

Logística Reversa e a Economia Circular

MARIO ROBERTO DOS SANTOS

JOSÉ LUIZ ROMERO DE BRITO

FÁBIO YTOSHI SHIBAO

Introdução

O rápido crescimento econômico de grandes economias emergentes criou vários desafios globais. Um desses desafios está relacionado aos recursos não reutilizados e a grande quantidade de resíduos que é gerada. As indústrias estão se adequando com o objetivo de manter a produção e o consumo sustentáveis, considerando a logística reversa (LR), maximizando a criação de valor dos produtos em fim de vida e agilizando as operações de negócios de forma eficaz. Tornou-se importante integrar a economia circular (EC) e a LR na cadeia de suprimentos para promover o meio ambiente e o crescimento econômico.

Problema de Pesquisa e Objetivo

A LR é um dos temas cruciais para discussão entre os acadêmicos na área de desempenho ambiental e sustentabilidade pois é considerada uma estratégia eficaz para os negócios, meio ambiente e desenvolvimento sustentável em muitas pesquisas. É considerada um fator imperativo devido a vários motivos, como, por exemplo redução de problemas ambientais, controle de custos, vantagem competitiva, mas ainda é uma área não está suficientemente saturada; há várias questões que os pesquisadores precisam abordar. O objetivo deste artigo foi verificar na literatura a relação entre a LR e a EC.

Fundamentação Teórica

EC e LR têm uma forte relação no que diz respeito ao ciclo técnico (restauro e circularidade de materiais) e estão associados ao conceito de sustentabilidade. A EC propõe que a logística reversa deve ser projetada para além da cadeia de suprimentos de uma empresa, e não restrita a ações de coleta e reciclagem de resíduos, para preservar o valor e a utilidade do material em o maior tempo possível, além de gerar ganhos significativos na cadeia de valor. Pressões da legislação, da concorrência comercial e dos consumidores estão obrigando as empresas a prestar mais atenção às suas operações de LR.

Metodologia

O estudo caracteriza-se como descritivo, com abordagens qualitativas, por meio de análise de conteúdo. Foram realizadas pesquisas na base de dados ScienceDirect, utilizando-se as palavras “reverse and logistics and circular and economy” e limitadas por tipo “review” e “research”. Essa base foi escolhida por ter periódicos relevantes, com a maioria classificada no extrato Qualis A1 da Capes em 2022, periódicos com alto fator de impacto e por facilidade de acesso. A pesquisa foi realizada entre outubro de 2021 e janeiro de 2022 e, tendo como limite, os artigos publicados até o ano de 2021.

Análise dos Resultados

Os motivos ambientais e os financeiros para adoção da LR visando a EC representam 69,5%. É importante que as organizações compreendam e internalizem com precisão os princípios de circularidade em seu plano estratégico, acoplando seus objetivos estratégicos à maximização da eficiência, redução do desperdício e, o mais importante, descoberta de novas fontes de receita que possibilitem o sucesso dos negócios e a regeneração do meio ambiente. Nesse sentido, adotar um pensamento circular pode permitir que uma organização obtenha resultados (econômicos) mais sustentáveis e reduza os impactos.

Conclusão

A relação entre logística reversa e economia circular é um campo vasto, envolvendo uma grande diversidade de objetos. Portanto, há um amplo campo de pesquisa para avaliar essa relação e um enorme esforço dentro da academia para a adoção de uma definição única de economia circular. Os motivos mais citados para adoção de LR visando a EC foram ambientais e financeiros assim, as publicações revelaram que a academia está focada em pesquisas que mostram a preocupação das organizações com o meio ambiente e também o lado de sobrevivência dessas organizações nos respectivos setores industriais.

Referências Bibliográficas

Ajwani-Ramchandania, R., Figueira, S., Oliveira, R. T., & Jha, S. (2021). Enhancing the circular and modified linear economy: The importance of blockchain for developing economies. *Resources, Conservation and Recycling*, 168, 105468, 1-15. Barros, M. V., Salvador, R., Prado, G. F., Francisco, A. C., & Piekarski, C. M. (2021). Circular economy as a driver to sustainable businesses. *Cleaner Environmental Systems*, 2, 100006, 1-11. Nobre, G. C., & Tavares, E. (2021). The quest for a circular economy final definition: A scientific perspective. *Journal of Cleaner Production*, 314, 127973, 1-13.

Palavras Chave

Logística reversa, Economia Circular, Impactos ambientais

LOGÍSTICA REVERSA E A ECONOMIA CIRCULAR

1 INTRODUÇÃO

O rápido crescimento econômico de grandes economias emergentes criou vários desafios globais. Um desses desafios está relacionado aos recursos não reutilizados e à grande quantidade de resíduos que é gerada (Ajwani-Ramchandania, Figueira, Oliveira, & Jha, 2021) afetando países desenvolvidos ou em desenvolvimento (Halog & Anieke, 2021).

Entre os fatores que contribuem para esse crescimento estão as novas tecnologias que, diminuindo o ciclo de vida dos produtos, associadas à obsolescência planejada resultam em um aumento dos resíduos, gerando uma crescente preocupação ambiental que, juntamente com a consequente pressão da legislação e os potenciais benefícios econômicos, muda o foco da gestão das cadeias de suprimentos para seus impactos ambientais na produção e na preservação dos recursos (Dominguez, Cannella, & Framinan, 2021).

Nesse sentido, as indústrias estão se adequando com o objetivo de manter a produção e o consumo sustentáveis, considerando a logística reversa (LR), maximizando a criação de valor dos produtos em fim de vida e agilizando as operações de negócios de forma eficaz. Tornou-se importante integrar a economia circular (CE) e a LR na cadeia de suprimentos para promover o meio ambiente e o crescimento econômico (Dutta, Talaulikar, Xavier, & Kapoor, 2021; Rajput & Singh, 2021).

A LR é um dos temas cruciais para discussão entre os acadêmicos na área de desempenho ambiental e sustentabilidade, pois é considerada uma estratégia eficaz para os negócios, meio ambiente e desenvolvimento sustentável em muitas pesquisas. É considerada um fator imperativo devido a vários motivos, como, por exemplo, redução de problemas ambientais, controle de custos, vantagem competitiva, mas ainda é uma área que ainda não está suficientemente saturada; há várias questões que os pesquisadores precisam abordar (Sharma, Kumar, Verma, & Luthra, 2021). Observe-se que sustentabilidade é o resultado do equilíbrio entre as três dimensões clássicas da sustentabilidade – ambiental, econômica e social – referenciadas como *triple bottom line* (TBL) (Elkington, 1998), ou seja, a integração equilibrada de desempenho econômico, inclusão social e resiliência ambiental, em benefício das gerações atuais e futuras (Geissdoerfer, Savaget, Bocken, & Hultink 2017).

Nessas perspectivas, o objetivo deste artigo foi verificar na literatura a relação entre a LR e a EC. O artigo está assim delineado: após esta introdução, a seção dois apresentará a fundamentação teórica; a seção três, o método de pesquisa empregado; a seção quatro, os resultados e as discussões e a seção cinco, as conclusões.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A busca por melhorias ambientais dos processos tem incentivado as empresas a planejar e agir no sentido de reduzir os efeitos negativos do mau desempenho ambiental, tanto da produção quanto do consumo. As empresas têm a responsabilidade de defender os valores ambientais e sustentáveis da sociedade e a EC é vista como uma possível solução na busca de um desenvolvimento sustentável (Barros, Salvador, Prado, Francisco, & Piekarski, 2021).

2.1 Economia circular

A EC tem sido uma das tendências transformadoras dos últimos anos. O que parecia ser mais uma estratégia organizacional, agora está aparecendo como uma tendência global envolvendo governos, organizações globais, setor privado, ciência, consumidores finais e indivíduos (Nobre & Tavares, 2021). Pode ser uma solução para mitigar o uso de recursos naturais e reduzir o desperdício sem comprometer o consumo, é um sistema regenerativo em que recursos, insumos, emissão de resíduos e vazamento de energia são minimizados e pode ser alcançada por meio de projeto, manutenção, reparo, reutilização, remanufatura, condicionamento e reciclagem de longa duração (Ajwani-Ramchandania et al., 2021;

Anastasiades et al., 2021; Garrido-Hidalgo, Ramirez, Olivares, & Roda-Sanchez, 2020). Isso contrasta com a atividade econômica linear intensiva e arraigada que está esgotando os recursos do planeta (Prieto-Sandoval, Jaca, & Ormazabal, 2018) e gerando quantidades sem precedentes de resíduos (Barcelos, Salvador, Barros, Francisco, & Guedes, 2021).

