

As Dimensões da Economia Circular: Análise Bibliométrica de Estudos Internacionais

FABIOLA GOMES FARIAS

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ (UECE)

DHIECIANE DE SOUSA ARAÚJO

CENTRO UNIVERSITÁRIO CATÓLICA DE QUIXADÁ - UNICATÓLICA

BÁRBARA SAMPAIO DE MENEZES

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ (UFC)

ROBERTA DUTRA DE ANDRADE

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ (UFC)

As Dimensões da Economia Circular: Análise Bibliométrica de Estudos Internacionais

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o modelo predominante e tradicional de geração de bens, com seu fluxo linear de extração, produção, utilização e descarte, mostrou-se questionável em termos não só de sustentabilidade ambiental, mas também econômicos e sociais. A necessidade de mudanças fez surgir o conceito de Economia Circular (EC), abordagem que induz transformações produtivas para um consumo sustentável e seu desenvolvimento e vem recebendo cada vez mais atenção, por ser considerado assunto emergente, visionário e provocativo (Korhonen et al., 2018; Ghisellini, Cialani & Ulgiati, 2016).

A mudança de linearidade para circularidade ainda mostra-se um desafio, à medida que exige novas estruturas e novos procedimentos organizacionais; porém, ao trilhar caminhos de inovação e novos modelos de negócios que sejam viáveis economicamente e estejam alinhados com a sustentabilidade de consumo ou produção, estas organizações não só estariam aptas a obter receitas com produtos voltados para o mercado, como estariam entregando a este mesmo mercado um produto que consumiu menos recursos do meio ambiente (Ritzén & Sandström, 2017).

Revisando o conceito de Economia Circular, Ghisellini, Cialani e Ulgiati (2016) apontam uma literatura enraizada em contextos multidisciplinares, como a economia ecológica, ambiental e industrial, sendo, desde o início, um contraponto à economia neoclássica. A Economia Circular possui em seus princípios a certeza da maximização do uso de resíduos e a minimização de recursos e liberação de materiais nocivos ao meio ambiente, o que permite à sociedade beneficiar-se de um ciclo de produção limpo e responsável.

Com clara intenção de usar continuamente os produtos utilizando as estratégias de reparo, reuso, recondicionamento e reciclagem durante todo o processo de manufatura antes do descarte definitivo, a Economia Circular almeja o aumento da eficiência do uso de recursos, sejam estes resíduos urbanos ou industriais, na clara intenção de alcançar um equilíbrio justo e harmônico entre economia, meio ambiente e sociedade (Ritzén & Sandström, 2017; Ghisellini, Cialani & Ulgiati, 2016).

A Economia Circular é apontada, portanto, como saída para a armadilha do uso de recursos e crescimento necessário à economia. Embora tenha embasamento mais sólido nas práticas de mercado, a literatura acadêmica e conceitual sobre a Economia Circular ainda se encontra em período emergente. Por isso, faz-se necessária uma análise mais profunda de seu conceito e da base teórica que o sustenta (Korhonen et al., 2018). Em virtude do exposto, buscou-se – nesse trabalho – analisar os últimos dez anos de produções acadêmicas internacionais sobre as dimensões da temática, bem como a emergência de novos tópicos.

PROBLEMA DE PESQUISA E OBJETIVOS

Baseado nisto, uma questão é suscitada para discussão: Como está configurada a produção científica internacional das Dimensões da Economia Circular nos últimos dez anos? Além do objetivo geral, registrar a produção científica internacional das dimensões da Economia Circular nos últimos dez anos, têm-se os seguintes objetivos específicos: i) constatar o volume de publicações e a estrutura de citação em economia circular e suas dimensões; ii) nomear os documentos e revistas mais co-citados relativo ao campo de pesquisa estudado; iii) identificar a rede de co-ocorrência das palavras-chaves em economia circular e suas dimensões e iv) identificar a produção intelectual sobre economia circular e suas dimensões com o método de *hot-topics*.

Buscando resposta à questão de pesquisa e aos objetivos traçados, usou-se a análise bibliométrica em duas etapas, utilizando-se das abordagens qualitativa e quantitativa. Em termos qualitativos, aplicou-se a técnica de meta-análise em um trajeto duplo, macroanálise e microanálise, modelo metodológico baseado em Pereira *et al.* (2018). Para a abordagem quantitativa, utilizou-se a análise de *hot-topics*, a fim de estimar as produções dentro da área de estudo, mensurando pesquisas para orientar futuros pesquisadores acerca dos temas que estão sendo trabalhados dentro da Economia Circular.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Economia circular: Raízes e Desenvolvimento

O conceito de Economia Circular remonta a diferentes escolas de pensamento. Dos economistas ambientais Pearce e Turner (1989) surgiu o conceito de sistema econômico circular, baseado em Boulding (1966) e, a partir de então, sua base firmou-se em uma porção de ideias multidisciplinares, apoiando-se e absorvendo princípios da ecologia industrial de Frosch & Gallopoulos (1989), da ecoeficiência de Welford (1998), dos ecossistemas industriais de Jelinski et al. (1992), da simbiose industrial de Chertow (2000) e, mais recentemente, de estudos sobre economia de desempenho (Stahel, 2016), com conceituações semelhantes no que tange à sociedade e organizações pagarem o preço ao meio ambiente da retirada de recursos e a entrega desmedida de resíduos (Korhonen et al., 2018; Ghisellini, Cialani & Ulgiati, 2016).

A despeito da absorção de tais ideias multidisciplinares, boa parte das definições acerca do tema está ligada à agência de desenvolvimento de negócios Ellen MacArthur Foundation (EMAF) (MacArthur, Zumwinkel & Stuchtey, 2015), onde a Economia Circular é apresentada como um processo que procura manter a utilidade de componentes, materiais e produtos em todos os momentos do ciclo contínuo de produção, buscando, com isso, a otimização de capital natural e a redução de riscos na exploração de recursos finitos.

Em virtude dos diversos limites impostos a esse conceito de Economia Circular, incluindo-se aqui limites temporais, espaciais e termodinâmicos, Korhonen et al. (2018) sugerem um conceito que englobe as três dimensões da sustentabilidade – econômica, ambiental e social –, maximizando o binômio produção-consumo, ainda que estes façam parte do sistema linear atual:

A Economia Circular é uma iniciativa de desenvolvimento sustentável cujo objetivo é reduzir os sistemas lineares de produção-consumo de materiais e energia, pela aplicação circular de materiais, fluxos de energia renováveis e do tipo cascata. A Economia circular promove tanto ciclos de material de valor elevado, bem como a reciclagem mais tradicional e desenvolve abordagens sistemáticas para a cooperação de produtores, consumidores e outros atores da sociedade no trabalho de desenvolvimento sustentável. (Korhonen et al., 2018, p. 547)

Pelo conceito proposto acima, vê-se que a Economia Circular é um modelo de negócios que leva a sociedade a um desenvolvimento mais sustentável, equilibrando simultaneamente aspectos econômicos, ambientais e sociais, sendo mais que uma abordagem regenerativa; é uma visão que abrange todo o ciclo de vida do produto ou processo e busca, além da integração entre os fatores citados, a melhoria do modelo econômico existente (Ghisellini, Cialani & Ulgiati, 2016), o que gera impacto no consumo e na sociedade como um todo.

