



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CARIRI  
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS  
CURSO DE ADMINISTRAÇÃO**

**ANA KÉSIA COSTA DA SILVA**

**ECONOMIA CIRCULAR E SUSTENTABILIDADE: ANÁLISE DO ESTADO-DA-  
ARTE DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA**

**JUAZEIRO DO NORTE**

**2018**

ANA KÉSIA COSTA DA SILVA

ECONOMIA CIRCULAR E SUSTENTABILIDADE: ANÁLISE DO ESTADO-DA-ARTE  
DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA

Monografia apresentada ao curso de Administração do Centro de Ciências Sociais Aplicadas da Universidade Federal do Cariri como requisito parcial para a aquisição do Título de Bacharel em Administração.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup>. Jeniffer de Nade

JUAZEIRO DO NORTE

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Cariri  
Sistema de Bibliotecas

---

S586e Silva, Ana Kesia Costa da.  
Economia circular e sustentabilidade: Análise do estado-da-arte da produção científica / Ana Kesia Costa da Silva. – 2018.  
36 f.: il. color., enc. ;30 cm.

TCC (Graduação) - Universidade Federal do Cariri, Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Curso de Administração, Juazeiro do Norte, 2018.  
Orientação: Profª. Dra. Jeniffer de Nadea.

1. Economia circular. 2. Sustentabilidade. 3. Analise bibliométrica. I. Título.

CDD 363.700981

---

Bibliotecária: Fernanda Nunes de Araújo - CRB 3/1031

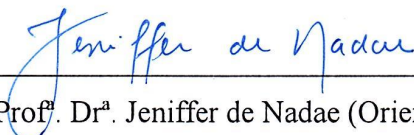
ANA KÉSIA COSTA DA SILVA

ECONOMIA CIRCULAR E SUSTENTABILIDADE: ANÁLISE DO ESTADO-DA-ARTE  
DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA

Monografia apresentada ao curso de Administração do Centro de Ciências Sociais Aplicadas da Universidade Federal do Cariri como requisito parcial para a aquisição do Título de Bacharel em Administração.

Aprovada em 05 / 07 / 18.

BANCA EXAMINADORA



Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Jeniffer de Nadae (Orientador)  
Universidade Federal do Cariri - UFCA



Prof. Ms. Ítalo Anderson Taumaturgo dos Santos  
Universidade Federal do Cariri - UFCA



Prof. Ms. Sergio Henrique de Oliveira Lima  
Universidade Federal do Cariri - UFCA

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida, pela família e por todos e tudo que Ele tem me preparado, além do meu merecimento.

Agradeço a minha família pelo carinho e apoio de sempre, especialmente aos meus avós, vó Neném e vô Leandro e vó Ireni e vô Valdemir, a meus pais, Gleide e Silvio, e a meus irmãos, Fernando, Dinha e Neneka, por tudo o representam para mim.

Sou grata a minha grande amiga Diomar pela pessoa excepcional que é, pela segunda família que me permitiu conhecer e por todo o apoio e exemplo, os quais são parte fundamental desta conquista.

Sou imensamente agradecida a meus professores, coordenadores e orientadores de bolsas por todo o ensinamento e suporte a mim dedicados nesses tempos de graduação. Faz-se necessário enfatizar a relevante contribuição da professora Waleska, dos tempos de PROAD, dos tempos de extensão o exemplar professor Paulo Renato, do Programa de Educação Tutorial do curso de Administração da UFCA (PETADM-UFCA) os professores Jeová, Halana e Rebeca, aos quais devo muitas experiências e aprendizados.

Minha gratidão também a todos os colegas, que durante esse tempo tive o prazer de conhecer. Vocês tornaram a caminhada mais colorida! Sabrina por abrir as portas para mim quando precisei, Brena por me deixar entrar, às duas pelas alegrias e angústias divididas desde então; Jose pelo ouvido sempre disponível, pela positividade. Há que se dizer que alguns colocaram uns tijolinhos a mais e aqui eu tento lembra-los e honrá-los. De desde a fundação: Patrícia, Andreza, Danilo, Brenda, Lázaro, Hermeson, Carmem, Eula, Wagner, Victor e Emerson. Todos do PETADM-UFCA mas, em especial, Manoel e Fernanda.

Da Delegacia da Receita Federal trago também muitas lembranças e aprendizados. Ressalto meu agradecimento aos meus chefes Edmar e Marcos Alexandre, que me possibilitaram este capítulo em minha história, por todo o apoio e ensinamentos. Gratidão às minhas queridas companheiras Williene, Érika e Nair e ao parceiro Paulo Victor.

Em 2016 tive o prazer de conhecer uma pessoa excepcional, hoje minha orientadora. À Jeniffer de Nadae vai minha gratidão por sua paciência, amizade e cuidado desde então.

Se eu fosse citar aqui cada um a quem devo um pedacinho desta conquista esta listagem seria infinita, pois eu lembro de cada gesto em sua importância, e a parte mais relevante deste feito é esta aqui.

“A menos que modifiquemos a nossa maneira de pensar, não seremos capazes de resolver os problemas causados pela forma como nos acostumamos a ver o mundo.” (Albert Einstein)

## RESUMO

Este estudo mapeia a produção científica sobre Economia Circular e sustentabilidade em periódicos disponibilizados na base *Web of Science*, abrangendo todas as publicações até maio de 2018. Para tanto, foi feito uso de uma abordagem descritiva e uma pesquisa de natureza qualitativa foi empreendida. Através de estatística descritiva, análises de *outliers* e de redes a bibliometria foi levada a efeito. A amostra compreendeu 242 de artigos publicados em 103 periódicos foram analisados. Os resultados mostram que a atenção ao tema vem crescendo consideravelmente desde 2015. No entanto, a desenvoltura brasileira neste é pequena comparada a de países como Inglaterra ou China, que lideram em volume de produção, trazendo à luz a necessidade de intensificar a pesquisa no campo, devido à constatada importância do mesmo. O destaque do pesquisador Yong Geng e da *Delft University of Technology* é indiscutível. Através desta pesquisa foi verificada a necessidade de mais pesquisas focadas em áreas como economia e negócios, bem como comportamento do consumidor, dada a importância das mesmas para a concretização da Economia Circular.

**Palavras-chave:** Economia Circular. Sustentabilidade. Análise bibliométrica.

## **ABSTRACT**

This study maps the scientific production on Circular Economy and sustainability in periodicals made available in the Web of Science base, encompassing all publications until May 2018. For this purpose, a descriptive approach was used and qualitative research was undertaken. Through descriptive statistics, analysis of outliers and networks the bibliometry was carried out. The sample comprised 242 of articles published in 103 journals was analyzed. The results show that attention to the subject has been increasing considerably since 2015. However, Brazil's resourcefulness is small compared to countries such as England or China, which lead in production volume, bringing to light the need to intensify research in the field, due to the established importance of it. The prominence of researcher Yong Geng and the University of Technology of Delft is undisputed. Through this research was verified the need for more research focused on areas such as economics and business, as well as consumer behavior, given the importance of these for the realization of the Circular Economy.

**Keywords:** Circular Economy. Sustainability. Bibliometric analysis.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Contrastando os conceitos de Economia Linear e Circular .....	15
Figura 2 – Evolução histórica das publicações relacionadas ao tema da pesquisa.....	20
Figura 3 – Países de onde originaram-se quatro ou mais artigos .....	22
Figura 4 – Distribuição dos artigos por áreas de pesquisa. ....	23
Figura 5 – Redes de colaboração estabelecidas pelos autores mais profícuos .....	25
Figura 6 – Identificação das obras mais citadas segundo relação da <i>WoS</i> .....	27
Figura 7 – Palavras-chave mais utilizadas.....	29
Quadro 1 – Sequência de pesquisa usada no banco de dados .....	18
Quadro 2 – Autores mais profícuos.....	24
Quadro 3 – Principais características dos trabalhos mais citados .....	27
Quadro 4 – Palavras-chave mais utilizadas .....	30
Tabela 1 – Organizações mais profícuas .....	23
Tabela 2 – Periódicos de maior produtividade .....	24
Tabela 3 – Volume de citações de artigos em função do ano de publicação .....	26

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>ECONOMIA CIRCULAR E SUSTENTABILIDADE.....</b>	<b>13</b>
<b>3</b>	<b>MÉTODO.....</b>	<b>18</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>20</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>31</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>33</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O consumo de recursos naturais tem sido crescente, as mudanças climáticas têm passado de previsões para realidade e os ecossistemas biológicos estão deteriorando-se gradativamente.

Em 1950 a população mundial era estimada em pouco mais de 2,5 bilhões de pessoas. Atualmente, aproxima-se dos 7,6 bilhões de habitantes e estima-se que o crescimento populacional seja de cerca de 83 milhões de pessoas a cada ano. Para 2030 espera-se que este número atinja 8,6 bilhões, chegando a 9,8 bilhões em 2050 e ultrapassando 11,2 bilhões em 2100 (IPCC, 2013).

Este crescimento populacional traz preocupações acerca de como serão as condições ambientais para amparar tantas pessoas. No entanto, só o aumento do número de habitantes do planeta não é capaz de transmitir uma previsão dos níveis de extração de recursos naturais e de descarte de lixo na atmosfera. É preciso considerar também que o modo atual de produzir e consumir tem adquirido aspectos desfavoráveis como redução da vida útil dos produtos e baixos índices de reuso, acondicionamento e reciclagem, influenciado no aumento nas taxas de consumo de recursos naturais.

Neste sentido, esforços e iniciativas devem ser empreendidas com o intuito promover condições para que os futuros habitantes do planeta tenham a qualidade de vida necessária para sua sobrevivência. Assim, em 1972 a questão ambiental foi colocada nas agendas nacionais e internacionais a partir da realização da primeira Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente (OLIVEIRA FILHO, 2004).

Já em 1987 a Comissão Brundtland delineou o conceito de desenvolvimento sustentável. O mesmo foi definido como o desenvolvimento que atende as atuais necessidades sem comprometer a capacidade das futuras gerações terem suas próprias necessidades atendidas (BRUNDTLAND, 1987). Barbieri *et al.* (2010) consideram que o marco inicial da institucionalização do conceito de desenvolvimento sustentável se deu em 1992, com a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento - CNUMAD.