O conceito de EC está se difundindo, mas proporciona diversas definições (Santos, Shibao, & Silva, 2019), por exemplo, Kirchherr, Reike e Hekkert (2017) encontraram 114 definições na literatura. Posteriormente, Nobre e Tavares (2021) apresentaram em sua pesquisa, uma definição abrangente, como um sistema econômico que visa zero desperdício e poluição em todo o ciclo de vida dos materiais, desde a extração do meio ambiente até a transformação industrial e aos consumidores finais, aplicando-se a todos os ecossistemas envolvidos. Ao término da vida útil, os materiais retornam a um processo industrial ou, no caso de um resíduo orgânico tratado, de volta ao meio ambiente com segurança, como em um ciclo natural de regeneração. Atua criando valor nos níveis macro, meso e micro, utiliza fontes de energia limpas e renováveis e o uso e o consumo de recursos são eficientes. Agências governamentais e consumidores responsáveis desempenham um papel ativo, garantindo a operação correta do sistema a longo prazo.

A Fundação Espaço ECO (2021, p. 11) manifestou uma outra visão do tema: “[...] economia circular é uma nova forma de pensar. Vai muito além da reutilização de resíduos como matérias-primas: propõem transformar os processos de redução, reutilização, recuperação e reciclagem de materiais e energia.”

A EC considera tanto o ambiente como as vantagens econômicas simultaneamente sob a visão de um desempenho regenerativo e exige consciência, responsabilidade e desempenho compartilhados envolvendo todo o ciclo de vida e todos os *stakeholders* das organizações e dos produtos (Barros et al., 2021).

As abordagens de EC podem trazer benefícios importantes de economia de custos, criação de empregos, inovação, produtividade e eficiência de recursos tanto em países desenvolvidos quanto em países em desenvolvimento (Schroeder, Anggraeni, & Weber, 2019).

Enquanto uma EC está sendo cada vez mais adotada nas economias desenvolvidas, com as empresas multinacionais progressivamente adotando medidas relacionadas a EC, o conhecimento da realidade nas economias em desenvolvimento permanece limitado. Além disso, embora novas tecnologias possam ter características importantes que podem impactar estruturas de EC, particularmente em economias em desenvolvimento, sua aplicação prática ainda não está sendo aplicada (Ajwani-Ramchandania et al., 2021). Em contrapartida, Barcelos et al. (2021) citaram que no Brasil, as abordagens de EC vêm ocorrendo de forma bastante lenta, mas gradual.

Apesar dos reconhecidos benefícios da EC, Castro, Trevisan, Pigosso e Mascarenhas (2022) alertaram que nem sempre os resultados pretendidos são alcançados devido à ocorrência de um efeito chamado de rebote, isto é, embora a introdução de equipamentos ou processos mais eficientes possam gerar economias de energia ou aumentar a produtividade, o restante do sistema (produtores e consumidores) reage a essa mudança, aumentando o consumo e a produção.

Segundo Julianelli, Caiado, Scavarda e Cruz (2020), EC e LR têm uma forte relação, principalmente no que diz respeito ao ciclo técnico (restauração e circularidade de materiais), e estão associados ao conceito de sustentabilidade. A EC propõe que a logística reversa deve ser projetada para além da cadeia de suprimentos de uma empresa, e não restrita a ações de coleta e reciclagem de resíduos, para preservar o valor e a utilidade do material em maior tempo possível, além de gerar ganhos significativos na cadeia de valor. Além disso, as várias pressões da legislação, da concorrência comercial e dos consumidores estão obrigando as empresas, também, a prestar mais atenção às suas operações de LR (Chen, Zhang, Govindan, Wang, & Chin, 2021; Govindan & Bouzon, 2018).

2.2 Logística reversa

Tradicionalmente, a LR era uma atividade dentro das organizações delegada à função de atendimento ao cliente, onde os clientes com produtos dentro da garantia ou defeituosos os devolveriam a seus fornecedores (Meade, Sarkis, & Presley, 2007), mas o aumento das preocupações ambientais está transformando a LR em uma área de interesse exigente e relevante. Reciclagem, remanufatura e descarte estão entre os principais fatores nessa arena (Lambert, Riopel, & Abdul-Kader, 2011), fatores esses que estão crescendo em importância (Brito, Ruiz, Kniess, & Santos, 2022).

Além das preocupações ambientais, há muitas razões que podem levar uma empresa a implementar a LR. As motivações legais são uma das mais eficazes, geralmente os governos impõem que os fabricantes sejam responsáveis por todo o ciclo de vida de seus produtos. Os fatores econômicos atuam como a segunda motivação para a implementação (processos que poderão gerar lucros) e a terceira motivação é por razões comerciais, os contatos comerciais ditam as condições de devolução de produtos, pois a confiança e o compromisso de ambos os lados são essenciais (Lambert et al., 2011). A LR é vista como uma área que oferece grande potencial para reduzir custos, aumentar receitas, gerar lucratividade adicional para as empresas e suas cadeias de suprimentos (Srivastava, 2013) e conquistarem novos clientes e fornecedores (Zhou & Zhou, 2015).

As pesquisas sobre LR evoluíram ao longo dos anos e os autores a definiram de diferentes maneiras (Agrawal, Singh, & Murtaza, 2015). Segundo Rogers e Tibben-Lembke (2001), uma das primeiras descrições de LR foi produzida por Lambert e Stock, em 1981, que a descreveram como ir na direção errada em uma rua de mão única porque a grande maioria das remessas de produtos flui em uma única direção.

Uma definição clássica de LR, foi apresentada pelo *The Council of Logistics Management* como o processo de planejamento, implementação e controle do fluxo eficiente e econômico de matérias-primas, inventário dos materiais em processo, produtos acabados e das informações relacionadas a esse fluxo, desde o ponto de consumo final do produto até o ponto de origem da produção, com o objetivo de recuperar valor ou promover o descarte adequado dos produtos (Rogers & Tibben-Lembke, 1998).

No caso de LR, como em qualquer processo organizacional, para alcançar os resultados desejados e a eficiência, é necessário levar em consideração três fases, isto é, planejar, implementar e controlar, focada no que acontece com os produtos após o uso (Plaza-Úbeda, Abad-Segura, Burgos-Jiménez, Boteva-Asenova, & Belmonte-Ureña, 2021). A disposição é uma das decisões cruciais que podem afetar muito o desempenho da LR, do ponto de vista da sustentabilidade, na melhoria da sua eficiência operacional (Agrawal & Singh, 2019).

O gerenciamento eficaz de resíduos requer uma série de processos complexos interligados. A seleção da estratégia de gestão de resíduos, por exemplo, a estratégia de ação de cinco níveis, ou seja, reduzir, reutilizar, reciclar, recuperar e eliminar para uma gestão eficaz, mas gerando-a de uma forma sustentável, ainda é uma questão desafiadora (Ahmed & Zhang, 2021). A implementação da logística reversa pode ajudar as empresas a atingir não apenas as metas ambientais, mas também as metas econômicas (Cricelli, Greco, & Grimaldi, 2021), pois desempenha um papel importante na redução do uso de recursos e economia no consumo de energia (Cao, Liao, & Huang, 2021). Está se tornando um diferenciador estratégico crítico entre organizações e entidades de negócios para um ambiente sustentável, criação de valor e promoção da EC (Dutta et al., 2021).

O modelo linear praticado em países em desenvolvimento, tal como o Brasil, para gestão de resíduos sólidos não consegue mais absorver a quantidade de resíduos gerados pelas atividades econômicas e dificulta a capacidade de autorrecuperação do meio ambiente levando a problemas ambientais. Consequentemente, é necessária uma transição para um modelo de EC para que os problemas ambientais sejam evitados (Silva & Morais, 2021) e poderá ser alcançada

por meio de projeto, manutenção, reparo, reutilização, remanufatura, recondição e reciclagem de longa duração (Geissdoerfer et al., 2017).

3 MÉTODO

Este estudo caracteriza-se como descritivo, com abordagens qualitativas, por meio de análise de conteúdo (Bardin, 2009). Uma revisão de literatura é um atributo efetivo de uma pesquisa acadêmica (Webster & Watson, 2002) e realizar uma revisão da literatura é uma parte importante de qualquer projeto de pesquisa (Tranfield, Denyer, & Smart, 2003).

Independentemente do campo, disciplina ou da perspectiva filosófica, a revisão sistemática de literatura geralmente segue seis etapas: (1) definir a questão de pesquisa, (2) determinar as características necessárias dos estudos primários; (3) recuperar uma amostra de literatura potencialmente relevante; (4) selecionar a literatura pertinente; (5) sintetizar a literatura e (6) relatar os resultados (Durach, Kembro, & Wieland, 2017). Esta revisão seguiu essas orientações para os procedimentos metodológicos.

Foram realizadas pesquisas na base de dados *ScienceDirect*, utilizando-se as palavras “*reverse and logistics and circular and economy*” e limitadas por tipo “*review*” e “*research*”. Essa base foi escolhida por ter periódicos relevantes, classificados no extrato Qualis A1 (2013-2016) da Plataforma Sucupira da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes, 2022) como, por exemplo, *Journal of Cleaner Production; Resources, Conservation and Recycling*; entre outros, alto fator de impacto dos periódicos e, também, por facilidade de acesso. A pesquisa foi realizada entre outubro de 2021 e janeiro de 2022 e, tendo como limite, os artigos publicados até o ano de 2021.

