

Análise da produção científica sobre economia circular e sustentabilidade

Ana Késia Costa da Silva¹
Jeniffer de Nadae²
Manoel Bastos Gomes Neto³
Sérgio Lima⁴

Resumo

Embora a economia circular seja um modelo recente, sua acreditação como viabilizadora da sustentabilidade vem aumentando nas últimas décadas. Esta pesquisa analisou as publicações científicas internacionais relacionadas à Economia Circular e sustentabilidade em periódicos indexados na *Web of Science*. Uma análise bibliométrica foi realizada por meio de estatística descritiva, identificação de *outliers* e avaliação de redes sociométricas. A amostra foi composta por 1.445 artigos, publicados em 400 periódicos e produzidos em 401 instituições. Percebe-se que o tema, apesar de considerado novo, vem crescendo consideravelmente em termos de publicação nos últimos anos. No entanto, produção acadêmica brasileira no campo ainda é discreta, trazendo à luz a necessidade de ampliar linhas de pesquisa. Por fim, este artigo identifica oportunidades para futuras pesquisas que possam analisar a aplicação da Economia Circular em campos como economia e negócios, bem como o comportamento do consumidor.

Palavras-chave: Economia circular; Sustentabilidade; Análise bibliométrica.

Analysis of the scientific production on circular economy and sustainability

Abstract

Although the circular economy is a recent model, its accreditation as an enabler of sustainability has been increasing in the last decades. This research analyzed the international scientific publications related to the Circular Economy and sustainability in journals indexed in the Web of Science. A bibliometric analysis was carried out through descriptive statistics, identification of outliers and evaluation of sociometric networks. The sample comprised 1.445 articles, published in 400 journals and produced in 401 institutions. It is perceived that the theme, despite considered new, has been growing considerably in terms of publication in the last years. However, the Brazilian academic production in the field is still discreet, bringing to

¹ Graduação em Administração pela Universidade Federal do Cariri. akesiacs@gmail.com. <http://lattes.cnpq.br/1530093621390363>

² Graduação em Administração de Empresas e Agronegócios pela Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho (UNESP/UD-Tupã/SP). Mestre em Engenharia de Produção pela Faculdade de Engenharia de Bauru da UNESP/Bauru. Doutora em Engenharia de Produção pela Escola Politécnica da USP. Pós Doutora em Engenharia de Produção pela Escola Politécnica da USP. Professora da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI). Professora permante do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento, Tecnologias e Sociedade (DTECS/UNIFEI). jeniffer.nadae@unifei.edu.br. <http://lattes.cnpq.br/8207698080131416>

³ Graduado em Administração pela Universidade Federal do Cariri (UFCA/2021). Mestrando em Administração pela Pontificia Universidade Católica - Minas Gerais (PUC-MG). neto26bastos@gmail.com. <http://lattes.cnpq.br/9035299295235207>

⁴ Graduação em Administração pela Universidade Federal do Cariri. shlima05@gmail.com.

the light the need to broaden lines of research. Finally, this article identifies opportunities for future research that might analyze the application of the Circular Economy in fields such as economy and business, as well as consumer behavior.

Keywords: Circular economy; Sustainability; Bibliometric analysis.

Análise da produção científica sobre economia circular e sustentabilidade

1 Introdução

A sustentabilidade requer significativa mudança nos modos de produção, consumo e comportamento atuais, de forma que é necessário o desenvolvimento de mecanismos que conduzam à 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 (EC).

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 degradação ambiental através da remoção do capital natural do meio ambiente e 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, por outro lado, “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, que em 1990, abordaram a necessidade do desenvolvimento de sistemas que vão além dos modelos econômicos lineares de “fazer e dispor” e da adoção de ciclos fechados de materiais e energia no intuito de manter o valor dos recursos na economia, e foi apresentado como um conceito intimamente ligado ao da sustentabilidade (GEISSDOERFER *et al.*, 2017). Para Sauv e, Bernard e Sloan (2016), a EC visa a otimizar o uso de recursos virgens e reduzir a polui o e o desperdício em cada etapa do processo produtivo, 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, permitindo que haja desenvolvimento econômico e rentabilidade cada vez maiores, sem que exista uma pressão crescente sobre o meio ambiente.

O presente estudo pretende suplantear uma lacuna das publica es disponíveis em português, em face da carência de trabalhos que abordem o tema e da inexistência de pesquisas publicadas que intencionem abordar o estado-da-arte das publica es sobre Economia Circular e sustentabilidade. Uma busca por artigos disponibilizados na base *Web of Science* até o final de 2020 com a palavra-chave “*Circular Economy*” demonstrou que há apenas 175 artigos de autoria brasileira, e destes, somente nove estão disponibilizados em língua portuguesa.

Para tanto, realizou-se uma pesquisa de natureza descritiva e exploratória a partir de análise de dados bibliométricos, sociométricos e análise de *clusters*. Embora estudos bibliométricos sobre *Circular Economy* tenham sido realizados (KUZMA; SEHNEM; BENCKE; ROMAN, 2020) a abrangência do presente trabalho justifica sua realiza o por complementá-los em termos de natureza da análise específica a sustentabilidade. Assim, este trabalho se norteia pela seguinte questão de pesquisa: Como se caracteriza a produ o

científica internacional sobre economia circular relacionada à sustentabilidade? Desta forma, o objetivo é mapear a produção científica internacional sobre economia circular e sustentabilidade compreendendo todas as publicações de 2006 a 2020.

Além desta introdução, o texto está estruturado em cinco seções. Na seção seguinte, o foco está na discussão referente à economia circular e sustentabilidade. Logo após, é apresentada uma breve revisão da literatura sobre o método bibliométrico. Na seção seguinte a metodologia utilizada é apresentada, onde descreve-se os processos de coleta e de análise de dados, seguindo então para a discussão dos resultados encontrados. Por fim, o trabalho retorna aos resultados mais relevantes encontrados, as relações com a teoria, limitações da pesquisa, contribuições e implicações para pesquisas futuras.

2 Revisão da Literatura

2.1 Sustentabilidade e Economia Circular

A sustentabilidade, segundo Sachs (2002), deve ser visualizada dentro dos âmbitos social, econômico, ecológico, espacial, territorial, cultural, política nacional e política internacional, os quais compõem a alçada de estudo do ecodesenvolvimento. Diante da intensificação dos problemas ambientais, nota-se uma preocupação crescente e urgentemente necessária na mudança de comportamento em relação à gestão dos recursos naturais, buscando o desenvolvimento sustentável (GAVIOLI; FRANCISCO; SEHNEM, 2016).

Já o desenvolvimento sustentável, termo que muitas vezes se entrelaça com a sustentabilidade, foi definido pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento da Organização das Nações Unidas como aquele capaz de suprir as necessidades do presente, sem comprometer a capacidade do planeta de atender as necessidades das futuras gerações (WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT, 1987).

Para alguns autores, o conceito de economia circular foi proposto pela primeira vez por Pearce e Turner, em 1990 (ANDERSEN, 2007; SU *et al.*, 2013). Os precursores do tema apontaram que uma economia tradicional foi desenvolvida sem tendência interna de reciclagem, o que se refletiu no tratamento do meio ambiente como um reservatório de resíduos.

Segundo outros autores, o pioneiro da discussão sobre o tema que viria a ser conhecido como economia circular é Kenneth E. Boulding, em um estudo de 1966 (GEISSDOERFER *et al.*, 2017), no qual o autor defende a necessária adoção de um vetor de retroalimentação, obedecendo à lógica recursos-produção-regeneração, que passaria a organizar as atividades econômicas, afetando tanto a produção de bens de consumo como o consumo destes bens produzidos.

Entretanto, conforme Murray, Skene e Haynes (2017), diversos outros estudiosos reivindicam o crédito pela introdução da discussão que resultou na expressão “economia circular”, relacionando-a com uma série de significados e associações que, em comum, vinculam-se ao conceito de sistema de ciclo fechado.

Para Geng e Doberstein (2008), o conceito de EC tem suas origens na Ecologia Industrial, que se baseia na ideia de coexistência de uma economia saudável e da saúde ambiental. De acordo com a Ellen MacArthur Foundation (2013, p. 14), uma das organizações líderes globais em iniciativas relacionadas à EC, tal conceito é uma construção teórica que “denota uma economia industrial que é restauradora ou regenerativa por intenção 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 definição que mais se adequa ao seu campo de estudos.

A economia linear é baseada em um processo simples e linear de extração, produção, 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 a aplicação de produção mais limpa, o desenvolvimento de parques eco-industriais e planejamento baseado em recursos para o desenvolvimento em indústrias, áreas urbanas e na agricultura (UNEP, 2006).

