

ECONOMIA CIRCULAR E CADEIA DE SUPRIMENTOS: UMA REVISÃO DA LITERATURA

RENAN PEREIRA

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CARIRI (UFCA)

LEONARDO KENNEDY ALVES DE LIMA

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CARIRI (UFCA)

MAYARA ALVES RAMOS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CARIRI (UFCA)

GEORGE SOUZA BARBOSA

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CARIRI (UFCA)

JENIFFER DE NADAE

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CARIRI (UFCA)

Agradecimento à orgão de fomento:

Os autores agradecem a Universidade Federal do Cariri, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAp)

1. INTRODUÇÃO

Os conceitos de sustentabilidade e Economia Circular estão cada vez mais ganhando força na academia, a indústria e os formuladores de políticas (GEISSDOERFER et al., 2017). Devido a existência de muitas barreiras à implementação de estratégias sustentáveis a Economia Circular surge como uma estratégia cujo objetivo é abordar os desafios da escassez de recursos e do descarte de resíduos em uma abordagem ganha-ganha sob uma perspectiva de valor econômico (BEY et al., 2013; HOMRICH et al., 2017).

A produção mundial de bens manufaturados e serviços baseia-se em um modelo de produção linear, caracterizada por um fluxo unidirecional de material, com a matéria-prima sendo transformada em um produto final e, depois, sendo descartado, gerando resíduos (ELIA et al., 2016) que ocasionam impactos ambientais. A degradação da natureza causada pelas modificações associadas a esse modo de produção é intensificada pelo crescimento da população mundial que, segundo Ellen Macarthur Foundation (2013), tem previsão de atingir 9 bilhões de pessoas em 2050. Sob a perspectiva da necessidade de realizar ações e esforços voltados para a preservação ambiental, surge, assim, uma preocupação com a sustentabilidade.

A integração entre as dimensões social, econômico e ambiental vem trazendo uma nova ótica, que é a de atender as necessidades das gerações atuais sem comprometer as gerações futuras, a sustentabilidade que busca atingir essas três dimensões simultaneamente (PRUGH, 2014). Na busca por uma melhora substancial no desempenho de recursos em toda a economia, as empresas começaram a explorar formas de reutilizar produtos ou seus componentes e restaurar materiais e insumos para minimizar o impacto no meio ambiente, produzir mais com menos e considerar as questões relacionadas a sustentabilidade (ELLEN MACARTHUR, 2013). Desse modo, a Economia Circular (*Circular Economy*), um modelo econômico que se opõe ao atualmente vigente, o modelo de produção linear de extrair-fabricar-descartar que gera significativas quantidades de despejos pode auxiliar nas estratégias sustentáveis das empresas ((ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2015).

A Economia Circular (EC) propõe um crescimento econômico dissociado do consumo de recursos e das emissões de poluentes, tendo em vista que os materiais e produtos ao fim de suas vidas são concebidos como recursos e não como resíduos, resultando no fechamento de ciclos de materiais e, assim, reduzindo o descarte de resíduos e a necessidade de matéria-prima (ELIA et al., 2016). Para Ellen MacArthur (2018) a EC é uma abordagem que envolve gradualmente desacoplar a atividade econômica do consumo de recursos finitos, projetando o desperdício fora do sistema, com isso redesenha todo o processo para que o desperdício seja mínimo e exista um reaproveitamento de todo o material. Desta forma, um sistema linear é convertido para um sistema circular quando realiza-se uma conexão entre o uso de recursos e de resíduos (Bilitewski, 2012).

A mudança de um modelo econômico linear para uma EC traz benefícios tanto para o meio ambiente como para toda a cadeia de suprimentos (*Supply Chain*). Atualmente, na produção de bens em uma cadeia de suprimentos, volumes significativos de materiais são perdidos entre a obtenção da matéria prima e o final da fabricação dos produtos (Ellen MacArthur, 2015) enquanto que em uma EC o desperdício é mitigado. Para que seja possível uma mudança de produção linear para circular, a cadeia de suprimentos precisa ser adaptada.

O progresso de uma cadeia de suprimentos linear para uma circular necessita de um melhor desenho industrial e um eficiente uso dos materiais, reduzindo os fluxos de materiais na fabricação usando-os em cascata, ou seja, aproveitando os produtos e materiais de maneiras diferentes dos propostos originalmente ou se tornando recursos para outras indústrias (WEF, 2014). De acordo com Torres e Parini (2017, p. 5) “nas últimas décadas, paralelamente à propagação de conceitos de EC, vem sendo desenvolvidas práticas verdes e sustentáveis de Gestão da Cadeia de Suprimentos, procurando integrar as preocupações ambientais nas

organizações com práticas de mitigação das consequências negativas involuntárias dos processos de produção e consumo”.

De forma mais ampla, uma cadeia de suprimentos engloba as atividades relacionadas ao fluxo e transformação dos produtos, desde a extração da matéria-prima até a chegada ao consumidor, assim como dos respectivos fluxos de informação (BALLOU, 2008). Assim, a cadeia de suprimentos abrange toda a movimentação da fabricação de um produto, desde a obtenção do material bruto, o seu armazenamento, o processo de transformação para o produto final, transporte e distribuição, além da movimentação informacional.

Para Christopher (2012), entretanto, a cadeia de suprimentos é uma rede de organizações conectadas e interdependentes entre si e trabalhando cooperativamente e em conjunto para controlar, gerenciar e melhorar o fluxo de materiais e informações de fornecedores para usuários finais. Este mesmo autor considera que a palavra cadeia deveria ser substituída por rede, por causa da profusão de fornecedores e clientes ao longo do processo.

Para a consecução do proposto este trabalho está dividido em 5 seções. A primeira contextualiza o tema abordado e apresenta o problema e objetivo da pesquisa. Uma breve apresentação dos conceitos é apresentada na seção 2, assim como o método de pesquisa, etapas da busca na base de dados da *Scopus*, os softwares e redes de análise são apresentados na seção 3. Os resultados e a discussão sobre o tema são apresentados na seção 4 e as conclusões na seção 5.

1.1 Problema de Pesquisa e Objetivo

A pergunta que guiou esta pesquisa pode ser assim descrita: Como se caracteriza a produção científica internacional sobre Economia Circular e Cadeia de suprimentos?. Assim, o objetivo deste trabalho é analisar as publicações sobre economia circular e cadeia de suprimentos por meio de uma revisão sistemática da literatura e análise bibliométrica. Para isso, buscou-se artigos utilizando os termos “*circular economy*”* e “*supply chain*” na base de dados da *Scopus*, permitindo analisar os principais autores sobre o tema, tendências de pesquisa e *gaps* na literatura que possibilitarão futuras pesquisas que contribuirão com o tema.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Economia Circular e Cadeia de Suprimentos

O conceito de Economia Circular (EC) foi desenvolvido em 1990, inicialmente pelos britânicos Pearce e Turner (1990), no entanto, a maior visibilidade surgiu a partir das primeiras publicações no ano 2006. Segundo Geng e Dobertein (2008) o conceito de EC baseia-se na ideia que a economia e meio ambiente podem coexistir saudavelmente. Segundo (ABADIA et al., 2016) este conceito apresenta-se ainda bastante recente e não consolidado, por isso que inúmeras definições são encontradas.

