

## **INTEGRAÇÃO ENTRE A ECONOMIA CIRCULAR E A LOGÍSTICA VERDE EM BUSCA DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

**ELIEL DE OLIVEIRA SANTOS**

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS (UNICAMP)

Agradecimento à orgão de fomento:

Agradeço a Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Faculdade de Ciências Aplicadas - Programa de Pós Graduação em Administração e em especial a Prof<sup>a</sup> Dra. Ieda Kanashiro Makiya pelo apoio e incentivo a pesquisa em Modelos de Negócios Sustentáveis.

# INTEGRAÇÃO ENTRE A ECONOMIA CIRCULAR E A LOGÍSTICA VERDE EM BUSCA DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

## 1. INTRODUÇÃO

Para alcançar o desenvolvimento sustentável tornou-se imprescindível implementar ações que revissem as abordagens industriais tradicionais como o modelo econômico linear (pegar-fazer-descartar) ou do berço ao túmulo que não são compatíveis com estratégias sustentáveis (Genovese et al., 2017). A economia circular (EC) surgiu como uma alternativa sustentável para enfrentar essas questões e preencher as lacunas dos modelos tradicionais (Lahane et al., 2020) e que requer uma grande mudança de paradigma na forma com que a sociedade humana interage com a natureza (Geissdoerfer et al., 2017). Para alcançar o modelo circular é necessário inovação ambiental cíclica e regenerativa no modo como a sociedade legisla, produz e consome. Constitui quatro componentes emergentes para alcançar a sustentabilidade: (1) recirculação de recursos e energia; (2) a minimização da procura de recursos e a recuperação do valor dos resíduos (nomeadamente a redução, reutilização, recuperação e reciclagem); (3) a necessidade de uma abordagem multinível (micro, meso e macro); e (4) sua importância como caminho para alcançar o desenvolvimento sustentável (Kristensen & Mosgaard, 2020).

A EC responde pelo ciclo do produto, mas a movimentação entre as diversas fases do processo é de responsabilidade da área de logística. Mantendo a compatibilidade com práticas sustentáveis tem-se a logística sustentável, também conhecida como logística verde, que é definida como "práticas e estratégias de gestão da cadeia de suprimentos que reduzem as pegadas ecológicas e energéticas da distribuição de bens que se concentram no manuseio de materiais, gestão de resíduos, embalagem e transporte" (Seroka-Stolka & Ociepa-Kubicka, 2019). As empresas do setor de logística estão iniciando práticas sustentáveis, pois tem ciência de que suas atividades causam poluição ambiental, como emissão de carbono, poluição sonora e esgotamento de recursos. Assim, as pesquisas existentes se concentram mais nas práticas de LV discutindo seus benefícios, barreiras, indicadores, direcionadores e sua relação com o desempenho em sustentabilidade (Jayarathna et al., 2022; Laari et al., 2018; Singh et al., 2022).

O objetivo desse artigo é analisar publicações que relacionem a economia circular e a logística verde como complementares no desenvolvimento sustentável para identificar e mapear tendências, novos desenvolvimentos, barreiras para implementação e lacunas de pesquisa sobre esse tema.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Economia circular

O conceito de EC apareceu pela primeira vez no livro *The Economics of the Coming Spaceship Earth* escrito por Kenneth Boulding em 1966 (Boulding, 1966). A concepção de Boulding era considerar a Terra como um sistema econômico fechado no qual a economia e o meio ambiente são caracterizados por uma relação circular. De acordo com Boulding (1966), um sistema econômico linear de recursos, produção e consumo pode agora ser convertido em EC por meio da reciclagem de resíduos. A economia circular é uma grande mudança no modo extensivo de desenvolvimento econômico. A CE é um sistema holístico que redesenha o modo

de produção, serviços e consumo buscando criar um fluxo sem a geração de resíduos para estreitar a exploração de recursos naturais valiosos e o consumo de energia. Também cria valor quando incentiva o uso racional de recursos e a minimização do impacto ambiental adverso dos produtos manufaturados em todas as etapas do ciclo de vida do bem possibilitando o reaproveitamento dos materiais através de processos de reuso, reparo e reciclagem (Seroka-Stolka & Ociepa-Kubicka, 2019).

## **2.2 Logística verde**

Logística verde (LV) é a logística que está alinhada com os princípios do desenvolvimento sustentável visando reduzir a poluição do meio ambiente e diminuir o consumo de recursos. Caracteriza pelo uso de tecnologia avançada em processos logísticos para planejar e implementar as atividades de transporte, armazenagem, embalagem, carga e descarga, processamento de circulação e outras atividades logísticas. (Shi, 2016).