Andersen (2007) afirma que a EC abrange 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 abordagem amplamente empregada na literatura sobre sustentabilidade é a *triple bottom line* (TBL), conceito introduzido por John Elkington em 1997, que se popularizou tanto na esfera acadêmica como na aplicação de estratégias de sustentabilidade pelas organizações. Segundo essa abordagem (ELKINGTON, 1997), a organização deve estabelecer objetivos, gerenciar estratégias e buscar resultados em três perspectivas: além da já tradicional perspectiva econômico-financeira – presente nas informações financeiras padronizadas – o desempenho deve ser aferido em termos sociais e ambientais. Neste sentido, a EC parece satisfazer os pressupostos do *triple bottom line*.

Para Sauvé, Bernard e Sloan (2016), o modelo linear da economia enfatiza os objetivos econômicos, e pouco leva em consideração as preocupações ecológicas e sociais. Entretanto, os resíduos gerados após o consumo afetam a humanidade através da poluição ou contaminação do meio ambiente, ocasionadas pelo despejo de resíduos em condições inadequadas, como os lixões. 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, proporcionando “deterioração ambiental embutida em ambas as extremidades” do sistema (STAHEL, 1982, p. 73).

Os princípios da EC incluem os 3Rs (reduzir, reusar, reciclar) (WU *et al.*, 2014) e os 6Rs (reusar, reciclar, redesenhar, remanufaturar, reduzir, recuperar) (JAWAHIR; BRADLEY, 2016). Desta forma, uma vez adotada a EC, os problemas de desperdício e acúmulo de lixo tendem a 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 às indústrias lucrar sem necessariamente ampliar os riscos e custos associados aos resíduos.

Neste sentido, as características regenerativas da 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 reduzir a emissão e a fuga de energia do sistema, tornando-o mais eficiente (GEISSDOERFER *et al.*, 2017).

Na lógica da EC, os produtos são projetados para facilitar a reutilização, desmontagem e remodelação, ou a reciclagem, tomando por princípio de 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). Tais premissas corroboram os achados de Kirchherr, Reike e Hekkert (2017) que, ao analisarem 114 definições de EC, concluíram que a mesma é descrita mais frequentemente como uma combinação de atividades de redução, reutilização e reciclagem. Além disso, os autores

verificaram que raramente se dá enfoque à necessidade de mudança sistêmica que a EC necessita.

Os benefícios ambientais potenciais da EC incluem a conservação de recursos naturais, redução do impacto ambiental derivada 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, maior consciencialização ambiental e melhora nos níveis de saúde pública (GENG *et al.*, 2012).

Para Geissdoerfer *et al.* (2017), quem mais se beneficiaria com uma EC seriam os próprios atores econômicos que integram o sistema. Entretanto, segundo os autores, o meio ambiente também seria beneficiado através de reduções na poluição e no consumo de recursos naturais, e a sociedade auferiria benefícios advindos destas melhorias ambientais. Sauvé, Bernard e Sloan (2016) concordam que o atual modelo de economia linear é caracterizado pela primazia que dá aos objetivos econômicos, com pouca consideração por preocupações ecológicas e sociais.

Apesar dos inúmeros benefícios da EC, como discutido, diversas são as barreiras para a sua adoção. Liu e Bai (2014) identificaram três categorias de barreiras para a sua implementação, a saber: barreiras estruturais, culturais e contextuais. As barreiras estruturais dizem respeito ao sistema de incentivos dirigido aos gestores de alto escalão, cujos contratos de trabalho, frequentemente de natureza temporária, afetam a continuidade das estratégias de EC em longo prazo. Com a alternância de lideranças, novas equipes de trabalho findam por trazer novas sugestões aos projetos, por vezes os desviando do plano original. Outros obstáculos estruturais são a ausência de incentivos orçamentários para estimular a inovação através da EC e flexibilidade e inovação restringidas por conta do sistema hierárquico.

Por seu turno, as barreiras culturais relacionam-se com a percepção de lacunas entre planejamento e produção e de forte aversão ao risco pelos gestores. As barreiras contextuais se referem à visão de que o compromisso com a EC é inibido por prioridades competitivas e à incerteza sobre o mercado, esta última sendo a barreira de maior destaque (LIU; BAI, 2014).

Assim, o conceito de EC tem influenciado a legislação e a inovação em muitas das grandes economias mundiais, como China, Alemanha, Japão e Reino Unido (WINANS *et al.*, 2017). Na China, este conceito foi popularizado na década de 1990, como resposta às consequências do crescimento econômico e às limitações de recursos naturais (NAUSTDALSLID, 2014). Além disso, a China é um dos poucos países que vêm compreendendo a EC como um modelo viável para a reformulação da economia nacional (WINANS *et al.*, 2017). Também na Alemanha o conceito de EC foi introduzido no início dos anos 1990 com vistas à promoção do desenvolvimento sustentável, abordando questões como adequada utilização de matérias primas e de recursos naturais (GENG; DOBERSTEIN, 2008).

Em Portugal, no Reino Unido, na Dinamarca e na Suíça, o conceito de EC é aplicado, sobretudo, com foco no gerenciamento de resíduos, e em menor escala, na reutilização de materiais (COSTA; MASSARD; AGARWAL, 2010). Já no Brasil, embora desde o ano de 2010 exista uma lei dedicada ao tratamento e destinação de resíduos sólidos (Lei nº 12.305/10), somente em 2019 o país lançou um plano nacional que leva em consideração os princípios da EC, o Programa Lixão Zero. O programa, que tem por objetivo erradicar os lixões existentes e promover destinação adequada para os resíduos sólidos produzidos no país, é uma iniciativa do Ministério do Meio Ambiente como um subproduto da Agenda Nacional de Qualidade Ambiental Urbana (BRASIL, 2019). Ainda como parte dos esforços para o estabelecimento de ações voltadas à economia circular e logística reversa de embalagens, o governo abriu uma consulta pública através da Portaria nº 252/2020 onde busca firmar parceria com as empresas Ambev, Kaiser & HNK BR, Nestlé, Coca-Cola, Tetrapak e

Unilever, que assumirão o compromisso de desenvolver ações para o desenvolvimento da Economia Circular de embalagens em geral (BRASIL, 2020).

Ademais, no final de 2015, a Fundação Ellen MacArthur lançou no país o programa Circular Economy 100 (CE100 Brasil). Esse é um programa de inovação pré-competitiva, que já foi aplicado em países como China e Índia e é estabelecido para permitir que as organizações desenvolvam novas oportunidades e realizem suas ambições de EC mais rapidamente com o apoio da Fundação (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2015).

2.2 Bibliometria

O estudo bibliométrico é um método estatístico que possibilita a mensuração e a visualização mais aprimorada sobre as produções científicas de uma determinada área e seus campos correlatos (SPLITTER; AGUIAR; BORBA, 2012; MACHADO JUNIOR *et al.*, 2016). Esta análise é realizada a partir de padrões estatísticos e modelos matemáticos que permitem coletar, organizar e interpretar dados, a fim de auxiliar pesquisadores e cientistas na tomada de decisão sobre futuros esforços de pesquisa (KOBASHI; SANTOS, 2012; DE CASTRO JUNIOR *et al.*, 2013).

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: 1) Lei de Bradford ou lei de dispersão do conhecimento científico, criada em 1934, que descreve a distribuição da literatura periódica numa área específica sendo possível identificar os periódicos proeminentes; 2) Lei de Lotka ou lei da produtividade de pesquisadores, desenvolvida em 1926, a qual descreve a produtividade dos autores e o impacto da produção; 3) Lei de Zipf ou lei da distribuição e frequência de palavras em um texto, consolidada em 1949, que descreve a frequência no uso de palavras-chave, possibilitando a identificação dos temas mais recorrentes relacionados a um campo de conhecimento.

Splitter, Aguiar e Borba (2012) apontaram outros métodos utilizados para analisar o conjunto de trabalhos disponibilizados em bases eletrônicas. Os laços científicos entre autores, periódicos, países, instituições, número de autores, metodologia adotadas, número de citações, co-citações são exemplos dessas novas técnicas que compõem o estudo bibliométrico. Vale ressaltar que outros procedimentos vêm sendo incorporados nas pesquisas bibliométricas, a fim de estabelecer uma análise mais aprofundada sobre a área estudada, como as análises sociométricas, que visam identificar as redes sociais de cooperação entre autores e instituições de ensino e pesquisa (BUFREM; PRATES, 2005).

3 Método

Neste trabalho, uma análise bibliométrica foi empregada a fim de descrever as características e mapear a produção científica dedicada à economia circular relacionada a sustentabilidade. O método bibliométrico possibilita a identificação e a sistematização das pesquisas realizadas a respeito de determinado tema, além do mapeamento de problemas a serem investigados em futuras pesquisas (CHUEKE; AMATUCCI, 2015).

O estudo foi realizado em duas etapas. Primeiramente, foi realizada uma busca sistemática na base *Web of Science*; na segunda, empreendeu-se uma análise da literatura valendo-se de procedimentos bibliométricos. O Quadro 1 sumariza o procedimento de coleta de dados empregado nesta pesquisa.