O *Triple Bottom Line* (TBL) é um modelo que foi proposto em 1990 por John Elkington e é denominado como os três pilares da sustentabilidade. Esses três pilares são os aspectos econômico, social e ambiental que as organizações devem levar em consideração para atingirem a sustentabilidade em suas operações. O modelo ressalta que os resultados econômicos, devem estar associados a resultados sociais e ambientais. Assim, os bens e serviços desenvolvidos devem satisfazer as necessidades humanas, serem praticados a preços

competitivos e promoverem progressiva redução dos impactos ambientais a níveis próximos do suportável pelo planeta (ELKINGTON, 2001).

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) foram delineados durante a Cúpula das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável, em 2015. Os mesmos vigoram desde 2016 e traçam metas para até 2030. Dentre os 17 ODS destaca-se o objetivo de assegurar padrões de produção e consumo sustentáveis, que visa, dentre outros, alcançar a gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos, reduzir desperdícios e geração de resíduos (UNITED NATIONS GENERAL ASSEMBLY, 2015).

A sustentabilidade requer significativa mudança nos modos de produção, consumo e comportamento atuais da sociedade. Desta forma, é preciso que sejam desenvolvidos mecanismos onde conceitos possam ser transformados em ação para que haja a mudança de uma economia ineficiente em consumo de recursos para uma economia onde o consumo seja racionalizado (ZANIRATO; ROTONDARO, 2016) ou seja, de uma economia linear para uma Economia Circular.

Uma economia linear é definida como a conversão de recursos naturais em resíduos por meio da produção (MURRAY; SKENE; HAYNES, 2017). Para os mesmos autores a produção de resíduos ocasiona a deterioração do ambiente através da remoção do capital natural do meio ambiente e também da redução do valor do capital natural ocasionada pela poluição gerada pelo descarte de resíduos.

Murray, Skene e Haynes (2017, p. 377) propõem uma definição revisada da EC como modelo econômico onde “planejamento, recursos, compras, produção e reprocessamento são projetados e gerenciados, tanto como processo como em resultados, para maximizar o funcionamento do ecossistema e o bem-estar humano”.

A introdução do conceito de EC é atribuída a Pearce e Turner, e está intimamente ligado ao conceito de sustentabilidade (GEISSDOERFER *et al*, 2017). Para Sauvé, Bernard e Sloan (2016, p. 52) a EC objetiva “otimizar o uso de recursos virgens e reduzir a polui o e o desperdício em cada etapa, na medida do possível e desejável”. Para Pomponi e Moncaster (2017) a principal inova o dentro da ideia de uma EC consiste em dissociar o esgotamento e o crescimento do consumo de recursos, assim, permitindo que haja desenvolvimento econômico e rentabilidade cada vez maiores sem que exista uma pressão crescente sobre o meio ambiente.

Muitos países e regiões, como a Alemanha, o Japão, a União Europeia e os Estados Unidos lançaram planos de EC (GENG *et al.*, 2012) e, em decorrência do crescimento de a es que objetivam levar a produ o e o consumo em dire o aos preceitos

da EC, tem crescido o interesse dos autores por pesquisar sobre a viabilidade, os benefícios, as barreiras, formas de aferição, fazerem estudos de caso e outros estudos relacionados a EC, sobretudo nos últimos anos. Segundo Geissdoerfer *et al.*, (2017), sobre este tópico foram publicados mais de cem artigos em 2016, um crescimento significativo ao comparar com 2014 quando aproximadamente trinta artigos foram publicados.

Neste sentido, a pesquisa proposta encontra justificativa no fato de no Brasil haverem poucos trabalhos que abordem o tema e de não existir pesquisas que intencionem abordar o estado-da-arte das publicações sobre Economia Circular e sustentabilidade.

A bibliometria se apresenta como um procedimento relevante para a visualização de indicadores da publicação científica. A mesma é definida por Café e Bräscher (2008) como um conjunto de leis e princípios aplicados a métodos estatísticos e matemáticos que visam o mapeamento da produtividade científica de periódicos, autores e representação da informação.

De acordo com Chueke e Amatucci (2015), no caso do método bibliométrico é basilar que os autores atendam às Leis que regem esses estudos. Essas leis são descritas por Alvarado (1984) como a Lei de Bradford, que descreve a distribuição da literatura periódica numa área específica sendo possível identificar os periódicos proeminentes; a Lei de Lotka, que descreve a produtividade dos autores e o impacto da produção; e a Lei de Zipf, que descreve a frequência no uso de palavras-chave, possibilitando a identificação dos temas mais recorrentes relacionados a um campo de conhecimento.

Geissdoerfer *et al.*, (2017), empreenderam uma revisão da literatura abrangendo a publicação contida na base *Web of Science* até janeiro de 2016 relacionada a Economia Circular e sustentabilidade. No entanto, o objetivo do estudo citado é esclarecer a relação conceitual entre os temas e não analisar o estado-da-arte do mesmo. Com esse trabalho os autores concluíram que a Economia Circular é vista na literatura analisada como uma condição para a sustentabilidade, uma relação benéfica ou um *trade-off*.

Estudos como o de Geissdoerfer *et al.*, (2017) podem auxiliar o desenvolvimento de mais trabalhos e proporcionar a compreensão dos aspectos relacionados aos temas que mais têm sido abordados pelos pesquisadores até então e de temas que não têm sido abordados, mas que podem representar um fértil campo para desenvolvimento de novas pesquisas. Sendo assim, é importante para os que se interessam em investigar este assunto a compreensão do que vem sendo feito em outros trabalhos até então, já que, de acordo com Chueke e Amatucci (2015), os artigos que buscam sistematizar a produção científica, trazem contribuições para o aumento da relevância e do rigor de novas pesquisas.

Assim, este trabalho norteia-se pela seguinte questão de pesquisa: Como caracteriza-se a produção científica internacional sobre Economia Circular relacionada à sustentabilidade? Desta forma, o objetivo é mapear a produção científica sobre Economia Circular e sustentabilidade, em periódicos disponibilizados na base *Web of Science* compreendendo todas as publicações até maio de 2018. Para tanto, uma pesquisa descritiva de natureza qualitativa foi empreendida. Através de estatística descritiva, análises de *outliers* e de redes o trabalho foi levado a efeito.

O trabalho, então, estrutura-se em quatro seções principais, a saber: após esta Introdução, tem-se uma revisão da literatura a respeito da Economia Circular relacionada à sustentabilidade. Posteriormente, o método de extração e computação das informações bibliométricas a partir da base *Web of Science* é demonstrado. A seguir são discutidos os resultados e, por fim, são apresentadas conclusões.

## 2 ECONOMIA CIRCULAR E SUSTENTABILIDADE

A expressão desenvolvimento sustentável, popularizou-se em 1992, a partir da Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento - CNUMAD (BARBIERI *et al.*, 2010). O relatório de Brundtland, definiu o desenvolvimento sustentável como um "desenvolvimento que atende às necessidades do presente, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender às suas próprias necessidades" (BRUNDTLAND, 1987, p. 24).

Para McDounough *et al.* (2003, p. 435), a sustentabilidade é vista como uma “estratégia de ‘fazer mais com menos’ ou ‘reduzir a pegada humana’ para minimizar os sintomas preocupantes do declínio ambiental”.

Já Sachs (1993) conceitua o desenvolvimento sustentável como a adoção de ações que sejam socialmente justas, ambientalmente corretas e economicamente viáveis. Assim, a sustentabilidade é sustentada por três pilares: pessoas, lucro e planeta, onde os mesmos representam os desempenhos social, econômico e ambiental integrados e equilibrados.

Os pilares (ou tripés) da sustentabilidade estão representados no *triple bottom line* (TBL) proposto por John Elkington em 1994, que consiste nos três Ps, lucro, pessoas e planeta (do inglês *profit, people e planet*), através dos quais as organizações devem avaliar seu desempenho (CONNELL; KOZAR, 2017).

Este *framework* sugere que para que os resultados de uma empresa efetivamente lhe atribuam o título de sustentável, essas três dimensões precisam interagir holisticamente. Para Slaper e Hall (2011) o TBL é uma estrutura contábil que incorpora três dimensões de desempenho, a saber, a dimensão social, a ambiental e a financeira, diferindo dos modelos de relatórios tradicionais ao incluir medidas ambientais e sociais.

O lucro é a medida de desempenho tradicional dentro das corporações e enfoca os aspectos financeiros. Entretanto, além do lucro, as empresas que consideram o TBL também medem seu desempenho em termos de responsabilidade social (pessoas) e responsabilidade ambiental (planeta). Portanto, o TBL é uma avaliação holística do desempenho econômico, social e ambiental de uma empresa ao longo do tempo (CONNELL; KOZAR, 2017).

Devido à falta de planejamento enfrentam-se os problemas ambientais existentes e a escassez de recursos já é realidade em muitas regiões. Assim, foi constatada a necessidade de contemplar a Terra como um sistema econômico fechado: um sistema em que a economia e o meio ambiente não são considerados por inter-vínculos lineares, mas por uma relação circular (BOULDING, 1966 *apud* SU *et al.*, 2013).

Neste sentido, muitos autores, a exemplo de Su *et al.* (2013) e Andersen (2007), indicam que o conceito de Economia Circular (EC) foi levantado pela primeira vez por Pearce e Turner em 1990. Os precursores do tema apontaram que uma economia tradicional de capital aberto foi desenvolvida sem tendência interna de reciclagem, o que se refletiu no tratamento do meio ambiente como um reservatório de resíduos.

No entanto, outros autores concedem o pioneirismo da discussão do tema que viria a ser cunhado como EC a Kenneth E. Boulding em um estudo escrito em 1966 (GEISSDOERFER *et al.*, 2017; SU *et al.*, 2013). Em seu estudo esse autor asseverou que seria necessária a adoção de um vetor de retroalimentação, obedecendo a lógica recursos-produção-regeneração que passaria a organizar as atividades econômicas. O processo afetaria tanto a produção de bens de consumo com também o consumo dos bens produzidos.

