

Transição para a Economia Circular: um Estudo Bibliométrico sobre sua Ativação e Desencadeamento

Resumo

A economia circular recebe cada vez mais atenção para romper com o paradigma linear de produção e com o consumo insustentável. A economia circular promove inovações do sistema que visam reduzir o desperdício, aumentar eficiência e alcançar um melhor equilíbrio entre economia, ambiente e sociedade. Assegurar uma transição bem-sucedida para a economia circular é uma alternativa para alcançar a sustentabilidade e o desenvolvimento sustentável a longo prazo. Nesse sentido, o objetivo deste artigo é realizar uma revisão bibliométrica no campo da economia circular a partir da produção científica que relaciona a ativação, desencadeamento ou motivação para seu alcance. Utilizou-se a produção indexada na base de dados Scopus (Elsevier). Levantou-se informações bibliométricas sobre ano das publicações, frequência e número de citações por revista, país, instituição e autor, assim como os termos-chave associados à temática. Foram identificados e analisados clusters formados sobre a ativação e acionamento da economia circular, por meio dos quais se permite identificar a pouca densidade e alta centralidade do tema. Verificou-se ainda que o cluster de economia circular se relaciona de forma muito próxima com a economia de compartilhamento e a ecologia industrial, fato que auxilia pesquisadores no estabelecimento do rumo de suas pesquisas associadas à temática.

Palavras-chave: Economia circular, Ativação, Desencadeamento, Estudo bibliométrico.

1. Introdução

A economia circular (EC) pode ser definida como um conceito cuja implementação demanda a redução do consumo de matérias-primas e energia, de modo que eles possam ser facilmente reinseridos no sistema de produção, com a menor entropia possível. A transição para uma economia circular apresenta uma resposta direta às crescentes preocupações sobre a escassez de recursos e impactos ambientais associados à utilização de recursos e desperdício de materiais (Giama & Papadopoulos, 2020). A utilização dos recursos numa economia circular se concentra em melhorar a produtividade dos recursos (Tukker, 2015) e retenção de valor, de modo que se extraia menos da natureza e se utilize menos energia.

Atividades de extensão de vida do produto com base num sistema de ciclos fechados de produção por meio de reparação, reutilização, remanufatura e reciclagem ajuda a estender a vida útil inicial de um produto e aumenta o valor incorporado (Santibanez Gonzalez, Koh, & Leung, 2019). Os recursos são mantidos em ciclos fechados de produção, no qual o design do produto já é planejado pensando na sua destinação final. Portanto, a circularidade de materiais envolve um sistema industrial regenerativo onde a entrada de recursos e de resíduos, bem como qualquer tipo de fugas, sejam minimizados pelo fechamento dos ciclos de material e de energia (Geissdoerfer et al, 2017; Ghisellini, Cialani, & Ulgiati, 2016; Kirchherr, Reike, & Hekkert, 2017).

A economia circular implica na mudança sistêmica e contínua, e requer ampla cooperação entre empresas, cadeia de produção, governos, universidades e consumidores. Além disso, para atingir um nível de circularidade, é essencial para as autoridades e os governos nacionais, regionais e locais para permitir e estimular essa transição (Loiseau et al., 2016; Geissdoerfer et al., 2017). Isto significa que a economia circular exige estímulo e motivação nos níveis macro, meso e micro, a fim de promover a mudança (Geng et al. 2012; Su et al., 2013). Em um nível macro, a abordagem compreende mudanças políticas a nível nacional, regional e municipal. A simbiose industrial, na qual a energia excedente ou recursos residuais de uma empresa são usados por outra, os ecossistemas e redes entre as empresas constituem o

nível meso. No nível concentra-se em empresas individuais e os consumidores (Kirchherr et al., 2017).

Em vários países, sobretudo na China, Estados Unidos e nos países na União Europeia, a mobilização e estímulo para o despertar da economia circular produz efeitos visíveis de racionalização dos processos produtivos. O prolongamento da vida útil dos produtos, por meio da reparação, utilização de materiais recicláveis e recuperação de matérias-primas a partir do fluxo de resíduos, levanta-se como uma visão não apenas do meio empresarial, mas como uma visão política que reflete a preocupação com a diminuição de exaustão do meio natural (Morsetto, 2020). Nesse sentido, o presente estudo contribui com a proposição de análise sobre a economia circular do ponto de vista de sua ativação, desencadeamento e impulsionamento, a partir de um estudo bibliométrico. Embora existam estudos bibliométricos sobre economia circular, não foram identificadas pesquisas que mapeiam o comportamento da produção científica sobre a ativação, desencadeamento ou motivação para seu despertar, com abordagem de pesquisa bibliométrica.

Neste sentido, o presente estudo tem como objetivo realizar uma revisão bibliométrica no campo da economia circular a partir da produção científica que relaciona a ativação, desencadeamento ou motivação para seu alcance. Utilizou-se a produção indexada na base de dados Scopus (Elsevier). Para desenvolver o conhecimento sobre o tema, índices de produção são apresentados de acordo com as seguintes categorias: i) ano de publicação; ii) frequência de publicações e número de citações de artigos por revista, país, instituição e autor; iii) frequência dos termos-chave e análise dos clusters formados sobre ativação e acionamento da economia circular. O estudo está estruturado em cinco seções. Na segunda seção está disposta a revisão de literatura, com componentes conceituais e teóricos explanatórios que relacionam o tema de economia circular. Na terceira seção descreve-se o método e procedimento de pesquisa utilizado. Na quarta seção apresentam-se os resultados da revisão bibliométrica, com a extração dos dados resultantes do mapeamento da produção, de caráter descritivo e analítico. A quinta seção discute sobre um modelo de clusters formados sobre o comportamento da produção científica. A sexta seção apresenta propostas para pesquisas futuras e as considerações finais.

2. Rumo à Economia Circular: transição para o modelo circular de negócios

O conceito de economia circular desempenha um papel em relação à sustentabilidade e desenvolvimento sustentável (Ghisellini et al, 2017). A relação entre sustentabilidade e economia circular é intrinsecamente estabelecida pelo caráter de preocupação socioambiental e econômico compartilhado por ambas as áreas. A EC é uma condição para sustentabilidade, que permite a produção de benefícios e uma relação de compensação (Mayer et al, 2018). Aponta-se também que existe uma relação estreita entre o desenvolvimento sustentável e a economia circular, e que o segundo é uma condição relevante para se alcançar o primeiro (Korhonen, Honkasalo, & Seppälä, 2018). O potencial valor criado a partir de soluções circulares deve ser visto como uma possibilidade de redução de uso de recursos e matérias-primas, assim como na criação de emprego e foco na criação de valor mais amplo para múltiplos *stakeholders*.