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 = 1.445)	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. De um total de 2.020, 1.445 artigos compuseram a base de análise.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Na primeira etapa, para a busca dos trabalhos foi escolhida a coleção principal da base de dados *Web of Science (WoS)*, pois ela possui mais de 12.000 periódicos indexados (Prado et al., 2016). Nesta base foi realizado um levantamento do conteúdo do acervo compreendendo todas as publicações disponíveis até o final do ano de 2020. A busca se deu nos campos de tópico (título, resumo e palavras-chave), utilizando-se os termos “*circular economy*” e “*sustainability*”.

Para identificar os trabalhos de maior destaque considerou-se a quantidade de citações. Recorrendo ao auxílio do *software* Minitab, identificaram-se os trabalhos considerados *outliers* segundo este critério. Apresenta-se, ademais, um quadro resumo das principais características destes estudos mais citados. O mapeamento da produção científica no campo em consideração foi complementado com a visualização das redes de coautoria, co-citação e co-ocorrência de palavras-chave, esforço empreendido com o suporte do *software* VOSviewer.

O VOSviewer é um *software* livre que se destina principalmente à construção e visualização de mapas bibliométricos. Desta forma, estas redes podem se conectar por coautoria, co-ocorrência, citação, acoplamento bibliográfico ou *links* de co-citação (VAN ECK; WALTMAN, 2017).

As análises foram organizadas da seguinte forma: produtividade de artigos ao longo dos anos e distribuição dos artigos e volume de citações; distribuição da produção científica por país; principais periódicos em que os artigos foram veiculados; organizações que mais publicam artigos relacionados à EC; *ranking* de autores mais produtivos; a colaboração visualizada por meio de coautoria de artigos; análise sistemática dos trabalhos mais citados; análise das redes de co-citação de referências; análise das redes de acoplamento bibliográfico e, por fim, a análise geral das palavras-chave utilizadas.

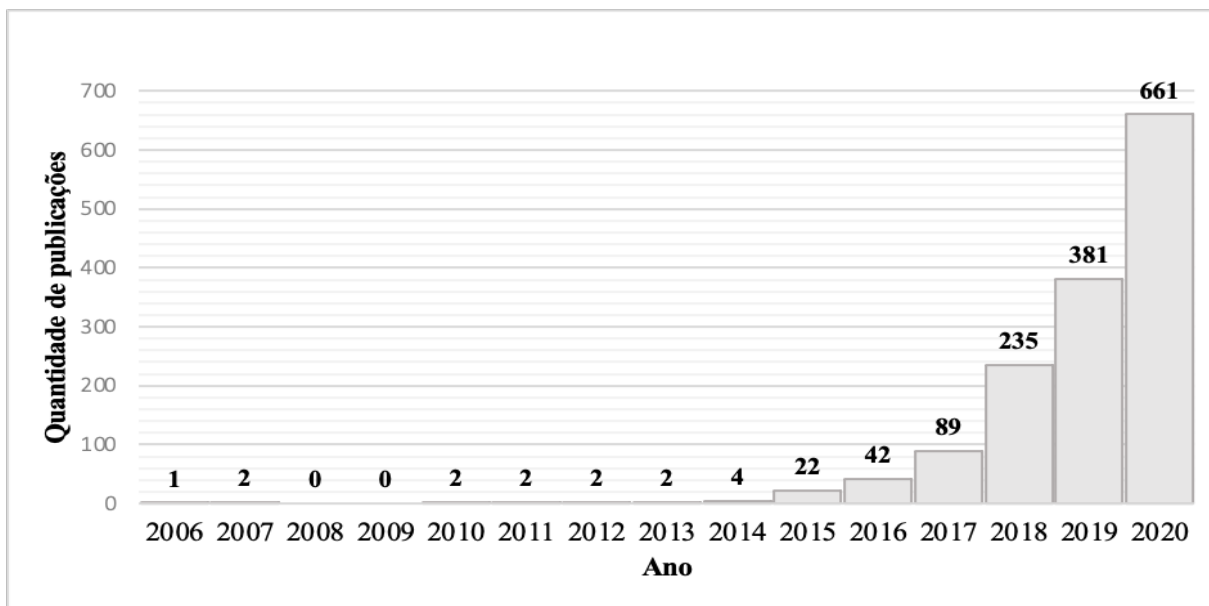
4 Resultados e Discussões

Os resultados desta pesquisa buscam descrever a evolução da produção científica a respeito da temática da EC e sustentabilidade. Encontrou-se um total de 1.445 artigos que constituíram a base de artigos analisadas.

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)*, desenvolvido na província de Shandong, na China. Este projeto objetivava implementar a EC em uma zona de desenvolvimento com base na indústria química de exploração de jazidas de sal gema. Esses pesquisadores, afiliados à Universidade de Shandong e responsáveis por fornecer apoio teórico e tecnológico ao projeto, descrevem as características do quadro educacional e as técnicas de educação aplicadas na implantação do programa e avaliam o sucesso do projeto (GAO et al., 2006).

O Gráfico 1 demonstra a quantidade de artigos produzidos no período analisado.

Gráfico 1 – Evolução histórica das publicações relacionadas aos temas da pesquisa



Fonte: Elaborado pelos autores.

Até 2014, apenas quinze 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, 22 estudos abordaram a EC. Dentre estes, dez foram produzidos na China. Isto pode ser consequência de que em 2015 encerrou-se o plano quinquenal referente à implementação e o desenvolvimento da EC 2011-2015 no país e o governo chinês tem empreendido ações para impulsionar esse modelo econômico, tratando esta discussão como um compromisso nacional e atraindo, destarte, a atenção de muitos pesquisadores (SU *et al.*, 2013).

A partir de 2015 o volume de produção começa uma tendência considerável de crescimento a cada ano. Em 2016 há um crescimento de mais de 100% em relação ao ano de 2015. De 2016 para 2017 o crescimento é de aproximadamente 97%, já para os anos de 2018, 2019 e 2020 há um aumento de 264%, 162% e 173% em relação ao respectivo ano anterior. Na Tabela 1 é exibida a distribuição dos artigos ao longo dos anos e o volume de citação.

Tabela 1 – Volume de citações de artigos em função do ano de publicação

Volume de Citações	Ano															
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	11	19	136	
1 a 9	-	-	-	-	-	-	1	-	1	3	6	26	81	182	415	
10 a 19	-	-	-	-	-	1	-	1	1	7	7	18	64	85	40	
20 a 29	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2	8	15	28	44	13	
30 a 39	-	-	-	-	1	-	1	-	2	4	5	3	24	21	1	
40 a 100	-	1	-	-	-	-	-	1	-	5	9	16	20	10	1	
> 100	-	1	-	-	-	-	-	1	-	1	7	9	7	1	0	

Fonte: Elaborado pelos autores.

A partir da Tabela 1 é possível perceber que a maior parte dos artigos receberam poucas citações até então. Isto é influenciado pelo fato de que aproximadamente 94% das obras foram publicadas a partir do ano 2015. Também se percebe que os dez trabalhos mais antigos receberam pelo menos dez citações, dentre os quais seis têm, no mínimo, trinta citações. Ademais, só há um trabalho que recebeu mais de cem citações.

Os artigos que compõem a base estão divididos em 400 periódicos. A tabela 2 apresenta em ordem decrescente os *journals* com 10 ou mais trabalhos publicados sobre a temática e seus respectivos fatores de impactos. O *Journal of Cleaner Production* possui 57% (237) da amostra do estudo, sendo que 27 artigos foram publicados ainda em 2018. Este alto número de manuscritos foi motivado pelo escopo da revista e pela chamada especial, publicada em fevereiro de 2018, sobre as transformações urbanas sustentáveis em direção as cidades inteligentes e saudáveis. Destacam-se ainda o *Journal of Cleaner production* e o *Sustainability* com 237 e 218 trabalhos publicados respectivamente.