O conceito de circularidade é antigo, existente nas atividades de reutilização, remanufatura e reciclagem, elementos precursores e bases da Economia Circular (Lieder & Rashid, 2016; Reike, Vermeulen & Witjes, 2018) e, possivelmente por isso, a tríade mais

presente nos estudos sobre o tema nos últimos anos seja justamente a geração de resíduos, o uso de recursos e os impactos ambientais, deixando de lado perspectivas econômicas, sociais e de negócios (Lieder & Rashid, 2016), apontando para uma dimensão ambiental mais forte e mais presente nas abordagens teóricas sobre o tema.

Economia circular: dimensões de atuação

A junção de renovação, proteção e bem-estar promovida pela Economia Circular apoia-se em três dimensões de atuação – ambiental, econômica e social –, envolvendo organizações privadas, programas de governo e sociedade (Govindan & Hasanagic, 2018), porém, nem sempre essas três dimensões são abordadas conjuntamente ou de forma igualitária. Muitos dos trabalhos que tratam sobre o tema apresentam visão crítica, barreiras e definições que englobam todas as dimensões, mas analisam de forma prioritária o fator ambiental, deixando o econômico e o social em segundo plano (Korhonen, Honkasalo & Seppälä, 2018).

Observa-se claramente na dimensão ambiental que a Economia Circular orienta processos produtivos para além da reciclagem tradicional, abrangendo a reutilização, reforma, remanufatura e reparo de produtos, materiais e componentes de tal processo. Além disso, preza pelo uso de fontes sustentáveis de energia, como solar, biomassa e eólica, atuando de forma holística na cadeia de valor do produto (Korhonen et al., 2018). Dessa forma, um dos objetivos da economia circular é reduzir o uso de recursos naturais e resíduos, diminuindo, conseqüentemente, os efeitos nocivos de emissões de substâncias perigosas (Bastein et al. 2013).

O conceito de Economia Circular engloba, ainda, ecossistemas industriais onde organizações de diferentes naturezas promovem trocas de subprodutos, o que ocasiona benefícios econômicos diretos, como, por exemplo, o aumento das receitas com a venda de subprodutos e a redução de custos, tanto de descarte, como de produção, estes últimos decorrentes do uso de matérias-primas alternativas, obtidas a preços mais baixos. Tais benefícios aumentam a interdependência dos negócios, reduzem os riscos ambientais e melhoram a imagem corporativa, refletindo, de certa forma, nos índices de lucratividade (Geng & Doberstein, 2008).

A EC possui, ainda, força de atração para novos modelos de negócios baseados em serviços e não somente na extração de recursos naturais, o que aumenta a criação de valor nos elos do sistema produtivo e fortalece o crescimento econômico (Bastein et al. 2013). Exemplo disso é a estimativa recente da Comissão Europeia acerca das movimentações oriundas de processos circulares na economia, que podem gerar ganhos econômicos anuais para o setor industrial europeu de 600 bilhões de euros (Korhonen, Honkasalo & Seppälä, 2018).

Uma análise atual das produções em Economia Circular aponta uma literatura existente concentrada em fluxos físicos de materiais e energia dos sistemas produtivos, ou seja, focando-se em métricas concretas, ferramentas, instrumentos e cálculos. Isso, de certa forma, diminui o raio de alcance da cultura e visão de mundo que a Economia Circular carrega, enquanto tema social (Korhonen et al., 2018).

No círculo macro, no nível social, a Economia Circular atende tanto às preocupações de produção, quanto de consumo, incentivando a organização de redes eco industriais, porém, buscando, também, criar uma sociedade circular, orientada para a conservação, onde há redução do consumo e da produção de resíduos (Geng & Doberstein, 2008). Além disso, uma EC oportunamente cria mais empregos quando a reciclagem e a reutilização de produtos são encorajadas e aumenta o tempo de vida dos produtos em circulação, o que concede a chance de consumo nas camadas sociais onde antes não havia essa possibilidade.

Murray, Skene e Haynes (2017) afirmam que, dos três pilares da sustentabilidade, é o prisma da dimensão social que inclui o bem-estar e os direitos humanos, introduzindo a noção

de que o desenvolvimento deve entregar, de alguma forma, a equidade entre gerações atuais e futuras. Para os autores, os estudos sobre Economia Circular costumam deixar de lado a dimensão social, silenciando sobre importantes questões éticas e morais, por isso, pesquisas futuras devem começar a incorporar conhecimentos recentes nas áreas ambiental e econômica, sem, contudo, omitir a dimensão social e humana.

Economia circular: Caminhos do Futuro

Como visto até aqui, a Economia Circular não possui princípios focados apenas nos processos produtivos organizacionais, mas busca, também, desenvolver, além de uma produção sustentável, um consumo sustentável, o que levaria à economia compartilhada, onde padrões de consumo individual são, aos poucos, substituídos por produtos e serviços compartilhados, levando a uma maior gestão de valor agregado (Korhonen et al., 2018).

É necessário um maior aprofundamento na Economia Circular no que diz respeito às pesquisas empresariais, organizacionais e de estudo social. Espera-se que os processos produtivos que se baseiam nos princípios da Economia Circular gerem, além de impactos positivos no meio ambiente, uma contribuição também positiva para o mercado, enquanto agente econômico de geração de riquezas (Korhonen et al., 2018).

A Economia Circular mostra-se, portanto, uma configuração eficaz na integração entre sustentabilidade e novos modelos de negócios e na adaptação de negócios maduros a esta nova realidade de consumo e produção sustentáveis (Ritzén & Sandström, 2017), porém, mesmo tratando-se de um conceito amplo e integrador, segue sendo utilizado de forma escassa e fragmentada, com, por exemplo, uma ausência da dimensão social dentro do desenvolvimento sustentável (Murray, Skene & Haynes, 2017). Por esse motivo, os autores propõem no trabalho um conceito de Economia Circular como um modelo econômico onde planejamento, recursos, aquisição, produção e reprocessamento são concebidos e geridos, tanto como processos e resultados, para maximizar o funcionamento do ecossistema e bem-estar humano.

Para que haja um fortalecimento da Economia Circular no futuro, é necessário um trabalho continuado de conscientização social, para que mudem as perspectivas dos negócios existentes e surjam novos modelos de negócios como gatilho desta teoria. A educação é o caminho mais seguro e palpável a se trilhar para alcançar o sucesso na Economia Circular, é o que pode acelerar a transição da linearidade para a circularidade e garantir um cenário sustentável para empresas e, principalmente, a sociedade (Lieder & Rashid, 2016).

METODOLOGIA

Este trabalho apresenta perspectiva bibliométrica, pois procura intensificar os estudos sobre Economia Circular, identificando a frente de pesquisa na temática, bem como os tópicos que vêm sendo trabalhados. Nesta perspectiva, Župič e Čater (2015) acentuam cinco principais métodos bibliométricos: (i) análise de citação, (ii) co-citação, (iii) co-autoria, (iv) acoplamento bibliográfico e (v) co-ocorrência. Para este estudo, utilizar-se-ão as análises de citação, co-citação e de co-ocorrência de palavras-chaves. É possível, ainda, classificar a pesquisa como descritiva, por sua caracterização de determinado fenômeno e levantamento de informações a respeito de situações específicas dentro do todo (Vergara, 2011).

