

AS INOVAÇÕES APLICADAS AO SETOR DE TRANSPORTE: UMA REVISÃO BIBLIOMÉTRICA

Discente: Daniel Gonçalves Dias

Docente: Leonardo Caixeta de Castro Maia

RESUMO

Neste trabalho realiza-se uma revisão bibliométrica das inovações tecnológicas aplicadas ao setor de transporte, com foco em suas intersecções com a cadeia de suprimentos. A análise, que compreende o período de 2020 a 2024, abrange tecnologias emergentes, como Internet das Coisas (IoT), blockchain, e big data, destacando seu potencial para otimizar operações logísticas, reduzir custos e aumentar a sustentabilidade. Para isso, foi feita uma busca na base de dados Web of Science, com as palavras-chave “Supply Chain”, “Innovation” e “Transportation”, com posterior utilização do software VosViewer para análise mais detalhada. Nesse sentido, embora tenha-se observado que o volume de pesquisas neste nicho cresceu significativamente, o estudo aponta a existência de lacunas importantes que limitam uma visão integrada das inovações em diferentes áreas da logística e transporte. Além disso, este trabalho diferencia-se dos demais ao incluir obras recentes, produzidas no período pós-pandemia. A pesquisa também evidencia o impacto da adoção de práticas sustentáveis e do transporte intermodal no aumento da eficiência logística, contribuindo para a competitividade empresarial e o cumprimento de metas ambientais globais. Por fim, oferece insights e recomendações para futuras pesquisas.

Palavras-chave: Inovação, Cadeia de suprimentos, Transporte, Sustentabilidade, Tecnologias emergentes.

ABSTRACT

This paper carries out a bibliometric review of technological innovations applied to the transportation sector, focusing on their intersections with the supply chain. The analysis, which covers the period from 2020 to 2024, includes emerging technologies such as the Internet of Things (IoT), blockchain and big data, highlighting their potential to optimize logistics operations, reduce costs and increase sustainability. To do this, a search was made in the Web of Science database, using the keywords “Supply Chain”, “Innovation” and “Transportation”, with subsequent use of the VosViewer software for more detailed analysis. In this sense, although it was observed that the volume of research in this niche has grown significantly, the study points to the existence of important gaps that limit an integrated view of innovations in different areas of logistics and transportation. In addition, this work differs from others in that it includes recent works, produced in the post-pandemic period. The research also highlights the impact of adopting sustainable practices and intermodal transportation on increasing logistics efficiency, contributing to business competitiveness and meeting global environmental targets. Finally, it offers insights and recommendations for future research.

Keywords: Innovation, Supply chain, Transportation, Sustainability, Emerging technologies.

1. INTRODUÇÃO

Desde o início da década de 2010, o avanço de tecnologias emergentes, tais como a Internet das Coisas (IoT), inteligência artificial e o uso de big data, tem promovido transformações profundas no setor de transportes, oferecendo soluções para desafios logísticos cada vez mais complexos (Min; Zacharia; Smith, 2019).

Nesse contexto, a cadeia de suprimentos (SC), definida como uma rede integrada que conecta fornecedores, distribuidores e consumidores por meio de fluxos de bens, serviços e informações, tem se tornado ainda mais interdependente das inovações tecnológicas. A SC visa garantir a entrega de valor ao cliente, exigindo uma coordenação eficiente entre seus agentes, que é potencializada por ferramentas como blockchain e IoT (Çolak e Kağrıoğlu, 2022), sendo que tais tecnologias aumentam a rastreabilidade e transparência, promovendo agilidade, resiliência e redução de custos, especialmente em cenários adversos como o enfrentado durante a pandemia de COVID-19 (Song et al., 2024).

Por sua vez, a logística, como componente operacional central da cadeia de suprimentos, desempenha o papel crucial de gerenciar o armazenamento e transporte de bens de forma eficiente, assegurando que os produtos cheguem ao consumidor no tempo certo e nas condições adequadas (Kumar et al., 2022).

O transporte, elemento essencial dentro da logística, conecta fisicamente os elos da cadeia de suprimentos. Responsável pelo fluxo de mercadorias, este setor enfrenta desafios significativos, como a necessidade de equilibrar eficiência operacional e sustentabilidade ambiental. A incorporação de tecnologias como veículos autônomos, sistemas de transporte intermodal e combustíveis alternativos tem se destacado como soluções viáveis para atender às demandas crescentes por maior eficiência e menor impacto ambiental (Cannas et al., 2020).

Nesse cenário, a inovação surge como um catalisador estratégico para transformar a cadeia de suprimentos, logística e transporte. Definida como a introdução de processos, tecnologias ou produtos que criem valor e gerem vantagens competitivas, a inovação tecnológica redefine modelos operacionais e permite maior integração e flexibilidade nas operações (Çolak e Kağrıoğlu, 2022).

Tecnologias emergentes, como IoT e big data, oferecem novas soluções para problemas tradicionais, promovendo maior conectividade e automação. No entanto, a integração eficaz

dessas inovações exige estratégias robustas para superar barreiras organizacionais e estruturais, como a resistência à mudança e a falta de infraestrutura tecnológica (Kumar et al., 2022).

Assim, inovações tecnológicas como essas têm demonstrado um grande potencial para otimizar o fluxo de mercadorias, reduzir custos operacionais e aprimorar a sustentabilidade das operações de transporte, aspectos que têm se tornado cruciais diante da crescente demanda por eficiência e responsabilidade ambiental nas cadeias globais (Kumar et al., 2022).

No entanto, apesar do crescente volume de pesquisas voltadas para as inovações tecnológicas aplicadas ao transporte, ainda existem lacunas significativas no entendimento das intersecções entre essas tecnologias e sua aplicabilidade prática nas diversas realidades da cadeia de suprimentos (Porter; Heppelmann, 2014).

Isto porque a maioria das pesquisas concentra-se em modelos específicos de aplicação tecnológica, sem explorar amplamente as implicações estratégicas que essas inovações podem trazer para setores diversos, como o transporte intermodal e as operações internacionais de carga (Chung, 2021).

Além disso, estudos recentes apontam a necessidade de uma compreensão mais profunda sobre como essas tecnologias podem ser integradas de maneira eficiente para alcançar resultados mensuráveis e sustentáveis (Silva et al., 2021).

Ademais, a literatura existente aborda amplamente as inovações tecnológicas aplicadas ao setor de transporte, sendo que a maioria das revisões se concentra em estudos anteriores à pandemia de COVID-19. Analisar períodos posteriores à pandemia é relevante, pois o cenário pós-pandemia trouxe mudanças significativas na adoção de novas tecnologias (Song et al., 2024). Desta forma, o presente trabalho visa minimizar estas lacunas, uma vez que compreende a análise de obras recentes, produzidas entre 2020 e 2024, que refletem as adaptações e avanços realizados durante e após a pandemia, quando as cadeias de suprimentos globais enfrentaram desafios inéditos que aceleraram a inovação (Song et al., 2024).

Nesse esteio, esta pesquisa busca contribuir para o preenchimento dessa lacuna ao realizar uma revisão bibliométrica das principais inovações tecnológicas no setor de transportes, no período entre 2020 e 2024. Através dessa abordagem, o trabalho visa mapear as principais ferramentas tecnológicas que têm impulsionado transformações no transporte e, por consequência, na cadeia de suprimentos como um todo, abordando desde o uso de tecnologias

autônomas até a implementação de sistemas mais sustentáveis, como o transporte intermodal e tecnologias verdes (Chung, 2021; Kumar et al., 2022).

Este trabalho, portanto, além de identificar as principais tendências tecnológicas que têm potencial para transformar o transporte, pretende demonstrar que, embora muito tenha sido discutido sobre as tecnologias emergentes, o setor ainda carece de uma análise mais abrangente e consolidada que conecte as inovações à sua aplicabilidade prática nas diferentes áreas da logística e transporte.

A relevância científica desta pesquisa está justamente em evidenciar essa lacuna e propor um olhar mais crítico e integrado sobre o papel das inovações no desenvolvimento de sistemas de transporte mais eficientes e sustentáveis. Para isto, esta pesquisa está dividida em cinco capítulos, sendo que o primeiro é a Introdução. Em seguida, tem-se a Revisão bibliográfica sobre o assunto. O terceiro capítulo é a Metodologia e, posteriormente, o quarto capítulo, a apresentação dos resultados da Revisão bibliométrica. No quinto e último capítulo, têm-se as considerações finais, abordando-se também as limitações e propostas para novos estudos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

No início da década de 2000, o conceito de gerenciamento da cadeia de suprimentos evoluiu significativamente, acompanhando as mudanças tecnológicas, culturais e de mercado (Sweeney, Grant; Mangan, 2018).

Nesse sentido, Min, Zacharia e Smith (2019) destacam que a gestão da cadeia de suprimentos (SCM) é um fator estratégico essencial, cujo objetivo principal é otimizar a coordenação entre as diferentes partes envolvidas no fluxo de mercadorias e informações, desde os fornecedores até os clientes finais.

De acordo com os autores, a integração tecnológica, como o uso de Internet das Coisas (IoT), big data e blockchain, tem permitido um controle mais eficiente e transparente das operações logísticas, facilitando a troca de informações em tempo real e promovendo maior resiliência e agilidade na cadeia de suprimentos.

Essa abordagem possibilita, ainda, que as empresas se adaptem rapidamente às mudanças na demanda do consumidor e que utilizem tecnologias emergentes para personalizar seus processos de forma a maximizar o valor entregue ao cliente (Min et al., 2019).

Assim, o transporte, como parte fundamental dessa cadeia, é responsável por conectar os diferentes elos da cadeia de suprimentos, assegurando que os produtos cheguem ao seu destino de maneira ágil e eficiente.

Outrossim, é importante pontuar que a pandemia de COVID-19 provocou um aumento na produção científica que investigou a resiliência das cadeias de suprimentos e as tecnologias capazes de enfrentá-la. No entanto, muitas revisões bibliométricas ainda não contemplam as implicações dessas mudanças em um contexto mais amplo de inovação no setor de transporte (Maia; Souza, Tenani, 2021).

