempre vê em mim todo o potencial e me incentiva sempre a ir mais além.

E ao meu namorado Miguel, por me ter inspirado e acreditado em mim, mesmo antes de eu própria o fazer. Pelo altruísmo imenso, pelo amor e pelo apoio, motivação e alento. A ti agradeço chegar aqui.

Gratidão a todos por me fazerem ser quem sou hoje.

## RESUMO

As tecnologias digitais estão a transformar a indústria automóvel e a agitar os modelos de negócio tradicionais. Utilizada adequadamente, a tecnologia pode ser uma fonte poderosa na performance e na competitividade para as empresas. A pesquisa sobre o impacto da tecnologia na performance da indústria automóvel tem crescido exponencialmente nos últimos anos, devido a pressões externas e também porque é vista como uma oportunidade de negócio. O objetivo deste estudo é mapear a literatura sobre "tecnologia e performance na indústria automóvel", interpretar a evolução deste tópico ao longo dos anos, identificar futuras oportunidades para enriquecer o tema e destacar os campos de estudo mais relevantes.

Na presente dissertação realizou-se uma análise bibliométrica e uma revisão de literatura sistemática de 2.741 artigos, obtidos nas bases de dados *Web of Science* (WoS) e *Scopus* (1958-2023), utilizando os *softwares*, *VOSviewer* e *RStudio* (*Biblioshiny*). Os três estudos realizados convergem no mesmo sentido, sendo as tendências de publicações relacionadas com a indústria automóvel, a performance, a tecnologia, a inovação, a sustentabilidade e a gestão. Pretendendo-se, assim, fornecer diferentes resultados e perspetivas, ajudando académicos, *stakeholders* e sociedade a compreender a literatura passada e a indicar possíveis direções futuras de investigação sobre este tema.

A principal contribuição é a identificação das principais tendências nesta área de pesquisa e as respetivas lacunas que oferecem oportunidades importantes para futuras investigações. Os resultados podem ajudar as empresas a encontrar melhores formas de reconhecer e implementar a tecnologia, por forma a desenvolver a sua performance, inspirando outras a que se tornem mais tecnológicas.

Palavras-chave: Indústria Automóvel; Tecnologia; Performance; Inovação

## **ABSTRACT**

Digital technologies are transforming the automotive industry and shaking up traditional business models. When used appropriately, technology can be a powerful source of performance and competitiveness for companies. Research on the impact of technology on the performance of the automotive industry has grown exponentially in recent years, due to external pressures and because it is seen as a business opportunity. The objective of this study is to map the literature on "technology and performance in the automotive industry," interpret the evolution of this topic over the years, identify future opportunities to enrich the theme and highlight the most relevant fields of study.

In this dissertation, a bibliometric analysis, and a systematic literature review of 2,741 articles were conducted, obtained from the Web of Science (WoS) and Scopus databases (1958-2023), using the software tools VOSviewer and RStudio (Biblioshiny). The three studies conducted converge in the same direction, with publication trends related to the automotive industry, performance, technology, innovation, sustainability, and management. The aim is to provide different results and perspectives, helping academics, stakeholders, and society to understand past literature and indicate possible future research directions on this topic.

The main contribution is the identification of key trends in this research area and the respective gaps that offer significant opportunities for future investigations. The results can help companies find better ways to recognize and implement technology to enhance their performance, inspiring others to become more technologically driven.

**Keywords:** Automotive Industry; Technology; Performance; Innovation

## ÍNDICE GERAL

INTRODUÇÃO.....	1
1 REVISÃO DE LITERTURA .....	4
1.1 Evolução da Tecnologia na Indústria Automóvel .....	4
1.1.1 A Primeira Revolução Industrial .....	5
1.1.2 A Segunda Revolução Industrial .....	5
1.1.3 A Terceira Revolução Industrial.....	5
1.1.4 A Quarta Revolução Industrial .....	6
1.2 Transformação Digital .....	8
2 METODOLOGIA.....	14
2.1 Análise Bibliométrica .....	14
2.1.1 Recolha de Dados .....	19
2.1.2 Análise e Visualização de Dados.....	27
2.2 Revisão de Literatura Sistemática .....	30
2.3 Futuras Investigações .....	32
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	33
3.1 Análise Bibliométrica.....	33
3.1.1 WoS .....	34
3.1.2 Scopus.....	45
3.1.3 Wos e Scopus unificadas – Resultados do R.....	56
3.2 Revisão de Literatura Sistemática .....	67
3.3 Futuras Investigações .....	70
CONCLUSÃO.....	72
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	75

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Evolução Histórica das Revoluções Industriais .....	8
<b>Figura 2</b> Mas o que é a Indústria 4.0? .....	9
<b>Figura 3</b> Principais pilares da Indústria 4.0 .....	11
<b>Figura 4</b> Internet das Coisas (IoT) e Internet dos Serviços (IoS) - a conexão entre pessoas, objetos e sistemas .....	13
<b>Figura 5</b> Fluxo de trabalho de mapeamento científico com métodos bibliométricos.....	18
<b>Figura 6</b> Fluxograma PRISMA 2020 - <i>Web of Science</i> .....	23
<b>Figura 7</b> Fluxograma PRISMA 2020 - <i>Scopus</i> .....	25
<b>Figura 8</b> Fluxograma PRISMA 2020 - <i>Web of Science</i> e <i>Scopus</i> .....	26
<b>Figura 9</b> Distribuição exclusiva e sobreposição - origem dos artigos científicos .....	27
<b>Figura 10</b> Número de artigos e de citações por ano .....	35
<b>Figura 11</b> Número de publicações por Revista Científica.....	36
<b>Figura 12</b> Número de publicações por Organização .....	37
<b>Figura 13</b> Número de publicações por Autor .....	39
<b>Figura 14</b> <i>Network Visualization</i> .....	41
<b>Figura 15</b> <i>Overlay Visualization</i> .....	42
<b>Figura 16</b> <i>Item Density Visualization</i> .....	43
<b>Figura 17</b> <i>Cluster Density Visualization</i> .....	44
<b>Figura 18</b> Número de artigos e de citações por ano .....	45
<b>Figura 19</b> Número de publicações por Revista Científica.....	46
<b>Figura 20</b> Número de publicações por Organização .....	47
<b>Figura 21</b> Número de publicações por Autor .....	49
<b>Figura 22</b> <i>Network Visualization</i> .....	52
<b>Figura 23</b> <i>Overlay Visualization</i> .....	53

<b>Figura 24</b> <i>Item Density Visualization</i> .....	54
<b>Figura 25</b> <i>Cluster Density Visualization</i> .....	55
<b>Figura 26</b> Número de artigos por ano.....	57
<b>Figura 27</b> Número de citações por ano.....	57
<b>Figura 28</b> Produção Científica Mundial .....	58
<b>Figura 29</b> Produtividade Científica dos Países ao longo do tempo .....	59
<b>Figura 30</b> Colaboração entre Países .....	59
<b>Figura 31</b> Número de citações por País.....	60
<b>Figura 32</b> Número de publicações por Revista Científica.....	61
<b>Figura 33</b> Produtividade Científica das Revistas Científicas ao longo do tempo .....	61
<b>Figura 34</b> Impacto das Revistas Científicas, por H-Index.....	62
<b>Figura 35</b> Número de publicações por Organização .....	62
<b>Figura 36</b> Produtividade Científica das Organizações ao longo do tempo .....	63
<b>Figura 37</b> Produtividade Científica dos Autores ao longo do tempo .....	63
<b>Figura 38</b> Termos mais frequentes ao longo do tempo .....	65
<b>Figura 39</b> Nuvem das palavras mais relevantes .....	66

## ÍNDICE DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> Resumo da Produtividade das Revistas Científica (1990-2023) .....	36
<b>Tabela 2</b> Distribuição da produção científica por país de origem das Organização.....	38
<b>Tabela 3</b> Produtividade Científica das Organizações .....	38
<b>Tabela 4</b> Designação dos <i>Clusters</i> .....	40
<b>Tabela 5</b> 10 Itens mais frequentes, baseado no número de ocorrências .....	41
<b>Tabela 6</b> Resumo da Produtividade das Revistas Científica (1958-2023) .....	47
<b>Tabela 7</b> Produtividade Científica das Organizações .....	48
<b>Tabela 8</b> Distribuição da produção científica por país de origem das Organizações .....	48
<b>Tabela 9</b> Designação dos <i>Clusters</i> .....	50
<b>Tabela 10</b> 10 Itens mais frequentes, baseado no número de ocorrências .....	51
<b>Tabela 11</b> Número de publicações por País.....	58
<b>Tabela 12</b> Lista dos autores mais citados .....	64
<b>Tabela 13</b> Frequência dos termos mais relevantes .....	65
<b>Tabela 14</b> 20 artigos mais citados (2019-2023).....	71

## **Lista de abreviaturas, acrónimos e siglas**

<b>ADAS</b>	<i>Advanced driver assistance systems</i>
<b>BI</b>	<i>Business intelligence</i>
<b>CPS</b>	<i>Cyber-Physical Systems</i>
<b>I&amp;D</b>	<i>Investigation and development</i>
<b>IA</b>	Inteligência artificial
<b>IoS</b>	<i>Internet of Services</i>
<b>IoT</b>	<i>Internet of Things</i>
<b>ISI</b>	<i>Institute of Scientific Information</i>
<b>IT</b>	<i>Information technology</i>
<b>OEM</b>	<i>Original Equipment Manufacture</i>
<b>RLS</b>	Revisão de Literatura Sistemática
<b>PME's</b>	Pequenas e Médias Empresas
<b>PRISMA</b>	<i>Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses</i>
<b>VOS</b>	<i>Visualization of similarities</i>
<b>WoS</b>	<i>Web of Science</i>

## **INTRODUÇÃO**

A tecnologia tem sido uma força transformadora em diversos setores, e a indústria automobilística não é exceção. Nos últimos anos, avanços significativos têm revolucionado não apenas a maneira como os veículos são fabricados, mas também como são conduzidos, mantidos e integrados à sociedade como um todo (Becattini, 2003; Carvalho, 2008; Sakurai & Zuchi, 2018). Uma das principais impulsionadoras dessa mudança é a rápida evolução da tecnologia digital (Llopis-Albert et al., 2021), que tem dado origem a uma série de inovações disruptivas, como veículos autónomos (Du et al., 2022; Kenesei et al., 2022; Stasinopoulos et al., 2021), conectados (Yamani et al., 2023) e elétricos (Cusenza et al., 2019; García et al., 2023; Shi et al., 2022). Estes não só alteram a forma como os carros são projetados e operados, mas também têm o potencial de redefinir completamente o paradigma da mobilidade urbana e rural (Nieuwenhuis & Wells, 2003). Além disso, a digitalização e a Internet das Coisas (IoT) têm desempenhando um papel crucial na transformação da indústria automóvel (Kamble et al., 2020; Santos et al., 2018), permitindo a criação de veículos inteligentes e conectados (H. Xu, 2022), capazes de se comunicar entre si e com a infraestrutura rodoviária (Cole, 2021). Isso não apenas melhora a segurança e a eficiência dos transportes, mas também potencia a criação de novos modelos de negócios e serviços de mobilidade. Outro aspeto importante é o impacto da tecnologia no *supply chain* e no fabrico de automóveis (Demir et al., 2023; Rehman, Usman, et al., 2023; Sikandar et al., 2024; X. Xu et al., 2022). A automação e a robótica são, cada vez mais, adotadas nas linhas de montagem, aumentando a eficiência, reduzindo custos e permitindo a produção de veículos mais personalizados e sob medida para atender às necessidades dos consumidores (Coelho, 2016; McKinsey&Company, 2016). No entanto, apesar de todos os avanços, a tecnologia também apresenta desafios e preocupações, como questões de segurança cibernética (Aliebrahimi & Miller, 2023), privacidade de dados e impactos socioeconómicos (Azambuja, 2020; Hurel & Lobato, 2018), que precisam ser cuidadosamente abordados para garantir uma transição suave e bem-sucedida para a próxima era da indústria automóvel. Em suma, a tecnologia está a moldar o futuro da indústria automóvel de formas emocionantes e imprevisíveis, e compreender o seu impacto é essencial para todas as partes interessadas neste setor em constante evolução.

Dado o desenvolvimento desta indústria e conseqüentemente alteração da sua performance, são vastos os estudos realizados (Bigliardi et al., 2020; Brown et al., 2021;

McAlinden et al., 2000). Apesar do desenvolvimento de investigação nesta área temática, mais estudos são necessários, uma vez que permanecem dúvidas entre gestores, funcionários, potenciais investidores, investigadores e sociedade no geral (Nichols, 2022; Valente, 1999). Para colmatar as falhas da literatura, este estudo pretende encontrar um ou mais tópicos com lacunas na literatura, através da análise dos mapas bibliométricos e revisão de literatura sistemática, para que, deste modo, se encontrarem potencialidades para a realização de investigação futura. Ao abordar estes objetivos, serão abordadas as seguintes questões de investigação:

Q1: Quem são os contribuidores mais notáveis e influentes (por exemplo, revistas, artigos, autores, instituições, países) no campo da gestão de empresas, que combinam tecnologia e performance na indústria automóvel?

Q2: Quais são os diferentes *clusters* de pesquisa (ou conhecimento) que surgiram na área?

Q3: Quais são as principais oportunidades de investigação nesta área?

As revisões da literatura têm, cada vez mais, um papel fundamental em sintetizar os resultados de pesquisas anteriores, de modo a utilizar efetivamente a base de conhecimento existente, avançar uma linha de pesquisa e fornecer *insights*, baseados em evidências, sobre a prática de exercer e sustentar o julgamento e a experiência profissionais (Rousseau, 2012). Os estudos bibliométricos têm o potencial de introduzir um processo de revisão sistemático, transparente e reproduzível baseado na medição estatística da ciência, dos cientistas ou da atividade científica (Broadus, 1987; Diodato, 1994; Pritchard, 1969), desempenhando um papel crucial na compreensão da interseção entre a indústria automóvel e a tecnologia, fornecendo *insights* valiosos sobre as tendências, padrões e lacunas na produção científica nesse campo. De facto, este estudo poderá potenciar a identificação de tendências, mapeamento do conhecimento, identificação de colaborações e redes, avaliação do impacto da investigação e por fim, apoio à tomada de decisão, uma vez que os *insights* obtidos através da análise bibliométrica podem ajudar os tomadores de decisão na indústria automóvel a tomar decisões informadas sobre investimentos em pesquisa e desenvolvimento, parcerias estratégicas e desenvolvimento de produtos, tendo por base o desenvolvimento tecnológico (Fontoura & Coelho, 2020; Zupic & Čater, 2015).

A presente dissertação está dividida em cinco secções. A primeira corresponde à presente introdução. A segunda secção apresenta uma breve revisão de literatura histórica sobre o

tema. A terceira secção descreve a metodologia de investigação. Na quarta secção são descritos os resultados obtidos com a análise bibliométrica, revisão de literatura sistemática e futuras investigações. Finaliza-se, na quinta secção, apresentando as principais conclusões deste estudo, bem como limitações e potencialidades para estudos futuros.

## **1 REVISÃO DE LITERTURA**

### **1.1 Evolução da Tecnologia na Indústria Automóvel**

Peter Drucker (1946), para muitos, o "pai" da gestão moderna, considerou a indústria automóvel como a maior atividade industrial a nível mundial, denominando-a como a "indústria das indústrias", devido ao papel que esta, ao longo deste último século, tem desempenhado na economia dos países mais industrializados, relativamente a investimentos, emprego, modos de produção e impacto da balança de pagamentos (Valente, 1999).

Ao longo dos tempos, as marcas de automóveis procuraram forma de responder às necessidades dos consumidores, de forma mais eficaz do que o padrão de desenvolvimento em cada época. Assim, esta indústria já teve inúmeros contextos de desenvolvimento específicos que devem ser esmiuçados no presente capítulo.

A indústria está em transformação a uma velocidade nunca vista, impulsionada pelo desenvolvimento e utilização de tecnologias facilitadoras, cada vez mais evoluídas e ágeis (Coelho, 2016). Por sua vez, a indústria automóvel, é uma das indústrias mundiais que incorpora mais investigação e desenvolvimento (I&D) nos seus produtos, processos industriais e modelos de gestão (Souto, 2021).

No último século, a indústria automóvel desempenhou um papel de extrema importância nas economias dos países mais desenvolvidos, devido à sua capacidade de regeneração a nível tecnológico e organizacional. Atualmente, o mercado é dominado pelos grandes construtores americanos, europeus e japoneses. Numa economia global em convergência, apesar da competitividade/custo ser muito relevante, esta está a ser superada por fatores de natureza qualitativa, destacando-se a inovação tecnológica, entendida como a aplicação de novos conhecimentos tecnológicos, que resultam em novos ou melhorados produtos, processos ou serviços (Valente, 1999).

Ao longo da história ocorreram revoluções quando novas tecnologias e novas formas de perceber o mundo desencadearam uma mudança profunda nos sistemas económicos e nas estruturas sociais (Schwab, 2016). Assim, devem ser destacados diversos marcos históricos relevantes para esta indústria.

### **1.1.1 A Primeira Revolução Industrial**

A primeira revolução industrial foi um marco na história da humanidade, fundamental para todo o desenvolvimento alcançado aos dias de hoje. Começou na Inglaterra, desde a segunda metade do século XVIII até cerca do meio do século XIX (1760-1840), tendo sido desencadeada pela construção de ligações ferroviárias e pela invenção da máquina a vapor, dando início à produção mecânica, anteriormente artesanal. Deu-se, então, a substituição progressiva dos métodos artesanais por máquinas e ferramentas, pela exploração do carvão como energia alternativa à madeira e outros combustíveis, e pelo uso crescente da energia do vapor. As alterações dos processos produtivos geraram grande impacto a nível económico e social, culminando no atual desenvolvimento acelerado (Coelho, 2016; Schwab, 2016).

### **1.1.2 A Segunda Revolução Industrial**

A segunda revolução industrial, que começou no final do século XIX até meados do século XX, caracterizou-se pelo advento da energia elétrica, facilitando as linhas de produção e a produção em massa (Schwab, 2016).

Em inícios do século XX (1908), Henry Ford fez história, tornando-se um pioneiro económico, com a produção em série do seu Ford-T. Ancorado na adoção de práticas e ferramentas inovadoras, concebeu um produto robusto, fácil de conduzir e de reparar, *standard*, suscetível de ser produzido em grande escala e a custo acessível (Valente, 1999). Assim ficou marcada a viragem definitiva e assinalada a vitória da produção em série sobre a produção artesanal.

Após a II Guerra Mundial, nos anos 50, ocorreu na Europa outra grande transformação, que resultou da aplicação das técnicas de produção em massa (Valente, 1999).

“A invenção e inovação andaram de mãos dadas nesta que foi a segunda revolução industrial” (Coelho, 2016, p. 14).

### **1.1.3 A Terceira Revolução Industrial**

A terceira revolução industrial ocorreu na segunda metade do século XX, começando, mais concretamente, no início da década de 1960. Geralmente é denominada de revolução do computador ou digital, uma vez que foi desencadeada pela proliferação e uso dos semicondutores, dos computadores *mainframe* (década de 1960), da automação e robotização em linhas de produção, com informação armazenada e processada de forma

digital, do computador pessoal (décadas de 1970 e 80), das comunicações, dos telefones móveis e da Internet (década de 1990) (Coelho, 2016; Schwab, 2016). Caracterizou-se também pela implementação de componentes eletrónicos e tecnologia que permitiram a automação dos processos produtivos (Deloitte, 2015; McKinsey&Company, 2016).

Em inícios de 1970, o despertar do Japão como grande produtor e concorrente internacional, veio alterar o mercado global dos automóveis, até então liderados pelos EUA e pela Europa, tendo como principais características a sua relativa compartimentação e estabilidade. Assim, o Japão passou a figurar na tríade de competitividade do mercado automóvel. Confrontado com as dificuldades em competir no mercado internacional, devido à superioridade de tecnologia de produção americana e à excelência da tecnologia de produto europeu, o caminho escolhido pelos construtores japoneses foi o da inovação no domínio da organização da produção (Valente, 1999).

A supremacia deste tipo de organização deveu-se a: elevada eficiência produtiva, procura constante por melhoria de produtos e processos e menor burocracia e rapidez de decisão, devido à sua estrutura institucional de organização horizontal. As vantagens competitivas dos japoneses saíram reforçadas com a crise petrolífera dos anos 70, devido ao baixo consumo e à qualidade dos seus automóveis, razão pela qual, no início dos anos 80, a indústria automóvel japonesa dominava o comércio mundial (Valente, 1999).

#### **1.1.4A Quarta Revolução Industrial**

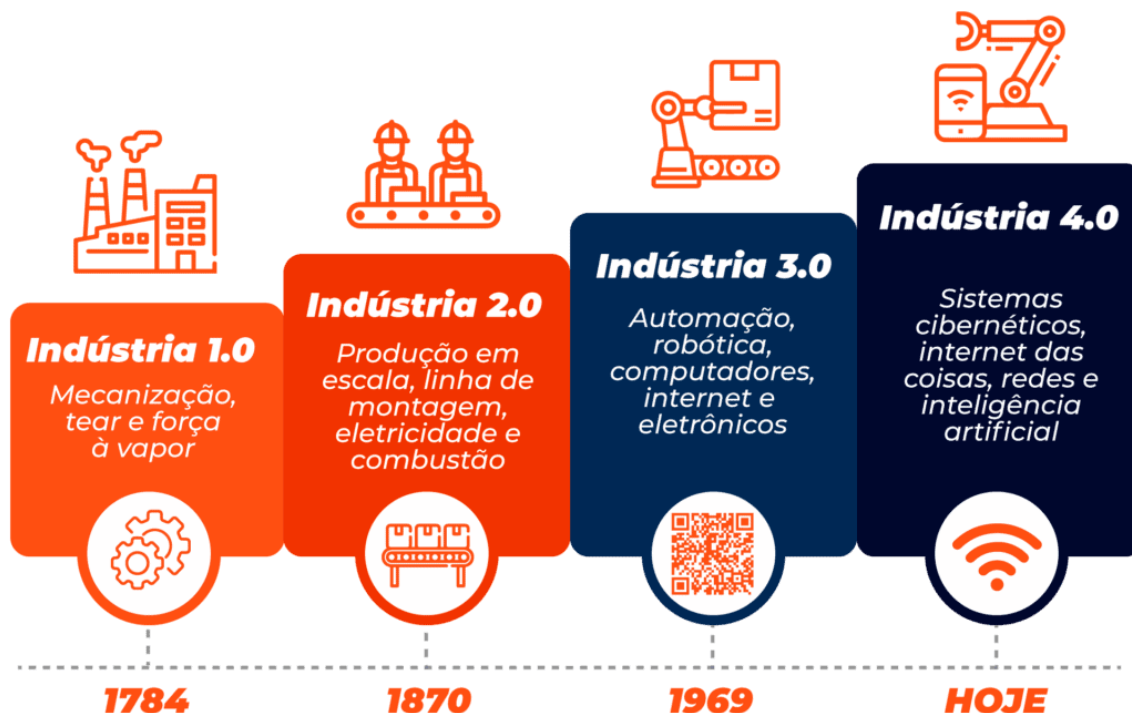
No início do século XXI deu-se o início da quarta revolução industrial, caracterizada por uma profunda alteração na indústria, sustentada no desenvolvimento da internet, sensores inteligentes, com preços cada vez mais acessíveis, *software* e *hardware* cada vez mais sofisticados e compactos e a capacidade das máquinas colaborarem entre si, aprenderem (*Machine Learning*) e tomarem decisões (Coelho, 2016; Schwab, 2016). Iniciou-se, assim, uma transformação na indústria, cujo impacto na competitividade, na sociedade e na economia é de tal forma que está a transformar o mundo tal como o conhecemos (Coelho, 2016). Esta transformação foi apelidada pelos professores Erik Brynjolfsson e Andrew McAfee, do instituto de tecnologia de Massachusetts, como segunda idade da máquina e, em 2011, na Feira Industrial de Hannover (*Hannover Messe 2011*), na Alemanha, ficou conhecida como Indústria 4.0, tratando-se de uma iniciativa do Governo Alemão de reposicionar a Indústria Alemã na economia global (Coelho, 2016).

Esta revolução não envolveu apenas máquinas e sistemas inteligentes ligados entre si, tendo um alcance mais abrangente. Avanços significativos ocorrem também em áreas como a genética, a saúde, a nanotecnologia, as energias renováveis e a computação quântica, sendo a fusão destas tecnologias e a sua interação através dos domínios físicos, digitais e biológicos, o que diferenciou a quarta revolução industrial das revoluções anteriores. Nesta, as tecnologias emergentes e a inovação abrangente, difundem-se muito mais rapidamente e de forma mais global do que nas revoluções anteriores, no entanto este processo evolutivo ainda não chegou a todas as partes do mundo. A segunda revolução industrial ainda não foi plenamente vivida por 17% da população mundial, ainda sem acesso a eletricidade. Bem como, a terceira revolução industrial ainda não chegou a cerca de metade da população mundial sem acesso a Internet rápida e fiável, sendo que, a maioria estas pessoas vivem em países em desenvolvimento, (Schwab, 2016).

Segundo Schwab (2016), as quatro principais alterações esperadas na indústria em geral, resultantes da quarta revolução industrial são:

- 1) Alterações nas expectativas dos clientes;
- 2) Produtos mais inteligentes e mais produtivos;
- 3) Novas formas de colaboração e parcerias; e
- 4) A transformação do modelo operacional - físico - e a interação com o seu modelo digital - *cyber twin*.

Mais do que procurar produtos, cada vez mais o cliente procura experiências e personalização. Assim, tudo é considerado na altura da compra, desde a embalagem, à marca, o serviço de atendimento, o serviço pós-venda, o que os outros dizem sobre o produto, o que o produto diz sobre si mesmo, como são partilhadas as experiências por outros consumidores, o que se diz nas redes sociais, que informação está disponível para que se possa fazer uma escolha consciente, baseada em factos e não apenas em intuições (Coelho, 2016).



**Figura 1** Evolução Histórica das Revoluções Industriais

Fonte: Rodrigues (2022)

O grande desafio da Indústria 4.0 é recolher todos os dados considerados relevantes, processá-los e transformá-los em conhecimento. Esta atividade requer sistemas tecnologicamente evoluídos, providos de capacidade de processamento em tempo real e algoritmos sofisticados. Alcançar o conhecimento e a sabedoria abre horizontes para além do imaginário, sendo um grande motor do nosso mundo e do caminho para a indústria do futuro (Coelho, 2016).

## 1.2 Transformação Digital

Assiste-se a um momento de mudanças contínuas devido à irrupção das tecnologias digitais, que estão a provocar uma transformação na forma como o mercado e as empresas funcionam em geral.

As tecnologias digitais estão a transformar a indústria automóvel e a agitar os modelos de negócio tradicionais. Novas oportunidades de negócio relacionadas com a Indústria 4.0 estão a surgir, pelo que as empresas devem adaptar-se ao novo ambiente (Llopis-Albert et al., 2021).

Esta combinação de inovações e tecnologias digitais (avanços como robótica e inteligência artificial, sensores sofisticados, etc), têm a capacidade de revolucionar a produção industrial.



**Figura 2** Mas o que é a Indústria 4.0?

**Fontes:** IDE!A (2021)

Mundialmente, a indústria transformadora tradicional atravessa uma transformação digital, acelerada pelo crescimento exponencial da tecnologia (por exemplo, robôs inteligentes, drones autônomos, sensores, impressão 3D). O ritmo da mudança reflete a “lei de Moore” sobre a velocidade a que ocorrem as mudanças impulsionadas pela tecnologia da informação. As empresas e os seus processos industriais necessitam de se adaptar a esta rápida mudança para não serem deixados para trás pela evolução do seu setor e pelos seus concorrentes (Deloitte, 2015).

Estas tendências não devem ser comparadas simplesmente com um maior nível de automatização da produção, um processo que tem sido, desde a década de 1970, impulsionado pela evolução da eletrónica e da tecnologia da informação. A adoção generalizada, pela indústria transformadora em todo o mundo, da tecnologia de informação e comunicação, está agora a abrir caminho para abordagens disruptivas ao desenvolvimento, à produção e a toda a cadeia logística (Deloitte, 2015).