A disseminação e implementação de EC é dificultada pelas divergentes abordagens dentro o campo, sendo necessário compreender as diferentes manifestações que a temática pode assumir (Kalmykova, Sadagopan, & Rosado, 2018). Nesse sentido, a economia circular tem cada vez mais ganha atenção de universidades, empresas e gestores públicos como uma abordagem promissora para promover conjuntamente a sustentabilidade e a competitividade (Murray, Skene, & Haynes 2015). Países como China, Japão, Estados Unidos e da União Europeia criaram regulamentos com metas e ações a serem tomadas pelos diversos setores da sociedade, atribuindo responsabilidades e objetivos a serem cumpridos para apoiar e estimular a adoção da EC (Kristensen, & Mosgaard, 2019).

A economia linear difere da lógica tradicional de como os bens são produzidos, vendidos e descartados, uma vez que separa o crescimento econômico da extração de recursos e perdas ambientais (Loiseau et al, 2016). Portanto, as empresas que decidem redesenhar sua cadeia de suprimentos para adaptar-se à EC podem obter benefícios de ordem ambiental, social e benefícios econômicos. No entanto, vários obstáculos podem impedir a realização desses benefícios, dificultando a transição gradativa para a EC. A incerteza, nesse contexto, pode dar lugar à ganhos quanto à quantidade e qualidade, numa perspectiva de planejamento e aprimoramento das capacidades (Linder & Rashid, 2016).

O fechamento dos ciclos no sistema produtivo reduz as externalidades ambientais negativas e aumentam dos efeitos ambientais positivos, como a redução das atividades de eliminação por meio da reutilização de resíduos, a reciclagem de materiais e componentes, e a remanufatura de produtos. Além disso, a mimetização da ecologia ao processo industrial permite a formação de novas estratégias de produção para empresas que se pautam pelo conceito de economia circular (Linder & Williander, 2015). Por isso, o estímulo para desencadear e despertar esse comportamento nas empresas exige esforço e incentivos, não apenas financeiros e fiscais, mas também a consolidação ampla da melhoria da conscientização e participação do público em torno das atividades de economia circular.

Da ótica das regulamentações e formulação de políticas, o novo paradigma da economia circular incentivar as pessoas a assumirem comportamentos mais sustentáveis, além de afetar diretamente as empresas e as cadeias de produção. A EC pode ser tomada como uma ferramenta para os formuladores de políticas para desenvolver *drivers* de políticas ambientais e de gestão e de criar novos regulamentos que incorporam os princípios da sustentabilidade (Liu & Bai, 2014; Centobelli et al, 2020). Essa incorporação passa pela inserção gradativa e substancial em todos os níveis (macro, meso ou micro). Isso reforça a importância de estudar criticamente a economia circular e seus princípios, para direcionar esforços e estabelecer atribuições para cada nível. Sublinha-se o esforço que é indispensavelmente necessário para os formuladores de políticas, conforme já destacado, para incutir consciência pública sobre economia circular, permitindo que diferentes atitudes e valores dos indivíduos possam ser estimulados num comportamento pró ativo frente às práticas de reciclar e reutilizar, por exemplo.

3. Bibliometria e protocolo de pesquisa

A pesquisa bibliométrica permite a identificação e posterior análise dos estudos mais relevantes de um determinado lócus de pesquisa. A análise dos rumos da pesquisa, assim como das perspectivas de clusters é característica principal na elaboração de índices de produção e conhecimento científico, permitindo a direção de novos estudos com mais precisão e reduzindo a margem de erro nas futuras tomadas de decisões (Caiado et al., 2017).

A pesquisa não foi delimitada quanto aos tipos de documentos pesquisados nem quanto ao tipo de acesso (livre ou não). Assim, artigos científicos, livros e / ou capítulos de livros, documentos de conferências, contribuições para volumes editados foram incluídos nesta revisão. Também estão incluídos na pesquisa todas as áreas de conhecimento que publicam sobre o assunto, visto que o retorno de artigos sem essa restrição foi mais rica e diversificada.

O inglês foi selecionado como o idioma para a pesquisa. A pesquisa foi realizada utilizando os critérios de combinações de palavra-chave selecionada no “título, resumo e palavras-chave” das publicações. Não houve restrição cronológica para execução da busca. Executou-se simulações de busca com termos relacionados ou possíveis palavras-chave repetidamente, diretamente nas bases. Foram definidas as seguintes palavras chaves e seus sinônimos para compor as *strings* de busca, utilizando os operadores lógicos OR (ou) para realizar a busca por qualquer um dos sinônimos apresentados e o operador AND (e) para adicionar combinações, como apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 – *Strings* de Busca

<i>Strings de Busca</i>
<i>“circular economy” OR circularity OR “industrial symbiosis” OR “industrial ecology” OR “eco-efficient services” OR “circular business model” OR “closed-loop economy” OR “sharing economy” OR “achieving the circular economy” OR “towards a circular economy”</i>
AND
<i>activating OR achieving OR mobilize OR stimulate OR trigger OR arouse OR motivate OR propel OR start OR “set in motion”</i>

A busca foi executada 16 de fevereiro de 2020. O período de retorno dos artigos é de 1978 a fevereiro de 2020. A base utilizada é a Scopus. A escolha de usar a base deveu-se ao fato de que ela corresponde a um espaço abrangente e tem ferramentas bibliométricas transparentes e confiáveis que viabilizam a confiabilidade e validade dos dados. A Scopus é um banco de dados de resumos e citações da literatura com revisão por pares: revistas científicas, livros, processos de congressos e publicações do setor. Oferece um panorama abrangente da produção de pesquisas do mundo nas áreas de ciência, tecnologia, medicina, ciências sociais, artes e humanidades. Os dados foram analisados com auxílio do software R, com a utilização do pacote Bibliometrix.

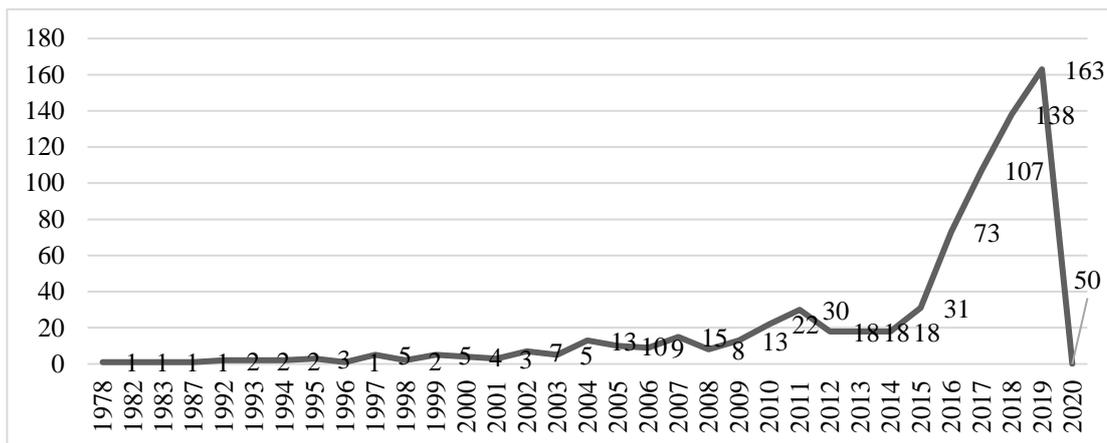
4. Análise das Frequências e Informações Bibliométricas

Aqui os resultados são apresentados em relação as principais informações bibliométricas da carteira de materiais consultada, incluindo a evolução da produção científica e os autores, países e periódicos destacados no tema, juntamente com os termos mais recorrentes das publicações que compõem a carteira bibliográfica, bem como uma síntese da categorização e temática deles.