Para Ellen MacArthur Foundation (2015) a EC refere-se a uma economia industrial que é restaurativa por intenção; pretende contar com energia renovável; minimiza, rastreia e elimina o uso de produtos químicos tóxicos; e erradica o desperdício através de um desenho cuidadoso. Reforçando essa ideia, para RIBEIRO E KRUGLIANSKAS (2014) “a EC propõe que os materiais sejam utilizados de modo a maximizar seu valor, reduzindo a geração de resíduos e gerando benefícios econômicos, concomitante aos benefícios ambientais.” Ambos os autores versam acerca do valor agregado que os produtos podem ter se ao invés de para uso único, estes maximizem seus efeitos e benefícios no uso coletivo.

Dessa forma, a EC defende a necessidade de um modelo de “serviço funcional” no qual os fabricantes ou varejistas mantenham cada vez mais a propriedade de seus produtos e,

quando possível, atuem como prestadores de serviços - vendendo o uso de produtos, não seu consumo unidirecional (Ellen MacArthur Foundation, 2015). Utilizando-se não mais de uma economia do consumo unitária e pessoal, a propriedade do bem é única e a utilização pode ser feita por diversos indivíduos que contribuem para a geração de novos negócios, fomentando a base de sustentação para o consumo coletivo.

É notório que grandes avanços foram feitos em relação a economia linear, pautados principalmente pela redução de custos em indústrias de grande porte, entretanto, os esforços ainda não são suficientes para acabar com o desperdício, variando ainda pelo modo de operações, se estas são ecológicas e atendem aos princípios básicos da EC. Para Ellen MacArthur Foundation (2015) qualquer sistema baseado no consumo, e não no uso restaurador de recursos, implica em perdas significativas ao longo de toda a cadeia de valor. O esgotamento do desperdício é uma das características principais da EC, segundo Ellen MacArthur Foundation (2015) na produção de bens, volumes significativos de materiais são comumente perdidos na cadeia entre a mineração e a fabricação final.

Ainda para Ellen MacArthur Foundation (2015) esse paradigma econômico se opõe ao atual modelo linear *take-make-dispose-source* que gera uma quantidade significativa de resíduos. Para a implementação e uso da EC, é requerido esforços de diferentes níveis, são eles: micro, médio e macro. A nível micro, na área de produção, fábricas e produtos agrícolas são incentivados ou obrigados a adotar uma produção mais limpa e um projeto ecológico (SU et al., 2013), com a implementação em um nível micro é permitido que os produtos voltem a ser úteis na cadeia de suprimentos, como corrobora (NASIR et al., 2017) acerca da implementação de práticas de economia circular que impulsiona o projeto de cadeias de fornecimento circulares ou reversas, permitindo que os produtos no final de seu ciclo de vida possam reentrar na cadeia de abastecimento como uma entrada de produção através da reciclagem, reutilização ou remanufatura.

Analisando os esforços em nível médio, também conhecido como nível regional, estes são para o desenvolvimento de ambientes e agricultura mais sustentável, para SU et al. (2013) as práticas incluem o desenvolvimento de parques eco-industriais e sistema eco-agrícola. O nível macro, os trabalhos são voltados para as cidades, regiões e países, como afirma SU et al. (2013) no nível macro (cidade ou escala regional), mais complexo e redes cooperativas extensivas entre indústrias e parques industriais dos sectores primário, secundário e terciário emergem na área de produção.

A Figura 1 representa o funcionamento da EC com um *design* restaurativo, ilustrando como os produtos e materiais baseados em nutrientes tecnológicos e biológicos percorrem o sistema econômico, cada um com seu próprio conjunto de características.

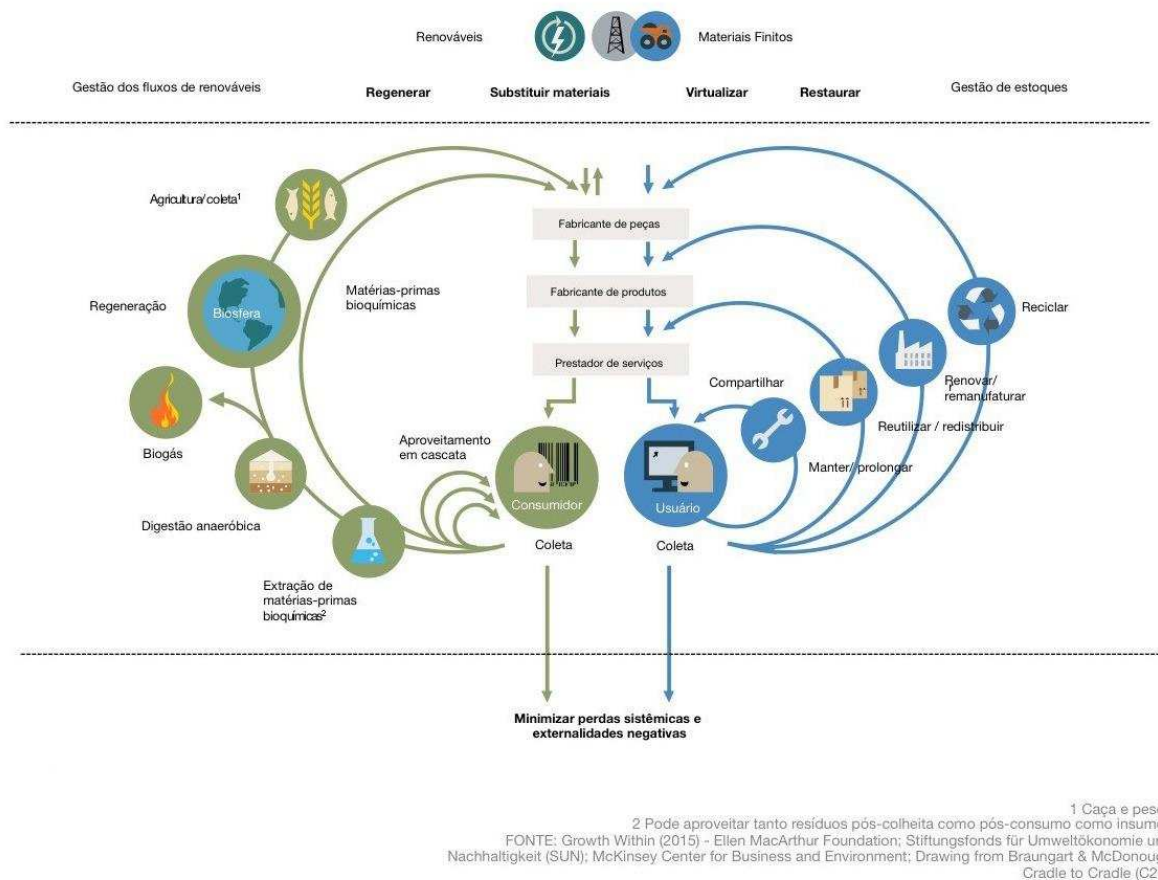


Figura 1 – Modelo da Economia Circular

Fonte: Ellen MacArthur Foundation (2015)

A Figura 1 é dividida em dois ciclos, técnico e biológico, no primeiro são envolvidos a gestão dos materiais finitos, o seguinte abrange os fluxos dos materiais renováveis, que é onde ocorre o consumo. Podemos observar também os *loops* que a EC permite, trazendo círculos menores de consumo, pois quanto mais interno é o uso mais valiosa se torna a estratégia, outra característica é o uso em cascata que, “refere-se à diversificação do reuso em toda a cadeia de valor” (Ellen MacArthur Foundation, 2015).