Além disso, as tecnologias emergentes têm desempenhado um papel transformador tanto na logística quanto no transporte, sendo implementadas para aprimorar a rastreabilidade, a previsão de demanda e a otimização de rotas (Lyall et al., 2018). Avanços estes que permitem que as empresas monitorem, em tempo real, o deslocamento de cargas, identifiquem gargalos operacionais e tomem decisões mais informadas, contribuindo para a redução de custos e o aumento da eficiência no transporte.

Como exemplos, temos que a automação de processos, a utilização de veículos autônomos e a integração de sistemas de gerenciamento logístico têm possibilitado uma maior flexibilidade e capacidade de adaptação às variações de demanda (Kumar et al., 2022). E o uso de big data, por exemplo, também permite a análise de grandes volumes de informações, otimizando a alocação de recursos e reduzindo os custos operacionais (Chung, 2021).

Do mesmo modo, a implementação de tecnologias de energia limpa e veículos elétricos têm contribuído para a sustentabilidade das operações, ao mesmo tempo em que atende às crescentes demandas por responsabilidade ambiental (Silva et al., 2021).

E, nesse esteio, o transporte rodoviário, amplamente utilizado no Brasil, ainda representa um dos maiores desafios para a competitividade das empresas devido aos seus altos custos logísticos (Holanda et al., 2020).

Nesse contexto, são exatamente as inovações como o uso de tecnologias de rastreamento e otimização de rotas que têm potencial para aumentar a eficiência das operações, reduzindo não apenas o tempo de entrega, mas também os custos associados ao consumo de combustível e manutenção de veículos.

Assim, as tecnologias emergentes vêm não apenas modernizando o setor de transporte, mas também posicionando-o como um agente inovador dentro da cadeia de suprimentos, de modo que a capacidade de integrar sistemas de transporte e logística com novas tecnologias é fundamental para que as empresas se mantenham competitivas em um mercado global cada vez mais dinâmico e sustentável.

3. METODOLOGIA

A presente pesquisa adota a revisão bibliométrica como metodologia principal, utilizando métodos quantitativos para medir os índices de produção e disseminação do conhecimento científico (Soares et al., 2018).

A escolha dessa abordagem é justificada pelo fato de a revisão bibliométrica ser uma ferramenta essencial para auxiliar os pesquisadores na compreensão do estado atual do conhecimento em torno de determinado tema e na identificação de pesquisas previamente conduzidas, além de áreas que ainda carecem de estudo (Teixeira; et al., 2013), na medida em que permite mapear a produção científica em um determinado campo de estudo, utilizando termos-chave para identificar e analisar publicações relevantes.

O estudo também busca contribuir para a formulação de novos estudos e para a definição clara das lacunas e oportunidades para futuras investigações quanto ao tema de tecnologia, transporte e cadeia de suprimentos (Levy; Ellis, 2006).

E no contexto deste trabalho, esta abordagem se mostra apropriada para compreender como o transporte tem sido utilizado como um agente inovador na cadeia de suprimentos, em especial no que tange à adoção de novas tecnologias e estratégias logísticas (Zupic; Ater, 2014).

Outrossim, o desenvolvimento da pesquisa segue uma sequência metodológica rigorosa, dividida em três fases: planejamento, execução e análise dos resultados (Tranfield et al., 2003). No planejamento, são estabelecidos o problema de pesquisa e os objetivos da revisão, além da definição do protocolo de revisão, garantindo a replicabilidade em futuras pesquisas (Hair et al., 2005).

Já a execução consiste na seleção dos artigos para estudo, enquanto a fase final, de análise dos resultados, envolve a extração de dados relevantes dos estudos selecionados (Tranfield et al., 2003).

Neste estudo, a coleta de dados foi realizada na base de dados X, a partir das palavras-chave “Supply Chain”, “Innovation”, e “Transportation”, de forma a refletir o escopo da pesquisa sobre as intersecções entre cadeia de suprimentos, inovação e transporte, conforme estará melhor explicitado no tópico seguinte e no Quadro 1.

Os artigos selecionados foram limitados ao período de 2020 a 2024, com o objetivo de captar as inovações tecnológicas mais recentes no setor de transporte, corroborando a relevância da revisão bibliométrica para identificar as principais ferramentas tecnológicas que impulsionam a inovação (Levy; Ellis, 2006).

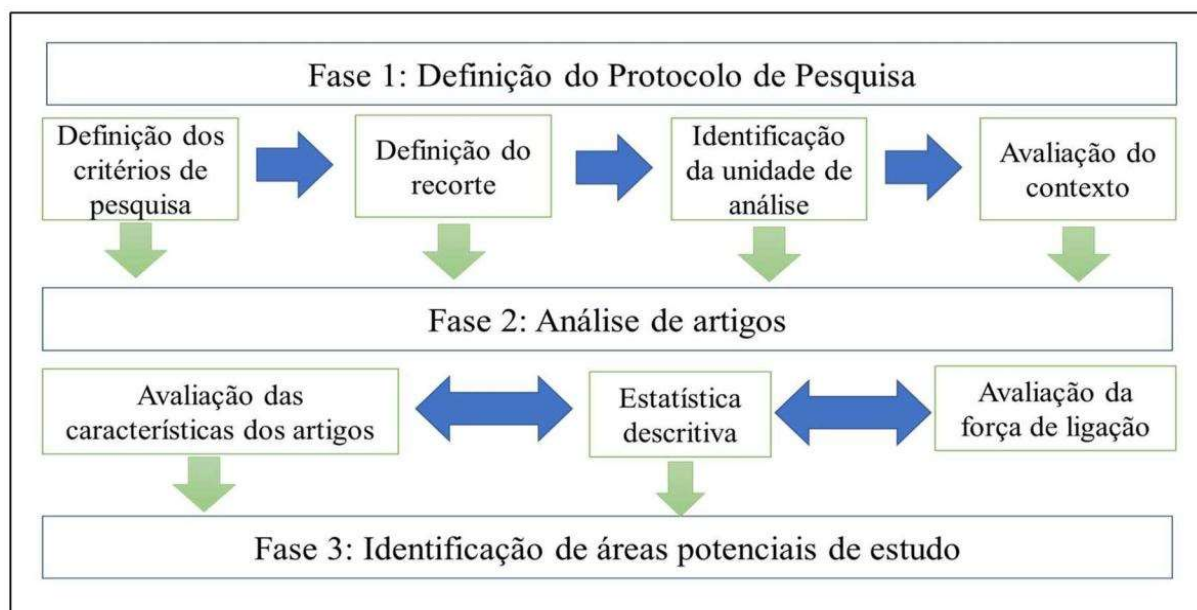
Entre os 70 artigos analisados, destacaram-se aqueles que tratam de tecnologias inovadoras no setor de transporte, tais como: o uso de armazéns móveis na logística de última milha - em inglês *last mile* -, o emprego de tecnologias “verdes” no setor de transporte e a implementação de transporte intermodal apoiado por inovações tecnológicas em refrigeração.

Também foram identificados artigos que tratam de novas ferramentas digitais e algoritmos de otimização de rotas, além de soluções para a redução de emissões de carbono por meio de tecnologias autônomas e elétricas.

4. PESQUISA BIBLIOMÉTRICA

A pesquisa bibliométrica foi desenvolvida com base em três fases: definição do protocolo de pesquisa, análise de artigos e identificação das áreas potenciais de estudos (TRANFIELD et al., 2003). A seguir, são detalhadas as fases da pesquisa:

Figura 1: Roteiro sucinto da Revisão bibliométrica



Fonte: Adaptado de Maia, Faria e Franco (2021).

Assim, conforme explicitado no Quadro 1 a seguir, a primeira fase envolve a determinação dos critérios de seleção, o recorte temporal e temático, a identificação da unidade de análise e a avaliação do contexto em que o estudo será realizado. Nessa etapa, a definição dos critérios de pesquisa é fundamental, seguida pelo estabelecimento do recorte adequado, pela identificação da unidade de análise e por uma avaliação cuidadosa do contexto.

A segunda fase é dedicada à revisão dos artigos selecionados, com a análise dos dados coletados, permitindo a identificação de padrões, tendências e lacunas na literatura existente. Inicialmente, é feita uma avaliação das características dos artigos, seguida pela aplicação de estatística descritiva para organizar e interpretar os dados de maneira consistente e sistemática. Além disso, é realizada uma avaliação da força de ligação entre os artigos, que mede a relevância e o impacto das conexões estabelecidas na literatura, possibilitando uma compreensão das inter-relações entre os trabalhos analisados.

Por fim, a terceira fase consiste na discussão dos principais artigos referenciados e a análise das contribuições mais significativas para o campo de pesquisa. Essa etapa permite o levantamento de lacunas na literatura, consolidando as descobertas realizadas nas fases anteriores.

Sendo assim, nos tópicos seguintes serão detalhadas as fases da pesquisa.

4.1 Fase 1: definição do protocolo de pesquisa

A primeira fase do protocolo de pesquisa foi estruturada utilizando a base de dados Web of Science (WOS), tendo sido a busca realizada na data de 13 de junho de 2024.

Os resultados obtidos podem ser consultados e replicados através do link <https://www.webofscience.com/wos/woscc/summary/1d4bc9bc-05a5-40ec-8111-2efd54a8279c-01112cc812/relevance/1>.

Primeiramente, foi realizada a formulação do problema de pesquisa. Em seguida, definiu-se as palavras-chave a serem utilizadas. Depois, restringiu-se a busca a artigos publicados em inglês.