4.1. Estatística Inicial dos Dados

A análise de frequência inicial proporciona uma visão geral das estatísticas quantificáveis na amostra de 781 artigos publicado no período de 1978 a 2020. Em primeiro lugar, a análise sobre os anos de publicação revela uma tendência crescente acentuada de artigos sobre este assunto durante os últimos anos, que indica uma crescente relevância o tema para o meio acadêmico. As medidas bibliométricas fornecem indicação sobre como uma área científica desenvolve e se como recebe reconhecimento na comunidade científica. A literatura científica sobre os fatores que ativam, estimulam e mobilizam a inserção das práticas de economia circular retrata um movimento que é visível no contexto das empresas, mas também que é notável nas ações governamentais. Iniciativas de países como Portugal, Alemanha e China refletem a preocupação dos governantes em incorporar, mediante regulamentação, as premissas da economia circular na produção de bens e serviços (Vanhamäki et al, 2020). A Figura 1 apresenta a concentração de publicações por ano.

Figura 1 – Número de Publicações por Ano

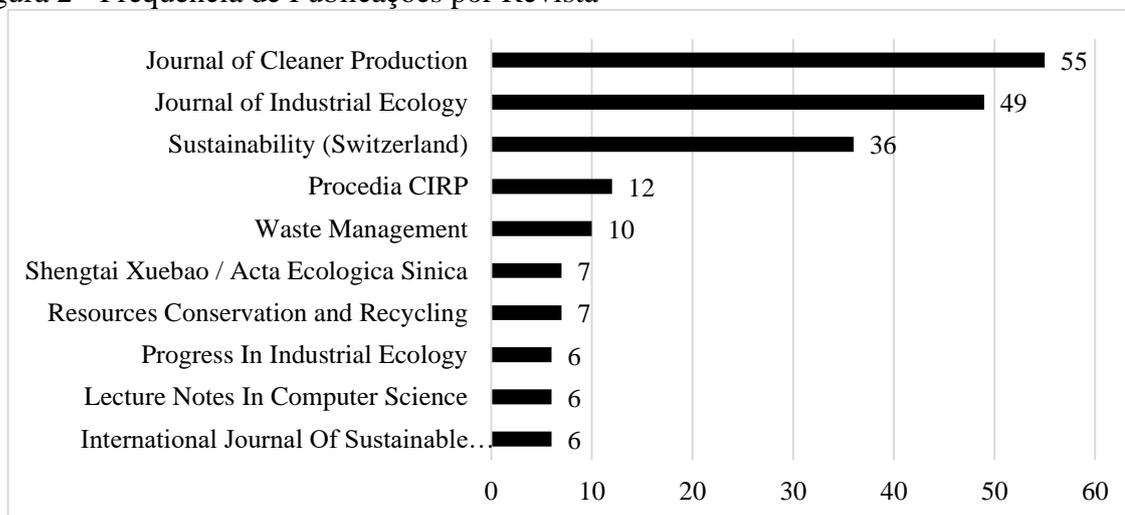


O interesse sobre o tema cresce expressivamente a partir de 2016. O crescimento é justificado por um acréscimo expressivo de interesse que permaneceu nos últimos anos. Nota-se que em 2018 foram registradas 138 publicações, em 2019 foram 163 e para o período analisado de 2020, que ainda está no seu início, já são 50 publicações. De fato, os resultados preliminares de 2020 sugerem que o domínio de crescimento continuará e atrair consideravelmente mais pesquisas. O crescimento para os últimos 10 anos é de mais de 10 vezes. Esse movimento sugere que a temática é ascendente e ainda não encontrou seu estágio de maturidade. A interface entre os temas é emergente enquanto área de pesquisa e precisa ser mais bem explorado, sobretudo para que as empresas encontrem subsídios na literatura para melhorar a compreensão e fundamentação sobre suas decisões e para que os governos compreendam os fatores que impulsionam e motivam o crescimento da economia circular (Urbinati, Chiaroni, & Chiesa, 2017; Ünal & Shao, 2018).

4.2. Principais Fontes de Publicação

Em relação aos *journals* que publicam sobre o tema, nota-se concentração mais expressiva em um grupo, seguido por distribuição homogênea nos demais. O escopo dos periódicos que mais publicam sobre o tema é predominantemente da área da sustentabilidade e áreas correlatas. As informações estão dispostas na Figura 2.

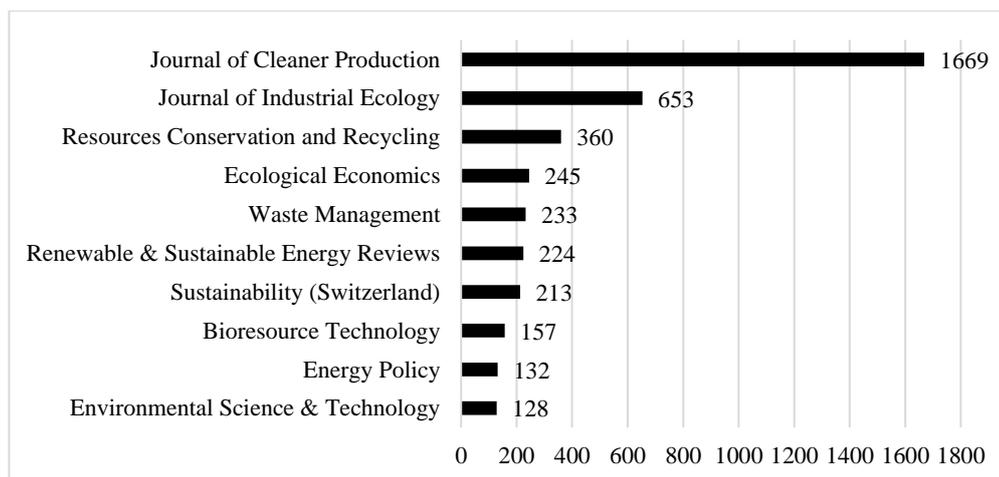
Figura 2 - Frequência de Publicações por Revista



São três as revistas mais proeminentes que registraram maior frequência. O *Journal of Cleaner Production* sobressai em relação aos demais, seguido pelo *Journal of Industrial Ecology* e pelo *Sustainability (Switzerland)*, todos da área de domínio da sustentabilidade. Juntos representam aproximadamente 18% de toda publicação analisada.

Sobre as revistas que recebem o maior número de citações, o comportamento é semelhante. As informações estão dispostas na Figura 3.

Figura 3 – Frequência de Citações por Revista



Mantém-se a liderança do *Journal of Cleaner Production*, seguido pelo *Journal of Industrial Ecology* e outro periódico é identificado, o *Resources, Conservation & Recycling*.