Além de contribuir para a preservação ambiental, a adoção da EC traz benefícios para a cadeia de suprimentos. As vantagens para a economia serão a redução do uso de materiais e energia, melhor mitigação dos riscos de volatilidade e oferta, multiplicadores mais altos devido a mudanças setoriais e externalidades reduzidas, enquanto as empresas criarão novos grupos de lucros e vantagens competitivas, desenvolvendo a resiliência contra alguns dos desafios mais estratégicos da atualidade e expandindo-se a partir de suas respectivas situações iniciais e, por fim, os consumidores terão, como vantagens, o ganho de mais opções, enfrentando menos problemas com a obsolescência prematura e desfrutando de melhor qualidade de serviço e benefícios secundários (Ellen MacArthur Foundation, 2013).

BALLOU (2008) define cadeia de suprimentos (*supply chain*) como um conjunto de atividades funcionais (transportes, controle de estoques, etc.) que se repetem inúmeras vezes ao longo do canal pelo qual matérias-primas vão sendo convertidas em produtos acabados, aos

quais se agrega valor ao consumidor. Ela é representada por todo o caminho que a matéria-prima realiza até ser convertido em produto final e sua conseguinte chegada ao consumidor, além de toda a informação gerada e distribuída ao longo desse fluxo. A cadeia de suprimentos engloba todos os estágios envolvidos direta ou indiretamente no atendimento de um pedido de um cliente como: fornecedores, fabricantes, transportadores, armazenadores, distribuidores, varejistas e o próprio cliente, prestadores de assistência técnica e qualquer outro que represente etapas do processo de produção e comercialização de produtos e serviços (CHOPRA e MEINDL, 2003, p. 3).

Portanto, por gestão da cadeia de suprimentos (*supply chain management* – SCM) entende-se as atividades voltadas para interligar essas etapas para alcançar resultados desejados (BARBIERI et al., 2014). Para LAMBERT et al. (1998, p. 504) SCM é “a integração de processos de negócio desde os usuários finais até os fornecedores originais que provêm produtos, serviços e informações que adicionam valor aos consumidores”. “A crescente influência da sustentabilidade na gestão da cadeia de suprimentos e nas práticas operacionais também pode ser atribuída ao fato de que, além de demandas crescentes de forte desempenho econômico, as organizações são agora responsabilizadas pelo desempenho ambiental e social por parte das principais atores, stakeholders” (TORRES JUNIOR e PARINI, 2017).

Assim, devido as preocupações ambientais de modo sistemático na gestão da cadeia de suprimento, tem-se o que se denomina Gestão Verde da Cadeia de Suprimentos (Green Supply Chain Management – GSCM) (BARBIERI et al., 2014). A GSCM integra o pensamento ambiental com a SCM convencional, tais como projeto de produtos, seleção de materiais e de fornecedores, processos produtivos, entrega de produtos finais aos consumidores e gestão do fim da vida útil dos produtos (SRIVASTAVA, 2007). Os conceitos de Gestão da Cadeia de Suprimentos Verde ou Cadeia de Suprimentos Sustentável foram desenvolvidos em paralelo ao discurso da EC, assim a integração dos princípios da EC na gestão sustentável da cadeia de suprimentos fornece vantagens claras do ponto de vista ambiental (Genovese, Acquaye, Figueroa, & Koh, 2017).

Percebe-se, então, a influência benéfica que a EC teria sobre a cadeia de suprimentos. Por isso, alinhar as estratégias da cadeia de suprimentos com os princípios da EC tem se tornado importante para beneficiar a sustentabilidade ambiental (MCDONOUGH E BRAUNGART, 2002; PAULI, 2010). Os princípios da EC revelam um desejo de estender os limites das práticas sustentáveis da cadeia de suprimentos, baseados no paradigma da contínua circulação de recursos dentro de um sistema fechado, reduzindo, então, a necessidade de novos insumos de matéria-prima nos sistemas de produção (GENOVESE et al., 2015). Tal modelo impulsionou as empresas que operam na mesma cadeia de suprimentos a participar nas atividades de sustentabilidade (TORRES JUNIOR E PARINI, 2017). Esse impulsionamento parte do pressuposto de entendimento acerca dos benefícios que a EC agrega ao gerenciamento da cadeia de suprimentos, utilizando-se desta para alcançar seus principais objetivos, tornando-se um meio eficiente e promissor que atinge um objetivo menos danoso ao ambiente.

3. METODOLOGIA

Devido ao objetivo da pesquisa, uma revisão sistemática da literatura (RSL) foi realizada para ajudar a responder às seguintes questões de pesquisa: Como se caracteriza a produção científica internacional sobre Economia Circular e Cadeia de suprimentos?. Para obter um panorama geral da literatura sobre o tema, foi consultada a base de dados *Scopus* que é o maior banco de dados de resumos e citações da literatura revisada por pares: periódicos científicos, livros e anais de congressos (SCOPUS, 2018).

Os procedimentos foram organizados em cada etapa do protocolo de pesquisa Littell; Corcoran; Pillai (2008), seguindo três etapas: coleta de dados, análise de dados e síntese. (TRANFIELD; DENYER; SMART, 2003).

A etapa de coleta de dados foi realizada em maio do ano de 2018, a busca utilizou os termos: “*circular economy*” AND “*supply chain*” a base de dados selecionou os títulos, resumos e palavras-chave com os termos indicados e resultou em 185 artigos, selecionando apenas artigos em português e inglês a base final contempla 90 artigos (Tabela 1).

Tabela 1 - Critérios de busca na base de dados

Tópicos de seleção	Etapas	#
Título, Resumo e palavras-chave	“ <i>circular economy</i> ” AND “ <i>supply chain</i> ”	185
Tipo de documento	<i>Article</i>	177
Idioma	<i>Inglês e português</i>	90
Base final		90

Fonte: Os autores

Após selecionar os artigos, conduziu-se a etapa de análise de dados, aglutinando análise bibliométrica e revisão sistemática da literatura.

A análise da rede foi realizada, utilizando o software *VosViewer* que gerou a rede de citação de palavras-chave, citação dos principais autores. Além disso, com a base de dados realizou-se uma análise descritiva, gerando gráficos, por meio dos softwares Excel e Minitab de países com maior quantidade de publicações sobre o tema, evolução de pesquisas ao longo dos anos, principais periódicos que publicam sobre o tema, os autores mais citados, *outliers* com o total de citações por autores.

A análise das palavras chave é útil para evidenciar os conceitos associados à questão de pesquisa, dando maior consistência à discussão conceitual de desenvolvimento sustentável e indicadores de desempenho associados a essa temática. Em seguida, a análise de conteúdo foi conduzida com base na leitura de resumo e da última sessão de cada artigo, denominados como “discussões”, “conclusões”, “resultados”, entre outros (LOCKE e GOLDEN-BIDDLE, 1997). A escolha dessa parte do artigo se dá pelo fato de que esse conteúdo muitas vezes traz um resumo breve do artigo e, além disso, contém os principais resultados da pesquisa. Isso permite identificar a contribuição de cada artigo, bem como lacunas de conhecimento.

Finalmente, a síntese da bibliometria foi conduzida. De acordo com Crossan e Apaydin (2010), este é o passo em que é adicionado mais valor a análise bibliométrica, pois é onde existe a criação de novos conhecimentos com base na análise completa e minuciosa dos dados.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

As publicações dispostas na base *Scopus* utilizando “*Circular Economy*” e “*Supply Chain*” forneceram 90 publicações em um período de 13 anos, iniciando em 2006 e prosseguindo até 2013 onde o intervalo de publicações foi entre 0 e 2 artigos. Apenas em 2016 esse número se elevou consideravelmente mantendo esse crescimento, e em meados do primeiro semestre de 2018 já ultrapassou mais de 50% em relação ao ano de 2017, Figura 2.