Na lente bibliométrica, o estudo foi desenvolvido em duas etapas, utilizando-se das abordagens qualitativa e quantitativa. Em termos qualitativos, aplicou-se a técnica de meta-análise, uma investigação sistemática, onde é possível reagrupar um maior número de estudos associando resultados e permitindo alcance representativo de um determinado fenômeno (Beaucher & Jutras, 2007). Além disso, tratou-se a meta-análise em um trajeto duplo, macroanálise e microanálise, modelo metodológico baseado em Pereira *et al.* (2018).

Na macroanálise é possível estabelecer uma visão geral da estruturação da área de pesquisa, onde se identifica o perfil de produção acadêmica do campo abordado. Inicialmente, realizou-se a busca na base de dados da *Scopus*, empregando-se o termo “*Circular Economy*” para analisar as publicações disponíveis, associando-o às dimensões econômica, ambiental e social. Para tanto, tendo algumas questões de semântica, as referidas dimensões também foram abordadas em outros termos, onde além da dimensão social, também se buscou por "social* pillar*" OR "Social* Ethics" OR "social* equity*" OR "Social* Sustainability". Na dimensão econômica buscou-se por "environmental dimension" OR "economic pillar *" OR "Economic sustainability" e, por fim, na dimensão ambiental, buscou-se por "environmental dimension" OR "environmental pillar *" OR "environmental sustainability", conforme mostra a Figura 1:

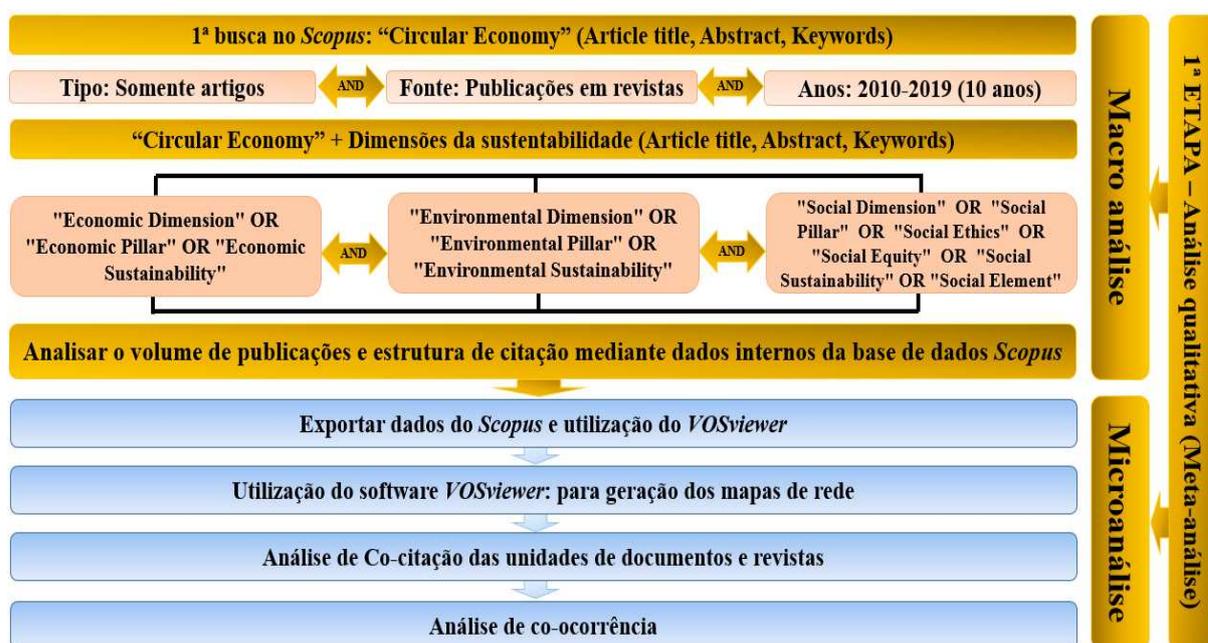


Figura 1. Procedimento da pesquisa

Fonte: Os autores (2019).

Em seguida, os documentos foram compilados de acordo com os critérios adotados no estudo, sendo este somente artigos publicados em revistas ou na etapa final de publicação, durante o período de 2010 a 2019 (10 anos). Apesar da maioria dos pesquisadores formular suas pesquisas em outras bases populares como *Web of Science* e *Google Scholar*, optou-se pela utilização da base de dados *Scopus*, pois ela (i) dispôs métodos de pesquisa que atendem ao proposto no estudo, (ii) possibilitou compilação dos dados bibliométricos de forma eficiente, (iii) forneceu acesso aos textos completos dos artigos pesquisados e, por fim, (iv) proporcionou uma quantidade maior de achados devido à sua atualização diária.

Na microanálise, objetivou-se fincar um cenário mais específico da vertente de pesquisa, isto é, caracterizar evoluções ou tendências acerca do período analisado. Para esta etapa, utilizou-se a análise de co-citação das unidades de documentos e revistas. Além desta, também foi abordada a análise de co-ocorrência, mapeando-se os laços influentes entre os termos e assuntos norteadores do estudo. Para apreciação dos dados, recorreu-se ao *VOSviewer* versão 1.6.8, *software* de mineração de texto que cria mapas de rede com o intuito de explorar a bibliometria de forma visual (Van Eck & Waltman, 2010).

Na abordagem quantitativa, o presente estudo utilizou a análise de *hot-topics*, a fim de estimar as produções dentro da área de estudo, mensurando pesquisas para orientar futuros pesquisadores acerca dos temas que estão sendo trabalhados dentro da Economia Circular.

Hirsch (2005) apresenta o *h-index* como um avaliador de impacto e influência de determinado autor, documento ou área, sob o “guarda-chuva” das produções mais citadas. A Figura 2 apresenta o resumo do procedimento empregado na pesquisa neste outro momento:

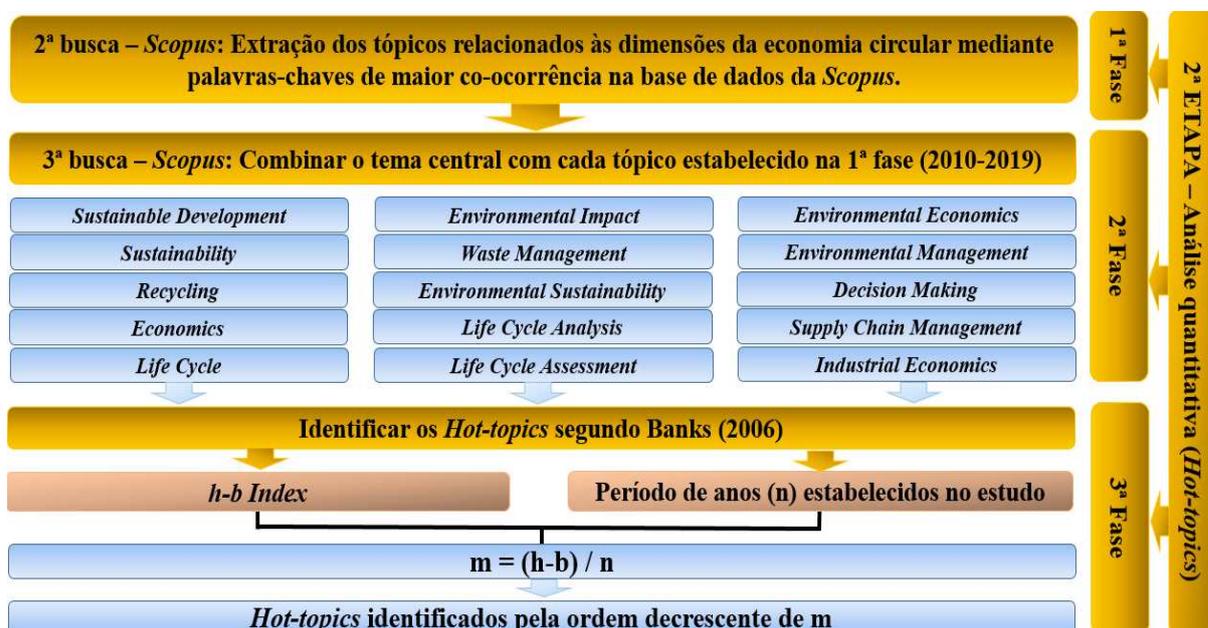


Figura 2. Procedimento da pesquisa

Fonte: Os autores (2019).

Tomando os critérios de Hirsch (2005) como base, Banks (2006) estabelece o *h-b index*, encontrado mediante o número de citações de um tópico, listado em ordem decrescente de citações. A análise de *hot-topics* é expressa pelo cálculo de *m*, obtido da divisão do *h-b index* pelo período de anos (*n*) estabelecidos no estudo. A definição da classificação de *hot-topics* encontra-se no Figura 3 abaixo.

Índice <i>m</i>	Tópico/combinção
$m > 2$	São tidos como “ <i>hot topic</i> ”: alcançam além do seu próprio campo de pesquisa e estabelecem efeitos de aplicação ou características únicas.
$0,5 < m \leq 2$	Podem se transformar em um “ <i>hot topic</i> ” no campo de pesquisa: são tópicos bastante abordados, que apresentam características muito interessantes.
$0 < m \leq 0,5$	São tópicos que podem ser de interesse para pesquisadores em um campo específico de pesquisa, englobando uma comunidade pequena de aplicação.

Figura 3. Definições para classificação de *hot-topics*

Fonte: Banks (2006).

Nesse sentido, para encontrar os tópicos pertinentes à Economia Circular foram separadas três fases de coleta dos dados. A primeira fase consistiu na identificação dos tópicos relacionados ao tema. Com isso, o critério de escolha foi estabelecido a partir das palavras-chaves de maior co-ocorrência extraídas da base *Scopus*. Na segunda fase, foi feita uma segunda busca no *Scopus*, combinando o tema central com cada tópico estabelecido na etapa 1, considerando o período adotado. Foram combinados 15 tópicos elencados à Economia Circular e, na fase seguinte, realizou-se a classificação das publicações indicando os *hot-topics*, conforme o cálculo do *h-b index* e *m index*.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Evolução em volume de publicações e estrutura de citação

Após compilação dos dados bibliométricos extraídos da base de dados *Scopus*, foram analisados 341 artigos publicados em revistas no período de 2010 a 2019, tendo-se subdividido os resultados em duas etapas. Na primeira etapa adotou-se o modelo metodológico de Pereira *et al.* (2018), aplicando a pesquisa qualitativa em duas fases: macro e microanálise. Na macroanálise estimou-se a *performance* teórica da vertente de estudo através do perfil da produção acadêmica. Nas Figuras 4 e 5 destacam-se o volume de publicações e estrutura de citação, respectivamente.

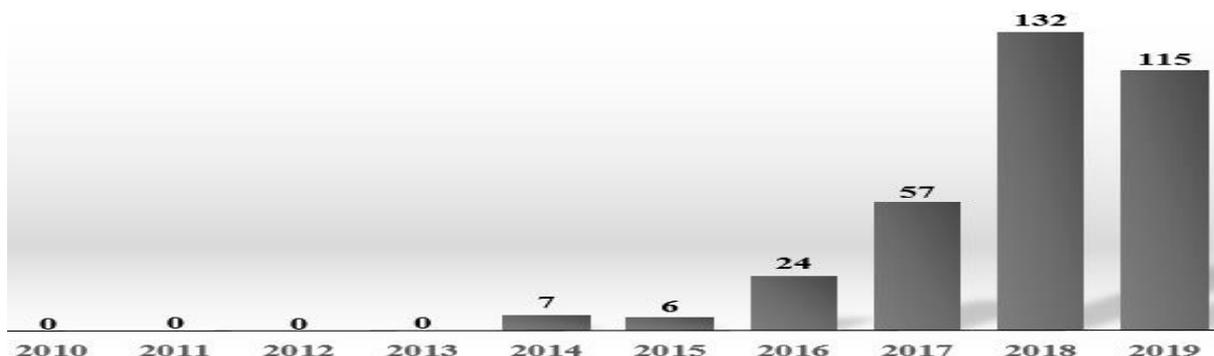


Figura 4. Distribuição de publicações anual (2010-2019)

Fonte: Os autores (2019).

No que tange à periodicidade estimada, a Figura 4 mostra que a produção científica em Economia Circular, em conjunto com suas dimensões, evidencia a ausência de pesquisa nessas temáticas entre os anos de 2010 e 2013, tendo seus primeiros artigos publicados em revista somente em 2014. Esses dados revelam que embora a EC venha sendo destaque como estudo emergente, quando abordada junto às três dimensões, as pesquisas na área são ainda mais exploratórias.

Nos anos seguintes os estudos vêm ganhando ênfase, começando a crescer ainda mais a partir de 2016. Em comparação a 2018, ano mais profícuo em quantidade de publicações, o número de publicações de 2019 apresenta alto potencial, podendo surgir ainda outros trabalhos sobre o tema, o que ultrapassaria o quantitativo de estudos de 2018.

Concomitantemente, acentua-se que, além do volume de publicações, também se faz necessário analisar a estrutura de citação, visto que a performance acadêmica é mensurada através da influência do documento para o campo de pesquisa, sendo este determinado pelo número de citações que uma publicação apresenta (Župič & Čater, 2015). Na Figura 5 ressaltase a distribuição anual de citações, ou seja, como o assunto tem sido abordado ao longo dos anos.

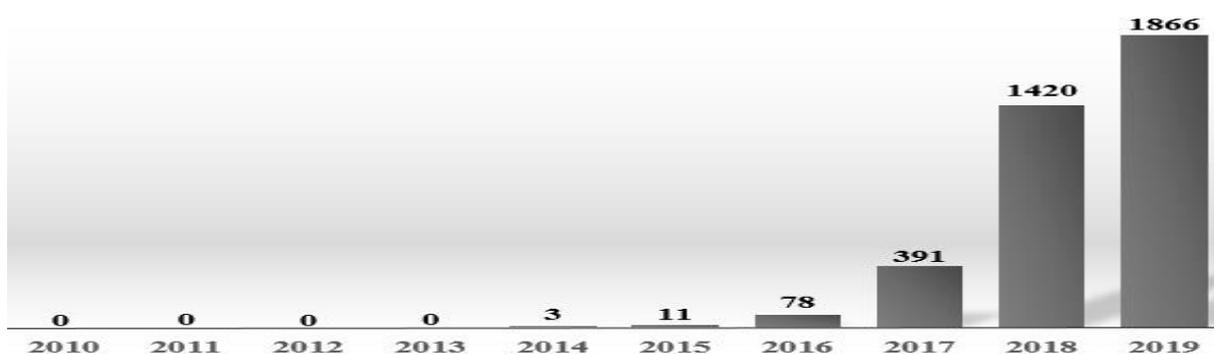


Figura 5. Distribuição de citações anual (2010-2019)

Fonte: Os autores (2019).