Tabela 2: Principais periódicos

Periódicos	Quant. de artigos publicados	Fator de Impacto
Journal of Cleaner Production	237	7,246
Sustainability	218	2,592
Resources Conservation and Recycling	81	8,086
Business Strategy and the Environment	34	5,483
Science of The Total Environment	30	6,551
Journal of Industrial Ecology	22	4,365
Waste Management & Research	21	2,13
Acs Sustainable Chemistry & Engineering	15	7,632
Ecological Economics	14	4,482
Environmental Science and Pollution Research	14	3,056
Journal of Environmental Management	14	5,647
Production Planning Control	14	3,605
Applied Sciences Basel	12	2,474
Environmental Engineering and Management Journal	12	0,936
International Journal of Environmental Research and Public Health	11	2,849
Detritus	10	*
Energies	10	2,702
Resources Basel	10	*
Outros (386)	666	-

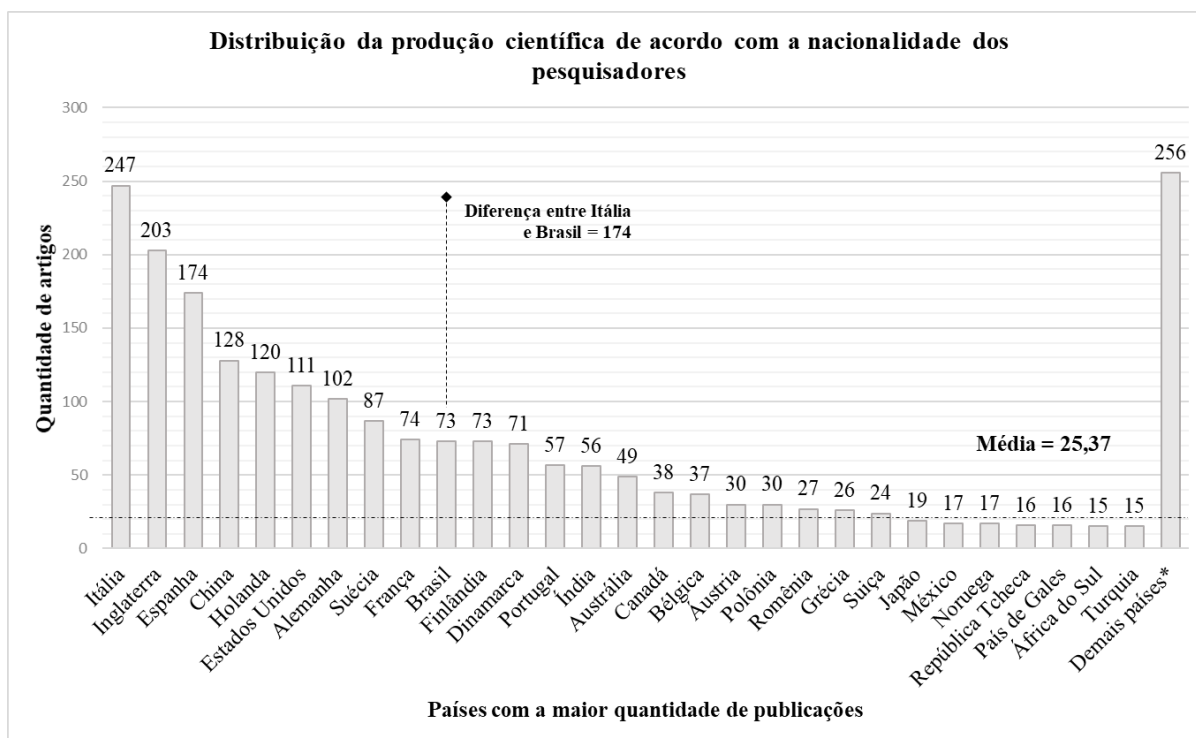
*não encontrado

Fonte: Elaborado pelos autores.

De acordo com a lei de Bradford, nota-se que uma pequena quantidade de artigos (10) representa 52,1% das publicações sobre a temática. A outra grande parcela dos periódicos (93) com 3 ou menos trabalhos publicados cada, sendo responsável por apenas 48% da amostra. A base apresenta uma média de 2,3 artigos por periódico.

Tratando-se das nacionalidades de todas as organizações onde se estuda a EC e sustentabilidade, há registro de 87 países onde há instituições nas quais pelo menos 1 um artigo foi produzido. No entanto, no Gráfico 2 estão representados apenas as nações que tem pelo menos 15 publicações.

Gráfico 2 – Nacionalidades de onde se originaram quatro ou mais artigos



Fonte: Elaborado pelos autores.

A *WoS* relaciona cada documento a um ou mais países segundo as organizações a que cada um de seus autores está vinculado. Assim, um único artigo pode ser relacionado a vários países (por exemplo: para um autor que possuir dois vínculos organizacionais em países distintos serão considerados as duas organizações e os dois países como origens de um artigo).

Assim, de acordo com o Gráfico 2, destacam-se quatro países. Quase 52% do total de publicações foi produzido por autores vinculados a instituições sediadas na Inglaterra, China, Itália e Espanha, sendo que organizações da Inglaterra e da China são responsáveis por mais de 35% das obras aqui mapeadas. No Brasil foram feitos 73 trabalhos, ou seja, menos de 6% dos documentos constantes na base de análise, com publicações da Universidade de São Paulo (USP), Universidade Federal Fluminense (UFF), PUC Rio de Janeiro, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Universidade Federal do ABC, Universidade Paulista “Julio de Mesquita Filho”(UNESP), Universidade Oeste de Santa Catarina, Fundação Getúlio Vargas (FGV), entre outras. Em média, os países considerados nesta análise produziram 25,37 artigos no período considerado,

Das 401 organizações envolvidas nas publicações aqui estudadas, a Tabela 3 destaca quinze que produziram cinco ou mais artigos. 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, enquanto na Inglaterra a produção é distribuída em quatro instituições principais.

Tabela 3 – Organizações mais profícuas

Instituição	Quantidade de trabalhos	País
Delft University of Technology	48	Holanda
Aalto University	22	Finlândia
Technical University of Denmark	20	Dinamarca
Chinese Academy of Sciences	17	China
Lund University	17	Suécia
University of Manchester	17	Inglaterra
Linköping University	17	Suécia
University of Cambridge	15	Inglaterra

Fonte: Elaborado pelos autores.

A Tabela 4 apresenta os nove autores que produziram quatro ou mais artigos. Estes participaram da elaboração de 23 dos 242 trabalhos, o que corresponde a quase 10% da base analisada. Dentre os 786 autores envolvidos em pesquisas relacionadas a EC e sustentabilidade, o destaque é o pesquisador chinês Yong Geng, que participou da elaboração de onze artigos. Relacionando com a análise das instituições mais produtivas, Yong Geng participou da construção de todos os artigos originados na Shanghai Jiao Tong University.

Tabela 4 – Autores mais profícuos

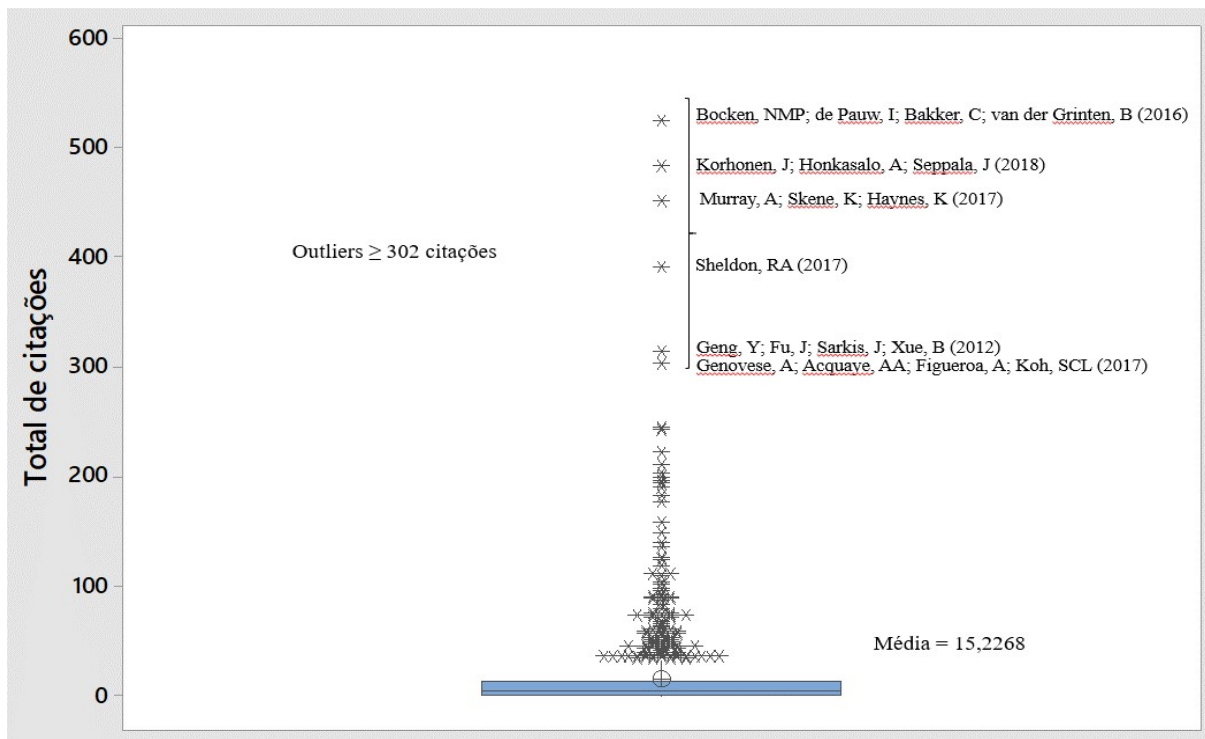
Autor	Total de Artigos	Total de Citações	Instituição	País
Yong Geng	12	684	Shanghai Jiao Tong University	China
Joseph Sarkis	10	675	Worcester Polytechnic Institute	Estados Unidos
Daniela Cristina Antelmi Pigosso	9	152	Technical University of Denmark	Dinamarca
Vanessa Prieto-Sandoval	9	332	Pontificia Universidad Javeriana	Colombia
Nancy Bocken	8	262	Maastricht University	Países Baixos
Charbel Jose Chiappetta Jabbour	8	147	Montpellier Business School	França
Sachin Kumar Mangla	8	199	O.P. Jindal Global University	Índia
Tim C. McAloone	8	151	Technical University of Denmark	Dinamarca
Valentin Molina-Moreno	8	125	University of Granada	Espanha
Molina Niero	8	292	Aalborg University	Dinamarca

Fonte: Elaborado pelos autores.