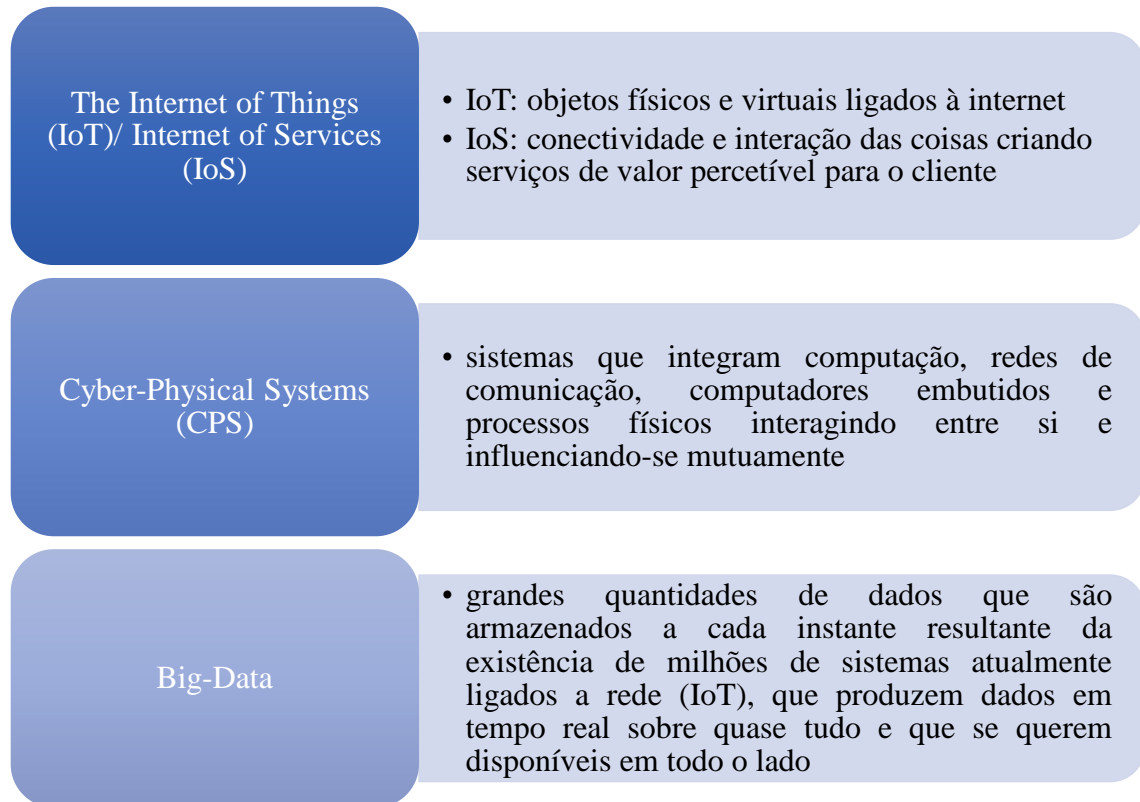
De acordo com a Deloitte (2015) e Lom et al. (2016), as principais características da Indústria 4.0 são:

1. A integração horizontal através de redes, a fim de facilitar a cooperação no que concerne à digitalização, integração e troca de dados entre toda a cadeia de valor, por meio de uma nova geração de redes globais de criação de valor, incluindo a integração de parceiros comerciais e clientes, e novos modelos empresariais e da cooperação entre países e continentes;
2. A integração vertical de subsistemas dentro da fábrica, a fim de criar sistemas de produção flexíveis e adaptáveis entre todos os níveis de produção dentro da empresa, como fábricas e produtos inteligentes, rede de logística, produção, marketing e serviços inteligentes, com uma forte operação de produção orientada para as necessidades, individualizadas e específicas do cliente;
3. Engenharia contínua ao longo de toda a cadeia de valor, abrangendo não apenas o processo de produção, mas também o produto final - ou seja, todo o ciclo de vida do produto, de modo a permitir a personalização do produto;
4. Aceleração através de tecnologias exponenciais, tendo estas um impacto como acelerador, que permite soluções individualizadas, flexibilidade e economia de custos nos processos industriais.

Adicionalmente, no trabalho desenvolvido, Lom et al. (2016) indicam os seis princípios que constituem a Indústria 4.0:

1. Interoperabilidade: a capacidade de conexão e comunicação entre os sistemas ciberfísicos (CPS), humanos e fábricas, através do IoT e IoS;
2. Virtualização: os CPS têm a capacidade de monitorar processos físicos;
3. Descentralização: a capacidade do CPS tomar decisões por conta própria, baseado nos pedidos e necessidades de produção em tempo real;
4. Capacidade de operar em tempo real: a recolha e análise de dados, de forma instantânea, permitindo tomadas de decisão em tempo real;
5. Orientação a serviços: os serviços de empresas, CPS e humanos estão disponíveis no IoS e podem ser utilizados por outros participantes, interna e externamente à empresa;

6. Modularidade: a adaptação flexível das fábricas da Indústria 4.0 às mudanças nos requisitos, substituindo ou expandindo módulos individuais, podendo os sistemas modulares ser facilmente ajustados em caso de flutuações sazonais ou alterações nas características do produto.



**Figura 3** Principais pilares da Indústria 4.0

**Fonte:** Elaboração própria

A Indústria 4.0 é uma conjugação de tecnologias digitais disruptivas com potencial para mudar o setor industrial de forma irreconhecível: impulsionadas pelo surpreendente aumento nos volumes de dados, poder computacional e conectividade; pelo surgimento de capacidades analíticas avançadas e de *business intelligence* (BI); por novas formas de interação homem-máquina, como interfaces táteis e sistemas de realidade aumentada; por melhorias na transferência de instruções digitais para o mundo físico, como na robótica avançada e na impressão 3D (McKinsey&Company, 2016).

A introdução de tecnologias da Indústria 4.0 nos processos produtivos, permite à indústria cumprir prazos de entrega mais curtos, o que torna o processo mais eficiente e

automatizado. Assim garantem o produto final com qualidade e valor acrescidos, tendo, em paralelo, custos de produção inferiores (Nichols, 2022). Além da diminuição de custos de produção, o desenvolvimento da tecnologia é acompanhado de outras vantagens, nomeadamente a diminuição de erros humanos cometidos, a maior otimização do tempo e das pessoas, a diminuição do tempo de produção e o aumento de rendimentos (Kagermann et al., 2013).

Com a evolução da Indústria 4.0 e das suas aplicações, os modelos de negócios tiveram de se adaptar para acompanhar o progresso. As empresas do setor industrial operam num ambiente extremamente competitivo, com variadíssimas inovações tecnológicas e em constante e rápida evolução, por isso, para garantir a sua sobrevivência, é imperativo que estas automatizem e otimizem os seus processos produtivos (Bigliardi et al., 2020).

Assim, a Indústria 4.0 proporciona ganhos em produtividade e eficiência de recursos, sendo necessário calcular os compromissos entre os recursos adicionais que terão de ser investidos em fábricas inteligentes e as potenciais poupanças geradas (Kagermann et al., 2013).

Esta revolução digital veio alterar a forma como trabalhamos e nos relacionamos com a tecnologia e com o meio em que vivemos.

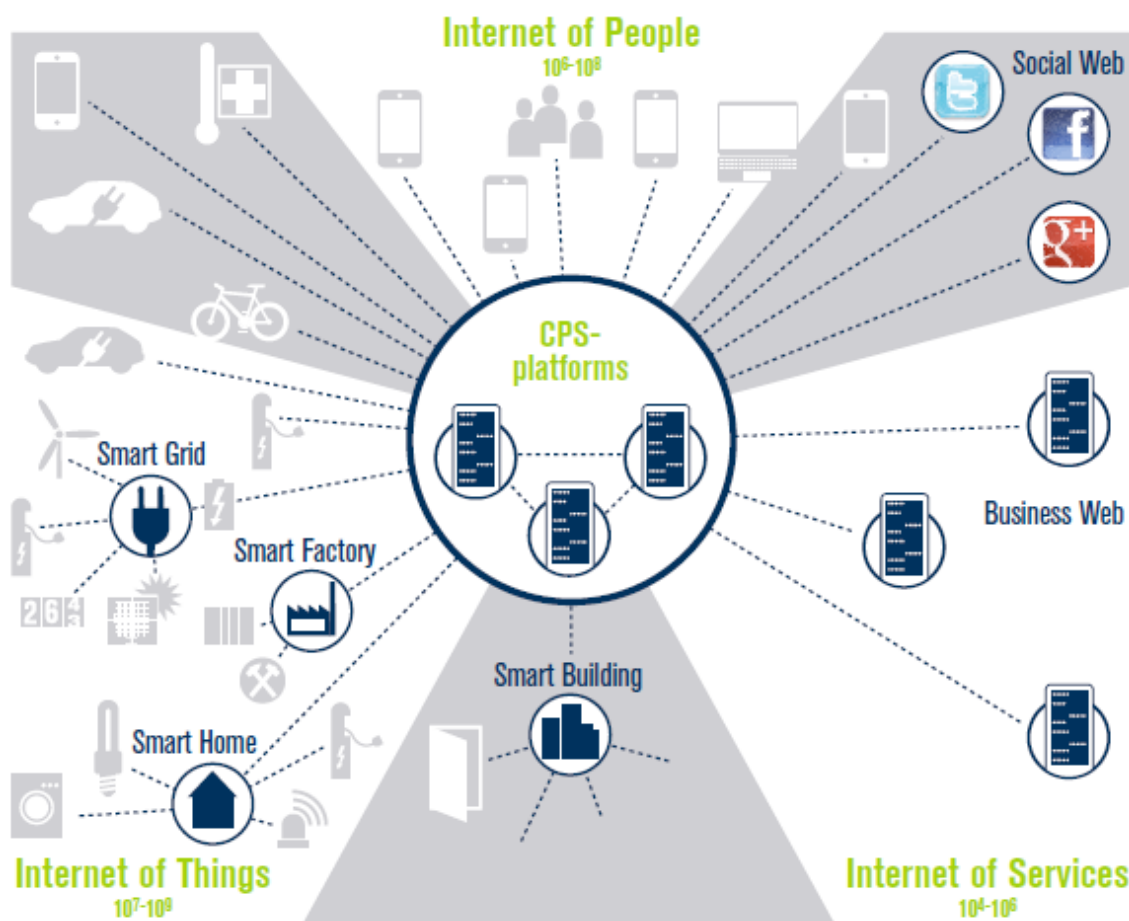
*“O automóvel pode ser descrito como uma plataforma hospedeira de tecnologias de ponta e a indústria [automóvel] como uma produtora destas tecnologias”* (McAlinden et al., 2000, p. 20).

Efetivamente, a indústria automóvel utiliza, ou desenvolve internamente, tecnologias de ponta e componentes de quatro áreas consideradas avançadas: computadores e telecomunicações; eletrónica; fabrico integrado por computadores e design de materiais (McAlinden et al., 2000).

A indústria automóvel direciona-se para um aumento de tecnologias de automação e de eletrificação, que prometem mais melhorias na segurança e melhores práticas ambientais. Prevê-se que a automação dos veículos irá alterar a necessidade de lugares de estacionamento, com o aumento do uso de frotas automatizadas de boleias partilhadas. Além disso, a eletrificação dos veículos possibilita melhorias na eficiência, resultando em mais reduções de poluentes atmosféricos.

Os sistemas de condução autónoma têm também o potencial de melhorar a segurança, a eficiência e a conveniência, reduzindo o tempo de viagem, diminuindo os custos de combustível e as emissões de CO<sub>2</sub> dos veículos.

Existem outros fatores que também afetaram a indústria automóvel mundial. Em 2017, a Deloitte identificou os temas que teriam maior impacto no futuro da indústria automóvel. Com base no grau mais elevado de impacto e no grau mais elevado de incerteza, foram identificados os seguintes temas: (1) conectividade dos automóveis; (2) inovação; (3) tecnologias leves; (4) condução autónoma; (5) modelos empresariais de mobilidade eletrónica; (6) corrida ao talento; (7) confiança nos *Original Equipment Manufacture* (OEM); (8) papel dos fornecedores; e (9) regulamentação ambiental (Deloitte, 2017).



**Figura 4** Internet das Coisas (IoT) e Internet dos Serviços (IoS) - a conexão entre pessoas, objetos e sistemas

**Fonte:** Bosch Software Innovations 2012 (Kagermann et al., 2013)

## **2 METODOLOGIA**

No presente capítulo apresenta-se todo o processo de investigação no qual se baseia esta dissertação. A metodologia aplicada visa conseguir dar resposta ao objetivo do trabalho definido e apresentado previamente. Na presente dissertação foi utilizada uma abordagem metodológica em três etapas: análise bibliométrica, revisão da literatura sistemática e futuras investigações. A análise bibliométrica indica o caminho de evolução do campo de pesquisa; a revisão da literatura sistemática fornece uma visão geral do estado atual da literatura; e, as futuras investigações indicam possíveis caminhos a seguir, com vista a aprofundar esta temática.

### **2.1 Análise Bibliométrica**

Os investigadores utilizam diferentes abordagens qualitativas e quantitativas de revisão de literatura, para compreender e organizar as descobertas anteriores. Entre estas, a bibliometria tem o potencial de introduzir um processo de revisão sistemático, transparente e reprodutível baseado na medição estatística da ciência, dos cientistas ou da atividade científica (Broadus, 1987; Diodato, 1994; Pritchard, 1969). Diferentemente de outras técnicas, a bibliometria proporciona análises mais objetivas e fiáveis. O esmagador volume de novas informações, desenvolvimentos conceituais e dados são o meio onde a bibliometria se torna útil, fornecendo uma análise estruturada a um grande volume de informações, para inferir tendências ao longo do tempo, temas pesquisados, identificar mudanças nos limites das disciplinas, para detetar académicos e instituições mais prolíficos e apresentar o “quadro geral” da pesquisa existente (Crane, 1972).

*“Deixando de lado os julgamentos de valor, parece clara a importância de se dispor de uma distribuição que nos informe sobre o número de autores, trabalhos, países ou revistas que existem em cada categoria de produtividade, utilidade ou o que mais desejarmos saber” (Price, 1976, p. 39).*

Os primeiros esforços de mensuração da produção científica datam do final do século XIX, com a necessidade de avaliação das características do processo de produção, comunicação e disseminação dos achados científicos (Araújo, 2006). Em 1965 Price sugeriu métodos científicos de ciência para estudar ciência e, desde então, a pesquisa em bibliometria e cientometria desenvolveu técnicas para analisar conjuntos de dados de

publicações (Boyack et al., 2005). Os métodos bibliométricos (como a análise de cocitação, acoplamento bibliográfico, etc.) utilizam dados bibliográficos de bases de dados de publicações para construir imagens estruturais de campos científicos. Estes introduzem uma medida de objetividade na avaliação da literatura científica literatura científica (Garfield, 1979) e pode ser usado para detetar redes de investigação informais, nomeadamente, “faculdades invisíveis”, que existem sob a superfície, mas não estão formalmente ligadas (Crane, 1972; Price, 1965) e têm ainda o potencial de aumentar o rigor e mitigar os preconceitos dos investigadores nas revisões da literatura científica (Zupic & Čater, 2015). As imagens de citações de campos de pesquisa, agregadas ao longo do tempo, refletem os julgamentos dos autores sobre o assunto, a metodologia e o valor do trabalho de outros escritores (White & McCain, 1998).

A bibliometria define-se como a técnica quantitativa e estatística de medição dos índices de produção e disseminação do conhecimento científico, tendo surgido devido à necessidade do estudo e da avaliação das atividades de produção e comunicação científica (Araújo, 2006). Esta refere-se à combinação de diferentes estruturas, ferramentas e métodos para estudar e analisar a literatura (Ponce & Lozano, 2010) e fornece análises estatísticas que resumem as publicações da pesquisa. Assim, é gerada informação quantitativa, a partir dos dados históricos, de acordo com variados critérios (Keshava et al., 2008). Desenvolveu-se a partir da elaboração de leis empíricas sobre o comportamento da literatura, sendo que, entre os principais marcos de seu desenvolvimento estão o método de medição da produtividade de cientistas de Lotka (1926), a lei de dispersão do conhecimento científico de Bradford (1934) e o modelo de distribuição e frequência de palavras num texto de Zipf (1949) (Araújo, 2006). Sendo utilizada em estudos sobre a produção científica de uma área específica do conhecimento (Farias & Hoffmann, 2018), à medida que os estudos bibliométricos se tornam cada vez mais frequentes na análise de publicações académicas e no desenvolvimento da ciência, as lacunas no conhecimento e nos futuros campos de pesquisa ficam mais evidentes (Serra et al., 2018).

A aplicação de métodos bibliométricos tornou-se numa prática cada vez mais comum, em comparação com outros métodos, por ser de mais fácil utilização, por facilitar a análise aprofundada das relações entre publicações, citações e palavras-chave e por fornecer meios para analisar a informação de forma ilustrativa, o que facilita a sua interpretação (Falcão et al., 2017; Fontoura & Coelho, 2020).

Os métodos bibliométricos usam uma abordagem quantitativa para a descrição, avaliação e monitorização de pesquisas publicadas. Ao utilizarem técnicas de mapeamento, essas análises visam fornecer a percepção sobre a estrutura da rede, possibilitando a análise do seu conteúdo e tirando conclusões importantes para o desenvolvimento do tema em estudo (Van Eck & Waltman, 2010). Estes autores defendem ainda que a técnica deverá resolver os seguintes problemas: (1) identificar os principais temas abordados pela literatura académica; (2) compreender e analisar as diferentes relações entre as palavras-chave e temas mais recorrentes; e (3) discutir a sua evolução.

Os métodos bibliométricos têm dois usos principais: a análise de desempenho e o mapeamento científico (Cobo et al., 2011). A análise de desempenho visa avaliar o desempenho de pesquisa e publicação de indivíduos e instituições. O mapeamento científico pretende revelar a estrutura e a dinâmica dos campos científicos. Estas informações sobre a estrutura e o desenvolvimento são úteis quando o objetivo do pesquisador é fazer a revisão de uma determinada linha de pesquisa. Os métodos bibliométricos introduzem rigor quantitativo na avaliação subjetiva da literatura, sendo capazes de fornecer evidências de categorias teoricamente derivadas num artigo de revisão (Zupic & Čater, 2015).

Esta foi a abordagem escolhida com o propósito de promover uma compreensão profunda do contexto e das ligações multiníveis entre performance, tecnologia e indústria automóvel. Considerando o potencial impacto da tecnologia na performance da indústria automóvel e, conseqüentemente, no desenvolvimento económico desta, o presente estudo teve como objetivo mapear a produção científica internacional sobre o tema, através da análise bibliométrica, pretendendo-se identificar as redes de coautoria, de cocitação e de acoplamento bibliográfico, além dos principais autores e revistas científicas publicados na área, bem como os artigos com maior impacto, como preconizado por Zupic & Čater (2015). Dado o seu maior alcance e impacto, tomou-se por objeto a literatura internacional, por ser predominantemente publicada em língua inglesa, recebe maior atenção de uma mais ampla comunidade científica (Goulart & Carvalho, 2008).

O fluxo de trabalho do mapeamento científico foi descrito por Börner et al. (2005) e Cobo et al. (2011), que compararam ferramentas de *software* de mapeamento científico usando um fluxo de trabalho semelhante. Deste modo, Zupic & Čater (2015) identificam um procedimento, com uma visão geral do processo com opções (métodos, bases de dados, softwares, etc.), para conduzir o mapeamento científico na área da Gestão e Organização.

O fluxo de trabalho do mapeamento consiste em cinco etapas: (1) planeamento da pesquisa; (2) recolha de dados; (3) análise de dados; (4) visualização gráfica dos dados; e (5) interpretação.

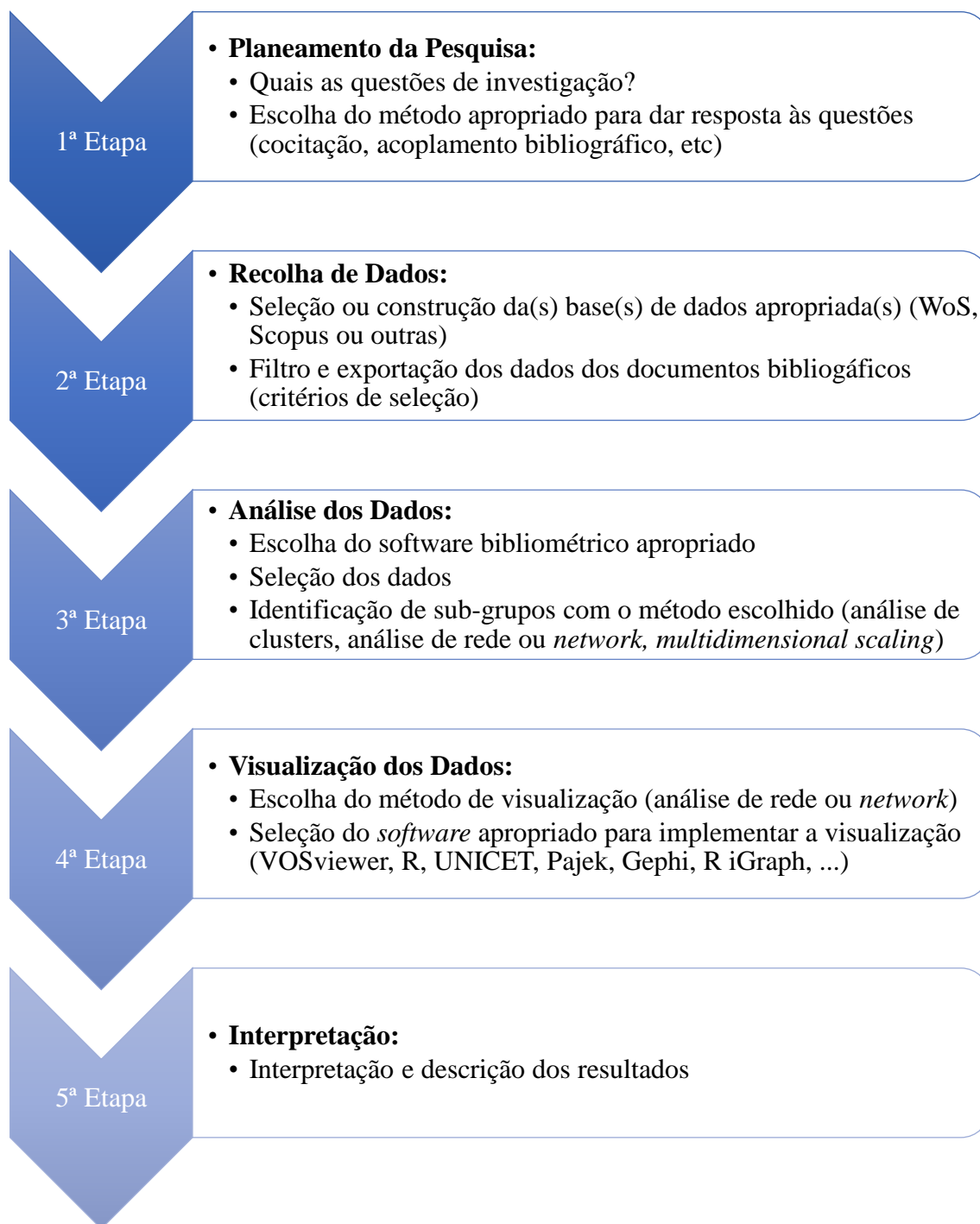
No planeamento da pesquisa definem-se as questões de investigação e escolhem-se os métodos bibliométricos apropriados, que sejam capazes de responder às questões.

Na etapa da recolha de dados são selecionadas as bases de dados que contém os dados bibliométricos, sendo, depois, filtrado o conjunto principal de documentos e exportados os dados das bases de dados selecionadas. Esta etapa pode envolver a construção de bases de dados próprias.

Para a análise de dados são utilizadas uma ou mais ferramentas de *software* bibliométrico ou estatístico. Alternativamente, pode ser desenvolvido código próprio para realizar esta etapa. Os resultados da análise bibliométrica podem ser analisados posteriormente com *software* estatístico para identificar subgrupos de documentos que representam especialidades de pesquisa.

Para a visualização dos dados, os investigadores devem decidir qual método de visualização será utilizado nos resultados da terceira etapa e empregar *software* apropriado para preparar a visualização.

Na última etapa os resultados devem ser interpretados e descritas as descobertas (Aria & Cuccurullo, 2017).



**Figura 5** Fluxo de trabalho de mapeamento científico com métodos bibliométricos

Fonte: Adaptado de Zupic & Čater (2015)

### **2.1.1 Recolha de Dados**

Esta dissertação adaptou o método desenvolvido por David & Han (2004) da seguinte forma: (1) os artigos de amostra utilizados foram limitados a artigos publicados em revistas internacionais indexadas e escritas em inglês (excluindo capítulos de livros e trabalhos não publicados) para garantir a qualidade (David & Han, 2004; Newbert, 2007); (2) foram pesquisadas apenas as principais bases de dados (*Web of Science* e *Scopus*), utilizadas em estudos anteriores de revisão de literatura em áreas semelhantes (Engert et al., 2016); (3) foram pesquisados estudos empíricos relacionados com o tema em estudo, na ampla área das ciências sociais, utilizando palavras-chave como “indústria automóvel”, “tecnologia” e “performance”, por meio destas bases de dados; (4) ambas as bases de dados foram estudadas separadamente, como representado na Figura 6 e na Figura 7; (5) e, posteriormente, foram unidas, utilizando o *RStudio*, e excluídos os artigos duplicados, conforme Figura 8; (6) os artigos identificados foram então verificados quanto à relevância dentro do tema atual; e, (7) os dados considerados relevantes para esta dissertação foram recolhidos em janeiro de 2024, considerando os anos de 1958 a 2023 como período de estudo (Cancela et al., 2023).

Os dados utilizados nesta investigação são provenientes de duas bases de dados distintas: *Web of Science* (WoS) e *Scopus*. Foram escolhidas duas bases de dados, como sugerido por Serra et al. (2018) e Siddaway et al. (2019), de modo a obter uma ampla cobertura de publicações de ciências sociais e obter trabalhos publicados relevantes para este estudo.

Estas são as bases de dados mais difundidas em diferentes áreas científicas e mais frequentemente utilizadas para pesquisas na literatura (Guz & Rushchitsky, 2009). Ao realizar uma busca por palavras-chave, estas geram automaticamente informações relacionadas com o tema de estudo. Como resultado, conseguem-se gerar dados suficientes e confiáveis para obter informações essenciais para o nosso trabalho de pesquisa, com base em citações, artigos, autores e departamentos (Meho & Yang, 2007).

WoS da *Thomson Reuters Institute of Scientific Information* (ISI) foi, por muitos anos, a única base de dados de citações e publicação a cobrir todos os domínios da ciência. No entanto, em 2004, a *Elsevier Science* lançou a base de dados *Scopus*, tornando-se rapidamente uma boa alternativa (Vieira & Gomes, 2009). A base de dados *Scopus* é a maior fonte de citações e *abstracts* da literatura pesquisada, sendo continuamente expandida e atualizada, ganhando uma amplitude e escala semelhante à WoS. A

concorrência entre as duas bases de dados é intensa, potencializando a frequente atualização dos serviços oferecidos por ambas as bases de dados nos últimos anos (Chadegani et al., 2013).

A WoS surge do *Science Citation Index*, criado por Eugene Garfield na década de 1960, sendo a principal coleção da WoS composta por dez diferentes bases de dados de citação, que contêm informações retiradas de milhares de revistas científicas, livros, séries de livros, relatórios, conferências e outros materiais académicos (Meho & Yang, 2007).

A *Scopus* classifica as revistas científicas em quatro diferentes áreas científicas: *Physical Sciences*, *Health Sciences*, *Social Sciences* e *Life Sciences*. Adicionalmente, os documentos estão classificados em 27 diferentes áreas temáticas (Vieira & Gomes, 2009). A cobertura da *Scopus* remonta a 1966 para registos bibliográficos e resumos e a 1996 para citações (Meho & Yang, 2007).

A *Scopus* detém uma cobertura mundial, com mais de metade dos seus conteúdos provenientes da Europa, América Latina e região Ásia-Pacífico, enquanto a *WoS* cobre principalmente a América do Norte e a Europa Ocidental (Meho & Yang, 2007; Vieira & Gomes, 2009). De salientar que a produção científica e as citações são estáveis e independentes da base de dados utilizada (*WoS* ou *Scopus*) (Archambault et al., 2009).

Ambas as bases de dados oferecem lista de autores, lista de títulos, identificação do tipo de documento, informação sobre o intervalo de tempo ou status referenciado do registo (Meho & Yang, 2007). São as duas bases de dados bibliográficos geralmente aceites como as fontes de dados mais abrangentes para diversos fins (Zhu & Liu, 2020).

Chadegani et al. (2013) compara ambas as bases de dados e os seus resultados revelam que a *WOS* tem uma forte cobertura, uma vez que remonta a 1990 e porque a maioria dos seus revistas científicas são escritas em inglês. No entanto, a *Scopus* abrange um número superior de revistas, mas com menor impacto e limitada a artigos recentes. Ambas as bases de dados permitem pesquisar e classificar os resultados por parâmetros esperados, tais como primeiro autor, citação, instituição além de que prevê a possibilidade de analisar as informações a partir de rankings e métricas, construídos com base no alto grau de sistematização dos dados contidos nas bases. Foi também considerado o facto de que ambas as bases de dados apenas contêm citações de documentos indexados, o que permite avaliar a extensão da cobertura de conteúdo temático, sendo que uma melhor cobertura deve resultar em contagens de citações mais altas (Pranckutė, 2021).

As bases de dados foram pesquisadas utilizando o fluxograma PRISMA 2020, de modo a criar os mapas dos estudos publicados. O fluxograma PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses*) (Moher et al., 2009), compreende um conjunto de diretrizes e listas de verificação para relatórios, sendo amplamente aplicável em diferentes áreas de investigação (Siddaway et al., 2019). Foi publicada em 2009 e posteriormente atualizada e substituída em 2020, com novas orientações para o relato. Foi desenvolvida com o objetivo de ajudar revisores sistemáticos a relatar de forma transparente o motivo da revisão, os métodos usados e as descobertas dos autores (Page et al., 2022). Trata-se de uma importante ferramenta utilizada para revisões sistemáticas e meta-análises, uma vez que a condução de uma revisão de literatura depende de variados fatores, como o âmbito da investigação ou a qualidade dos estudos incluídos, é de grande importância reconhecer o processo iterativo originado pelas alterações que se revelem necessárias ao longo da investigação (Moher et al., 2009). Visa melhorar o relato de revisões sistemáticas e meta-análises (Sikandar et al., 2024).