O *Journal of Cleaner Production*, indexado na Elsevier, é um periódico internacional, transdisciplinar, focado nas pesquisas e práticas de Produção Mais Limpa, Ambiental e de Sustentabilidade, que serve como uma plataforma para abordar e discutir a produção mais limpa teórica e prática, abrangendo questões ambientais e de sustentabilidade em empresas, governos, instituições de ensino, regiões e sociedades. É um dos principais periódicos da área, e com grande volume e variedade de publicações por ano. Seu Fator de Impacto é 6,395.

O *Journal of Industrial Ecology*, indexado na Wiley Online Library, aborda uma série de tópicos relacionados a sustentabilidade, incluindo estudos de fluxos de materiais e energia (metabolismo industrial), mudança tecnológica, desmaterialização e descarbonização, planejamento, design e avaliação do ciclo de vida, design para o ambiente, responsabilidade ampliada do produtor (gestão do produto), parques eco industriais (simbiose industrial), ambiente orientado para o produto, eco eficiência das políticas. Também tem caráter interdisciplinar, considerando que mantém, além de publicação de artigos, fóruns para a troca contínua de informações e opiniões por meio de contribuições de acadêmicos, gerentes ambientais, formuladores de políticas, advogados e outros envolvidos em ciência, gerenciamento e política ambiental. O Fator de Impacto é de 4,826.

O *Sustainability (Switzerland)*, indexado na Scopus, publica sobre assuntos relacionados a sustentabilidade ambiental, cultural, econômica e social de seres humanos, que fornece um fórum avançado para estudos relacionados à sustentabilidade e desenvolvimento sustentável, seus desafios e prioridades. Incentiva os cientistas a publicar suas pesquisas experimentais e teóricas relacionadas às ciências naturais, ciências sociais e humanas o mais detalhadamente possível, a fim de promover previsões científicas e avaliações de impacto das mudanças e desenvolvimento globais. Seu Fator de Impacto é 2,592.

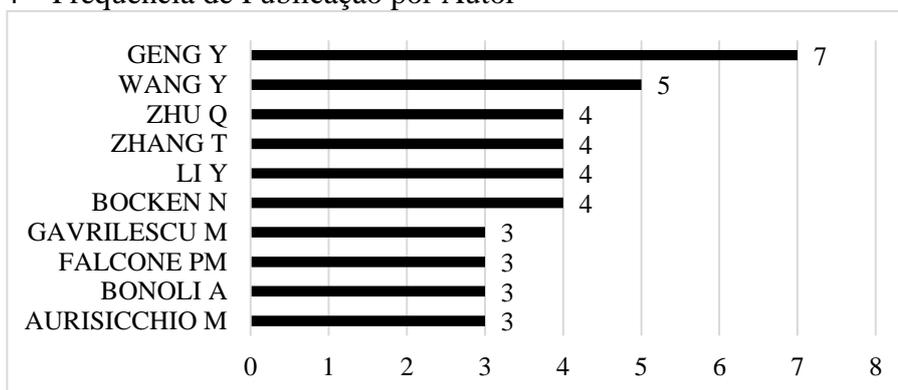
O *Resources, Conservation & Recycling*, indexado na Elsevier, enfatiza os processos de transformação envolvidos em uma transição para sistemas de produção e consumo mais

sustentáveis. A ênfase está nos aspectos tecnológicos, econômicos, institucionais e políticos de práticas específicas de gerenciamento de recursos, como conservação, reciclagem e substituição de recursos, e de estratégias "em todo o sistema", como melhoria da produtividade dos recursos, reestruturação dos perfis de produção e consumo e transformação da indústria. Seu Fator de Impacto é de 7,044.

4.3. Autores Mais Citados

A autoria dos artigos sobre o tema é relativamente bem distribuída. O destaque é para a produção de Yong Geng, seguido pelos demais autores, conforme Figura 4.

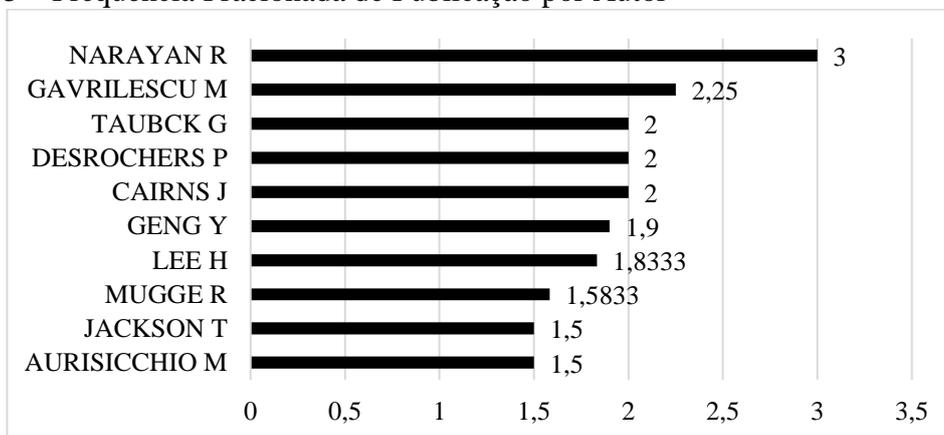
Figura 4 – Frequência de Publicação por Autor



Os cinco primeiros pesquisadores são chineses, o que evidencia a relevância da contribuição do país para o desenvolvimento de pesquisa na área. Geng atua no Departamento de Ciência Ambiental da Universidade de Shanghai Jiao Tong, com foco em pesquisa social quantitativa, economia ambiental e engenharia ambiental. Seu projeto atual é 'Projeto da cidade de baixo carbono, Japão, Indonésia e China'. A abordagem de Geng é alinhada a um engajamento que articula sustentabilidade à gestão governamental, tratando de assuntos como serviços ecossistêmicos, políticas de economia circular, investimento em infraestrutura ambiental, emissões de resíduos, entre outros.

Com relação à publicação fracionada, que considera a participação de demais autores numa mesma publicação como elemento que fraciona a representatividade e peso da publicação em função do número de autores, a configuração se modifica, conforme Figura 5.