Vale ressaltar que, como se pode verificar no Tabela 4, 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 eles serem coautores nos trabalhos de maior destaque de ambos.

Com relação ao total de citações contabilizado pela *WoS*, o Gráfico 3 expõe as obras que foram mais referenciadas pelos pares. Cinco artigos se destacam dos demais ao receberem uma quantidade de citações muito superior. A pesquisa empreendida por Geng, Y., Fu, J., Sarkis, J., e Xue, B. em 2012 é a mais citada até então, tendo aparecido nas referências de 116 produções diferentes.

Gráfico 3 – Identificação das obras mais citadas segundo relação da WoS



Fonte: Elaborado pelos autores.

Destacando atenção às obras apresentadas como *outliers*, por terem 302 ou mais citações, o Quadro 2 busca sumarizar as principais características destes 6 trabalhos.

Quadro 2 – Principais características dos *outliers* da amostra

<p>Bocken, NMP; de Pauw, I; Bakker, C; van der Grinten, B (2016) #525 citações</p>	<p>Título: <i>Product design and business model strategies for a circular economy</i> Objetivo: desenvolver um quadro de estratégias em design de produtos e modelos de negócios para orientar designers e tomadores de decisões na transição de uma economia linear para a economia circular. Método: revisão de literatura Sugestões para trabalhos futuros: 1) aprofundar do estudo apresentado com a inclusão de adicionais elementos como cadeia de suprimentos, tecnologias facilitadoras, e infraestrutura; 2) desenvolver estudo de casos para testar as estratégias identificadas no trabalho; 3) empreender pesquisas com foco em uma abordagem mais minuciosa das estratégias apresentadas e a elaboração de subestratégias ou mescla de estratégias, ou mesmo abordagens inteiramente novas com vistas a atender o mesmo objetivo pretendido no trabalho; 4) elaborar métodos para avaliar a sustentabilidade ambiental, social e econômica de produtos e negócios “circulares”.</p>
<p>Korhonen, J; Honkasalo, A; Seppala, J (2018) #482 citações</p>	<p>Título: <i>Circular Economy: The Concept and its Limitations</i> Objetivo: 1) construir o conceito de EC a partir da perspectiva do desenvolvimento sustentável de acordo com a definição da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento e da ciência da sustentabilidade; 2) analisar o conceito de CE sob a perspectiva da sustentabilidade ambiental. Método: Revisão da literatura Sugestões para trabalhos futuros: desenvolver pesquisas que abordem os seis desafios que foram identificados no trabalho, os quais precisam ser resolvidos para que a CE seja capaz de contribuir para a rede de sustentabilidade global.</p>
<p>Murray, A; Skene, K; Haynes, K (2017) #450 citações</p>	<p>Título: <i>The Circular Economy: An Interdisciplinary Exploration of the Concept and Application in a Global Context</i> Objetivo: 1) trazer a conceituação e as origens da Economia Circular, trazendo à</p>

	<p>tona conceitos teóricos das economias ecológica, industrial e econômica na relação entre negócios e sustentabilidade; 2) avaliar criticamente o potencial de uma economia circular para uma concepção mais aprimorada e aplicável de negócios sustentáveis.</p> <p>Método: Revisão da literatura</p> <p>Sugestões para trabalhos futuros: Future research should begin to incorporate the latest ecological knowledge into our understanding of naturalistic economical models and systems, without silencing the social and human dimension.</p> <p>Pesquisas futuras devem começar a incorporar os mais recentes conhecimentos ecológicos em nossa compreensão da economia naturalística modelos e sistemas, sem silenciar a dimensão social e humana.</p>
<p>Sheldon, RA (2017) #391 citações</p>	<p>Título: <i>The E factor 25 years on: the rise of green chemistry and sustainability</i></p> <p>Objetivo: revisar o impacto global dos princípios da química verde e da sustentabilidade desde a sua concepção 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.</p> <p>Método: Estabeleceu o conceito de <i>E factor</i> há aproximadamente 29 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.</p> <p>Sugestões para trabalhos futuros: não oferece</p>
<p>Geng, Y; Fu, J; Sarkis, J; Xue, B (2012) #313 citações</p>	<p>Título: <i>Towards a national circular economy indicator system in China: an evaluation and critical analysis</i></p> <p>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.</p> <p>Método: Estudo de caso.</p> <p>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>Genovese, A; Acquaye, AA; Figueroa, A; Koh, SCL (2017) #302 citações</p>	<p>Título: <i>Sustainable supply chain management and the transition towards a circular economy: Evidence and some applications</i></p> <p>Objetivo: verificar a existência de um potencial aprimoramento das práticas de gestão da cadeia de suprimento sustentável pela aplicação de conceitos de economia circular</p> <p>Método: estudos de caso</p> <p>Sugestões para trabalhos futuros: desenvolver estudos de caso da mesma natureza para ampliar os resultados empíricos obtidos, adicionando mais indicadores ambientais.</p>

Fonte: Elaborado pelos autores.

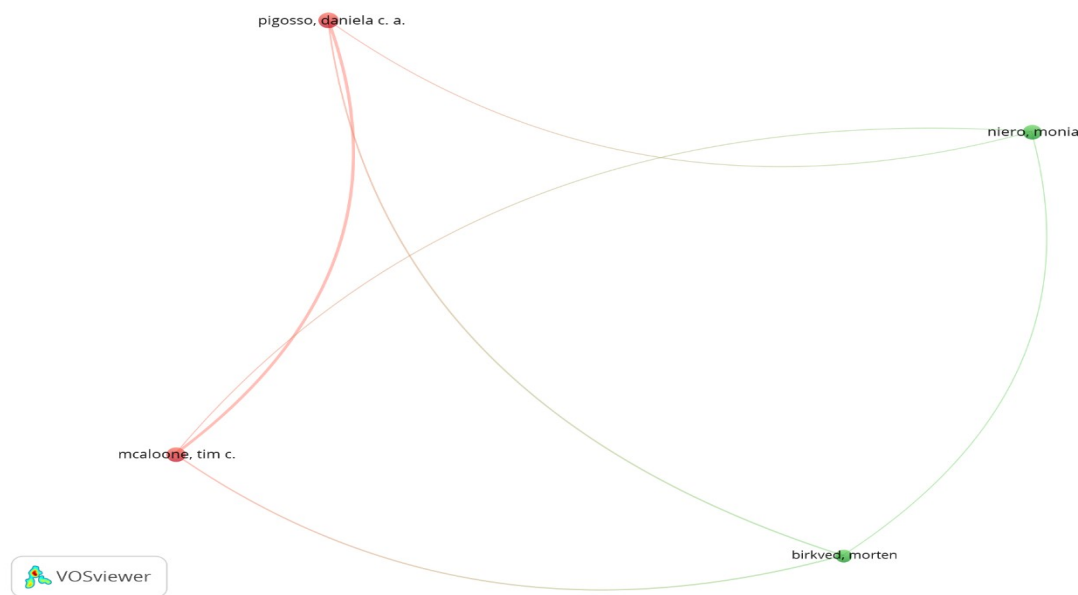
Como pode ser observado no Quadro 2, o autor Geng é o único que oferece sugestões para trabalhos futuros. Essas sugestões consistem em melhorias no sistema de indicadores desenvolvido por Geng *et al.* (2012) para apoio na tomada de decisão e a aplicação e desenvolvimento de novos sistemas de apoio à decisão em novos contextos organizacionais.

O Gráfico 4 expõe as redes de coautoria identificadas. Para esta análise, foram considerados apenas os autores com quatro ou mais artigos publicados. O tamanho dos círculos que representam cada autor é determinado pela quantidade de artigos por eles publicados. Já a formação dos *clusters* obedece à regra da colaboração entre os mesmos (VAN ECK; WALTMAN, 2017).