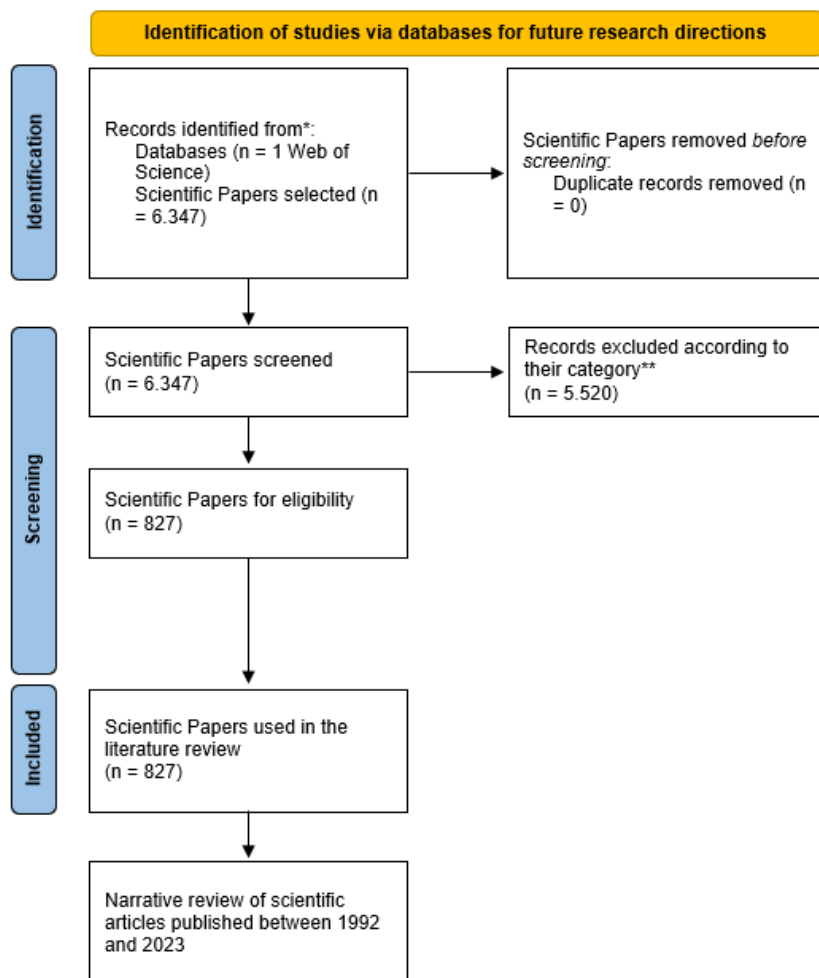
Para o desenvolvimento dessa investigação foi realizada a pesquisa por publicações relevantes, por meio de duas bases de dados de referência, a WoS e a *Scopus*, abrangendo o período entre 1990 e 2023. Estes dados foram também tratados conjuntamente, unindo as duas bases de dados. Face ao exposto, apresentam-se de seguida os fluxogramas PRISMA de suporte à recolha de dados realizada.

### ***Web of Science***

A pesquisa iniciou-se com a procura de artigos sobre tecnologia, indústria automóvel e performance. Assim, a pesquisa inicial, realizada na WoS, baseou-se na pesquisa avançada dos tópicos “tech\*” (“technology”, “technological”), “automo\*” (“automobile”, “automotive”) e “performance”, com o operador booleano “AND”: (TS=”tech\*” AND TS=”automo\*” AND TS=”performance”). Foi utilizado o operador de pesquisa booleano AND, de modo a procurar todos os termos de pesquisa e foi também usado o símbolo de truncamento (\*), para devolver resultados exatos (Siddaway et al., 2019). O período definido foi entre 1990 e 2023, tendo-se também restringido os resultados por idioma (inglês), tipo de documento (artigos) e principal Coleção Primária da *Web of Science*: Índice de citações (*Science Citation Index Expanded (SCI-EXPANDED)*); *Social Sciences Citation Index (SSCI)*; e *Emerging Sources Citation Index (ESCI)*). Foram utilizados estes três índices porque são reconhecidos na literatura de estudos bibliométricos pelo seu rigor e objetividade. Há seletividade e dinâmica na coleção de periódicos, que passam por um processo de seleção com um conjunto de 28 critérios para avaliar a qualidade de um periódico (24 critérios de qualidade) e influência (4 critérios de impacto). Essas coleções são dinâmicas, sujeitas a curadoria contínua, para garantir que os periódicos continuem a atender aos padrões editoriais e que estejam na coleção adequada. Além disso, estes são os três índices que representam coletivamente a base de dados da Thomson (Archambault et al., 2009). Após estas restrições, a WoS devolveu 6.347 artigos. Uma vez que o foco está em publicações na área financeira e económica, seguidamente refinou-se a base de dados, considerando as categorias de publicações sobre WoS de *Management*, *Operations Research*, *Management Science*, *Business*, *Statistics Probability*, *Business Finance*, *Economics*, *Multidisciplinary Sciences*. Após as restrições, a base de dados totalizou 827 artigos para a análise bibliométrica.

Os dados obtidos na WoS compreendem o período de 1992 a 2023, tendo estes sido extraídos a 2 de janeiro de 2024, devendo considerar-se que não foram atualizados após essa data.

Para criar o mapa dos estudos publicados, a WoS foi pesquisada utilizando o fluxograma PRISMA 2020, conforme demonstrado na figura Figura 6.



\*The research began with articles on technology, automotive industry and performance in English, published between 1990 and 2023, presented in Science Citation Index Expanded (SCI-EXPANDED), Social Sciences Citation Index (SSCI), and Emerging Sources Citation Index (ESCI). In order to capture all of the important articles on the topics, we choose to use keywords with truncation symbols and Boolean operators. Thus, the keywords used in the database search were: (1) "tech\*", (2) "automo\*\*" and (3) "performance", with the Boolean operator "AND". Data was extracted on January 2<sup>nd</sup>, 2024. (TS=" tech\*\* AND TS="automo\*\* AND TS="performance") AND LANGUAGE: (English) AND DOCUMENT TYPE: (Article). Index=SCI-EXPANDED, SSCI, ESCI; Publication years=1990-2023.

\*\*Considering the publications category on the WOS of: Management, Operations Research Management Science, Business, Statistics Probability, Business Finance, Economics, Multidisciplinary Sciences.

**Figura 6** Fluxograma PRISMA 2020 - *Web of Science*

Fonte: Elaboração própria

## **Scopus**

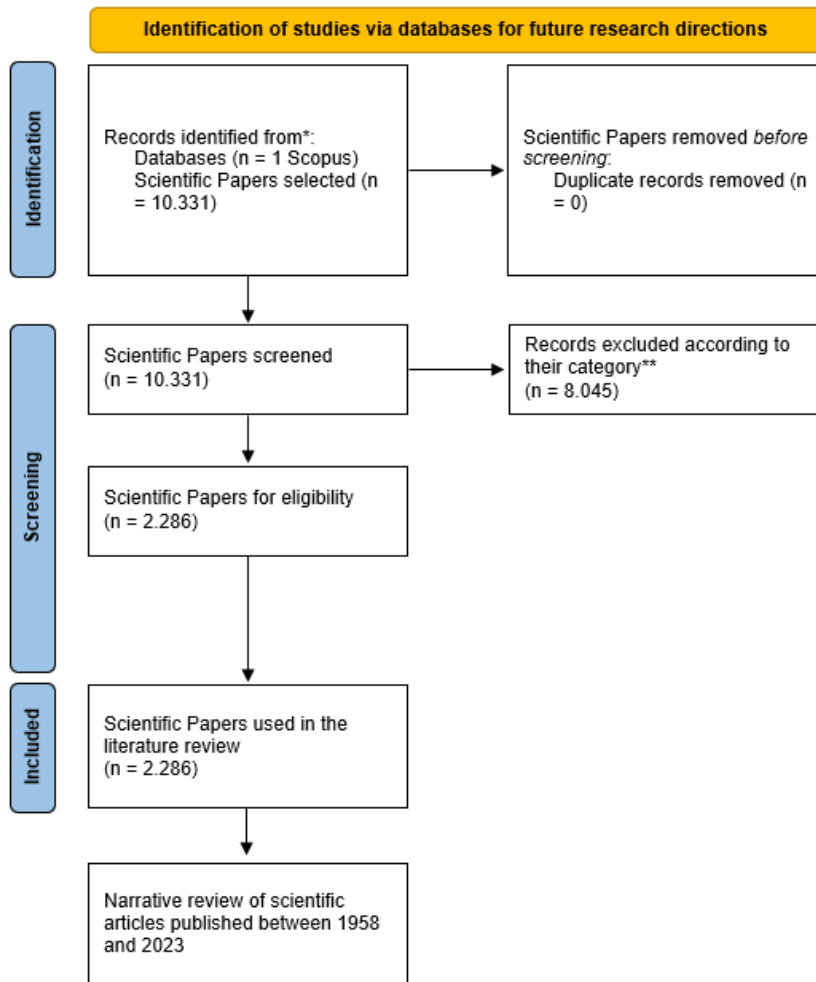
A pesquisa, na base de dados *Scopus*, baseou-se na pesquisa avançada dos tópicos “*tech\**” (“*technology*”, “*technological*”), “*automo\**” (“*automobile*”, “*automotive*”) e “*performance*”, com o operador booleano “AND”: (TS=“*tech\**” TS=“*automo\**” AND TS=“*performance*”). Foi utilizado o operador de pesquisa booleano AND, de modo a procurar todos os termos de pesquisa e foi também usado o símbolo de truncamento (\*), para devolver resultados exatos (Siddaway et al., 2019). O período definido foi entre 1958 e 2023, tendo-se também restringido os resultados por tipo de documento (artigos), idioma (inglês), tipo de origem (*Journal*). Após estas restrições, a *Scopus* devolveu 10.331 artigos. Uma vez que o foco está em publicações na área financeira e económica, seguidamente refinou-se a base de dados, considerando as categorias de publicações da *Scopus* de *Social Sciences; Environmental Science; Business, Management and Accounting; Economics, Econometrics and Finance; Multidisciplinary*. Após as restrições<sup>1</sup>, a base de dados totalizou 2.286 artigos para a análise bibliométrica.

Os dados obtidos na *Scopus* compreendem o período de 1958 a 2023, tendo estes sido extraídos a 2 de janeiro de 2024, devendo considerar-se que não foram atualizados após essa data.

Para criar um mapa dos estudos publicados, a *Scopus* foi pesquisada utilizando o fluxograma PRISMA 2020, conforme demonstrado na Figura 7.

---

<sup>1</sup> ( TITLE-ABS-KEY ( "tech\*" ) AND TITLE-ABS-KEY ( "automo\*" ) AND TITLE-ABS-KEY ( "performance" ) ) AND PUBYEAR > 1957 AND PUBYEAR < 2024 AND ( LIMIT-TO ( SUBJAREA , "BUSI" ) OR LIMIT-TO ( SUBJAREA , "SOCI" ) OR LIMIT-TO ( SUBJAREA , "ENVI" ) OR LIMIT-TO ( SUBJAREA , "ECON" ) OR LIMIT-TO ( SUBJAREA , "MULT" ) ) AND ( LIMIT-TO ( DOCTYPE , "ar" ) ) AND ( LIMIT-TO ( SRCTYPE , "j" ) ) AND ( LIMIT-TO ( LANGUAGE , "English" ) )



\*The research began with articles on technology, automotive industry and performance in English, published between 1958 and 2023. In order to capture all of the important articles on the topics, we choose to use keywords with truncation symbols and Boolean operators. Thus, the keywords used in the database search were: "tech\*", "automo\*" and "performance", with the Boolean operator "AND". Data was extracted on January 2<sup>nd</sup>, 2024. (TS=" tech\*" AND TS="automo\*" AND TS="performance") AND LANGUAGE: (English) AND DOCUMENT TYPE: (Article) AND SOURCE TYPE: (Journal). Publication years=1958-2023.

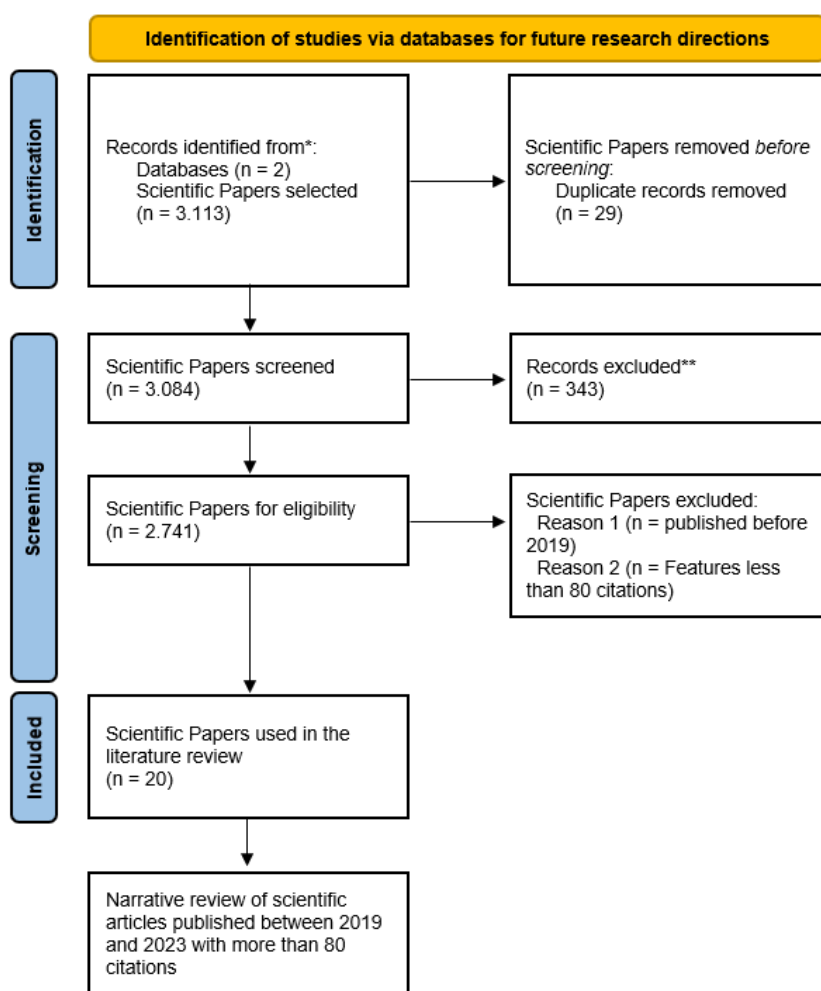
\*\*Considering the publications category on the Scopus of: Social Sciences; Environmental Science; Business, Management and Accounting; Economics, Econometrics and Finance; Multidisciplinary.

**Figura 7** Fluxograma PRISMA 2020 - *Scopus*

**Fonte:** Elaboração própria

### Web of Science e Scopus

Com os dados recolhidos em ambas as bases de dados, como anteriormente descrito, estas foram unidas, utilizando o *RStudio*, retirando-se os artigos duplicados, o que originou o fluxograma PRISMA 2020, conforme demonstrado na Figura 8 seguinte:

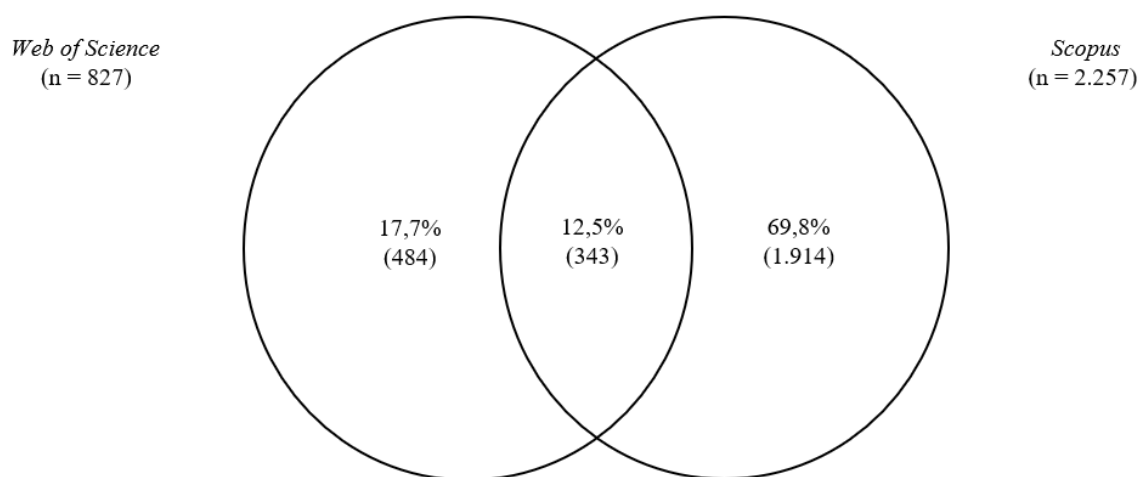


\*The research began with articles on technology, automotive industry and performance in English, published between 1958 and 2023. In order to capture all of the important articles on the topics, we choose to use keywords with truncation symbols and Boolean operators. Thus, the keywords used in the database search were: "tech\*", "auto\*\*" and "performance", with the Boolean operator "AND". Data was extracted on January 2<sup>nd</sup>, 2024.

\*\* Duplicates were excluded through Software R, through the Bibliometrix (343).

**Figura 8** Fluxograma PRISMA 2020 - *Web of Science e Scopus*

**Fonte:** Elaboração própria



**Figura 9** Distribuição exclusiva e sobreposição - origem dos artigos científicos

**Fonte:** Elaboração própria

A Figura 9 representa o número de artigos científicos identificados na *WoS* e na *Scopus* sobre o tema do estudo, no período de análise, bem como em cada uma das bases de dados. É assim, possível observar a distribuição dos artigos científicos em exclusivo de cada uma das bases de dados (*WoS*: n = 484; *Scopus*: n = 1.914), bem como os que estão em sobreposição (n = 443), encontrando-se em ambas as bases de dados. No final, obteve-se uma base de dados unificada (n = 2.741).

### 2.1.2 Análise e Visualização de Dados

A partir desta amostra, obtida na *WoS* e na *Scopus*, foram realizadas duas análises bibliométricas dos dados, utilizando diferentes ferramentas. A primeira foi realizada de modo a construir os respetivos mapas bibliométricos, classificados por autores, artigos e revistas científicas (Merigó & Yang, 2016), com a finalidade de identificar áreas com ampla densidade das mais relevantes áreas de estudo, relativamente à indústria automóvel, tecnologia e performance; esta análise foi realizada com o suporte do *software VOSviewer*, versão 1.6.20. A segunda análise foi realizada utilizando a aplicação *Biblioshiny*, contida no pacote tecnológico *Bibliometrix*, o qual é uma ferramenta R para a ciência da informação científica, especializada na análise, manipulação e visualização de dados (Silva et al., 2022).

Este estudo utilizou os softwares *VOSviewer* e *Biblioshiny* por diferentes motivos, nomeadamente o facto do *VOSviewer* possuir uma visualização facilitada e ser capaz de carregar e exportar informações de diversas fontes e o *Bibliometrix* por permitir unificar os dados das duas bases de dados seleccionadas e por conter um conjunto de técnicas mais extenso e adequado para análises bibliométricas, através do *Biblioshiny*, com múltiplas opções de análise e visualização (Moral-Muñoz et al., 2020).

O *VOSviewer* trata-se de uma ferramenta projetada especificamente para construir e visualizar mapas bibliométricos (Cobo et al., 2011). Este *software* é uma poderosa ferramenta para visualizar a dinâmica e as estruturas da ciência (Vallaster et al., 2019). O mapeamento de palavras-chave e termos mais utilizados auxilia na definição dos tópicos de pesquisa, nas buscas e nos estudos.

Esta ferramenta foi desenvolvida por Nees Jan van Eck e Ludo Waltman, da Leiden University, na Holanda, e prevê uma interface de fácil utilização para visualizar e analisar dados bibliométricos e sociométricos – coautoria, citação, cocitação, acoplamento bibliográfico e coocorrência de palavras-chave – servindo tanto a investigadores, quanto a usuários profissionais, como agências de financiamento de pesquisas e editoras científicas.

Foi escolhido este *software* devido à sua capacidade de trabalhar com grandes conjuntos de dados e também de desenvolver uma gama de opções de análise e investigações inovadoras, criando imagens intuitivas que auxiliam na análise dos dados (Fahimnia et al., 2015).

O sistema mostra a conexão entre termos e autores relacionados, proporcionando a divisão em grupos denominados *clusters*. Cada *cluster* é representado por uma cor e agrega todos os itens considerados similares. O tamanho dos círculos dos mapas demonstra o número de ocorrências do item e a proximidade entre dois itens revelando o seu grau de relação, isto é, quanto mais próximos, tanto mais relacionados. Quanto mais importante for um item, tanto maior será a sua escrita e o seu círculo representativo (Van Eck & Waltman, 2010).

O mapa de termos demonstra a estrutura de um campo científico, mostrando a relação entre importantes termos da área. Durante a seleção dos termos, são verificados os principais tópicos da área e a relação dos termos com estes, para identificar a sua relevância em diferenciar cada artigo (Van Eck & Waltman, 2010).

Em suma, a ferramenta utiliza um método de visualização baseado na distância entre os nós da rede analisada, de modo que a distância entre dois nós indica, aproximadamente, a intensidade da relação entre eles, sendo tal relação tão maior quanto menor for a distância (Van Eck & Waltman, 2014).

Embora a análise qualitativa da literatura esteja subjacente, em certa medida, à subjetividade do autor, os benefícios deste método são indiscutíveis e referem-se a uma abordagem bem estabelecida utilizada em estudos anteriores deste tipo, como são exemplo Kraus et al., 2012; Prévot et al., 2010; Xi et al., 2015 (Vallaster et al., 2019). Permite uma comparação de atividades de investigação passadas e presentes para compreender melhor a evolução do campo e ajuda a descobrir as dimensões contextuais da indústria automóvel, da tecnologia e da performance.

Os criadores do R descrevem-no como uma linguagem e ambiente de programação estatística e gráfica (R Core Team, 2016). O R é também conhecido como uma linguagem de *scripting*, que disponibiliza uma linha de comandos que permite a execução de comandos, em que o utilizador tem de escrever exatamente o que deseja que o programa execute e que dados apresentar.

A versatilidade do R é de tal forma abrangente que integra também modelos de programação orientados a objetos (*object oriented programming*) sendo esta uma das grandes vantagens de usar o R: o utilizador tem total controlo sobre o que acontece, tendo, também, de compreender totalmente o que deseja antes de executar uma análise (Provete et al., 2011).

Esta ferramenta de linguagem de programação tem-se tornado muito popular nas ciências de dados por vários fatores, nomeadamente ser gratuita, ser de fácil aprendizagem, por ter uma natureza de *open source* (código aberto) e também por dispor de uma grande comunidade de desenvolvimento, empenhada em expandir as capacidades desta ferramenta, sendo que os utilizadores regularmente contribuem com novas funções, muitos dos quais são estatísticos proeminentes (Aria & Cuccurullo, 2017).

Sendo uma linguagem de programação, o limite das capacidades deste ambiente é a imaginação do utilizador. E o resultado disso são *outputs* mais fidedignos, originando conclusões mais precisas e acrescentando valor (Didática Tech, 2022).

Para realizar uma análise bibliométricas abrangente, que atende a critérios de relevância e rigor, na condução da bibliometria foi usada a aplicação *Biblioshiny*, contida no pacote tecnológico *Bibliometrix*, o qual é uma ferramenta R para a ciência da informação científica (Silva et al., 2022).

Algumas das análises que esta ferramenta permite são: (1) autores, incluindo análises relacionadas à autoria, à afiliação e aos países; (2) fontes de publicações, permitindo a avaliação do impacto das fontes e a verificação da produtividade; (3) documentos, englobando referências e palavras mais citadas (Silva et al., 2022).

Por ser programada em R, a ferramenta proposta é flexível, pode ser rapidamente atualizada e pode ser integrada com outras bibliotecas de funcionalidades estatísticas R. É, portanto, útil num campo em constante mudança, como a bibliometria (Aria & Cuccurullo, 2017).

## **2.2 Revisão de Literatura Sistemática**

Os métodos bibliométricos têm a capacidade de introduzir o processo de revisão de literatura sistemática, melhorando a qualidade das revisões. Tais métodos introduzem uma medida de objetividade na avaliação da literatura científica e têm o potencial de aumentar o rigor e mitigar os preconceitos dos investigadores nas revisões da literatura científica, sendo estes uma preciosa ajuda nas revisões de literatura, mesmo antes do início da leitura, orientando o pesquisador para os trabalhos mais influentes e mapeando o campo de pesquisa, sem viés subjetivo (Zupic & Čater, 2015).

Uma revisão de literatura sistemática é um tipo especial de revisão da literatura que confere vantagens adicionais. É uma revisão de uma questão claramente formulada que utiliza métodos sistemáticos e explícitos para identificar, selecionar e avaliar criticamente pesquisas relevantes e para reunir e analisar dados dos estudos incluídos na revisão (Siddaway et al., 2019).

Uma revisão de literatura sistemática é uma visão geral replicável da pesquisa sobre um determinado tema, que permite a identificação, a seleção e a síntese de todas as evidências de pesquisa de alta qualidade, pertinentes ao tema considerado, sendo também caracterizada por ser imparcial, metodologicamente abrangente e transparente (Donato & Donato, 2019). São essenciais para uma revisão de literatura sistemática os seguintes

critérios: (1) ser exaustiva, isto é, deve ser incluída toda a literatura relevante na área; (2) ser usada uma metodologia rigorosa, ou seja, definir a questão de investigação, escrever protocolo, pesquisar literatura, recolher e fazer a triagem e análise da literatura, processo este que deve ser todo cuidadosamente documentado; (3) fazer pesquisa exaustiva da literatura, de modo a encontrar todos os artigos relevantes para o tema; e, (4) estarem envolvidas pelo menos duas pessoas a fazer a triagem de artigos e extração de dados (Donato & Donato, 2019).

O processo de revisão de literatura sistemática tem de seguir várias etapas, que têm de ser explicitamente descritas na revisão. Segundo Donato & Donato (2019), são as seguintes:

1. Formular uma questão de investigação;
2. Produzir um protocolo de investigação e efetuar o seu registo (a etapa 1 e as etapas de 3 a 8 devem constar no protocolo de elaboração da revisão sistemática);
3. Definir os critérios de inclusão e de exclusão;
4. Desenvolver uma estratégia de pesquisa e pesquisar a literatura existente;
5. Selecionar os estudos;
6. Avaliar a qualidade dos estudos;
7. Extrair os dados;
8. Sintetizar os dados e avaliar a qualidade da evidência;
9. Disseminar os resultados – publicação.

As revisões da literatura têm, cada vez mais, um papel fundamental em sintetizar os resultados de pesquisas anteriores, de modo a utilizar efetivamente a base de conhecimento existente, avançar uma linha de pesquisa e fornecer *insights*, baseados em evidências, sobre a prática de exercer e sustentar o julgamento e a experiência profissionais (Rousseau, 2012). Nesta segunda etapa, conduz-se uma revisão da literatura sistemática, para examinar as conexões multiníveis entre os conceitos da análise bibliométrica. Os artigos selecionados para a revisão da literatura sistemática são de revistas científicas, autores e anos diferentes. Este facto permite uma revisão da literatura heterogénea e enriquecedora para identificar as principais direções de investigação passada e para melhor compreender as tendências futuras e oportunidades de pesquisa.

### **2.3 Futuras Investigações**

Esta terceira componente da abordagem metodológica visa apresentar as lacunas existentes na literatura atual e mais citada, por forma a enaltecer possíveis e importantes futuras investigações. Para tal, escolheram-se os cinco anos mais recentes para a seleção de artigos científicos, dos quais os artigos mais citados.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O presente capítulo apresenta os resultados da investigação realizada. Por forma a tornar clara a sua interpretação, estes serão descritos em três etapas conforme a abordagem metodológica adotada.

#### **3.1 Análise Bibliométrica**

A abordagem quantitativa de uma análise bibliométrica foi aplicada para captar o contexto da indústria automóvel, tecnologia e performance na literatura existente (Zupic & Čater, 2015).

Foi realizado o mapeamento bibliométrico dos dados obtidos nas bases de dados WoS e *Scopus*, resultando numa análise de rede ou *network*, utilizando o *software VOSviewer*. Este oferece uma série de análises gráficas, baseadas na coocorrência dos itens analisados (Van Eck & Waltman, 2010). O objetivo foi identificar os estudos, autores, artigos e temáticas mais proeminentes, categorizando-os e relacionando-os, com vista à identificação dos respetivos diagramas de rede (Bufrem et al., 2016).

Os mapas bibliométricos iniciais ficaram constituídos por: 72 itens, com os dados obtidos na WoS, e por 357 itens, com os dados obtidos na *Scopus*. Ambos os mapas foram refinados, para evitar uma análise enviesada dos mapas. Assim, foram eliminados nomes de autores, países, metodologias de investigação, técnicas de tratamento estatístico, etc. Para além da eliminação de itens descontextualizados, procedeu-se à substituição de vários itens por itens similares.

Por fim, foi realizada uma análise bibliométrica utilizando o *Biblioshiny*, uma aplicação contida no pacote tecnológico *Bibliometrix*, o qual é uma ferramenta R. Foram utilizados os dados de ambas as bases de dados, WoS e *Scopus*, tendo em consideração as especificidades essenciais para o uso deste *software*. Estes ficheiros foram submetidos no *RStudio*, os dados carregados e convertidos utilizando um conjunto de instruções ou *script*, com vista à unificação das bases de dados e obtenção da análise bibliométrica. Assim, ambas as bases de dados foram agregadas, juntando os artigos científicos da WoS e os da *Scopus*, retirando os artigos repetidos e também identificando e retirando os artigos duplicados em ambas.