Ganhou importância com o desenvolvimento global da fabricação e entrega transfronteiriça de produtos onde as questões ambientais surgiram como críticas para os negócios da logística (Karaman et al., 2020). Evoluiu para uma gestão verde da cadeia de suprimentos por uma empresa (organização), que leva em consideração as questões ambientais e as integra com a gestão da cadeia de suprimentos para alterar o desempenho ambiental de fornecedores e clientes (Lee & Klassen, 2008). As atividades de logística verde englobam a mensuração do impacto ambiental de diferentes estratégias de distribuição e transporte, a redução do consumo de energia nas atividades logísticas, a redução da quantidade de resíduos e a gestão de seu tratamento (Sbihi & Eglese, 2007). Do ponto de vista do desenvolvimento sustentável, a logística verde é definida como a produção e distribuição de bens de forma sustentável, levando em consideração fatores ambientais e sociais (Sbihi & Eglese, 2007).

## **2.3 Relação entre logística verde e economia circular**

O princípio 4R (reduzir, reusar, recuperar, reciclar) da EC é aplicado à gestão logística moderna, que é mudar a função unidirecional entre desenvolvimento econômico e logística. A economia circular precisa estabelecer um sistema logístico moderno, a formação de um sistema logístico de circuito fechado com os recursos e o meio ambiente (Shi, 2016). Surge a logística verde que tem a intenção de agilizar os processos logísticos nos sistemas de manufatura das empresas envolvidas na entrega de produtos, racionalizar a logística de fabricação e gerenciar de forma eficiente as cadeias de suprimentos das empresas participantes do sistema da EC (Seroka-Stolka & Ociepa-Kubicka, 2019). Também induzirá as empresas a: transformar toda a cadeia de suprimentos para reduzir o impacto da poluição no ambiente natural em todas as etapas de produção, embalagem, transporte, distribuição e uso; estabelecer um sistema de cadeia de suprimentos verde; e garantir o desenvolvimento sustentável da economia logística (Cheng & Xu, 2021).

## **3. METODOLOGIA DE PESQUISA**

Para o desenvolvimento da pesquisa foi realizada uma análise bibliométrica buscando identificar e mapear artigos relacionados a economia circular e a logística verde. A análise bibliométrica utiliza técnicas estatísticas e de visualização para apresentar dados bibliográficos (Ren et al., 2020) relacionados a pesquisadores, afiliações, periódicos, países, redes de colaboração, palavras-chave e evoluções temáticas.

Primeiramente, foi realizada uma busca bibliográfica na plataforma Web of Science utilizando os seguintes critérios: DOCUMENTS, All Fields e palavra-chave “Green Logistics” and “Circular Economy”. A pesquisa resultou em 40 artigos dos quais 5 não estavam disponíveis para visualização.

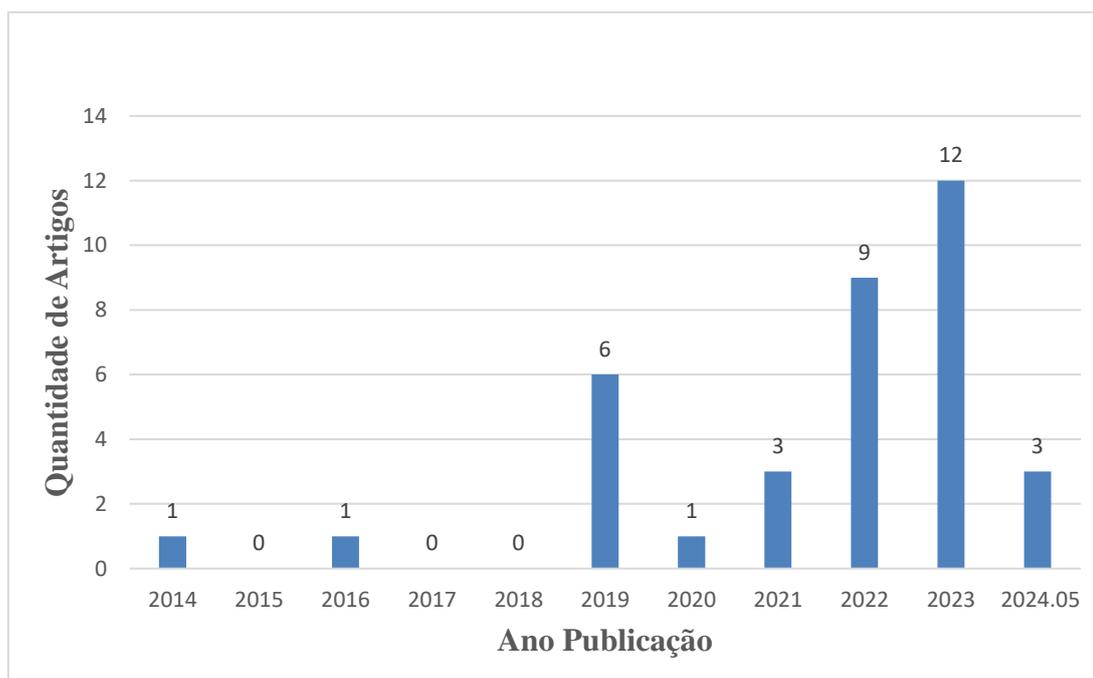
Com a base de dados definida, passou-se para uma análise estruturada das publicações que pudessem situar o grau de maturidade e a relevância dos artigos sobre o assunto pesquisado.