As primeiras publicações datam do ano de 2006, com dois textos que tratam sobre as estratégias providas pela China para o desenvolvimento e revisão da literatura com pesquisa empírica acerca dos movimentos em direção à sustentabilidade, avaliando que só é possível com ações que integrem movimentos econômicos e ecológicos. A partir do ano de 2006 até o

ano de 2013 a média de publicações é de aproximadamente um artigo, sendo que nos anos de 2008, 2009 e 2012 nenhum artigo foi publicado.

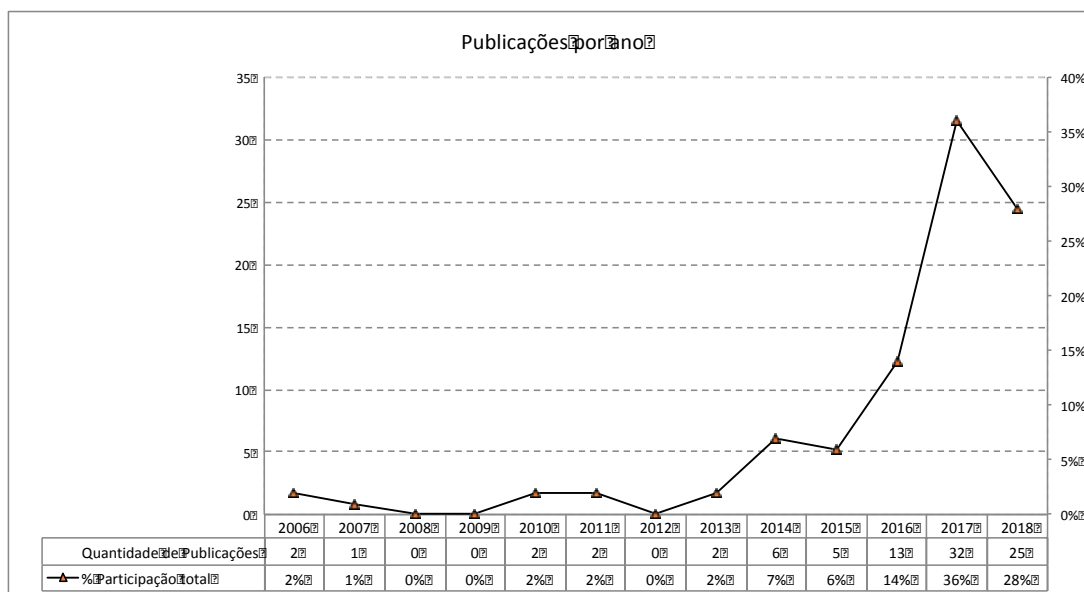


Figura 2 - Publicações por ano

Fonte: Os autores

Partindo da discussão de estratégias de implementos da Economia Circular na Cadeia de Suprimentos desenvolvidas pela China para o desenvolvimento, os artigos dos anos de 2006 até 2013 realizam uma curva ascendente de conhecimento acerca da EC em seus diversos aspectos, partindo da discussão de estratégias de implementos da *Supply Chain* desenvolvidas pela China para o seu desenvolvimento, os autores construíram estudos que realizam revisão da literatura acerca dos movimentos em direção à sustentabilidade, além de identificar os impactos diretos e indiretos das regulamentações ambientais. Fatores políticos contribuem para tal realidade como programas adotados pela União Europeia a partir do ano de 2014 sob o título de “Para uma economia circular: programa para acabar com os resíduos na Europa” e a China com a Lei para a Promoção da Economia Circular aprovada em 2009.

Seguindo a análise, em 2010 os autores versaram sobre o equilíbrio entre o crescimento econômico e gestão ambiental, utilizando as empresas chinesas como foco para tais estudos, analisando como as empresas deste país colaboram para a proteção ambiental, utilizando a EC.

O ano de 2011 foi marcado por construções de textos que descrevem os conceitos de EC, com vistas à construir um modelo fechado de produção, examinando o papel das práticas de EC e quais as influências em implementar tais práticas para que o desempenho das empresas fossem melhorados.

A conceituação de um sistema em EC e um sistema de índices pautam os estudos de 2013, no que concerne ao entendimento da unificação de ideias que permeiam a tendência do gerenciamento da cadeia de suprimentos sob a ótica dos elos da cadeia produtiva industrial.

A partir do ano de 2013 observa-se um aumento crescente com destaque para o ano de 2017 com 36% e o ano de 2018 que até o mês de maio já representava 28% do total de publicações sobre o tema. Do ano de 2014 até 2016 as publicações versam sobre metodologias de gerenciamento da cadeia de suprimentos à luz da EC, que atentem principalmente para tecnologias de gerenciamento de informações que proporcionem o alcance de produções mais limpas, além de experimentos com materiais que podem ser utilizados através elementos combinados, com reciclagens inovadoras que não afetem sua a qualidade do produto remanufaturado.

Observando o ano de 2017 em relação ao ano de 2016 o crescimento é de 246%, obedecendo em média a mesma proporção que o ano de 2016 em relação ao ano de 2015. Em 2017, 32 artigos foram publicados, sendo o ponto de maior destaque no gráfico. No ano de 2018, até o momento da coleta de dados, foram publicados 25 artigos.

Embora a análise tenha utilizado o ano de 2018, mesmo este ainda não estando finalizado, os estudos deste ano tratam de alertas causados pelo aquecimento global, no qual, a remodelação do modelo produtivo atual, economia linear, precisa ser modificado para o modelo de produção que atenda os objetivos da EC, auxiliado pela cadeia de suprimentos e pela logística reversa.

Analisando os países das publicações, Figura 3, o Reino Unido conta com 25 publicações relacionadas que corresponde a 1 % do total das publicações com o tema de EC e cadeia de suprimentos, seguido pelo Estados Unidos com um aproximadamente de 9%, que somam 13 publicações, a China e Países baixos que correspondem a 8% para cada país, isso traz uma representatividade de 11 publicações por país sobre o tema, seguido pelos demais países com média de aproximadamente 1,94% cada, que corresponde em média 2 artigos por país, incluindo o Brasil.