Para tal, foram importados para o *RStudio* os seguintes dados:

- *Scopus* – um ficheiro com 2.286 artigos;
- *WoS* – dois ficheiros com o total de 827 artigos.

Foram identificados e removidos 29 artigos repetidos e 343 artigos duplicados em ambas as bases de dados. A base de dados final continha 2.741 artigos científicos.

Reunida toda a informação numa só base de dados, os dados foram importados usando a ferramenta *Biblioshiny*, com vista à obtenção da análise bibliométrica, sistematizando a literatura e mapeando as origens dos conceitos existentes. Nesta é possível avaliar três grandes grupos: (1) autores, incluindo análises relacionadas à autoria, à afiliação e aos países; (2) fontes de publicações, permitindo a avaliação do impacto das fontes e a verificação da produtividade; (3) documentos, englobando referências e palavras mais citadas (Silva et al., 2022). Resultou assim uma análise bibliométrica completa, rigorosa e relevante.

É de salientar a importância da utilização do *Biblioshiny* para agilizar a elaboração da revisão bibliométrica e operacionalizar o processo de recolha e análise dos dados disponíveis nas bases de dados, visto o seu potencial para sistematizar a literatura e mapear as origens dos conceitos existentes, identificar correntes teóricas e ferramentas metodológicas mais utilizadas, mapear comunidades académicas e redes de investigadores (Silva et al., 2022).

### **3.1.1 WoS**

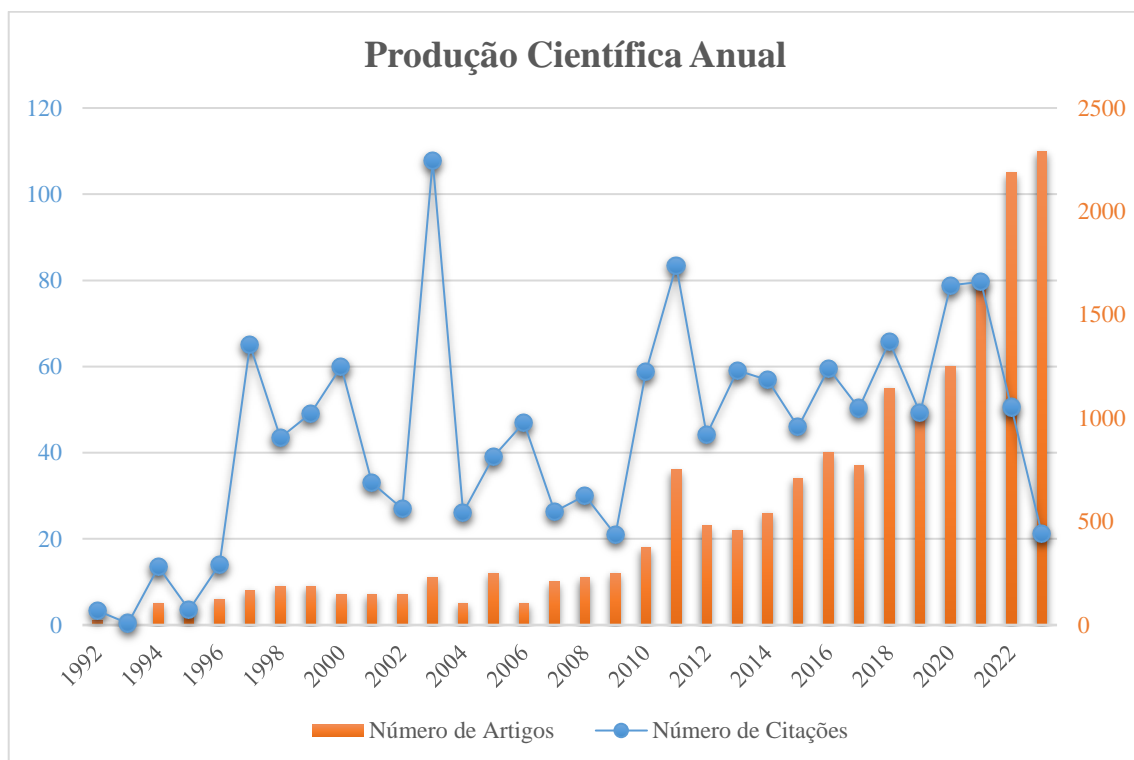
#### **Produção Científica Anual**

A análise bibliométrica, aos dados de todos os artigos científicos exportados da base de dados *WoS*, é compreendida ao período entre 1992 e 2023. No período em análise, foram publicados 827 artigos e foram feitas 29.436 citações, referentes ao tema do impacto da tecnologia na performance da indústria automóvel.

A Figura 10 agrupa, anualmente, o número de publicações e de citações sobre o tema em estudo.

As primeiras publicações surgiram em 1992, mas é em 2023 que o número de publicações atinge o pico, tendo sido publicados 110 artigos nesse ano. Este acontecimento pode dever-se à recente importância atribuída aos avanços da investigação e desenvolvimento,

nomeadamente na Indústria 4.0 (Agarwal et al., 2023; Bhatia & Kumar, 2023; Ceyhan & Kara, 2023; El Kihel et al., 2023; Harikannan et al., 2023; Maldonado-Guzmán, Pinzón-Castro, et al., 2023; Wankhede & Vinodh, 2024), bem como na produção *lean*, sustentabilidade e eficiência nos processos (Kamala et al., 2024; Sahu et al., 2023; Vanichchinchai, 2023) e *supply chain* (Dua et al., 2023; Gedam et al., 2023; Kamble et al., 2023; Kara & Edinsel, 2023; Sharma et al., 2023; Singh et al., 2023).



**Figura 10** Número de artigos e de citações por ano

**Fonte:** Elaboração própria

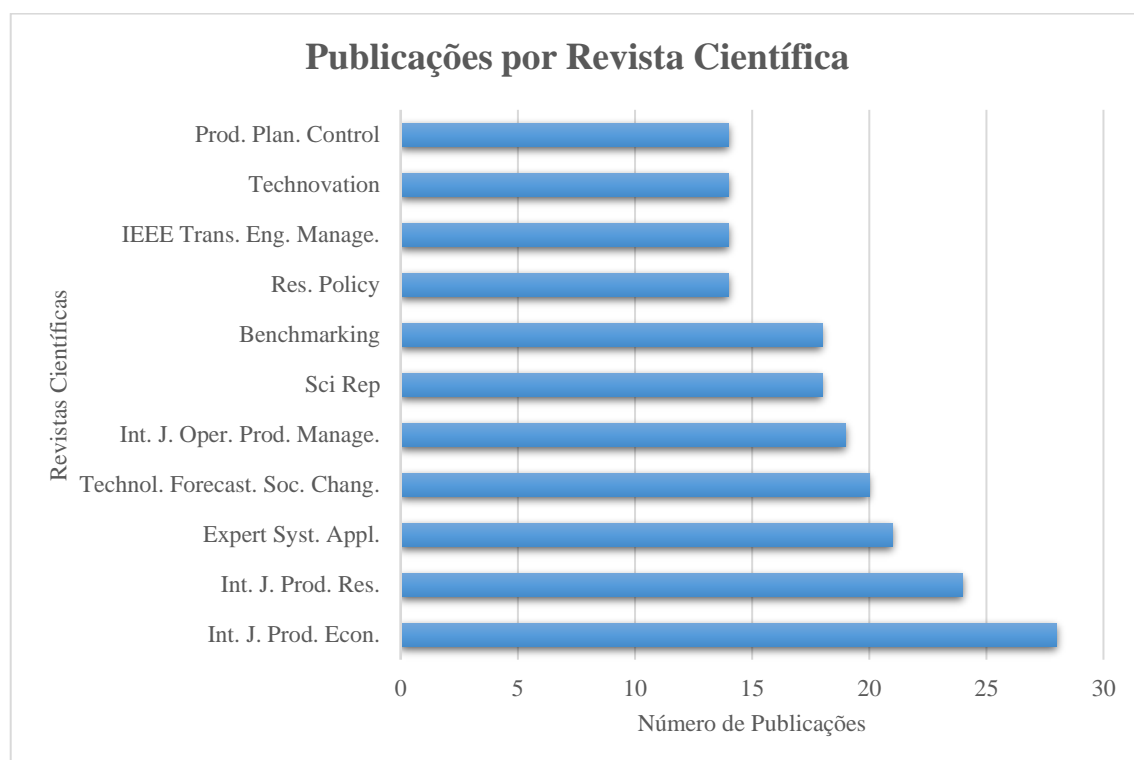
Ao longo dos últimos anos, verifica-se uma tendência positiva, com o aumento expressivo do número de publicações, impulsionada pela crescente importância da tecnologia, considerada fundamental para o desenvolvimento da performance na indústria automóvel (Aliasghar et al., 2023; Colombari et al., 2023; Rehman, Ashfaq, et al., 2023).

A Figura 10 destaca ainda um pico de citações em 2003, com 2.245 citações nesse ano, seguido do ano 2011, com 1.737 citações.

### Publicações por Revista Científica

A Figura 11 apresenta o número de publicações por revista científica. Este gráfico contém apenas as revistas científicas com 14 ou mais publicações sobre os termos em estudo. A revista “*International Journal of Production Economics*” é a que apresenta publicações, com 28 artigos publicados. Segue-se a revista “*International Journal of Production Research*”, com 24 artigos publicados e a revista “*Expert Systems with Applications*” com 21 artigos publicados.

A Tabela 1 revela o volume de produção científica, das 289 revistas científicas analisadas, que contêm os 827 artigos científicos em estudo.



**Figura 11** Número de publicações por Revista Científica

**Fonte:** Elaboração própria

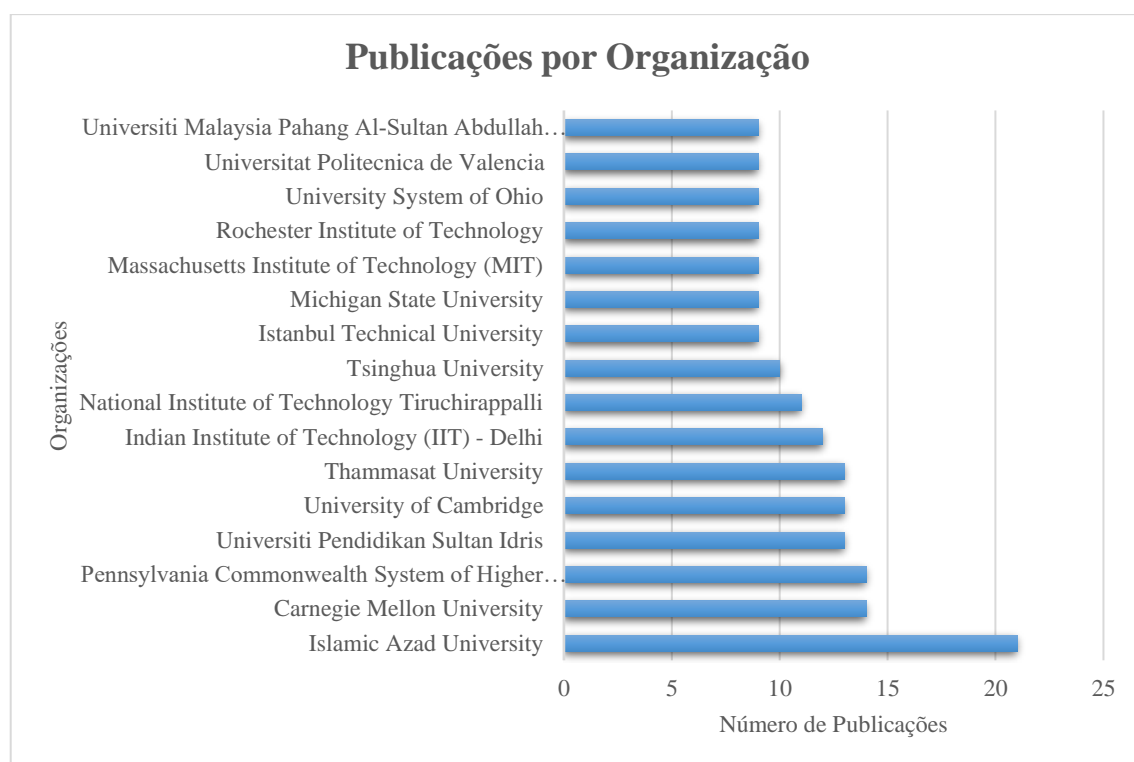
**Tabela 1** Resumo da Produtividade das Revistas Científica (1990-2023)

Volume de Produção por Revista Científica	Revistas Científicas
Entre 1 e 9 Artigos Publicados	273
Entre 10 e 19 Artigos Publicados	12
20 ou mais Artigos Publicados	4

**Fonte:** Elaboração própria

## Publicações por Organização

A Figura 12, a Tabela 2 e a Tabela 3 evidenciam as organizações com mais publicações. A organização mais produtiva é a “Islamic Azad University” (Irão) com 21 artigos publicados. Seguem-se as organizações “Carnegie Mellon University” (EUA) e “Pennsylvania Commonwealth System of Higher Education (PCSHE)” (EUA), cada uma com 14 artigos publicados e “Universiti Pendidikan Sultan Idris” (Malásia), “University of Cambridge” (Inglaterra) e “Thammasat University” (Tailândia) cada uma com 13 artigos publicados.



**Figura 12** Número de publicações por Organização

**Fonte:** Elaboração própria

**Tabela 2** Distribuição da produção científica por país de origem das Organização

País	Rácio
EUA	39%
Índia	15%
Malásia	12%
Irão	7%
Inglaterra	7%
Tailândia	7%
China	5%
Turquia	5%
Espanha	5%

**Fonte:** Elaboração própria

**Tabela 3** Produtividade Científica das Organizações

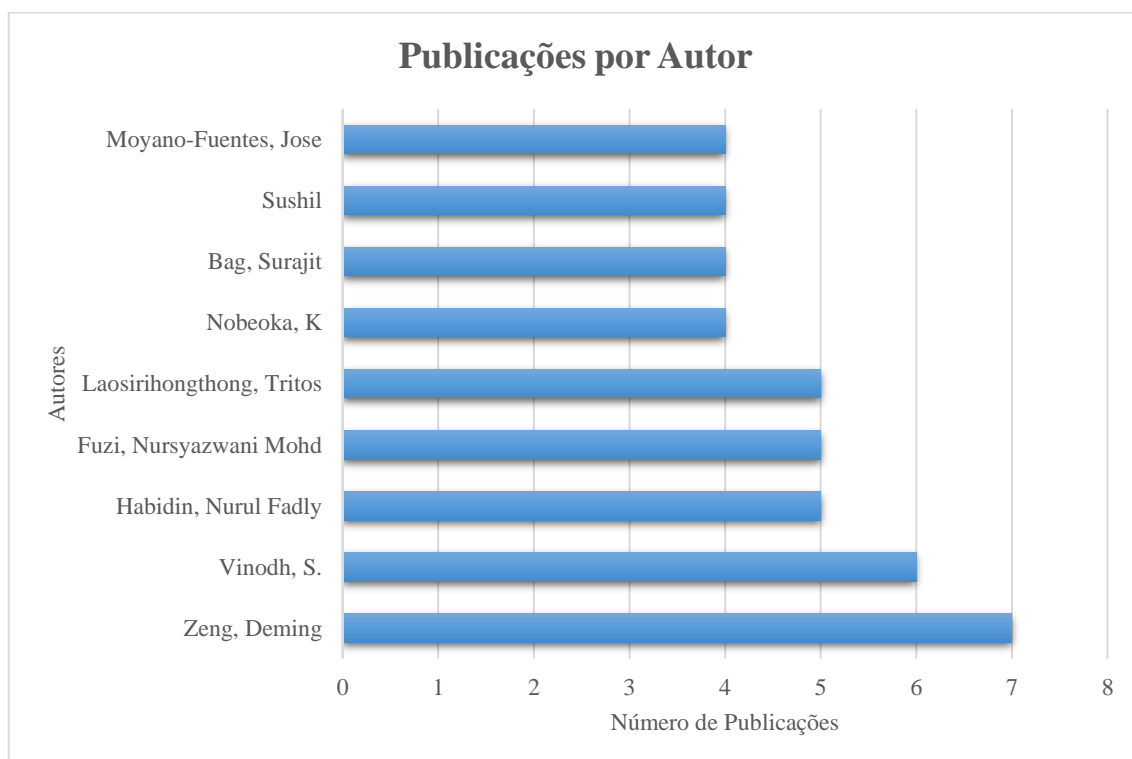
Organização	País	Nº publicações
Islamic Azad University	Irão	21
Carnegie Mellon University	EUA	14
Pennsylvania Commonwealth System of Higher Education (PCSHE)	EUA	14
Universiti Pendidikan Sultan Idris	Malásia	13
University of Cambridge	Inglaterra	13
Thammasat University	Tailândia	13
Indian Institute of Technology (IIT) - Delhi	Índia	12
National Institute of Technology Tiruchirappalli	Índia	11
Tsinghua University	China	10
Istanbul Technical University	Turquia	9
Michigan State University	EUA	9
Massachusetts Institute of Technology (MIT)	EUA	9
Rochester Institute of Technology	EUA	9
University System of Ohio	EUA	9
Universitat Politecnica de Valencia	Espanha	9
Universiti Malaysia Pahang Al-Sultan Abdullah (UMPSA)	Malásia	9

**Fonte:** Elaboração própria

### **Publicações por Autor**

A Figura 13 apresenta os autores mais prolíficos. Os autores com maior número de publicações na nossa base de dados, extraída da WoS, são: Zeng, Deming (afiliado na *School of Business Administration, Hunan University, China*), seguido de Vinodh, S. (afiliado no *National Institute of Technology Tiruchirappalli, Índia*) e, com igual número de publicações, Habidin, NF (afiliado na *Universiti Pendidikan Sultan Idris, Malásia*), Fuzi, NM (afiliado na *Universiti Pendidikan Sultan Idris, Malásia*) e Laosirihongthong,

Tritos (afiliado na *Thammasat University*, Tailândia). O Professor Zeng, Deming tem 7 publicações, seguido do Professor Vinodh, S. com 6 publicações. Estes resultados vão ao encontro da análise de publicações por instituição, na qual se verificou que instituições da Índia, Malásia, Tailândia e China estão entre as instituições mais produtivas, dos dados em análise.



**Figura 13** Número de publicações por Autor

**Fonte:** Elaboração própria

## Mapas de Rede ou Network (VOS)

Recorrendo ao *software VOSviewer* obteve-se um mapa final constituído por 39 itens, 602 links, uma força total de links de 4.524 e um total de 4 *clusters*. Aos 4 *clusters* foi dada uma designação tendo em conta duas regras: ocorrência do item e frequência da temática no cluster. Assim, apresenta-se de seguida a tabela (Tabela 4) com o nome de todos os *clusters*, a cor e os termos mais preponderantes para a designação.

**Tabela 4** Designação dos *Clusters*

<i>Cluster 1</i>	<i>Cluster 2</i>	<i>Cluster 3</i>	<i>Cluster 4</i>
Vermelho	Verde	Azul	Amarelo
Inovação	Sustentabilidade	Performance	Gestão
<ul style="list-style-type: none"> <li>• automotive industry</li> <li>• business</li> <li>• capability</li> <li>• competitive advantage</li> <li>• determinants</li> <li>• dynamic</li> <li>• innovation</li> <li>• knowledge</li> <li>• market</li> <li>• networks</li> <li>• perspective</li> <li>• technology</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• barriers</li> <li>• challenge</li> <li>• critical success factors</li> <li>• evolution</li> <li>• framework</li> <li>• implementation</li> <li>• Industry 4.0</li> <li>• information</li> <li>• supply chain</li> <li>• sustainability</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• behavior</li> <li>• collaboration</li> <li>• flexibility</li> <li>• impact</li> <li>• information-technology</li> <li>• integration</li> <li>• performance</li> <li>• research and development</li> <li>• strategy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• business intelligence</li> <li>• decision making</li> <li>• industry</li> <li>• lean production</li> <li>• management</li> <li>• quality</li> <li>• selection</li> <li>• system</li> </ul>

**Fonte:** Elaboração própria

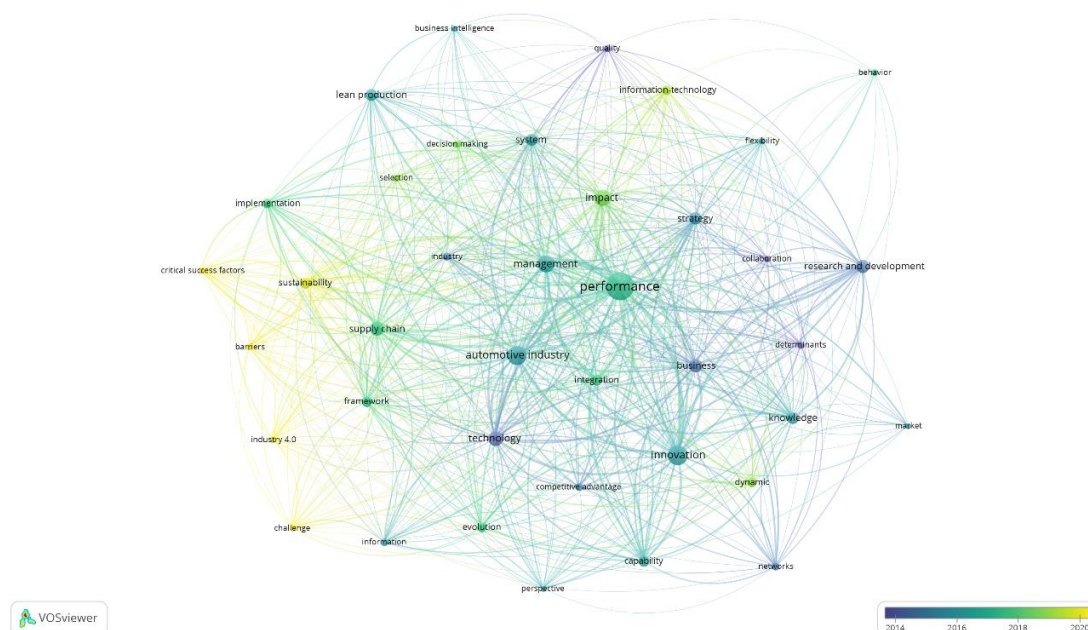
De acordo com o mapeamento visual, o tamanho dos nós ilustra a frequência de ocorrência do item, enquanto as linhas mostram as relações entre os itens. Como demonstrado na Figura 14, “*performance*”, “*innovation*” e “*automotive industry*” são os itens mais frequentes, com um número de coocorrências de 351, 176 e 166, respetivamente. Está em harmonia com os temas da área de interesse, que têm como foco o impacto da tecnologia na performance da indústria automóvel, pressuposto este confirmado pelos itens com o maior número de ocorrências, imediatamente a seguir aos indicados anteriormente: “*management*”, “*impact*” e “*technology*”. As 10 principais palavras-chave, com base no número de ocorrências, estão ilustradas na Tabela 5.



Da análise visual do item realça-se o tamanho do nó, que apesar de não apresentar um tamanho diminuído também não é dos maiores. O item com maior tamanho no mapa é “*performance*” devido ao facto de ser um tópico muito estudado, uma vez que, genericamente é um conceito aberto e de ampla variabilidade, em contexto empresarial a performance é um fator essencial e generalizadamente aplicável, que deve ser regido por três prioridades (relevância, objetivos e características), de modo a ser relevante e viável (Folan et al., 2007). A análise visual também permite enaltecer que este item tem relações com vários outros termos, nomeadamente “*technology*”, “*innovation*”, “*management*”, “*sustainability*”, entre outros termos que tratam a performance das empresas da indústria automóvel, nas dimensões económica, social e ambiental, sugerindo pesquisas que envolvam ligações entre este item e os itens enumerados.

No mapa *Overlay Visualization* (Figura 15) observam-se as distribuições médias dos anos de publicação dos itens. Este mapa realça que os itens mais recentemente estudados são os que estão relacionados com a Indústria 4.0, os desafios e entraves com que a evolução e inovação se deparam e os problemas da sustentabilidade nas empresas.

O tópico “*automotive industry*” apresenta como média de publicação o ano de 2016 revelando alguma atualidade e relevância no seu estudo, bem como potencialidade para desenvolvimento de um trabalho científico relevante.

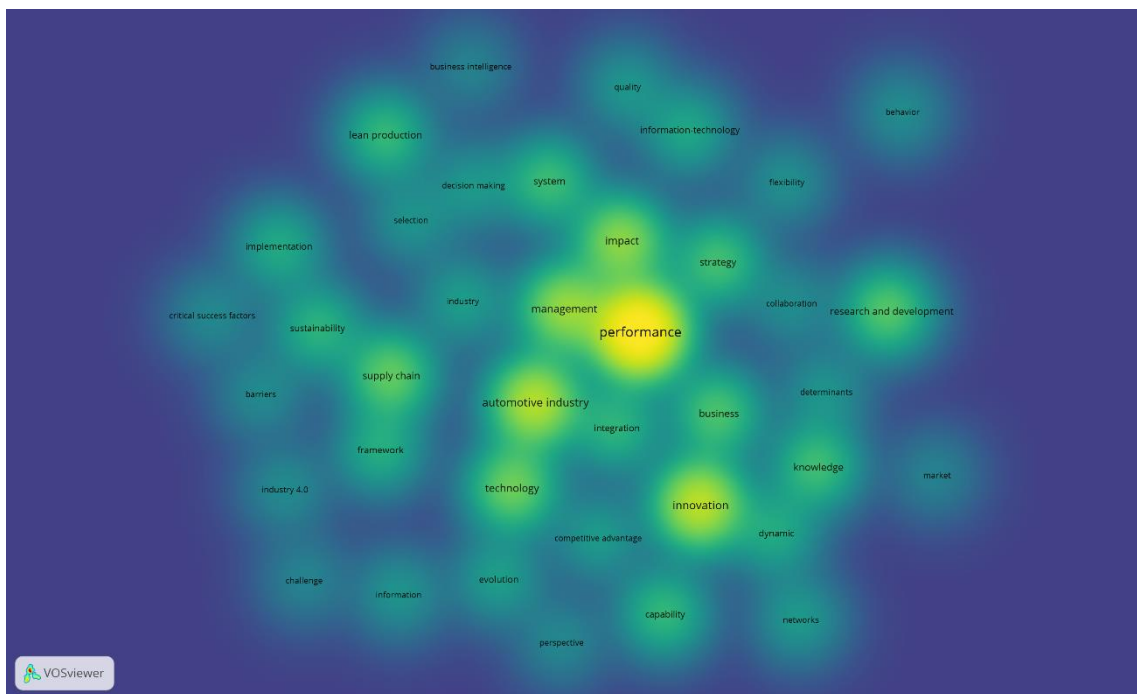


**Figura 15** *Overlay Visualization*

**Fonte:** Elaboração própria

O último mapa *Density Visualization*, apresenta duas variantes da visualização de densidade: a densidade do item (Figura 16) e a densidade do *cluster* (Figura 17).

Na visualização da densidade do item, estes são representados pelos seus rótulos, de maneira semelhante a ambas as visualizações anteriores. Cada ponto na visualização da densidade do item possui uma cor que indica a densidade dos itens naquele ponto, sendo que as cores variam do azul, ao verde e ao amarelo. A variação de intensidade ocorre de acordo com o número de artigos associados aos itens em determinado espaço do mapa. Assim, o azul represente muita baixa densidade de pesquisa, e amarelo alta intensidade. O termo em observação, “*automotive industry*” consta numa área amarela-esverdeada indicando que o tópico, apesar de já ter sido estudado, ainda apresenta lacunas. Adicionalmente, os dados obtidos através da análise apresentam 30,7108 para a média de citações do termo e 1,0121 como número médio de citações.