Entretanto, segundo Murray, Skene e Haynes (2017) outros autores reivindicam o crédito pela introdução da discussão que resultou na cunhagem do termo EC. Ainda, de acordo com esses autores, o termo EC vem sendo relacionado a uma série de significados e associações por diferentes autores, mas o que eles geralmente têm em comum é o conceito de sistema de ciclo fechado cíclico.

Para Sauv e, Bernard e Sloan (2016, p. 49) a EC   conceituada como um modelo de “produ o e consumo de bens através de fluxos de materiais de circuito fechado que internalizam externalidades ambientais ligadas   extra o de recursos virgens e   gera o de r sduos”, inclusive a polui o.

De acordo com Ellen MacArthur Foundation (2013, p. 14), uma das organiza es líderes globais em iniciativas relacionadas a EC, esta ainda   uma constru o teórica, sendo que o termo “denota uma economia industrial que   restauradora ou regenerativa por inten o e por design”, e que vem ganhando força desde o final da década de 1970. McDonough *et al.* (2003) classificam a EC como um sistema que se alimenta de energia renovável e onde os materiais avançam em circuitos fechados, seguros e regenerativos.

Desta forma, outros pesquisadores vêm se juntando a esta discussão, onde cada um busca empregar a defini o que mais se adequa ao seu campo de estudos. Murray, Skene e Haynes (2017, p. 377), percebendo este fato ofereceram uma defini o revisada da EC onde a mesma   definida como sendo um modelo econômico onde “planejamento, recursos, compras, produ o e reprocessamento são projetados e gerenciados, tanto como processo como em resultados, para maximizar o funcionamento do ecossistema e o bem-estar humano”.

A Figura 1 ilustra o contraste entre a economia linear e a EC. A economia linear   baseada em um processo simples e linear de extra o, produ o, consumo e descarte, com



pouca ou nenhuma atenção à poluição gerada em cada etapa (SAUVÉ; BERNARD; SLOAN, 2016). Já uma EC apresenta baixo consumo de energia, baixa emissão de poluentes e alta eficiência, envolvendo aplicação de produção mais limpa nas empresas, desenvolvimento de parques eco-industriais e planejamento baseado em recursos para o desenvolvimento em indústrias, áreas urbanas e na agricultura (UNEP, 2006).

Figura 1 – Contrastando os conceitos de Economia Linear e Circular



Fonte: Adaptado de Sauvé, Bernard e Sloan (2016, p. 52).

Andersen (2007) afirma que a EC aborda as interligações das quatro funções econômicas do meio ambiente: ser um sistema fundamental de suporte à vida, proporcionar qualidade de vida, ser base para o fornecimento de recursos e receber os descartes de materiais provenientes das atividades econômicas. Já Geissdoerfer *et al.* (2017) afirmam que a literatura demonstra que o sistema priorizado na sustentabilidade é o TBL, já na EC o sistema econômico é percebido como mais relevante.

Para Sauvé, Bernard e Sloan (2016) o modelo de linear da economia prima os objetivos econômicos, e leva pouco em consideração as preocupações ecológicas e sociais. Entretanto, os resíduos gerados após o consumo afetam a humanidade através de consequências como poluição ou contaminação do meio ambiente ocasionada pelo despejo de resíduos em aterros sanitários. A dinâmica da economia linear coincide com o “sistema linear” de Stahel (1982). Para o autor, neste sistema os bens produzidos obedecem à lógica produção-consumo-descarte e o mesmo proporciona “deterioração ambiental embutida em ambas as extremidades” do sistema (STAHEL, 1982, p. 73).

Neste sentido, as características regenerativas da Economia Circular (EC) possibilitam que a entrada de recursos e o desperdício sejam minimizados pela desaceleração,

fechamento e estreitamento de loops de material e energia (GEISSDOERFER et al., 2017; ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2013). Através de design duradouro, manutenção, reparo, reutilização, remanufatura, remodelação e reciclagem é possível que haja uma redução na emissão e na fuga de energia do sistema, tornando-o mais eficiente. (GEISSDOERFER *et al.*, 2017).

A principal motivação para a sustentabilidade vem pela reflexão difusa e diversificada e pela observação de trajetórias adaptativas passadas. Já na EC o desperdício e o melhor uso de recursos, ao transitar de um modelo linear para o circular, apresenta-se como impulsionadores do seu desenvolvimento (GEISSDOERFER *et al.*, 2017).

Numa EC os problemas de desperdício e acúmulo de lixo podem ser minimizados através de reuso, acondicionamento e reciclagem. Um comportamento de produção e consumo semelhante foi sugerido por Stahel (1982) ao tratar de "uma economia de *loop*", que permitiria que as indústrias lucrassem sem externalizar os custos e riscos associados aos resíduos.

Em uma EC, os produtos são projetados para facilitar a reutilização, desmontagem e remodelação, ou a reciclagem, fundamentando que o crescimento econômico se daria através da reutilização de grandes quantidades de material recuperado em vez da extração de novos recursos (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2013). O que coincide com os achados de Kirchherr, Reike e Hekkert (2017), que, ao analisarem 114 definições de EC, puderam concluir que a mesma é descrita mais frequentemente como uma combinação de atividades de redução, reutilização e reciclagem. Além disso, os autores concluíram que nos trabalhos analisados raramente se dá enfoque à necessidade de mudança sistêmica que a EC necessita.

Stahel (1982) expôs os ganhos advindos da extensão da vida útil de mercadorias através de reutilização, reparação, acondicionamento e, em último caso, reciclagem dos materiais. Para esse autor, no instante em que aumenta a disponibilidade de empregos qualificados, a extensão da vida útil dos produtos reduz a dependência de materiais estratégicos. As novas atividades que surgem devem fornecer maiores condições de promover uma economia auto reabsorvível, onde bens mais baratos estão disponíveis e a pressão sobre o meio ambiente é reduzida.

Os benefícios ambientais potenciais da EC incluem a conservação de recursos naturais, redução do impacto ambiental proveniente do uso de fontes de energia eficientes, menor descarte de resíduos, redução do uso de materiais tóxicos, ciclo de vida prolongado e recuperação do ecossistema local. Já os benefícios sociais potenciais incluem a melhoria das

relações sociais entre os setores industriais e as sociedades locais, mais oportunidades de emprego através de novos negócios de reciclagem, maior consciencialização ambiental e melhora nos níveis de saúde pública (GENG et al., 2012).

Medidas que visam o aumento da eficiência dos recursos resultam em melhor desempenho corporativo e maior competitividade, assim é possível promover economias de dinheiro aos consumidores e aumentar sua satisfação (EKINS; HUGHES, 2017). Desta forma, o modelo proposto para EC aproxima um novo paradigma econômico e implica numa nova forma de fazer produtos desde o seu desenvolvimento, permitindo construir negócios que atendam ao crescimento econômico ao passo que consideram a sustentabilidade ambiental e a diminuição dos riscos inerentes à volatilidade e às incertezas dos preços das matérias primas e dos recursos energéticos (LETT, 2014) gerando benefícios ambientais, sociais e econômicos.

Para Geissdoerfer *et al.* (2017), quem mais se beneficiaria com uma EC seriam os atores econômicos que implementam o sistema. Entretanto, segundo o autor, o meio ambiente também seria beneficiado através da redução da poluição e do menor esgotamento de recursos, e a sociedade auferiria benefícios advindos de melhorias ambientais e de certos complementos e premissas, como mais trabalho manual ou tributação mais justa, já que o atual modelo de economia linear é caracterizado pela primazia que dá aos objetivos econômicos, com pouca consideração por preocupações ecológicas e sociais (SAUVÉ; BERNARD; SLOAN, 2016).

Os potenciais benefícios ambientais provindos de um sistema de indicadores de EC incluem a conservação de recursos naturais, redução do impacto ambiental proveniente do uso de fontes de energia eficientes, menor descarte de resíduos, redução no uso de materiais tóxicos, ciclo de vida prolongado e recuperação do ecossistema local. Já os benefícios sociais potenciais incluem melhora nas relações sociais entre os setores industriais e a sociedade, mais oportunidades de emprego através de novos negócios de reciclagem, maior consciencialização ambiental e melhora nos níveis de saúde pública (GENG *et al.*, 2012).

Liu e Bai (2014) averiguaram que existem três categorias de barreira para a implementação de uma EC pelas organizações, a saber, barreiras estruturais, contextuais e culturais. A barreira que de maior destaque no estudo foi a incerteza quanto ao mercado. Os autores também inferiram que metade das barreiras identificadas têm uma estreita relação com a estrutura organizacional e ainda que não existem incentivos incorporados no sistema orçamentário que estimulem a inovação da EC.

### 3 MÉTODO

Uma pesquisa descritiva de natureza qualitativa foi empreendida para que os objetivos deste trabalho fossem alcançados. Segundo Cervo, Bervian e Silva (2007), a pesquisa descritiva faz uso de observação, registro, análise e também correlaciona fatos sem manipulá-los. Assim, utilizou-se uma metodologia inventariante que buscou descrever as características, propriedades e relações inerentes à produção científica dedicada à Economia Circular relacionada à sustentabilidade.

Uma análise bibliométrica foi empregada a fim de mapear a produção científica, identificando suas tendências e, assim, colaborar na sistematização das pesquisas realizadas a respeito de determinado tema e sugerir problemas a serem investigados em futuras pesquisas (CHUEKE; AMATUCCI, 2015).

Desta feita, o estudo foi feito em duas etapas. Primeiramente, foi realizada uma busca sistemática e na segunda uma análise sistemática da literatura e a bibliometria.

Na primeira etapa, para a busca dos trabalhos foi escolhida a coleção principal da base de dados *Web of Science (WoS)*, pois a mesma possui mais de 9.000 periódicos indexados, sendo que estes são os mais citados em suas respectivas áreas e, além disso, trata-se de uma base multidisciplinar. Na mesma base foi realizado um levantamento do conteúdo do acervo compreendendo todas as publicações disponíveis nessa base eletrônica de dados até maio de 2018. O critério foi realizar a busca por tópico, pois neste caso serão contempladas todas as ocorrências dos termos pesquisados no títulos, resumos e palavras-chave, sendo os termos utilizados na busca: “*circular economy*” + “*sustainability*”, conforme Quadro 1.