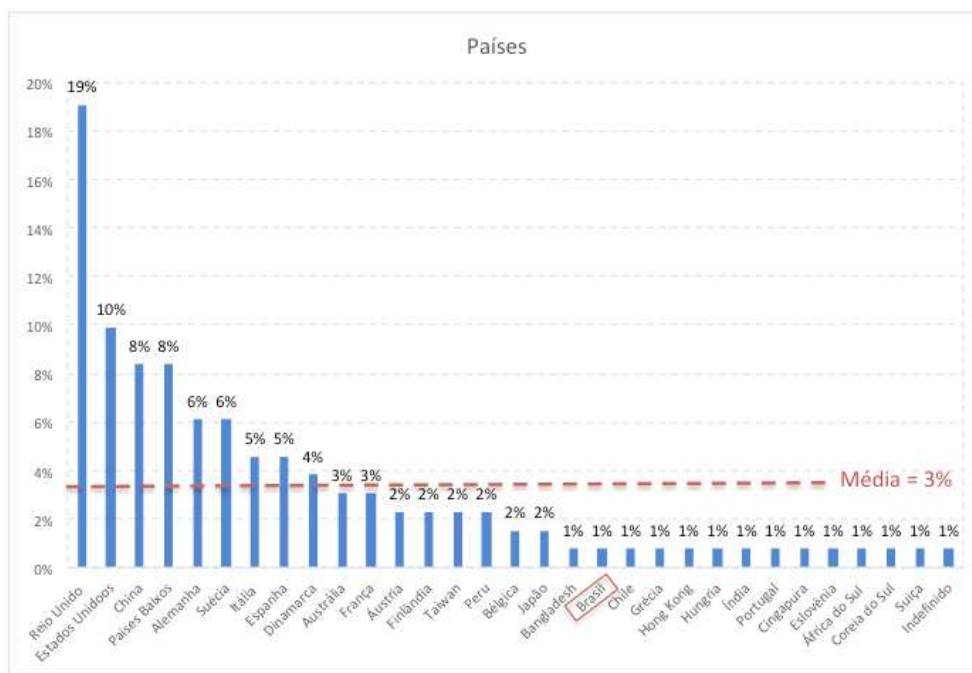


Figura 3 - Publicações por país

Fonte: Os autores

A Figura 4 apresenta as 18 áreas temáticas com um total de 235 publicações, vale ressaltar que os artigos podem ser classificados em mais de uma área temática, por isso, a quantidade de publicações se difere da quantidade de artigos da base.

Aproximadamente 27% pertencem a área de Ciências Ambientais, que corresponde a 63 artigos, o número cai quase pela metade para a Engenharia que conta com 16% das publicações, seguida pela área de Energia com 15% das publicações, existe uma diferença ainda mais significativa entre as áreas anteriormente citadas e as demais áreas, que contam em média com 3% das publicações que representa quase 7 artigos por área.

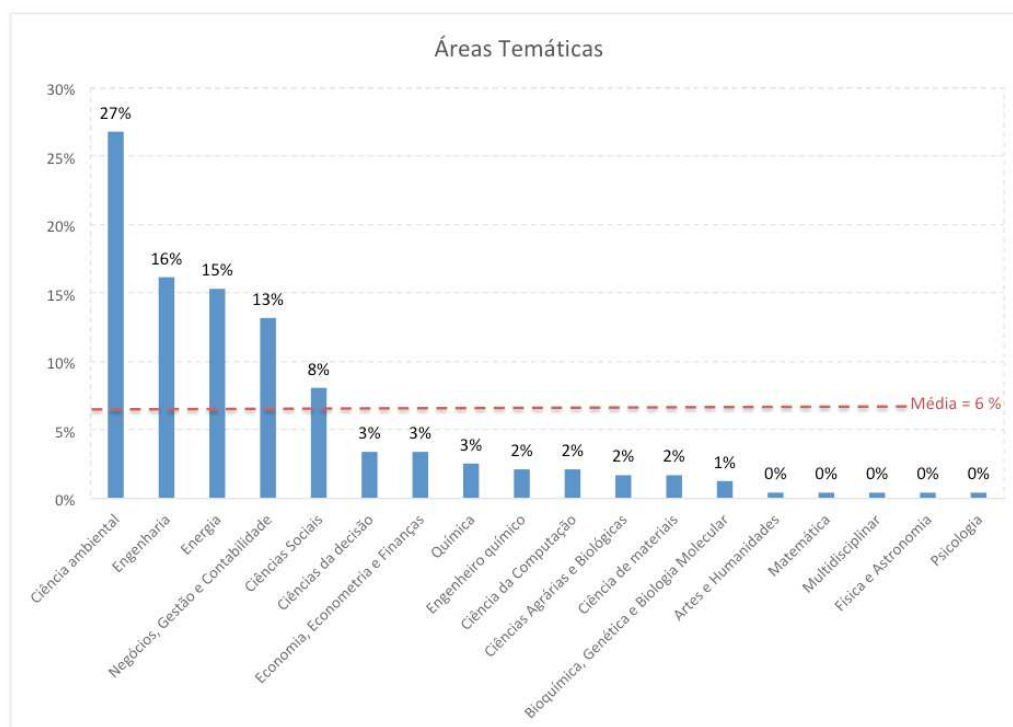


Figura 4 - Áreas temáticas das publicações

Fonte: Os autores

A Tabela 2, apresenta os periódicos com pelo menos três artigos publicados sobre o tema, e o seu fator de impacto. O Fator de Impacto (FI) é uma medida da frequência com que o artigo médio de um periódico foi citado em um determinado ano. É usado para medir a importância ou classificação de um periódico calculando as horas em que os artigos são citados. O cálculo é baseado em um período de dois anos e envolve dividir o número de vezes que os artigos foram citados pelo número de artigos que são citáveis (RESEARCH GUIDES, 2018).

Nota-se que o periódico *Journal of Cleaner Production* tem mais publicações sobre o tema, um total de 20 artigos, o escopo deste periódico é a pesquisa e prática da “Produção Mais Limpa” (*Cleaner Production*), que é aquela que visa prevenir a produção de resíduos, enquanto aumenta a eficiência nos usos de energia, água, recursos e capital humano. Além disso, possui o maior FI em relação aos demais periódicos.

A revista *Sustainability* enfatiza a sustentabilidade ambiental, cultural, econômica e social dos seres humanos e apresenta 7 publicações sobre o tema, porém tem o menor fator de impacto quando comparado aos demais. O *Journal of Industrial Ecology* aborda o metabolismo industrial, mudanças tecnológicas, desmaterialização e descarbonização, planejamento do ciclo de vida, design e avaliação, design do meio ambiente, gestão de produtos, simbiose industrial, produtos voltados para o meio-ambiente e a política eco-eficiente apresentou quatro publicações sobre o tema.

Os próximos três periódicos apresentam três publicações sobre o tema, são eles: o *ACS Publications* propõe estudos voltados para a sustentabilidade na indústria química e os avanços na Química Verde e Engenharia Verde, este periódico possui o maior fator de impacto em relação aos demais. O *International Journal of Production Research* enfoca nas cadeias produtivas e suas inovações, assim como na área da logística.

A revista *Resources, Conservation and Recycling* aborda os processos de transformação envolvidos em uma transição para sistemas de produção e consumo mais sustentáveis. A revista *Science of the Total Environment* possui foco no estudo do ambiente total, que é a junção da atmosfera, hidrosfera, biosfera, litosfera e antroposfera.

Tabela 3 – Periódicos

Periódicos	# Artigos	FI
Journal of Cleaner Production	20	5.715
Sustainability Switzerland	7	1.789
Journal of Industrial Ecology	4	4.123
ACS Sustainable Chemistry and Engineering	3	5.951
International Journal of Production Research	3	2.325
Resources Conservation and Recycling	3	3.313
Science of the Total Environment	3	4.900

Nota: Selecionou-se apenas os artigos com mais de três publicações sobre o tema

Fonte: Os autores

Analisando o total de citações dos artigos da base selecionada, Figura 5, buscou-se analisar quais autores são considerados *outliers* da amostra. Os artigos da amostra possuem em média 10,05 citações, porém alguns apresentam-se acima da média e outros 5 são considerados *extreme outliers* por ter mais de 35 citações, os detalhes desses artigos são apresentados na Tabela 4.