Não tão diferente do gráfico de publicações, a Figura 5 destaca que entre 2010 e 2013 a temática estudada ainda não tinha nenhum destaque para os pesquisadores, tendo sua primeira citação em 2014. Ainda que apresente crescimento exponencial nos anos seguintes, até 2016 nota-se um índice de citações relativamente baixo.

Confirma-se, também, na Figura 5 que somente a partir de 2017 o número de citações começa a se sobrepôr ano a ano e que 2019 já ultrapassou os anos anteriores no quesito de citações. Esses dados revelam que os estudos em EC e suas dimensões tendem a multiplicar-se ainda mais, sendo notável o interesse nos assuntos correlatos ao tema.

Documentos e revistas co-citados

A co-citação expressa a relação entre documentos, revistas e autores citados em conjunto com o conteúdo. Para sua análise, utilizando-se o VOSviewer, criou-se mapas de rede que expõem tal relação através das linhas e nós (laços) e a distância entre estes. Além da análise de co-citação apontar documentos, revistas e autores mais influentes, também é possível obter – através dos laços – um padrão de suas inter-relações (Župič & Čater, 2015).

Parametrizando os 341 documentos extraídos, tem-se um total de 23.428 referências citadas. Para não apresentar uma análise poluída de mapas de redes pela quantidade de referências, estabeleceu-se um número mínimo de 10 citações que uma referência deve conter para aparecer na rede, resultando assim, em 16 documentos que foram citados no mínimo 10 vezes. Desse total, refinou-se somente as referências que se encontram conectadas umas às outras, isto é, para inclusão no mapa de rede, além de cada documento precisar ter sido citado no mínimo 10 vezes, deve apresentar, ainda, linhas de ligação entre os demais agrupamentos. Desse modo, na Figura 6, destacam-se um total de 10 documentos que atendem aos critérios postos.

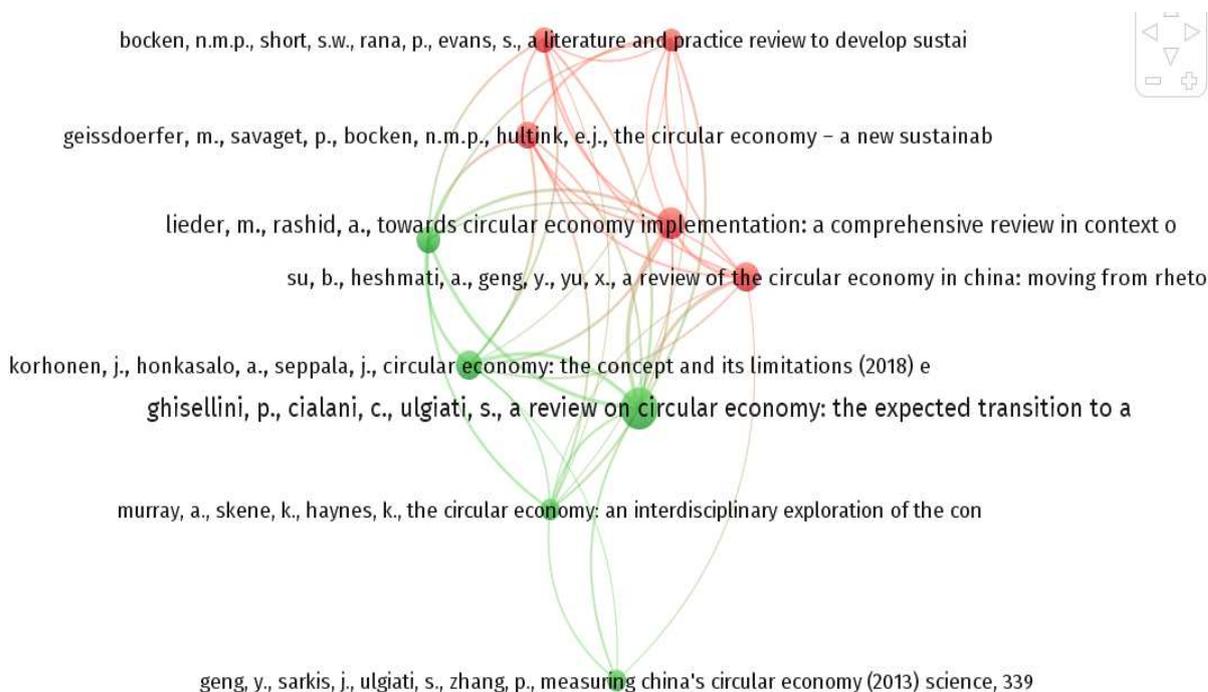


Figura 6. Rede de co-citação de documentos citados

Fonte: Os autores (2019).

Cada nó é representado por um documento e seu tamanho expressa a quantidade de vezes que o mesmo foi co-citado; as linhas expressam ligações e a distância dos nós destaca a

intensidade em que tais documentos foram co-citados, fazendo com que estes sejam agrupados em *clusters*, expressados em cores diferentes. Embora a quantidade de documentos pareça pequena, parte de uma produção literária é desempenhada por uma pequena parte de pesquisadores, que representam uma pequena quantidade de publicações (Lotka, 1926).

Analisando a forma como os documentos aparecem agrupados, nota-se semelhança entre as pesquisas, pois os autores dessas obras citaram (quase) todos os mesmos estudos que os demais. Nessa conjuntura, os documentos foram agrupados com base na força de ligação de cada nó, onde os autores foram associados de acordo com o *link* e a proximidade.

Sobre a rede de co-citação dos documentos citados, os estudos de maior ênfase encontram-se entre 14 e 48 citações: “*A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems*” de Ghisellini, Cialani e Ulgiati (2016); “*Towards circular economy implementation: a comprehensive review in context of manufacturing industry*” de Lieder e Rashid (2016); “*Circular economy: the concept and its limitations*” de Korhonen, Honkasalo e Seppala (2018); “*A review of the circular economy in china: moving from rhetoric to implementation*” de Su et al. (2013); “*The circular economy - a new sustainable*” de Geissdoerfer et al. (2017) e, por fim, “*Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions*” de Kirchherr, Reike e Hekkert (2017).

Com isso, os *clusters* estabelecidos apresentam conexões fortes, não deixando, porém, de evidenciar as ligações entre os agrupamentos distintos. Dos 10 artigos destacados, a maioria apresenta-se como revisão literária, abordagem muito utilizada para sintetizar pesquisas existentes, identificando lacunas nos estudos e fornecendo aos demais pesquisadores uma visão geral do campo de estudo (Petticrew & Roberts, 2006; Okoli & Schabram, 2011).