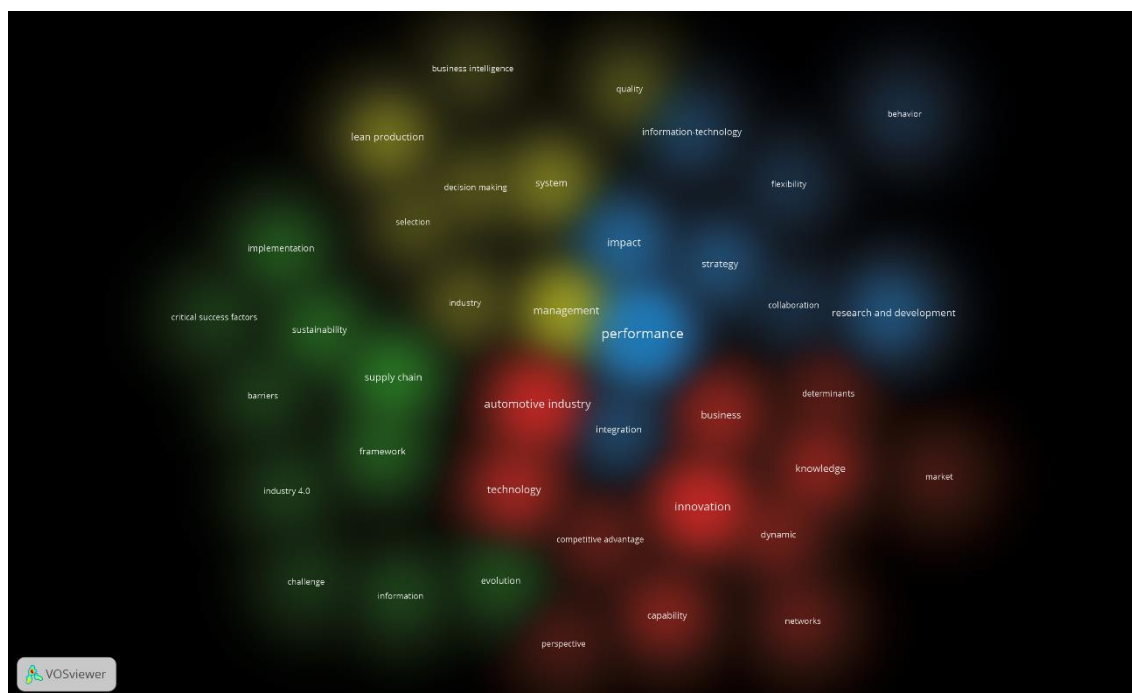
**Figura 16** *Item Density Visualization*

**Fonte:** Elaboração própria

A visualização da densidade do *cluster* é semelhante à visualização da densidade do item, diferenciando-se pela densidade dos itens, que é exibida separadamente para cada *cluster* de itens. Na visualização da densidade de *clusters*, a cor de um ponto na visualização é

obtida pela mistura das cores de diferentes *clusters*. O peso dado à cor de um determinado *cluster* é determinado pelo número de itens pertencentes a esse *cluster* na vizinhança do ponto. Assim como na visualização da densidade do item, o peso de um item também é levado em consideração.

A análise puramente matemática dos dados obtidos enaltece que os itens com menos ocorrências e mais recentes são “*business intelligence*” e “*market*”, uma vez que, apresentam um total de dezasseis ocorrências e uma média de publicação de 2016.4375 e 2015.5625, respetivamente. De realçar, que o item que se apresenta mais atual é “*Industry 4.0*”, com uma média de publicação de 2021.9048.



**Figura 17** *Cluster Density Visualization*

**Fonte:** Elaboração própria

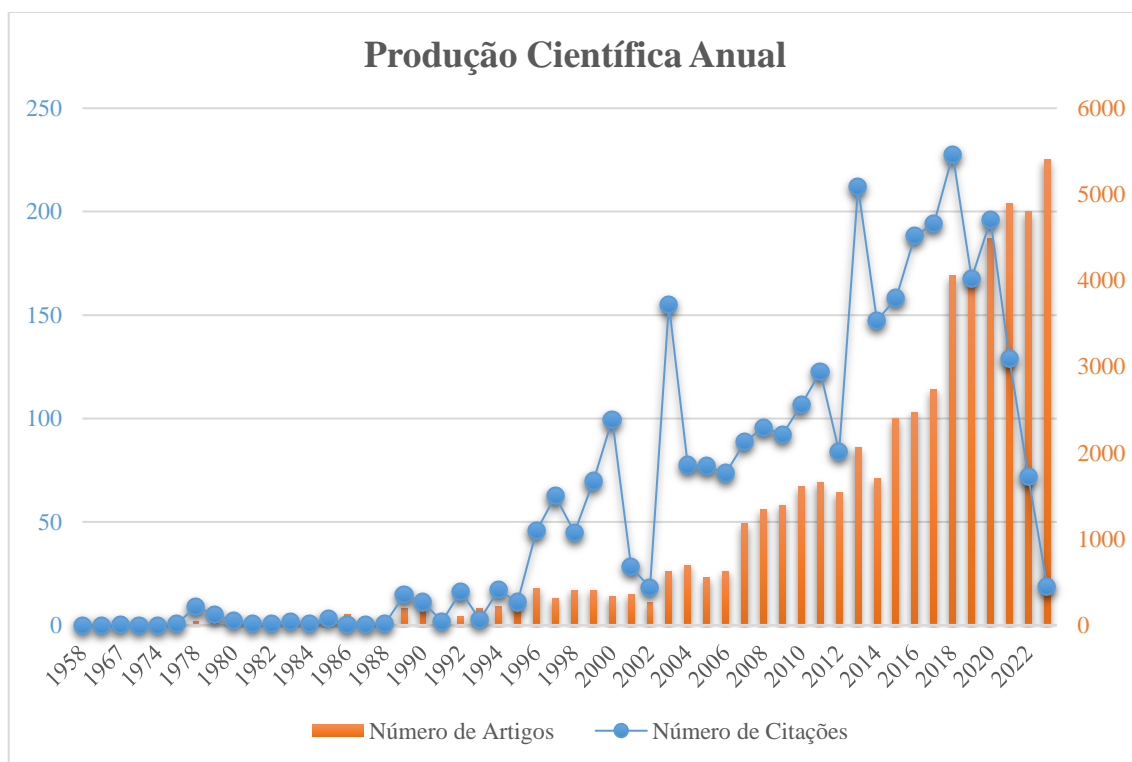
### 3.1.2 Scopus

#### Produção Científica Anual

Esta análise bibliométrica, aos dados de todos os artigos científicos exportados da base de dados *Scopus*, é compreendida ao período entre 1958 e 2023.

No período em análise, foram publicados 2.286 artigos e foram feitas 75.655 citações, referentes ao tema do impacto da tecnologia na performance da indústria automóvel.

A Figura 18 agrupa, anualmente, o número de publicações e de citações sobre o tema em estudo. As primeiras publicações surgiram em 1958, mas é em 2023 que o número de publicações atinge o pico, tendo sido publicados 225 artigos nesse ano. Este acontecimento pode dever-se aos avanços da investigação e desenvolvimento (I&D), com vista à adoção de tecnologia digital, à melhoria da performance da indústria automóvel e à promoção da sustentabilidade (Cunningham et al., 2023; Demir et al., 2023; Lenort et al., 2023; Maldonado-Guzmán, Garza-Reyes, et al., 2023; Men et al., 2023; Rehman, Usman, et al., 2023).



**Figura 18** Número de artigos e de citações por ano

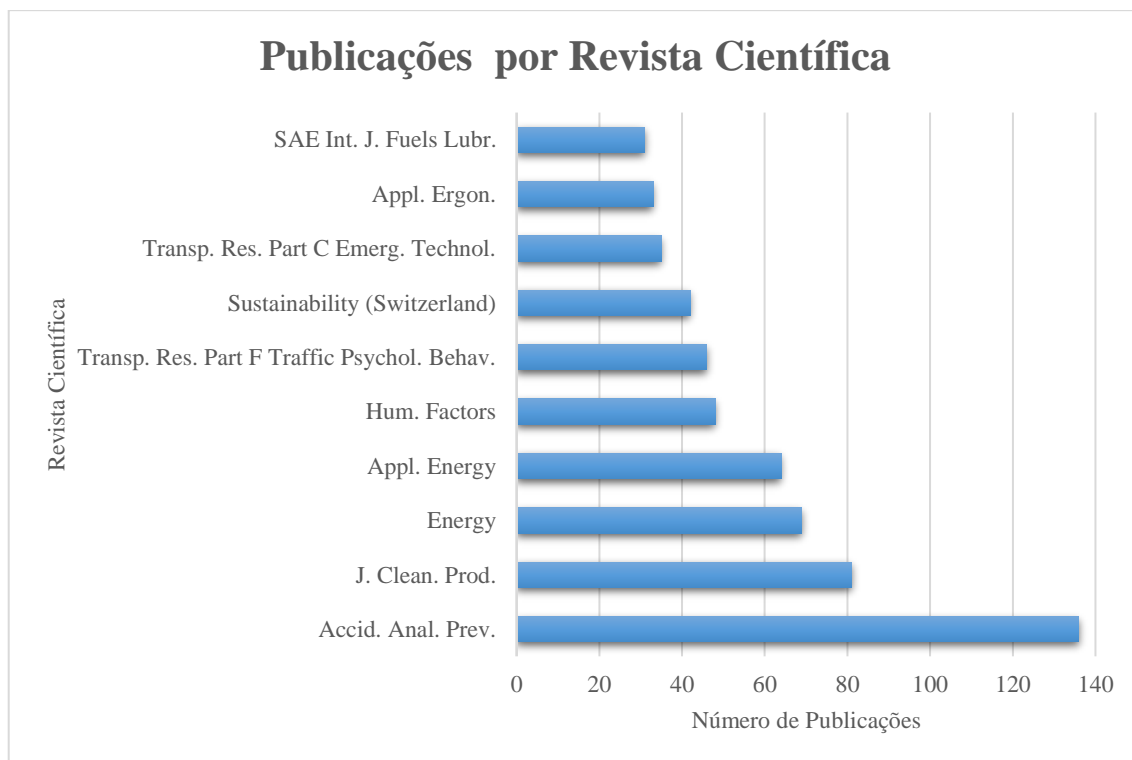
**Fonte:** Elaboração própria

Ao longo dos últimos anos, verifica-se uma tendência positiva, com o aumentado expressivo do número de publicações, impulsionada pela crescente importância da tecnologia, considerada fundamental para o desenvolvimento da performance na indústria automóvel.

A Figura 18 destaca ainda um pico de citações em 2018, com 5.461 citações nesse ano, seguido do ano 2013, com 5.083 citações.

### **Publicações por Revista Científica**

A Figura 19 apresenta o número de publicações por revista científica. Este gráfico contém apenas as revistas científicas com 31 ou mais publicações sobre os termos em estudo. A revista “*Accident Analysis and Prevention*” é a que apresenta publicações, com 136 artigos publicados. Segue-se a revista “*Journal of Cleaner Production*”, com 81 artigos publicados e a revista “*Energy*” com 69 artigos publicados.



**Figura 19** Número de publicações por Revista Científica

**Fonte:** Elaboração própria

A Tabela 6 revela o volume de produção científica, das 705 revistas científicas analisadas, que contêm os 2.286 artigos científicos em estudo.

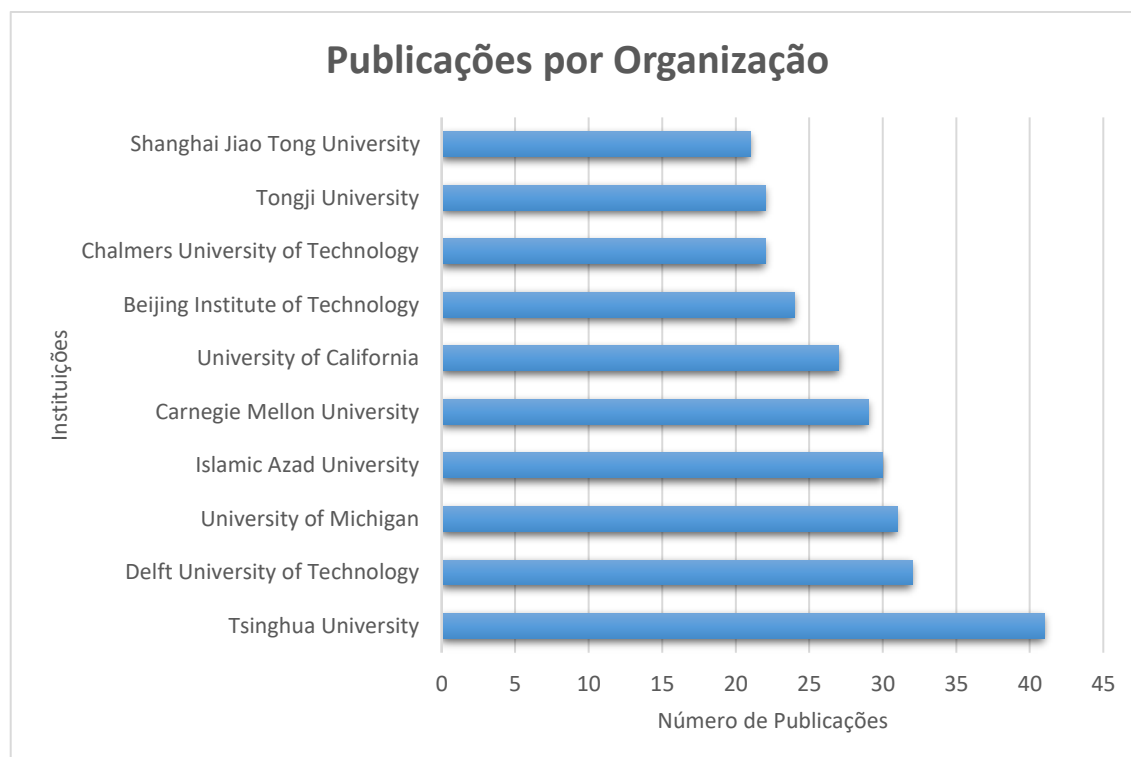
**Tabela 6** Resumo da Produtividade das Revistas Científica (1958-2023)

Volume de Produção, por Revista Científica	Revistas Científicas
Entre 1 e 9 Artigos Publicados	665
Entre 10 e 19 Artigos Publicados	20
20 ou mais Artigos Publicados	20

**Fonte:** Elaboração própria

### Publicações por Organização

A Figura 20, a Tabela 7 e a Tabela 8 evidenciam as organizações com mais publicações. A organização mais produtiva é a “*Tsinghua University*” com 41 artigos publicados. Seguem-se as organizações “*Delft University of Technology*” com 32 artigos publicados a “*University of Michigan*” com 31 artigos publicados e a “*Islamic Azad University*” com 30 artigos publicados.



**Figura 20** Número de publicações por Organização

**Fonte:** Elaboração própria

**Tabela 7** Produtividade Científica das Organizações

Organização	País	Nº publicações
Tsinghua University	China	41
Delft University of Technology	Holanda	32
University of Michigan	EUA	31
Islamic Azad University	Irão	30
Carnegie Mellon University	EUA	29
University of California	EUA	27
Beijing Institute of Technology	China	24
Chalmers University of Technology	Suécia	22
Tongji University	China	22
Shanghai Jiao Tong University	China	21

**Fonte:** Elaboração própria

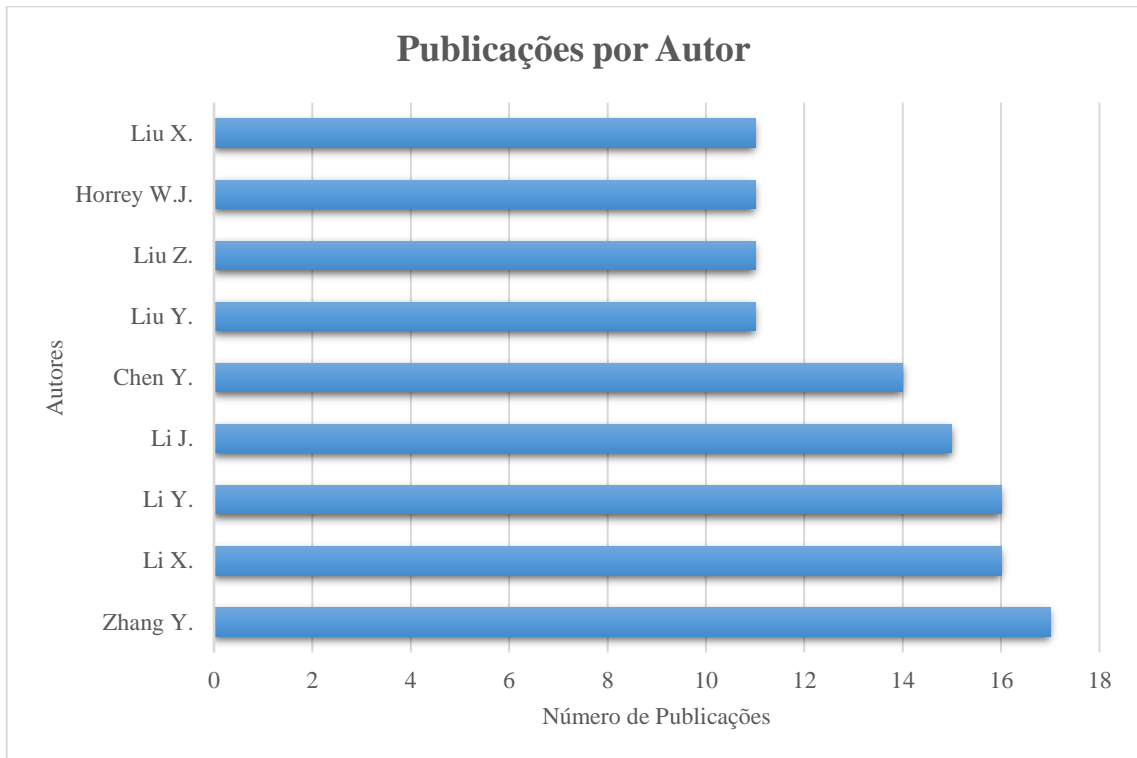
**Tabela 8** Distribuição da produção científica por país de origem das Organizações

País	Rácio
China	31%
EUA	29%
Holanda	11%
Irão	11%
Suécia	8%

**Fonte:** Elaboração própria

### **Publicações por Autor**

A Figura 21 apresenta os autores mais prolíficos. Os autores com maior número de publicações na nossa base de dados, extraída da *Scopus*, são: Zhang Y. (afiliado na *University of Toronto*, Canadá), seguido de Li X. (afiliado no *Beijing Jiaotong University*, China), Li Y. (afiliado na *Southeast University*, China), Li J. (afiliado na *University of Science and Technology of China*, China), Chen Y. (afiliado na *National Cheng Kung University*, Tailândia). Zhang Y. tem 17 publicações, seguido do Professor Li X. e do Professor Li Y., ambos com 16 publicações. Estes resultados vão ao encontro da análise de publicações por instituição, na qual se verificou que instituições da China estão entre as instituições mais produtivas, dos dados em análise.



**Figura 21** Número de publicações por Autor

**Fonte:** Elaboração própria

## Mapas de Rede ou Network (VOS)

Através do *software VOSviewer* obteve-se um mapa final constituído por 61 itens, 1.414 links, uma força total de links de 24.181 e um total de 3 *clusters*. Aos 3 *clusters* foi dada uma designação tendo em conta duas regras: ocorrência do item e frequência da temática no *cluster*. Assim, apresenta-se de seguida a tabela (Tabela 9) com o nome de todos os *clusters*, a cor e os termos mais preponderantes para a designação.

**Tabela 9** Designação dos *Clusters*

<i>Cluster 1</i>	<i>Cluster 2</i>	<i>Cluster 3</i>
Vermelho	Verde	Azul
Automóvel	Componentes	Indústria Automóvel
<ul style="list-style-type: none"> <li>• accidents</li> <li>• accidents prevention</li> <li>• artificial intelligence</li> <li>• attention</li> <li>• automation</li> <li>• automobile</li> <li>• autonomous vehicles</li> <li>• behavior</li> <li>• distraction</li> <li>• drive</li> <li>• hazards</li> <li>• highway accidents</li> <li>• human interaction</li> <li>• industry 4.0</li> <li>• knowledge</li> <li>• management</li> <li>• mobility</li> <li>• perception</li> <li>• performance</li> <li>• reaction time</li> <li>• reliability</li> <li>• reproducibility</li> <li>• risk</li> <li>• safety</li> <li>• security</li> <li>• technology</li> <li>• traffic</li> <li>• velocity</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• automotive fuels</li> <li>• car parts</li> <li>• carbon emission</li> <li>• climate change</li> <li>• efficiency</li> <li>• electricity</li> <li>• emissions</li> <li>• environmental</li> <li>• environmental protection</li> <li>• fossil fuels</li> <li>• fuel composition</li> <li>• fuels</li> <li>• life cycle</li> <li>• materials</li> <li>• pollution</li> <li>• quality</li> <li>• renewable fuel</li> <li>• sustainability</li> <li>• waste heat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• automotive industry</li> <li>• business intelligence</li> <li>• competitiveness</li> <li>• economics</li> <li>• electric automobile</li> <li>• industry</li> <li>• innovation</li> <li>• investment</li> <li>• lean production</li> <li>• market</li> <li>• marketing</li> <li>• research and development</li> <li>• sales</li> <li>• supply chain</li> </ul>

**Fonte:** Elaboração própria

De acordo com o mapeamento visual, o tamanho dos nós ilustra a frequência de ocorrência do item, enquanto as linhas mostram as relações entre os itens. Como demonstrado na Figura 22, “*automobile*”, “*automotive industry*” e “*car parts*” são os itens mais frequentes, com um número de coocorrências de 850, 544 e 442, respectivamente. Está em harmonia com os temas da área de interesse, que têm como foco o impacto da tecnologia na performance da indústria automóvel, pressuposto este confirmado pelos itens com o maior número de ocorrências, imediatamente a seguir aos indicados anteriormente: “*technology*”, “*sustainability*” e “*performance*”. As 10 principais palavras-chave, com base no número de ocorrências, são ilustradas na Tabela 10.

**Tabela 10** 10 Itens mais frequentes, baseado no número de ocorrências

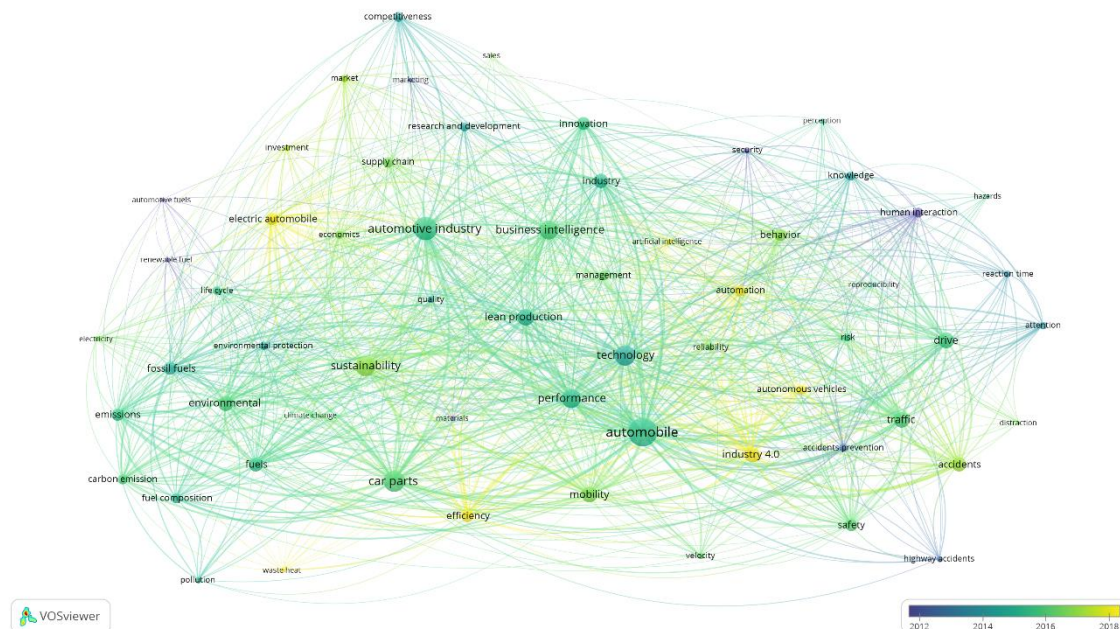
Nº	Item	Ocorrência
1	automobile	850
2	automotive industry	544
3	car parts	442
4	technology	418
5	sustainability	394
6	performance	377
7	business intelligence	360
8	lean production	274
9	mobility	259
10	drive	257

**Fonte:** Elaboração própria

No diagrama em rede, também denominado de *Network Visualization* (Figura 22), é também possível observar os agrupamentos, identificados sistematicamente, de tópicos relacionados. O item “*sustainability*” encontra-se no *cluster 2* (verde), apresentando 58 links e um total de força de links de 2.066 e 394 ocorrências.



O item “*sustainability*” apresenta como média de publicação o ano de 2016 revelando atualidade e relevância no seu estudo, bem como potencialidade para desenvolvimento de um trabalho científico relevante.

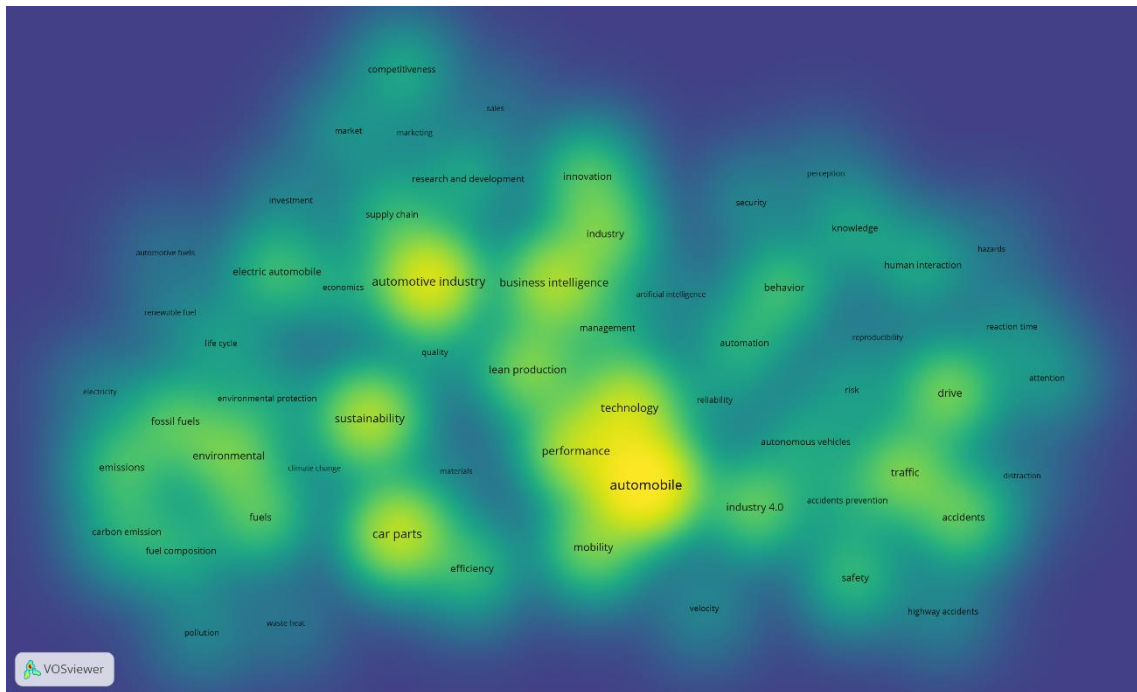


**Figura 23** *Overlay Visualization*

**Fonte:** Elaboração própria

O último mapa *Density Visualization*, apresenta duas variantes da visualização de densidade: a densidade do item (Figura 24) e a densidade do *cluster* (Figura 25).

Na visualização da densidade do item, estes são representados pelos seus rótulos, de maneira semelhante a ambas as visualizações anteriores. Cada ponto na visualização da densidade do item possui uma cor que indica a densidade dos itens naquele ponto, sendo que as cores variam do azul, ao verde e ao amarelo. A variação de intensidade ocorre de acordo com o número de artigos associados aos itens em determinado espaço do mapa. Assim, o azul represente muita baixa densidade de pesquisa, e amarelo alta intensidade. O termo em observação, “*sustainability*” consta numa área amarela-esverdeada indicando que o tópico, apesar de já ter sido estudado, ainda apresenta lacunas. Adicionalmente, os dados obtidos através da análise apresentam 38,6904 para a média de citações do termo e 1,4628 como número médio de citações.



**Figura 24** Item Density Visualization

**Fonte:** Elaboração própria

A visualização da densidade do *cluster* é semelhante à visualização da densidade do item, diferenciando-se pela densidade dos itens, que é exibida separadamente para cada *cluster* de itens. Na visualização da densidade de *clusters*, a cor de um ponto na visualização é obtida pela mistura das cores de diferentes *clusters*. O peso dado à cor de um determinado *cluster* é determinado pelo número de itens pertencentes a esse *cluster* na vizinhança do ponto. Assim como na visualização da densidade do item, o peso de um item também é levado em consideração.

A análise puramente matemática dos dados obtidos enaltece que os itens com menos ocorrências e mais recentes são “*sales*” e “*distraction*”, uma vez que, apresentam um total de dezoito e dezanove ocorrências e uma média de publicação de 2016.6111 e 2016.4737, respetivamente. De realçar, que o item que se apresenta mais atual é “*autonomous vehicles*”, com uma média de publicação de 2019.6477.



**Figura 25** *Cluster Density Visualization*

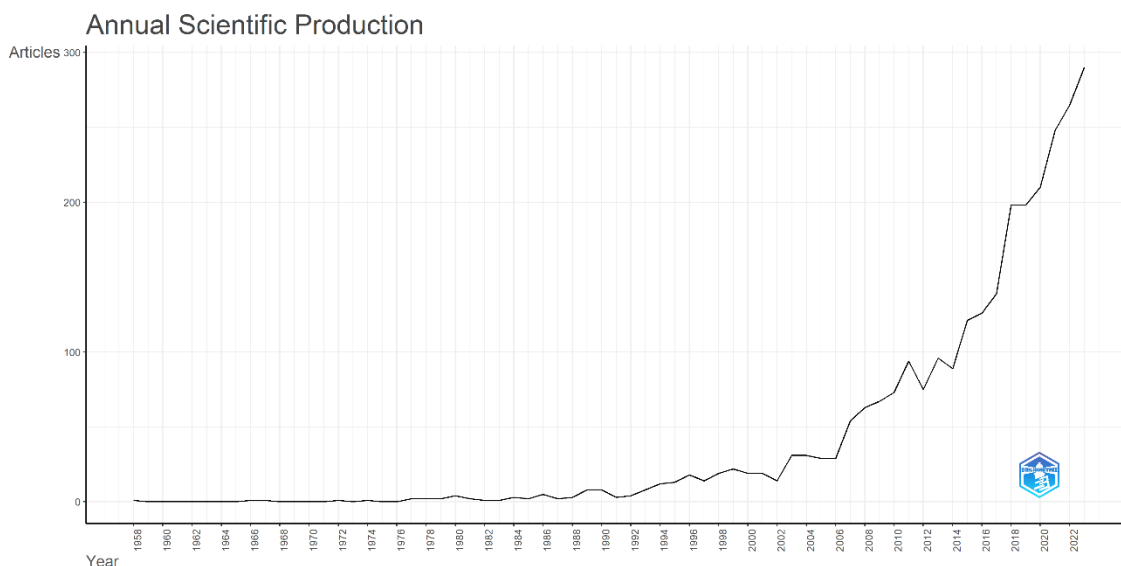
**Fonte:** Elaboração própria

### **3.1.3 Wos e Scopus unificadas – Resultados do R**

Após a análise individualizada dos dados de cada uma das duas bases de dados (Wos e Scopus), estas foram unidas através do *software RStudio*, com vista a serem apresentados os resultados globais do estudo.

