

9 OPLOG Operações e logística

ESTADO DA ARTE DA LOGÍSTICA VERDE

RESUMO

A logística verde busca o desempenho das atividades logísticas de forma ecologicamente adequada, de modo a desenvolver a economia e preservar recursos ambientais, e passou a ser um tema bastante discutido com o aumento da preocupação com a sustentabilidade e a percepção dos danos ambientais que são causados pelas operações logísticas. Este artigo tem como objetivo investigar as pesquisas referentes a logística verde, identificando assuntos relevantes e contribuições acerca do tema. Para isso realizou-se uma pesquisa estado da arte através de uma revisão sistêmica e análise bibliométrica a partir do Methodi Ordinatio. Foram selecionados os 10 (dez) artigos para análise, com base no ano de publicação, número de citações e fator de impacto. Dentre os aspectos avaliados encontra-se a distribuição temporal das publicações, o número de citações, publicações por autores, a metodologia utilizada, frequência de palavras-chave, o perfil dos periódicos e o contexto presente em cada publicação. Os resultados demonstram uma forte relevância da logística verde na literatura, com destaque para tópicos de gestão de cadeia de suprimentos verde, transporte verde e políticas governamentais.

Palavras-chave: Logística Verde, Gestão se Cadeia se Suprimentos Verde, Transporte Verde, Políticas Governamentais, Methodi Ordinatio.

ABSTRACT

Green logistics seeks the performance of logistics activities in an ecologically appropriate way, in order to develop the economy and preserve environmental resources, and has become a widely discussed topic with the increased concern for sustainability and the perception of environmental damage that is caused by logistics operations. This article aims to investigate research related to green logistics, identifying relevant issues and contributions on the subject. For this, a state-of-the-art research was carried out through a systemic review and bibliometric analysis from the Methodi Ordinatio. There were 10 (ten) articles selected for analysis, based on the year of publication, number of citations and impact factor. Among the aspects evaluated are the temporal distribution of publications, the number of citations, publications by authors, the methodology used, frequency of keywords, the profile of the journals and the context present in each publication. The results demonstrate a strong relevance of green logistics in the literature, with emphasis on topics of green supply chain management, green transport and government policies.

Keywords: Green Logistics, Green Supply Chain Management, Green Transport, Government Policies, Methodi Ordinatio.

1. INTRODUÇÃO

A noção de desenvolvimento sustentável foi conduzida a partir do aprofundamento da crise ambiental decorrente do processo de desenvolvimento juntamente com a reflexão sistemática da sociedade nesse processo. Todas as suas concepções apontam para um conceito dinâmico, que reconhece a constante transformação da sociedade humana. Assim, não busca preservar o status quo, mas conhecer as tendências e implicações da mudança (VAN BELLEN, 2004).

Processos logísticos envolvem transporte de mercadorias, armazenamento de estoque, manuseio de materiais e processamento de informações, e há amplo reconhecimento de que estes processos são fontes de efeitos ecológicos negativos, como poluição da água, poluição do ar e descarte de lixo sólido (AGYABENG-MENSAH; AFUM; AHENKORAH, 2020; LEW; CHEW; HAMID, 2018). O transporte, por exemplo, é uma das atividades que mais emitem gases de efeito estufa, logo depois da queima de combustíveis fósseis na indústria, segundo o IBTS (2020). Com o aumento da conscientização dos consumidores relacionada a produtos verdes e sustentabilidade, empresas enfrentam maior pressão, tanto dos clientes quanto de entidades regulatórias e governamentais, para a adoção de práticas verdes nas operações (KHAN et al., 2018; 2020).

As práticas verdes nas cadeias de suprimento estão sendo mais reconhecidas como instrumentais para alcançar um desempenho ambiental e econômico superior, aumentando a participação de mercado e a fidelidade do cliente (KHAN et al., 2019). Wong; Wong; Boon-itt, (2015) complementam que a colaboração entre funções, fornecedores e clientes ajuda a identificar e enfrentar questões ambientais compartilhadas na cadeia de suprimentos verde.

Neste sentido, a logística verde preocupa-se em produzir e distribuir bens de forma sustentável, levando em conta fatores sociais e ambientais, sem gerar prejuízos no aspecto econômico (ALVARENGA; RODRIGUES, 2018). Deste modo, este estudo objetiva conhecer o que vem sendo pesquisado e discutido sobre a logística verde em publicações de referência mundial.

O artigo foi dividido em cinco seções, a primeira sendo a introdução. A segunda seção é constituída pelo referencial teórico que aborda as atividades logísticas, os danos ambientais causados por elas e a conceituação de logística verde; a terceira seção apresenta a metodologia *Methodi Ordinatio* e os resultados da revisão sistemática. Na seção seguinte é realizada uma análise dos resultados e por último são feitas as conclusões do estudo.

2. LOGÍSTICA VERDE

O conceito de logística passou por uma evolução contínua desde sua origem, passando de atividades essencialmente ligadas às operações militares, para um dos elementos chave na estratégia competitiva das empresas e ponto crucial na cadeia produtiva integrada (NOVAES, 2016).

As operações logísticas empresariais costumavam ser entendidas como estoque e armazenagem de produtos, sendo comumente consideradas atividades de apoio cuja empresa atuava de forma reativa. O avanço da logística gerou o entendimento de que ela agrega valor a produtos e serviços para a satisfação do consumidor e pode ser fator de aumento de vendas através de uma gestão coordenada de atividades inter-relacionadas. A logística moderna busca eliminar tudo que não tenha importância para o cliente e acarrete somente em custos e perda de

tempo, agregando valor de lugar, de tempo, de qualidade e de informação. (NOVAES, 2016; BALLOU, 2001). Bowersox et al. (2013, p. 32) relatam que “a logística refere-se à responsabilidade de projetar e administrar sistemas para controlar transporte e a localização geográfica dos estoques de matérias-primas, de produtos em processo e acabados pelo menor custo total”.

Ballou (2001) organiza os processos logísticos em quatro atividades-chave e seis atividades de suporte. São elas:

- Atividades-chave: serviço ao cliente; transportes; administração de estoques; fluxo de informações e processamento de pedidos.
- Atividades de suporte: armazenagem; manuseio de materiais; compras; embalagem protetora; cooperação com a produção/operações; manutenção de informação.