A partir do Gráfico 4 também é possível identificar que existem três *clusters* de colaboração. O primeiro *cluster* é formado pelos autores Young Geng, Zhe Liu, Lu Sun e Xiaoman Yu. Os trabalhos desta linha dedicam-se a compreender os benefícios da EC para o desenvolvimento nacional da China, analisando as práticas organizacionais relacionados ao meio ambiente pelos fabricantes chineses e o desenvolvimento de sustentabilidade corporativa

na China, além de contribuir com um estudo sobre parque industrial. O segundo clusters é formado apenas pelos autores Joseph Sarkis e Young Geng. Os dois autores desenvolveram dois artigos em parceria, um em 2010 e outro em 2012. Estes são os primeiros trabalhos de Young Geng relacionado a EC disponibilizado na coleção da *WoS*, e inclui seu trabalho de maior destaque. O primeiro trabalho aborda as contribuições da EC para o desenvolvimento econômico da China, avaliando fortemente os indicadores utilizado pelo país e o segundo trabalho descreve uma metodologia de análise emergética dos parques industriais, contribuindo para construção de uma série de índices baseados na emergência.

Gráfico 4 – Redes de colaboração estabelecidas pelos autores mais prolíficos



Fonte: Elaborado pelos autores.

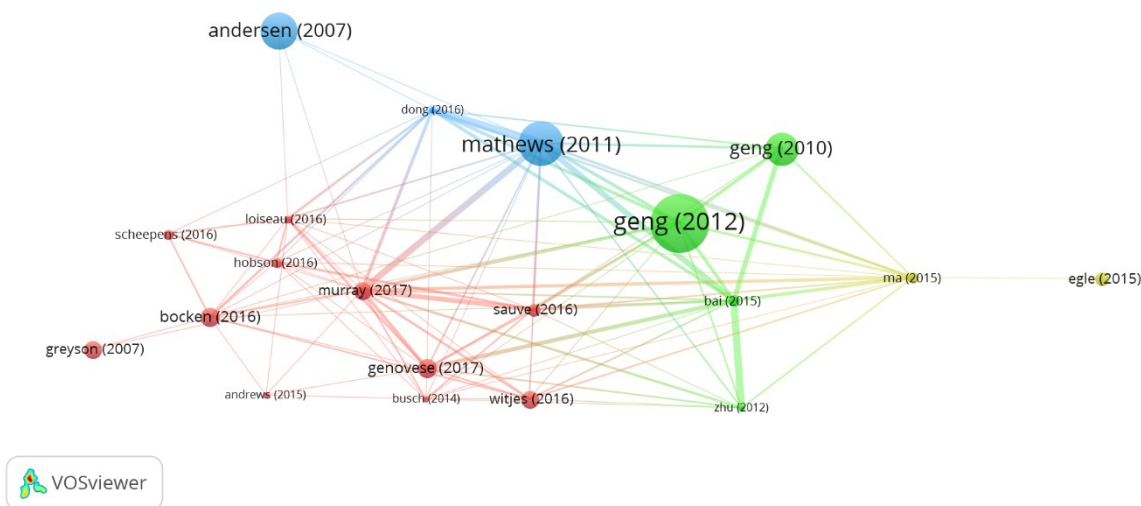
No segundo *cluster*, os autores mantêm uma rede de colaboração mais limitada. A autora Vanessa Prieto-Sandoval tem seis artigos publicados, cinco dos quais foram realizados em colaboração com as autoras Marta Ormazabal e Carmem Jaca. Os estudos desenvolvidos por essas três autoras se dedicam a explicar duas vertentes relacionadas ao conceito de EC, a saber, sustentabilidade e ecoinovação. A primeira trata de estudos de casos realizados em pequenas e médias empresas com o objetivo de identificar o grau de implementação da EC nessas organizações, bem como destacar as barreiras e as oportunidades que este novo modelo proporciona. A segunda linha de estudo visa a entender o comportamento dos consumidores baseados em aspectos sustentáveis e analisar os efeitos do ensino de práticas sustentáveis na educação infantil.

O Gráfico 5 traz a rede de co-citações de referências. Esta relação é estabelecida quando duas referências são citadas simultaneamente por um terceiro, de modo que quanto maior o número de artigos que citam duas obras simultaneamente, mais forte é a relação de co-citação entre estas.

Para construção da rede foram considerados os trabalhos com 5 ou mais citações, resultando em 19 obras. Este critério empregado permitiu abordar as obras mais relevantes de maneira equilibrada, sem restringir a análise a uma quantidade muito pequena de estudos nem, por outro lado, torná-la pouco efetiva e de difícil visualização dos clusters, o que prejudicaria a formulação de conclusões relevantes para a pesquisa no campo.

A rede de co-citação está distribuída em quatro *clusters*. Isso indica que os documentos citados juntos apresentam uma proximidade de tema e/ou metodologia empregados, na perspectiva do autor citante. Vale destacar que o tamanho do círculo de uma obra é determinado com base no número citações que esta recebeu.

Gráfico 5 - Redes de co-citações



Fonte: Elaborado pelos autores.

O primeiro *cluster* é formado por onze obras, sendo que o trabalho mais citado foi o de Bocken *et al.* (2016) intitulado *Product design and business model strategies for a circular economy*. Este estudo desenvolve uma estrutura de estratégias para orientar designers e estrategistas de negócios na transição de uma economia linear para uma circular. .

O segundo *cluster* é formado por três obras, com destaque para o artigo de Mathews (2011), nomeado *Progress Toward a Circular Economy in China The Drivers (and Inhibitors) of Eco-industrial Initiative*. Esta obra demonstrou, por meio de estudos de caso como a transformação da antiga economia linear em uma economia circular e os processos evolutivos nos quais as ligações dinâmicas são gradualmente estabelecidas ao longo do tempo . Os artigos que compõem este *cluster* buscam revisar as iniciativas desenvolvidas com base nos preceitos da EC, avaliando as inovações no processo de produção

O terceiro *cluster* é formado por quatro obras, com destaque para o trabalho de Geng (2011), com o título *Towards a national circular economy indicator system in China: an evaluation and critical analysis*. O objetivo deste estudo está relacionados à origem da EC, seus fundamentos e principalmente a aplicação deste modelo de desenvolvimento sustentável na China, destacando a legislação, políticas, medidas e metas dos projetos do país. As produções deste *cluster* apresentam semelhanças nos esforços em estudar a aplicação dos novos modelos de desenvolvimento sustentável, destacando seus princípios, suas políticas e suas principais medidas de implementação.

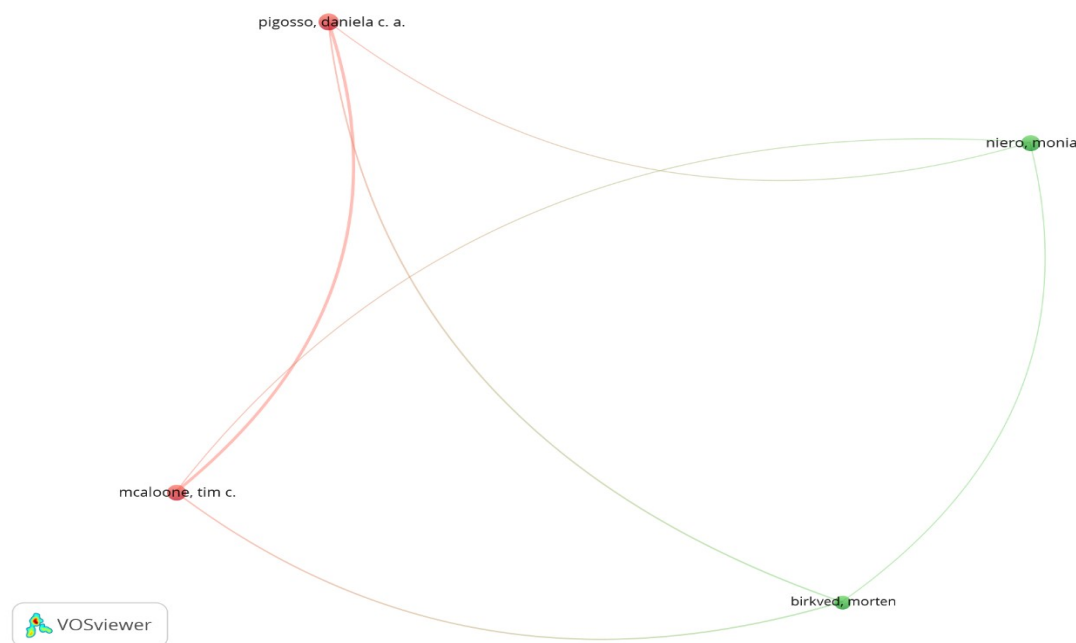
O quarto e último *cluster* é formado por dois autores, Egle (2015) e Ma (2015), com os trabalhos intitulados *Overview and description of technologies for recovering phosphorus from municipal wastewater* e *A case study of a phosphorus chemical firm's application of resource efficiency and eco-efficiency in industrial metabolism under circular economy*, respectivamente. Estes trabalhos apresenta um conjunto de ferramentas para ajudar os tomadores de decisão a resolver melhor esses problemas e para orientar as indústrias químicas e as tecnologias para a recuperação de águas municipais, baseadas em recursos no desenvolvimento sustentável. Ambos os trabalhos são voltados aos conhecimentos e

ferramentas mais recentes sobre EC relacionadas a infraestrutura, buscando auxiliar indústrias nas tomadas de decisões para revolver problemas baseados no desenvolvimento sustentável.