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Análise quantitativa

O Gráfico 1 mostra o número de artigos publicados anualmente de 2014 a 2024. É visível que a pesquisa sobre EC & LV não estava difundida até 2018 e que, a partir de 2019, vem crescendo significativamente a cada ano. Esse crescimento evidencia a importância que os pesquisadores, a população, empresas e governos tem direcionado para as ações precursoras do desenvolvimento sustentável e a integração desses processos em busca dos objetivos da sustentabilidade.

**Gráfico 1 – Histórico anual de publicações da base selecionada**



Fonte: Elaborado pelos autores

O artigo publicado em 2014, que foi o primeiro a comentar sobre a relação entre a economia circular e a logística verde, já contextualiza que existe uma profunda relação entre o desenvolvimento da LV e a EC e que elas se influenciam mutuamente destacando inclusive que a LV é o “core” da EC e o principal componente da logística sustentável (Rong, 2014). A publicação fez parte dos artigos selecionados da Conferência Internacional de Engenharia, Gestão e Ciência da Computação de Logística de 2014 (LEMCS 2014), realizada em Shenyang, China, de 24 a 26 de maio de 2014.

Na tabela 1 são analisados os periódicos em relação ao número de artigos publicados sobre o tema e o seu ranking nas métricas CiteScore e Fator de Impacto. Os documentos estão distribuídos em 26 diferentes publicadores (revistas, conferências, congressos etc.) o que denota que a pesquisa não está restrita a sustentabilidade ou a cadeia de logística. Logicamente que os maiores volumes estão nas revistas especializadas em meio ambiente e sustentabilidade sendo que as quatro primeiras correspondem a 38% das publicações. Os valores das métricas foram retiradas do Journal Citation Report e complementadas com informações no próprio site do periódico.

**Tabela 1 – Periódicos: número de publicações em LV & EC e ranking**

Periódico	Quant. artigos publicados	CiteScore	Fator de Impacto
Journal Of Cleaner Production	5	20,4	9,7
Sustainability	4	6,8	3,3
Business Strategy And The Environment	2	22,5	12,5
Environmental Science And Pollution Research	2	ND	
Tqm Journal	1	9,1	3,8
Journal Of Industrial Engineering And Management-Jiem	1	4	3,0
Advances In Mechanical Engineering	1	ND	1,9
Cogent Business & Management	1	3,5	3,0
Business Strategy And Development	1	5,8	4,8
Ecological Chemistry And Engineering S-Chemia I Inzynieria Ekologiczna S	1	2,8	2,5
Wiley Interdisciplinary Reviews-Energy And Environment	1	11,7	5,4
Economic Research-Ekonomska Istrazivanja	1	6,2	ND
Journal Of Environmental Management	1	13,7	8,0
Proceedings Of The 2016 International Conference On Education, Management And Computing Technology (Icemct-16)	1	NA	
Cleaner Logistics And Supply Chain	1	8,6	6,9
Proceedings Of The International Conference On Logistics, Engineering, Management And Computer Science	1	NA	
Resources Conservation And Recycling	1	22,9	11,2
Smart Energy For Smart Transport, Csum2022	1	NA	
Sustainable Manufacturing For Global Circular Economy	1	NA	
International Journal Of Logistics Management	1	12,2	7,2
Systems	1	2,8	2,3
International Journal Of Logistics-Research And Applications	1	10,1	6,6
Transportation Research Part E-Logistics And Transportation Review	1	16,2	8,3
International Journal Of Mathematical Engineering And Management Sciences	1	2,2	1,6
3Rd International Conference Green Cities - Green Logistics For Greener Cities	1	NA	
International Journal Of Production Economics	1	21,4	9,8
<b>Total Periódicos</b>	<b>35</b>		

Fonte: Elaborado pelos autores (Legenda: NA – não aplicável; ND – não disponível)

A figura 1 apresenta uma análise dos artigos quanto as categorias elencadas pela ferramenta de pesquisa Web of Science. A distribuição confirma que a predominância dos artigos selecionadas estarem classificados nas categorias relacionadas ao meio ambiente e sustentabilidade.