As atividades logísticas geram resultados econômicos nas organizações que as realizam, mas também causam implicações sobre a sociedade, pois são fontes significativas de poluição ambiental e emissões de gases de efeito estufa, que possuem impactos nocivos sobre a saúde humana e o meio ambiente. Assim, há exigências dos consumidores e governo para que as empresas reduzam estas consequências ambientais (ALVARENGA; RODRIGUES, 2018).

Há o conhecimento de que a logística possui impacto significativo no aumento da produção de dióxido de carbono (CO₂) e, conseqüentemente, na poluição do ar. Um dos processos logísticos que se destacam neste sentido é o transporte, no qual são emitidos CO₂ e outros gases de efeito estufa (GHGs) através de automóveis, aviões e navios, uma das causas da ameaça do aquecimento global. Além disso, outras atividades logísticas ocasionam poluição da água, despejo de lixo sólido e consumo de combustível (KLIMECKA-TATAR; INGALDI; OBRECHT, 2021; LEW; CHEW; HAMID, 2018)

No intuito de minimizar a severidade dos problemas gerados, a Logística Verde (LV) surge como alternativa que propõe a integração dos aspectos ambientais na gestão logística, maximizando a utilização de recursos e levando em conta o meio ambiente em cada processo de tomada de decisão na busca pelo desenvolvimento sustentável (SRIVASTAVA, 2007; QU et al., 2017). McKinnon et al. (2015) complementam que a LV realiza a gestão do fluxo de materiais e informação de uma forma que os objetivos sociais, ecológicos e econômicos da organização são alcançados.

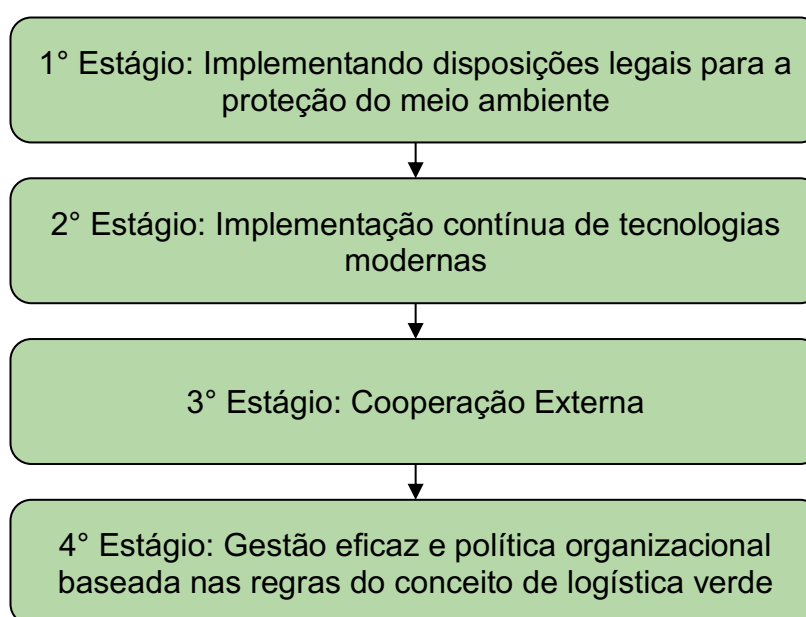
De acordo com Alvarenga e Rodrigues (2018), a logística verde é um processo que visa criar um sistema global de logística eficiente e ambientalmente amigável, de forma a garantir um uso apropriado de energia, a conservação dos recursos, a redução de resíduos, a melhoria da produtividade do trabalho, a redução do impacto negativo sobre o meio ambiente e o aumento da competitividade.

As atividades de logística verde incluem a medição do dano ambiental das diferentes estratégias de distribuição, filtragem das emissões, diminuição dos resíduos, otimização da exploração de materiais, utilização de métodos de transporte mais limpos, compra de produtos ecológicos, embalagens/recipientes recicláveis e a gestão do tratamento dos resíduos gerados (SBIHI; EGGLESE, 2010; GONZÁLEZ-BENITO; GONZÁLEZ-BENITO, 2006). Para a formulação de planos de ação envolvendo estas atividades, Santana e Oiko (2019) relatam a importância da mensuração dos impactos ambientais, que deve ser feita com a utilização de indicadores de desempenho, como a Pegada de Carbono, ou *Carbon Footprint* (CFP), que calcula danos relacionados às mudanças climáticas.

Qunzhen Qu et al. (2017), reforçam o dever do governo no controle e supervisão da gestão logística das empresas, visto que, em sua pesquisa, foi descoberto que “Leis e regulamentos verdes” e “Apoio governamental” são dois dos fatores que mais influenciam a logística verde, assim como “Embalagem verde”. Isso mostra que a responsabilidade do desenvolvimento da logística verde não cabe inteiramente às empresas, e o papel do governo deve ser considerado.

Porém, Zowada (2020) aponta que a implementação de disposições legais para a proteção do meio ambiente é apenas o primeiro estágio no desenvolvimento da LV nas organizações. O autor apresenta quatro estágios: implementando disposições legais para a proteção do meio ambiente, implementação contínua de tecnologias modernas, cooperação externa e gestão eficaz e política organizacional (Figura 1).

Figura 1 - Estágios do desenvolvimento da Logística Verde



Fonte: Adaptado de ZOWADA (2020).

Zowada (2020) defende que o desenvolvimento da LV nas operações comerciais é impossível sem investimento em tecnologias modernas, e não se alcança um alto nível de “esverdeamento” em uma empresa sem a cooperação de entidades externas e sem que os pressupostos do conceito de logística verde passem a fazer parte dos processos de gestão globais aplicados na empresa.

A introdução de LV nas empresas é uma questão dispendiosa que traz armadilhas e não possui retorno imediato (TOMASTIK et al. (2019). Malá et al. (2017) apresentam dois principais desafios para a implementação da logística verde, o custo e o tempo. Os custos iniciais podem ser financeiramente exigentes, visto que tecnologias ambientalmente amigáveis são custosas para se adquirir, e a elaboração e execução das práticas pode ser um projeto complicado e demorado, o que representa um problema para o retorno dos investimentos.