Após esta busca inicial o material encontrado passou por um refinamento objetivando montar o *corpus* desta pesquisa considerando apenas os artigos disponíveis.

Quadro 1 – Sequência de pesquisa usada no banco de dados

Base de Dados	Sequência de pesquisa	Aplicação da sequência de pesquisa no banco de dados
<i>Web of Science</i> (coleção principal)	TÓPICO: ("circular economy" + sustainability) AND IDIOMAS: (Todos) AND DOCUMENT TYPES: (Artigos = 242) [excluindo-se os <i>proceedings papers</i> ]	Tópico refere-se à pesquisa na <i>Web of Science</i> em títulos, resumos e palavras-chave. Todos os artigos e em qualquer idioma devem compor o resultado. Um total de 242 artigos localizados.

Fonte: Elaborado pela autora.

Em seguida, partiu-se para a utilização de estatística descritiva realizar os seguintes objetivos:

- a) avaliar a evolução histórica da produção científica que trata sobre o tema;
- b) identificar as instituições mais proffcuas;

- c) identificar as principais áreas de pesquisa;
- d) examinar os periódicos que mais publicam sobre o tema – Lei de Bradford;
- e) apresentar os países onde há maior concentração de trabalhos;
- f) identificar os autores que mais produzem neste campo – Lei de Lotka.

Para proceder a identificação dos trabalhos de maior destaque considerou-se a quantidade de citações, conhecidos como *outliers*, para isso, recorreu-se ao auxílio do *software* Minitab. Além de identificar os *outliers* este trabalho apresenta um quadro resumo das principais características inerentes aos mesmos.

Além disso, foi feito uso do *software* VOSviewer para a identificação das redes de coautorias e a frequência no uso de palavras-chave – Lei de Zipf.

O VOSviewer é um *software* livre que se destina principalmente para a construção e visualização de mapas bibliométricos (VAN ECK; WALTMAN, 2010). Além do mais, é útil para criar mapas com base em dados em rede e para visualizar e explorar esses mapas. Este *software* pode ser utilizado para construir redes de pesquisadores, países, palavras-chave, publicações científicas, revistas científicas, além de outros. Desta forma, estas redes podem se conectar por co-autoria, co-ocorrência, citação, acoplamento bibliográfico ou *links* de co-citação (VAN ECK *et al.*, 2010).

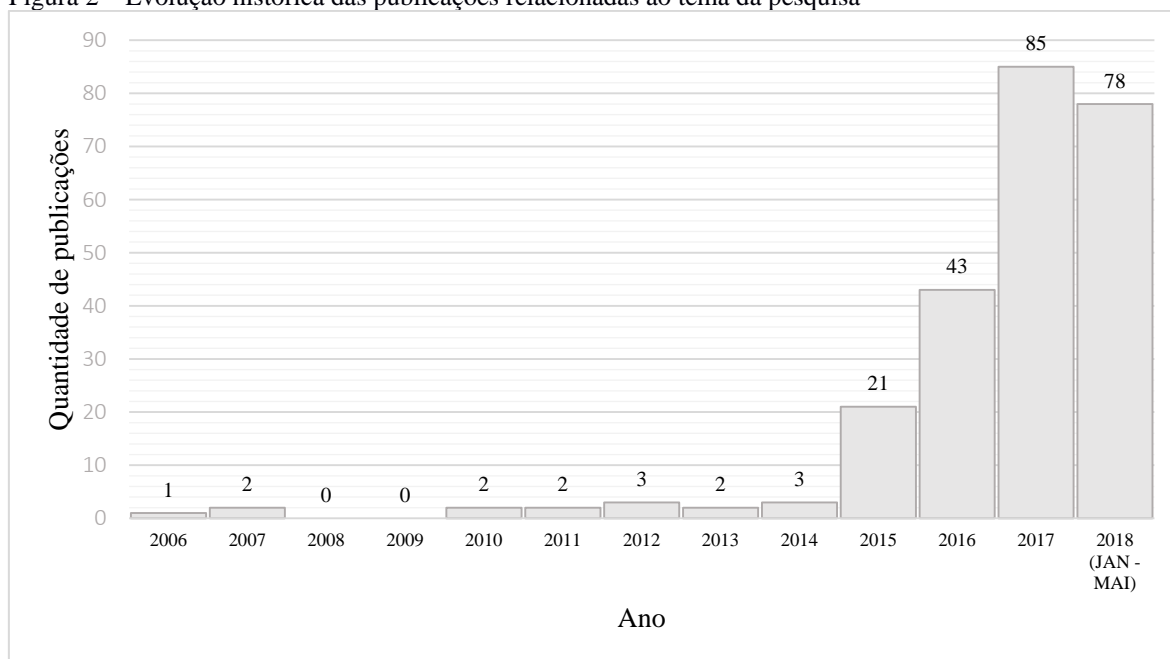
As análises estão organizadas da seguinte forma: produtividade de artigos ao longo do período da pesquisa; análise do primeiro trabalho da WoS tratando do tema EC; distribuição da produção científica por país; organizações que mais publicam artigos relacionados à EC; periódicos em que os artigos foram veiculados; *ranking* de autores mais produtivos; trabalhos mais citados; a colaboração visualizada por meio de coautoria de artigos; quais as áreas principais onde os trabalhos vêm sendo desenvolvidos e, por fim, a análise geral das palavras-chave utilizadas.

## 4 RESULTADOS

Os resultados desta pesquisa buscam descrever a evolução da produção científica a respeito da temática da Economia Circular (EC) quando apresentada relacionada à sustentabilidade. Encontrou-se um total de 242 publicações relevantes para este trabalho, onde todos se tratam de artigos. Dos 242 artigos elegíveis para este estudo 235 foram escritos em inglês, três em espanhol, dois em português, um em francês e um em alemão. Como todos apresentam resumo em inglês não foi necessária a exclusão de nenhum.

Quanto à produtividade de artigos, é possível perceber que, de acordo com as publicações disponíveis na *WoS*, o termo “Economia Circular” tem a origem de sua utilização bastante recente, sendo que o primeiro trabalho foi publicado em 2006, mas que nos últimos anos vem recebendo cada vez mais atenção dos pesquisadores, conforme demonstrado na Figura 2.

Figura 2 – Evolução histórica das publicações relacionadas ao tema da pesquisa



Fonte: Elaborado pela autora.

Até 2014 o tema não vinha recebendo muita atenção dos pesquisadores, já que entre os anos de 2006 e 2014 apenas 15 artigos foram publicados, e ainda em 2008 e 2009 nenhuma publicação tratou do tema abordado neste trabalho. No entanto, a partir de 2015 o volume de publicações começou a crescer consideravelmente.

Em 2015, ao todo, 21 estudos abordaram a EC. Dentre estes, 10 foram produzidos na China. Isto pode ser consequência de que em 2015 encerrou-se o plano quinquenal referente a implementação e o desenvolvimento da EC 2011-2015 e o governo chinês se

esforça para impulsionar esse modelo econômico, tratando esta discussão como um compromisso nacional, daí atraindo a atenção de muitos pesquisadores (SU *et al.*, 2013).

A partir de 2015 o volume de produção vem quase que duplicando a cada ano, com o registro de 45 publicações em 2016 e 85 em 2017. Ressalta-se que a produção referente a 2018 compreende o período de janeiro a maio, onde há o registro de 78 publicações relacionadas aos temas deste trabalho, comportando-se segundo a tendência que se iniciou em 2015.

O primeiro trabalho foi publicado no periódico *Journal of Cleaner Production* por Gao, Hou, Zhang, Zhang e Gong em 2006, e abordou fundamentalmente o projeto Hai Hua Circular Economy Pilot Zone (HHCEPZ) implementado na província de Shandong, na China (GENG *et al.*, 2012). Este projeto objetivava desenvolver a EC em uma zona de desenvolvimento com base na indústria química de salmoura subterrânea. Os pesquisadores da Universidade de Shandong forneciam apoio teórico e tecnológico ao projeto, e no artigo os mesmos descrevem as características do quadro educacional e as técnicas de educação aplicadas na implantação do programa e avaliam o sucesso do mesmo (GAO *et al.*, 2006).

Ciências Ambientais, Engenharia Ambiental e Ciência e Tecnologia da Sustentabilidade Verde foram as áreas de maior produtividade no ano de 2015. Os trabalhos que têm recebido mais citações tratam da eficiência de recursos em empresas químicas e sobre o desenvolvimento da sustentabilidade corporativa na China. Os trabalhos produzidos em 2016 concentravam-se principalmente nas áreas de Ecologia e Ciências Ambientais Engenharia e outros tópicos relacionados a Ciência e Tecnologia. O trabalho mais relevante deste período foi escrito por GHISELLINI, CIALANI e ULGIATI (2016). Os autores forneceram revisão da literatura das últimas duas décadas, no intuito de apreender origens, princípios básicos, vantagens e desvantagens, modelagem e implementação da EC nos diferentes níveis da EC em todo o mundo. Os resultados evidenciam que as origens do CE estão principalmente enraizadas na economia ecológica e ambiental e na ecologia industrial. Segundo os autores, na China a EC é promovida como um objetivo político nacional, enquanto em outras áreas e países, como União Europeia, Japão e EUA, é uma ferramenta para projetar políticas de gestão ambiental e de resíduos. O trabalho também revelou que a implementação da EC em no mundo ainda parece estar nos estágios iniciais, principalmente focada em reciclar em vez de reutilizar.