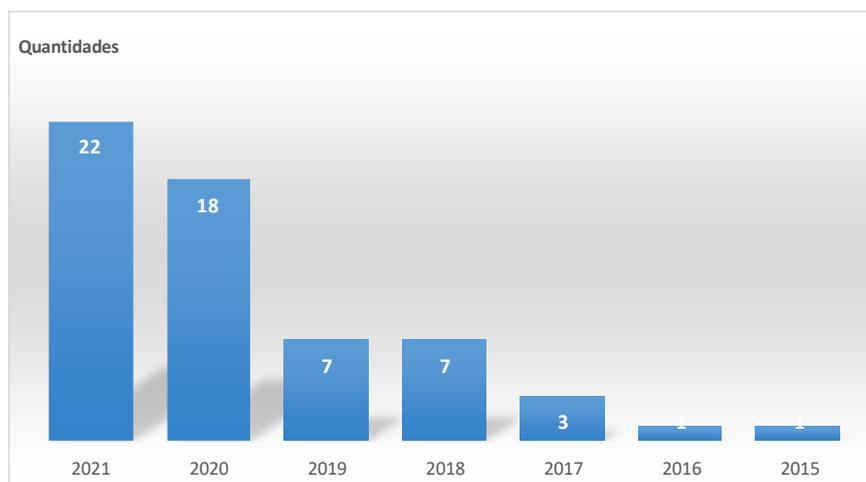
4 RESULTADOS

Foram encontrados 59 artigos e lidos os títulos para verificar se estes se enquadravam no objeto do estudo. Caso não fosse possível identificar pelo título, foram lidas as palavras-chave e os *abstracts* dos artigos. Depois dessa verificação, foram selecionados todos os 59 artigos. A lista completa dos 59 artigos avaliados está relacionada no Apêndice A.

Foram localizados 225 autores, sendo que oito autores participaram de dois artigos cada: A. C. Francisco; F. Dietrich; P. Bilge; M. V. Barros; R. Salvador; T. Wang; X. Zhang; Y. Zhou. Os demais autores participaram somente em um artigo.

A Figura 1 mostra a evolução anual das pesquisas no tema. Nota-se que o interesse pelo tema está crescendo, sendo que o ano de 2021 representa 37,3% das pesquisas no período pesquisado.

Figura 1 – Quantidade de artigos publicados por ano



Fonte: Dados da pesquisa

A Figura 2 mostra a quantidade de artigos produzidos pelos países envolvidos, com dois artigos ou mais, totalizando 50 artigos dos 59 artigos analisados, destacando-se o Brasil com 11 artigos e a China com 10 artigos. Ressalte-se que Espanha e Itália dividiram um mesmo artigo tanto em autoria quanto ao patrocínio, por meio de fundos de pesquisa. Onze países apresentaram um artigo cada: Chile, Dinamarca, Finlândia, Irlanda, Iran, Inglaterra, Noruega, Suíça, Tailândia, Taiwan e Turquia.

Figura 2 – Artigos publicados classificados por país



Fonte: Dados da pesquisa

Os periódicos com frequência de três ou mais vezes, isto é 45 periódicos, ou seja, 76%, estão mostrados na Tabela 1. Destaca-se que a maioria está classificada no extrato Qualis A1 (2013-2016) da Plataforma Sucupira da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes, 2022), com exceção do Procedia CIRP. Também, excetuando-se o mesmo periódico, os demais têm fator de impacto igual ou superior a 8.816.

Tabela 1 – Periódicos presentes na pesquisa

Nº	Periódico	Qtidade	Fator de Impacto	Qualis
1	Journal of Cleaner Production	18	11.072	ADMINISTRAÇÃO A1
2	Resources, Conservation and Recycling	15	13.716	ADMINISTRAÇÃO A1
3	Journal of Environmental Management	3	8.910	ADMINISTRAÇÃO A1
4	Procedia CIRP	3	1.940	INTERDISCIPLINAR B4
5	Science of The Total Environment	3	10.753	CIÊNCIAS AMBIENTAIS A1
6	Waste Management	3	8.816	ADMINISTRAÇÃO A1

Fonte: Dados da pesquisa e Capes (2022)

4.1 Artigos avaliados

Os 59 artigos avaliados foram classificados quanto a abordagem de LR, em oito temas: indústria da construção, 3; barreiras e desafios, 4; remanufatura, 5; desempenho das cadeias de suprimentos, 9; equipamentos elétricos e eletrônicos, 9; indústria automotiva, 9; resíduos em geral, 10; outros temas, 10. A seguir, serão descritas as contribuições dos artigos e seus respectivos autores e, na sequência, as figuras com os títulos, periódicos e autores, dentro da classificação aqui adotada.

Os três artigos referentes a indústria da construção mostraram uma redução de 24% no custo total para o gerenciamento de LR de resíduos de construção inertes (Ahmed & Zhang, 2021); a maioria dos padrões de construção é introduzida para atender uma demanda econômica, ao invés do ponto de vista ambiental (Anastasiades et al., 2021); e três tipos de

corretores de informações e seus papéis em combater os buracos estruturais na indústria da construção (Wijewickrama, Rameezdeen, & Chileshe, 2021). A Figura 3 mostra esses artigos.

Figura 3 – Indústria da construção

Indústria da construção			
Nº	Título	Periódicos	Autores
1	Multi-stage network-based two-type cost minimization for the reverse logistics management of inert construction	Waste Management, 120, 805-819, 2021	Ahmed & Zhang
2	Standardisation: An essential enabler for the circular reuse of construction components? A trajectory for a cleaner European construction industry	Journal of Cleaner Production, 298, 126864, 2021	Anastasiades et al.
3	Information brokerage for circular economy in the construction industry: A systematic literature review	Journal of Cleaner Production, 313, 127938, 2021	Wijewickrama et al.

Fonte: Dados da pesquisa

Em Barreiras e desafios quatro artigos: categorias 'mercado e social' e 'política e regulamentos' são as duas barreiras que mais influenciam a implementação de LR de baterias de íon-lítio de veículos elétricos (Azadnia, Onofrei, & Ghadimi, 2021); as principais estratégias identificadas para mitigar as barreiras são classificadas em zonas prioritárias, de longo prazo, de contingência e não prioritárias (Dutta et al., 2021); para expandir o modelo de negócios de EC, mudanças adicionais precisam ser implementadas junto com as mudanças em sistema de produto-serviço e LR (Werning & Spinler, 2020); fatores de inovação colaborativa fornecedor-comprador e *design* do produto combinam-se para determinar a velocidade de saída e a quantidade de produtos circulares a serem vendidos, retirados e regenerados (Franco, 2017). Conforme apresentado na Figura 4.

Figura 4 – Barreiras e desafios

Barreiras e desafios			
Nº	Título	Periódico	Autores
1	Electric vehicles lithium-ion batteries reverse logistics implementation barriers analysis: A TISM-MICMAC approach	Resources, Conservation and Recycling, 174, 105751, 2021	Azadnia et al.
2	Fostering reverse logistics in India by prominent barrier identification and strategy implementation to promote circular economy	Journal of Cleaner Production, 294, 126241, 2021	Dutta et al.
3	Transition to circular economy on firm level: Barrier identification and prioritization along the value chain	Journal of Cleaner Production, 245, 118609, 2020	Werning & Spinler
4	Circular economy at the micro level: A dynamic view of incumbents' struggles and challenges in the textile industry	Journal of Cleaner Production, 168, 833-845, 2017	Franco

Fonte: Dados da pesquisa

Remanufatura, com cinco artigos, mostrados na Figura 5, citaram que a configuração centralizada reduz a incerteza nos fluxos reversos de produtos remanufaturados (Dominguez et al., 2021); algoritmos inteligentes e digitalização consistente pode simplificar processos complexos de LR (Schlüter et al., 2021); disposição dos consumidores em escolher produtos remanufaturados é mais influente nos preços e lucros do que a sensibilidade à pegada de carbono (Shekarian, Marandi, & Majava, 2021); fatores essenciais e de suporte que um fabricante de equipamento deve considerar ao fazer a transição de parte de seus negócios para a remanufatura (Duberg, Johansson, Sundin, & Kurilova-Palisaitiene, 2020); sugestões para o desenvolvimento da indústria de remanufatura na China (Yuan et al., 2020).

Figura 5 - Remanufatura

Remanufatura			
Nº	Título	Periódicos	Autores
1	Remanufacturing configuration in complex supply chains	Omega, 101, 102268, 2021	Dominguez et al.
2	AI-enhanced identification, inspection and sorting for reverse logistics in remanufacturing	Procedia CIRP, 98, 300-305, 2021	Schlüter et al.
3	Dual-channel remanufacturing closed-loop supply chains under carbon footprint and collection competition	Sustainable Production and Consumption, 28, 1050-1075, 2021	Shekarian et al.
4	Prerequisite factors for original equipment manufacturer remanufacturing	Journal of Cleaner Production, 270, 122309, 2020	Duberg et al.
5	Transitioning China to a circular economy through remanufacturing: A comprehensive review of the management institutions and policy system	Resources, Conservation and Recycling, 161, 104920, 2020	Yuan et al.