A logística verde enfatiza o desempenho das atividades logísticas de forma ecologicamente correta, desenvolvendo a economia, preservando os recursos e protegendo o meio ambiente. (ZHANG et al., 2020). A pesquisa sobre a LV nos últimos anos tornou-se uma preocupação para acadêmicos, organizações e governos, incluindo temas como compras verdes, transporte verde, embalagens verdes, distribuição verde, logística reversa e design e controle de cadeias de suprimentos

verdes. As práticas de LV podem diminuir eficientemente o impacto ambiental negativo e manter ou melhorar a redução de custos, conservação de energia e competitividade (WANG, et al., 2018).

3. ASPECTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa caracteriza-se por um levantamento bibliográfico que envolve aspectos quantitativos e principalmente qualitativos. A intenção deste estudo é a elaboração do estado da arte da logística verde por meio de uma revisão sistêmica e análise bibliométrica a partir do *Methodi Ordinatio*. Para isso, alguns critérios foram delimitados para caracterizar e descrever o tema da pesquisa.

O estado da arte identifica, categoriza e revela as várias possibilidades e aspectos das produções investigadas. Esse tipo de investigação pode auxiliar a compreensão de determinado tema, em sua amplitude, tendências teóricas e vertentes metodológicas (SOARES, 2000).

Para qualificar de forma apurada os artigos impetrados em uma revisão bibliográfica sistematizada, utilizou-se como estratégia a metodologia *Methodi Ordinatio* para a realização da busca, seleção e coleta de estudos sobre a logística verde. O entendimento deste tema específico e a sua relevância científica, foram definidos pela equação *InOrdinatio*, que aplica três fatores: número de citação, ano de publicação e fator de impacto (PAGANI et al., 2017; 2015). Como ferramenta de complemento a pesquisa qualitativa, utilizou-se da plataforma *Wordclouds*, para a construção da nuvem de palavras, que auxilia na análise das palavras-chave de cada artigo (VILELA et al., 2020).

A pesquisa seguiu as 9 (nove) etapas, conforme a metodologia *Methodi Ordinatio* (PAGANI et al., 2017), descritos na figura 1. O estudo iniciou-se a partir da determinação do assunto a ser abordado (Etapa 1): “Logística Verde” OU “Green Logistics”.

A Etapa 2 consiste na busca do assunto selecionado no portal de periódicos da CAPES. Os resultados apontaram 19 bases de dados: *DOAJ Directory of Open Access Journals*; *ROAD: Directory of Open Access Scholarly Resources*; *Emerald Journals*; *Freedom Collection Journals*; *Wiley-Blackwell Full Collection 2013*; *Academic Search Premier*; *Computers & Applied Sciences Complete*; *Medline Complete*; *Sage Journal*; *Latindex*; *Single Journals*; *Emerald Open Access*; *arXiv.org*; *Taylor & Francis Open Access*; *IEEE Electronic Library (IEL) Journals*; *Project MUSE - Premium Collection*; *BioOne.1*; *SciELO Colombia* e *SciELO Brazil*.

Na etapa 3, delimitou-se a busca em artigos científicos (desconsiderando livros, *conference papers* e demais) em periódicos revisados por pares, entre os anos de 2018 e 2021, sem restrição de idioma. A busca foi realizada entre os dias 19 e 25 de novembro de 2021, foram encontrados um total de 660 artigos, publicados em inglês, português e espanhol, sendo estes adicionados ao *software Mendeley Reference Manager*, etapa 4.

Para a etapa 5, utilizou-se o software *JabRef 5.5* para os procedimentos de filtragem, onde foram eliminados 38 artigos duplicados, resultando em um total de 622 artigos viáveis para análise do estudo. Na Etapa 6 foi realizada a identificação do ano de publicação e fator de impacto de cada um dos artigos por meio do site *SJR - Scimago Journal & Country Rank*, *Scopus Sources*, e o número de citações pelo site *Google Scholar*, plataforma que contempla a citação de todas as bases de dados.

Com todos os dados adquiridos, foi gerado na Etapa 7 o índice *InOrdinatio* (equação 1), que utiliza as variáveis fator de impacto, ano de publicação e número de

citações para classificar os artigos por ordem de relevância dentro de um banco bibliográfico.