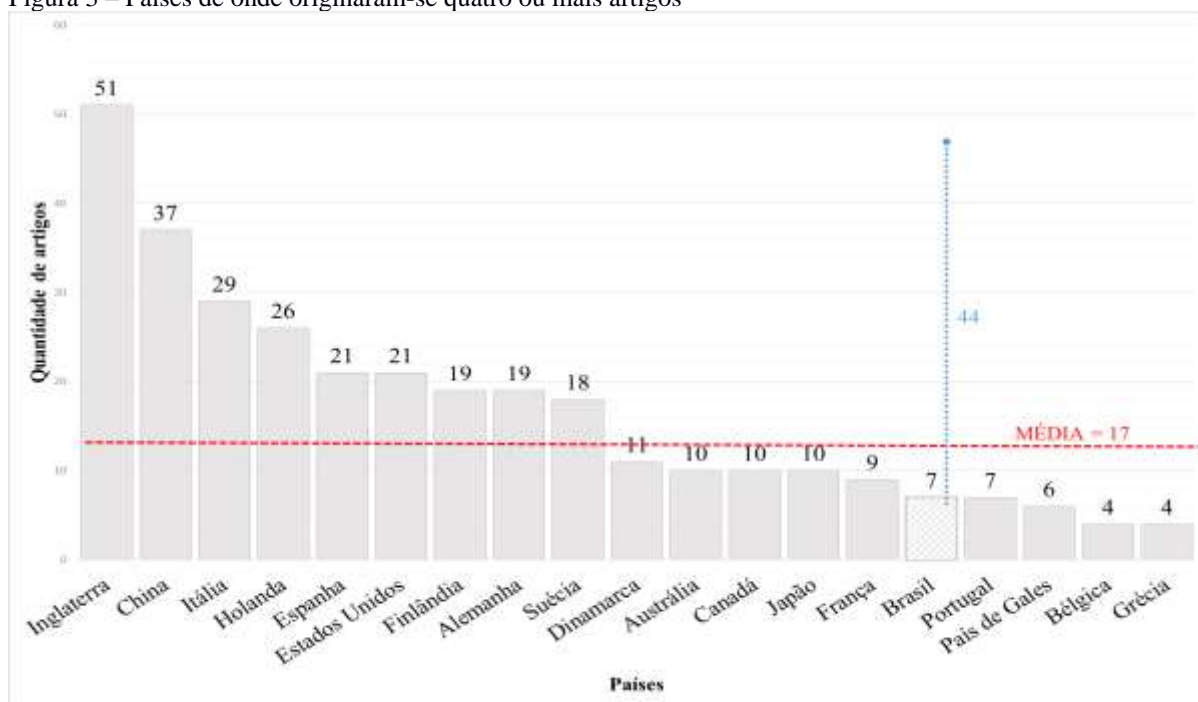
Bocken (*et al.*, 2016) também escreveram um trabalho relevante neste período. Os autores apresentaram uma estrutura de estratégias para orientar designers e estrategistas de negócios na transição de uma economia linear para uma economia circular. Para esses autores

essa transição, no contexto dos negócios, traz uma série de implicações práticas para as empresas, assim eles ofereceram estratégias de *design* de produto e de modelo de negócios para aquelas que desejam adotar o modelo proposto pela EC.

Os artigos mais citados em produzidos em 2017 tratam da química verde, gestão sustentável da cadeia de suprimentos, de descarte, além de trabalhos que visam uma exploração do conceito de EC. Já em 2018, os trabalhos de maior destaque tratam do conceito e das limitações da EC, da química verde, do uso de recursos minerais e do uso de impressão 3D.

Tratando-se dos países onde se estuda a EC, há registro de 47 onde pelo menos um artigo foi produzido. No entanto, na Figura 3 estão representados apenas as nações de onde partiram quatro ou mais publicações.

Figura 3 – Países de onde originaram-se quatro ou mais artigos



Fonte: Elaborado pela autora.

Destacam-se quatro países de onde partiram quase 60% do total de publicações: Inglaterra, China, Itália e Holanda, sendo que os dois primeiros são responsáveis por mais de 35% das obras aqui mapeadas. No Brasil foram feitos apenas 7 trabalhos, ou seja, menos de 3% das obras disponibilizadas.

Em média, os países considerados nesta análise produziram 17 artigos no período considerado. Da Inglaterra, que é o país com maior volume de produção partiram 51 publicações, 44 a mais que o Brasil.

Das 401 organizações envolvidas com as publicações aqui estudadas, a Tabela 1 destaca as 15 mais produtivas. A maioria dessas organizações estão baseadas em território



européu. É possível perceber que a *Delft University of Technology*, na Holanda é um centro de estudos da EC no país. Já os chineses contam com três organizações que se dedicam à temática e na Inglaterra a produção é pulverizada em quatro instituições principais.

Tabela 1 – Organizações mais profícuas

Instituição	Quantidade de trabalhos	País
Delft University of Technology	12	Holanda
Chinese Academy of Sciences	9	China
Shanghai Jiao Tong University	9	China
Helmholtz Association	8	Alemanha
Aalto University	7	Finlândia
National Institute for Environmental Studies	7	Japão
University of Cambridge	7	Inglaterra
Cranfield University	6	Inglaterra
Finnish Environment Institute	6	Finlândia
Shenyang Institute of Applied Ecology CAS	6	China
Universidad de Navarra	6	Espanha
Linköping University	5	Suécia
Tuscia University	5	Itália
University of Leeds	5	Inglaterra
University of Surrey	5	Inglaterra

Fonte: Elaborado pela autora.

A concentração de trabalhos segundo as áreas de pesquisa é apresentada na Figura 4 a seguir.

Figura 4 – Distribuição dos artigos por áreas de pesquisa.



Fonte: Elaborado pela autora.

De acordo com a mesma é possível observar que quase 80% dos trabalhos concentram-se na discussão de temas relacionados a Ecologia e Ciências Ambientais, Engenharia e tópicos diversos relacionados a Ciência e Tecnologia. Além disso, percebe-se que um pequeno percentual de trabalhos tem dado ênfase a assuntos na área de Economia e Negócios.

Há um total de 103 fontes diferentes para os trabalhos disponibilizados pela WoS. Assim, para buscar evidenciar o que atenta a Lei de Bradford, a Tabela 2 apresenta os periódicos mais relevantes dentre os tais, a saber, os que apresentaram no mínimo cinco publicações no período analisado.

Tabela 2 – Periódicos de maior produtividade

Periódico	Quantidade de artigos	Fator de impacto (JCR)
Journal of Cleaner Production	65	5.715
Sustainability	20	1.789
Resources, Conservation and Recycling	13	3.313
Production Planning Control	6	2.369
Journal of Industrial Ecology	5	4.123
Science of the Total Environment	5	4.9

Fonte: Elaborado pela autora.

O periódico que concentra o maior número de publicações sobre EC é o *Journal of Cleaner Production*. Este periódico também possui um elevado fator de impacto indexado pelo *Journal Citation Reports* - JCR. O JCR é a principal métrica utilizada para comparar periódicos de uma mesma área. Sua mensuração é feita através da contabilização das citações recebidas pelos artigos publicados nas revistas que compõem a coleção da WOS. Isto significa dizer que os periódicos de mais alto fator de impacto são percebidos entre os pesquisadores como os que publicam os trabalhos mais relevantes (PINTO; ANDRADE, 1999).

O Quadro 2 apresenta os 9 autores que participaram da elaboração de 23 dos 242 trabalhos, que corresponde a 9% dos trabalhos, atendendo ao que sugere a Lei de Lotka. Esta análise considera os autores que produziram quatro ou mais artigos.

Dentre os 786 autores, o destaque é o pesquisador chinês Yong Geng, que participou da construção de 11 artigos. Correlacionando com a análise das instituições mais profícuas, Yong Geng participou da construção de todos os artigos originados na Shanghai Jiao Tong University. Vale ressaltar que, como se pode verificar no Quadro 2, Joseph Sarkis tem desempenho aproximado ao de Yong Geng quanto ao total de citações recebidas, embora não tenha produzido tantos trabalhos. Isto se deve ao fato de os mesmos serem coautores nos trabalhos de maior destaque de ambos.

Quadro 2 – Autores mais profícuos

Autor	Total de artigos	Total de citações	Instituição	País
Yong GENG	11	242	Shanghai Jiao Tong University	China
Zhe LIU	6	39	Dalhousie University	Canadá
Vanessa PRIETO-SANDOVAL	6	5	Universidad de Navarra	Espanha
Marta ORMAZABAL	5	5	Universidad de Navarra	Espanha
Carmen JACA	5	5	Universidad de Navarra	Espanha
Joseph SARKIS	4	222	Chinese Academy of Science	China

Autor	Total de artigos	Total de citações	Instituição	País
Valentin MOLINA-MORENO	4	4	Universidad de Granada	Espanha
Lu SUN	4	24	University of Tokyo	Japão
Xiaoman YU	4	25	University of the Chinese Academy of Sciences	China

Fonte: Elaborado pela autora.

A Figura 5 expõe as redes de coautoria identificadas. Para esta análise foram considerados apenas os autores com maior volume de produção, ou seja, quatro ou mais artigos publicados. Dentre todos eles, o único que não participa de redes de colaboração com outros autores com alto volume de produção é o autor Valentin Molina-Moreno, por isso não aparece nesta análise. Apesar deste fato, o autor mantém colaboração com outros oito autores distintos.

Figura 5 – Redes de colaboração estabelecidas pelos autores mais profficos



Fonte: Elaborado pela autora.

Na Figura 5, o tamanho dos círculos que representam cada autor é determinado pela quantidade de artigos publicados pelos autores. Já a formação dos clusters obedecem à regra da colaboração entre os mesmos.

Segundo Van Eck e Waltman (2017) quanto à análise de mapas e clusters no VOSviewer, os círculos auxiliam na localização dos itens, os itens agrupam-se em *clusters*, as cores dos *clusters* identificam grupos de itens e a distância entre os itens no mapa se dá em função da similaridade ou relacionamento entre os mesmos.

A partir da Figura 5 também é possível identificar que existem dois *clusters* de colaboração. O primeiro *cluster* é formado pelos autores Sarkis, J.; Geng, Y.; Liu, Z.; Sun, L. e Yu, XM. Os autores deste *cluster* mantém rede de colaboração entre si, exceto Sarkis, que

se relaciona apenas com Geng. Os dois desenvolveram dois artigos em parceria, um em 2010 e outro em 2012. Estes são os primeiros trabalhos de Geng relacionado a EC disponibilizado na coleção da WoS, e inclui seu trabalho de maior destaque. Em seus onze trabalhos Yong Geng estabelece parceria com outros quarenta e um autores, enquanto Joseph Sarkis mantém rede de colaboração com apenas nove pesquisadores. Zhe Liu e Lu Sun colaboram com vinte e quatro outros autores e Xiaoman Yu mantém rede de colaboração com 14 pesquisadores.