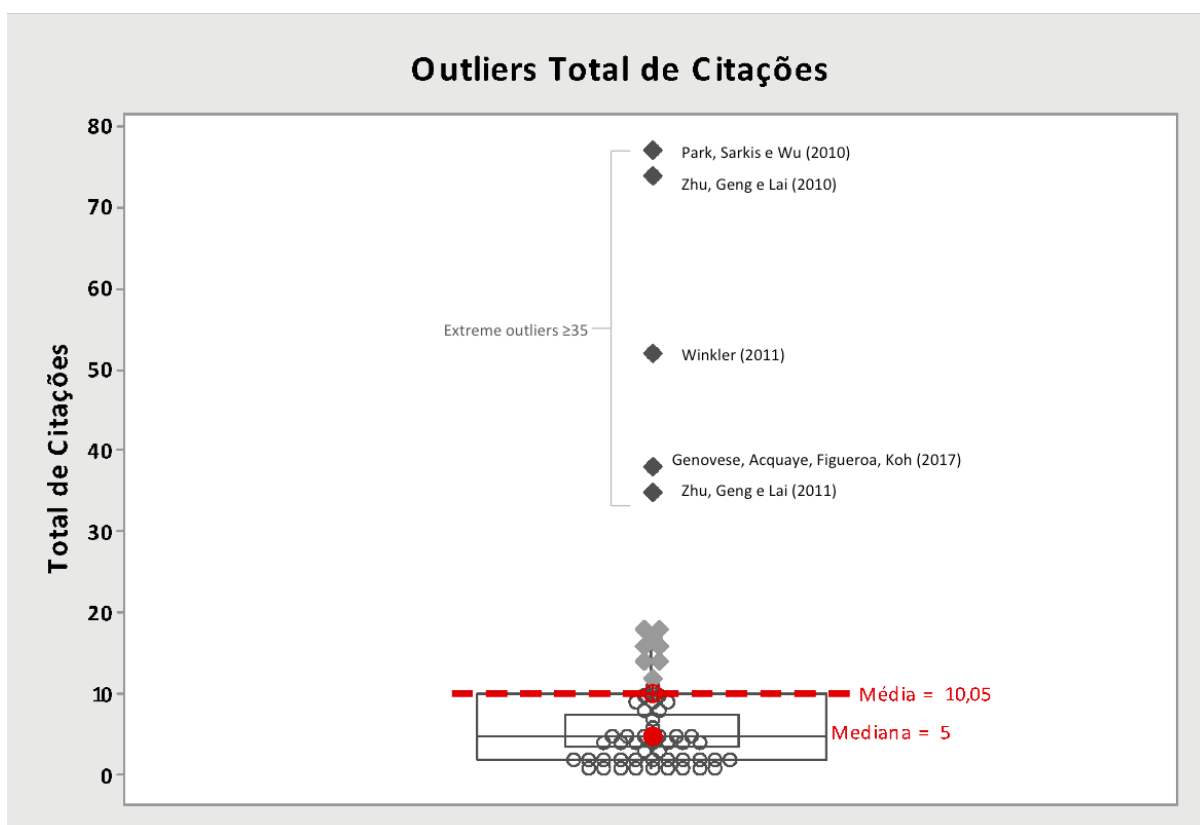


Figura 5 – Outliers do Total de Citações

Fonte: Os autores

Tabela 4 – *Extreme outliers* da amostra

ANO	AUTORES	TÍTULO	OBJETIVO	MÉTODO	CITAÇÕES
2010	Park, J. Sarkis, J. Wu, Z.	Creating integrated business and environmental value within the context of China's circular economy and ecological modernization	Examinar e destacar como o setor de Tecnologia da Informação (TI) deve responder aos regulamentos emergentes do EC e como as empresas de TI devem se posicionar nesse novo ambiente de negócios para criar um valor maior para seus stakeholders.	Estudos de caso em três empresas nas indústrias de tecnologia da informação e eletrônica na China	77
2010	Zhu, Q. Geng, Y. Lai, K.-H.	Circular economy practices among Chinese manufacturers varying in environmental-oriented supply chain cooperation and the performance implications	Investigar se os fabricantes chineses, que variam com a Cooperação Ambiental da Cadeia de Suprimentos (ESCC), serão diferentes em sua implementação das práticas de EC	Medição com base em uma revisão da literatura e entrevistas de campo, e depois os organizaram em um questionário de pesquisa para avaliar as construções teóricas.	74
2011	Winkler, H.	Closed-loop production systems-A sustainable supply chain approach	Delinear o conceito de redes da cadeia de suprimentos sustentáveis (SSCN) como um meio adequado de projetar sistemas de produção de ciclo fechado	literatura e pesquisa empírica formal	52
2017	Genovese, A., Acquaye, A.A., Figueroa, A., Koh, S.C.L.	Sustainable supply chain management and the transition towards a circular economy: Evidence and some applications	Verificar o potencial aprimoramento de práticas sustentáveis de gerenciamento da cadeia de suprimentos, alinhando-as aos conceitos de economia circular.	Abordagem baseada em casos (adotando exemplos das indústrias química e de alimentos), o estudo investigou as implicações ambientais relacionadas à implementação de sistemas de produção circular, fornecendo uma comparação com as alternativas tradicionais de produção linear.	38
2011	Zhu, Q. Geng, Y. Lai, K.-H.	Environmental supply chain cooperation and its effect on the circular economy practice-performance relationship among Chinese manufacturers	Inserir o conceito de EC para impulsionar o desenvolvimento econômico e, ao mesmo tempo, diminuir os desafios ambientais e de recursos	Utilizando dados de pesquisas coletados de 396 fabricantes chineses, realizaram suas análises por meio de regressão hierárquica	35

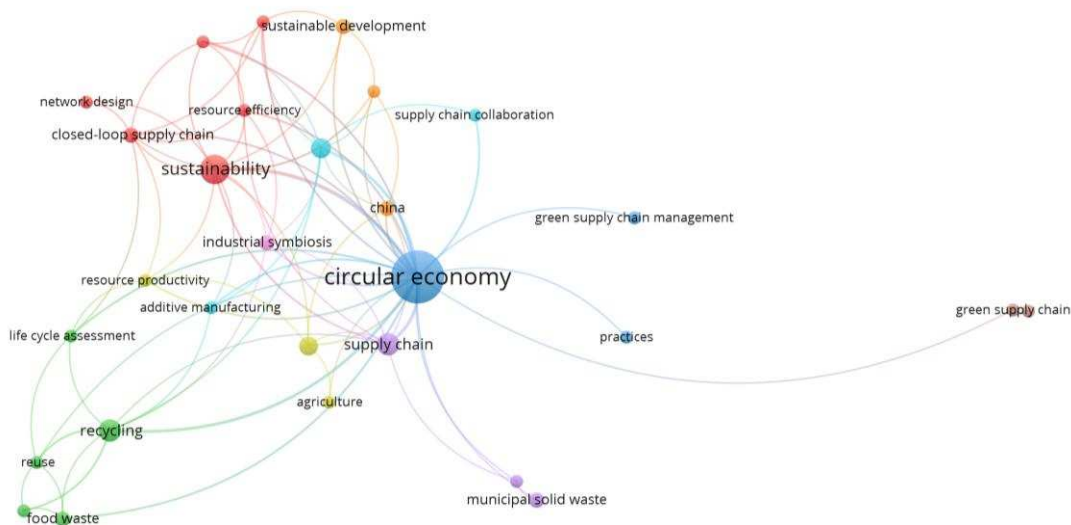
Fonte: Os autores

A Tabela 4 apresenta os autores, objetivos, método e quantidade de citações de cada publicação. Nota-se que três dos cinco artigos estudam empresas chinesas, por meio do método do estudo de caso. Os artigos de maneira geral, tentam relacionar as práticas de sustentabilidade no gerenciamento da cadeia de suprimentos, buscando minimizar o impacto ambiental alinhadas ao conceito de EC.