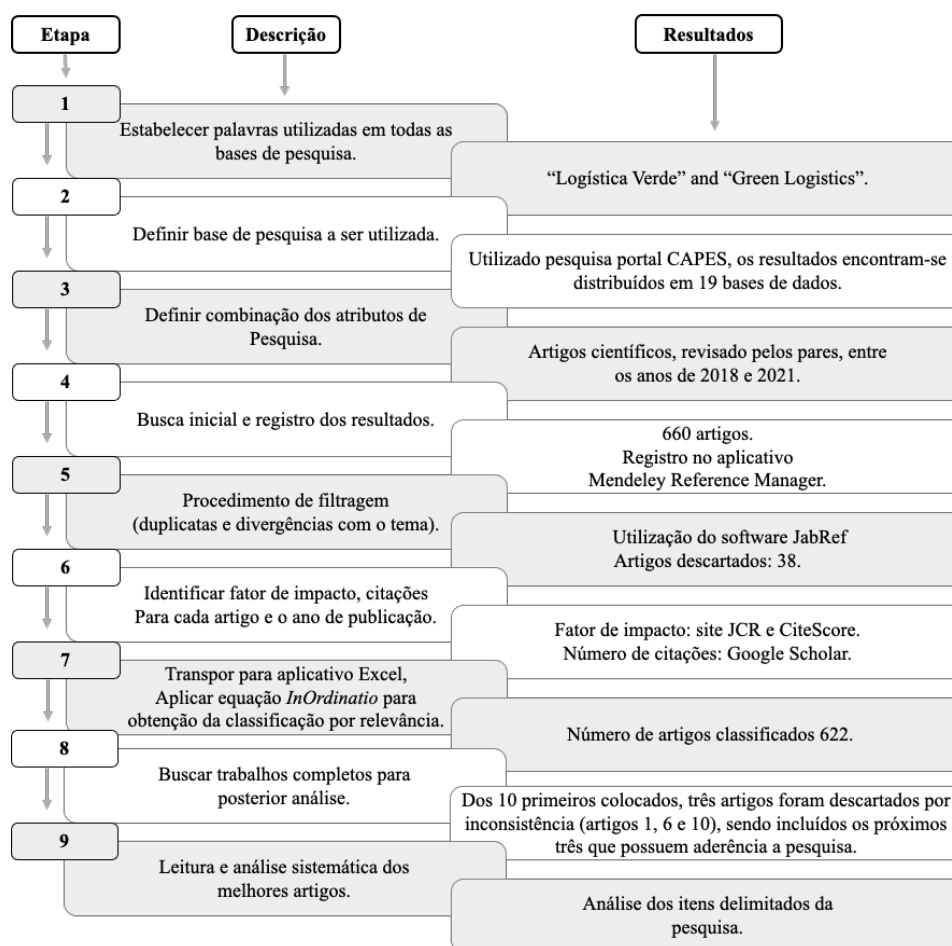
Equação 1 - Equação *InOrdinato*

$$InOrdinatio = \left(\frac{IF}{1000} \right) + \alpha \times [10 - (ResearchYear - PublishYear)] + \sum C_i$$

Nota: IF: fator de impacto do periódico; α : valor atribuído (1 a 10) para o ano de publicação do artigo; C_i : número de citações do artigo. Nesta pesquisa o valor de α : 10, tendo importante relevância para o cumprimento do objetivo da pesquisa.

Assim, dos 622 artigos, foram identificados os dez mais bem ranqueados pelo método para análise, etapa 8. Após nova revisão, verificou-se que três dos artigos não estavam dentro do escopo a ser discutido, então foram descartados e substituídos pelos próximos da lista (Etapa 9). Como resultado, selecionou-se os artigos nas seguintes posições para análise: 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 11, 12, 13, com maior aderência ao tema.

Figura 2 - Etapas da metodologia *Methodi Ordinatio*



Fonte: Adaptado de Gomes e Buss (2021)

Dentre os aspectos considerados, analisou-se a distribuição temporal das publicações, o número de citações por publicação, a quantidade de publicações por autores, a metodologia utilizada, frequência de palavras-chave, o perfil dos periódicos e o contexto presente em cada publicação.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os 10 artigos selecionados por meio do índice *InOrdinatio* estão dispostos no quadro 1, assim como os autores, o número de citações e o ano de publicação.

Quadro 1 - Relação de artigos selecionados.

Ranking	Título	Autores	Nº de Citações	Ano
1	Green supply chain management, economic growth and environment: A GMM based evidence.	Khan, S.A.R., Zhang, Y., Anees, M., Golpîra, H., Lahmar, A. and Qianli, D.	159	2018
2	A green ideology in Asian emerging economies: From environmental policy and sustainable development.	Khan, S.A.R., Sharif, A., Golpîra, H. and Kumar, A.	141	2019
3	Measuring the impact of renewable energy, public health expenditure, logistics, and environmental performance on sustainable economic growth.	Khan, S.A.R., Zhang, Y., Kumar, A., Zavadskas, E. and Streimikiene, D.	118	2020
4	Green supply chain management and financial performance: The mediating roles of operational and environmental performance.	Feng, M., Yu, W., Wang, X., Wong, C.Y., Xu, M. and Xiao, Z.	136	2018
5	Environmental, social and economic growth indicators spur logistics performance: From the perspective of South Asian Association for Regional Cooperation countries.	Khan, S.A.R., Jian, C., Zhang, Y., Golpîra, H., Kumar, A. and Sharif, A.	100	2019
6	Environmental sustainability in third-party logistics service providers: A systematic literature review from 2000-2016.	Evangelista, P., Santoro, L. and Thomas, A.	105	2018
7	The role of operational research in green freight transportation.	Bektaş, T., Ehmke, J.F., Psaraftis, H.N. and Puchinger, J.	90	2019
8	Parcel delivery in urban areas: Opportunities and threats for the mix of traditional and green business models.	Perboli, G. and Rosano, M.	86	2019
9	Green supply chain management in food retailing: survey-based evidence in Croatia.	Petljak, K., Zulauf, K., Štulec, I., Seuring, S. and Wagner, R.	92	2018
10	Multi-criteria decision making approaches for green supply chains: a review.	Banasik, A., Bloemhof Ruwaard, J.M., Kanellopoulos, A., Claassen, G.D. e Van der Vorst, J.G.	91	2018

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Para avaliação da importância e influência das publicações selecionadas, foi realizada a conferência do número de citações de cada artigo por meio de métricas geradas pela ferramenta de busca *Google Scholar*. Os resultados demonstram uma quantidade considerável de citações (entre 86 e 159) para os artigos, com destaque para os seis primeiros artigos, todos acima de 100 citações (quadro 1).

Com relação à publicação por autores, cinco participaram de mais de uma publicação dentro do ranking, sendo eles: Syed Abdul Rehman Khan (4), Yu Zhang (3), Hêris Golpîra (3), Anil Kumar (3) e Arshian Sharif (2). As instituições de ensino onde os artigos foram desenvolvidos (levando em consideração o primeiro autor) dividem-se em 2 continentes: Europa e Ásia (Quadro 2).

Quadro 2 - Análise de autores por IES e países.