No segundo *cluster*, os autores mantêm uma rede de colaboração mais limitada. A autora Vanessa Prieto-Sandoval tem seis artigos publicados, dos quais cinco foram feitos em colaboração com as autoras Marta Ormazabal e Carmem Jaca.

Na Tabela 3 é exibida a distribuição dos artigos ao longo dos anos e o volume de citação dos mesmos.

Tabela 3 – Volume de citações de artigos em função do ano de publicação

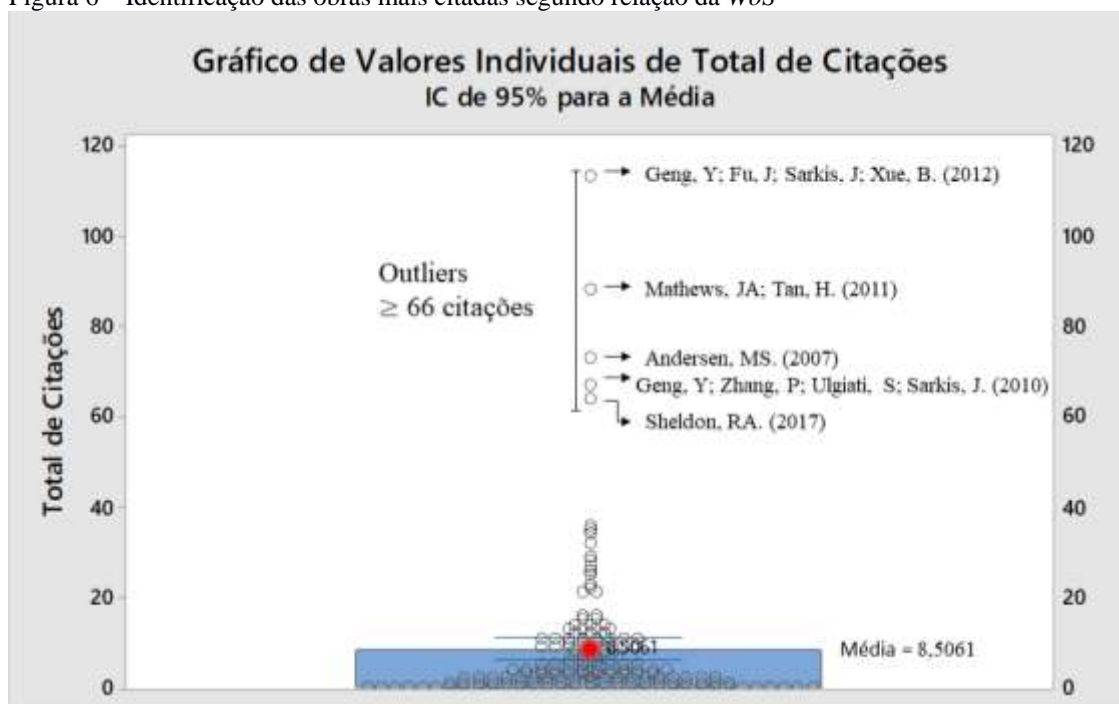
Volume de Citações	Ano													Total de Artigos	Soma total de citações
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018		
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3	28	61	93	0
1 a 9	-	-	-	-	-	-	-	1	2	10	21	46	16	96	299
10 a 19	1	-	-	-	-	1	1	1	1	7	13	8	1	34	409
20 a 29	-	-	-	-	1	-	-	-	-	3	4	-	-	8	195
30 a 39	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	2	1	-	5	147
40 a 100	-	1	-	-	1	1	-	-	-	-	-	2	-	5	338
> 100	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	116

Fonte: Elaborado pela autora.

A partir da Tabela 3 é possível perceber que a maior parte dos artigos receberam poucas citações até então, isto influenciado pelo fato de a maior parte das obras datarem de 2015 em diante. Também que os dez trabalhos mais antigos são razoavelmente citados, dentre os tais seis tem no mínimo 30 citações. Ademais, só há um trabalho com mais de cem citações.

Com relação ao total de citações contabilizado pela WoS, a Figura 6 expõe as obras que foram mais referenciadas pelos pares. Como pode ser identificado, cinco artigos comportam-se de forma destacada dos demais ao receberem uma quantidade de citações muito superior. O trabalho escrito por Geng, Y., Fu, J., Sarkis, J., e Xue, B. em 2012 é o mais citado até então, tendo aparecido nas referências de 116 produções diferentes.

Figura 6 – Identificação das obras mais citadas segundo relação da WoS



Fonte: Elaborado pela autora.

Considerando a destacada atenção que as obras apresentadas como *outliers* na Figura 6 têm recebido pelos pares, o Quadro 3 busca sumarizar as principais características destes cinco trabalhos.

Quadro 3 – Principais características dos trabalhos mais citados

<p><b>Geng et al (2012)</b> 116 citações</p>	<p>TÍTULO: Towards a national circular economy indicator system in China: an evaluation and critical analysis            OBJETIVOS: apresentar o sistema nacional de indicadores de sustentabilidade implementado pelo governo chinês e fornecer uma análise crítica desse sistema desenvolvido para países em desenvolvimento.            MÉTODO: Estudo de caso.            SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS: 1) investigar como os indicadores apresentados podem ser integrados às metodologias de tomada de decisão e definição de políticas para uma implementação efetiva; 2) investigar em diferentes níveis difusão, utilidade e evolução dos indicadores; 3) analisar relacionamentos entre os níveis de tomada de decisão.</p>
<p><b>Mathews e Tan (2011)</b> 89 citações</p>	<p>TÍTULO: Progress Toward a Circular Economy in China The Drivers (and Inhibitors) of Eco-industrial Initiative            OBJETIVOS: demonstrar alguns temas comuns em iniciativas ecoindustriais tomadas na China, no ocidente e em alguns países do leste da Ásia, discutir impulsionadores e inibidores dessas iniciativas, definir uma estrutura evolucionária e introduzir uma noção de ecoeficiência de Pareto para avaliá-las.            MÉTODO: Estudo de casos múltiplos.            SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS: Não oferece.</p>
<p><b>Andersen (2007)</b> 75 citações</p>	<p>TÍTULO: An introductory note on the environmental economics of the circular economy.            OBJETIVO: introduzir princípios fundamentais e abordagens em economia ambiental com foco no alcance de uma ciência da sustentabilidade integrada.            MÉTODO: análise de conceitos e sistematização de ideias.            SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS: Não oferece.</p>
<p><b>Geng et al (2010)</b> 68 citações</p>	<p>TÍTULO: Emergy analysis of an industrial park: The case of Dalian, China            OBJETIVO: apresentar novo método baseado em análise e síntese emergética.            MÉTODO: Estudo de caso.</p>

	SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS: 1) aplicação dos modelos de simulação oferecidos no artigo em regiões menores e utilização de abordagem a nível de parques industriais, 2) desenvolvimento de sistemas de apoio à decisão para avaliação de estratégias alternativas de parques industriais.
<b>Sheldon (2017)</b> <b>66 citações</b>	TÍTULO: The <i>E</i> factor 25 years on: the rise of green chemistry and sustainability OBJETIVO: revisar o impacto global dos princípios da química verde e da sustentabilidade nos últimos 25 anos e o papel central do conceito <i>E factor</i> na condução da eficiência de recursos e minimização de resíduos em indústrias químicas e afins. MÉTODO: Roger Sheldon estabeleceu o conceito de <i>E factor</i> há aproximadamente 26 anos e é considerado uma referência no ramo de pesquisas sobre química verde. O impacto global da química verde e sustentabilidade e o papel central do conceito de <i>E factor</i> , nos últimos vinte e cinco anos é revisado. SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS: Não oferece.

Fonte: Elaborado pela autora.

Como pode ser observado no Quadro 3, as sugestões para trabalhos futuros consistem em evoluções das pesquisas já desenvolvidas pelos autores. Essas sugestões consistem em melhorias no sistema de indicadores desenvolvido por Geng *et al.* (2012) para apoio na tomada de decisão e também a aplicação e desenvolvimento de novos sistemas de apoio à decisão em novos contextos organizacionais.