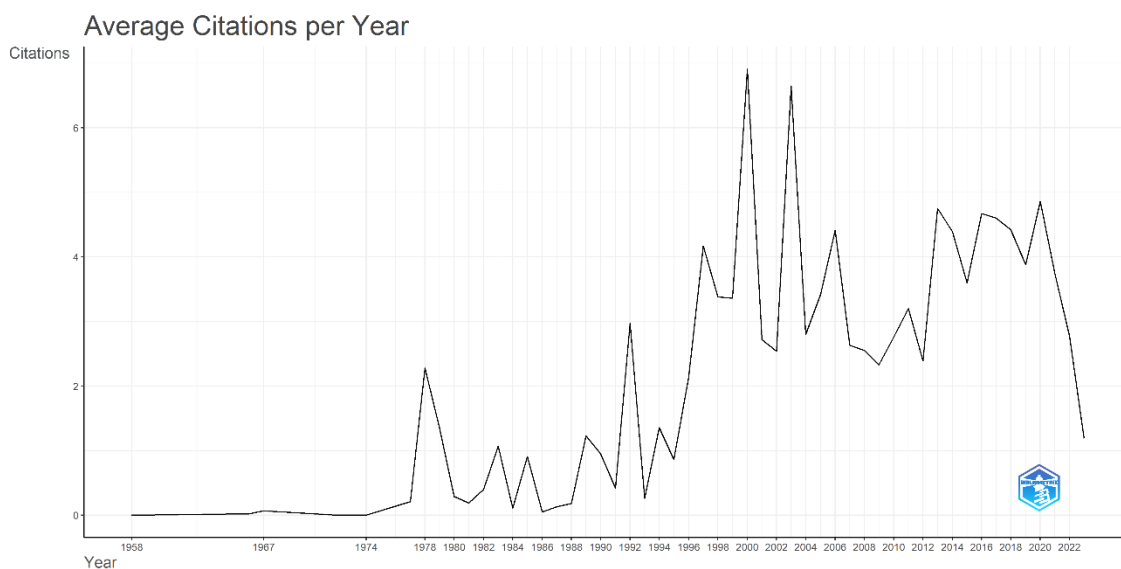
#### **Produção Científica Anual**

A Figura 26 apresenta a produção científica anual ou o número de artigos de investigação publicados entre 1958 e 2023, com base no seu nível de relevância para o tema do impacto da tecnologia na performance da indústria automóvel. Tem havido uma tendência genericamente ascendente, com ligeiras diminuições em 2012 e 2014. Especificamente, o número de publicações científicas aumentou constantemente de 89 (em 2014) para 2901 (em 2023). Isto pode dever-se à crescente adoção da tecnologia na indústria automóvel, o que pode ter levado a um aumento do interesse na crescente investigação científica nesse campo (Aalbers & Ma, 2023; Arcidiacono et al., 2023; Demir et al., 2023; Men et al., 2023; Rehman, Ashfaq, et al., 2023; Yamani et al., 2023). Espera-se que a investigação nesta área continue a aumentar no futuro, com a consolidação da Indústria 4.0 (Agarwal et al., 2023; Bhatia & Kumar, 2022; Kiel et al., 2017; Mousa & Morrar, 2023; Verma & Venkatesan, 2023; Wankhede & Vinodh, 2024; Yu et al., 2022) e com a crescente tendência dos veículos autónomos (Du et al., 2022; Kenesei et al., 2022; Stasinopoulos et al., 2021), veículos elétricos (García et al., 2023; Shi et al., 2022; Tarei et al., 2021; Yuan & Yuan, 2023), AI (Amini et al., 2022; H. Xu, 2022), *blockchain* (Feng et al., 2024; Kamble et al., 2023; Nigam et al., 2022; Rehman, Usman, et al., 2023; X. Xu et al., 2022) e produção *Lean* (Kamala et al., 2024; Maldonado-Guzmán, Pinzón-Castro, et al., 2023; Sahu et al., 2023; Vinodh et al., 2011), prevendo-se que mais artigos serão publicados na área do impacto da tecnologia na performance da indústria automóvel.



**Figura 26** Número de artigos por ano

**Fonte:** Elaboração própria



**Figura 27** Número de citações por ano

**Fonte:** Elaboração própria

A Tabela 11 e Figura 28 ilustram os países que mais produziram publicações sobre o tema do impacto da tecnologia na performance da indústria automóvel. Os dez principais países, em ordem decrescente, são (1) Estados Unidos da América, (2) China, (3) Índia, (4) Reino Unido, (5) Itália, (6) Alemanha, (7) Espanha, (8) França, (9) Brasil e (10)

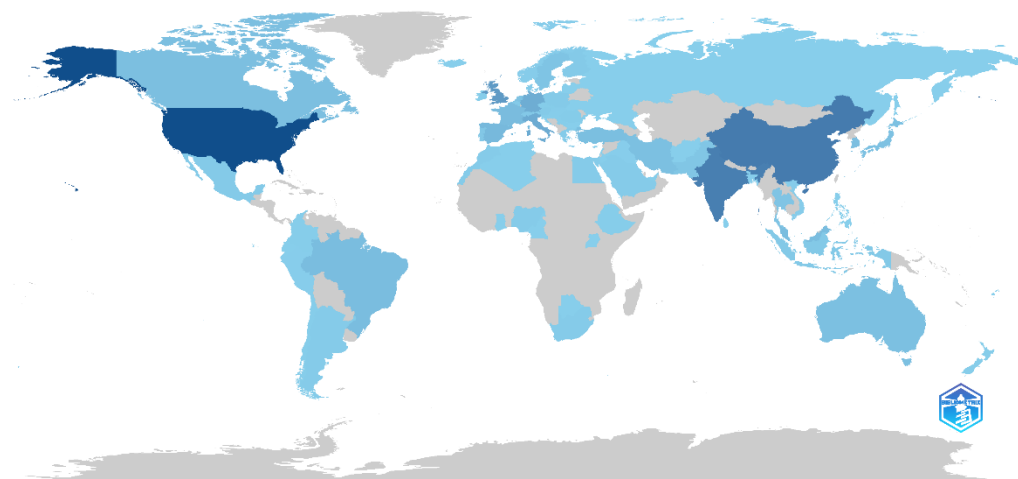
Malásia. Na Tabela 11 apresenta-se o número de publicações por país, de um total de 78 países e 3.727 publicações.

**Tabela 11** Número de publicações por País

País	Nº Publicações
USA	703
China	440
Índia	417
Reino Unido	273
Itália	181
Alemanha	169
Espanha	107
França	91
Brasil	86
Malásia	86

**Fonte:** Elaboração própria

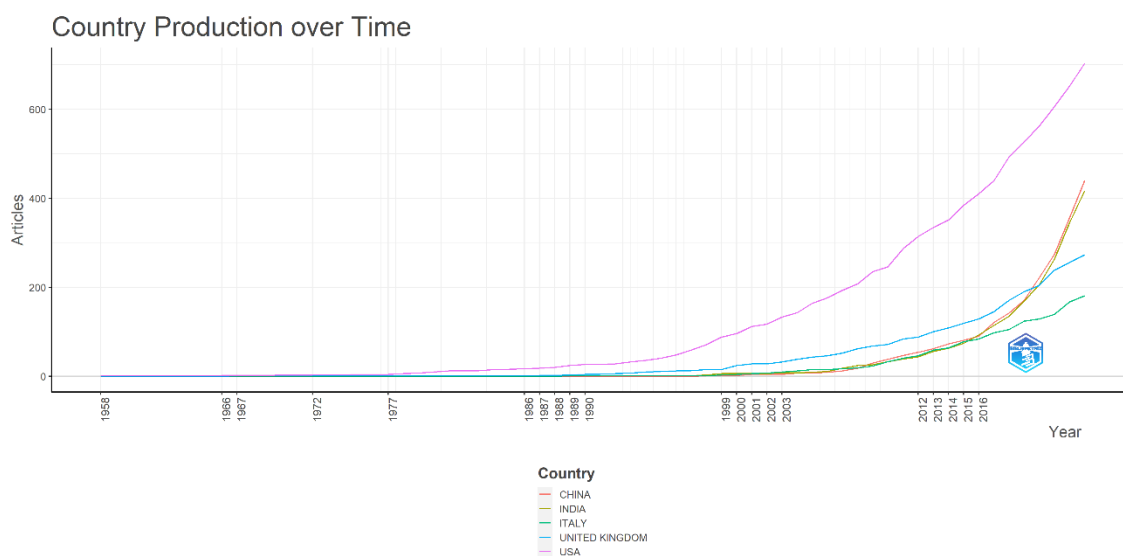
Country Scientific Production



**Figura 28** Produção Científica Mundial

**Fonte:** Elaboração própria

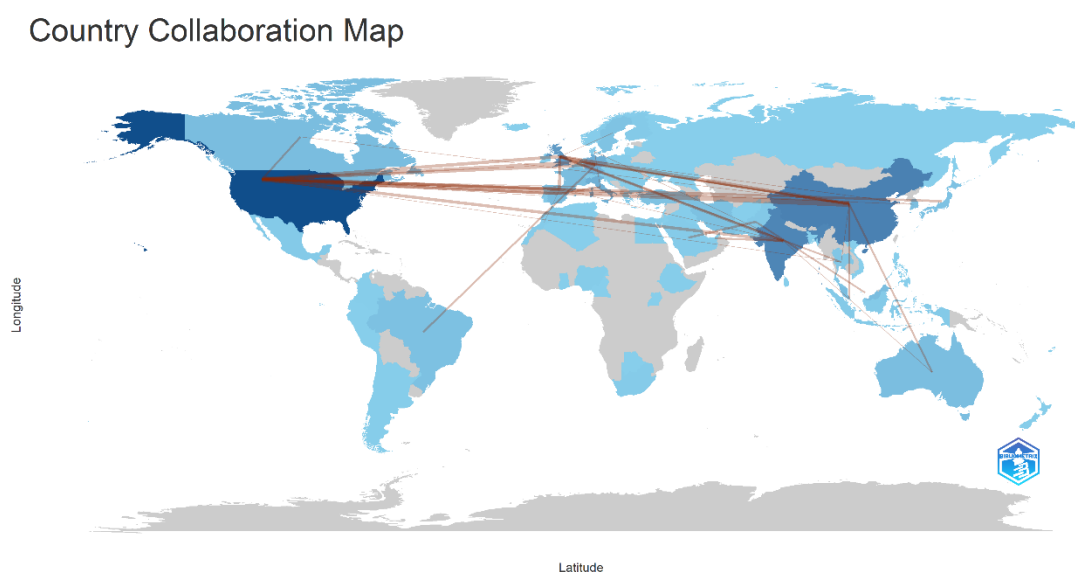
Na Figura 29 pode observar-se a produtividade científica dos países anteriormente referidos, no decurso do período temporal de análise.



**Figura 29** Produtividade Científica dos Países ao longo do tempo

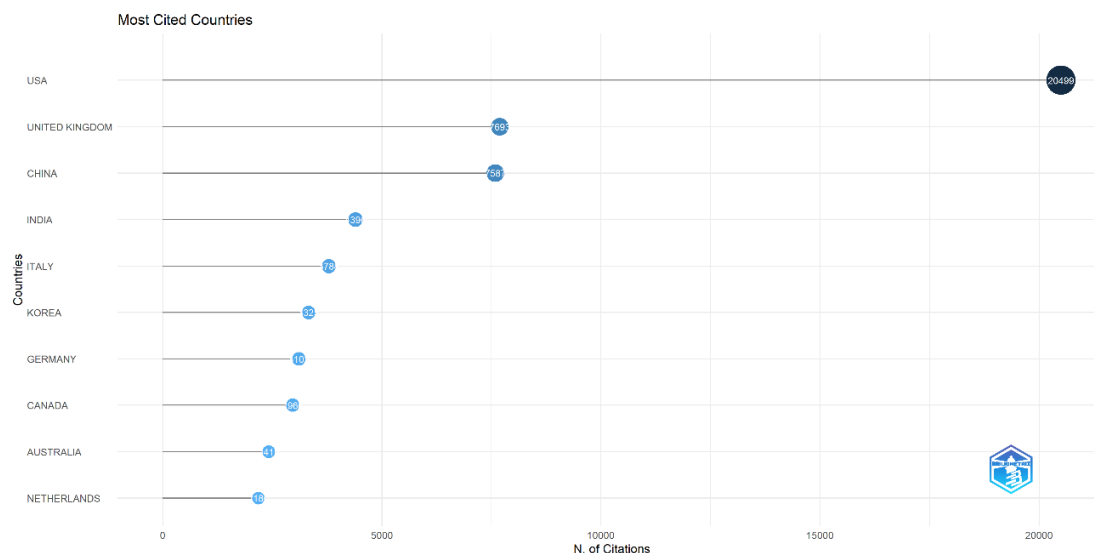
**Fonte:** Elaboração própria

A Figura 30 ilustra a representação gráfica das redes de colaboração entre os países e as suas publicações, permitindo identificar os países que mais colaboraram entre si nos temas em estudo. Por sua vez, a figura Figura 31 indica quais os países com mais citações.



**Figura 30** Colaboração entre Países

**Fonte:** Elaboração própria

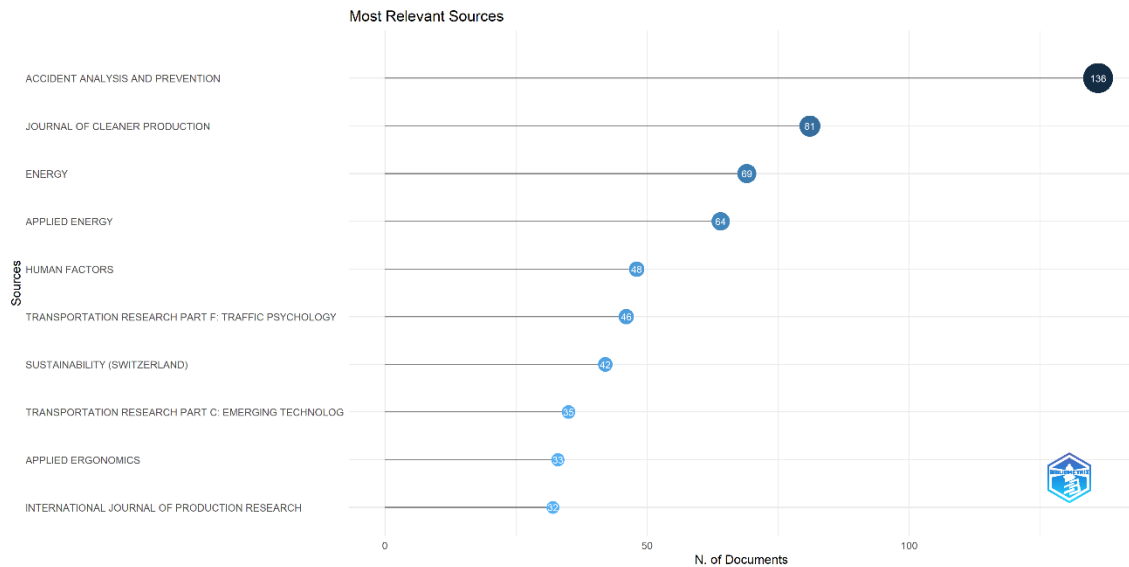


**Figura 31** Número de citações por País

**Fonte:** Elaboração própria

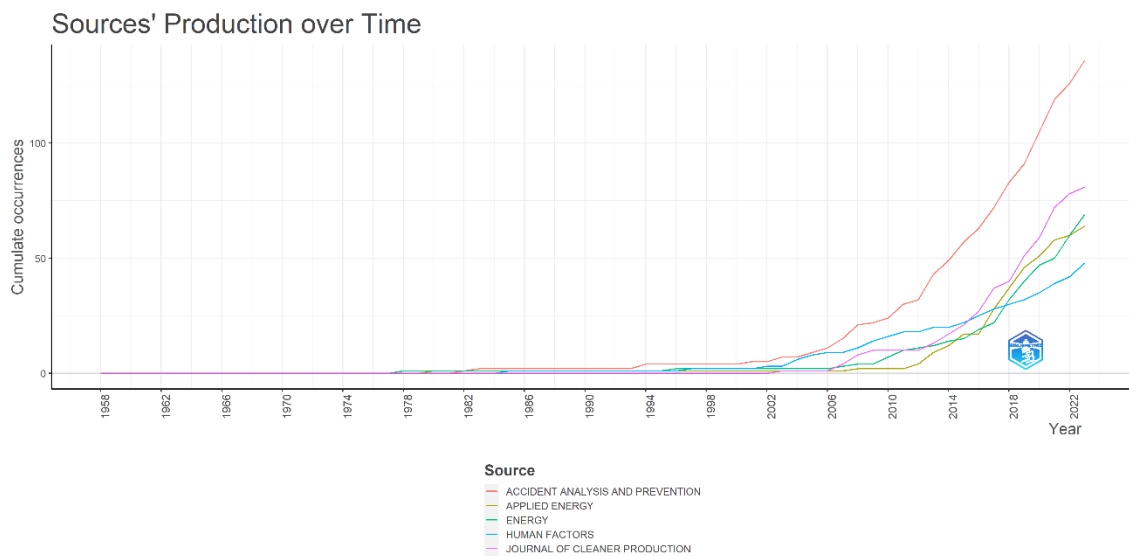
### Publicações por Revista Científica

A Figura 32 exibe as 10 revistas científicas com mais artigos publicados, para os termos analisados. A revista “*Accident Analysis and Prevention*” é a mais produtiva, com 136 artigos publicados. Outras revistas notáveis incluem “*Journal of Cleaner Production*”, “*Energy*” e “*Applied Energy*”. Além disso, a Figura 33 ilustra que “*Accident Analysis and Prevention*”, “*Journal of Cleaner Production*” e “*Energy*” são as revistas que tiveram o crescimento mais significativo nos últimos anos.



**Figura 32** Número de publicações por Revista Científica

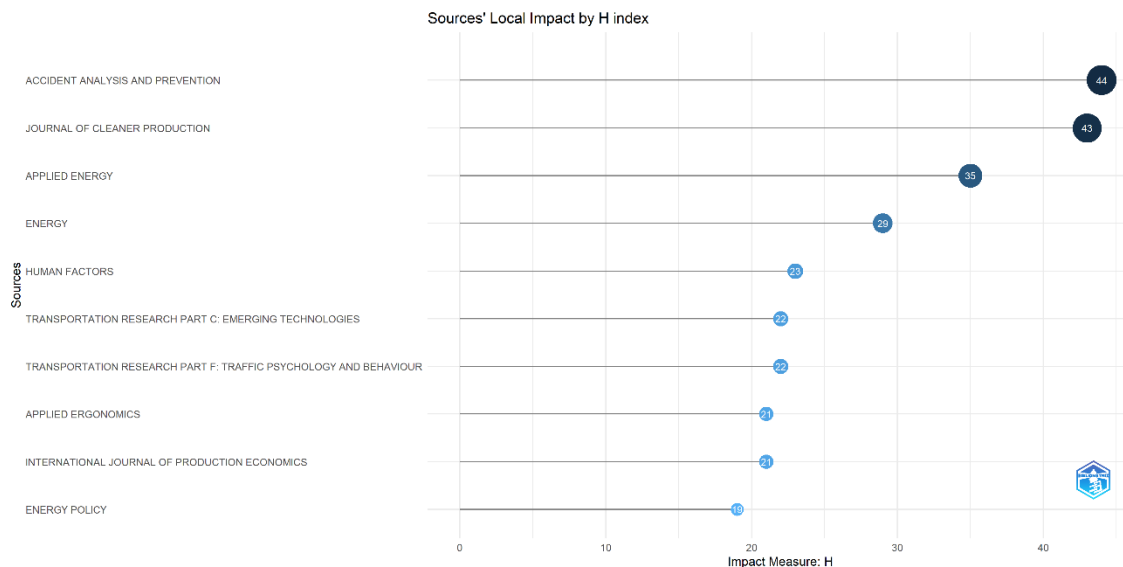
**Fonte:** Elaboração própria



**Figura 33** Produtividade Científica das Revistas Científicas ao longo do tempo

**Fonte:** Elaboração própria

Com base no *H-Index*, a revista científica mais importante é a “*Accident Analysis and Prevention*”, com 44 fatores de impacto, seguida das revistas “*Journal of Cleaner Production*” e “*Applied Energy*” com 44 e 35 fatores de impacto, respetivamente, como ilustrado na Figura 34.

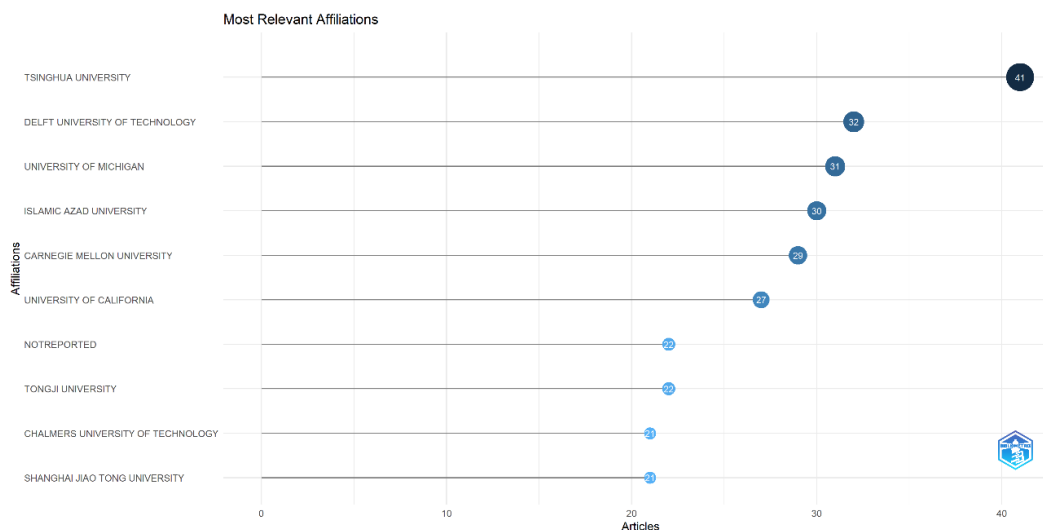


**Figura 34** Impacto das Revistas Científicas, por H-Index

Fonte: Elaboração própria

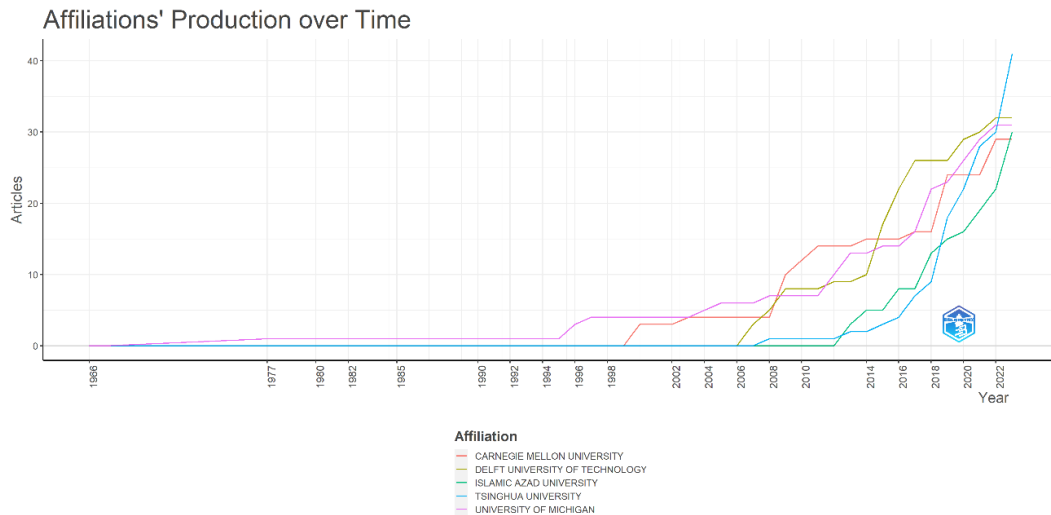
### Publicações por Organização

A Figura 35 e a Figura 36 evidenciam as organizações com mais publicações. A organização mais produtiva é a “Tsinghua University” com 41 artigos publicados. Seguem-se as organizações “Delft University of Technology” com 32 artigos publicados, a “University of Michigan” com 31 artigos publicados e a “Islamic Azad University” com 30 artigos publicados. Na Figura 36 pode observar-se a produtividade científica das organizações anteriormente referidas, no decurso do período temporal de análise.



**Figura 35** Número de publicações por Organização

Fonte: Elaboração própria

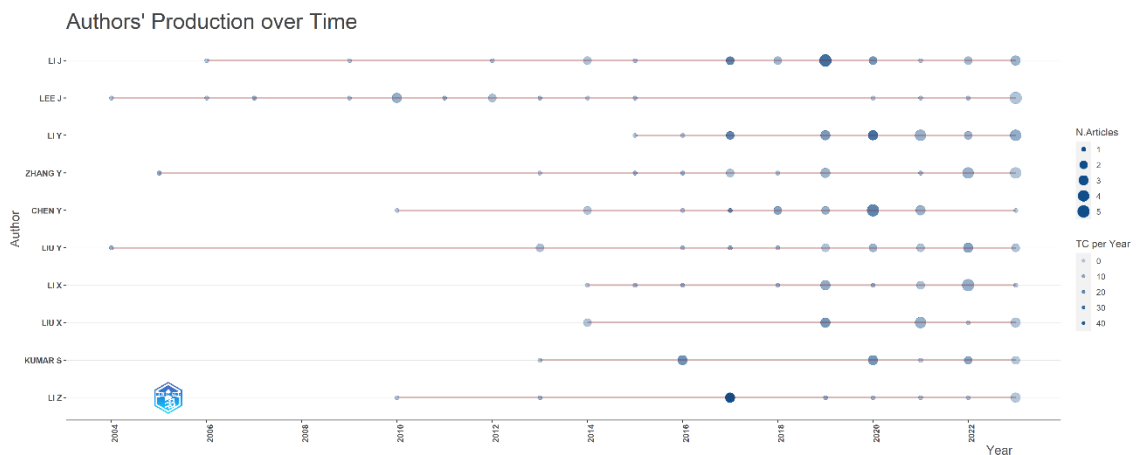


**Figura 36** Produtividade Científica das Organizações ao longo do tempo

Fonte: Elaboração própria

### Publicações por Autor

A Figura 37 e a Tabela 12 ilustram a produtividade científica dos autores dos artigos científicos que compõe os dados em estudo. A Figura 37 apresenta o fluxo de publicações dos autores mais prolíferos. O tamanho dos círculos representa o número de artigos, enquanto a intensidade da cor azul reflete o impacto da pesquisa em termos de número de citações. Nesse sentido, fica claro que há uma concentração da produção evidenciada na última década.



**Figura 37** Produtividade Científica dos Autores ao longo do tempo

Fonte: Elaboração própria

A Tabela 12 apresenta os 10 artigos mais citados, determinados pelo número total de citações no período de análise. Lee J. com 21 artigos publicados e 807 citações, tem o maior número de citações totais com base nos dados de 1958–2023 da WoS e *Scopus*, para o tema em estudo. Este facto indica que este autor está entre os investigadores ou autores mais influentes nesta área. Segue-se o autor Li J. com 23 artigos publicados e 662 citações e o autor Li Y. com 20 artigos publicados e 550 citações.