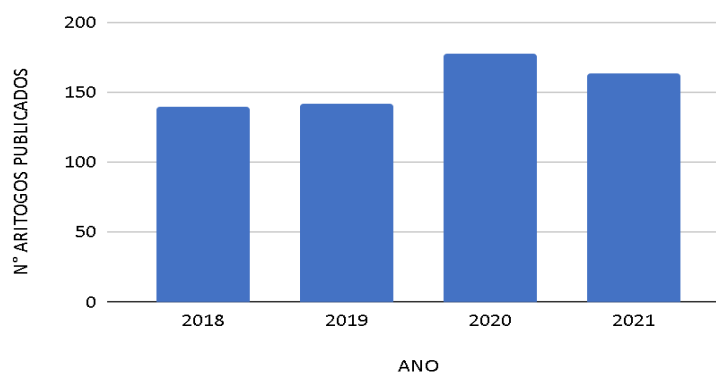
Autor Principal	Instituição de Ensino	País	Nº de publicações
Syed Abdul Rehman Khan	School of Economics and Management	China	4
Mengying Feng	School of Economics and Management	China	1
Pietro Evangelista	Institute for Research on Innovation and Services for Development	Itália	1
Tolga Bektas	University of Southampton	Reino Unido	1
Guido Perboli	Politecnico di Torino	Itália	1
Kristina Petljak	University of Zagreb	Croácia	1
Aleksander Banasik	Wageningen University	Holanda	1

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Pode-se destacar ainda, que cinco artigos têm origem na China, pela mesma instituição de ensino a *School of Economics and Management*. Os demais estudos foram realizados na Europa, com destaque para a Itália, com duas publicações de instituições diferentes.

O tema abordado apresentou leve crescimento nos anos pesquisados. A distribuição temporal das 622 publicações selecionadas apresenta um incremento de 16% comparando o ano de 2018 (140) com o ano de 2021 (163) (Gráfico 1).

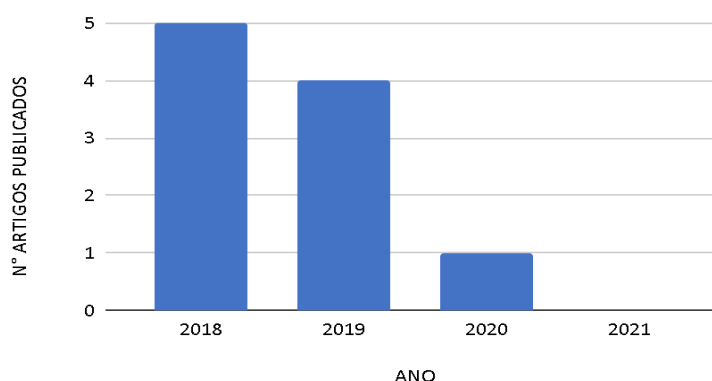
Gráfico 1 - Distribuição temporal de todas as publicações.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

A análise das 10 publicações mais relevantes segundo o índice *InOrdinatio* revelou uma maior concentração nos anos de 2018 (5) e 2019 (4), sendo apenas um artigo de 2020, e nenhum de 2021 (Gráfico 2).

Gráfico 2 - Distribuição Temporal das principais publicações.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

4.1 Perfil dos periódicos e metodologia das publicações

As publicações se concentram em oito periódicos diferentes, de modo que 4 (quatro) destes artigos concentram-se na área de ciência ambiental, 2 (dois) em administração e 2 (dois) na área de engenharia. Todos os artigos estão no idioma inglês e possuem fatores de impacto extremamente relevantes (Quadro 3).

Quadro 3 - Perfil dos periódicos

Periódico	Área	Idioma	F.I.	ISSN
Journal of Cleaner Production (2)	Ciência Ambiental	Inglês	9.297	0959-6526
Sustainable Development (2)	Ciência Ambiental	Inglês	6.159	0968-0802
Business Strategy and the Environment	Ciência Ambiental	Inglês	10.302	0964-4733
Sustainability (Switzerland)	Ciência Ambiental	Inglês	3.251	2071-1050
European Journal of Operational Research	Administração	Inglês	5.334	0377-2217
Transportation Research Part C: Emerging Technologies	Engenharia de Transportes	Inglês	14	0968-090X
Supply Chain Management	Administração	Inglês	9.012	1359-8546
Flexible Services and Manufacturing Journal	Engenharia de Produção	Inglês	2.063	1936-6582

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Dois artigos foram publicados pelo periódico *Journal of Cleaner Production*, 2 (dois) pelo *Sustainable Development*, 1 (um) pelo *Business Strategy and the Environment*, 1 (um) pelo *Sustainability*, 1 (um) pelo *European Journal of Operational Research*, 1 (um) pelo *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 1 (um) pelo *Supply Chain Management* e 1 (um) pelo *Flexible Services and Manufacturing Journal*.

As pesquisas realizadas nas publicações selecionadas são divididas em quatro tipos de metodologias empregadas. Os quatro artigos do autor Syed Abdul Rehman Khan possuem metodologias muito similares, sendo todas pesquisas documentais com diferenças nas bases de dados utilizadas. Há três pesquisas bibliográficas, sendo duas quantitativas com amostras de 88 e 188 artigos, e uma qualitativa em que o número de artigos estudados não é especificado. Por fim, dois artigos são levantamentos de campo e um é estudo de caso.

4.2 Análise das Palavras-Chave

Para analisar os temas chave com maior frequência nos artigos selecionados, foi utilizada a plataforma *WordClouds* para conferir a frequência das palavras-chave relatadas (figura 3). Foram utilizadas um total de 56 palavras-chave, das quais Degradação ambiental (2), Emissões de CO2 (2), Energia renovável (2), Fontes de energia renováveis (2), Gestão da cadeia de suprimentos (2), Gestão de logística verde (2) e Performance Operacional (2) foram as que mais se repetiram. As demais palavras são usadas apenas uma vez.

Figura 3 - Frequência das palavras-chave



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

O termo “Logística Verde” aparece em quatro palavras-chave: Gestão de logística verde (2), Logística Verde e Compras de serviços de logística verde. As palavras-chave em geral remetem para questões ambientais e de sustentabilidade, o que indica a ligação dos temas às atividades logísticas. A repetição da palavra-chave “performance operacional” e a presença das palavras-chave “desempenho financeiro”, “impacto das iniciativas verdes no desempenho” e “eficiência de recursos” demonstram uma preocupação com as formas nas quais práticas verdes podem influenciar, tanto positivamente quanto negativamente, no desempenho empresarial.