Deste modo, foi possível obter o quadro a seguir:

Quadro 1: Protocolo de pesquisa

Variável	Descrição
Palavras-chave	Supply chain; Innovation; Transportation
Operador booleano	And
Base de dados	Web of Science (WOS)
Domínio de pesquisa	Management or Operations Research Management Science or Business or Transportation.
Áreas de pesquisa	Business Economics; Transportation; Operations Research Management Science; Engineering; Computer Science
Crítérios de seleção	As combinações de palavras-chave deviam constar no título, no resumo e/ou nas palavras-chave dos artigos selecionados.
Idioma	Inglês
Tipos de documento	Article; Early Access; Review Article
Anos de publicação	2020 a junho de 2024

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Conforme exposto no Quadro 1, foram estabelecidos os seguintes domínios (a seguir apresentados em português, em tradução livre, acompanhados de seus respectivos termos em inglês): Gestão (Management), Investigação Operacional (Operations Research), Transportes (Transportation) e Negócios (Business).

Também foram selecionados os tipos de documentos, quais sejam, Artigo (Article), Acesso Antecipado (Early Access) e Artigo de Revisão (Review Article).

Diante disso, a pesquisa retornou 70 resultados, os quais foram utilizados em sua integralidade para a consolidação da pesquisa, sem exclusão de nenhum. Nesse sentido, os pontos avaliados nestes artigos são a possibilidade de o transporte ser um mecanismo de inovação e a avaliação de quais ferramentas de tecnologia podem auxiliar o transporte a inovar na cadeia de suprimentos.

Em razão do exposto, destaca-se tanto o potencial de replicação dos estudos quanto a sua validade externa (Hair et al., 2005).

4.2 Fase 2: Análise dos artigos

Na segunda etapa do protocolo, os estudos selecionados foram analisados e os resultados extraídos. Para isso, os critérios foram estabelecidos com o auxílio do software VosViewer, versão 1.6.20, para a avaliação de citações e da força de ligação, conforme a Análise de Redes de Citação, conhecida em inglês como Citation Network Analysis – CNA (Zupic; Ater, 2014).

Nesse contexto, o processo de análise foi dividido em etapas, que abordam diferentes aspectos das citações e inter-relações entre os estudos analisados, nos moldes que preconizam Soares; Picolli; Casagrande, 2018.

A princípio, foi apresentada a evolução do número de publicações entre 2020 e 2024 (Gráfico 1), demonstrando o comportamento da produção acadêmica ao longo desse período.

Em seguida, a análise de citações (citation) foi detalhada em cinco níveis: autores, fontes, organizações, países e documentos. Isso permitiu identificar os autores mais citados, as publicações (revistas e periódicos) de maior destaque, as instituições de origem dos

pesquisadores mais influentes, os países com maior impacto na produção acadêmica, e os documentos mais relevantes no campo (Zupic; Ater, 2014).

Ato contínuo, foi realizada a análise de cocitação (co-citation), que examinou a frequência com que autores, fontes e referências são citados em conjunto. A cocitação de autores revelou colaborações e influências mútuas entre estudiosos da área, enquanto a cocitação de fontes destacou afinidades entre periódicos e áreas de especialização. Já a cocitação de referências identificou estudos frequentemente usados como base comum nas pesquisas (Zupic; Ater, 2014).

Depois, foi realizada a análise de coocorrência (co-occurrence) de palavras-chave, a qual foi dividida em duas categorias: todas as palavras-chave e as palavras-chave definidas pelos próprios autores. Essa abordagem permitiu identificar tendências emergentes e subtemas no campo de estudo, além de destacar os conceitos mais utilizados pelos pesquisadores e editores/periódicos (Zupic; Ater, 2014).

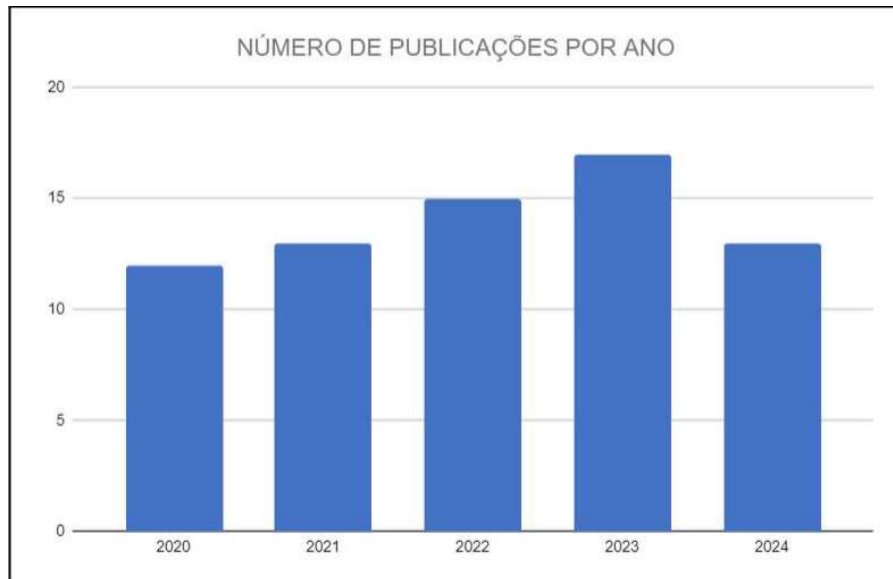
Por fim, a análise de acoplamento bibliográfico (bibliographic coupling) foi realizada em cinco dimensões: autores, fontes, documentos, organizações e países. A partir disso, foi possível examinar a similaridade entre publicações com base nas referências em comum, revelando conexões temáticas entre autores, periódicos, estudos, instituições e países que compartilham fontes similares (Zupic; Ater, 2014).

Sendo assim, passamos a analisar mais a fundo os critérios que se mostraram mais relevantes.

4.2.1 Classificação quanto ao número de publicações no período selecionado

A análise do gráfico a seguir ilustra o número de publicações entre os anos de 2020 e 2024 e revela um crescimento ano após ano no volume de produções acadêmicas ao longo desses cinco anos:

Gráfico 1: Número de publicações por ano



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Em 2020, o número de publicações começa com um patamar moderado, próximo de 12, indicando um início promissor no campo. Esse número cresce levemente em 2021, demonstrando uma continuidade no interesse pelo tema.

O crescimento mais expressivo ocorre em 2022 e atinge um pico em 2023, com cerca de 16 publicações, evidenciando um aumento significativo no interesse e no número de estudos voltados às inovações no setor de transporte.

Observa-se uma aparente queda em 2024, com o número de publicações retornando a um patamar próximo ao de 2021, a princípio sugerindo que o tema tenha se estabilizado ou que novas abordagens estejam sendo buscadas.

Todavia, há de se ressaltar que a pesquisa bibliométrica foi realizada até junho de 2024. Assim sendo, as publicações do ano de 2024 foram analisadas apenas pela metade do período, considerando que ainda restam mais de seis meses para finalizar o ano por completo.

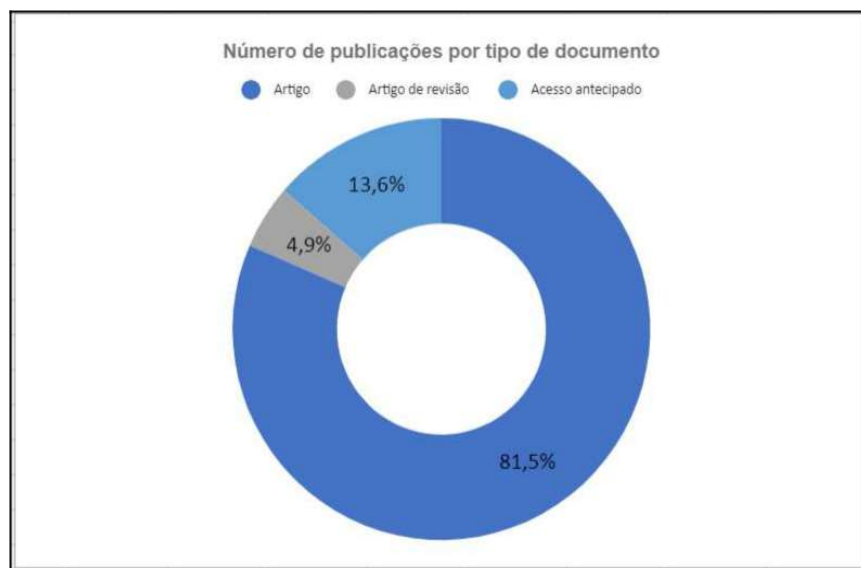
Se comparado à metade do valor do ano de 2023 inteiro (ano com maior número de publicações), o que totalizaria 8,5 publicações, o volume de publicações até junho de 2024 (13) demonstra expressivo crescimento.

Este comportamento cíclico no volume de publicações é comum em áreas dinâmicas e em rápida evolução, como é o caso da inovação no transporte, onde a produção de conhecimento pode oscilar conforme novas tendências e tecnologias emergem. Assim, em resumo, estes dados reforçam a relevância crescente do tema.

4.2.2 Classificação quanto aos tipos de documentos avaliados

O gráfico 2 apresenta a distribuição das publicações por tipo de documento e fornece as preferências e prioridades da comunidade acadêmica no campo das inovações no setor de transporte.

Gráfico 2: Número de publicações por tipo de documento



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Fica nítida a predominância de artigos, que representam 81,5% do total, o que reflete a relevância de novos estudos e descobertas para o avanço da área.

Em seguida, observa-se que 13,6% das publicações foram classificadas como "acesso antecipado". Esse tipo de publicação, geralmente disponibilizado antes de sua publicação final, sugere que inovações tecnológicas no setor de transporte estão sendo amplamente discutidas e

disseminadas de forma rápida, possivelmente devido à sua importância para o setor econômico e industrial.

Por fim, artigos de revisão compõem apenas 4,9% do total, o que pode indicar uma menor quantidade de esforços dedicados à consolidação e à análise crítica da literatura existente. Embora esses estudos de revisão sejam fundamentais para sintetizar o conhecimento já produzido e identificar lacunas na pesquisa, sua baixa representatividade pode apontar para a necessidade de mais trabalhos que unifiquem as descobertas recentes e forneçam uma visão mais abrangente das inovações no setor de transporte.