Fonte: Dados da pesquisa

Desempenho das cadeias de suprimentos, com nove artigos, apresentaram as contribuições: coeficiente de robustez menor leva a um custo maior de uma rede global de LR, mas a emissões menores (Xu, Elomri, Liu, Liu, & Li, 2021); fatores importantes para as decisões de abertura de novas instalações e determinação de locais ideais para centros de coleta e centros de processamento (Bal & Badurdeen, 2020); sete fatores afetam o desempenho financeiro das iniciativas (Bockholt, Kristensen, Colli, Jensen, & Waehrens, 2020); é necessário focar no custo das operações socialmente influenciadas envolvendo alguns fatores, tais como investimento em cobrança e tamanho do mercado do usuário final (Dev, Shankar, & Qaiser, 2020); visão integrada sobre LR e gestão de resíduos e a importância dos indicadores ambientais, sociais e de desempenho (Engeland, Belien, Boeck, & Jaeger, 2020); fatores críticos de sucesso da LR para criar valor para a empresa e sua cadeia de suprimentos (Julianelli et al., 2020); eficácia das decisões de disposição para o desempenho sustentável da LR está positivamente associada ao desempenho de triplo *bottom line* (Agrawal & Singh, 2019); custo do modo de logística verde para embalagens de produtos semiacabados reutilizáveis é benéfico, mesmo com baixa taxa de reciclagem (30%) (Kuo, Chiu, Chung, & Yang, 2019); seis perspectivas para avaliar holisticamente cadeias de suprimentos internacionais e apoiar a EC na indústria de remanufatura (Butzer, Schötz, Petroschke, & Steinhilper, 2017). A Figura 6 mostra esses artigos.

Figura 6 – Artigos desempenho das cadeias de suprimentos

Desempenho das cadeias de suprimentos			
Nº	Título	Periódicos	Autores
1	Robust global reverse logistics network redesign for high-grade plastic wastes recycling	Waste Management, 134, 251-262, 2021	Xu et al.
2	A multi-objective facility location model to implement circular economy	Bal & Badurdeen, 2020	Bal & Badurdeen
3	Exploring factors affecting the financial performance of end-of-life take-back program in a discrete manufacturing context	Journal of Cleaner Production, 258, 120916, 2020	Bockholt et al.
4	Industry 4.0 and circular economy: Operational excellence for sustainable reverse supply chain performance	Resources, Conservation and Recycling, 153, 104583, 2020	Dev et al.
5	Literature review: Strategic network optimization models in waste reverse supply chains	Omega, 91, 102012, 2020	Engeland et al.
6	Interplay between reverse logistics and circular economy: Critical success factors-based taxonomy and framework	Resources, Conservation and Recycling, 158, 104784, 2020	Julianelli et al.
7	Analyzing disposition decisions for sustainable reverse logistics: Triple Bottom Line approach	Resources, Conservation and Recycling, 150, 104448, 2019	Agrawal & Singh
8	The circular economy of LCD panel shipping in a packaging logistics system	Resources, Conservation and Recycling, 149, 435-444, 2019	Kuo et al.
9	Development of a performance measurement system for International reverse supply chains	Procedia CIRP, 61, 251-256, 2017	Butzer et al.

Fonte: Dados da pesquisa

Equipamentos elétricos e eletrônicos com nove artigos, mostrados na Figura 7, apresentaram que o reaproveitamento de HDDs é a opção mais ecologicamente correta em termos de potencial de aquecimento global (Jin et al., 2020); consumidores têm grande disposição para pagar pela coleta domiciliar de máquinas de lavar, mas não têm preferência por celulares (Mansuy, Verlinde, & Macharis, 2020); 12 indicadores, nas dimensões ambiental, econômica e social a fim de proporcionar uma melhor escolha de rotas de LR de resíduos eletrônicos (Ottoni, Dias, & Xavier, 2020); colaboração e cultura interfirmas influenciam os componentes ecológicos, econômicos e relacionais do desempenho sustentável (Flygansvaer, Dahlstrom, & Nygaard, 2018); desenvolvimento de sistemas de LR e cadeias de suprimentos de circuito fechado de resíduos eletrônicos deverão incorporar a integração de conceitos de sustentabilidade e EC (Islam & Huda, 2018); implicações políticas para otimizar a alocação regional da capacidade de reciclagem de resíduos eletrônicos do sistema de LR na China (Tong, Wang, Chen, & Wang, 2018); barreiras às operações de negócios de reutilização de equipamentos de TIC e oportunidades para abordá-las por meio da inovação do modelo de negócios e intervenção política (Whalen, Milios, & Nussholz, 2018); mudanças necessárias para cumprir as metas de reciclagem da União Europeia e tornar o processo lucrativo (Alvarez-de-los-Mozos & Renteria, 2017); alavancagem para estratégias de gestão destinadas a fechar o

ciclo do fluxo de metais de produtos de telefonia móvel (Sinha, Laurenti, Singh, Malmström, & Frostell, 2016).

Figura 7 – Equipamentos elétricos e eletrônicos

Equipamentos elétricos e eletrônicos			
Nº	Título	Periódicos	Autores
1	Life cycle assessment of emerging technologies on value recovery from hard disk drives	Resources, Conservation and Recycling, 157, 104781, 2020	Jin et al.
2	Understanding preferences for EEE collection services: A choice-based conjoint analysis	Resources, Conservation and Recycling, 161, 104899, 2020	Mansuy et al.
3	A circular approach to the e-waste valorization through urban mining in Rio de Janeiro, Brazil	Journal of Cleaner Production, 261, 120990, 2020	Ottoni et al.
4	Exploring the pursuit of sustainability in reverse supply chains for electronics	Journal of Cleaner Production, 189, 472-484, 2018	Flygansvaer et al.
5	Reverse logistics and closed-loop supply chain of waste electrical and electronic equipment (WEEE)/E-waste: A comprehensive literature review	Resources, Conservation and Recycling, 137, 48-75, 2018	Islam & Huda
6	Towards an inclusive circular economy: Quantifying the spatial flows of e-waste through the informal sector in China	Resources, Conservation and Recycling, 135, 163-171, 2018	Tong et al.
7	Bridging the gap: Barriers and potential for scaling reuse practices in the Swedish ICT sector	Resources, Conservation and Recycling, 135, 123-131, 2018	Whalen et al.
8	Collaborative robots in e-waste management	Procedia Manufacturing, 11, 55-62, 2017	Alvarez-de-los-Mozos & Renteria
9	Identifying ways of closing the metal flow loop in the global mobile phone product system: A system dynamics modeling approach	Resources, Conservation and Recycling, 113, 65-76, 2016	Sinha et al.

Fonte: Dados da pesquisa

Na indústria automotiva, nove artigos mostraram a correlação entre o número de veículos em uso e o Produto Interno Bruto e a importância e os benefícios da reciclagem no fornecimento de metais críticos (Martins, Guimarães, Botelho, Tenório, & Espinosa, 2021); transporte seguro de baterias em conformidade com os regulamentos e as vantagens econômicas (Slattery, Dunn, & Kendall, 2021); modelo matemático para escolha da melhor localização de centros de coleta de baterias (Yükseltürk, Wewer, Bilge, & Dietrich, 2021); estratégias de reutilização apresentam um enorme potencial para a recuperação de baterias de veículos elétricos (Alamerew & Brissaud, 2020); rede de Internet das Coisas (IoT) como infraestrutura de informação digital para a recuperação de baterias de veículos elétricos (Garrido-Hidalgo et al., 2020); congelamento de células de baterias de veículos elétricos para transporte adequado para posterior reutilização e remanufatura (Grandjean, Groenewald, & Marco, 2019); método para tomada de decisão e gerenciamento de investimentos da indústria de reciclagem de veículos elétricos (Wang et al., 2019); projeto de centros de serviços, centros de coleta e plantas de reprocessamento de pneus após uso (Banguera, Sepúlveda, Ternero, Vargas, & Vásquez, 2018); modelo matemático para minimizar o custo de uma rede de recuperação de veículos em fim de vida (Lin et al., 2018). Esses artigos são mostrados na Figura 8.

Figura 8 – Indústria automotiva

Indústria automotiva			
Nº	Título	Periódico	Autores
1	Electric car battery: An overview on global demand, recycling and future approaches towards sustainability	Journal of Environmental Management, 295, 113091, 2021	Martins et al.
2	Transportation of electric vehicle lithium-ion batteries at end-of-life: A literature review	Resources, Conservation and Recycling, 174, 105755, 2021	Slattery et al.
3	Recollection center location for end-of-life electric vehicle batteries using fleet size forecast: Scenario analysis for Germany	Procedia CIRP, 96, 260-265, 2021	Yükseltürk et al.
4	Modelling reverse supply chain through system dynamics for realizing the transition towards the circular economy: A case study on electric vehicle batteries	Journal of Cleaner Production, 254, 120025, 2020	Alamerew & Brissaud
5	The adoption of internet of things in a circular supply chain framework for the recovery of WEEE: the case of lithium-ion electric vehicle battery packs	Waste Management, 103, 32-44, 2020	Garrido-Hidalgo et al.
6	The experimental evaluation of lithium ion batteries after flash cryogenic freezing	Journal of Energy Storage, 21, 202-215, 2019	Grandjean et al.
7	Multi-attribute decision making on reverse logistics based on DEA-TOPSIS: A study of the Shanghai End-of-life vehicles industry	Journal of Cleaner Production, 214, 730-737, 2019	Wang et al.
8	Reverse logistics network design under extended producer responsibility: The case of out-of-use tires in the Gran Santiago city of Chile	International Journal of Production Economics, 205, 193-200, 2018	Banguera et al.
9	An improved artificial bee colony for facility location allocation problem of end-of-life vehicles recovery network	Journal of Cleaner Production, 205, 134-144, 2018	Lin et al.