Com relação aos periódicos, a Figura 7 destaca as revistas citadas, expressas em cada nó, tendo nas linhas de ligação suas conexões, e nas cores diferentes, os *clusters* aos quais pertencem. Devido à grande quantidade de fontes extraídas (8.034), o mapa de rede foi refinado para evitar poluição visual; para uma análise mais acurada e melhor visualização, das 8.034 fontes extraídas, apenas 26 foram citadas no mínimo 70 vezes, sendo removidas as demais revistas que não se enquadram nesse critério

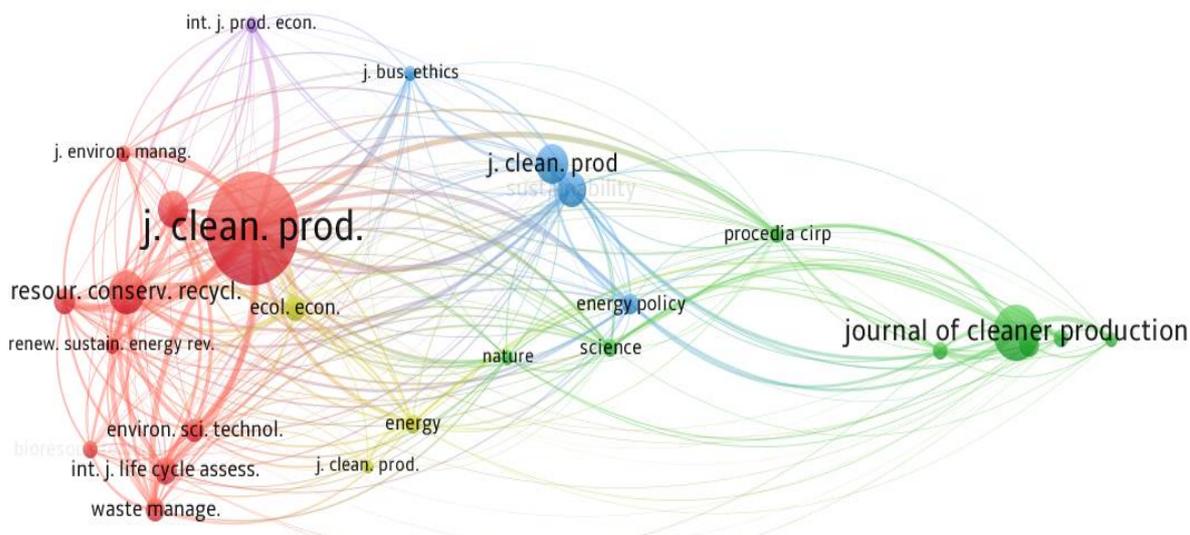


Figura 7. Rede de co-citação de fontes citadas

Fonte: Os autores (2019).

Analisando os nós em destaque na Figura 7 acima, nota-se que há repetições de revistas. O *Journal of Cleaner Production*, por exemplo, aparece em quatro clusters diferentes, pois foram citados com grafia diferente. Tal fato aponta um gap de pesquisa importante: a forma

como os trabalhos são referenciados implica na contagem de um mesmo documento ou revista quando são extraídos da base de dados. Desse modo, caberia ao pesquisador excluir a réplica para não enviesar a pesquisa, todavia, neste estudo, optou-se por deixar a referida revista, pois, como mencionado, o tamanho do nó mostra a quantidade de vezes em que ela foi co-citada.

Ainda de acordo com a Figura 7, é interessante observar que três entre as cinco revistas mais co-citadas (entre 176 e 1529 citações) apresentam alto fator de impacto, a saber: *Journal of Cleaner Production* (5.651); *Resources, Conservation and Recycling* (5.120) e *Waste Management & Research* (1.955). Importante salientar que os documentos co-citados apresentados na subseção anterior, ou seja, os estudos mais influentes sobre as dimensões da economia circular escritos nos últimos 10 anos, foram publicados nas revistas citadas acima.

Rede de co-ocorrência das palavras-chaves

Foram encontradas 2.810 palavras-chaves que aparecem pelo menos uma vez na rede de co-ocorrência. Partindo desse ponto e para fortalecer as relações, optou-se pelos termos que aparecem, no mínimo, 20 vezes, o que resultou em 24 palavras. Depois disso, foi preciso explorar ainda mais os dados, removendo termos espúrios que não diziam respeito a essa análise, tais como "article" e "human", o que totalizou, finalmente, 22 termos. A Figura 8 mostra a existência de 3 *clusters* relacionados às palavras-chaves de maior co-ocorrência extraídos do título, resumo e palavras-chaves.

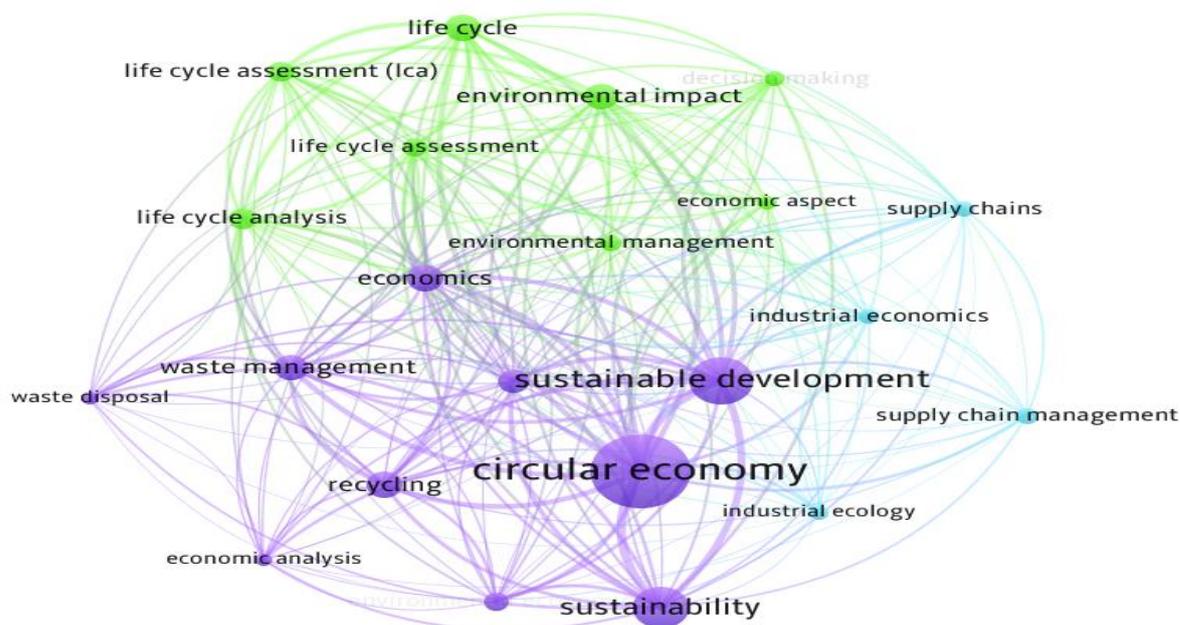


Figura 8. Rede de co-ocorrência de palavras chaves
Fonte: Os autores (2019).

Enquanto cada nó representa um termo, seu tamanho indica a quantidade de vezes que o termo co-ocorreu nos documentos; a distância e espessura das linhas indicam a ligação entre os termos e as cores dos nós indicam a que *cluster* o termo faz parte. O *cluster* azul royal agrupa dez palavras-chaves, com termos de maior co-ocorrência ligados, por exemplo, à sustentabilidade (*sustainability*), desenvolvimento sustentável (*sustainable development*), análise econômica (*economic analysis*), gestão de resíduos (*waste management*) e depósito de resíduos (*waste disposal*).