**Figura 1 – Quantidade de Artigos por Categoria Web of Science**

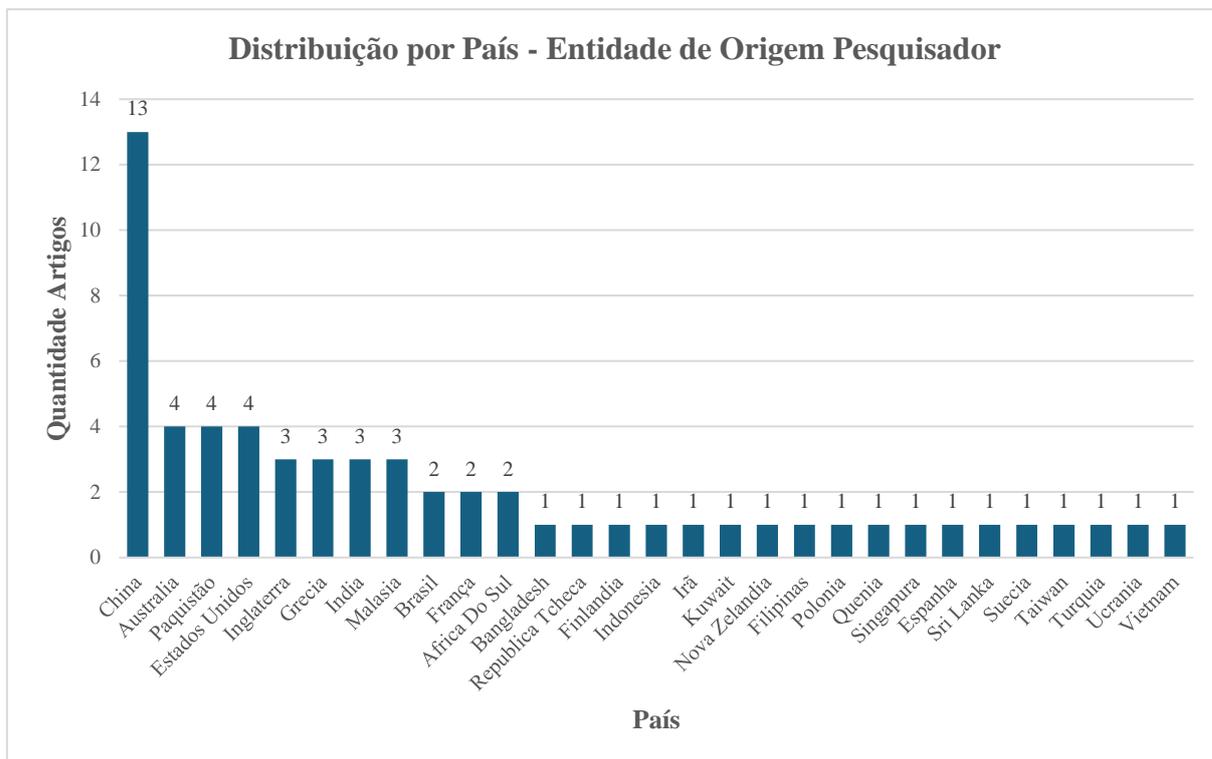


Fonte: Web of Science

Para identificar os países onde as pesquisas sobre LV & EC estão mais difundidas, foi realizada uma análise das origens das instituições que os pesquisadores atuam. Esse levantamento é apresentado no gráfico 2. Um artigo pode estar sendo ligado a vários países dependendo do número de autores e das instituições que os apoiaram na elaboração e execução do projeto de pesquisa. Trata-se de uma análise dos documentos selecionados pela ferramenta Web of Science na visão “Analyze Results / Country/Regions”.

O gráfico 2 demonstra que os pesquisadores vinculados a entidades da China têm se destacado na participação em produção de materiais sobre o tema com um percentual acima de 20% do total. O Brasil apresentou dois trabalhos, um através da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e outro da Universidade Federal do Pará (UFPA).