Fonte: Dados da pesquisa

Resíduos, em geral, com dez artigos, conforme artigos da Figura 9, relataram que as frotas heterogêneas de veículos de coleta de recicláveis pode apoiar a construção de centros de reciclagem e o planejamento (Cao et al., 2021); o combustível derivado de rejeitos teriam o custo e os gases de efeito estufa (GEE) emitidos reduzidos significativamente (Chaves, Siman, Ribeiro, & Chang, 2021); benefício ambiental potencial na reciclagem dos módulos de osmose reversa (RO) em fim de vida (Senán-Salinas, Blanco, García-Pacheco, Landaburu-Aguirre, & García-Calvo, 2021); definir responsabilidades sustentáveis para o desempenho da gestão de resíduos sólidos na transição para uma EC em uma cervejaria artesanal (Silva & Morais, 2021); seis tipos de modelos de negócios circulares que criam valor a partir de resíduos e subprodutos agrícolas (Donner, Gohier, & Vries, 2020); conceito de EC, embora não expresso formalmente na legislação brasileira e no Acordo Setorial de Logística Reversa de Embalagens no Brasil, norteia as ações desenvolvidas pelos signatários do acordo (Guarnieri, Cerqueira-Streit, & Batista, 2020); projeto de rede para uma cadeia de suprimentos de ciclo fechado para caixotes de frutas cítricas com custos e emissões reduzidos (Liao, Kaviyani-Charati, Hajiaghahi-Keshteli, & Diabat, 2020); dois sistema de produção de fabricação de rodapés de Poliestireno Expandido reciclado ambientalmente recomendados (Souza, Dantas, Zanghelini, Cherubini, & Soares, 2020); cadeia de suprimentos e os canais reversos de poliestireno expandido no Brasil pode completar o ciclo da EC (Oliveira, Luna, & Campos, 2019); estrutura de uma rede de LR de papel de escritório com a operação liderada pelo governo ou por uma organização sem fins lucrativos (Zhou & Zhou, 2015).

Figura 9 – Resíduos em geral

Resíduos em geral			
Nº	Título	Periódicos	Autores
1	Heterogeneous fleet recyclables collection routing optimization in a two-echelon collaborative reverse logistics network from circular economic and environmental	Science of The Total Environment, 758, 144062, 2021	Cao et al.
2	Synergizing environmental, social, and economic sustainability factors for refuse derived fuel use in cement industry: A case study in Espírito Santo, Brazil	Journal of Environmental Management, 288, 112401, 2021	Chaves et al.
3	Prospective life cycle assessment and economic analysis of direct recycling of end-of-life reverse osmosis membranes based on geographic information systems	Journal of Cleaner Production, 282, 124400, 2021	Senán-Salinas et al.
4	Transitioning to a circular economy in developing countries: A collaborative approach for sharing responsibilities in solid waste management of a Brazilian craft brewery	Journal of Cleaner Production, 319, 128703, 2021	Silva & Morais
5	A new circular business model typology for creating value from agro-waste	Science of The Total Environment, 716, 137065, 2020	Donner et al.
6	Reverse logistics and the sectoral agreement of packaging industry in Brazil towards a transition to circular economy	Resources, Conservation and Recycling, 153, 104541, 2020	Guarnieri et al.
7	Designing a closed-loop supply chain network for citrus fruits crates considering environmental and economic issues	Journal of Manufacturing Systems, 55, 199-220, 2020	Liao et al.
8	Measuring the environmental performance of a circular system: Emery and LCA approach on a recycle polystyrene system	Science of The Total Environment, 726, 138111, 2020	Souza Jr et al.
9	Understanding the Brazilian expanded polystyrene supply chain and its reverse logistics towards circular economy	Journal of Cleaner Production, 235, 562-573, 2019	Oliveira et al.
10	Designing a multi-echelon reverse logistics operation and network: A case study of office paper in Beijing	Resources, Conservation and Recycling, 100, 58-69, 2015	Zhou & Zhou

Fonte: Dados da pesquisa

Outros temas com dez artigos: medidas para trazer benefícios ambientais, como a diminuição dos impactos ambientais por meio da LR de embalagens e substituição de energias não renováveis (Barcelos et al., 2021); dez áreas do negócio como contribuintes para EC (Barros et al., 2021); papel do *blockchain* como uma capacidade tecnológica para melhorar o controle na movimentação de resíduos e atividades de gerenciamento de devolução de produto (Centobelli, Cerchione, Del Vecchio, Oropallo, & Secundo, 2021); expressões linguísticas comparativas generalizadas para a seleção de provedores terceirizados profissionais de LR (Chen et al., 2021); impacto positivo das colaborações vertical e horizontal com instituições de pesquisa para a introdução de inovação em LR (Cricelli et al., 2021); reciclagem em parques industriais, por meio de LR, pode ser promovido de empresas do nível micro (Wang, Zhang, Springer, & Yang, 2021); principais operações para tornar sustentáveis os processos industriais lineares tradicionais no contexto de EC (Suzanne, Absi, & Borodin, 2020); implementação de abordagens de sustentabilidade ambiental operacional motivadas por iniciativas internas

(Piyathanavong, Garza-Reyes, Kumar, Maldonado-Guzmán, & Mangla, 2019); circularidade dos medicamentos em fim de uso e fim de vida é afetada por mudanças frequentes nas terapias dos pacientes e nas condições de saúde, e por falhas no monitoramento das prescrições (Viegas, Bond, Vaz, & Bertolo, 2019); um número crescente de corporações está fazendo parceria com empresários para reduzir o desperdício e antecipar a reutilização de produtos nos Estados Unidos da América (Veleva & Bodkin, 2018). A Figura 10 mostra esses artigos.

Figura 10 – Outros temas

Outros temas			
Nº	Título	Periódicos	Autores
1	Circularity of Brazilian silk: Promoting a circular bioeconomy in the production of silk cocoons	Journal of Environmental Management, 296, 113373, 2021	Barcelos et al.
2	Circular economy as a driver to sustainable businesses	Cleaner Environmental Systems, 2, 100006, 2021	Barros et al.
3	Blockchain technology for bridging trust, traceability and transparency in circular supply chain	Information & Management, In Press, 2021	Centobelli et al.
4	Third-party reverse logistics provider selection: A computational semantic analysis-based multi-perspective multi-attribute decision-making approach	Expert Systems with Applications, 166, 114051, 2021	Chen et al.
5	An investigation on the effect of inter-organizational collaboration on reverse logistics	International Journal of Production Economics, 240, 108216, 2021	Cricelli et al.
6	How to promote industrial park recycling transformation in China: An analytic framework based on critical material flow	Environmental Impact Assessment Review, 87, 106550, 2021	Wang et al.
7	Towards circular economy in production planning: Challenges and opportunities	European Journal of Operational Research, 287(1), 168-190, 2020	Suzanne et al.
8	The adoption of operational environmental sustainability approaches in the Thai manufacturing sector	Journal of Cleaner Production, 220, 507-528, 2019	Piyathanavong et al.
9	Reverse flows within the pharmaceutical supply chain: A classificatory review from the perspective of end-of-use and end-of-life medicines	Journal of Cleaner Production, 238, 117719, 2019	Viegas et al.
10	Corporate-entrepreneur collaborations to advance a circular economy	Journal of Cleaner Production, 188, 20-37, 2018	Veleva & Bodkin

Fonte: Dados da pesquisa

4.2 Discussões

Avaliando-se os artigos sobre os principais motivos para a adoção das práticas de LR visando a EC, pode-se resumir que os motivos ambientais foram relatados em 21 artigos, financeiros em 20 artigos e na sequência, operações (7), inovação (3) e outros motivos (8), apresentados a seguir.

Entre os motivos ambientais, as pesquisas destacaram desempenho/desenvolvimento sustentável; integração de conceitos de sustentabilidade; abordagens/sustentabilidade ambiental; benefícios ambientais; responsabilidades sustentáveis; ser/tornar sustentável; opção ecologicamente correta; ambientalmente recomendado; benefícios/metad de reciclagem; emissões menores; estratégias de reutilização; impactos/indicadores ambientais; visão integrada; colaboração entre empresas.