Dessa distribuição pode-se inferir que, embora haja um volume expressivo de publicações empíricas e de acesso antecipado, existe uma oportunidade para o desenvolvimento e publicação de artigos de revisão, promovendo uma visão mais holística e estratégica sobre o que já foi produzido e quais são as principais tendências e desafios futuros na área de inovações no transporte.

4.2.3 Classificação quanto às principais obras citadas

As principais obras citadas relacionadas ao tema foram selecionadas com o objetivo de identificar os clusters mais relevantes, utilizando-se o critério de um mínimo de 20 citações para destacar as 11 publicações mais significativas.

O objetivo desta análise incluiu não apenas a identificação dessas obras, mas também o estudo de seus respectivos clusters, além do número de citações e das conexões estabelecidas entre os autores.

Dessa forma, a Tabela 1 a seguir apresenta de maneira integrada esses dados, organizados em ordem decrescente de citações, o que facilita a compreensão das publicações de maior impacto e a visualização de suas inter-relações no contexto acadêmico:

Tabela 1: Principais obras citadas

ID	Autores (ano)	Cluster	Citações	Ligações
1	srinivas (2021)	7	48	0
2	fu (2023)	10	48	0
3	kuzey (2022)	6	45	0
4	fu (2021)	2	43	0
5	zarbakhshnia (2020)	8	36	0
6	cannas (2020)	1	35	0
7	vural (2020)	9	35	0
8	premkumar (2021)	5	32	0
9	abbate (2023)	4	30	0
10	ruoso (2022)	11	21	0
11	nagariya (2022)	3	20	0

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Entre os principais autores, destacam-se Srinivas (2021) e Fu (2023), ambos com 48 citações, sugerindo uma forte influência de suas obras no campo. No entanto, embora compartilhem o mesmo número de citações, há diferenças importantes que os distinguem.

Srinivas, associado ao cluster 7, é autor de uma obra consolidada que tem influenciado a academia desde 2021, enquanto Fu, associado ao cluster 10, possui um estudo cuja contribuição é mais recente, de 2023, e que ganhou destaque rapidamente.

Inclusive, a Tabela 1 também revela a presença de dois trabalhos de Fu, um de 2021 e outro de 2023, ambos com relevância significativa, porém com características distintas. Fu (2021) não aparece entre os autores mais citados, mas sua contribuição de 2023, com 48 citações, alcançou rapidamente uma posição de destaque.

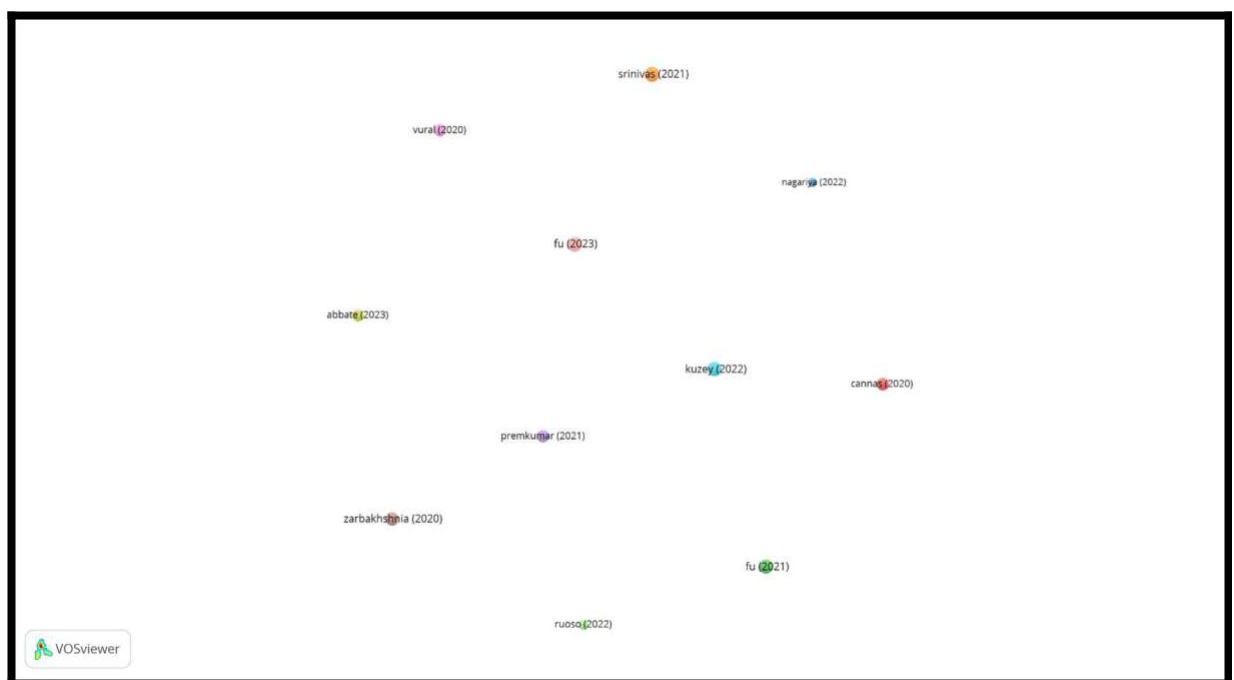
Enquanto Fu (2021) pode ter explorado tópicos mais estabelecidos ou preliminares, o estudo de 2023, associado ao cluster 10, abordou questões emergentes e de maior impacto imediato no campo da inovação no transporte. Essa diferença entre os dois trabalhos sugere que Fu evoluiu seu foco de pesquisa, passando de uma base teórica ou exploratória para uma análise mais contemporânea e relevante, que capturou a atenção da comunidade acadêmica de forma muito mais pronunciada.

Seguindo de perto está Kuzey (2022), que acumulou 45 citações, pertencendo ao cluster 6, também mostrando relevância significativa. Zarbakhshnia (2020), com 36 citações e associado ao cluster 8, reflete outra contribuição importante, enquanto Vural (2020), com 35 citações e parte do cluster 9, também apresenta uma influência notável. Esses autores, ainda que com menos citações que Srinivas e Fu, fazem parte de diferentes clusters, sugerindo a diversidade de temas abordados dentro do contexto de inovação no transporte.

Outros autores, como Abbate (2023) e Nagariya (2022), com 30 e 20 citações, respectivamente, também figuram como contribuições relevantes, destacando-se em clusters distintos (Abbate no cluster 4 e Nagariya no cluster 3), o que reflete a diversidade temática dentro do campo. Apesar de suas publicações mais recentes, esses autores têm ganhado visibilidade e desempenham um papel importante nas discussões acadêmicas.

Nas Figura 2 a seguir, foi utilizado o software VosViewer para destacar as relações entre os autores, sendo que os clusters foram representados graficamente. O tamanho dos nós indica a relevância e a influência de cada obra em comparação às demais, enquanto deveria haver linhas que conectam os nós para representar as interações e colaborações entre os autores. Essa visualização permite identificar quais publicações possuem maior peso no campo de estudo e como elas se interligam, conforme descrito por Zupic e Ater (2014).

Figura 2: Correlação entre as principais obras citadas



Fonte: software VosViewer (2024).

Um ponto crucial observado na Tabela 1 e na Figura 2 é a ausência de ligações entre as obras, ou seja, não há coautoria ou colaborações diretas entre esses autores, conforme o campo "ligações" permanece zerado para todos.

Esse dado é relevante, pois apesar de todas essas publicações serem amplamente citadas e importantes para o desenvolvimento das discussões acadêmicas, elas não estão diretamente conectadas em termos de colaboração, o que pode sinalizar a fragmentação do campo de pesquisa, onde as contribuições são feitas de maneira independente, sem uma convergência de esforços.

Por outro lado, essa desconexão também pode apontar para uma oportunidade de futuras colaborações interdisciplinares e estudos em coautoria, que poderiam unir diferentes abordagens e enriquecer ainda mais as discussões sobre inovação no setor de transporte.

Portanto, a análise da Tabela 1 revela não só os autores e suas contribuições mais citadas, mas também o cenário de fragmentação nas pesquisas, indicando a importância de promover um diálogo mais estreito entre os pesquisadores para aprofundar o conhecimento e gerar novas perspectivas.

4.2.4 Classificação quanto às fontes bibliográficas mais citadas

Para identificar as fontes bibliográficas foram utilizados os seguintes critérios de seleção: no mínimo, três documentos e um artigo publicado relacionado ao tema de estudo.

Com o suporte do software VosViewer, foram selecionadas 5 principais fontes bibliográficas, organizadas em ordem decrescente de citações. Para cada revista, foram analisados o número de artigos publicados relacionados ao tema, o total de citações recebidas e a força de ligação (indicando a conexão entre as publicações).

Deste modo, foi gerada a seguinte tabela:

Tabela 2: Fontes bibliográficas mais citadas

ID	Periódicos	Nº de artigos	Citações	Força total
1	annals of operations research	4	66	7
2	transportation research interdisciplinary perspectives	3	51	2
3	international journal of production research	4	49	8
4	ieee transactions on engineering management	3	47	10
5	research in transportation business and management	3	35	13

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

A Tabela 2 destaca três periódicos de grande relevância no campo das inovações aplicadas ao setor de transporte, cada um se sobressaindo em diferentes aspectos como número de artigos publicados, citações recebidas e a força total de suas interações acadêmicas.

O Annals of Operations Research lidera no número de citações, com um total de 66 citações distribuídas em 4 artigos publicados. Esse número elevado de citações sugere que as pesquisas publicadas por este periódico têm uma grande influência no campo. No entanto, a força total de 7 indica que, embora seja altamente citado, o nível de conectividade ou a intensidade de suas interações com outras publicações acadêmicas não é tão elevado quanto alguns dos outros periódicos na tabela. Possui Qualis CNPq como A2 (classificação 2017-2020) e fator de impacto 4.4.

Por outro lado, o International Journal of Production Research, que também possui 4 artigos publicados, apresenta um total de 49 citações, um pouco abaixo do Annals of Operations Research. Contudo, sua força total é ligeiramente superior, com Qualis CNPq como A1 (classificação 2017-2020) e fator de impacto 7.0.