Figura 5 – Frequência Fracionada de Publicação por Autor

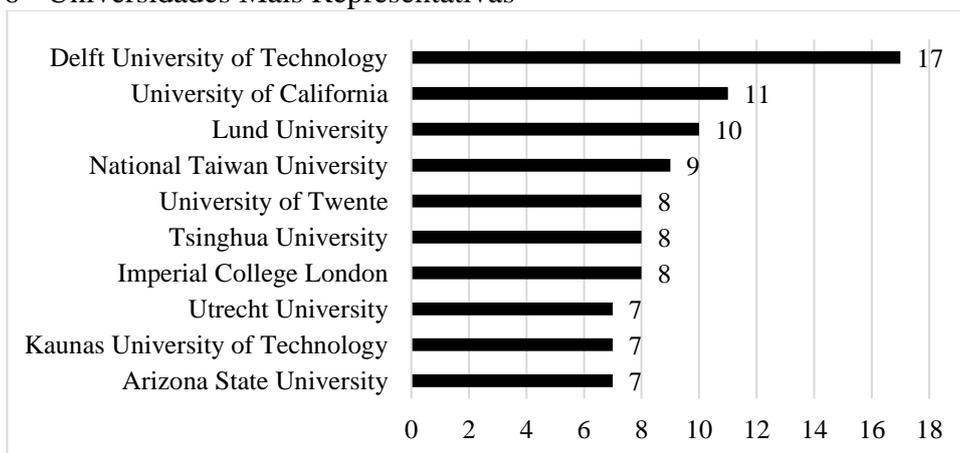


Nessa configuração, o autor com maior destaque é para Rummy Narayan, do Departamento de Administração da Universidade de Vaasa, na Finlândia. Sua abordagem é predominantemente nos temas de sociologia econômica, transições de sustentabilidade, economia circular e *Design Thinking*. Seu projeto atual é 'Plataforma de compartilhamento da indústria para impulsionar a transição para a economia circular (SHARE)'. Na sequência, tem-se Maria Gavrilescu, do Departamento de Engenharia e Gerenciamento Ambiental da Universidade Técnica de Iasi, na Romênia. Sua pesquisa trata de questões de alteração climática, tratamento de água e efluentes, poluição ambiental e meio ambiente.

4.4. Afiliações Mais Relevantes

A afiliação dos autores que publicam sobre o tema se distribui com frequência relativamente homogênea, com destaque para as Universidades localizadas na Europa e Estados Unidos. Do ranking das dez mais produtivas, seis são europeias, sendo três holandesas (Delft University of Technology, University of Twente e Utrecht University), outras duas são norte-americanas (University of California e Arizona State University), uma é chinesa (Tsinghua University) e outra taiwanesa (National Taiwan University). As demais são localizadas na Lituânia (Kaunas University of Technology), na Suécia (Lund University) e no Reino Unido (Imperial College London). A Figura 6 apresenta as informações.

Figura 6 - Universidades Mais Representativas

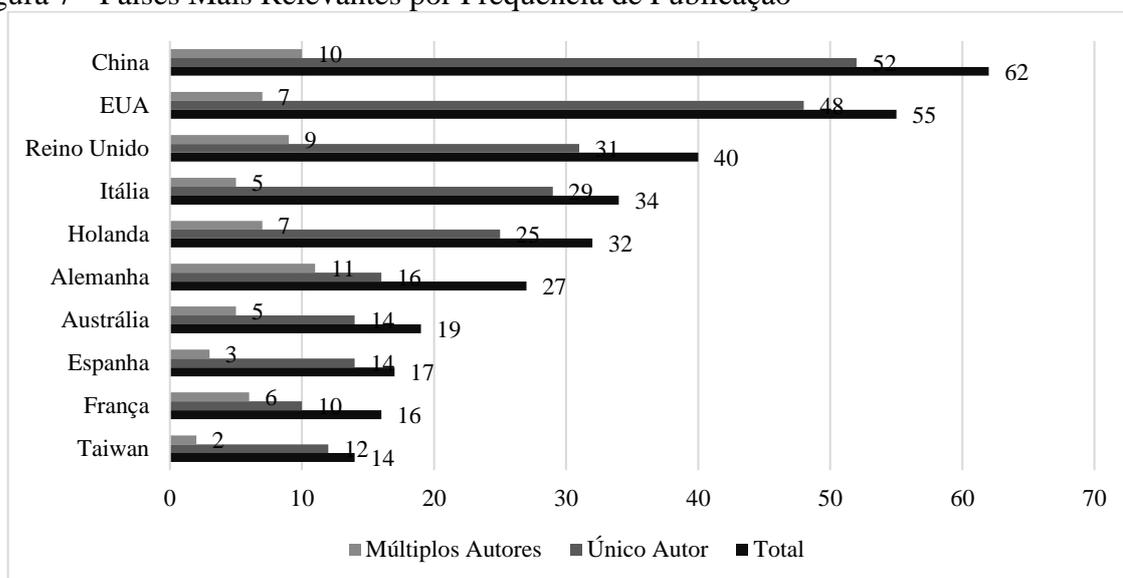


A Delft University of Technology se destaca em relação às suas pares. É um dos centros de ensino superior mais importantes da Holanda. Foi fundada a 8 de janeiro de 1842 em Delft com o nome de Academia Real, tendo depois mudado a designação para Escola Técnica Superior e finalmente, em 1986, para universidade. Possui oito programas de pós-graduação, a nível de doutorado, predominantemente nas áreas de engenharia. A Universidade da Califórnia é mantida pelo governo do estado da Califórnia, que é uma organização de cúpula que agrupa diversas universidades semiautônomas espalhadas pelo território do estado, formada por dez *Campi*.

4.5. Países Mais Relevantes

A Figura 7 mostra a distribuição geográfica dos estudos analisados, apresentando os 10 países que se destacam em número total de publicações, considerando ainda a variação dos artigos publicados com apenas uma autoria e daqueles com múltiplos autores. Há um destaque visível por três países como as publicações sobre o assunto: China, Estados Unidos e Reino Unido, com contribuições em 62, 55 e 40 publicações cada, respectivamente.

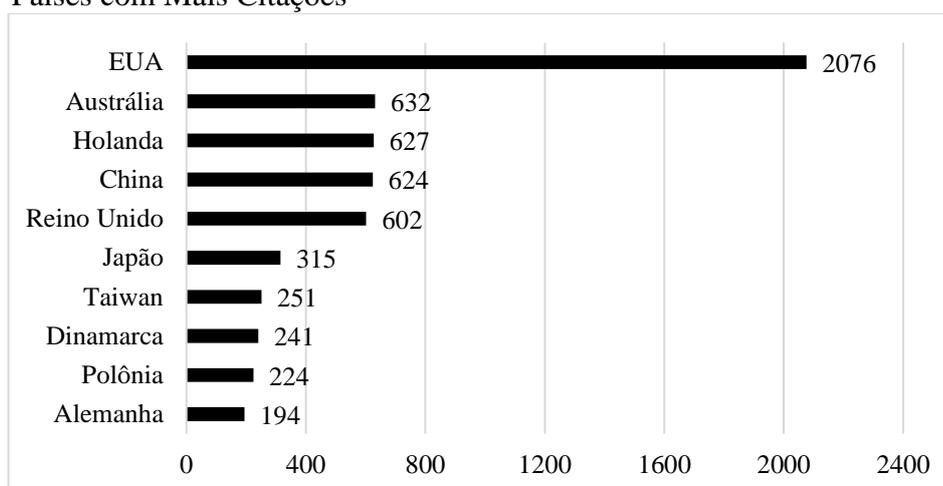
Figura 7 - Países Mais Relevantes por Frequência de Publicação



De modo categórico, os países de maior destaque são economias desenvolvidas (oito casos) ou emergentes (China e Taiwan). É possível identificar que as principais economias globais mostram mais interesse no assunto. Não foram listadas economias subdesenvolvidas. Com relação à autoria única ou múltipla, o comportamento se assemelha nos países analisados. De fato, a pesquisa sobre economia circular está avançada em países com a China, Estados Unidos e no continente europeu (Sauvé, Bernard, & Sloan, 2016; Schroeder, Anggraeni, & Weber, 2018). O foco dado pela produção em cada região também varia em função dos objetivos com os quais a ciência trabalha em cada contexto. No caso chinês, a predominância é de estudos relacionados a questões técnicas e de produção. No contexto europeu, predominam estudos relacionados à gestão de negócios.