4.3 Análise do Contexto nas Publicações

O principal objetivo deste estudo é compreender os principais rumos que vêm sendo pesquisados e discutidos no meio acadêmico sobre a logística verde. Dos artigos selecionados, os quatro possuem uma abordagem que relaciona logística e elementos ambientais, enquanto outros três abordam questões de GCSV, e os outros tratam de aspectos específicos da logística verde, como transporte verde (dois artigos) e sustentabilidade ambiental em serviços logísticos terceirizados (um artigo). A maioria destas pesquisas apresentam resultados que mostram uma relação positiva entre atividades de logística verde e os desempenhos ambiental e empresarial, e cinco artigos incluem em sua discussão o papel do governo para a LV. Todos os artigos selecionados apresentaram correlação e aderência ao tema pesquisado, demonstrando a sua importância para o desenvolvimento sustentável.

Khan et al. (2018) tiveram o objetivo de avaliar as relações entre os índices de desempenho logístico com fatores ambientais e econômicos, e para isso foram utilizados dados de um painel de dados de 43 países diferentes ao redor do mundo. Os resultados sugerem que fontes de energia renovável e práticas verdes podem reduzir os efeitos nocivos das operações logísticas na sustentabilidade ambiental e estimular atividades econômicas, além de que a competência e qualidade dos serviços logísticos estão positivamente e significativamente associadas aos fluxos de investimentos estrangeiros diretos, renda per capita do país e eficiência energética. Também é destacada a necessidade de políticas governamentais de atividades logísticas ambientalmente amigáveis para promover uma economia saudável.

Em Khan et al. (2019) foi explorada a relação entre logística verde e fatores ambientais, sociais e econômicos em escala nacional num painel de economias emergentes no continente asiático durante o período de 2001 a 2007. Os resultados apontam que a operação logística está negativamente correlacionada com a sustentabilidade ambiental devido às emissões de carbono, gases do efeito estufa, combustíveis fósseis e emissões de nitrogênio, além de ser causa de diversas poluições relacionadas a doenças como doença isquêmica do coração e câncer de pulmão. Porém, é apontado que estes problemas sociais e ambientais podem ser mitigados com a adoção de energia renovável e práticas verdes na operação logística sem comprometer o comprometimento econômico. Os autores também sugerem ações a serem tomadas pelo governo, como fornecer subsídios a produtos verdes e isenções fiscais em projetos verdes e veículos verdes, construir políticas favoráveis ao meio ambiente e restringir o movimento de transporte pesado no período noturno.

Já Khan et al. (2020) buscaram examinar a relação potencial entre gastos com saúde pública, desempenho logístico, energia renovável e sustentabilidade ecológica nos países membros da “*Association of Southeast Asian Nations*” através da análise de dados secundários adquiridos no site do *World Bank*. Os resultados indicam que o aumento dos gastos com saúde pública e o baixo desempenho ambiental prejudicam o crescimento econômico pois reduzem a eficiência e a produtividade no trabalho, resultando na diminuição da velocidade da atividade econômica. Além disso, o uso de energia renovável também melhora a imagem nacional e oferece melhores oportunidades de exportação em países ecologicamente corretos. Os autores também concluem que órgãos governamentais devem desencorajar veículos poluentes e oferecer empréstimos para a adoção de fontes renováveis de energia nas operações logísticas e compra de veículos verdes.

Feng et al. (2018) investigam o papel mediador do desempenho ambiental e operacional na relação entre a GCSV e o desempenho financeiro. Os resultados foram

adquiridos a partir da análise dos dados de pesquisa de uma amostra de 126 fabricantes de automóveis na China, e sugerem que a GCSV como uma estratégia integral da cadeia de suprimentos está positivamente associada ao desempenho ambiental e operacional, o que leva indiretamente a um melhor desempenho financeiro. Dentre as reflexões levantadas, também são discutidos os esforços que poderiam ser feitos pelos formuladores de políticas governamentais para esclarecer os fabricantes de automóveis sobre a implementação de práticas de GCSV e para formular diretrizes para a gestão ambiental.

O quarto artigo de Khan et al. (2019) explora a correlação entre logística verde, saúde econômica, fatores ambientais e fatores sociais em um painel de países da “*South Asian Association for Regional Cooperation*” (SAARC), e os dados foram baixados do site do *World Bank*. Foi encontrado que as atividades de logística geram mais gases de efeito estufa e emissões de carbono em infraestruturas de transporte precárias, causando degradação ambiental e problemas para a saúde humana. Os autores relatam que políticas governamentais de logística verde são necessárias para restringir o uso de combustíveis fósseis e hábitos poluentes nas operações logísticas, além de impulsionar práticas verdes no intuito de equilibrar o desempenho social, ambiental e financeiro de um país.

Evangelista, Santoro e Thomas (2018) realizaram uma revisão sistemática da literatura de publicações na área de sustentabilidade ambiental em prestadores de serviços logísticos terceirizados (3PLs) entre os anos de 2000 e 2016. Após análise de 88 artigos selecionados, concluiu-se que a sustentabilidade ambiental em 3PLs é um fluxo de pesquisa maduro e está ganhando cada vez mais interesse ao longo do tempo, porém algumas áreas do tópico permanecem pouco pesquisadas, como TIC (Tecnologia de Informação e Comunicação) e medição de desempenho.

Em seu artigo, Bektas et al. (2019) apresentaram os princípios básicos por trás e uma visão do corpo existente de pesquisas recentes sobre o transporte de carga “ecológico” que utiliza técnicas de planejamento baseadas em Pesquisa Operacional (PO). É demonstrado que existem pelo menos três papéis fundamentais que a PO pode continuar a desempenhar nesta área de pesquisa: Desenvolvimento de métodos, ferramentas e algoritmos que ajudem a projetar planos de transporte eficazes que capturam o equilíbrio entre desempenho ambiental e econômico; Informar e apoiar os formuladores de políticas, não apenas procurando melhorar o desempenho ambiental das atuais formas de operação, mas também adotando uma visão visionária capaz de observar os potenciais desenvolvimentos em infraestrutura e equipamentos de transporte; Auxiliar na avaliação do planejamento e de soluções alternativas para frete.