Isso sugere que, mesmo com um menor volume de citações, as publicações deste periódico têm uma maior conectividade ou relevância (fator de impacto) dentro das redes de pesquisa, interagindo mais fortemente com outras publicações.

Já o Research in Transportation Business and Management, apesar de possuir apenas 3 artigos publicados e o menor número de citações, com 35, apresenta a maior força total entre os três, com 13, sendo que não está avaliado na base de dados Qualis CNPq, mas possui fator de impacto de 4.2.

Isso indica que, embora tenha menos citações, suas publicações são altamente conectadas e influenciam outras pesquisas de forma significativa. Essa alta conectividade revela que, apesar de receber menos citações, o impacto de suas publicações é potencialmente mais profundo nas redes acadêmicas.

Dessa forma, a tabela demonstra que cada periódico se destaca de maneira distinta: o *Annals of Operations Research* pelo volume de citações, o *International Journal of Production Research* por sua combinação de citações e conectividade, e o *Research in Transportation Business and Management* por sua maior força de ligação nas redes de pesquisa acadêmica.

4.2.5 Classificação quanto às palavras-chave mais citadas

Neste tópico, foi utilizado o critério de um mínimo de 5 citações, encontrando as 15 palavras-chave mais significativas. Assim, a Tabela 3 a seguir apresentada reflete a análise de palavras-chave no contexto de inovações no setor de transporte e na cadeia de suprimentos:

Tabela 3: Palavras-chave mais citadas

ID	Palavras-chave	Total de ocorrências	Força total de ligação
1	innovation	19	43
2	supply chain	18	31
3	impact	17	43
4	management	16	34
5	logistics	15	28
6	supply chain management	13	27
7	performance	12	27
8	sustainability	12	29
9	optimization	6	15
10	transportation	6	15
11	adoption	5	11
12	dynamic capabilities	5	15
13	risk	5	10
14	strategies	5	13
15	supply chains	5	13

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

A análise começa com a palavra-chave Innovation (inovação), que lidera em termos de ocorrências (19) e força de ligação (43). Isso mostra que o tema da inovação está no centro das

discussões sobre transporte e cadeia de suprimentos, sendo um ponto crítico para a evolução e melhoria contínua desses setores. Ainda, a alta força de ligação de ‘Innovation’ sugere que essa palavra está fortemente conectada a outras palavras-chave, influenciando diversas áreas.

Logo após, ‘Supply chain’ (cadeia de suprimentos) aparece com 18 ocorrências e uma força de ligação de 31, fato que evidencia que a cadeia de suprimentos é central ao tema de inovação no transporte, mas com uma ligação um pouco menos abrangente que Innovation, o que sugere que, embora seja um conceito relevante, ele pode estar mais focado ou delimitado em determinados aspectos da pesquisa.

O terceiro termo, ‘Impact’ (impacto), tem 17 ocorrências e uma força de ligação de 43, o que o coloca como um elemento essencial em discussões sobre como inovações e mudanças afetam o setor de transporte. A força de ligação idêntica à de Innovation indica que o impacto é um tema transversal, frequentemente discutido em conjunto com a inovação.

Já palavras-chave como ‘Management’ (gestão), ‘Logistics’ (logística) e ‘Supply chain management’ (gestão da cadeia de suprimentos) seguem com um número substancial de ocorrências (16, 15 e 13, respectivamente) e força de ligação (34, 28 e 27).

Isso destaca a importância de uma gestão eficiente tanto da cadeia de suprimentos quanto da logística, temas diretamente ligados à inovação e ao impacto no setor de transporte. A conexão entre logística e gestão de cadeia de suprimentos também é fortemente sinalizada pela similaridade de suas forças de ligação, sugerindo que ambos os temas são discutidos em conjunto com frequência.

Os conceitos de ‘Performance’ (desempenho) e Sustainability (sustentabilidade) aparecem com 12 ocorrências cada, mas Sustainability apresenta uma força de ligação ligeiramente superior (29 contra 27), indicando que, enquanto o desempenho é um fator relevante, a sustentabilidade está mais amplamente conectada a discussões sobre inovação e transporte. Isso pode refletir a crescente preocupação com práticas sustentáveis nas cadeias de suprimentos e sua interseção com a inovação.

Já Optimization (otimização), Transportation (transporte) e Dynamic capabilities (capacidades dinâmicas) compartilham uma relevância menor, com 6 ocorrências cada, e força de ligação de 15, o que mostra que, embora importantes, esses temas têm uma influência mais restrita dentro da pesquisa.

A mesma coisa se aplica a Adoption (adoção), Risk (risco) e Strategies (estratégias), que têm 5 ocorrências cada, com uma força de ligação variando de 10 a 13.

Por fim, Supply chains (cadeias de suprimentos) fecha a lista com 5 ocorrências e força de ligação 13, sendo o plural do termo Supply chain, mas com menor peso nos estudos analisados.

Em resumo, a tabela evidencia que inovação, impacto e gestão da cadeia de suprimentos são os principais temas no estudo da interseção entre inovações

tecnológicas e transporte. O foco na sustentabilidade, desempenho e logística também demonstra a amplitude com que essas palavras-chave estão sendo exploradas, com destaque para a forte conectividade de alguns desses temas, sugerindo uma abordagem holística em relação à inovação no setor de transporte.

4.2.6 Classificação quanto às instituições de ensino dos pesquisadores

A análise dessas instituições foi feita utilizando o número mínimo de 2 documentos e 1 citação da organização, a fim de que ficassem restritos os resultados a uma quantidade mais objetiva, que permitisse uma análise mais direcionada.

Deste modo, a tabela a seguir apresentada classifica as instituições de ensino com base no número de artigos publicados, citações e a força total de ligação no campo de estudo das inovações no setor de transporte e cadeia de suprimentos:

Tabela 4: Instituições de ensino dos pesquisadores

ID	Instituição de ensino	Nº de artigos	Citações	Força total
1	malaviya natl inst technol	2	34	0
2	univ sci & technol china	3	30	0
3	fore sch management	2	21	0
4	changan univ	2	20	0
5	indian inst management kashipur	2	17	0
6	tsinghua univ	2	7	0
7	univ lille	2	2	0

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Nesse esteio, a instituição com maior número de citações é o Malaviya National Institute of Technology, localizada na Índia, com 34 citações provenientes de apenas dois artigos. Isso indica que, embora o número de publicações seja moderado, o impacto desses artigos é bastante elevado, sugerindo que a qualidade e relevância do conteúdo publicado por essa instituição são altamente valorizadas pela comunidade acadêmica.

Apesar disso, a força total de ligação é nula, o que pode indicar que, embora suas publicações sejam bastante citadas, elas podem estar menos conectadas a outros estudos dentro de redes colaborativas.

Em segundo lugar, a University of Science & Technology China aparece com 3 artigos e 30 citações. Essa universidade se destaca tanto pelo número de publicações quanto pela quantidade significativa de citações, o que reforça a sua relevância no campo de inovações e transporte.

Embora tenha um impacto ligeiramente inferior ao Malaviya National Institute of Technology, é interessante notar que sua produção acadêmica é mais consistente, com um artigo a mais do que o líder em citações.

Já a Fore School of Management, também da Índia, com 2 artigos e 21 citações, e a Changan University, China, com 2 artigos e 20 citações, apresentam uma contribuição similar no campo. Ambas possuem uma presença notável, demonstrando que suas publicações são bem recebidas, embora não com o mesmo destaque das duas primeiras instituições. Isso reflete uma influência significativa, mas mais moderada, dentro das discussões acadêmicas sobre inovações no setor de transporte.

A Indian Institute of Management Kashipur também segue uma tendência semelhante, com 2 artigos e 17 citações. Essa instituição parece ter uma relevância considerável, mas novamente, o impacto de suas pesquisas, medido pelas citações, está ligeiramente abaixo das demais instituições mencionadas.

Por outro lado, Tsinghua University da República Popular da China e University of Lille, na França, com 2 artigos cada, possuem um número muito menor de citações (7 e 2, respectivamente).

Isso sugere que, conquanto essas instituições estejam publicando ativamente sobre o tema, seus estudos ainda não receberam tanto reconhecimento ou impacto quanto os de outras universidades.

Novamente, a ausência de força total sugere uma desconexão com redes colaborativas mais amplas ou uma falta de interseção entre suas pesquisas e outros estudos dentro do campo.

De forma geral, a análise da Tabela 4 mostra que há um pequeno grupo de instituições que têm uma influência particularmente elevada no campo de inovação em transporte e cadeias de suprimentos.

As universidades que produzem menos artigos, mas têm um grande número de citações, como o Malaviya National Institute of Technology, mostram que o impacto de uma instituição não está necessariamente relacionado à quantidade de publicações, mas sim à profundidade e qualidade do seu trabalho.

Aquelas com menos citações, como a "University of Lille", podem estar em estágios iniciais de reconhecimento ou contribuir com estudos em algum tema específico (nicho), que ainda não atingiram uma audiência mais ampla.

4.2.7 Classificação quanto à medida de similaridade das publicações

A similaridade entre publicações, conhecida também como acoplamento bibliográfico (bibliographic coupling), avalia a quantidade de referências que dois estudos compartilham. Isso significa que, quanto mais obras citadas em comum, maior a probabilidade de que seus conteúdos estejam interligados.

Assim, para a análise realizada com o software VosViewer, foram definidos alguns parâmetros: cada autor precisa ter publicado pelo menos 1 documento, e esses trabalhos devem possuir um mínimo de 45 citações cada.

Com isso, foi gerada a Tabela 5 a seguir:

Tabela 5: Medida de similaridade entre as publicações

ID	Autor	Nº de artigos	Citações	Força total
1	fu, ke	1	48	220
2	li, yanzhi	1	48	220
3	mao, huiqiang	1	48	220
4	marathe, rahul r.	1	48	125
5	miao, zhaowei	1	48	220
6	srinivas, s. srivatsa	1	48	125
7	fritz, morgane m. c.	1	45	409
8	karaman, abdullah	1	45	409
9	kuzey, cemil	1	45	409
10	uyar, ali s.	1	45	409

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Todos os autores da Tabela 5 publicaram apenas um artigo cada, o que demonstra uma paridade em termos de volume de produção científica. No entanto, há diferenças significativas no número de citações e na força total de ligação, que indicam o impacto e a conectividade de suas pesquisas.