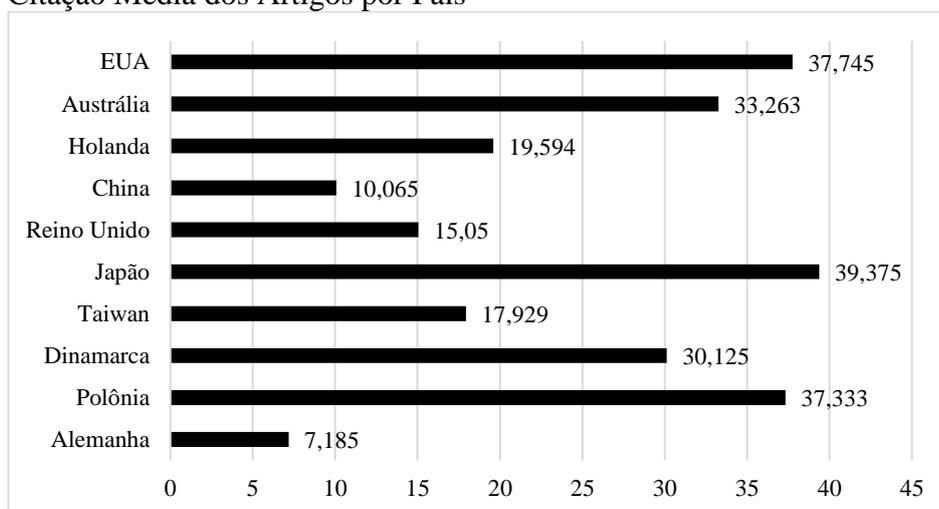
Quanto ao número de citações, a produção norte americana desponta sobre os demais, conforme Figura 8.

Figura 8 - Países com Mais Citações



Muito embora os artigos mais citados não tenham origem no país, num contexto total os Estados Unidos são o país que está muito à frente quanto à representatividade e impacto de sua pesquisa. Os dados permitem concluir que, efetivamente, a essa produção é relevante para o meio acadêmico. A Figura 9 apresenta a citação média dos artigos por país.

Figura 9 - Citação Média dos Artigos por País

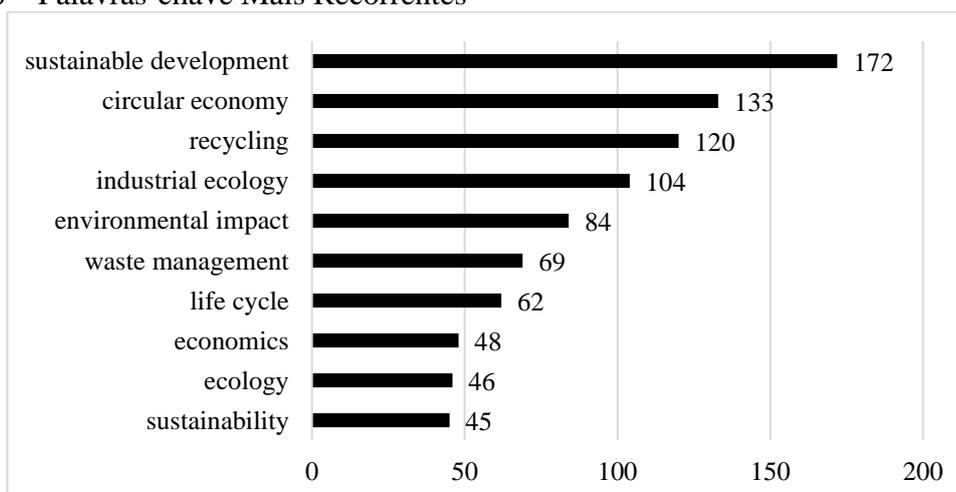


Do ranking que lista os dez mais representativos, os artigos que recebem mais citações estão no Japão, seguido por Estados Unidos, Polônia e Austrália. Da mesma forma como ocorre nas demais categorizações, as regiões onde as pesquisas recebem maior reconhecimento são nas economias desenvolvidas ou emergentes.

4.6. Frequência dos Termos

A disseminação, incorporação e desencadeamento da economia circular é dificultada pelas divergências dentro do campo, visto que o tema é emergente e demanda esforço para ser efetivamente consolidado enquanto campo de pesquisa (Bocken, Ritala, & Huotari, 2017). Para evitar a economia circular seja tomada sem a devida clareza, é necessário definir seus conceitos-chave associados. Nesse sentido, a Figura 10 apresenta as palavras-chave e termos mais relevantes nos estudos analisados.

Figura 10 – Palavras-chave Mais Recorrentes



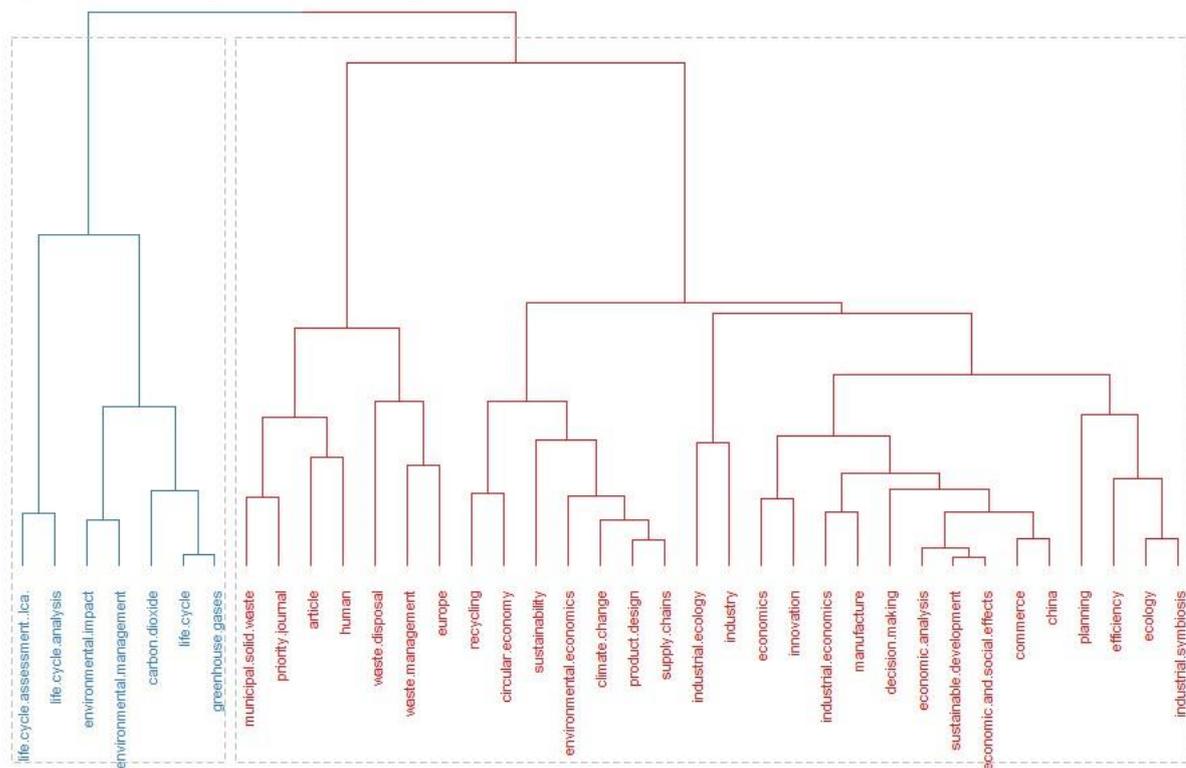
A economia circular encontra-se tão intimamente ligada com o desenvolvimento sustentável que o próprio termo aparece com mais frequência nos estudos analisados. Os assuntos mais próximos à temática são o “desenvolvimento sustentável”, a “economia circular” propriamente dita, “reciclagem” e “ecologia industrial”. A associação do tema em estudo com