**Gráfico 2 – Região / País Entidades de Origem dos Artigos**



Fonte: Web of Science

#### 4.2 Análise qualitativa

A análise foi realizada identificando temas relevantes abordados nos artigos que complementam a economia circular e a logística verde auxiliando nas suas implementações. Avaliou-se a quantidade de artigos e quais os ganhos esperados com o incremento desse processo / funcionalidade:

**Tabela 2 – Ações para a sustentabilidade**

Processo / Funcionalidade	Quant Artigos	Ganho Esperado	Referência
Industria 4.0	10	As tecnologias ajudarão no gerenciamento do ciclo de vida do produto e na integração com a cadeia de suprimentos	(Bag et al., 2021; Chhabra & Kr Singh, 2022; de Souza et al., 2022; Fan et al., 2022; Luu et al., 2023; Nikseresht et al., 2024; Sharma et al., 2023; Tan et al., 2024; Umar et al., 2022; Wang et al., 2023)
Rastreabilidade da Cadeia de Suprimentos	5	Permitir que as empresas monitorem e rastreiem as operações da cadeia de suprimentos com dados confiáveis e precisos para mapear falhas de processo.	(Bag et al., 2021; Fan et al., 2022; Mageto, 2022; Tan et al., 2024; B. Zhou et al., 2023)

Cultura Organizacional e comprometimento da alta administração, Treinamento colaboradores, Capital Humano Verde	3	Conscientização e comprometimento de toda a estrutura da empresa da importância com o desenvolvimento sustentável	(Bag et al., 2021; Cheng et al., 2023; Jayarathna et al., 2023)
Manufatura e Remanufatura Verde	2	Melhoria do desempenho ecológico e econômico da organização	(Nikseresht et al., 2024; Umar et al., 2022)
Tecnologia e processos digitais, Internet das coisas	4	Rastreabilidade de produto, análise de dados, otimização dos processos de logística	(Bozhanova et al., 2022; Liu et al., 2019; Nikseresht et al., 2024; Wang et al., 2023)
Influência Política e Governamental	2	Implementar legislações que direcionem as empresas para iniciativas do desenvolvimento sustentável e auxiliem na implementação da logística verde e economia circular.	(Farooque et al., 2022; Seroka-Stolka & Ociepa-Kubicka, 2019)
Logística Reversa	3	Disponibilização da logística de devolução de produtos, redução uso de recursos, reciclagem, substituição e reaproveitamento de materiais, descarte de resíduos e reformas, reparos e remanufaturas.	(Kuo et al., 2019; Mageto, 2022; Seroka-Stolka & Ociepa-Kubicka, 2019)

Também foram mapeados outros processos com menor número de ocorrências, mas importantes como:

- **terceirização na logística:** necessidade de integração e responsabilização das empresas prestadoras de serviços.
- **resiliência:** capacidade de um sistema se recuperar após uma interrupção e avançar para um estado melhorado. Facilitador para implementações da LV e da EC.
- **capacidade absorativa das empresas:** como as organizações e indivíduos adquirem e usam novos conhecimentos. Facilitador para implementações da LV e da EC.
- **Análise de desempenho:** criação de indicadores para avaliar performance e ganhos nos processos

## 5. DISCUSSÃO

A integração entre a economia circular e a logística verde está despertando interesse entre os pesquisadores. Este artigo apresenta a evolução das publicações desde a primeira ocorrência em 2014. A análise dos artigos selecionados possibilitou constatações interessantes sobre o tema enumerados a seguir:

- a integração entre LV e EC não está sendo suficiente para alcançar o desenvolvimento sustentável;
- identificados processos relevantes que devem ser agregados ao sistema como a indústria 4.0, rastreabilidade da cadeia de suprimentos, tecnologias avançadas etc para maior agilidade, controles do fluxo do produto em todas as suas movimentações;
- lacuna de pesquisas operacionais mostrando ganhos da gestão da cadeia de suprimentos de material com as implementações e criação de indicadores de desempenho;

- baixa incidência de legislação específica para o setor que direcione as ações de implementação das ações de sustentabilidade;
- existem barreiras que precisam ser vencidas para implementar as práticas de logística verde e da economia circular.

## **6. TENDÊNCIAS FUTURAS**

O desenvolvimento sustentável só é alcançado com a integração e controle dos processos que envolvam o fluxo do material desde a retirada da matéria-prima da natureza até o seu reuso, reciclagem ou reparo envolvendo atores como fornecedor, fabricante, consumidor. Para auxiliar no alcance dos objetivos novas ferramentas e recursos estão sendo incorporados ao sistema. A Indústria 4.0 e rastreabilidade da cadeia de suprimentos que foram os itens mais representativos na pesquisa.