**Tabela 12** Lista dos autores mais citados

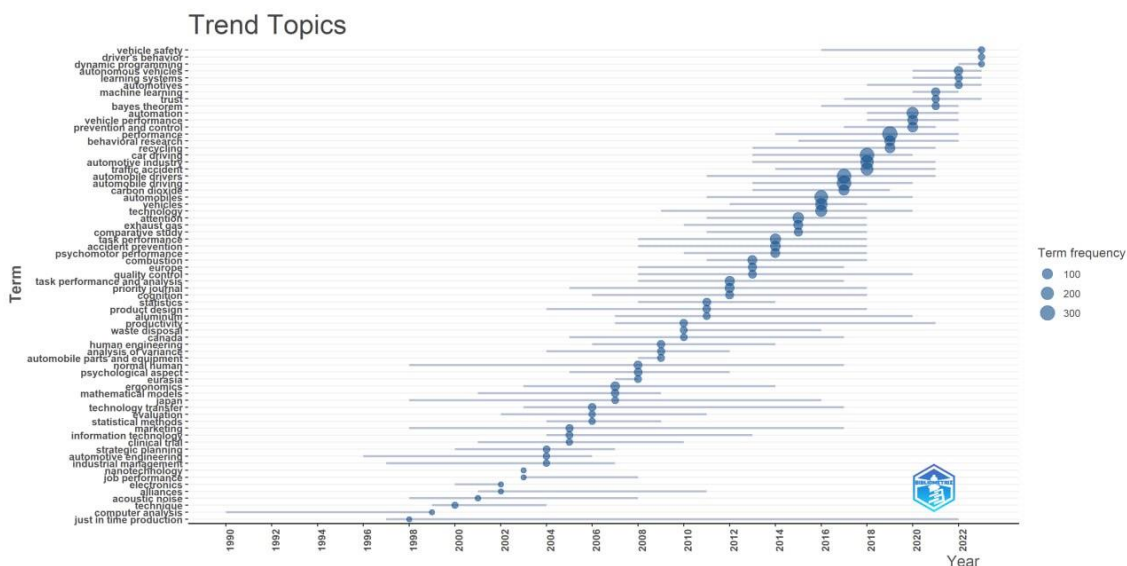
Nº	Autores	Total de Citações	Nº Publicações
1	Lee J.	807	21
2	Li J.	662	23
3	Li Y.	550	20
4	Zhang Y.	537	19
5	Chen Y.	526	18
6	Li Z.	495	12
7	Liu Y.	482	17
8	Kumar S.	312	12
9	Li X.	303	16
10	Liu X.	171	13

**Fonte:** Elaboração própria

### **Itens mais frequentes**

A Figura 38 e a Tabela 13 apresentam os termos mais frequentes, dos artigos científicos em análise, ao longo do tempo. O tamanho dos círculos representa a frequência do termo, enquanto a dimensão da barra reflete o período em que o termo teve impacto.

O termo com maior frequência é “*performance*”, no período de 2014 a 2022. O termo seguinte com maior frequência é “*car driving*”, no período de 2013 a 2020.



**Figura 38** Termos mais frequentes ao longo do tempo

Fonte: Elaboração própria

**Tabela 13** Frequência dos termos mais relevantes

Termo	Frequência	Ano início	Ano fim
performance	327	2014	2022
car driving	267	2013	2020
automobile drivers	265	2011	2021
automobile driving	263	2013	2020
automobiles	222	2011	2020
automotive industry	203	2013	2021
traffic accident	177	2014	2021
vehicles	160	2012	2018
technology	148	2009	2020
automation	141	2018	2022

Fonte: Elaboração própria



Figura 39 Nuvem das palavras mais relevantes

Fonte: Elaboração própria

### **3.2 Revisão de Literatura Sistemática**

A relação entre a tecnologia e a performance na indústria automóvel proporciona cativantes perspectivas de investigação. O estudo das referências que emergem nos artigos sobre este tema são fundamentais para a exploração e compreensão do impacto que a tecnologia tem tido, ao longo dos tempos, na performance da indústria automóvel. Por forma a responder à segunda questão de investigação proposta, a presente dissertação revisa sistematicamente a literatura na área, com vista a enaltecer os estudos já desenvolvidos e corroborando que o impacto, cada vez maior, que a tecnologia tem em todos os setores, mas particularmente na indústria automóvel, altera as vantagens competitivas das organizações, demonstrando que é de extrema importância que estas explorem formas de melhorar a sua performance financeira, bem como melhorar os restantes processos, nomeadamente produtivo, logístico e qualidade, simultaneamente, criando valor para os seus *stakeholders*.

A literatura sugere que a indústria automóvel e as tecnologias de informação estão intrinsecamente interligadas. Estas permitem padrões de eficiência cada vez mais elevados, tendo também a capacidade de influenciar o desenvolvimento sustentável social e ambiental. As tecnologias digitais estão a transformar a indústria automóvel e surgem novas oportunidades de negócio relacionadas com a Indústria 4.0, tendo as empresas que se adaptar. Llopis-Albert et al. (2021) apresentam uma análise comparativa qualitativa para analisar o impacto futuro da transformação digital nos modelos de desempenho de negócios e na satisfação dos diferentes intervenientes. As conclusões mostram que é necessário investir em medidas adequadas de adaptação à transformação digital e, assim, os fabricantes acabarão por ter maiores lucros, produtividade e competitividade. Do ponto de vista dos consumidores, haverá acesso a mais e melhores serviços e maior satisfação com os serviços requeridos.

As tecnologias da Indústria 4.0 permitem melhorar a performance. Segundo Kamble et al. (2020), a Indústria 4.0 é a última tendência nas tecnologias de manufatura, que transformam os sistemas existentes em sistemas de fabrico inteligentes, por meio do suporte de automação, troca de dados, sistemas ciberfísicos (CPS), computação em nuvem, robótica, *Big Data*, AI, IoT e técnicas industriais semiautónomas. Estes autores descobriram que esta transformação torna a empresa mais competitiva, sendo a

performance avaliada em termos de custos, qualidade, flexibilidade, sustentabilidade social e ambiental, entre outros.

O aparecimento da Indústria 4.0 faz emergir novamente os conceitos de *Lean* dentro do meio industrial, uma vez que fornece ferramentas de controlo, otimização em tempo real e análise preditiva, permitindo um ajuste fino de cada processo industrial, convergindo num aumento de performance (Utiyama et al., 2023). Segundo Katsigiannis et al. (2024), o recurso a ferramentas de simulação permite modelar e combinar um conjunto de técnicas e recursos *Lean* de modo a obter melhores níveis de desempenho. Esta abordagem sugere o uso de ferramentas tecnologicamente evoluídas permitindo desenhar processos mais afinados desde a sua conceção, reduzido o desperdício de tempo e recursos. Esta metodologia é amplamente representativa nos artigos em análise Kamala et al. (2024), Kumar et al. (2016), Maldonado-Guzmán et al. (2023), Sahu et al. (2023) e Swarnakar & Vinodh (2016).

A combinação de inovações e tecnologias digitais, com avanços como robótica, inteligência artificial, IoT, IoS, *Big Data*, sistemas ciberfísicos, entre outros, é amplamente estudada pelos autores dos artigos em análise, nomeadamente Dremel et al. (2020), Gupta & Goyal (2021), Kusi-Sarpong et al. (2021), Lacam & Salvetat (2021), L. Liu et al. (2022), Plantec et al. (2023) e Ponraj & Vigneswaran (2019). Também Bag et al. (2021) com vista a darem resposta à limitada pesquisa existente sobre as razões pelas quais as empresas envolvidas em atividades de produção adotam inteligência artificial baseada em análise de *Big Data*, com este estudo, pretendem elucidar de que forma as empresas da indústria automóvel configuram recursos tangíveis e habilidades de força de trabalho para impulsionar a capacitação tecnológica e melhorar as práticas de fabricação sustentáveis e desenvolver a economia circular, sob os efeitos moderadores da flexibilidade organizacional e do dinamismo da indústria. É também de destacar que a combinação das tecnologias acima descritas se traduz na *business intelligence*, sendo a forma de criar valor com estas tecnologias (Rodrigues et al., 2021; Sangari & Razmi, 2015).

A tecnologia de condução autónoma é outro dos temas abordados nos artigos em análise. Marcano et al. (2020) fazem uma síntese completa do controlo partilhado em veículos autónomos, com ênfase no conceito, categorias, algoritmos e status da tecnologia. O mercado dos veículos autónomos tem vindo a aumentar, melhorando a experiência de condução e mitigando desvantagens da condução manual (Marcano et al., 2020). Também

Liu et al. (2017), Lyu et al. (2019) e Rahman et al. (2018) apresentaram vantagens da implementação de sistemas de assistência ao condutor (ADAS).

Por sua vez, Bai et al. (2020) argumentam que os princípios e objetivos das tecnologias da Indústria 4.0 não se limitam aos negócios organizacionais convencionais e ao desempenho económico, mas que podem também contribuir para uma sociedade mais sustentável, recomendando que a adoção da tecnologia da Indústria 4.0 pode ser aproveitada para melhorar o impacto da sustentabilidade, mas que cada tecnologia precisa de ser cuidadosamente avaliada, uma vez que uma tecnologia específica influenciará de forma variável as dimensões da indústria e da sustentabilidade.

A sustentabilidade ambiental foi estudada por Cusenza et al. (2019) e por Shahjalal et al. (2022), mais concretamente o desempenho ambiental das baterias de lítio, utilizadas nos veículos elétricos, de modo a avaliar a sustentabilidade da mobilidade elétrica. Foram avaliadas as várias fases do ciclo de vida e os principais impactos, bem como possíveis cenários de reciclagem e reutilização para estas. Outros autores como Iswanto et al. (2020), Maldonado-Guzmán, Garza-Reyes, et al. (2023), Shyna & Ranganathan (2022), Urain et al. (2022) e Yu et al. (2022) deram o seu contributo para esta temática da sustentabilidade ambiental. Também com foco na sustentabilidade ambiental, Böckin & Tillman (2019) ilustram a relevância da impressão 3D, que é uma tecnologia emergente, com potencial para diminuir o impacto ambiental na indústria.

A tendência crescente de consciência e proteção ambiental na China levou os autores Li et al. (2020) a estudarem a gestão sustentável da cadeia de abastecimentos, utilizando medidas inovadoras e tecnológicas, com vista a mitigar os efeitos ambientais negativos. Para tal, apresentam dois casos reais, verificar as descobertas e gerar *insights* adicionais, que possam contribuir para a literatura e fornecem orientação para ajudar governos e empresas. Outros autores estudaram também esta temática, nomeadamente, Chavez et al. (2016), Kannan et al. (2013) e Panpatil et al. (2023). A cadeia de abastecimentos ou *supply chain* é, aliás, um tema muito estudado por vários autores da seleção de artigos em estudo, nomeadamente Demir et al. (2023), Kotabe et al. (2003), Rehman, Usman, et al. (2023), Sánchez & Pérez (2005), Vanichchinchai & Igel (2011) e X. Xu et al. (2022). Pode ser descrito como a cadeia que liga várias entidades, desde o cliente ao fornecedor, através da produção e dos serviços, para que o fluxo de materiais, dinheiro e informações possa ser gerido de forma eficaz para satisfazer os requisitos do negócio (Govindan et al., 2014).

### **3.3 Futuras Investigações**

A Tabela 14 apresenta os 20 artigos científicos mais citados globalmente na área do impacto da tecnologia na performance da indústria automóvel. Os artigos mais recentes e mais citados são “*Industry 4.0 Technologies Assessment A Sustainability Perspective*”, e Bai et al. (2020) com 542 citações, seguido por “*Role Of Institutional Pressures And Resources In The Adoption Of Big Data Analytics Powered Artificial Intelligence Sustainable Manufacturing Practices And Circular Economy Capabilities*”, Bag et al. (2021) com 288 citações, e “*Green Supply Chain Management In Chinese Firms Innovative Measures And The Moderating Role Of Quick Response Technology*”, de Li et al. (2020) com 213 citações. Isto demonstra que estes artigos são três das pesquisas de maior impacto no campo do tema em estudo, nas ciências sociais, alicerçado nas bases de dados WoS e Scopus de 1958 a 2023.

Bai et al. (2020) identificam os principais desafios das tecnologias da Indústria 4.0 para contribuir para a melhoria da sociedade sustentável. Este estudo revela-se de grande importância, uma vez que analisam as aplicações e implicações da Indústria 4.0 na sustentabilidade. Bag et al. (2021) abordam a importância da inteligência artificial baseada na análise de *Big Data*, na indústria automóvel. Este estudo oferece importantes dados sobre o papel das pressões institucionais sobre os recursos e seus efeitos na adoção de inteligência artificial baseada na análise de *Big Data*, e como isso afeta as capacidades de produção sustentável e de economia circular sob os efeitos moderadores da flexibilidade organizacional e do dinamismo da indústria. Li et al. (2020) investigam sobre a gestão sustentável da cadeia de abastecimentos nas empresas chinesas, como forma de mitigar os efeitos negativos das empresas sobre o ambiente. Este estudo fornece orientações a fim de apoiar governos e empresas a estabelecer políticas eficazes e inovadoras, nesta área do estudo. Kamble et al. (2020) apresentam um sistema de medição de desempenho para a Indústria 4.0 permitiu um sistema de manufatura inteligente em PME's. Este estudo identifica e valida medidas de desempenho relevantes para a avaliação de investimentos em PME's fabricantes de componentes automóveis, sediadas na Índia.

**Tabela 14** 20 artigos mais citados (2019-2023)

Título	Autor	Revista Científica	Ano	Citações
Industry 4.0 technologies assessment a sustainability perspective	Bai C; Dallasega P; Orzes G; Sarkis J	International Journal Of Production Economics	2020	542
Role of institutional pressures and resources in the adoption of big data analytics powered artificial intelligence sustainable manufacturing practices and circular economy capabilities	Bag S; Pretorius J; Gupta S; Dwivedi Y	Technological Forecasting And Social Change	2021	288
Green supply chain management in chinese firms innovative measures and the moderating role of quick response technology	Li G; Li L; Choi T; Sethi S	Journal Of Operations Management	2020	213
A performance measurement system for industry 4.0 enabled smart manufacturing system in smmes a review and empirical investigation	Kamble S; Gunasekaran A; Ghadge A; Raut R	International Journal Of Production Economics	2020	193
Impact of digital transformation on the automotive industry	Llopis-Albert C; Rubio F; Valero F	Technological Forecasting And Social Change	2021	190
Energy and environmental assessment of a traction lithiumion battery pack for plugin hybrid electric vehicles	Cusenza M; Bobba S; Ardente F; Cellura M; Di P F	Journal Of Cleaner Production	2019	169
Environmental assessment of additive manufacturing in the automotive industry	Böckin D; Tillman A	Journal Of Cleaner Production	2019	165
A review on second life of liion batteries prospects challenges and issues	Shahjalal M; Roy P; Shams T; Fly A; Chowdhury J; Ahmed M; Liu K	Energy	2022	152
A review on multiphase drives for automotive traction applications	Salem A; Narimani M	Ieee Transactions On Transportation Electrification	2019	149
Barriers to the adoption of electric vehicles evidence from india	Tare P; Chand P; Gupta H	Journal Of Cleaner Production	2021	111
Expert assessments of the cost and expected future performance of proton exchange membrane fuel cells for vehicles	Whiston M; Azevedo I; Litster S; Whitefoot K; Samaras C; Whitacre J	Proceedings Of The National Academy Of Sciences Of The United States Of America	2019	107
Cooling performance of nanofluid submerged vs nanofluid circulated battery thermal management systems	Jilte R; Kumar R; Ahmadi M	Journal Of Cleaner Production	2019	102
A review of shared control for automated vehicles theory and applications	Marcano M; Diaz S; Perez J; Irigoyen E	Ieee Transactions On Human-Machine Systems	2020	96
A numerical exploration of modified secondgrade nanofluid with motile microorganisms thermal radiation and wus slip	Li Y; Waqas H; Imran M; Farooq U; Mallawi F; Tlili I	Symmetry-Basel	2020	93
High performance planar germaniumonsilicon singlephoton avalanche diode detectors	Vines P; Kuzmenko K; Kirdoda J; Dumas ; Derek C S D; Mirza M; Millar R; Paul D; J. J; Buller G	Nature Communications	2019	91
Endoflife vehicle elv recycling management improving performance using an ism approach	Zhou F; Lim M; He Y; Lin Y; Chen S	Journal Of Cleaner Production	2019	90
Circular economy practices and industry 4.0 technologies a strategic move of automobile industry	Yu Z; Khan S; Umar M	Business Strategy And The Environment	2022	87
Online accurate state of health estimation for battery systems on realworld electric vehicles with variable driving conditions considered	Hong J; Wang Z; Chen W; Wang L; Lin P; Qu C	Journal Of Cleaner Production	2021	87
Using the utaut2 model to explain public acceptance of conditionally automated 13 cars a questionnaire study among 9118 car drivers from eight European countries	Nordhoff S; Louw T; Innamaa S; Lehtonen E; Beuster A; Torrao G; Bjorvatn A; Kessel T; Malin F; Happee R; Merat N	Transportation Research Part F: Traffic Psychology And Behaviour	2020	83
Developing novel 5th generation district energy networks	Revesz A; Jones P; Dunham C; Davies G; Marques C; Matabuena R; Scott J; Maidment G	Energy	2020	81

Fonte: Elaboração própria

## CONCLUSÃO

O objetivo principal do presente trabalho assentava em responder a três objetivos distintos: análise bibliométrica; revisão de literatura sistemática; e futuras investigações sobre o impacto da tecnologia na performance da indústria automóvel.

Para tal, recorreu-se às bases de dados da WoS e *Scopus* e com recurso aos *softwares VOSviewer* e *RStudio (Biblioshiny)*, procedeu-se à análise bibliométrica dos dados, revisão de literatura sistemática e futuras investigações. Os resultados descritos permitem-nos concluir que os temas mais estudados foram sobre a indústria automóvel, a performance, a tecnologia, a inovação, a sustentabilidade e a gestão. Concluiu-se pela análise bibliométrica que este é um tema atual e que carece de estudos principalmente no que se refere à ligação com outros itens importantes e pouco estudados, nomeadamente práticas sustentáveis e metodologia *Lean*, que são dois pilares importantes do desenvolvimento sustentável dos negócios (Azevedo et al., 2012), sendo que a implementação desta práticas ao longo de toda a cadeia de abastecimento (*supply chain*) permite um melhor desempenho social, ambiental e económico (Govindan et al., 2014) e ainda a redução de custos e lead time, melhoria do fluxo de processos, conformidade com as expectativas dos clientes, melhoria da qualidade ambiental, bem como a moral e comprometimento dos funcionários (Vinodh et al., 2011).

A implementação da Indústria 4.0 assume contornos complexos, de modo que para fornecer respostas rápidas nestes mercados dinâmicos, as empresas necessitam de inovação e de tecnologias avançadas, como é o caso da ferramenta tecnológica *business intelligence* (BI), que pode ser usado tanto para o processamento da informação como para a tomada de decisões estratégicas nas empresas, através de informação eficiente e tratamento dos dados. A implementação de BI gera melhor desempenho, eficiência, produtividade, crescimento do negócio, planeamento de recursos, relacionamento fornecedor-comprador e reduções de custos, o que pode levar a uma vantagem competitiva. A par da Indústria 4.0, a BI pode ter um impacto significativo não apenas nos processos produtivos, mas também na gestão dos projetos das empresas, nos ganhos globais de eficiência e sustentabilidade, no funcionamento e no futuro das regiões (Romero et al., 2021).

### **Contribuições Teóricas**

Com esta abordagem pioneira, demonstrámos a importância da revisão da literatura, identificando novos campos de análise de investigação no âmbito do impacto da tecnologia na performance da indústria automóvel. O presente estudo tem como objetivo destacar essa área de investigação. Primeiramente, conseguimos identificar o rápido progresso no tema investigado; em segundo lugar, identificamos os temas mais relevantes para a literatura, bem como as suas lacunas e sugestões para futuras pesquisas, apresentando assim oportunidades e prioridades para pesquisas futuras, onde destacamos o seguinte: *business intelligence*, inovação, estratégia e vantagem competitiva, uma vez que são temas que carecem de pesquisa. Sugere também que a próxima investigação poderia concentrar-se na Indústria 4.0, na metodologia *Lean, supply chain* e outros fatores que influenciam a performance financeira nas empresas.

### **Contribuições Práticas**

Este estudo fornece implicações práticas consideráveis. Em primeiro lugar, a nossa análise ajudará os líderes empresariais a compreender a importância do papel da tecnologia no desenvolvimento de vantagens competitivas, potenciando a performance empresarial. Os padrões de publicação ao longo do tempo tendem a indicar que a tecnologia promove a performance empresarial, especialmente na indústria automóvel. Os resultados não só fornecem orientação e referência para líderes seniores interessados em aplicar a tecnologia e I&D na estratégia empresarial, mas também para novos líderes à medida que surgem. Esta investigação proporciona também aos líderes o conhecimento dos stakeholders que os podem apoiar no desenvolvimento e implementação de novas tecnologias significativas. Para além disso, permite informar o estado da arte para que potenciais investidores e reguladores percebam a pressão necessária para que a utilização da tecnologia seja eficaz no desenvolvimento da performance.

### **Limitações e Futuras Investigações**

Atualmente, o mapeamento científico é considerado um complemento útil para síntese e meta-análise de investigação. No entanto, os métodos de revisão não são substituídos, dado o facto de oferecerem avaliações e resultados de baixa qualidade de inferência

integrados num corpo de literatura. Nesse sentido, este trabalho apresenta algumas limitações.

A utilização de análises bibliométricas baseadas em decisões técnicas específicas, como a seleção de campos de pesquisa, pode resultar na omissão de dados e documentos importantes para o desenvolvimento de análises mais abrangentes, podendo ser reconhecida como uma limitação. Além disso, deve-se notar que uma análise bibliométrica fornece uma análise puramente descritiva e pode carecer de profundidade e detalhes para produzir resultados e conclusões mais abrangentes, rigorosos e informativos. Portanto, em estudos futuros seria relevante considerar. Com base nos dados, outra limitação são os resultados obtidos no ano de 2024, uma vez que os dados foram reunidos apenas até 31 de dezembro de 2023. Assim, a informação relativa a este ano deverá ser abordada com cuidado, tendo em conta o período abrangido. Além disso, mesmo que apenas artigos da mais alta qualidade fossem considerados, outros trabalhos, como artigos de conferências, capítulos de livros ou dissertações, podem fornecer pistas preciosas sobre futuras tendências de investigação. A última limitação está relacionada com os estudos incluídos na nossa base de dados, que apesar de abrangerem mais de seis décadas, a análise foi feita como um todo, podendo ser interessante analisá-la década a década ou considerar diferentes ciclos temporais, com base em acontecimentos mundiais marcantes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aalbers, R., & Ma, R. (2023). The Roles of Supply Networks and Board Interlocks in Firms Technological Entry and Exit: Evidence from the Chinese Automotive Industry. *Management and Organization Review*, 19, 1–37. <https://doi.org/10.1017/mor.2023.5>
- Agarwal, V., Hameed, A. Z., Malhotra, S., Mathiyazhagan, K., Alathur, S., & Appolloni, A. (2023). Role of Industry 4.0 in agile manufacturing to achieve sustainable development. *Business Strategy and the Environment*, 32(6), 3671–3688. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/bse.3321>
- Aliasghar, O., Sadeghi, A., & Rose, E. L. (2023). Process innovation in small- and medium-sized enterprises: the critical roles of external knowledge sourcing and absorptive capacity. *Journal of Small Business Management*, 61(4), 1583–1610. <https://doi.org/10.1080/00472778.2020.1844491>
- Aliebrahimi, S., & Miller, E. E. (2023). Effects of cybersecurity knowledge and situation awareness during cyberattacks on autonomous vehicles. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 96, 82–91. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.trf.2023.06.010>
- Amini, M., Bagheri, A., & Delen, D. (2022). Discovering injury severity risk factors in automobile crashes: a hybrid explainable AI framework for decision support. *Reliability Engineering & System Safety*, 226. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.res.2022.108720>
- Araújo, C. A. (2006). Bibliometria: evolução histórica e questões atuais. *Em Questão*, 12(1), 11–32.
- Archambault, É., Campbell, D., Gingras, Y., & Larivière, V. (2009). Comparing bibliometric statistics obtained from the Web of Science and Scopus. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 60(7), 1320–1326. <https://doi.org/10.1002/asi.21062>
- Arcidiacono, F., Ancarani, A., Di Mauro, C., & Schupp, F. (2023). What drives I4.0 adoption establishing the importance of strategy. *IEEE Engineering Management Review*, 51(3), 33–41. <https://doi.org/10.1109/EMR.2023.3281549>

- Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959–975. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>
- Azambuja, A. J. G. (2020). *Modelo de maturidade da arquitetura da informação para mitigar os impactos sociais dos riscos relacionados com a privacidade, segurança e perda de valor das informações disponibilizadas no ambiente do Big Data*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Bag, S., Pretorius, J. H. C., Gupta, S., & Dwivedi, Y. K. (2021). Role of institutional pressures and resources in the adoption of big data analytics powered artificial intelligence, sustainable manufacturing practices and circular economy capabilities. *Technological Forecasting and Social Change*, 163. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120420>
- Bai, C., Dallasega, P., Orzes, G., & Sarkis, J. (2020). Industry 4.0 technologies assessment: A sustainability perspective. *International Journal of Production Economics*, 229. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107776>
- Becattini, G. (2003). *The Technological Evolution of Industrial Districts* (F. Belussi, G. Gottardi, & E. Rullani, Eds.; Vol. 29). Springer US. <https://doi.org/10.1007/978-1-4615-0393-4>
- Bhatia, M. S., & Kumar, S. (2022). Critical Success Factors of Industry 4.0 in Automotive Manufacturing Industry. *IEEE TRANSACTIONS ON ENGINEERING MANAGEMENT*, 69(5). <https://doi.org/10.1109/TEM.2020>
- Bhatia, M. S., & Kumar, S. (2023). An empirical analysis of critical factors of Industry 4.0: a contingency theory perspective. *International Journal of Technology Management*, 91(1–2), 82–106. <https://doi.org/10.1504/IJTM.2023.10052651>
- Bigliardi, B., Bottani, E., & Casella, G. (2020). Enabling technologies, application areas and impact of Industry 4.0: a bibliographic analysis. *Procedia Manufacturing*, 42, 322–326. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.02.086>
- Böckin, D., & Tillman, A. M. (2019). Environmental assessment of additive manufacturing in the automotive industry. *Journal of Cleaner Production*, 226, 977–987. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.086>

- Börner, K., Chen, C., & Boyack, K. W. (2005). Visualizing knowledge domains. *Annual Review of Information Science and Technology*, 37(1), 179–255. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/aris.1440370106>
- Boyack, K. W., Klavans, R., & Börner, K. (2005). Mapping the backbone of science. *Budapest Scientometrics, and Springer*, 64(3), 351–374. <https://doi.org/10.1007/s11192-005-0255-6>
- Broadus, R. N. (1987). Toward a definition of “bibliometrics.” *Scientometrics*, 12(5–6), 373–379. <https://doi.org/10.1007/bf02016680>
- Brown, D., Flickenschild, M., Mazzi, C., Gasparotti, A., Panagiotidou, Z., Dingemans, J., & Bratzel, S. (2021). *Ecorys, O futuro do setor automóvel da UE*. <https://www.europarl.europa.eu/committees/pt/supporting-analyses/sa-highlights>
- Bufrem, L., Silva, F., Sobral, N., & Correia, A. (2016). Produção internacional sobre ciência orientada a dados: análise dos termos Data Science e E-Science na Scopus e na Web of Science. *Informação & Informação*, 21(2), 40–67. <https://doi.org/10.5433/1981-8920.2016v21n2p40>
- Cancela, B. L., Coelho, A., Fontoura, P., & Rato, A. (2023). *Sustainability disclosure - a literature review and bibliometric analysis* (pp. 139–168). <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-9076-1.ch007>
- Carvalho, E. (2008). Inovação tecnológica na indústria automobilística: características e evolução recente. *Economia e Sociedade*, 17, n. 3(34), 429–461.
- Ceyhan, İ. F., & Kara, M. (2023). Analyzing the financial performance of automotive companies before and after Industry 4.0: an application in the bist sustainability index. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 10(1), 183–205. <https://doi.org/10.30798/makuiibf.1097382>
- Chadegani, A., Salehi, H., Yunus, M., Farhadi, H., Fooladi, M., Farhadi, M., & Ebrahim, N. (2013). A comparison between two main academic literature collections: Web of Science and Scopus Databases. *Asian Social Science*, 9(5), 18–26. <https://doi.org/10.5539/ass.v9n5p18>
- Chavez, R., Yu, W., Feng, M., & Wiengarten, F. (2016). The Effect of Customer-Centric Green Supply Chain Management on Operational Performance and Customer

- Satisfaction. *Business Strategy and the Environment*, 25(3), 205–220. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/bse.1868>
- Cobo, M. J., López-Herrera, A. G., Herrera-Viedma, E., & Herrera, F. (2011). Science mapping software tools: Review, analysis, and cooperative study among tools. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 62(7), 1382–1402. <https://doi.org/10.1002/asi.21525>
- Coelho, P. (2016). *Rumo à Indústria 4.0*. UC - Departamento de Engenharia Mecânica.
- Cole, M. (2021). *Presidente e diretor executivo da Hyundai Motor Europe: BBC Global News*.
- Colombari, R., Geuna, A., Helper, S., Martins, R., Paolucci, E., Ricci, R., & Seamans, R. (2023). The interplay between data-driven decision-making and digitalization: A firm-level survey of the Italian and U.S. automotive industries. *International Journal of Production Economics*, 255, 108718. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2022.108718>
- Crane, D. (1972). *Invisible colleges: diffusion of knowledge in scientific communities*. University of Chicago Press.
- Cunningham, J. A., Damij, N., Modic, D., & Olan, F. (2023). MSME technology adoption, entrepreneurial mindset and value creation: a configurational approach. *The Journal of Technology Transfer*, 48(5), 1574–1598. <https://doi.org/10.1007/s10961-023-10022-0>
- Cusenza, M. A., Bobba, S., Ardente, F., Cellura, M., & Di Persio, F. (2019). Energy and environmental assessment of a traction lithium-ion battery pack for plug-in hybrid electric vehicles. *Journal of Cleaner Production*, 215, 634–649. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.056>
- David, R. J., & Han, S. K. (2004). A systematic assessment of the empirical support for transaction cost economics. In *Strategic Management Journal* (Vol. 25, Issue 1, pp. 39–58). <https://doi.org/10.1002/smj.359>
- Deloitte. (2015). *Industry 4.0 - Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies*. <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ch/Documents/manufacturing/ch-en-manufacturing-industry-4-0-24102014.pdf>