Os autores Ke Fu, Yanzhi Li, Huiqiang Mao, Zhaowei Miao, Rahul R. Marathe e S. Srivatsa Srinivas apresentam 48 citações cada, o que sugere que seus artigos tiveram um alto nível de reconhecimento na comunidade acadêmica.

Contudo, é interessante notar que, apesar do mesmo número de citações, a força total de ligação varia. Enquanto Fu, Li, Mao e Miao possuem uma força total de 220, Marathe e Srinivas têm uma força total de 125. Isso indica que, embora os artigos de Marathe e Srinivas tenham sido amplamente citados, eles estão menos conectados em redes de pesquisa, ou seja, seus estudos podem ser mais focados em nichos específicos ou têm menos interseção com outros estudos importantes.

Por outro lado, Morgane M. C. Fritz, Abdullah Karaman, Cemil Kuzey e Ali S. Uyar, embora tenham 45 citações, uma quantidade ligeiramente inferior, apresentam uma força total de ligação significativamente maior, de 409.

Tal fato sugere que suas publicações, embora com um número de citações um pouco menor, estão altamente conectadas a outras pesquisas, desempenhando um papel crucial na interligação de estudos e servindo como base para outros trabalhos, porque alta força de ligação

indica que seus artigos são vistos como fundamentais para diversas redes de conhecimento no campo de inovações no transporte.

Essa análise demonstra que o impacto de uma publicação científica não se resume apenas ao número de citações: a força total de ligação revela uma dimensão adicional da influência acadêmica, indicando como uma pesquisa se conecta a outras dentro da área.

Autores como Fritz, Karaman, Kuzey e Uyar, com uma alta força de ligação, podem estar contribuindo com estudos que são mais colaborativos ou que fundamentam várias outras pesquisas, enquanto autores como Fu, Li, Mao e Miao, com citações mais numerosas, mas menor força de ligação, podem estar explorando temas igualmente importantes, mas com menos interconexão com outros estudos.

Portanto, a Tabela 5 evidencia diferentes tipos de impacto no campo acadêmico: aqueles com alto número de citações indicam reconhecimento e relevância, enquanto a força total de ligação aponta para a profundidade com que os trabalhos se conectam com o restante da literatura científica, sendo ambos fatores essenciais para medir a importância de uma pesquisa.

Nesse mesmo sentido, o software VosViewer evidenciou de maneira visual como diferentes autores compartilham referências em comum, refletindo a interconectividade e a sobreposição de suas áreas de pesquisa, sendo que os clusters foram representados graficamente, conforme a Figura 3 a seguir:

Figura 3: Medida de similaridade das publicações



Fonte: software VosViewer (2024).

A partir desta análise, percebe-se que Fu e Fritz estão interligados por um vínculo considerável de acoplamento bibliográfico, sugerindo que as publicações desses autores compartilham um número significativo de referências e indicando uma proximidade temática ou uma abordagem metodológica semelhante em suas pesquisas.

Por outro lado, o autor Rahul R. Marathe aparece isolado na rede, sem conexões visíveis com os outros dois autores. Esse distanciamento implica que as referências utilizadas por Marathe são distintas das de Fu e Fritz, sinalizando uma menor sobreposição de temas ou metodologias entre as suas publicações.

A presença dessas conexões (ou a ausência delas) é importante para compreender como as publicações se agrupam em termos de citações compartilhadas e, portanto, como as linhas de pesquisa se desenvolvem dentro de subáreas específicas.

Assim, a similaridade entre as obras de Fu e Fritz pode refletir uma colaboração implícita ou uma forte convergência de tópicos em estudos relacionados a um mesmo campo. Por outro lado, a posição isolada de Marathe pode indicar uma linha de investigação menos explorada por outros autores ou um enfoque singular em um segmento diferente.

Deste modo, a análise visual dessas relações bibliográficas fornece uma perspectiva sobre a medida de similaridade entre as publicações, contribuindo para identificar colaborações potenciais, tendências de pesquisa, e áreas que podem estar menos integradas aos temas principais de estudo dentro do campo avaliado.

4.2.8 Classificação quanto aos países de origem das publicações

A Tabela 6 a seguir classifica os países de origem das publicações em relação ao número de artigos, citações e força total de ligação, partindo de uma análise com no mínimo 5 documentos e 1 citação, resultando nos 5 principais:

Tabela 6: Países de origem das publicações

ID	País de origem	Nº de artigos	Citações	Força total
1	india	12	182	0
2	peoples r china	9	143	0
3	italy	7	102	0
4	usa	11	95	0
5	france	7	54	0

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

A Índia lidera tanto no número de artigos publicados, quanto no número de citações, o que é particularmente importante quando consideramos que se trata do país mais populoso do mundo, o qual enfrenta enormes desafios em termos de planejamento e controle logístico. Então, infere-se que o gerenciamento eficiente do transporte seja crucial para manter o abastecimento das necessidades de uma população gigantesca e reduzir o custo de vida, o que pode ser motivo da importância desse tema no contexto nacional.

A China, outro gigante demográfico, segue logo atrás com 9 artigos e 143 citações. Portanto, depreende-se que a inovação na cadeia de suprimentos e no transporte é vital não só para a economia chinesa, mas para a estabilidade econômica global, já que o planejamento logístico eficiente tem impacto direto sobre o custo de vida de sua enorme população. Assim, infere-se que isto pode justificar a relevância da produção científica desta temática, neste país.

Em seguida, Itália e França, com 7 artigos cada, têm um número substancial de citações (102 e 54, respectivamente). Esses países da Europa mostram-se ativos no campo de pesquisa, embora o impacto das suas publicações seja inferior ao dos gigantes asiáticos.

A Itália, com suas 102 citações, demonstra que suas pesquisas têm relevância, talvez com foco em inovações tecnológicas aplicáveis a cadeias de suprimento sofisticadas ou de nicho, comuns no mercado europeu.

Já a França, com 54 citações, pode estar focada em segmentos específicos, como transporte urbano sustentável, onde há uma forte demanda por inovações devido a políticas públicas em torno da sustentabilidade e redução de emissões.

Ato contínuo, os Estados Unidos, com 11 artigos e 95 citações, aparece em quarto lugar no número de citações. A tradição americana de liderança em tecnologia e inovação faz com que as publicações do país sejam bastante relevantes.

No entanto, o impacto em termos de citações é menor comparado a Índia e China, o que pode indicar que o foco das pesquisas americanas está em nichos mais especializados ou que a competição com os países asiáticos em termos de produção científica está mais acirrada. Ao menos no período avaliado.

No geral, a classificação evidencia que países com grandes populações, como Índia e China, têm um papel crucial nas discussões sobre inovações no transporte e na cadeia de suprimentos, sendo possível deduzir que o controle, planejamento e escoamento logístico sejam elementos-chave para garantir o abastecimento interno e a redução dos custos de vida. O desenvolvimento de tecnologias de ponta nessas áreas não só atende às demandas internas, mas também afeta diretamente o comércio global, tornando essas inovações vitais para a economia mundial.

4.3 Fase 3: identificação de áreas potenciais de estudo

Nesta etapa, foram selecionados os cinco artigos mais citados, conforme Tabela 1, para uma análise mais aprofundada e sistemática.

O primeiro artigo, 3PL Firm's Equity Financing for Technology Innovation in a Platform Supply Chain, de Fu et al. (2021), com ênfase na inovação tecnológica em empresas de logística terceirizada (Third Party Logistics - 3PL), apresenta uma análise detalhada de como o financiamento por meio de ações pode ser uma alavanca para inovação dentro dessas empresas, particularmente em cadeias de suprimentos baseadas em plataformas online.

Foi utilizada uma abordagem baseada em modelagem matemática e teoria dos jogos não cooperativos, sendo que o estudo focou em decisões de financiamento de uma empresa de logística de terceiros e sua interação com decisões operacionais de uma cadeia de suprimentos em plataforma. O modelo analítico desenvolvido buscou caracterizar as decisões ótimas de financiamento por meio de equidade, com foco em reduzir custos de transporte e melhorar a eficiência da cadeia.

Assim, a pesquisa resultou na construção de um modelo proposto que foca na aceitação de tecnologias interfirmas, com ênfase em fatores organizacionais e tecnológicos que influenciam essa adoção, integrando diversas teorias, como a Teoria da Difusão da Inovação.

Nesse sentido, o artigo destaca a interação entre três agentes: um fornecedor que vende produtos, um varejista que opera uma plataforma online e uma empresa 3PL responsável pelo transporte dos produtos. Utilizando a teoria de jogos não cooperativos, os autores demonstram como o investimento em inovações tecnológicas, financiado externamente, pode reduzir custos operacionais, especialmente os custos de transporte.

Portanto, um dos principais achados é que a estratégia de financiamento por ações pode beneficiar os acionistas originais das empresas de logística, desde que seja bem coordenada com as decisões operacionais da cadeia de suprimentos.

O segundo artigo, Robust Optimization Model of Anti-Epidemic Supply Chain Under Technological Innovation: Learning from COVID-19, de Song et al. (2024), tem ênfase na otimização robusta em cadeias de suprimentos contra períodos de epidemias, com ênfase na integração de novas tecnologias de transporte e logística para mitigar incertezas.

Trata, em resumo, de como as inovações tecnológicas e a incerteza da demanda durante a pandemia de COVID-19 impactaram as operações de distribuição de suprimentos críticos, como máscaras e luvas.

Para isto, os autores utilizaram uma abordagem quantitativa, desenvolvendo um modelo de otimização robusta para cadeias de suprimento sob inovações tecnológicas, tendo testado empiricamente o modelo usando a cidade de Wuhan, China, como estudo de caso. A metodologia baseou-se na programação robusta intervalar para lidar com incertezas nas cadeias de suprimento, incluindo incertezas de demanda e oferta, penalidades por escassez e orçamento.