### **6.1 Integrar a LV com a EC e a Indústria 4.0**

A Indústria 4.0 ou a Quarta Revolução Industrial é um novo modelo de indústria que agrega novas tecnologias de automação e possibilita a criação de fábricas inteligentes. A tecnologia da Indústria 4.0 ajudará na mudança de uma economia linear para a EC. Na era EC, as tecnologias da Indústria 4.0 ajudarão no gerenciamento bem-sucedido do ciclo de vida do produto (Bag et al., 2020; X. Zhou et al., 2020). De acordo com (Rauch et al., 2019), apesar da contribuição significativa da indústria de transformação para a economia e o emprego, eles estão atrasados na adoção de tecnologia para práticas de logística verde na vertical descendente. Implementar práticas de logística verde no contexto da EC e da Indústria 4.0 é a necessidade do futuro (Agrawal et al., 2023). Portanto, as organizações precisam gerenciar as barreiras à logística verde de maneira eficaz. A identificação e a análise das barreiras logísticas verdes no contexto da economia circular e da Indústria 4.0 na indústria de transformação são essenciais (Chhabra & Kr Singh, 2022).

### **6.2 Implementar rastreabilidade da cadeia de suprimentos**

A grande maioria das operações que ocorrem na cadeia de suprimentos não está documentada e não é rastreável (Wry et al., 2013), comprometendo quaisquer ações das organizações visando eliminar processos prejudiciais e não essenciais para ajudar a reduzir o desperdício e as emissões além de preservar recursos escassos e finitos (Rusinek et al., 2018). Estudos recentes sugerem que a exploração da rastreabilidade da cadeia de suprimentos (RCS) pode ser um catalisador essencial para lidar com interrupções na cadeia de suprimentos e promover iniciativas verdes no sistema logístico para ajudar a melhorar as práticas de EC (Centobelli et al., 2018; Rehman et al., 2021). Permite que as empresas monitorem e rastreiem as operações da cadeia de suprimentos (Bahadori et al., 2021). O RCS pode ser definido como o "tracing e tracking de produtos e atividades desde os fornecedores até os consumidores finais e de volta aos fornecedores ou fabricantes, que visa aumentar o esforço das empresas para alcançar uma melhor sustentabilidade ambiental, social e empresarial" (Centobelli et al., 2018). A rastreabilidade em toda a cadeia de suprimentos é uma ação necessária para aumentar sua flexibilidade para avançar as práticas da economia circular (Tan et al., 2024).

## **7. CONCLUSÃO**

Os artigos avaliados demonstraram que o tema da relação entre LV e da EC está em crescimento entre os pesquisadores. Ao mesmo tempo tem-se o aparecimento de outras práticas

que as complementam para alcançar o êxito na implementação. Dentre elas, é importante destacar tecnologias avançadas em digitalização que são essenciais para um fluxo de material com mais controle e rastreabilidade. Também ficou evidente que a implantação das práticas sustentáveis nas empresas depende de impulso governamental através de legislações e de conscientização da estrutura organizacional da importância das ações para o futuro da humanidade.

Identificou-se carência de publicações sobre os facilitadores e as barreiras para implementação da LV e EC nas empresas e sobre a formação de indicadores de desempenho que possam auferir os ganhos esperados. Esses temas podem compor novos temas de estudos aos pesquisadores. Essa pesquisa ajudaria a garantir e medir o atingimento dos objetivos de sustentabilidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrawal, S., Kumar, D., Singh, R. K., & Singh, R. K. (2023). Coordination issues in managing the reverse supply chain: a systematic literature review and future research directions. *Benchmarking*, 30(4), 1259–1299. <https://doi.org/10.1108/BIJ-08-2021-0467>
- Bag, S., Yadav, G., Dhamija, P., & Kataria, K. K. (2021). Key resources for industry 4.0 adoption and its effect on sustainable production and circular economy: An empirical study. *Journal of Cleaner Production*, 281, 125233. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125233>
- Bag, S., Yadav, G., Wood, L. C., Dhamija, P., & Joshi, S. (2020). Industry 4.0 and the circular economy: Resource melioration in logistics. *Resources Policy*, 68(November 2019), 101776. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101776>
- Bahadori, N., Kaymak, T., & Seraj, M. (2021). Environmental, social, and governance factors in emerging markets: The impact on firm performance. *Business Strategy and Development*, 4(4), 411–422. <https://doi.org/10.1002/bsd2.167>
- Boulding, K. E. (1966). *The Economics of the Coming Spaceship Earth* (Resources for the Future (ed.)). Johns Hopkins University Press.
- Bozhanova, V., Korenyuk, P., Lozovskyi, O., Belous-Sergeeva, S., Bielienskova, O., & Koval, V. (2022). Green Enterprise Logistics Management System in Circular Economy. *International Journal of Mathematical, Engineering and Management Sciences*, 7(3), 350–363. <https://doi.org/10.33889/IJMEMS.2022.7.3.024>
- Centobelli, P., Cerchione, R., & Esposito, E. (2018). Environmental sustainability and energy-efficient supply chain management: A review of research trends and proposed guidelines. *Energies*, 11(2). <https://doi.org/10.3390/en11020275>
- Cheng, Y., Masukujjaman, M., Sobhani, F. A., Hamayun, M., & Alam, S. S. (2023). Green Logistics, Green Human Capital, and Circular Economy: The Mediating Role of Sustainable Production. *Sustainability (Switzerland)*, 15(2). <https://doi.org/10.3390/su15021045>
- Cheng, Y., & Xu, J. (2021). Model of environmental management science based on circular economy theory. *Ecological Chemistry and Engineering S*, 28(4), 513–524. <https://doi.org/10.2478/eces-2021-0034>