- Deloitte. (2017). *The Future of the Automotive Value Chain - 2025 and beyond*.  
<https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/consumer-business/us-auto-the-future-of-the-automotive-value-chain.pdf>
- Demir, S., Gunduz, M. A., Kayikci, Y., & Paksoy, T. (2023). Readiness and Maturity of Smart and Sustainable Supply Chains: A Model Proposal. *Engineering Management Journal*, 35(2), 181–206. <https://doi.org/10.1080/10429247.2022.2050129>
- Didática Tech. (2022). *A linguagem R*. Tudo sobre a Linguagem R: O que é, vantagens e como aprender (didatica.tech)
- Diodato, V. P. (1994). *Dictionary of Bibliometrics*. The Haworth Press, Inc.
- Donato, H., & Donato, M. (2019, February 18). Etapas na condução de uma revisão sistemática. *Acta Medica Portuguesa*, 32(3), 227–235. <https://doi.org/10.20344/amp.11923>
- Dremel, C., Herterich, M. M., Wulf, J., & vom Brocke, J. (2020). Actualizing big data analytics affordances: A revelatory case study. *Information & Management*, 57(1), 103121. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.im.2018.10.007>
- Du, Y., Chen, J., Zhao, C., Liu, C., Liao, F., & Chan, C.-Y. (2022). Comfortable and energy-efficient speed control of autonomous vehicles on rough pavements using deep reinforcement learning. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 134. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2021.103489>
- Dua, S., Sharma, M. G., Mishra, V., & Kulkarni, S. D. (2023). Modelling perceived risk in blockchain enabled supply chain utilizing fuzzy-AHP. *Journal of Global Operations and Strategic Sourcing*, 16(1), 161–177. <https://doi.org/10.1108/JGOSS-06-2021-0046>
- El Kihel, Y., Zouggar Amrani, A., Ducq, Y., Amegouz, D., & Lfakir, A. (2023). Methodology combining Industry 4.0 technologies and KPI's reliability for supply chain performance. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 36(8), 1128–1152. <https://doi.org/10.1080/0951192X.2022.2162605>
- Engert, S., Rauter, R., & Baumgartner, R. J. (2016). Exploring the integration of corporate sustainability into strategic management: a literature review. *Journal of Cleaner Production*, 112, 2833–2850. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.08.031>

- Fahimnia, B., Sarkis, J., & Davarzani, H. (2015). Green supply chain management: A review and bibliometric analysis. In *International Journal of Production Economics* (Vol. 162, pp. 101–114). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.01.003>
- Falcão, R., Ikeda, A., & Campomar, M. (2017). Is marketing losing its identity? A bibliometric review. In *Revista Brasileira de Marketing* (Vol. 16, Issue 2, pp. 154–467). <https://doi.org/10.5585/remark.v16i2.3450>
- Farias, R., & Hoffmann, V. (2018). Analysis of scientific production on interorganizational networks study field. *Innovation & Management Review*, 15(1), 92–115. <https://doi.org/10.1108/INMR-02-2018-006>
- Feng, Z., Luo, N., Shalpegin, T., & Cui, H. (2024). The influence of carbon emission reduction instruments on blockchain technology adoption in recycling batteries of the new energy vehicles. *International Journal of Production Research*, 62(3), 891–908. <https://doi.org/10.1080/00207543.2023.2175173>
- Folan, P., Browne, J., & Jagdev, H. (2007). Performance: Its meaning and content for today's business research. *Computers in Industry*, 58(7), 605–620. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2007.05.002>
- Fontoura, P., & Coelho, A. (2020). Social responsibility in supply chain: bibliometric analysis and literature review. *Global Business and Economics Review*, 23(3), 302–346.
- García, M. de B. S., Sarmiento-Guede, J., Azuara-Grande, A., & Juarez, D. (2023). Analysis of factors influencing attitude and intention to use electric vehicles for a sustainable future. *The Journal of Technology Transfer*, 1–22. <https://doi.org/10.1007/s10961-023-10046-6>
- Garfield, E. (1979). Is citation analysis a legitimate evaluation tool? *Scientometrics*, 1(4), 359–375. <https://doi.org/10.1007/bf02019306>
- Gedam, V. V., Raut, R. D., Agrawal, N., & Zhu, Q. (2023). Critical human and behavioral factors on the adoption of sustainable supply chain management practices in the context of automobile industry. *Business Strategy and the Environment*, 32(1), 120–133. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/bse.3121>
- Goulart, S., & Carvalho, C. A. (2008, September). O Caráter da Internacionalização da Produção Científica e sua Acessibilidade Restrita. *Revista de Administração*

- Contemporânea*, 12(3), 835–853. <https://doi.org/10.1590/S1415-65552008000300011>
- Govindan, K., Azevedo, S. G., Carvalho, H., & Cruz-Machado, V. (2014). Impact of supply chain management practices on sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 85, 212–225. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.05.068>
- Gupta, A., & Goyal, H. (2021). Framework for implementing big data analytics in Indian manufacturing: ISM-MICMAC and Fuzzy-AHP approach. *Information Technology and Management*, 22, 1–23. <https://doi.org/10.1007/s10799-021-00333-9>
- Guz, A. N., & Rushchitsky, J. J. (2009). Scopus: A system for the evaluation of scientific journals. *International Applied Mechanics*, 45(4), 351–362. <https://doi.org/10.1007/s10778-009-0189-4>
- Harikannan, N., Vinodh, S., & Antony, J. (2023). Analysis of the relationship among Industry 4.0 technologies, sustainable manufacturing practices and organizational sustainable performance using structural equation modelling. *The TQM Journal*, ahead-of-print(ahead-of-print). <https://doi.org/10.1108/TQM-02-2023-0044>
- Hurel, L. M., & Lobato, L. C. (2018). *Segurança e privacidade para a Internet das Coisas*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.36510.59205>
- IDE!A. (2021). *Indústria 4.0*. <https://site.ideia.cv/index.php/fr/blog-7/98-industria-4-0.html>
- Iswanto, A. H., Moridu, I., Inayati, T., Hudzafidah, K., & Rapini, T. (2020). Mobilising financial performance of the Indonesian automotive industry: the role of innovation dimensions and environmental sustainability orientation. *International Journal of Innovation, Creativity and Change*, 572–591.
- Kagermann, H., Wahlster, W., & Helbig, J. (2013). *Recommendations for implementing the strategic initiative Industry 4.0*.
- Kamala, V., Sunder, V. M., Sreedharan, V. R., Chargui, K., Zouadi, T., & Tortorella, G. L. (2024). Testing the S-Curve Theory in OEM for Lean Operations: A Study on Organizational Transformation in the VUCA World. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 71, 7930–7945. <https://doi.org/10.1109/TEM.2023.3267040>

- Kamble, S. S., Gunasekaran, A., Ghadge, A., & Raut, R. (2020). A performance measurement system for industry 4.0 enabled smart manufacturing system in SMMEs- A review and empirical investigation. *International Journal of Production Economics*, 229. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107853>
- Kamble, S. S., Gunasekaran, A., Subramanian, N., Ghadge, A., Belhadi, A., & Venkatesh, M. (2023). Blockchain technology's impact on supply chain integration and sustainable supply chain performance: evidence from the automotive industry. *Annals of Operations Research*, 327(1), 575–600. <https://doi.org/10.1007/s10479-021-04129-6>
- Kannan, D., Khodaverdi, R., Olfat, L., Jafarian, A., & Diabat, A. (2013). Integrated fuzzy multi criteria decision making method and multi-objective programming approach for supplier selection and order allocation in a green supply chain. *Journal of Cleaner Production*, 47, 355–367. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.02.010>
- Kara, K., & Edinsel, S. (2023). The mediating role of green product innovation (GPI) between green human resources management (GHRM) and green supply chain management (GSCM): evidence from automotive industry companies in Turkey. *Supply Chain Forum: An International Journal*, 24(4), 488–509. <https://doi.org/10.1080/16258312.2022.2045873>
- Katsigiannis, M., Pantelidakis, M., & Mykoniatis, K. (2024). Assessing the transition from mass production to lean manufacturing using a hybrid simulation model of a LEGO® automotive assembly line. *International Journal of Lean Six Sigma*, 15(2), 220–246. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-07-2022-0165>
- Kenesei, Z., Ásványi, K., Kökény, L., Jászberényi, M., Miskolczi, M., Gyulavári, T., & Syahrivar, J. (2022). Trust and perceived risk: how different manifestations affect the adoption of autonomous vehicles. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 164, 379–393. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tra.2022.08.022>
- Keshava, Gireesh, A. G., & Gowda, M. P. (2008). ACM Transaction on Information Systems (1989-2006): A Bibliometric Study. *Information Studies*, 14(4), 223–234. <https://ssrn.com/abstract=4382030>

- Kiel, D., Müller, J., Arnold, C., & Voigt, K. I. (2017). Sustainable industrial value creation: Benefits and challenges of industry 4.0. *International Journal of Innovation Management*, 21(8). <https://doi.org/10.1142/S1363919617400151>
- Kotabe, M., Martin, X., & Domoto, H. (2003). Gaining from vertical partnerships: Knowledge transfer, relationship duration, and supplier performance improvement in the U.S. and Japanese automotive industries. *Strategic Management Journal*, 24(4), 293–316. <https://doi.org/10.1002/smj.297>
- Kraus, S., Filser, M., Eggers, F., Hills, G. E., & Hultman, C. M. (2012). The entrepreneurial marketing domain: a citation and co-citation analysis. In *Journal of Research in Marketing and Entrepreneurship* (Vol. 14, Issue 1, pp. 6–26). Emerald Group Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1108/14715201211246698>
- Kumar, S., Luthra, S., Govindan, K., Kumar, N., & Haleem, A. (2016). Barriers in green lean six sigma product development process: an ISM approach. *Production Planning and Control*, 27(7–8), 604–620. <https://doi.org/10.1080/09537287.2016.1165307>
- Kusi-Sarpong, S., Orji, I. J., Gupta, H., & Kunc, M. (2021). Risks associated with the implementation of big data analytics in sustainable supply chains. *Omega*, 105, 102502. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.omega.2021.102502>
- Lacam, J.-S., & Salvetat, D. (2021). Big data and Smart data: two interdependent and synergistic digital policies within a virtuous data exploitation loop. *The Journal of High Technology Management Research*, 32(1), 100406. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.hitech.2021.100406>
- Lenort, R., Wicher, P., & Zapletal, F. (2023). On influencing factors for Sustainable Development goal prioritisation in the automotive industry. *Journal of Cleaner Production*, 387, 135718. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.135718>
- Li, G., Li, L., Choi, T.-M., & Sethi, S. P. (2020). Green supply chain management in Chinese firms: Innovative measures and the moderating role of quick response technology. *Journal of Operations Management*, 66(7–8), 958–988. <https://doi.org/10.1002/joom.1061>
- Liu, H., Wei, H., Zuo, T., Li, Z., & Yang, Y. J. (2017). Fine-tuning ADAS algorithm parameters for optimizing traffic safety and mobility in connected vehicle

- environment. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 76, 132–149. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.trc.2017.01.003>
- Liu, L., Li, W., He, W., & Zhang, J. Z. (2022). Improve enterprise knowledge management with internet of things: a case study from auto insurance industry. *Knowledge Management Research & Practice*, 20(1), 58–72. <https://doi.org/10.1080/14778238.2021.1970490>
- Llopis-Albert, C., Rubio, F., & Valero, F. (2021). Impact of digital transformation on the automotive industry. *Technological Forecasting and Social Change*, 162. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120343>
- Lom, M., Pribyl, O., & Svitek, M. (2016). Industry 4.0 as a Part of Smart Cities. In *2016 Smart Cities Symposium Prague (SCSP)* (pp. 1–6). IEEE. <https://doi.org/10.1109/SCSP.2016.7501015>
- Lyu, N., Deng, C., Xie, L., Wu, C., & Duan, Z. (2019). A field operational test in China: exploring the effect of an advanced driver assistance system on driving performance and braking behavior. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 65, 730–747. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.trf.2018.01.003>
- Maldonado-Guzmán, G., Garza-Reyes, J. A., & Pinzón-Castro, S. (2023). Green innovation and firm performance: the mediating role of sustainability in the automotive industry. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 34. <https://doi.org/10.1108/MEQ-02-2023-0058>
- Maldonado-Guzmán, G., Pinzón-Castro, S. Y., & Garza-Reyes, J. A. (2023). Does the integration of lean production and Industry 4.0 in green supply chains generate a better operational performance? *Journal of Manufacturing Technology Management*, 34(7), 1120–1140. <https://doi.org/10.1108/JMTM-02-2023-0034>
- Marcano, M., Díaz, S., Perez, J., & Irigoyen, E. (2020). A Review of Shared Control for Automated Vehicles: Theory and Applications. *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*, 50(6), 475–491. <https://doi.org/10.1109/THMS.2020.3017748>
- McAlinden, S., Feinstein, A., & Smith, B. (2000, April). Michigan: the high-technology automotive state. *Michigan Automotive Partnership Research Memorandum N° 2*. [www.osat.umich.edu](http://www.osat.umich.edu)

- McKinsey&Company. (2016). *Industry 4.0 at McKinsey's model factories: get ready for the disruptive wave*.
- Meho, L. I., & Yang, K. (2007). Impact of data sources on citation counts and rankings of LIS faculty: Web of Science versus Scopus and Google Scholar. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 58(13), 2105–2125. <https://doi.org/10.1002/asi.20677>
- Men, F., Dong, F., Liu, Y., & Yang, H. (2023). Research on the impact of digital transformation on the product R&D performance of automobile enterprises from the perspective of the innovation ecosystem. *Sustainability*, 15, 6265. <https://doi.org/10.3390/su15076265>
- Merigó, J., & Yang, J.-B. (2016). A bibliometric analysis of operations research and management science. *Omega - The International Journal of Management Science*, 73, 37–48. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2016.12.004>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., Antes, G., Atkins, D., Barbour, V., Barrowman, N., Berlin, J. A., Clark, J., Clarke, M., Cook, D., D'Amico, R., Deeks, J. J., Devereaux, P. J., Dickersin, K., Egger, M., Ernst, E., Gøtzsche, P. C., ... Tugwell, P. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *PLoS Medicine*, 6(7). <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>
- Moral-Muñoz, J., Herrera-Viedma, E., Espejo, A., & Cobo, M. (2020). Software tools for conducting bibliometric analysis in science: An up-to-date review. *El Profesional de La Información*, 29(1).
- Mousa, S., & Morrar, R. (2023). Impacts of Industry 4.0 on servitization of manufacturing. *European Review of Service Economics and Management*, 14, 73–98. <https://doi.org/10.48611/isbn.978-2-406-14630-8.p.0073>
- Newbert, S. L. (2007). Empirical research on the resource-based view of the firm: an assessment and suggestions for future research. *Strategic Management Journal*, 28(2), 121–146. <https://doi.org/10.1002/smj.573>
- Nichols, A. W. (2022). *Implementing ISO 9001:2015 – A practical guide to busting myths surrounding quality management systems*. IT Governance Publishing.

- Nieuwenhuis, P., & Wells, P. (2003). *The automotive industry and the environment : a technical, business and social future*. Woodhead Publishing Limited.
- Nigam, A., Sangal, S., Behl, A., Jayawardena, N., Shankar, A., Pereira, V., Temouri, Y., & Zhang, J. (2022). Blockchain as a resource for building trust in pre-owned goods marketing: a case of automobile industry in an emerging economy. *Journal of Strategic Marketing*, 1–19. <https://doi.org/10.1080/0965254X.2022.2088604>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2022). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *Revista Panamericana de Salud Publica/Pan American Journal of Public Health*, 46. <https://doi.org/10.26633/RPSP.2022.112>
- Panpatil, S. S., Lahane, S., & Kant, R. (2023). Performance measurement framework of green supply chain implementation in the context of Indian manufacturing organizations. *Journal of Advances in Management Research*, 20(4), 623–652. <https://doi.org/10.1108/JAMR-08-2022-0174>
- Plantec, Q., Deval, M.-A., Hooge, S., & Weil, B. (2023). Big data as an exploration trigger or problem-solving patch: Design and integration of AI-embedded systems in the automotive industry. *Technovation*, 124, 102763. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.technovation.2023.102763>
- Ponce, F. A., & Lozano, A. M. (2010). Highly cited works in neurosurgery. Part I: the 100 top-cited papers in neurosurgical journals. *Journal of Neurosurgery*, 112(2), 223–232. <https://doi.org/10.3171/2009.12.JNS091599>
- Ponraj, A. S., & Vigneswaran, T. (2019). Machine Learning Approach for Agricultural IoT. *International Journal of Recent Technology and Engineering*, 7(6), 383–392. [www.ijrte.org](http://www.ijrte.org)
- Pranckutė, R. (2021). Web of Science (WoS) and Scopus: the titans of bibliographic information in today's academic world. In *Publications* (Vol. 9, Issue 1). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/publications9010012>

- Prévot, F., Branchet, B., Boissin, J.-P., Castagnos, J.-C., & Guieu, G. (2010). The intellectual structure of the competence-based management field: a bibliometric analysis. *Research in Competence-Based Management*, 5, 231–258. [https://doi.org/10.1108/S1744-2117\(2010\)0000005012](https://doi.org/10.1108/S1744-2117(2010)0000005012)
- Price, D. J. de S. (1965). Networks of scientific papers. *Science*, 149(3683), 510–515.
- Price, D. S. (1976). *O desenvolvimento da ciência: análise histórica, filosófica, sociológica e econômica*. Livros Técnicos e Científicos.
- Pritchard, A. (1969). Statistical Bibliography or Bibliometrics? *Journal of Documentation*, 25(4), 348–349.
- Provet, D. B., Silva, F. R. da, & Souza, T. G. (2011). *Estatística aplicada à ecologia usando o R* [Programa de Pós-Graduação Biologia Animal]. Universidade Estadual Paulista.
- R Core Team. (2016). *R: A language and environment for statistical computing*. R: Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org>
- Rahman, M. M., Strawderman, L., Lesch, M. F., Horrey, W. J., Babski-Reeves, K., & Garrison, T. (2018). Modelling driver acceptance of driver support systems. *Accident Analysis & Prevention*, 121, 134–147. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.aap.2018.08.028>
- Rehman, S. U., Ashfaq, K., Bresciani, S., Giacosa, E., & Mueller, J. (2023). Nexus among intellectual capital, interorganizational learning, industrial Internet of things technology and innovation performance: a resource-based perspective. *Journal of Intellectual Capital*, 24(2), 509–534. <https://doi.org/10.1108/JIC-03-2021-0095>
- Rehman, S. U., Usman, M., Fernando, Y., Kamarudin, D., & Waheed, A. (2023). Improving manufacturing supply chain performance: nexus of industrial Internet of Things, blockchain technology and innovativeness. *Journal of Science and Technology Policy Management*. <https://doi.org/10.1108/JSTPM-12-2021-0191>
- Rodrigues, D., Godina, R., & Espadinha-Cruz, P. (2021). Key Performance Indicators Selection through an Analytic Network Process Model for Tooling and Die Industry. *Sustainability*, 13, 13777. <https://doi.org/10.3390/su132413777>
- Rodrigues, J. (2022). *O que é a Indústria 4.0: saiba mais sobre esse conceito*. <https://blog.culte.com.br/o-que-e-a-industria-4-0-saiba-mais-sobre-esse-conceito/>

- Rousseau, D. (2012). *The Oxford Handbook of Evidence-Based Management*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199763986.001.0001>
- Sahu, A. K., Sharma, M., Raut, R. D., Sahu, A. K., Sahu, N. K., Antony, J., & Tortorella, G. L. (2023). Decision-making framework for supplier selection using an integrated MCDM approach in a lean-agile-resilient-green environment: evidence from Indian automotive sector. *The TQM Journal*, 35(4), 964–1006. <https://doi.org/10.1108/TQM-12-2021-0372>
- Sakurai, R., & Zuchi, J. (2018). As revoluções industriais até a Indústria 4.0. *Revista Interface Tecnológica*, 15(2), 480–491. <https://doi.org/10.31510/infa.v15i2.386>
- Sánchez, A. M., & Pérez, M. (2005). Supply chain flexibility and firm performance: a conceptual model and empirical study in the automotive industry. *International Journal of Operations and Production Management*, 25(7), 681–700. <https://doi.org/10.1108/01443570510605090>
- Sangari, M., & Razmi, J. (2015). Business intelligence competence, agile capabilities and agile performance in supply chain - an empirical study. *The International Journal of Logistics Management*, 26. <https://doi.org/10.1108/IJLM-01-2013-0012>
- Santos, B., Alberto, A., Lima, T., & Charrua-Santos, F. (2018). Indústria 4.0: Desafios e Oportunidades. *Revista Produção e Desenvolvimento*, 4(1), 111–124. <http://revistas.cefet-rj.br/index.php/producaoedesenvolvimento>
- Schwab, K. (2016). *The Fourth Industrial Revolution*. World Economic Forum. [www.weforum.org](http://www.weforum.org)
- Serra, F., Ferreira, M., Guerrazzi, L., & Scaciotta, V. (2018). Doing Bibliometric Reviews for the Iberoamerican Journal of Strategic Management. *Iberoamerican Journal Of Strategic Management (IJSM)*, 17(03), 01–16. <https://doi.org/10.5585/ijsm.v17i3.2713>
- Shahjalal, M., Roy, P. K., Shams, T., Fly, A., Chowdhury, J. I., Ahmed, R., & Liu, K. (2022). A Review on Second Life of Li-ion Batteries: Prospects, Challenges, and Issues. *Energy*, 241. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.122881>
- Sharma, V., Vijayaraghavan, T. A. S., & Raghu Ram, T. L. (2023). Resolving operational paradox of sustainable supply chain: A decision framework approach. *Socio-*

- Economic Planning Sciences*, 87.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.seps.2023.101565>
- Shi, Y., Feng, D., Yu, S., Fang, C., Li, H., & Zhou, Y. (2022). The projection of electric vehicle population growth considering scrappage and technology competition: a case study in Shanghai. *Journal of Cleaner Production*, 365, 132673. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132673>
- Shyna, K. S., & Ranganathan, S. (2022). The Dynamics between Corporate Fairness and Environmental Sustainability Initiatives in the Indian Automotive Industry. *Journal of Engineering, Management, & Applied Sciences & Technologies*, 13(3), 1–16. <https://doi.org/10.14456/ITJEMAST.2022.56>
- Siddaway, A. P., Wood, A. M., & Hedges, L. V. (2019). How to Do a Systematic Review: A Best Practice Guide for Conducting and Reporting Narrative Reviews, Meta-Analyses, and Meta-Syntheses. *Annual Review of Psychology*, 70, 747–770. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010418-102803>
- Sikandar, H., Khan, N., Qureshi, M. I., & Bhatti, S. (2024). The development of blockchain technology in manufacturing: A bibliometric analysis. *Corporate Governance and Research & Development Studies*, 2, 31–53. <https://doi.org/10.3280/cgrds2-2023oa15802>
- Silva, C. L. Da, Sgarbossa, M., Grzybovski, D., & Mozzato, A. R. (2022). *Manual prático para estudos bibliométricos com o uso do Biblioshiny*. UPF Editora. <https://www.researchgate.net/publication/360878347>
- Singh, J., Hamid, A. B. A., & Garza-Reyes, J. A. (2023). Supply chain resilience strategies and their impact on sustainability: an investigation from the automobile sector. *Supply Chain Management: An International Journal*, 28(4), 787–802. <https://doi.org/10.1108/SCM-06-2022-0225>
- Souto, T. (2021). *O Automóvel do futuro e o impacto na indústria nacional*. <https://pt.figroup.com/o-automovel-do-futuro-e-o-impacto-na-industria-nacional/>
- Stasinopoulos, P., Shiwakoti, N., & Beining, M. (2021). Use-stage life cycle greenhouse gas emissions of the transition to an autonomous vehicle fleet: A System Dynamics approach. *Journal of Cleaner Production*, 278, 123447. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123447>

- Swarnakar, V., & Vinodh, S. (2016). Deploying Lean Six Sigma framework in an automotive component manufacturing organization. *International Journal of Lean Six Sigma*, 7(3), 267–293. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-06-2015-0023>
- Tarei, P. K., Chand, P., & Gupta, H. (2021). Barriers to the adoption of electric vehicles: Evidence from India. *Journal of Cleaner Production*, 291. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.125847>
- Urain, I., Eguren, J. A., & Justel, D. (2022). Development and validation of a tool for the integration of the circular economy in industrial companies: Case study of 30 companies. *Journal of Cleaner Production*, 370. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133318>
- Utiyama, M., Alliprandini, D. H., Figuerôa, H. P., Gondim, J. F., Gonçalves, L. T., Navas, L. B., & Zeno, H. (2023). Integration of lean manufacturing and factory physics in an Industry 4.0 roadmap for augmenting operational performance. *The TQM Journal*, ahead-of-print(ahead-of-print). <https://doi.org/10.1108/TQM-07-2023-0210>
- Valente, F. (1999). *A Inovação Tecnológica no Sector de Componentes para a Indústria Automóvel*.
- Vallaster, C., Kraus, S., José, L., & Nielsen, A. (2019). Ethics and entrepreneurship: A bibliometric study and literature review. *Journal of Business Research*, 99, 226–237. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.02.050>
- Van Eck, N., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84(2), 523–538. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>
- Van Eck, N., & Waltman, L. (2014). Visualizing bibliometric networks. In *Measuring Scholarly Impact: Methods and practice* (pp. 285–320). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-10377-8\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-319-10377-8_13)
- Vanichchinchai, A. (2023). Contextual factors on Toyota Way and Agile Manufacturing: an empirical investigation. *Operations Management Research*, 16(3), 1290–1301. <https://doi.org/10.1007/s12063-023-00352-5>
- Vanichchinchai, A., & Igel, B. (2011). The impact of total quality management on supply chain management and firm's supply performance. *International Journal of*

- Production Research*, 49, 3405–3424.  
<https://doi.org/10.1080/00207543.2010.492805>
- Verma, A., & Venkatesan, M. (2023). Industry 4.0 workforce implications and strategies for organisational effectiveness in Indian automotive industry: a review. *Technology Analysis & Strategic Management*, 35(10), 1241–1249.  
<https://doi.org/10.1080/09537325.2021.2007875>
- Vieira, E. S., & Gomes, J. A. N. F. (2009). A comparison of Scopus and Web of Science for a typical university. *Scientometrics*, 81(2), 587–600.  
<https://doi.org/10.1007/s11192-009-2178-0>
- Vinodh, S., Arvind, K. R., & Somanaathan, M. (2011). Tools and techniques for enabling sustainability through lean initiatives. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 13(3), 469–479. <https://doi.org/10.1007/s10098-010-0329-x>
- Wankhede, V. A., & Vinodh, S. (2024). Assessment of Industry 4.0 performance using scoring approach: a case study. *The TQM Journal*, 36(2), 499–522.  
<https://doi.org/10.1108/TQM-08-2022-0262>
- White, H. D., & McCain, K. W. (1998). Visualizing a discipline: an author co-citation analysis of information science, 1972-1995. *Journal of the American Society for Information Science*, 49(4), 327–355. [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1097-4571\(19980401\)49:4<327::aid-asi4>3.0.co;2-4](https://doi.org/10.1002/(sici)1097-4571(19980401)49:4<327::aid-asi4>3.0.co;2-4)
- Xi, J. (Melanie), Kraus, S., Filser, M., & Kellermanns, F. W. (2015). Mapping the field of family business research: past trends and future directions. *International Entrepreneurship and Management Journal*, 11(1), 113–132.  
<https://doi.org/10.1007/s11365-013-0286-z>
- Xu, H. (2022). Intelligent automobile auxiliary propagation system based on speech recognition and AI driven feature extraction techniques. *International Journal of Speech Technology*, 25. <https://doi.org/10.1007/s10772-022-09958-9>
- Xu, X., Tatge, L., Xu, X., & Liu, Y. (2022). Blockchain applications in the supply chain management in German automotive industry. *Production Planning & Control*, 1–15. <https://doi.org/10.1080/09537287.2022.2044073>
- Yamani, Y., Glassman, J., Alruwaili, A., Yahoodik, S. E., Davis, E., Lugo, S., Xie, K., & Ishak, S. (2023). Post Take-Over Performance Varies in Drivers of Automated and

- Connected Vehicle Technology in Near-Miss Scenarios. *Human Factors*.  
<https://doi.org/10.1177/00187208231219184>
- Yu, Z., Khan, S. A. R., & Umar, M. (2022). Circular economy practices and industry 4.0 technologies: A strategic move of automobile industry. *Business Strategy and the Environment*, *31*(3), 796–809. <https://doi.org/10.1002/bse.2918>
- Yuan, Y., & Yuan, X. (2023). Does the development of fuel cell electric vehicles be reviving or recessional based on the patent analysis. *Energy*, *272*, 127104. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.energy.2023.127104>
- Zhu, J., & Liu, W. (2020). A tale of two databases: the use of Web of Science and Scopus in academic papers. *Scientometrics*, *123*(1), 321–335. <https://doi.org/10.1007/s11192-020-03387-8>
- Zupic, I., & Čater, T. (2015). Bibliometric Methods in Management and Organization. *Organizational Research Methods*, *18*(3), 429–472. <https://doi.org/10.1177/1094428114562629>