O mapeamento de palavras-chave e termos mais utilizados podem auxiliar pesquisadores na definição dos tópicos de pesquisa em suas buscas e estudos. O *software VOSViewer* oferece uma série de análises gráficas baseadas na coocorrência dos itens analisados (VAN ECK; WALTMAN, 2010). O sistema mostra a conexão entre termos e autores relacionados, proporcionando a divisão em grupos denominados *clusters*. Cada *cluster* é representado por uma cor e agrega todos os itens considerados similares. O tamanho dos círculos dos mapas demonstra o número de ocorrência do item e a proximidade entre dois itens revela seu grau de relação, quanto mais próximos, tanto mais relacionados (VAN ECK; WALTMAN, 2010).

Quanto mais importante um item, tanto maior será a sua escrita e o seu círculo representativo (VAN ECK; WALTMAN, 2010). De acordo com a Figura 6 as palavras-chave que mais se destacam são: *circular economy* e *sustainability*, em seguida *supply chain* e *recycling*. A rede de palavras-chave apresentam 6 *clusters*.

Figura 6 - Co-ocorrência das palavras-chave dos autores



Nota: Esta rede foi realizada com critérios de limite de, pelo menos, duas ocorrências pelo software *VosViewer* usando extraído da base de dados. Para cada uma das 29 palavras-chave, a força total dos links de co-ocorrência com outras palavras-chave será calculada. Das 208 palavras-chave, 29 cumprem o limiar.

Fonte: Os autores

Um mapa de termos demonstra a estrutura de um campo científico, mostrando a relação entre importantes termos da área. Durante a seleção dos termos, são verificados os principais tópicos da área e a relação dos termos com estes, para identificar a sua relevância em diferenciar cada artigo (VAN ECK; WALTMAN, 2010).

As palavras-chave estão agrupadas em 6 *clusters* e as ocorrências são apresentadas na Tabela 5:

Tabela 5 – Ocorrência das palavras-chave

<i>Clusters</i>	Palavras-chave	Ocorrências	<i>Clusters</i>	Palavras-chave	Ocorrências
1	Circular economy	32	3	Recycling	6
1	Industrial ecology	5	3	Food waste	3
1	China	3	3	Life cycle assessment	2
1	Sustainable development	3	3	Reuse	2
1	Additive manufacturing	2	3	Insects as feed	2
1	Supply chain management	2	4	Supply chain	6
1	Supply chain collaboration	2	4	Municipal solid waste	3
1	Green supply chain management	2	4	Business model	2
1	Pratice	2	5	Manufacturing	4
2	Sustainability	10	5	Resource Productivity	2
2	Closed-loop supply chain	3	5	Agriculture	2
2	Industrial symbiosis	3	6	Manufacturing Industry	2
2	Resource efficiency	2	6	Green supply chain	2
2	Business model innovation	2			
2	Product-service systems	2			
2	Network design	2			

Fonte: Os autores

Analisou-se os resumos das publicações que contemplam as palavras-chave dos 6 clusters, assim, apresenta-se um breve resumo das pesquisas encontradas em cada agrupamento.

Relacionando-se, através do *cluster 1*, os conceitos de EC, gestão da cadeia de abastecimento e colaboração na cadeia de suprimentos constituem a base de fundamentação para o gerenciamento sustentável da cadeia de suprimentos verde, que demonstra interesse em estratégias para o alcance de vantagens, do ponto de vista ambiental. Outra ocorrência neste cluster é a China, que por ser um dos principais centros globais de indústrias do mundo, está comprometendo-se a melhorar seu desempenho ambiental por meio do desenvolvimento de métodos e técnicas para mitigar os impactos ambientais.

O *cluster 2* abriga um conjunto de publicações que estão correlacionadas por meio do conceito da EC, conceituada principalmente pela eficiência dos recursos que uma cadeia de suprimentos fechada pode proporcionar, aliando *design* de rede, simbiose industrial e sistemas de serviços e produtos sustentáveis.(Genovese et al., 2017)

Cada vez mais, tanto o desperdício de alimentos, quanto a existência de sobras de elementos químicos após o processamento em indústrias vem sendo agravado, e por essa ótica os autores do *cluster 3* utilizam noções de EC para objetivar o reuso de recursos que ainda estão em estado de utilização, reciclando tudo aquilo que assim for permitido para se ter uma avaliação de ciclo de vida positiva.

Como os municípios são grandes produtores de resíduos sólidos, os estudos do *cluster 4* abordam os ensinamentos da cadeia de suprimentos, tendo em vista as legislações vigentes e valendo-se do contexto de EC, para o devido gerenciamento desses resíduos, utilizando um modelo de negócios estruturado para a otimização desse quadro.

A cadeia de suprimentos na agricultura, como demonstra o *cluster 5*, relaciona-se diretamente com a produtividade, em que é visado a relação interposta pelos elos de governança para com o tratamento da água a fim prosperar o plantio, constituindo-se como forte elemento que vem a promover as monoculturas.

No *cluster 6*, por sua vez, os autores discutem as estratégias da cadeia de suprimento verde com base no conceito de economia circular nas operações da indústria, considerando a aplicação do modelo da EC em operações sustentáveis.

Os estudos não apontaram estudos em uma cadeia de suprimentos específica, ressaltam apenas a importância da aplicação da EC na cadeia de suprimentos para mitigar o impacto ambiental dos materiais e produtos ao longo do fluxo do processo produtivo até o consumidor final.

5. CONCLUSÃO

O objetivo desse artigo foi analisar as publicações sobre economia circular e cadeia de suprimentos, para isso, foi realizada uma revisão sistemática da literatura e bibliometria, buscou-se artigos com o termo “*circular economy*”* e “*supply chain*” na base de dados da *Scopus* no mês de maio/2018.

As primeiras publicações sobre o tema iniciam no ano de 2006, com períodos sem publicações sobre o tema e a partir do ano de 2013 houve um aumento contínuo na quantidade de publicações.

Como esperado, muitas publicações relacionaram EC na cadeia de suprimentos por meio da gestão da cadeia de suprimentos verde, como também foi relacionado por alguns autores na seção 2 deste artigo.

Esperava-se que algumas cadeias de suprimentos fossem destacadas e que os autores pudessem identificar, por meio da pesquisa, quais cadeias de suprimentos, de qual determinado produto, aplica mais ações sustentáveis e o modelo de EC. Porém, isso não foi possível obter essa informação na base obtida, dessa forma, nenhuma cadeia de suprimentos foi analisada com

maior frequência, a maioria dos estudos analisam as cadeias de suprimentos dos produtos e serviços de TI.

Os artigos da base tiveram uma média de 10,05 citações e cinco autores se destacam por terem igual ou mais de 35 citações, sendo eles: Park, Sarkis e Wu (2010); Zhu, Geng e Lai (2010); Winkler (2011); Genovese, Acquaye, Figueroa e Koh (2017); e Zhu, Geng e Lai (2011) esses autores são considerados *extreme outliers* por estarem muito acima da média de citações. Desses trabalhos com mais citações e que mais se destacam, três dos cinco foram realizados na China, inclusive este país aparece na rede de palavras-chave, porém, o país com maior quantidade de publicações é o Reino Unido (aproximadamente 19%). Assim, nota-se que a China tem sido local de estudos sobre o tema e se destaca na quantidade de citações dos artigos publicados, mesmo não sendo o país com mais publicações sobre o tema.