- Chhabra, D., & Kr Singh, R. (2022). Analyzing barriers to green logistics in context of Circular Economy and Industry 4.0 in the Indian manufacturing industry. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 1–14. <https://doi.org/10.1080/13675567.2022.2134847>
- de Souza, E. D., Kerber, J. C., Bouzon, M., & Rodriguez, C. M. T. (2022). Performance evaluation of green logistics: Paving the way towards circular economy. *Cleaner Logistics and Supply Chain*, 3(September 2021), 100019. <https://doi.org/10.1016/j.clscn.2021.100019>
- Fan, L., Liu, H., Shao, Z., & Li, C. (2022). Panel data analysis of energy conservation and emission reduction on high-quality development of logistics industry in Yangtze River Delta of China. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(52), 78361–78380. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-21237-3>
- Farooque, M., Zhang, A., Liu, Y., & Hartley, J. L. (2022). Circular supply chain management: Performance outcomes and the role of eco-industrial parks in China. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 157(April 2021), 102596. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2021.102596>
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. (2017). The Circular Economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757–768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>
- Genovese, A., Acquaye, A. A., Figueroa, A., & Koh, S. C. L. (2017). Sustainable supply chain management and the transition towards a circular economy: Evidence and some applications. *Omega (United Kingdom)*, 66, 344–357. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2015.05.015>
- Jayarathna, C. P., Agdas, D., & Dawes, L. (2023). Exploring sustainable logistics practices toward a circular economy: A value creation perspective. *Business Strategy and the Environment*, 32(1), 704–720. <https://doi.org/10.1002/bse.3170>
- Jayarathna, C. P., Agdas, D., Dawes, L., & Miska, M. (2022). Exploring sector-specific sustainability indicators: a content analysis of sustainability reports in the logistics sector. *European Business Review*, 34(3), 321–343. <https://doi.org/10.1108/EBR-02-2021-0047>
- Karaman, A. S., Kilic, M., & Uyar, A. (2020). Green logistics performance and sustainability reporting practices of the logistics sector: The moderating effect of corporate governance. *Journal of Cleaner Production*, 258, 120718. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120718>
- Kristensen, H. S., & Mosgaard, M. A. (2020). A review of micro level indicators for a circular economy – moving away from the three dimensions of sustainability? *Journal of Cleaner Production*, 243, 118531. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118531>
- Kuo, T. C., Chiu, M. C., Chung, W. H., & Yang, T. I. (2019). The circular economy of LCD panel shipping in a packaging logistics system. *Resources, Conservation and Recycling*, 149(November 2018), 435–444. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.06.022>