os assuntos listados implica na consideração da economia circular como algo intimamente ligado às premissas da própria sustentabilidade. Por ser um conceito guarda-chuva, a definição do que é economia circular passa pelo entendimento e identificação das necessidades e estratégias mais relevantes para sua execução (Kirchherr et al., 2017). O alicerce está na constituição e compreensão das implicações para a sociedade de sua incorporação pelas empresas e pela regulamentação exarada pelos governos.

5. Análise dos Clusters

Para avaliar as relações entre os mais frequentes termos identificados, um diagrama de análise de aglomerados formados foi criado. O tipo de diagrama gerado e utilizado para análise foi o dendrograma vertical de ramificação, onde os itens semelhantes estão agrupados em conjunto na mesma ramificação e diferentes itens são separadas - isto é, fontes ou palavras que aparecem em conjunto, são mais semelhantes do que aqueles que são distantes um do outro. A Figura 11 mostra a categorização dos dendrogramas gerados no processo de agrupamento e as relações existentes.

Figura 11 – Relações de Dendrogramas

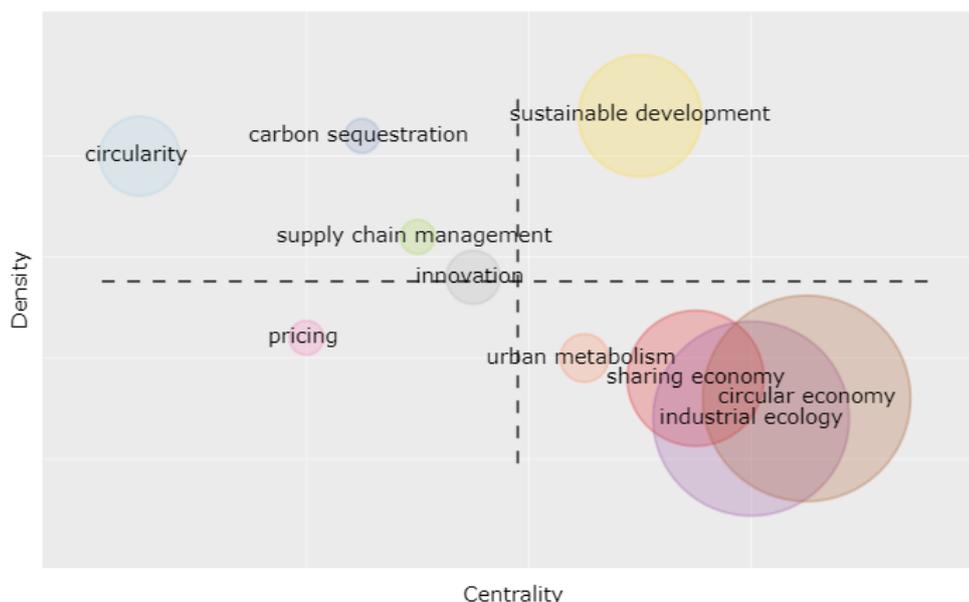


Há um grupo menor de termos associados a gestão de impactos ambientais, destacada em cor azul, e outro grupo maior com todos os demais termos relacionados à temática em análise, destacado em vermelho. A pluralidade de termos e assuntos relevantes para a pesquisa e para a sociedade como um todo indicam que o conceito de economia circular também desempenha um papel em relação à sustentabilidade e desenvolvimento sustentável (Ghisellini et al, 2017; Bressanelli, Perona, & Saccani, 2018). A sustentabilidade é muitas vezes definida a partir do equilíbrio das dimensões de variáveis de ordem ambiental, social e econômica (Elkington, 1997). O desenvolvimento sustentável é um “desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem

as suas próprias necessidades” (WCED, 1987). Os conceitos convergem no sentido de garantir equilíbrio entre a ação antrópica e a natureza.

Sobre o agrupamento dos clusters, a Figura 12 demonstra as associações quanto à centralidade e densidade dos temas correlatos à mobilização e desencadeamento da economia circular. Na projeção cartesiana, quanto mais próximo ao quadrante superior direito, mais denso e central é o cluster para o tema em análise. Quanto mais próximo ao quadrante inferior esquerdo, menos central e denso é o assunto.

Figura 12 – Clusters de Economia Circular



Na representação gráfica, é possível visualizar temas que ocupam diferentes situações no contexto analisado. Os agrupamentos que se situam mais próximos têm maior aderência entre si; os mais distantes, menor aderência. O cluster “desenvolvimento sustentável” é o mais denso e central do modelo. Isso implica que, de fato, a discussão a nível de academia sobre o tema está mais consolidada e assume um rumo mais firme em relação aos demais. Desde as discussões sobre os rumos do crescimento econômico, que tomaram maior força a partir dos movimentos ecologistas e ambientalistas das décadas de 1950 e 1960, a questão do desenvolvimento sustentável é debatida amplamente (Geissdoerfer, Vladimirova, & Evans, 2018). Desse modo, o tema é menos esparso e mais homogêneo, inclusive se distanciando dos demais.

O cluster “circularidade”, muito embora seja central, é muito pouco denso. A circularidade de materiais, tanto físicos quanto biológicos, permeia discussões que se alinham a diversos temas, associados a redução do uso de recursos, por exemplo, mas não necessariamente pela motivação da preocupação socioambiental (Bressanelli, Perona, & Saccani, 2018). A circularidade, portanto, aproxima-se do aspecto econômico e racional muito antes do despontamento da economia circular enquanto área de crescente interesse da última década.