Os motivos financeiros listados nas pesquisa foram custo das operações; custo de logística verde; redução/minimização de custo; custos e emissões reduzidos; desempenho financeiro; demandas/vantagens econômicas; gerenciamento de investimentos; preço como motivo de escolha de remanufaturados; barreiras financeiras; fatores de sucesso; criação de valor; expansão dos negócios.

Os motivos ambientais e financeiros para adoção de LR visando a EC representam 69,5% dos artigos avaliados. Barros et al. (2021) podem resumir essa tendência ambiental-financeira, pois citaram que é importante que as organizações compreendam e internalizem com precisão os princípios de circularidade em seu plano estratégico, acoplando seus objetivos estratégicos à maximização da eficiência, redução do desperdício e, o mais importante, a descoberta de novas fontes de receita que possibilitem o sucesso dos negócios e a regeneração do meio ambiente. Nesse sentido, adotar um pensamento circular pode permitir que uma organização obtenha resultados (econômicos) mais sustentáveis e reduza os impactos. Por

exemplo, tornar uma cadeia de suprimentos mais circular permite que as empresas reduzam os impactos ambientais e sociais não apenas para a própria empresa, mas em toda a cadeia de suprimentos. Conforme Halog e Anieke (2021), a EC foi posta em prática para ajudar a resolver os problemas ambientais decorrentes da má gestão de resíduos, incentivando circularidade de recursos nos processos produtivos. Fatos esses também corroborados por Agrawal et al., (2015), que mencionaram que implementação da legislação, imagem corporativa, preocupação ambiental, benefícios econômicos e competitividade sustentável, estão forçando as empresas não apenas a adotar práticas de RL, mas também a torná-las eficientes e eficazes.

Com relação às operações, os motivos de pesquisa relacionados foram simplificar processos; transição para a remanufatura; desenvolvimento da indústria de remanufatura; operar com mais eficiência; modo de operação adequado; *blockchain* para melhorar o controle; reciclagem em parques industriais. Já em relação a inovação, relataram inovação colaborativa fornecedor-comprador; introdução de inovação em LR; relação entre inovação empreendedora e desenvolvimento de princípios de EC.

Nesse sentido, Rajput e Singh (2021) sugeriram que, nessa era contemporânea de EC, as indústrias da transformação poderiam aprimorar o processo de fabricação priorizando a sustentabilidade considerando a logística RL em suas operações, pois, segundo Anastasiades et al. (2021), o conceito de economia circular foi proposto como um componente chave de uma solução para a finitude dos recursos da Terra. À medida que mais e mais recursos na Terra são seriamente desperdiçados, a reciclagem e a reutilização tornam-se uma questão vital no futuro desenvolvimento sustentável (Cao et al., 2021), assim a LR é considerada o elo na redução de resíduos e esgotamento de recursos por meio da implementação de uma cadeia de suprimentos de circuito fechado e alcançar uma EC (Azadnia et al., 2021).

Outros motivos mostraram os seguintes temas, tais como implicações políticas; definição de estrutura; projeto de centros de serviços, centros de coleta e plantas de reprocessamento; Acordo Setorial de Logística Reversa de Embalagens no Brasil; principais estratégias para mitigar as barreiras; seleção de fornecedores; falhas no monitoramento das prescrições médica.

É interessante destacar, nesses motivos, a pesquisa de Yuan et al. (2020) que retratou o quadro geral da indústria de remanufatura na China, do ponto de vista político e institucional, e citou que essas descobertas poderão ser úteis para o desenvolvimento da remanufatura em outros países em processo de industrialização.

Apesar das vantagens enumeradas, Zink e Geyer (2017) citaram que os conceitos básicos da EC têm um forte apelo intuitivo e fechar os ciclos de materiais, estender os ciclos de vida dos produtos e virtualizar produtos são grandes promessas para reduzir os danos ambientais, mas os autores advertiram que, no entanto, assim como o aumento do uso poderá reduzir os benefícios ambientais, o aumento da produção e do consumo, isto é, uma recuperação da EC, poderá reduzir os seus próprios benefícios.

5 CONCLUSÃO

O objetivo da pesquisa foi verificar na literatura a relação entre logística reversa e economia circular. Foram encontrados 59 artigos no período de 2015 a 2021, na base pesquisada (*ScienceDirect*). Os artigos foram classificados quanto a abordagem de LR, em oito temas: barreiras e desafios; desempenho das cadeias de suprimentos; equipamentos elétricos e eletrônicos; indústria da construção; indústria automotiva; resíduos em geral; remanufatura e outros temas.

Verificaram-se também os motivos mais citados para adoção de LR, visando a EC foram ambientais (21) e financeiros (20) representando 35,6% e 33,9%, respectivamente, isto é, 69,5% dos artigos. Entre os motivos ambientais as pesquisas, destacaram, entre outros, desempenho/desenvolvimento sustentável; integração de conceitos de sustentabilidade;

abordagens/sustentabilidade ambiental; benefícios ambientais; responsabilidades sustentáveis; ser/tornar sustentável e entre os motivos financeiros, custo das operações; redução/minimização de custo; custos e emissões reduzidos; desempenho financeiro; barreira financeiras; fatores de sucesso; criação de valor etc. As publicações mostraram que a academia está focada em pesquisas que mostram a preocupação das organizações com o meio ambiente e também o lado de sobrevivência dessas organizações nos respectivos setores industriais. Geissdoerfer et al. (2017) alertaram que, apesar da importância do conceito para a academia, formuladores de políticas e empresas, a relação conceitual entre EC e sustentabilidade não é clara.

Uma contribuição desta pesquisa da relação entre logística reversa e economia circular é que um tema vasto, envolvendo uma grande diversidade de temas. Portanto, é possível inferir que há um amplo campo de pesquisa para avaliar essa relação, e um enorme esforço dentro da academia para a adoção de uma definição única de economia circular. Provavelmente serão incluídas no futuro, outras características que demandarão novas definições. Segundo Nobre e Tavares (2021), a EC é uma tendência global, um caminho sem volta.

Nesse contexto, Islam e Huda, (2018) sugeriram que, no desenvolvimento holístico do sistema de LR e cadeia de suprimentos de circuito fechado, a integração de conceitos de sustentabilidade e EC é uma ampla área de pesquisa que garantirá a gestão sustentável de resíduos, conservação de recursos, recuperação de materiais e mitigação do impacto ambiental.

Uma das limitações da pesquisa é com relação a utilização de somente uma base de dados (*ScienceDirect*), o que restringe as conclusões aqui descritas, mas ressaltando-se que os resultados podem ser considerados relevantes, pois a maioria dos periódicos citados está classificada no extrato Qualis A1 da Capes e têm alto fator de impacto. Sugere-se para as próximas pesquisas sejam utilizadas outras bases como, por exemplo, *Scopus* e *Web of Science* e sejam comparadas com os resultados aqui encontrados.

REFERÊNCIAS

- Agrawal, S., & Singh, R. K. (2019). Analyzing disposition decisions for sustainable reverse logistics: Triple Bottom Line approach. *Resources, Conservation and Recycling*, 150, 104448, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104448>.
- Agrawal, S., Singh, R. K., & Murtaza, Q. (2015). A literature review and perspectives in reverse logistics. *Resources, Conservation and Recycling*, 97, 76-92. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2015.02.009>.
- Ahmed, R. R., & Zhang, X. (2021). Multi-stage network-based two-type cost minimization for the reverse logistics management of inert construction waste. *Waste Management*, 120, 805-819. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.11.004>.
- Ajwani-Ramchandania, R., Figueira, S., Oliveira, R. T., & Jha, S. (2021). Enhancing the circular and modified linear economy: The importance of blockchain for developing economies. *Resources, Conservation and Recycling*, 168, 105468, 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105468>.
- Anastasiades, K., Goffin, J., Rinke, M., Buyle, M., Audenaert, A., & Blom, J. (2021). Standardisation: An essential enabler for the circular reuse of construction components? A trajectory for a cleaner European construction industry. *Journal of Cleaner Production*, 298, 126864, 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126864>.
- Azadnia, A. H., Onofrei, G., & Ghadimi, P. (2021). Electric vehicles lithium-ion batteries reverse logistics implementation barriers analysis: A TISM-MICMAC approach. *Resources, Conservation and Recycling*, 174, 105751, 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105751>.