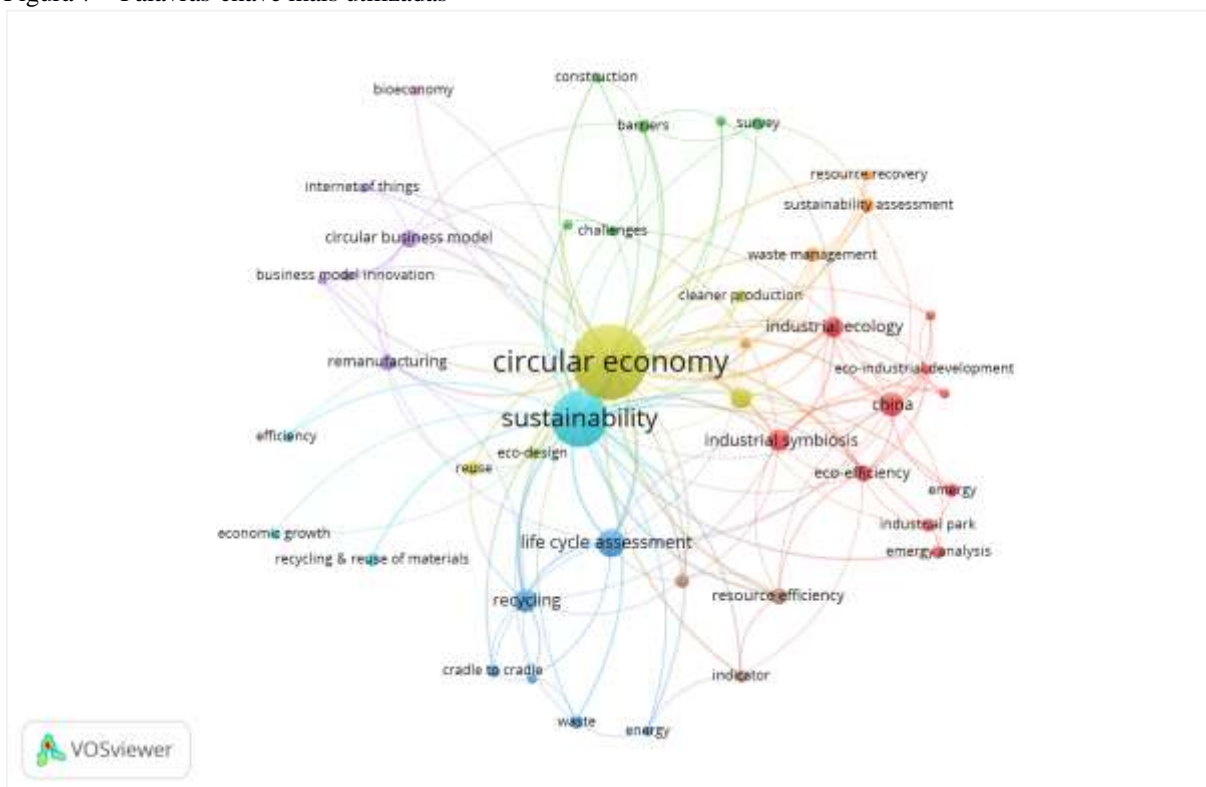
A seguir, a Figura 7 mostra as palavras-chave utilizadas pelos autores em todo o período em que foram encontrados artigos que tratam sobre a relação entre os temas EC e Sustentabilidade na base de dados *WoS*. Para possibilitar uma melhor exibição são consideradas apenas palavras-chaves que apareceram pelo menos três vezes, já que aproximadamente 779 variações de palavras-chave foram utilizadas.

As palavras-chave apresentadas na Figura 7 estão distribuídas em nove *clusters* diferentes. O primeiro conjunto traz uma diversidade de pesquisas que investigam parques industriais e eco parques, simbiose industrial, análise de Emergy e sistemas de indicadores. Todas elas têm em comum o fato de os trabalhos serem desenvolvidos no contexto chinês.

As palavras-chave agrupadas no segundo *cluster* tendem a discutir o desperdício e maneiras de evitá-lo e o conceito de *cradle-to-cradle* (do berço ao berço), que sugere um *framework* que orienta a projeção dos bens conscientemente pensando no seu descarte seguro à natureza ou a sua reutilização como recurso útil para a produção de novos bens (BRAUNGART; MCDONOUGH; BOLLINGER, 2007).

Já no *cluster* três costuma-se discutir deficiência de recursos, e barreiras e desafios que podem aparecer no caminho das iniciativas que buscam o zero desperdício em construções através do design e da eco-inovação, como os modelos de negócio baseados nos princípios da EC.

Figura 7 – Palavras-chave mais utilizadas



Fonte: Elaborado pela autora.

O *cluster* quatro traz o agrupamento de trabalhos que abordam inovação nos modelos de negócios, como sistema de serviço de produtos, modelos de negócios circulares, remanufatura e internet das coisas.

No quinto *cluster* o foco dos trabalhos volta-se para desenvolvimento sustentável, eco-design, reuso e produção enxuta. No sexto *cluster* os artigos abordam a sustentabilidade, o crescimento econômico, eficiência, reciclagem e reuso de materiais. O sétimo *cluster* traz discussões sobre prevenção e gestão do desperdício, recuperação de recursos e avaliação da sustentabilidade são os temas principais dos artigos associados nesta categoria, como processos que direcionem a tomada de decisão para a sustentabilidade. O oitavo *cluster* trabalha os temas eficiência de recursos e uso indicadores na cadeia de suprimentos e, por fim, o nono se refere aos trabalhos que tratam de métodos para uso mais eficiente dos recursos biológicos.

No Quadro 4 são apresentadas todas as palavras-chave que apareceram mais de três vezes distribuídas por *clusters* identificados pelo *software* VosViewer e a quantidade de ocorrências de cada uma nos trabalhos publicados na *WoS* é evidenciada. É possível perceber que as palavras-chave que são utilizadas mais de dez vezes são: *life cycle assessment*, *China*, *recycling*, *industrial symbiosis*, *sustainable development* e *industrial ecology*. Aqui sem falar da quantidade de vezes que são utilizadas as palavras *circular economy* ou *sustainability*, já

que são os termos de buscas desta pesquisa e por isto, necessariamente, há um número maior de ocorrências.

Quadro 4 – Palavras-chave mais utilizadas

<i>Cluster</i>	<b>Palavra-chave (ocorrências)</b>
1	China (14), Eco-efficiency (7), Eco-industrial development (3), Eco-industrial parks (3), Emergy (5), Emergy analysis (4), Indicator system (3), Industrial ecology (10), Industrial park (4), Industrial symbiosis (12).
2	Cradle to cradle (4), Energy (3), Life cycle assessment (20), Packaging (3), Recycling (13), Waste (4).
3	Barriers (4), Challenges (3), Construction (3), Design (3), Eco-innovation (3), Survey (4),
4	Circular economy (137), Cleaner production (4), Eco-design (3), Reuse (5), Sustainable development (12).
5	Business model innovation (3), Circular business model (8), Internet of things (3), Product-service systems (3), Remanufacturing (6).
6	Economic growth (3), Efficiency (3), Recycling & reuse of materials (4), Sustainability (75).
7	Resource recovery (3), Sustainability assessment (5), Waste management (5), Waste prevention (3).
8	Indicator (4), Resource efficiency (7), Supply chain (5).
9	Bioeconomy (3)

Fonte: Elaborado pela autora.



## 5 CONCLUSÕES

O objetivo desta pesquisa foi mapear a produção científica sobre Economia Circular e sustentabilidade em periódicos disponibilizados na base *Web of Science (WoS)* compreendendo todas as publicações até maio de 2018. Esta pesquisa auxiliou a responder à questão: *Como caracteriza-se a produção científica sobre Economia Circular relacionada à sustentabilidade?*

No tocante ao volume de produção ao longo dos anos é visível que 2015 foi o início de um ciclo de crescimento em que este volume se comporta como uma progressão aritmética. Em 2015 foram publicados mais artigos do que nos nove anos anteriores somados e, a partir de então, a produção vem dobrando a cada ano. Esta expectativa permanece para o ano de 2018, onde este estudo demonstra que a quantidade de publicações quase se igualou a do ano anterior, contados apenas os primeiros cinco meses do ano.

Inglaterra e China são os países de onde a maior quantidade de artigos provém. A desenvoltura brasileira no tocante ao tema ainda é tímida, trazendo à luz a necessidade de produção de mais trabalhos, devido à constatada importância deste tema. Ademais, na Europa se concentra a maior quantidade dos núcleos de pesquisa mais produtores em EC. Sendo a holandesa *Delft University of Technology* destaque pela maior quantidade de trabalhos.

O pesquisador Young Geng, além de ser o mais profícuo, ainda participou da elaboração do trabalho mais referenciado até então, comportando-se como referência no assunto ao ter recebido 116 citações. Dentre os *outliers* encontrados, os trabalhos de Geng são os únicos que sugerem investigações futuras. As mesmas consistem em evoluções das pesquisas já desenvolvidas pelo autor e sua rede de colaboração, sugerindo investigações em relação a melhorias no sistema de indicadores desenvolvido por Geng et al. (2012) para apoio na tomada de decisão e também a aplicação e desenvolvimento de novos sistemas de apoio à decisão em novos contextos organizacionais.

Dentre os periódicos que publicaram sobre os temas objeto desta pesquisa no período analisado o que concentra o maior volume de publicações é o *Journal of Cleaner Production*, concentrando mais de 26% dos trabalhos produzidos.

A maior parte dos trabalhos concentra a discussão em temas relacionados a Ecologia e Ciências Ambientais, Engenharia e tópicos diversos relacionados a Ciência e Tecnologia. Foi possível perceber que é pequeno o percentual de trabalhos que enfatizam a área de Economia e Negócios.

De acordo com a análise palavras-chave foi possível perceber que a maior parte dos estudos sobre EC e sustentabilidade abordam a avaliação do ciclo de vida dos produtos, a reciclagem, a simbiose industrial e a ecologia industrial, o desenvolvimento sustentável e que uma grande parte das pesquisas é desenvolvida no contexto chinês.

Um fator limitador para este trabalho é que a busca de artigos para compor esta análise foi realizada apenas na *Web of Science*. Outras bases poderiam ser utilizadas para um resultado mais completo. Além disso, futuramente seria valioso o desenvolvimento de mais trabalhos voltados para as áreas de economia e negócios, bem como comportamento do consumidor, já que é através do desenvolvimento de novos negócios e da adesão dos consumidores que a EC poderá efetivamente se estabelecer e tornar-se o modelo econômico predominante.