Desse modo, utilizando um modelo de otimização robusta, o artigo aborda incertezas em parâmetros de fornecimento e demanda, além de penalidades por escassez, e como esses fatores afetam os custos e a eficiência da cadeia de suprimentos. Os autores mostram que, embora a inovação tecnológica possa reduzir significativamente os custos operacionais relacionados ao transporte de materiais, a incerteza na demanda continua sendo um dos maiores desafios para gerentes de cadeias de suprimentos.

O artigo também destaca a importância de penalidades altas por falta de material, que resultam em maior eficiência no atendimento às demandas. Além disso, os autores conduzem uma análise empírica usando dados de Wuhan, explorando como a robustez do modelo pode ser testada em situações reais.

O terceiro artigo, *Sustainable Innovation in the Dairy Supply Chain: Enabling Factors for Intermodal Transportation*, de Cannas et al. (2020), investiga como a inovação sustentável pode ser introduzida na cadeia de suprimentos de laticínios.

Assim, as inovações apresentadas incluem o transporte intermodal (combinando ferrovia e rodovia) para reduzir emissões de CO₂ e aumentar a eficiência da cadeia de suprimentos de laticínios. Também tratam do uso da Internet das Coisas (IoT) como uma inovação relevante para melhorar a rastreabilidade e eficiência logística ao longo da cadeia de frio, ajudando a superar os desafios energéticos e de sustentabilidade.

Para tanto, os autores adotaram um estudo de caso múltiplo qualitativo, realizado em várias etapas da cadeia de suprimento de laticínios na Itália e foi desenvolvido em um projeto de pesquisa financiado por dois anos (2017-2018), com o objetivo de identificar fatores facilitadores da adoção de transporte intermodal na cadeia de laticínios. A metodologia incluiu uma análise empírica, combinando revisão de literatura e observações de campo para validar e refinar os fatores de habilitação identificados.

Destarte, o artigo aborda a alta demanda energética desse setor, devido à necessidade de refrigeração constante dos produtos, e como o transporte intermodal pode reduzir significativamente as emissões de CO₂. No entanto, o estudo também destaca que a adoção do transporte intermodal na indústria de laticínios ainda é limitada, mesmo com inovações tecnológicas, como a Internet das Coisas (IoT), que pode aumentar a rastreabilidade e eficiência.

Ainda, apresenta um conjunto de fatores que facilitam a transição para o transporte intermodal, como a adequação de infraestrutura logística e a necessidade de uma maior colaboração entre os diversos atores da cadeia, como produtores, distribuidores e varejistas. Além disso, sugere que a falta de integração entre esses atores e a carência de tecnologias adequadas ainda são barreiras significativas para a ampla adoção do transporte intermodal na cadeia de laticínios.

Em quarto lugar, o artigo *Blockchain Technology in Supply Chain Management: An Organizational Theoretic Overview and Research Agenda*, de Manzoor et al. (2022), explora o impacto da tecnologia blockchain na gestão da cadeia de suprimentos.

Logo, a principal inovação discutida é a tecnologia blockchain, que oferece melhorias significativas em rastreabilidade, transparência e resiliência nas operações da cadeia de suprimentos. O blockchain é apresentado como uma tecnologia disruptiva que pode transformar a forma como as informações são gerenciadas e compartilhadas em cadeias de suprimentos complexas, envolvendo múltiplos níveis de fornecedores e distribuidores.

A metodologia utilizada consistiu em uma revisão sistemática da literatura (Systematic Literature Review - SLR), que envolveu a busca em bases de dados como SCOPUS. O estudo categorizou a literatura sobre blockchain em cadeias de suprimentos em quatro etapas: pré-adoção, adoção, implementação e aplicação, e propôs um framework de pesquisa para análise futura. Ainda, foi feita a análise de mais de 292 artigos, que incluiu critérios de inclusão e exclusão rigorosos, baseando a metodologia no protocolo de Denyer e Tranfield (2009).

Deste modo, o estudo destaca que a tecnologia blockchain tem o potencial de transformar radicalmente a maneira como as informações são gerenciadas e compartilhadas, especialmente em cadeias complexas que envolvem múltiplos níveis de fornecedores e distribuidores.

Os autores também sugerem que o blockchain pode aumentar a resiliência da cadeia de suprimentos ao mitigar riscos associados à fraude e à falta de rastreabilidade de produtos. A análise propõe, ainda, uma agenda de pesquisa para futuras investigações sobre as barreiras e facilitadores para a adoção dessa tecnologia em diferentes setores, como manufatura, alimentos e transporte.

Por fim, o quinto artigo, *Acceptance of Blockchain Technology in Supply Chains: A Model Proposal*, de Çolak e Kağrıcioğlu (2022), apresenta um modelo que visa explicar os fatores que afetam a aceitação da tecnologia blockchain em cadeias de suprimentos, com foco nas relações interorganizacionais.

Os autores adotaram uma abordagem teórica baseada em uma extensa revisão de literatura: examinaram publicações nas áreas de blockchain, cadeias de suprimentos, sistemas

de informação e logística, buscando identificar fatores que afetam a adoção da tecnologia blockchain nas cadeias de suprimento.

Neste artigo, a inovação central é também o blockchain, mas desta vez com foco em facilitar a transparência, redução de custos e segurança nas transações interorganizacionais. A inovação tecnológica é abordada como um fator que aumenta a confiança entre parceiros de negócios e melhora o controle da cadeia de suprimentos, oferecendo vantagens competitivas importantes.

Então, é proposto que a aceitação do blockchain depende de fatores como a prontidão tecnológica, a confiança entre os parceiros da cadeia e as vantagens percebidas dessa tecnologia, como maior transparência e redução de custos. Os autores argumentam, ainda, que a aceitação do blockchain é facilitada quando as organizações percebem que essa tecnologia pode oferecer vantagens competitivas significativas, como maior segurança nas transações e melhor controle sobre a cadeia de suprimentos.

No entanto, eles também apontam para barreiras importantes, como a falta de infraestrutura tecnológica adequada e a resistência organizacional à mudança. O modelo proposto inclui quatro determinantes principais (fatores organizacionais, interorganizacionais, tecnológicos e comportamentais) e oferece uma estrutura abrangente para guiar futuros estudos empíricos sobre a aceitação e implementação do blockchain nas cadeias de suprimentos.

Esses artigos fornecem ideias de como a inovação tecnológica está moldando as cadeias de suprimentos em diferentes setores: desde a implementação de novos modelos de financiamento para inovação tecnológica em empresas de logística, passando pelo uso de otimização robusta em cadeias de suprimentos, até a exploração do potencial disruptivo da tecnologia blockchain.

Os artigos abordam tanto as oportunidades quanto os desafios dessas inovações em ambientes de negócios cada vez mais complexos e interconectados.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONTRIBUIÇÕES

O objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão bibliométrica das principais inovações tecnológicas no setor de transporte, com ênfase em suas intersecções com a cadeia de suprimentos.

Através da análise de artigos publicados entre 2020 e 2024, buscou-se identificar as tendências emergentes, as principais tecnologias aplicadas e os desafios enfrentados pela logística no contexto atual.

Diferentemente de revisões anteriores, esta pesquisa traz um diferencial ao incluir obras relevantes produzidas no pós-pandemia, um período marcado por mudanças disruptivas e pela reestruturação das práticas logísticas e operacionais.

Foi observado que, apesar do aumento substancial de pesquisas sobre inovações tecnológicas no transporte, ainda há uma fragmentação significativa entre os diferentes campos de estudo, o que limita uma visão mais integrada dessas inovações em múltiplos setores logísticos. Países como China e Índia, devido à sua vasta população e necessidade de infraestrutura robusta, têm liderado na adoção dessas inovações, impulsionando uma transformação significativa no gerenciamento logístico e no transporte de mercadorias, especialmente com foco em sustentabilidade.

Além disso, o transporte intermodal foi identificado como uma solução promissora para aumentar a eficiência logística, reduzindo custos e otimizando a utilização de diferentes modais, o que representa uma oportunidade estratégica para empresas globais.

As contribuições teóricas deste trabalho evidenciam a necessidade de uma maior integração entre as inovações tecnológicas e suas aplicações práticas nas diversas áreas da cadeia de suprimentos. Nesse sentido, esta pesquisa bibliométrica realizada oferece uma análise consolidada das ferramentas tecnológicas emergentes e demonstra como essas inovações podem ser aplicadas para aumentar a eficiência operacional e a sustentabilidade.

A relevância do estudo é reforçada também pelo fato de que a pandemia de COVID-19 trouxe à tona vulnerabilidades críticas nas cadeias de suprimentos globais, impulsionando a adoção rápida de tecnologias para enfrentar os desafios impostos.

Apesar do aumento na produção científica nesse período, muitas revisões permanecem focadas em tecnologias anteriores à pandemia e não abordam os impactos práticos e as adaptações que se tornaram necessárias.

Com base nisso, esta revisão mapeia as lacunas existentes na literatura, analisando estudos que capturam esse momento de inflexão e transformação, e fornece uma base para futuras investigações que busquem explorar essas intersecções de maneira mais aprofundada e interconectada.

Nesse esteio, a inclusão de publicações recentes permitiu destacar avanços que ocorreram em resposta à crise pandêmica, como o uso de tecnologias de rastreamento em tempo real, blockchain para maior transparência nas operações e soluções de automação para suprir a escassez de mão de obra e melhorar a eficiência logística.

Essas inovações, embora discutidas em estudos isolados, ainda não haviam sido integradas em uma análise abrangente que permitisse uma visão consolidada de como o setor de transporte e a cadeia de suprimentos evoluíram para responder a esses desafios.