A área temática de maior publicação é a das Ciências Ambientais, aproximadamente 27% do total de artigos, essa quantidade expressiva de publicações se explica pelo tema que envolve mitigação de impacto ambiental no processo produtivo.

O periódico com maior quantidade de publicações é o *Journal of Cleaner Production*, com 20 artigos do total analisado, porém o periódico *ACS Sustainable Chemistry and Engineering* que publicou apenas três artigos tem maior fator de impacto do que o *Journal of Cleaner Production*. O fator de impacto mede a frequência com que o artigo médio de um periódico foi citado em um determinado ano.

A pesquisa foi realizada utilizando apenas a base de dados da Scopus, outras bases poderiam ser utilizadas como a *Web of Science*. Uma análise mais aprofundada sobre os trabalhos brasileiros também poderia ser realizada e acrescentada a esta pesquisa.

Trabalhos poderiam focar em analisar os benefícios e dificuldades da EC em uma determinada cadeia de suprimentos, para entender como foi o processo de mudança da economia linear para a EC, quais foram as mudanças e os modelos de negócio utilizados. Assim, estudando a EC em uma cadeia de suprimentos de ponta a ponta ela poderia ser fonte de estudo para ser replicada, estudada e analisada em outras cadeias. Ou ainda, analisar as diferenças e semelhanças entre os conceitos de gestão da cadeia de suprimentos verde e a EC, pois muitos trabalhos da amostra citaram a gestão da cadeia de suprimentos verde, assim, um estudo buscando entender como elas se complementam, se diferem, como são conceituadas por diferentes autores, entre outras análises, poderia ser realizado.

Ainda, analisar os diferentes tipos de modelos de negócio, baseados na EC utilizados em diferentes cadeias de suprimentos, como esses modelos de negócios podem auxiliar o desenvolvimento dos membros da cadeia, como eles se assemelham, quais as principais diferenças entre um modelo de negócio linear para um modelo de negócio circular, entre outras análises. Por fim, outra sugestão seria analisar o impacto social da economia circular, não apenas sob a perspectiva ambiental, como tem sido realizado.

REFERÊNCIAS

ABADIA, L. G.; Galvão, G. D. A.; Carvalho, M. M. . **Economia circular: um estudo bibliométrico**. In: XXXVI Encontro Nacional De Engenharia De Produção, 2016, João Pessoa. Anais ENEGEP, 2016.

BARBIERI, J.C.; et al. **Green Supply Chain Management: analysis of Brazilian academic publications**. Revista Produção Online, v.14, n. 3, p. 1104-1128, jul./set. 2014.

BEY, N.; HAUSCHILD, M. Z.; MCALOONE, T. C. **Drivers and barriers for implementation of environmental strategies in manufacturing companies.** CIRP Ann. - Manuf. Technol., vol. 62, no. 1, pp. 43–46, 2013.

BILITEWSKI, B. **The Circular Economy and its Risks. Editorial.** Waste Management, 32, 1–2, 2012.

CHOPRA, S.; MEINDL, P. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: estratégia, planejamento e operação.** São Paulo: Prentice-Hall, 2003.

CHRISTOPHER, M. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: estratégias para a redução de custos e melhoria dos serviços.** Pioneira, 1999.

CROSSAN, M. M.; APAYDIN, M. **A multi-dimensional framework of organizational innovation: A systematic review of the literature.** Journal of Management Studies , 47 (6), 1154– 1191, 2010.

ELIA, V.; GNONI, M. G.; TORNESE, F. **Measuring circular economy strategies through index methods: A critical analysis.** Journal of cleaner production, v. 142, p. 2741-2751, 2017.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (EMF) (2013). Towards the Circular Economy. Ellen MacArthur Foundation, 1, 1–96. <https://doi.org/10.1162/108819806775545321>

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (EMF). **Rumo à Economia Circular: O Racional de Negócio para Acelerar a Transição.** Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/Rumo-a-%CC%80-economia-circular_Updated_08-12-15.pdf>. Acesso em mai. 2018.

GEISSDOERFER, M. et al. **The Circular Economy—A new sustainability paradigm?** Journal of Cleanear Production. Disponível em: <<https://www.repository.cam.ac.uk/handle/1810/261957>>. Acesso em mai. 2018.

GENG, Y.; DOBERSTEIN, B. **Developing the circular economy in China: Challenges and opportunities for achieving 'leapfrog development'.** International Journal of Sustainable Development & World Ecology. Volume 15, 2008.

GENOVESE, A., et al. **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>

HOMRICH, A.S.; GALVÃO, G.; ABADIA, L.G.; CARVALHO, M.M. **The Circular Economy Umbrella: Trends and Gaps on Integrating Pathways.** Journal of Cleanear Production. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/321112213_The_Circular_Economy_Umbrella_Trends_and_Gaps_on_Integrating_Pathways>. Acesso em mai. 2018.

LAMBERT, D. M.; STOCK, J. R.; ELLRAM, L.M. **Fundamentals of logistics management.** New York: McGraw-Hill, 1998.

MCDONOUGH, W. e BRAUNGART, M. **Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things**. North Point Press, New York, 2002.

NASIR, M. H. A. I et al. **Comparing linear and circular supply chains: A case study from the construction industry**. *International Journal of Production Economics*, v. 183, p. 443-457, 2017.

PAULI, G. A. **The blue economy: 10 years, 100 innovations, 100 million jobs**. *Paradigm publications 2010*. Disponível em: <
<http://www.worldacademy.org/files/Blue%20Economy%202009.pdf>> Acesso em jul. de 2018.

Prugh, T. (2014). **Getting to true sustainability. State of the World 2013: Is Sustainability Still Possible?**, (January 2013), 111–112. <https://doi.org/10.5822/978-1-61091-458-1>

RESEARCH GUIDES. **Measuring Your Impact: Impact Factor, Citation Analysis, and other Metrics: Journal Impact Factor (IF)**. 2018. Disponível em:<
<https://researchguides.uic.edu/if/impact>> . Acesso em jul. 2018.

Ribeiro, F. de M., & Kruglianskas, I. (2014). **A Economia Circular no contexto europeu : Conceito e potenciais de contribuição na modernização das políticas de resíduos sólidos de contribuição na modernização das políticas de resíduos sólidos**. Xvi Engema, 16. Retrieved from <http://www.engema.org.br/XVIENGEMA/473.pdf>

SCOPUS. **What is scopus**. 2018. Disponível em:<
<https://www.elsevier.com/solutions/scopus>>. Acesso em jul. 2018.

SRIVASTAVA, S. K. **Green supply-chain management: a state-of-the-art literature review**. *International Journal of Management Reviews*, v. 9, n. 1, p. 53-80, 2007.

SU, B.; et al (2013). **A review of the circular economy in China: Moving from rhetoric to implementation**. *Journal of Cleaner Production*, 42, 215–227. Disponível em:
<<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.11.020>>. Acesso em jul. de 2018.

TORRES J. e PARINI, F.P. **Economia Circular – Evolução e Perspectiva Inovadora**. In: *Seminários em Administração*, XX, São Paulo, 2017. Anais. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2017. p. 1-15.

VAN ECK, N. J., WALTMAN, L. **Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping**. *Scientometrics*, v. 84, p. 523-538, 2010.

ZIJLSTRA, H. e MCCULLOUGH, R. **CiteScore: a new metric to help you track journal performance and make decisions**. 2016. Disponível em:< <https://www.elsevier.com/editors-update/story/journal-metrics/citescore-a-new-metric-to-help-you-choose-the-right-journal>>. Acesso jul. 2018.