O *cluster* verde tem como tema central o ciclo de vida (*life cycle*), ligando-se à gestão ambiental (*environmental management*), impacto ambiental (*environmental impact*) e aspectos econômicos (*economic aspect*). Por fim, o *cluster* azul claro centra-se nos termos ecologia industrial (*industrial ecology*) e economia industrial (*industrial economics*), apresentando, ainda, gestão da cadeia de suprimentos (*supply chain management*).

Analisando os nós apresentados, é possível notar a proximidade dos termos que, mesmo sendo agrupados em diferentes *clusters*, possuem linhas que os interligam uns aos outros, ou seja, existem pesquisas sobre dimensões da economia circular, evidenciada no *cluster* azul royal, associadas a outros termos e *clusters*.

Economia circular e os *hot-topics*

Para identificar os *hot-topics* da economia circular e seus subtemas, recorreu-se ao uso da base *Scopus*, aplicando a metodologia do *h-b index* e *m index*, estabelecidos por Banks (2006). Foram selecionados 15 tópicos relacionados ao tema da pesquisa, tendo por critério de escolha o número de co-ocorrências nos documentos apresentados na base de dados.

	Tópicos	Nº artigos	Co-ocorrência
1	<i>Sustainable Development</i> (Desenvolvimento Sustentável)	253	130
2	<i>Sustainability</i> (Sustentabilidade)	338	107
3	<i>Recycling</i> (Reciclagem)	262	56
4	<i>Economics</i> (Economia)	266	55
5	<i>Life Cycle</i> (Ciclo de vida)	197	54
6	<i>Environmental Impact</i> (Impacto Ambiental)	161	52
7	<i>Waste Management</i> (Gerenciamento de resíduos)	191	52
8	<i>Environmental Sustainability</i> (Sustentabilidade Ambiental)	258	45
9	<i>Life Cycle Analysis</i> (Análise do Ciclo de Vida)	63	38
10	<i>Life Cycle Assessment – LCA</i> (Avaliação do ciclo de vida)	154	36
11	<i>Environmental Economics</i> (Economia Ambiental)	81	33
12	<i>Environmental Management</i> (Gestão Ambiental)	179	26
13	<i>Decision Making</i> (Tomada de Decisões)	104	25
14	<i>Supply Chain Management</i> (Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos)	88	25
15	<i>Industrial Economics</i> (Economia industrial)	30	24

Figura 9. Tópicos em economia circular e seus subtemas.

Fonte: Os autores (2019).

Após listar os tópicos escolhidos, seguiu-se com a análise do *h-b index*, onde cada tópico foi pesquisado com as dimensões da economia circular para identificar o *h-index* do conjunto dessas temáticas. Por conseguinte, aplicou-se o cálculo do *m index*, a fim de identificar os tópicos quentes, dividindo-se o *h-b index* pela quantidade de anos estabelecidos no estudo. A Figura 10 mostra o resumo desses cálculos.

Tópicos	nº artigos	<i>h-b</i>	anos (n)	m= h-b/n
<i>Sustainability</i> (Sustentabilidade)	338	29	10	2,9
<i>Sustainable Development</i> (Desenvolvimento Sustentável)	253	27	10	2,7

<i>Economics</i> (Economia)	266	27	10	2,7
<i>Recycling</i> (Reciclagem)	262	26	10	2,6
<i>Waste Management</i> (Gerenciamento de resíduos)	191	25	10	2,5
<i>Environmental Sustainability</i> (Sustentabilidade Ambiental)	258	24	10	2,4
<i>Life Cycle</i> (Ciclo de vida)	197	23	10	2,3
<i>Environmental Management</i> (Gestão Ambiental)	179	23	10	2,3
<i>Life Cycle Assessment – LCA</i> (Avaliação do ciclo de vida)	154	20	10	2,0
<i>Environmental Impact</i> (Impacto Ambiental)	161	19	10	1,9
<i>Environmental Economics</i> (Economia Ambiental)	81	19	10	1,9
<i>Decision Making</i> (Tomada de Decisões)	104	17	10	1,7
<i>Supply Chain Management</i> (Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos)	88	16	10	1,6
<i>Industrial Economics</i> (Economia industrial)	30	13	10	1,3
<i>Life Cycle Analysis</i> (Análise do Ciclo de Vida)	63	12	10	1,2

Figura 10. *Hot-tópicos* em economia circular e seus subtemas.

Fonte: Os autores (2019).

Percebe-se que, dentre os estudos analisados, os *hot-topics* ($m > 2$) estão ligados à Sustentabilidade (2,9), ao Desenvolvimento Sustentável (2,7), Economia (2,7), Reciclagem (2,6), Gerenciamento de resíduos (2,5), à Sustentabilidade Ambiental (2,4), ao Ciclo de vida (2,3) e à Gestão Ambiental (2,3). Esta análise está de acordo com os resultados da análise de co-citação apresentados nessa seção: a intensidade das pesquisas relativas às dimensões da economia circular é maior em suas co-citações.

O resultado da pesquisa constata, ainda, os tópicos que possuem chances de se tornarem *hot-topics* (índices entre $0,5 < m \leq 2$): Avaliação do ciclo de vida, Impacto Ambiental, Economia Ambiental, Tomada de Decisões, Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos, Economia industrial e Análise do Ciclo de Vida. Por fim, ressalta-se que não houve termo apresentando índice de $0 < m \leq 0,5$, ou seja, não há tópicos pouco explorados ou que somente um grupo pequeno de pesquisadores o investiguem.

CONCLUSÃO/CONTRIBUIÇÃO

Tendo-se apresentado os resultados, é possível traçar algumas considerações quanto às questões que nortearam esta pesquisa. O objetivo geral desse estudo foi analisar os últimos dez anos de produções acadêmicas internacionais sobre as dimensões da temática, bem como a emergência de novos tópicos. Para responder ao primeiro objetivo específico, a análise bibliométrica analisou 341 produções e aponta para um crescimento no volume de publicações e citações sobre as dimensões da Economia Circular em 2018 e 2019.

Ao averiguar os documentos e revistas mais co-citados ao longo do período (2010-2019), tem-se os estudos de Ghisellini, Cialani e Ulgiati (2016), Lieder e Rashid (2016), Korhonen, Honkasalo e Seppala (2018), Su et al. (2013), Geissdoerfer et al. (2017) e Kirchherr, Reike e Hekkert (2017) como os mais citados, divididos em *clusters*, porém, ainda assim, interligados entre si. Os trabalhos que destacam as dimensões da economia circular são, em sua maioria, revisões de literatura ou proposições de novos conceitos, o que evidencia pesquisas de cunho exploratório de um tema que ainda pode ser bastante desenvolvido, principalmente no que diz respeito à dimensão social.

Respondendo ainda ao segundo objetivo específico, as revistas mais co-citadas apresentam alto fator de impacto, a saber: *Journal of Cleaner Production* (5.651); *Resources, Conservation and Recycling* (5.120) e *Waste Management & Research* (1.955). Além disso, os documentos co-citados apresentados anteriormente, ou seja, os estudos mais influentes sobre as dimensões da economia circular escritos nos últimos 10 anos, foram publicados nas revistas citadas acima.