E tendo sido contexto pós-pandêmico bastante importante, na medida em que evidenciou a necessidade de abordagens mais robustas e flexíveis para a gestão de cadeias de suprimentos, destacando o papel do transporte como vetor de inovação, pode-se concluir que a pandemia atuou como um catalisador que acelerou a transição de práticas tradicionais para soluções mais modernas e tecnologicamente avançadas.

Portanto, ao mapear essas mudanças e apresentar uma análise detalhada de obras produzidas entre 2020 e 2024, este trabalho contribui para uma compreensão mais ampla das tendências e desafios enfrentados pelo setor.

No âmbito gerencial, a pesquisa oferece insights valiosos para gestores que buscam aumentar a competitividade de suas operações logísticas: as tecnologias emergentes identificadas, como big data, automação e blockchain, oferecem oportunidades claras para otimizar o planejamento logístico, reduzir custos e melhorar o fluxo de mercadorias. A adoção dessas inovações pode melhorar significativamente a eficiência e a resiliência da cadeia de suprimentos, permitindo que as empresas se adaptem mais rapidamente às demandas variáveis do mercado.

Ademais, o transporte intermodal surge como uma estratégia viável para reduzir a dependência de modais específicos, como o rodoviário, ampliando as possibilidades de movimentação de mercadorias de forma mais sustentável e econômica.

E, ainda, a adoção de tecnologias voltadas para a sustentabilidade, como veículos elétricos, sistemas de energia limpa e tecnologias verdes, desempenha um papel essencial na redução do impacto ambiental das operações logísticas. Essa tendência atende às demandas globais por responsabilidade ambiental, proporcionando uma vantagem competitiva para as empresas que buscam alinhar seus objetivos de eficiência com práticas ambientalmente responsáveis.

O uso de energias limpas e a implementação de sistemas logísticos mais sustentáveis podem não apenas reduzir as emissões de CO₂, mas também contribuir para o cumprimento de metas ambientais globais, destacando o transporte como um setor chave para a sustentabilidade no futuro.

Já no que tange às limitações deste estudo, destaca-se a escolha de uma janela temporal restrita ao período de 2020 a 2024, o que pode limitar a identificação de tendências de longo prazo. Inclusive, o foco em publicações de língua inglesa pode ter excluído contribuições relevantes de outras regiões e idiomas.

Em razão disso, recomenda-se que futuras pesquisas ampliem o escopo temporal e regional, incluindo uma análise comparativa entre diferentes setores e contextos regionais, de modo a capturar uma visão mais global e diversificada das inovações tecnológicas no transporte.

Todavia, as contribuições deste trabalho abrem caminho para que futuras pesquisas ampliem a análise para outras realidades regionais e contextos setoriais, de modo a obter uma visão mais global e diversificada sobre as inovações tecnológicas e seus impactos no setor de transporte, fortalecendo a base para estratégias empresariais mais eficazes e sustentáveis.

Também abre caminho para investigações mais profundas sobre o impacto prático dessas inovações no desempenho logístico das empresas, ainda mais se considerarmos que a implementação dessas tecnologias ainda enfrenta barreiras, como a necessidade de investimentos em infraestrutura, resistência organizacional e altos custos iniciais.

Então, estudos futuros podem focar em como superar esses desafios e como essas tecnologias podem influenciar o desempenho financeiro das empresas e o desenvolvimento sustentável do setor de transportes. Assim, o presente trabalho não só contribui para o entendimento teórico das inovações tecnológicas, mas também fornece uma base sólida para futuras investigações empíricas e estratégias empresariais que explorem o potencial transformador dessas inovações.

Referências

- CANNAS, Violetta Giada; CICCULLO, Federica; PERO, Margherita; CIGOLINI, Roberto. Sustainable innovation in the dairy supply chain: enabling factors for intermodal transportation. *International Journal of Production Research*, v. 58, n. 24, p. 7314-7333, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1809731>. Acesso em: 08 out. 2024.
- CHUNG, Sai-Ho. Applications of smart technologies in logistics and transport: a review. *Transportation Research Part E*, v. 153, p. 102455, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tre.2021.102455>. Acesso em: 12 out. 2024.
- ÇOLAK, Haldun; KAĞNICIOĞLU, Celal Hakan. Acceptance of blockchain technology in supply chains: a model proposal. *Operations and Supply Chain Management*, v. 15, n. 1, p. 17-26, 2022. Disponível em: <http://doi.org/10.31387/oscm0480327>. Acesso em: 13 nov. 2024.
- FU, Hong; KE, Ginger Y.; LIAN, Zhaotong; ZHANG, Lianmin. 3PL firm's equity financing for technology innovation in a platform supply chain. *Transportation Research Part E*, v. 147, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tre.2021.102239>. Acesso em: 08 out. 2024.
- HAIR JR, J.; BABIN, B.; MONEY, A. H.; SAMOUEL, P. *Fundamentos de Métodos de Pesquisa em Administração*. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- HOLANDA, G. G., SILVA, A. F., LAVOR, N. B., SOUSA, F. N. T. (2020). Custos Logísticos do Transporte no Modal Rodoviário: Desafios para a Competitividade das Empresas. ID on line. *Revista de Psicologia*, v.14, n.51, p.570-585. Disponível em: <https://doi.org/10.14295/online.v14i51.2579>. Acesso em: 13 nov. 2024.
- KUMAR, Devinder; SINGH, Rajesh Kr; MISHRA, Ruchi; WAMBA, Samuel Fosso. Applications of the internet of things for optimizing warehousing and logistics operations: a systematic literature review and future research directions. *Computers Industrial Engineering*, v.171, p. 108455, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2022.108455>. Acesso em: 12 out. 2024.
- LEVY, Y.; ELLIS, T. J. A systems approach to conduct an effective literature review in support of information systems research. *Informing Science Journal*, 9, 2006. 181- 211. Disponível em: http://uicphdmis.pbworks.com/w/file/53085578/Systems_Approach_to_Conduct_an_Effective_Literature_Review.pdf. Acesso em: 30 set. 2024.
- LYALL, A.; MERCIER, P.; GSTETTNER, S. The death of supply chain management. *Harvard Business Review*, v.15, p. 1-4, 2018.
- MAIA, Leonardo Caixeta de Castro; RIBEIRO, Helena Farias; FRANCO, Renata de Souza. Revisão bibliométrica sobre omnichannel de 2016 a 2021: uma análise das estratégias logísticas no contexto do varejo. *Revista Negócios em Projeção*, v.12, n. 2, p. 115-134, 2021.

MAIA, L. C. C.; de SOUZA, N. F. A.; TENANI, M. S. Gestão de Riscos e Resiliência na Cadeia de Suprimentos: uma revisão sistemática da produção científica no contexto do COVID-19. *Revista Negócios em Projeção*, v.12, n.2, 2021, p.96-114.

MANZOOR, Rizwan; SAHAY, B. S.; SINGH, Sujeet Kumar. Blockchain technology in supply chain management: an organizational theoretic overview and research agenda. *Annals of Operations Research*, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10479-022-05069-5>. Acesso em: 02 out. 2024.

MIN, Soonhong; ZACHARIA, Zach G.; SMITH, Carlo D. Defining Supply Chain Management: In the Past, Present, and Future. *Journal of Business Logistics*, v.40, n. 1, p. 56-68, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jbl.12201>. Acesso em: 12 out. 2024.

MORAES, S. Frota de caminhões no país atinge 2,18 milhões de unidades em 2023. TRANSPORTE MODERNO. 24 de abril de 2024. Disponível em: <https://transportemoderno.com.br/2024/04/24/frota-de-caminhoes-no-pais-atinge-218-milhoes-de-unidades-em-2023/#:~:text=Com%20%2C18%20milh%C3%B5es%20de,circula%C3%A7%C3%A3o%20no%20pa%C3%ADs%20em%202022>. Acesso em 13 nov. 2024.

PORTER, M. E.; HEPPELMANN, J. E. How smart, connected products are transforming competition. *Harvard Business Review*, v.92, n.11, 2014, p.64-88.

SILVA, Lurian Souza Vieira da; MAIA, Leonardo Caixeta de Castro. Implantação da Manutenção Autônoma em uma Linha de Envase de uma Indústria de Bebidas. Universidade Federal de Uberlândia, 2021. MBA em Gestão da Qualidade. UFU. FAGEN, Uberlândia, MG.

SOARES, S. V.; PICOLLI, I. R. A.; CASAGRANDE, J. L. Pesquisa bibliográfica, pesquisa bibliométrica, artigo de revisão e ensaio teórico em administração e contabilidade. *Administração: ensino e pesquisa*, v.19, n. 2, 2018. 1-19. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.13058/raep.2018.v19n2.970>. Acesso em: 30 set. 2024.

SONG, Malin; YUAN, Sai; BO, Hongguang; SONG, Jinbo; PAN, Xiongfeng; JIN, Kairui. Robust optimization model of anti-epidemic supply chain under technological innovation: learning from COVID-19. *Annals of Operations Research*, v. 335, p. 1331-1361, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10479-022-04855-5>. Acesso em: 08 out. 2024.

SWEENEY, E.; GRANT, D. B.; MANGAN, D. J. Strategic adoption of logistics and supply chain management. *International Journal of Operations & Production Management*. v.38, n.3, 2018, p.852-873, DOI 10.1108/IJOPM-05-2016-0258.

TEIXEIRA, M. L. M.; IWAMOTO, H. M.; MEDEIROS, A. L. Estudos bibliométricos em administração: discutindo a transposição de finalidade. *Administração: ensino e pesquisa*, 14, n. 3. 423-452. Disponível em: <https://doi.org/10.13058/raep.2013.v14n3.57>. Acesso em: 30 set. 2024.

TRANFIELD, D.; DENYER, D.; SMART, P. Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review. *British*

Journal of Management, v.14, 2003. 207-222. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/1467-8551.00375>. Acesso em: 28 set. 2024.

ZUPIC, I.; ATER, T. Bibliometric Methods in Management and Organization. *Organizational Research Methods*, v.18, n. 3, 2014. 429–472. Disponível em: <http://doi.org/10.1177/1094428114562629>. Acesso em: 28 set. 2024.