- Barcelos, S. M. B. D., Salvador, R., Barros, M. V., Francisco, A. C., & Guedes, G. (2021). Circularity of Brazilian silk: Promoting a circular bioeconomy in the production of silk cocoons. *Journal of Environmental Management*, 296, 113373, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113373>.
- Bardin, L. (2009). *Análise de conteúdo*, (5a ed.). Lisboa: Edições 70. Lda.
- Barros, M. V., Salvador, R., Prado, G. F., Francisco, A. C., & Piekarski, C. M. (2021). Circular economy as a driver to sustainable businesses. *Cleaner Environmental Systems*, 2, 100006, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.cesys.2020.100006>.
- Brito, J. L. R., Ruiz, M. S., Kniess, C. T., & Santos, M. R. (2022). Reverse remanufacturing of electrical and electronic equipment and the circular economy. *Revista de Gestão, ahead of print*, 1-15. <https://doi.org/10.1108/REGE-02-2020-0011>.
- Cao, S., Liao, W., & Huang, Y. (2021). Heterogeneous fleet recyclables collection routing optimization in a two-echelon collaborative reverse logistics network from circular economic and environmental perspective. *Science of The Total Environment*, 758, 1-15, 144062. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144062>.
- Capex - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. (2022). *Plataforma Sucupira*. Retirado em 6 agosto, 2022 de <https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/veiculoPublicacaoQualis/listaConsultaGeralPeriodicos.jsf>.
- Castro, C. G., Trevisan, A. H., Pigosso, D. C. A., & Mascarenhas, J. (2022). The rebound effect of circular economy: Definitions, mechanisms and a research agenda. *Journal of Cleaner Production*, 345, 131136, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131136>.
- Chen, Z. S., Zhang, X., Govindan, K., Wan, X. J., & Chin, K. S. (2021). Third-party reverse logistics provider selection: A computational semantic analysis-based multi-perspective multi-attribute decision-making approach. *Expert Systems with Applications*, 166, 114051, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.114051>.
- Cricelli, L., Greco, M., & Grimaldi, M. (2021). An investigation on the effect of inter-organizational collaboration on reverse logistics. *International Journal of Production Economics*, 240, 108216, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2021.108216>.
- Dominguez, R., Cannella, S., & Framinan, J. M. (2021). Remanufacturing configuration in complex supply chains. *Omega*, 101, 102268, 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2020.102268>.
- Durach, C., Kembro, J., & Wieland, A. (2017). A new paradigm for systematic literature reviews in supply chain management. *Journal of Supply Chain Management*, 53(4), 67-85. <https://doi.org/10.1111/jscm.12145>
- Dutta, P., Talaulikar, S., Xavier, V., & Kapoor, S. (2021). Fostering reverse logistics in India by prominent barrier identification and strategy implementation to promote circular economy. *Journal of Cleaner Production*, 294, 126241, 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126241>.
- Elkington, J. (1998). Partnerships from cannibals with forks: The triple bottom line of 21st-century business. *Environmental Quality Management*, 8(1), 37-51. <https://doi.org/10.1002/tqem.3310080106>.
- Fundação Espaço ECO. 2021. *Relatório de Atividades 2021*. Retirado em 31 maio, 2022 de [Fundacao-Espaco-ECO-RA-2021-PTBR.pdf](https://www.espacoeco.org.br/Fundacao-Espaco-ECO-RA-2021-PTBR.pdf) (espacoeco.org.br).

- Garrido-Hidalgo, C., Ramirez, F. J., Olivares, T., & Roda-Sanchez, L. (2020). The adoption of Internet of things in a circular supply chain framework for the recovery of WEEE: The case of Lithium-ion electric vehicle battery packs. *Waste Management*, *103*, 32-44. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.09.045>.
- 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>.
- Govindan, K. & Bouzon, M. (2018). From a literature review to a multi-perspective framework for reverse logistics barriers and drivers. *Journal of Cleaner Production*, *187*, 318-337. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.040>.
- Halog, A., & Anieke, S. (2021). A review of circular economy studies in developed countries and its potential adoption in developing countries. *Circular Economy and Sustainability*, *1*(1), 209-230. <https://doi.org/10.1007/s43615-021-00017-0>.
- Islam, T., & Huda, N. (2018). Reverse logistics and closed-loop supply chain of waste electrical and electronic equipment (WEEE)/e-waste: a comprehensive literature review. *Resources, Conservation and Recycling*, *137*, 48-75. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.05.026>.
- Julianelli, V., Caiado, R. G. G., Scavarda, L. F., & Cruz, S. P. M. F. (2020). Interplay between reverse logistics and circular economy: Critical success factors-based taxonomy and framework. *Resources, Conservation and Recycling*, *158*, 104784, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104784>.
- Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: an analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, *127*, 221-232. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>.
- Lambert, S., Riopel, D., & Abdul-Kader, W. (2011). A reverse logistics decisions conceptual framework. *Computers & Industrial Engineering*, *61*(3), 561-581. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2011.04.012>.
- Meade, L., Sarkis, J., & Presley, A. (2007). The theory and practice of Reverse Logistics. *International Journal of Logistics Systems and Management*, *3*(1), 56-84. <https://doi.org/10.1504/IJLSM.2007.012070>.
- Nobre, G. C., & Tavares, E. (2021). The quest for a circular economy final definition: A scientific perspective. *Journal of Cleaner Production*, *314*, 127973, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127973>.
- Plaza-Úbeda, J. A., Abad-Segura, E., Burgos-Jiménez, J., Boteva-Asenova, A., & Belmonte-Ureña, L. J. (2021). Trends and new challenges in the green supply chain: the reverse logistics. *Sustainability*, *13*, 331. <https://doi.org/10.3390/su13010331>.
- Prieto-Sandoval, V., Jaca, C., & Ormazabal, M. (2018). Towards a consensus on the circular economy. *Journal of Cleaner Production*, *179*, 605-615. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.224>.
- Rajput, S., & Singh, S. P. (2021). Industry 4.0 model for integrated circular economy-reverse logistics network. *International Journal of Logistics Research and Applications*, *25*(4-5), 837-877. <https://doi.org/10.1080/13675567.2021.1926950>.
- Rogers, D. S., & Tibben-Lembke, R. S. (1998). *Going backwards: reverse logistics trends and practices*. University of Nevada, Reno: Center of Logistics Management.

- Rogers, D. S., & Tibben-Lembke, R. (2001). An examination of reverse logistics practices. *Journal of Business Logistics*, 22(2), 129-148. <https://doi.org/10.1002/j.2158-1592.2001.tb00007.x>.
- Santos, M. R., Shibao, F. Y., & Silva, F. C. (2019). Economia circular: conceitos e aplicação. *Revista Eletrônica Gestão e Serviços*, 10(2), 2808-2826. <https://doi.org/10.15603/2177-7284/regs.v10n2p2808-2826>.
- Schroeder, P., Anggraeni, K., & Weber, U. (2019). The relevance of circular economy practices to the sustainable development goals. *Journal of Industrial Ecology*, 23(1), 77-95. <https://doi.org/10.1111/jiec.12732>.
- Sharma, N. K., Kumar, V., Verma, P., & Luthra, S. (2021). Sustainable reverse logistics practices and performance evaluation with fuzzy TOPSIS: A study on Indian retailers. *Cleaner Logistics and Supply Chain*, 1, 100007, 1-18. <https://doi.org/10.1016/j.clscn.2021.100007>.
- Silva, W. D. O., & Morais, D. C. (2021). Transitioning to a circular economy in developing countries: A collaborative approach for sharing responsibilities in solid waste management of a Brazilian craft brewery. *Journal of Cleaner Production*, 319, 128703, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128703>.
- Srivastava, S. K. (2013). Issues and challenges in reverse logistics. In Gupta S. M (ed), *Reverse supply chains: issues and analysis*, Boca Raton, CRC Press, 61-81.
- Tranfield, D., Denyer, D., & Smart, P. (2003). Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. *British Journal of Management*, 14(3), 207-222. <https://doi.org/10.1111/1467-8551.00375>.
- Webster, J. & Watson, R. T. (2002). Analyzing the past to prepare for de future: writing a literature review. *MIS Quarterly*, 26(2), 13-23.
- Yuan, X., Liu, M., Yuan, Q., Fan, X., Teng, Y., Fu, J., Ma, Q., Wang, Q., & Zuo, J. (2020). Transitioning China to a circular economy through remanufacturing: A comprehensive review of the management institutions and policy system. *Resources, Conservation and Recycling*, 161, 104920, 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104920>.
- Zink, T., & Geyer, R. (2017). Circular economy rebound. *Journal of Industrial Ecology*, 21(3), 593-602. <https://doi.org/10.1111/jiec.12545>.
- Zhou, X., & Zhou, Y. (2015). Designing a multi-echelon reverse logistics operation and network: A case study of office paper in Beijing. *Resources, Conservation and Recycling*, 100, 58-69. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2015.04.009>.