No artigo de Perboli e Rosano (2019), foi realizada uma análise do transporte de cargas em áreas urbanas, dado seu importante papel nos últimos anos e o surgimento de mobilidade sustentável. Os autores definiram os principais atores envolvidos na entrega de encomendas urbanas, seus modelos de negócios e as interações entre eles. Em seguida, investigaram a integração da logística tradicional e verde para identificar sinergias, conflitos e consequências operacionais e econômicas da adoção de veículos verdes. Por fim, introduziram uma ferramenta de sistema de apoio à decisão capaz de avaliar políticas de frota mista para a gestão de entrega de encomendas em áreas urbanas. Os resultados mostram que a terceirização das entregas para subcontratados verdes pode resultar em benefícios em termos de emissões de CO₂ e no nível de qualidade exigido por serviços sensíveis ao tempo, devido à redução dos prazos de entrega. Porém, a mudança para veículos com baixo impacto ambiental pode causar perda de eficiência para os subcontratados

tradicionais, sendo importante que a essa ineficiência seja contida e compensada por um aumento na qualidade do serviço ao utilizar veículos verdes para manter o equilíbrio do sistema.

Petljak et al. (2018) buscaram analisar empiricamente a relação entre práticas verdes em loja (como gestão de energia, resíduos e água), práticas de gestão da cadeia de suprimentos verde e desempenho ambiental e econômico no setor de varejo de alimentos. Para isso foram coletadas 190 respostas de varejistas de alimentos croatas em uma pesquisa autoadministrada. A análise dos dados demonstrou que os processos verdes em loja servem como antecedentes para os processos relacionados a GCSV, que são operacionalizados nos construtos de logística verde, compras verdes e colaboração com fornecedores. Esses construtos conduzem os respectivos resultados ambientais e também econômicos.

Por fim, o artigo de Banasik et al. (2018) teve como objetivo revisar o uso da tomada de decisão multicritério (MCDM - *Multi-Criteria Decision Making*) para projetar cadeias de suprimentos verdes eficientes e eficazes. Para isso, foi desenvolvida uma estrutura conceitual para encontrar publicações relevantes e categorizar artigos com relação a problemas de decisão, indicadores e abordagens de MCDM. Os resultados apontam que: o uso destas abordagens para projetar cadeias de suprimentos verdes é um campo de pesquisa novo, mas emergente; a maioria das publicações se concentra em problemas de produção e distribuição, e pouca atenção tem sido dada à minimização de resíduos; inúmeros indicadores são utilizados para contabilizar a ecoeficiência, o que indica a falta de padrões.

5. CONCLUSÃO

O propósito deste artigo foi investigar, através de uma revisão sistemática da literatura, o estado da arte da logística verde. Constatou-se a relevância do tema, visto que é discutida a importância e contribuições que os processos de LV possuem para o alcance do desenvolvimento sustentável em todos os dez artigos selecionados através do índice *InOrdinatio*.

O resultado obtido mostra que de 2018 até 2020 as publicações sobre o tema aumentaram cerca de 26%. A análise dos artigos do ranking indica que a maioria das publicações concentram-se nos anos de 2018 e 2019. Com relação ao perfil dos periódicos, todos estão no idioma inglês e possuem fatores de impacto extremamente relevantes. Os artigos ficaram dispostos em oito periódicos diferentes, 4 (quatro) na área de ciência ambiental, 2 (dois) em administração e 2 (dois) na área de engenharia.

Quanto ao número de citações dos artigos, o primeiro do ranking possui o maior número de citações (159), porém todos possuem um número significativo de vezes em que foram citados. O perfil metodológico demonstra que quatro artigos utilizaram de pesquisa documental, três realizaram uma revisão bibliográfica, dois fizeram levantamento de campo, e um trabalhou estudo de caso. Foi contemplado um total de 56 palavras-chave diferentes, sendo que o termo “logística verde” apareceu em apenas quatro.

Por fim, a análise dos contextos indicou que todas as pesquisas selecionadas possuem ligação com o tema de logística verde, e mostram sua importância para o alcance da sustentabilidade. A maioria dos autores apresentou conclusões que refletem uma relação positiva entre operações de logística verde com benefícios ambientais e operacionais. Sete artigos fizeram análises de vários processos logísticos ao mesmo tempo, envolvendo temas como gestão da cadeia de suprimentos verde, energia renovável e saúde pública, enquanto dois focaram em

transporte verde e um concentrou-se na questão dos prestadores de serviços logísticos terceirizados. Também recebeu destaque a discussão sobre políticas governamentais na logística verde, aparecendo em cinco artigos,

O tema mostrou-se relevante, e percebe-se, dentre os principais artigos selecionados, a relevância em reflexões sobre gestão da cadeia de suprimentos verde e deveres governamentais. Futuras pesquisas podem explorar essa questão analisando mais a fundo o que há na literatura sobre o papel do governo para a implementação de práticas de logística verde.

REFERÊNCIAS

AGYABENG-MENSAH, Yaw; AFUM, Ebenezer; AHENKORAH, Esther. Exploring financial performance and green logistics management practices: examining the mediating influences of market, environmental and social performances. **Journal of Cleaner Production**, v. 258, p. 1-13, 2020.

ALVARENGA, Tiago Henrique De Paula; RODRIGUEZ, Carlos Manuel Taboada. Reflexões sobre a logística verde na redução dos impactos ambientais. **Revista Eletrônica TECEN**, v. 11, n. 1, p. 47-53, 2018.

ASSIS, Tássia Faria; D'ÁGOSTO, Márcio de Almeida. Guia para inventário de emissões - Gases de Efeito Estufa nas atividades logísticas, 1 ed. Rio de Janeiro: **Instituto Brasileiro de Transporte Sustentável – IBTS**, 2020.

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial**. Bookman, 2001.

BANASIK, Aleksander et al. Multi-criteria decision making approaches for green supply chains: a review. **Flexible Services and Manufacturing Journal**, v. 30, n. 3, p. 366-396, 2018.

BEKTAŞ, Tolga et al. The role of operational research in green freight transportation. **European Journal of Operational Research**, v. 274, n. 3, p. 807-823, 2019.

BOWERSOX, Donald J. et al. **Gestão logística da cadeia de suprimentos**. AMGH Editora, 2013.