Ao analisar a rede de co-ocorrência das palavras-chaves em economia circular e suas dimensões, foram encontradas 2.810 palavras-chaves que aparecem pelo menos uma vez nas produções ao longo do período. Ao estabelecer a recorrência em, no mínimo, 20 vezes, obteve-se como resultado 22 palavras divididas em 3 clusters (azul *royal*, verde e azul claro), variando da própria economia circular, tema central deste trabalho, passando por sustentabilidade, desenvolvimento sustentável, impacto ambiental, aspectos econômicos, até ecologia industrial e gestão da cadeia de suprimentos.

Por fim, ao utilizar o método de *hot-topics* para identificar a produção intelectual sobre economia circular e seus subtemas, esta pesquisa selecionou 15 tópicos, tomando por critério o número de co-ocorrências nos documentos apresentados na base de dados. Após uso do *h-b index* para identificar o *h-index* do conjunto dessas temáticas e, por conseguinte, aplicação do cálculo de *m index*, os *hot-topics* estão ligados à Sustentabilidade, Desenvolvimento Sustentável, Economia, Reciclagem, Gerenciamento de resíduos, Sustentabilidade Ambiental (2,4), Ciclo de vida e Gestão Ambiental.

A partir do alcance dos objetivos específicos, entende-se que se alcançou resposta, também, ao objetivo geral e, por consequência, à questão de pesquisa. Como contribuição, espera-se auxiliar os pesquisadores da área, de forma que estes possam recorrer aos periódicos mais assertivos e trabalhos mais relevantes (rede de co-citações), sabendo quais termos são mais fortes e como estes correlacionam-se entre si (rede de co-ocorrências). A análise de *hot-topics* ajuda no vislumbre de emergência e possíveis tendências globais no assunto, já que se observa uma área de pesquisa ainda em formação e com bastante potencial de desenvolvimento.

Esse artigo limitou-se a trabalhar com produções internacionais, portanto, para estudos futuros, recomenda-se que haja replicação com os mesmos parâmetros em estudos brasileiros, para que seja possível, assim, traçar um paralelo entre tendências em pesquisas internacionais e nacionais, bem como comparar os caminhos acadêmicos sobre as dimensões da Economia Circular traçados até aqui.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Banks, MG. (2006). *An Extension of the Hirsch index: indexing scientific topics and compounds*. Disponível em: www.arxiv.org/abs/physics/0604216.
- Bastein, A. G. T. M., Roelofs, E., Rietveld, E., & Hoogendoorn, A. (2013). *Opportunities for a Circular Economy in the Netherlands* (pp. 1-13). Delft: TNO.
- Beaucher, V., & Jutras, F. (2007). *Étude comparative de la métasynthèse et de la méta-analyse qualitative*. Université de Sherbrooke.
- Boulding, KE. (1966). *The Economics of the Coming Spaceship Earth*. New York.
- Chertow, MR. (2000). Industrial symbiosis: literature and taxonomy. *Annual review of energy and the environment*, 25(1), 313-337.

- Frosch, RA., & Gallopoulos, NE. (1989). Strategies for manufacturing. *Scientific American*, 261(3), 144-152.
- Geissdoerfer, P. M., Savaget, N. M. P. Bocken, E.J. Hultink., (2017). The Circular Economy – a new sustainability paradigm? *J. Clean. Prod.*, 143, pp. 757-768.
- Geng, Y., & Doberstein, B. (2008). Developing the circular economy in China: Challenges and opportunities for achieving 'leapfrog development'. *The International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 15(3), 231-239.
- Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner production*, 114, 11-32.
- Govindan, K., & Hasanagic, M. (2018). A systematic review on drivers, barriers, and practices towards circular economy: a supply chain perspective. *International Journal of Production Research*, 56(1-2), 278-311.
- Hirsch, JE. (2005). An index to quantify an individual's scientific research output. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)*, California, 102(46), 165-169.
- Jelinski, LW., Graedel, TE., Laudise, RA., McCall, DW., & Patel, CK. (1992). Industrial ecology: concepts and approaches. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 89(3), 793-797.
- Kirchherr, J., Reike, D., Hekkert, H., (2017). Conceptualizing the circular economy: an analysis of 114 definitions. *Resour. Conserv. Recycl*, 127, pp. 221-232.
- Korhonen, J., Nuur, C., Feldmann, A., & Birkie, SE. (2018). Circular economy as an essentially contested concept. *Journal of Cleaner Production*, 175, 544-552.
- Korhonen, J., Honkasalo, A., & Seppälä, J. (2018). Circular economy: the concept and its limitations. *Ecological economics*, 143, 37-46.
- Lieder, M., & Rashid, A. (2016). Towards circular economy implementation: a comprehensive review in context of manufacturing industry. *Journal of cleaner production*, 115, 36-51.
- Lotka, AJ. The frequency distribution of scientific productivity. *Journal of Washington Academy of Sciences*, 1926.
- MacArthur, E., Zumwinkel, K., & Stuchtey, MR. (2015). Growth within: a circular economy vision for a competitive Europe. *Ellen MacArthur Foundation*.
- Murray, A., Skene, K., & Haynes, K. (2017). The circular economy: an interdisciplinary exploration of the concept and application in a global context. *Journal of Business Ethics*, 140(3), 369-380.
- Okoli, C., & Schabram, K. (2011), *A Guide to Conducting a Systematic Literature Review of Information Systems Research*, Social Science Research Network, Rochester.

- Pearce, DW., & Turner, RK. (1990). *Economics of natural resources and the environment*. JHU Press.
- Pereira, RS., Santos, IC., Oliveira, KDS., Leão, NCA. (2018). Meta-Análise como Instrumento de Pesquisa: Uma Revisão Sistemática dos Estudos Bibliométricos em Administração. In: Encontro Nacional de Administração - EnANPAD 2018, *Anais...*
- Petticrew, M., & Roberts, H. (2006), *Systematic Reviews in the Social Sciences: A Practical Guide*, Blackwell Publishing Ltd, Boston, MA.
- Reike, D., Vermeulen, WJ., & Witjes, S. (2018). The circular economy: New or refurbished as CE 3.0? – Exploring controversies in the conceptualization of the circular economy through a focus on history and resource value retention options. *Resources, Conservation and Recycling*, 135, 246-264.
- Ritzén, S., & Sandström, GÖ. (2017). Barriers to the Circular Economy—integration of perspectives and domains. *Procedia CIRP*, 64, 7-12.
- Stahel, WR. (2016). The circular economy. *Nature News*, 531(7595), 435.
- Su, B., Heshmati, A., Geng, Y., & Yu, X. (2013). A review of the circular economy in China: moving from rhetoric to implementation. *Journal of Cleaner Production*, 42, 215-227.
- Van Eck. NJ., & Waltman, L. (2010). Software survey: Vosviewer, a computer program for Bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84, 523-538.
- Vergara, SC. (2011). *Projects and research reports in administration*. 13 ed. São Paulo: Atlas.
- Welford, RJ. (1998). Corporate environmental management, technology and sustainable development: postmodern perspectives and the need for a critical research agenda. *Business Strategy and the Environment*, 7(1), 1-12.
- Župič, I., & Čater, T. (2015) Bibliometric Methods in Management and Organization. *Organizational Research Methods*, 18 (3), 429-472.