## REFERÊNCIAS

- ALVARADO, R. U. A bibliometria no Brasil. **Ci. Inf.**, v. 13, n. 2, p. 91–105, 1984. Disponível em: <<http://revista.ibict.br/ciinf/article/view/200>> Acesso em: 10 nov. 2017.
- ANDERSEN, M. S. An introductory note on the environmental economics of the circular economy. **Sustainability Science**, v. 2, n. 1, p. 133–140, 2007. Disponível em: <<https://doi-org.ez11.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s11625-006-0013-6>> Acesso em: 10 nov. 2017.
- BARBIERI, J. C. *et al.* Inovação e sustentabilidade: novos modelos e proposições. **Revista de Administração de Empresas**, v. 50, n. 2, p. 146–154, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0034-75902010000200002>> Acesso em: 10 nov. 2017.
- BRAUNGART, M.; MCDONOUGH, W.; BOLLINGER, A. Cradle-to-cradle design: creating healthy emissions – a strategy for eco-effective product and system design. **Journal of Cleaner Production**, v. 15, n. 13–14, p. 1337–1348, set. 2007. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2006.08.003>> Acesso em: 10 mai. 2018.
- BRUNDTLAND, Gro Harlem. **Report of the World Commission on environment and development: "our common future."** United Nations, 1987. Disponível em: <[https://www.sswm.info/sites/default/files/reference\\_attachments/UN%20WCED%201987%20Brundtland%20Report.pdf](https://www.sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/UN%20WCED%201987%20Brundtland%20Report.pdf)> Acesso em: 7 nov. 2017.
- CAFÉ, L.; BRÄSCHER, M. Organização da informação e bibliometria. **Enc. Bibli: R. Eletr. Bibliotecon. Ci. Inf.**, Florianópolis, n. esp., 2008. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/eb/article/viewFile/1518-2924.2008v13nesp1p54/1032>>. Acesso em: 06 nov. 2017.
- CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A.; SILVA, R. **Metodologia científica**. 6. ed. São Paulo, SP: Prentice Hall, 2007. 162 p.
- CHUEKE, G. V.; AMATUCCI, M. O que é bibliometria? Uma introdução ao Fórum. **Internext: Revista Eletrônica de Negócios Internacionais da ESPM.**, v.10, n. 2, p. 1–5, 2015. Disponível em: <<http://internext.espm.br/index.php/internext/article/view/330>>. Acesso em: 05 out. 2017.
- CONNELL, K. Y. H.; KOZAR, J. M. Introduction to special issue on sustainability and the triple bottom line within the global clothing and textiles industry. **Fashion and Textiles**, v. 4, n. 1, p. 16, 2017. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1186/s40691-017-0100-6>>. Acesso em: 12 nov. 2017.
- EKINS, P.; HUGHES, N. **Resource Efficiency: Potential and Economic Implications**. [s.n.] 2017. Disponível em: <[http://www.resourcepanel.org/sites/default/files/documents/document/media/resource\\_efficiency\\_report\\_march\\_2017\\_web\\_res.pdf](http://www.resourcepanel.org/sites/default/files/documents/document/media/resource_efficiency_report_march_2017_web_res.pdf)>. Acesso em: 7 nov. 2017.
- ELKINGTON, J. **Canibais com garfo e faca**. São Paulo: Makron Books, 2001.
- ELKINGTON, J. Partnerships from cannibals with forks: The triple bottom line of 21st-century business. **Environmental Quality Management**, v. 8, n. 1, p. 37-51, 1998.

Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/tqem.3310080106/abstract>>  
Acesso em: 15 jun. 2017.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (EMF). **Towards the Circular Economy**, vol. 1. 2013. Disponível em:  
<<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Ellen-MacArthur-Foundation-Towards-the-Circular-Economy-vol.1.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2017.

GAO, C. *et al.* Education for regional sustainable development: experiences from the education framework of HHCEPZ project. **Journal of Cleaner Production**, v. 14, n. 9–11, 2006, p. 994-1002, 2006. Disponível em:  
<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652606000382>>. Acesso em 12 jun. 2018.

GHISELLINI, P.; CIALANI, C.; ULGIATI, S. A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. **Journal of Cleaner Production**, v. 114, p. 11-32, 2016. Disponível em:  
<<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007>> Acesso em: 15 jun. 2018.

GEISSDOERFER, M. *et al.* The Circular Economy – A new sustainability paradigm? **Journal of Cleaner Production**, v. 143, p. 757–768, 2017. Disponível em:  
<<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>> Acesso em: 15 out. 2017.

GENG, Y. *et al.* Towards a national circular economy indicator system in China: an evaluation and critical analysis. **Journal of Cleaner Production**, v. 23, n. 1, p. 216–224, mar. 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.07.005>> Acesso em: 15 jun. 2017.

GENG, Y. *et al.* Measuring China's Circular Economy. **Science**, v. 339, n. 6127, p. 1526-1527, 2013. Disponível em: <<http://science.sciencemag.org/content/339/6127/1526>> Acesso em: 15 out. 2017.

IPCC. Summary for Policymakers. 2013. In: **Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, p. 1–30. Disponível em: <[doi:10.1017/CBO9781107415324.004](https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004)> Acesso em: 01 out. 2017.

KIRCHHERR, J.; REIKE, D.; HEKKERT, M. Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 127, n. April, p. 221–232, dez. 2017. Disponível em:  
<<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0921344917302835>> Acesso em: 28 nov. 2017.

LETT, L. A. Las amenazas globales, el reciclaje de residuos y el concepto de economía circular. **Revista argentina de microbiología**, v. 46, n. 1, p. 1-2, mar. 2014. Disponível em:  
<[http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0325-75412014000100001&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0325-75412014000100001&lng=es&nrm=iso)>. Acesso 12 mai. 2017.

LIU, Y.; BAI, Y. An exploration of firms' awareness and behavior of developing circular economy: An empirical research in China. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 87, p. 145–152, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2014.04.002>> Acesso em: 1 nov. 2016.

MATHEWS, J. A.; TAN, H. Progress toward a circular economy in China: The drivers (and inhibitors) of eco- industrial initiative. **Journal of Industrial Ecology**, v. 15, n. 3, p. 435–457, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.1530-9290.2011.00332.x>> Acesso em: 25 mai. 2018.

MCDOUNOUGH, W. *et al.* JB. Applying the Principles of Green Engineering to Cradle-to-Cradle Design. **Environmental Science Technology**. v. 37, n. 23. p. 434-441, 2003. Disponível em: <<http://pubs-acsc-org.ez11.periodicos.capes.gov.br/doi/abs/10.1021/es0326322>> Acesso em: 15 jun. 2017.

MURRAY, A.; SKENE, K.; HAYNES, K. The Circular Economy: An Interdisciplinary Exploration of the Concept and Application in a Global Context. **Journal of Business Ethics**, v. 140, n. 3, p. 369–380, 2017. Disponível em: <<https://link.springer.com.ez11.periodicos.capes.gov.br/content/pdf/10.1007%2Fs10551-015-2693-2.pdf>> Acesso em: 19 set. 2017.

OLIVEIRA FILHO, J. E. Gestão ambiental e sustentabilidade: um novo paradigma econômico para as organizações modernas. **Rev. Teor. Pol. soc. Cidad.**, Salvador, v. 1, n. 1, 2004. Disponível em: <[http://www.fbb.br/downloads/domus\\_jaime.pdf](http://www.fbb.br/downloads/domus_jaime.pdf)> Acesso em: 19 set. 2017.

PINTO, A. C.; ANDRADE, J. B. Fator de impacto de revistas científicas: qual o significado deste parâmetro?. **Quím. Nova**, v. 22, n. 3, p. 448-453, 1999. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v22n3/1101.pdf>> Acesso em: 25 jun. 2018.

POMPONI, F.; MONCASTER, A. Circular economy for the built environment: A research framework. **Journal of Cleaner Production**, v. 143, p. 710-718, fev. 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.055>> Acesso em: 07 nov. 2017.

SACHS, I. **Estratégias de transição para o século XXI**: desenvolvimento e meio ambiente. São Paulo: Studio Nobel, 1993, 103p.

SAUVÉ, S.; BERNARD, S.; SLOAN, P. Environmental sciences, sustainable development and circular economy: Alternative concepts for trans-disciplinary research. **Environmental Development**, v. 17, p. 48–56, jan. 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.envdev.2015.09.002>> Acesso em: 07 nov. 2017.

SHELDON, R. A. The E factor 25 years on: the rise of green chemistry and sustainability. **Green Chemistry**, v. 19, n. 1, p. 18-43, 2017. Disponível em: <<http://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2017/gc/c6gc02157c#!divAbstract>> Acesso em: 07 nov. 2017.

SLAPER, T. F.; HALL, T. J. The triple bottom line: what is it and how does it work?. **Indiana business review**, v. 86, n. 1, p. 4, 2011. Disponível em: <<http://www.ibrc.indiana.edu/ibr/2011/spring/pdfs/article2.pdf>> Acesso em: 15 jun. 2017.

STAHTEL, Walter R. The product life factor. An Inquiry into the Nature of Sustainable Societies: The Role of the Private Sector (Series: 1982 Mitchell Prize Papers), NARC, 1982. Disponível em: <<http://infohouse.p2ric.org/ref/33/32217.pdf>> Acesso em: 25 jan. 2017.

SU, B. *et al.* A review of the circular economy in China: moving from rhetoric to implementation. **Journal of Cleaner Production**, v. 42, p. 215–227, 2013. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652612006117>> Acesso em: 15 jun. 2017.

UNEP - UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **Circular Economy: An alternative model for economic development**. 2006. Disponível em: <<http://www.unep.fr/shared/publications/pdf/DTIx0919xPA-circulareconomyEN.pdf>> Acesso em: 1 jun. 2018.

UNITED NATIONS GENERAL ASSEMBLY. Transforming Our World: the 2030 Agenda for Sustainable Development. **In: A/RES/70/1**, p. 35, 2015. Disponível em: <<https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/21252030%20Agenda%20for%20Sustainable%20Development%20web.pdf>> Acesso em: 6 jun. 2018.

VAN ECK, N. J. *et al.* A comparison of two techniques for bibliometric mapping: Multidimensional Scaling and VOS. **Journal of the American Society for Information Science and Technology**, v. 61, n. 12, p. 2405–2416, 2010. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1002/asi.21421>>. Acesso em 20 jun. 2018.

VAN ECK, N. J.; WALTMAN, L. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. **Scientometrics**, v. 84, n. 2, p. 523–538, 2010. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s11192-009-0146-3>> Acesso em: 12 nov. 2017.

\_\_\_\_\_. **VOSviewer Manual**, 2017. Disponível em: <[http://www.vosviewer.com/documentation/Manual\\_VOSviewer\\_1.5.4.pdf](http://www.vosviewer.com/documentation/Manual_VOSviewer_1.5.4.pdf)> Acesso em: 12 nov. 2017.

ZANIRATO, S. H.; ROTONDARO, T. Consumo, um dos dilemas da sustentabilidade. **Estudos Avançados**, v. 30, n. 88, p. 77–92, dez. 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s0103-40142016.30880007>> Acesso em: 12 jun. 2017.