EVANGELISTA, Pietro; SANTORO, Lodovico; THOMAS, Antonio. Environmental sustainability in third-party logistics service providers: A systematic literature review from 2000–2016. **Sustainability**, v. 10, n. 5, p. 1-34, 2018.

FENG, Mengying et al. Green supply chain management and financial performance: The mediating roles of operational and environmental performance. **Business strategy and the Environment**, v. 27, n. 7, p. 811-824, 2018.

GOMES, Rafael Rotta; BUSS, Ricardo Niehues. **Relação entre Economia Circular e Logística Reversa: uma Revisão Sistemática**. 2021. 27 f. TCC (Graduação) - Curso de Administração, Centro Socioeconômico, Universidade Federal de Santa, Florianópolis - Sc, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/7480/discover>.

GONZÁLEZ-BENITO, Javier; GONZÁLEZ-BENITO, Óscar. The role of stakeholder pressure and managerial values in the implementation of environmental logistics practices. **International journal of production research**, v. 44, n. 7, p. 1353-1373, 2006.

KHAN, Syed Abdul Rehman et al. Green supply chain management, economic growth and environment: A GMM based evidence. **Journal of Cleaner Production**, v. 185, p. 588-599, 2018.

KHAN, Syed Abdul Rehman et al. A green ideology in Asian emerging economies: From environmental policy and sustainable development. **Sustainable development**, v. 27, n. 6, p. 1063-1075, 2019.

KHAN, Syed Abdul Rehman et al. Environmental, social and economic growth indicators spur logistics performance: from the perspective of South Asian Association for Regional Cooperation countries. **Journal of Cleaner Production**, v. 214, p. 1011-1023, 2019.

KHAN, Syed Abdul Rehman et al. Measuring the impact of renewable energy, public health expenditure, logistics, and environmental performance on sustainable economic growth. **Sustainable development**, v. 28, n. 4, p. 833-843, 2020.

KLIMECKA-TATAR, Dorota; INGALDI, Manuela; OBRECHT, Matevž. Sustainable development in logistics: a strategy for management in terms of green transport. **Management Systems in Production Engineering**, v. 29, n. 2, p. 91-96, 2021.

LEW, A. F. R.; CHEW, B. C.; HAMID, S. R. Green logistics implementation factors: a study on a global logistics provider. **Journal of Advanced Manufacturing Technology (JAMT)**, v. 12, n. 1, p. 115-128, 2018.

MALÁ, Denisa et al. Green logistics in Slovak small and medium wood-processing enterprises. **BioResources**, v. 12, n. 3, p. 5155-5173, 2017.

MCKINNON, Alan et al. **Green logistics: Improving the environmental sustainability of logistics**. 3ed. Londres: Kogan Page Publishers, 2015.

NOVAES, Antonio. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição**. Elsevier Brasil, 2016.

PAGANI, Regina Negri; KOVALESKI, João Luiz; RESENDE, Luis Mauricio. Methodi Ordinatio: a proposed methodology to select and rank relevant scientific papers encompassing the impact factor, number of citation, and year of publication. **Scientometrics**, v. 105, n. 3, p. 2109-2135, 2015.

PAGANI, Regina Negri; KOVALESKI, João Luiz; DE RESENDE, Luis Mauricio Martins. Avanços na composição da Methodi Ordinatio para revisão sistemática de literatura. **Ciência da Informação**, v. 46, n. 2, p. 161-187, 2017.

PERBOLI, Guido; ROSANO, Mariangela. Parcel delivery in urban areas: Opportunities and threats for the mix of traditional and green business models. **Transportation Research Part C: Emerging Technologies**, v. 99, p. 19-36, 2019.

PETLJAK, Kristina et al. Green supply chain management in food retailing: survey-based evidence in Croatia. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 23, n. 1, p. 1-15, 2018.

QUNZHEN QU et al. Empirical research on the core factors of green logistics development. **Academy of Strategic Management Journal**, v. 16, n. 2, p. 1-10, 2017.

SANTANA, Mateus; OIKO, Olivia Toshie. Pegada de Carbono: Em busca de definição e método para uma Logística Verde. **Gepros: Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, v. 14, n. 4, p. 197-214, 2019.

SBIHI, Abdelkader; EGGLESE, Richard W. Combinatorial optimization and green logistics. **Annals of Operations Research**, v. 175, n. 1, p. 159-175, 2010.

SOARES, Magda Becker; MACIEL, Francisca Izabel Pereira. **Alfabetização no Brasil: o estado do conhecimento**. Brasília, DF: MEC/INEP/COMPED, 2000.

SRIVASTAVA, Samir K. Green supply-chain management: a state-of-the-art literature review. **International journal of management reviews**, v. 9, n. 1, p. 53-80, 2007.

TOMASTIK, Marek et al. Introducing green logistics elements into a selected company-case study. In: **MATEC Web of Conferences**. EDP Sciences, v. 292, p. 1-6, 2019.

VAN BELLEN, Hans Michael. Desenvolvimento sustentável: Uma descrição das principais ferramentas de avaliação. **Ambiente & Sociedade**, v. 7, n. 1, p. 67-87, 2004.

VILELA, Rosana Brandão; RIBEIRO, Adenize; BATISTA, Nildo Alves. Nuvem de palavras como ferramenta de análise de conteúdo: uma aplicação aos desafios do mestrado profissional em ensino na saúde. **Millenium**, 2(11), 29-36, 2020.

WANG, Dong-Fang et al. The green logistics impact on international trade: Evidence from developed and developing countries. **Sustainability**, v. 10, n. 7, p. 1-19, 2018.

WONG, Chee Yew; WONG, Christina WY; BOON-ITT, Sakun. Integrating environmental management into supply chains: a systematic literature review and theoretical framework. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 45, n. 1, p. 43-68, 2015.

ZHANG, Wei et al. What influences the effectiveness of green logistics policies? A grounded theory analysis. **Science of the Total Environment**, v. 714, p. 1-11, 2020.

ZOWADA, Krzysztof. Green logistics: The way to environmental sustainability of logistics. Empirical evidence from Polish SMEs. **European Journal of Sustainable Development**, v. 9, n. 4, p. 231-240, 2020.