O Gráfico 6 apresenta a rede de acoplamento bibliográfico. Para tanto, foram considerados autores com quinze ou mais citações, sendo obtidos 22 artigos agrupados em quatro *clusters*., o recorte para esta análise é a de que os autores deveriam ter pelo menos 5 publicações juntas.

Vale salientar que quanto menor a distância entre os círculos que representam graficamente as obras, maior o grau de acoplamento, e o tamanho de cada círculo é função direta do número de citações feitas para a respectiva obra (VAN ECK; WALTMAN, 2017).

Gráfico 6 – Redes de acoplamento bibliográfico



Fonte: Elaborado pelos autores.

É possível notar que os autores Pigosso, Mcaloone, Birkved e Niero desenvolvem projetos, publicações, relatórios, entre outras pesquisas em parceria.

O Gráfico 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, foram consideradas apenas palavras-chaves que apareceram dez ou mais vezes. Este recorte permitiu analisar as mais relevantes de maneira equilibrada.

As palavras-chave apresentadas no Gráfico 7 estão distribuídas em quatro *clusters*. O primeiro *cluster* é formado pelo maior número de palavras e apresenta a maior ramificação de temáticas pesquisadas. Aborda os temas *design*, gestão, desafios e barreiras, energia, desperdício, estratégias, economia e sistema de serviço do produto.

O segundo cluster é composto por palavras-chave que enfatizam temas como avaliação do ciclo de vida, desempenho, desenvolvimento sustentável, indústria, sistemas, indicadores, eficiência, gestão do desperdício, reciclagem e reuso. Trabalhos nesta linha dedicam-se a compreender principalmente os resultados da EC no contexto chinês e a

Quadro 3 – Palavras-chave mais utilizadas

<i>Cluster</i>	Palavra-chave (ocorrências)
#1	Design (33), Management (32), Energy (20), Challenges (18), Waste (13), Model (12), Strategies (12), Barriers (10), Economy (10), Products (10), Product-service system (10).
#2	China (53), Life cycle Assessment (49), Systems (38), Performance (19), Sustainable development (17), Industry (14), Indicators (13), Recycling (13), Efficiency (11), Reuse (10), Waste management (10).
#3	Framework (20), Innovation (17), Consumption (13), Evolution (11), Perspective (11).
#4	Industrial symbiosis (23), Industrial Ecology (15), Ecology (13), Symbiosis (13).

Fonte: Elaborado pelos autores.

É possível perceber que as palavras-chave que são mais frequentemente utilizadas (mais de 20 vezes) são: China, avaliação do ciclo de vida, *design*, gestão, simbiose industrial e sistema. O quadro não apresenta as palavras “economia circular” e “sustentabilidade”, já que são os termos de busca da presente pesquisa e, por isto, terão desproporcional quantidade de ocorrências (*Circular Economy*, 160, e *Sustainability*, 136).

A partir da rede de palavras-chaves é possível identificar algumas tendências de estudos e lacunas teóricas. Percebe-se a ausência de estudos voltados para a avaliação da influência do papel do consumidor no modelo de produção, assim, nota-se a necessidade de estudo que visam identificar e auxiliar no desenvolvimento de estratégias para uma produção mais sustentável e circular diante dos novos padrões de consumo.

5 Conclusões

O objetivo desta pesquisa foi mapear a produção científica sobre economia circular e sustentabilidade. Para tanto, acessou-se os trabalhos a base de dados *Web of Science* (WoS) compreendendo todas as publicações até o final de 2020. Esta pesquisa ajudou a responder à questão “Como se caracteriza a produção científica sobre Economia Circular relacionada à sustentabilidade?”.

Foi possível perceber que o campo de pesquisa ainda está em pleno desenvolvimento, já que é visível o crescimento do volume de produção a cada ano. Em 2015 iniciou-se um ciclo de crescimento com a publicação de mais pesquisas que o histórico acumulado dos nove anos anteriores; a partir de então, a produção vem sendo duplicada a cada ano. A análise das redes de acoplamento bibliográfico demonstrou que a pesquisa neste campo busca fundamento em estudos voltados ao conceito e implementação da EC, estratégias, processos e pesquisas realizadas no campo industrial.

Nesse sentido, é perceptível que a EC recebe mais atenção em países muito desenvolvidos, já que dez dos países que mais pesquisam o tema estão entre os 15 mais bem colocados no *ranking* do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) relativo ao ano de 2017, divulgado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. No entanto, a China apresenta elevado número de estudos sobre o tema, carrega o título de país mais poluente do mundo e encontra-se na 86ª posição no *ranking* do IDH. Assim, esse alto volume de

publicações pode ser um reflexo de ações empreendidas pelo governo chinês para impulsionar o modelo econômico proposto pela EC relatadas anteriormente e que intentam, dentre outros objetivos, mudar esta realidade.

Já a produção acadêmica brasileira no tocante ao tema é ainda discreta face a evidente relevância do tema, menos de 6% dos trabalhos foram produzidos por autores brasileiros, trazendo à luz a necessidade de intensificação de pesquisas no campo e publicação de mais trabalhos. 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.

Assim, faz-se necessário estudos empíricos sobre as perspectivas e o poder da economia circular em contexto nacional, pois cabe ressaltar que pouca atenção foi dada aos fatores que podem facilitar e motivar as organizações a transitar para uma economia circular no país. Além disto, outras pesquisas podem buscar identificar o papel dos fatores culturais, midiáticos, sociais e políticos na transição de uma economia linear para uma economia circular no Brasil. E os pesquisadores brasileiros podem analisar os estudos desenvolvidos e em desenvolvimento por diversos autores internacionais e replicar o estudo no Brasil.

Um fator limitador para este trabalho é que a busca de artigos para compor esta análise foi realizada apenas na base *Web of Science*. Outras bases poderiam ser utilizadas para um resultado mais completo. Além disso, futuramente seria valioso o desenvolvimento de mais trabalhos relacionados a EC e sustentabilidade voltados para as áreas de economia e negócios, bem como comportamento do consumidor, visto que esta temática é pouco presente nos trabalhos analisados nesta revisão bibliométrica. Vale ressaltar 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

- ANDERSEN, M. S. An introductory note on the environmental economics of the circular economy. **Sustainability Science**, v. 2, n. 1, p. 133–140, 2007.
- ALVARADO, R. U. A bibliometria no Brasil. **Ciência da informação**, v.13, n. 2. 1984.
- ARAÚJO, C. A. A. Bibliometria: evolução histórica e questões atuais. **Em questão**, v. 12, n. 1, p. 11-32, 2006.
- BAKKER, C. *et al.* Products that go round: exploring product life extension through design. **Journal of Cleaner Production**, v. 69, p. 10-16, 2014.
- BOULDING, Kenneth E. The economics of the coming spaceship earth. environmental quality in a growing economy, resources for the future. Washington, DC, 1966.
- BRASIL. LEI Nº 12.305, DE 2 DE AGOSTO DE 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, DF, de 2 de agosto de 2010.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Termo de Compromisso para implementação de ações voltadas à Economia Circular e Logística Reversa de Embalagens em Geral. Brasília: DF, [...] de maio de 2020. Disponível em: <http://consultaspublicas.mma.gov.br/tcembalagensemgeral/wp-content/uploads/2020/05/RECIRCULA-Minuta-de-Termo-de-Compromisso-27.05.2020-vers%C3%A3o-limpa.pdf>. Acesso em: 30 maio 2020.

- Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Agenda Nacional de Qualidade Ambiental Urbana: Programa Nacional Lixão Zero [recurso eletrônico] / Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Qualidade Ambiental, Departamento de Qualidade Ambiental e Gestão de Resíduos, Coordenação-Geral de Qualidade Ambiental e Gestão de Resíduos. – Brasília, DF: MMA, 2019.
- BUFREM, L. S.; PRATES, Y. O saber científico registrado e as práticas de mensuração da informação. **Ciência da Informação**, v. 34, n. 2, 2005.
- BUSCH, J. et al. Managing critical materials with a technology-specific stocks and flows model. **Environmental science & technology**, v. 48, n. 2, p. 1298-1305, 2014.
- CAFÉ, L.; BRÄSCHER, M. Organização da informação e bibliometria. **Enc. Bibli: R. Eletr. Bibliotecon. Ci. Inf.**, Florianópolis, n. esp., 2008.
- 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
- HERTOW, Marian R. Industrial symbiosis: literature and taxonomy. **Annual review of energy and the environment**, v. 25, n. 1, p. 313-337, 2000.
- CHERTOW, M. R. “Uncovering” industrial symbiosis. **Journal of Industrial Ecology**, v. 11, n. 1, p. 11-30, 2007.
- COSTA, I.; MASSARD, G.; AGARWAL, A. Waste management policies for industrial symbiosis development: case studies in European countries. **Journal of Cleaner Production**. v. 18, p. 815–822, 2010.
- DE CASTRO JUNIOR, Deosir Flávio Lobo et al. Qualidade de Serviço: um estudo bibliométrico nas bases de dados internacionais. **Revista de Ciências da Administração**, v. 15, n. 36, p. 49-68, 2013.
- EGLE, L.; RECHBERGER, H.; ZESSNER, M. Overview and description of technologies for recovering phosphorus from municipal wastewater. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 105, p. 325-346, 2015.
- ELKINGTON, J. **Cannibals with forks: The triple bottom line of 21st century business**. Oxford: Capstone Publishing, 1997.
- ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (EMF). **Towards the Circular Economy**, 2013.
- ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (EMF). Circular Economy Workshops & Collaboration Projects. 2015 <<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/ce100/the-programme/enabling-collaboration>>
- ENGELAGE, E.; BORGERT, A.; SOUZA, M. A. DE. Práticas de Green Logistic: Uma Abordagem Teórica sobre o Tema. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 5, n. 3, p. 36–54, 2016.
- FERREIRA, P. G.; SILVA, F. C.; FERREIRA, V. F. The Importance of Chemistry for the Circular Economy. **Revista Virtual de Química**, v. 9, n. 1, p. 452–473, 2017.
- FERREIRA, S. M. S. P. Em busca de novas métricas de avaliação da produção científica em ciências da comunicação. **Observatório**, v. 4, n. 1, 2010.
- FROSCH, R. A.; GALLOPOULOS, N. E. Strategies for manufacturing. **Scientific American**, v. 261, n. 3, p. 144-153, 1989.
- 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.

GAVIOLI, M. B.; FRANCISCO, R.; SEHNEM, S. Indicadores de Sustentabilidade de uma Empresa Agroindustrial do Brasil no Período de 2009 a 2014. **Revista Organizações em Contexto**, v. 12, n. 23, p. 103-142, 2016.

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.

GEISSDOERFER, M. *et al.* The Circular Economy – A new sustainability paradigm? **Journal of Cleaner Production**, v. 143, p. 757–68, 2017.

GENG, Y.; DOBERSTEIN, B. Developing the circular economy in China: Challenges and opportunities for achieving 'leapfrog development'. **The International Journal of Sustainable Development & World Ecology**, 2008, 15.3: 231-39.

GENG, Y. *et al.* Emergy analysis of an industrial park: The case of Dalian, China. **Science of The Total Environment**, v. 408, n. 22, p. 5273–5283, out. 2010.

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. 216–24, 2012.

GENG, Y. *et al.* Measuring China's Circular Economy. **Science**, v. 339, n. 6127, 2013.

GENOVESE, A. *et al.* Sustainable supply chain management and the transition towards a circular economy: Evidence and some applications. **Omega**, v. 66, p. 344-57, 2017.

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.

GREGSON, N. *et al.* Interrogating the circular economy: the moral economy of resource recovery in the EU. **Economy and Society**, v. 44, n. 2, p. 218-43, 2015.

JAWAHIR, I. S.; BRADLEY, R. Technological elements of circular economy and the principles of 6R-based closed-loop material flow in sustainable manufacturing. **Procedia CIRP**, v. 40, p. 103-108, 2016.

KESSLER, M. M. Bibliographic coupling between scientific papers. **American Documentation**, v. 14, n. 1, p. 10–25, 1963.

KIRCHHERR, J.; REIKE, D.; HEKKERT, M. Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 127, p. 221–32, dez. 2017.

KOBASHI, N. Y.; SANTOS, R. N. M. Institucionalização da pesquisa científica no Brasil: cartografia temática e de redes sociais por meio de técnicas bibliométricas. **TransInformação**, v. 18, n. 1, 2012.

KUZMA, Edson Luis *et al.* DESIGN DO MÉTODO DE PESQUISA EM ECONOMIA CIRCULAR: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA. **Revista Gestão Organizacional**, v. 13, n. 3, p. 93-118, 2020.

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. 145–52, 2014.

MA, S. *et al.* A case study of a phosphorus chemical firm's application of resource efficiency

and eco-efficiency in industrial metabolism under circular economy. **Journal of Cleaner Production**, v. 87, p. 839-49, 2015.

MACHADO JUNIOR, C. *et al.* As leis da Bibliometria em diferentes Bases de dados Científicos. **Revista de Ciências da Administração**, v. 18, n. 44, 2016.

MATHEWS, J. A.; TAN, Hao. Progress toward a circular economy in China: The drivers (and inhibitors) of eco-industrial initiative. **Journal of Industrial Ecology**, v. 15, n. 3, p. 435-57, 2011.

MCDOUNOUGH, W. *et al.* Applying the Principles of Green Engineering to Cradle-to-Cradle Design. **Environmental Science Technology**. v. 37, n. 23: p. 434-41, 2003.

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.

NAUSTDALSLID, J. Circular economy in China – the environmental dimension of the harmonious society. **Int. J. Sustain. Dev. World Ecol.** v. 21, n. 4, p.303–13, 2014.

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.

POMPONI, F.; MONCASTER, A. Circular economy for the built environment: A research framework. **Journal of Cleaner Production**, v. 143, p. 710-718, fev. 2017.

PRADO, J. W. *et al.* Multivariate analysis of credit risk and bankruptcy research data: a bibliometric study involving different knowledge fields (1968–2014). *Scientometrics*, v. 106, n. 3, p. 1007-1029, 2016.

QI, J. *et al.* **Development of Circular Economy in China**. Singapore: Spring Nature, 2016.

SACHS, I. Caminhos para o desenvolvimento sustentável. 2ªEd.: Rio de Janeiro: Garamond., 2002, 96p.

SANTOS, A. A. P. *et al.* Gestão da Cadeia de Suprimentos Sustentável: uma Análise de uma Indústria Madeireira. **Teoria e Prática em Administração**, v. 8, p. 189, 2018.

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.

SHELDON, R. A. Green chemistry, catalysis and valorization of waste biomass. *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*, v. 422, p. 3-12, 2016.

SHELDON, R. A. The: E factor 25 years on: The rise of green chemistry and sustainability. **Green Chemistry**, 2017.

SMALL, H. Co-citation in the scientific literature: A new measure of the relationship between two documents. **Journal of the American Society for Information Science**, v. 24, n. 4, p. 265–269, jul. 1973.

SPLITTER, K.; AGUIAR, C.; BORBA, A. Uma Análise das Características dos Trabalhos “Ditos” Bibliométricos Publicados no Enanpad entre 2000 e 2011. In: ENANPAD, 36., 2012, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro/RJ, 22 a 26 de setembro, 2012. p. 1-16.

STAHEL, W. 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.

- 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.
- SUBRAMANYAM, K. Bibliometric studies of research collaboration: A review. **Journal of Information Science**, v. 6, n. 1, p. 33–38, 1983.
- TREINTA, F. T., *et al.* Metodologia de pesquisa bibliográfica com a utilização de método multicritério de apoio à decisão. **Production**, 2014, v. 24, n. 3, p. 508-520.
- UNEP - UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **Circular Economy: An alternative model for economic development**. 2006.
- UNITED NATIONS GENERAL ASSEMBLY (UNGA). **Transforming Our World: the 2030 Agenda for Sustainable Development**. New York: United Nations, 2015, 35p.
- VAN ECK, N. J.; WALTMAN, L. **VOSviewer Manual**, 2017.
- VANTI, N. A. P. Da bibliometria à webometria: uma exploração conceitual dos mecanismos utilizados para medir o registro da informação e a difusão do conhecimento. **Ciência da informação**, v. 31, n. 2, p. 152-162, 2002.
- WINANS, K.; KENDALL, A.; DENG, H. The history and current applications of the circular economy concept. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 68, p. 825-833, 2017.
- WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. **New York: Oxford University Press**, 1987.
- Wu HQ, Shi Y, Xia Q, Zhu WD. Effectiveness of the policy of circular economy in China: a DEA-based analysis for the period of 11th five-year-plan. **Resour. Conserv. Recycl.** v. 83, p. 163–75, 2014
- ZANIRATO, S. H.; ROTONDARO, T. Consumo, um dos dilemas da sustentabilidade. **Estudos Avançados**, v. 30, n. 88, p. 77–92, dez. 2016.
- ZHOU, K., *et al.* **A study on circular economy implementation in China**. Working Papers, Department of Research, Ipag Business School. 2014.