- Laari, S., Töyli, J., & Ojala, L. (2018). The effect of a competitive strategy and green supply chain management on the financial and environmental performance of logistics service providers. *Business Strategy and the Environment*, 27(7), 872–883. <https://doi.org/10.1002/bse.2038>
- Lahane, S., Kant, R., & Shankar, R. (2020). Circular supply chain management: A state-of-art review and future opportunities. *Journal of Cleaner Production*, 258, 120859. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120859>
- Lee, S. Y., & Klassen, R. D. (2008). Drivers and enablers that foster environmental management capabilities in small- and medium-sized suppliers in supply chains. *Production and Operations Management*, 17(6), 573–586. <https://doi.org/10.3401/poms.1080.0063>
- Liu, S., Zhang, Y., Liu, Y., Wang, L., & Wang, X. V. (2019). An ‘Internet of Things’ enabled dynamic optimization method for smart vehicles and logistics tasks. *Journal of Cleaner Production*, 215, 806–820. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.254>
- Luu, T. Van, Chromjaková, F., & Nguyen, H. Q. (2023). A model of industry 4.0 and a circular economy for green logistics and a sustainable supply chain. *Business Strategy and Development*, 6(4), 897–920. <https://doi.org/10.1002/bsd2.286>
- Mageto, J. (2022). Current and Future Trends of Information Technology and Sustainability in Logistics Outsourcing. *Sustainability (Switzerland)*, 14(13). <https://doi.org/10.3390/su14137641>
- Nikseresht, A., Golmohammadi, D., & Zandieh, M. (2024). Sustainable green logistics and remanufacturing: a bibliometric analysis and future research directions. *International Journal of Logistics Management*, 35(3), 755–803. <https://doi.org/10.1108/IJLM-03-2023-0085>
- Rauch, E., Dallasega, P., & Unterhofer, M. (2019). Requirements and Barriers for Introducing Smart Manufacturing in Small and Medium-Sized Enterprises. *IEEE Engineering Management Review*, 47(3), 87–94. <https://doi.org/10.1109/EMR.2019.2931564>
- Rehman, S. U., Kraus, S., Shah, S. A., Khanin, D., & Mahto, R. V. (2021). Analyzing the relationship between green innovation and environmental performance in large manufacturing firms. *Technological Forecasting and Social Change*, 163, 120481. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120481>
- Ren, R., Hu, W., Dong, J., Sun, B., Chen, Y., & Chen, Z. (2020). A systematic literature review of green and sustainable logistics: Bibliometric analysis, research trend and knowledge taxonomy. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(1). <https://doi.org/10.3390/ijerph17010261>
- Rong, Z. (2014). Study on the sustainable development of logistics for circulation economy. *International Conference on Logistics, Engineering, Management and Computer Science, LEMCS 2014, Lemcs*, 39–42. <https://doi.org/10.2991/lemcs-14.2014.10>
- Rusinek, M. J., Zhang, H., & Radziwill, N. (2018). Blockchain for a Traceable, Circular Textile Supply Chain: A Requirements Approach. *Software Quality Professional*, 21(1), 4–24.
- Sbihi, A., & Eglese, R. W. (2007). Combinatorial optimization and Green Logistics. *4or*, 5(2), 99–116. <https://doi.org/10.1007/s10288-007-0047-3>

- Seroka-Stolka, O., & Ociepa-Kubicka, A. (2019). Green logistics and circular economy. *Transportation Research Procedia*, 39(2018), 471–479. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2019.06.049>
- Sharma, M., Luthra, S., Joshi, S., Kumar, A., & Jain, A. (2023). Green logistics driven circular practices adoption in industry 4.0 Era: A moderating effect of institution pressure and supply chain flexibility. *Journal of Cleaner Production*, 383(May 2022), 135284. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.135284>
- Shi, Y. (2016). *Research on Green Logistics Based on Circular Economy Theory*. *Icemct*, 144–147. <https://doi.org/10.2991/icemct-16.2016.30>
- Singh, R. K., Kumar Mangla, S., Bhatia, M. S., & Luthra, S. (2022). Integration of green and lean practices for sustainable business management. *Business Strategy and the Environment*, 31(1), 353–370. <https://doi.org/10.1002/bse.2897>
- Tan, H., Yan, Y., & Wu, Z. Z. (2024). Determinants of the transition towards circular economy in SMEs: a sustainable supply chain management perspective. *Environmental Science and Pollution Research*, 31(11), 16865–16883. <https://doi.org/10.1007/s11356-024-31855-8>
- Umar, M., Khan, S. A. R., Zia-ul-haq, H. M., Yusliza, M. Y., & Farooq, K. (2022). The role of emerging technologies in implementing green practices to achieve sustainable operations. *TQM Journal*, 34(2), 232–249. <https://doi.org/10.1108/TQM-06-2021-0172>
- Wang, Y., Yang, Y., Qin, Z., Yang, Y., & Li, J. (2023). A Literature Review on the Application of Digital Technology in Achieving Green Supply Chain Management. *Sustainability (Switzerland)*, 15(11), 1–18. <https://doi.org/10.3390/su15118564>
- Wry, T., Cobb, J. A., & Aldrich, H. E. (2013). More than a Metaphor: Assessing the Historical Legacy of Resource Dependence and Its Contemporary Promise as a Theory of Environmental Complexity. *Academy of Management*, 7. <https://doi.org/https://doi.org/10.5465/19416520.2013.781862>
- Zhou, B., Siddik, A. B., Zheng, G. W., & Masukujjaman, M. (2023). Unveiling the Role of Green Logistics Management in Improving SMEs' Sustainability Performance: Do Circular Economy Practices and Supply Chain Traceability Matter? *Systems*, 11(4). <https://doi.org/10.3390/systems11040198>
- Zhou, X., Song, M., & Cui, L. (2020). Driving force for China's economic development under Industry 4.0 and circular economy: Technological innovation or structural change? *Journal of Cleaner Production*, 271, 122680. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122680>