Apêndice A - Artigos avaliados

N	Ano	Título	Autores	Periódico
1	2021	Multi-stage network-based two-type cost minimization for the reverse logistics management of inert construction waste	Ahmed & Zhang	Waste Management, 120, 805-819
2	2021	Standardisation: An essential enabler for the circular reuse of construction components? A trajectory for a cleaner European construction industry	Anastasiades et al.	Journal of Cleaner Production, 298, 126864
3	2021	Electric vehicles lithium-ion batteries reverse logistics implementation barriers analysis: A TISM-MICMAC approach	Azadnia et al.	Resources, Conservation and Recycling, 174, 105751
4	2021	Circularity of Brazilian silk: Promoting a circular bioeconomy in the production of silk cocoons	Barcelos et al.	Journal of Environmental Management, 296, 113373
5	2021	Circular economy as a driver to sustainable businesses	Barros et al.	Cleaner Environmental Systems, 2, 100006
6	2021	Heterogeneous fleet recyclables collection routing optimization in a two-echelon collaborative reverse logistics network from circular economic and environmental perspective	Cao et al.	Science of The Total Environment, 758, 144062
7	2021	Blockchain technology for bridging trust, traceability and transparency in circular supply chain	Centobelli et al.	Information & Management, In Press
8	2021	Synergizing environmental, social, and economic sustainability factors for refuse derived fuel use in cement industry: A case study in Espírito Santo, Brazil	Chaves et al.	Journal of Environmental Management, 288, 112401
9	2021	Third-party reverse logistics provider selection: A computational semantic analysis-based multi-perspective multi-attribute decision-making approach	Chen et al.	Expert Systems with Applications, 166, 114051
10	2021	An investigation on the effect of inter-organizational collaboration on reverse logistics	Cricelli et al.	International Journal of Production Economics, 240, 108216
11	2021	Remanufacturing configuration in complex supply chains	Dominguez et al.	Omega, 101, 102268
12	2021	Fostering reverse logistics in India by prominent barrier identification and strategy implementation to promote circular economy	Dutta et al.	Journal of Cleaner Production, 294, 126241
13	2021	Electric car battery: An overview on global demand, recycling and future approaches towards sustainability	Martins et al.	Journal of Environmental Management, 295, 113091
14	2021	AI-enhanced identification, inspection and sorting for reverse logistics in remanufacturing	Schlüter et al.	Procedia CIRP, 98, 300-305
15	2021	Prospective life cycle assessment and economic analysis of direct recycling of end-of-life reverse osmosis membranes based on geographic information systems	Senán-Salinas et al.	Journal of Cleaner Production, 282, 124400
16	2021	Dual-channel remanufacturing closed-loop supply chains under carbon footprint and collection competition	Shekarian et al.	Sustainable Production and Consumption, 28, 1050-1075
17	2021	Transitioning to a circular economy in developing countries: A collaborative approach for sharing responsibilities in solid waste management of a Brazilian craft brewery	Silva & Morais,	Journal of Cleaner Production, 319, 128703
18	2021	Transportation of electric vehicle lithium-ion batteries at end-of-life: A literature review	Slattery et al.	Resources, Conservation and Recycling, 174, 105755
19	2021	How to promote industrial park recycling transformation in China: An analytic framework based on critical material flow	Wang, Zhang et al.	Environmental Impact Assessment Review, 87, 106550
20	2021	Information brokerage for circular economy in the construction industry: A systematic literature review	Wijewickrama et al.	Journal of Cleaner Production, 313, 127938
21	2021	Robust global reverse logistics network redesign for high-grade plastic wastes recycling	Xu et al.	Waste Management, 134, 251-262
22	2021	Recollection center location for end-of-life electric vehicle batteries using fleet size forecast: Scenario analysis for Germany	Yükseltürk et al.	Procedia CIRP, 96, 260-265
23	2020	Modelling reverse supply chain through system dynamics for realizing the transition towards the circular economy: A case study on electric vehicle batteries	Alamerew & Brissaud	Journal of Cleaner Production, 254, 120025
24	2020	A multi-objective facility location model to implement circular economy	Bal & Badurdeen	Procedia Manufacturing, 51, 1592-1599
25	2020	Exploring factors affecting the financial performance of end-of-life take-back program in a discrete manufacturing context	Bockholt et al.	Journal of Cleaner Production, 258, 120916
26	2020	Industry 4.0 and circular economy: Operational excellence for sustainable reverse supply chain performance	Dev et al.	Resources, Conservation and Recycling, 153, 104583
27	2020	A new circular business model typology for creating value from agro-waste	Donner et al.	Science of The Total Environment, 716, 137065
28	2020	Prerequisite factors for original equipment manufacturer remanufacturing	Duberg et al.	Journal of Cleaner Production, 270, 122309
29	2020	Literature review: Strategic network optimization models in waste reverse supply chains	Engeland et al.	Omega, 91, 102012
30	2020	The adoption of internet of things in a circular supply chain framework for the recovery of WEEE: the case of lithium-ion electric vehicle battery packs	Garrido-Hidalgo et al.	Waste Management, 103, 32-44
31	2020	Reverse logistics and the sectoral agreement of packaging industry in Brazil towards a transition to circular economy	Guamieri et al.	Resources, Conservation and Recycling, 153, 104541
32	2020	Life cycle assessment of emerging technologies on value recovery from hard disk drives	Jin et al.	Resources, Conservation and Recycling, 157, 104781
33	2020	Interplay between reverse logistics and circular economy: Critical success factors-based taxonomy and framework	Julianelli et al.	Resources, Conservation and Recycling, 158, 104784
34	2020	Designing a closed-loop supply chain network for citrus fruits crates considering environmental and economic issues	Liao et al.	Journal of Manufacturing Systems, 55, 199-220
35	2020	Understanding preferences for EEE collection services: A choice-based conjoint analysis	Mansuy et al.	Resources, Conservation and Recycling, 161, 104899
36	2020	A circular approach to the e-waste valorization through urban mining in Rio de Janeiro, Brazil	Ottoni et al.	Journal of Cleaner Production, 261, 120990
37	2020	Measuring the environmental performance of a circular system: Energy and LCA approach on a recycle polystyrene system	Souza Jr et al.	Science of The Total Environment, 726, 138111
38	2020	Towards circular economy in production planning: Challenges and opportunities	Suzanne et al.	European Journal of Operational Research, 287(1), 168-190
39	2020	Transition to circular economy on firm level: Barrier identification and prioritization along the value chain	Werning & Spinler	Journal of Cleaner Production, 245, 118609
40	2020	Transitioning China to a circular economy through remanufacturing: A comprehensive review of the management institutions and policy system	Yuan et al.	Resources, Conservation and Recycling, 161, 104920
41	2019	Analyzing disposition decisions for sustainable reverse logistics: Triple Bottom Line approach	Agrawal & Singh	Resources, Conservation and Recycling, 150, 104448
42	2019	The experimental evaluation of lithium ion batteries after flash cryogenic freezing	Grandjean et al.	Journal of Energy Storage, 21, 202-215
43	2019	The circular economy of LCD panel shipping in a packaging logistics system	Kuo et al.	Resources, Conservation and Recycling, 149, 435-444
44	2019	Understanding the Brazilian expanded polystyrene supply chain and its reverse logistics towards circular economy	Oliveira et al.	Journal of Cleaner Production, 235, 562-573
45	2019	The adoption of operational environmental sustainability approaches in the Thai manufacturing sector	Piyathanavong et al.	Journal of Cleaner Production, 220, 507-528
46	2019	Reverse flows within the pharmaceutical supply chain: A classificatory review from the perspective of end-of-use and end-of-life medicines	Viegas et al.	Journal of Cleaner Production, 238, 117719
47	2019	Multi-attribute decision making on reverse logistics based on DEA-TOPSIS: A study of the Shanghai End-of-life vehicles industry	Wang, Hao et al.	Journal of Cleaner Production, 214, 730-737
48	2018	Reverse logistics network design under extended producer responsibility: The case of out-of-use tires in the Gran Santiago city of Chile	Banguera et al.	International Journal of Production Economics, 205, 193-200
49	2018	Exploring the pursuit of sustainability in reverse supply chains for electronics	Flygansvaer et al.	Journal of Cleaner Production, 189, 472-484
50	2018	Reverse logistics and closed-loop supply chain of waste electrical and electronic equipment (WEEE)/E-waste: A comprehensive literature review	Islam & Huda	Resources, Conservation and Recycling, 137, 48-75
51	2018	An improved artificial bee colony for facility location allocation problem of end-of-life vehicles recovery network	Lin et al.	Journal of Cleaner Production, 205, 134-144
52	2018	Towards an inclusive circular economy: Quantifying the spatial flows of e-waste through the informal sector in China	Tong et al.	Resources, Conservation and Recycling, 135, 163-171
53	2018	Corporate-entrepreneur collaborations to advance a circular economy	Veleva & Bodkän	Journal of Cleaner Production, 188, 20-37
54	2018	Bridging the gap: Barriers and potential for scaling reuse practices in the Swedish ICT sector	Whalen et al.	Resources, Conservation and Recycling, 135, 123-131
55	2017	Collaborative robots in e-waste management	Alvarez-de-los-Mozos & Renteria	Procedia Manufacturing, 11, 55-62
56	2017	Development of a performance measurement system for International reverse supply chains	Butzer et al.	Procedia CIRP, 61, 251-256
57	2017	Circular economy at the micro level: A dynamic view of incumbents' struggles and challenges in the textile industry	Franco	Journal of Cleaner Production, 168, 833-845
58	2016	Identifying ways of closing the metal flow loop in the global mobile phone product system: A system dynamics modeling approach	Sinha et al.	Resources, Conservation and Recycling, 113, 65-76
59	2015	Designing a multi-echelon reverse logistics operation and network: A case study of office paper in Beijing	Zhou & Zhou	Resources, Conservation and Recycling, 100, 58-69