Um grupo de clusters apresentou pouca densidade, mas considerável centralidade no contexto dos estudos sobre impulsores da economia circular. Os clusters de “economia circular”, “ecologia industrial” e “economia de compartilhamento”, além de se comportarem com semelhança de localização no modelo de representação, também se sobrepõem uns sobre os outros. Isso significa que, além de centrais para a temática, os clusters são intimamente relacionados, compartilhando redes. De fato, conforme a literatura sinaliza, os assuntos não

apresentam uniformidade e são pouco consolidados, mas o interesse crescente e as demandas de instituições, como o governo, impulsionam os pesquisadores a responder às questões levantadas sobre o tema. A economia compartilhada relaciona-se à produção de valores de uso comum e que são baseadas em novas formas de organização do trabalho, na mutualização dos bens, espaços e instrumentos (com ênfase no uso e não na posse), na organização dos cidadãos em redes ou comunidades, e que geralmente são intermediadas por plataformas da internet (Santibanez Gonzalez, Koh, & Leung, 2019). A ecologia industrial permite de analisar o sistema industrial de modo integrado, e tendo em conta a sua envolvimento com o meio biofísico. Fundamenta-se na visão integrada de todo o sistema, onde o componente ambiental entra em conta e a otimização dos processos não se limitam ao aspecto puramente econômico, mas abrange as áreas de recursos naturais e o próprio ecossistema (Reike, Vermeulen, & Witjes, 2018).

Portanto, a associação intrínseca entre os clusters reforça que a sustentabilidade e a economia circular, muito embora se tratem de componentes diferentes, não podem ser dissociados (Jurgilevich et al, 2016). Da mesma forma, existe uma relação estreita entre o desenvolvimento sustentável e a economia circular, uma vez que por meio da segunda é possível viabilizar meios para o atingimento do primeiro.

6. Considerações Finais e Recomendações para Pesquisas Futuras

A economia circular está ganhando força como uma nova via para o desenvolvimento sustentável e a sustentabilidade nas empresas. Grande parte da discussão sobre economia circular destacou o importante papel que as diversas instituições desempenham na transição para a EC. A contribuição deste trabalho é apresentar uma abordagem específica sobre a ativação, motivação e despertar para a economia circular, analisando a produção científica sobre o tema por meio de uma revisão bibliométrica.

Os índices de produção indicam que: i) o tema é emergente e tem crescido expressivamente nos últimos anos, sobretudo com destaque para o período de 2018 a 2020; ii) as principais revistas em número de publicações são o *Journal of Cleaner Production*, *Journal of Industrial Ecology* e o *Sustainability (Switzerland)*, os principais periódicos em número de citação são o *Journal of Cleaner Production*, seguido pelo *Journal of Industrial Ecology* e o *Resources, Conservation & Recycling*; iii) os países mais representativos são os Estados Unidos, China e Reino Unido; iv) as principais instituições de pesquisa estão localizadas no continente europeu; v) os termos-chave associados a pesquisa na área são o “desenvolvimento sustentável”, a “economia circular” propriamente dita, “reciclagem” e “ecologia industrial”.

O arranjo dos clusters indica uma ligação muito próxima entre a economia circular, a economia de compartilhamento e a ecologia industrial. Isso implica na condição de que, efetivamente, o caráter das pesquisas que envolvem o desencadeamento da economia circular toma o mesmo rumo que esses campos de pesquisa. Em termos práticos, não há como se dissociar a discussão de um campo ao do outro. As problemáticas e contextualizações devem articular e compartilhar soluções e respostas. A pouca densidade do campo é uma condição que também deve ser tratada em estudos futuros. A consolidação da temática passa pela exploração com diversos métodos e sob diferentes perspectivas, que é altamente incentivada. A existência de poucos estudos com representatividade em contextos de economias subdesenvolvidas é outro campo fértil de exploração.

Estudos futuros devem se concentrar mais sistematicamente sobre a exploração dos fatores que estimulam a incorporação da economia circular, tomando como referência outras bases. Conforme respaldo na literatura, a economia circular deve se fortalecer a partir de temas mais consolidados, como a sustentabilidade e o desenvolvimento sustentável. A perspectiva,

considerando a trajetória recente que é traçada, indica que o tema progressivamente receberá espaço e atenção da academia.

A generalização da pesquisa está sujeita a algumas limitações, sobretudo em função do processo adotado como método de revisão. Muito embora a busca por artigos tenha sido extensa, objetivando atingir o máximo possível de amplitude ao mesmo tempo em que se conserva e prima pela qualidade, é evidente que não se possibilitou revisar a totalidade de estudos. As possíveis fragilidades relacionam-se com a modalidade de pesquisa, assim como pela utilização de apenas uma base. Outras limitações podem ser relacionadas à possibilidade de exploração dos resultados, visto que a abstração sobre os dados é limitada, que também restringe a exploração nos resultados. No entanto, é preciso de fato reconhecer que os diferentes fatores que estimulam e despertam a economia circular apresentam um campo promissor de pesquisa a ser explorado sob distintas perspectivas, conforme os caminhos recomendados pelos autores.

Referências

- Aria, M. & Cuccurullo, C. (2017). Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis, *Journal of Informetrics*, 11(4), pp 959-975, Elsevier, DOI: 10.1016/j.joi.2017.08.007
- Bocken, N. M. P., Ritala, P., & Huotari, P. (2017). The Circular Economy: Exploring the Introduction of the Concept Among S&P 500 Firms. *Journal of Industrial Ecology*, 21(3), 487–490. doi:10.1111/jiec.12605
- Bressanelli, G., Perona, M., & Saccani, N. (2018). Challenges in supply chain redesign for the Circular Economy: a literature review and a multiple case study. *International Journal of Production Research*, 1–28. doi:10.1080/00207543.2018.1542176
- Caiado, R. G. G., de Freitas Dias, R., Mattos, L. V., Quelhas, O. L. G., & Leal Filho, W. (2017). Towards sustainable development through the perspective of eco-efficiency - A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, 165, 890–904. doi:10.1016/j.jclepro.2017.07.166
- Centobelli, P., Cerchione, R., Chiaroni, D., Del Vecchio, P., & Urbinati, A. (2020). Designing business models in circular economy: A systematic literature review and research agenda. *Business Strategy and the Environment*. doi:10.1002/bse.2466
- Elkington, J. (1997). *Cannibals With Forks: Triple Bottom Line of 21st Century Business*. Capstone Publishing, Oxford, United Kingdom.
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. (2017). The Circular Economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757–768. doi:10.1016/j.jclepro.2016.12.048
- Geissdoerfer, M., Vladimirova, D., & Evans, S. (2018). Sustainable business model innovation: A review. *Journal of Cleaner Production*, 198, 401–416. doi:10.1016/j.jclepro.2018.06.240
- Geng, Y., Fu, J., Sarkis, J., & Xue, B. (2012). Towards a national circular economy indicator system in China: an evaluation and critical analysis. *Journal of Cleaner Production*, 23(1), 216–224. doi:10.1016/j.jclepro.2011.07.005

- 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. doi:10.1016/j.jclepro.2015.09.007
- Giama, E., & Papadopoulos, A. M. (2020). Benchmarking carbon footprint and circularity in production processes: The case of stonewool and extruded polystyrene. *Journal of Cleaner Production*, 257, 120559. doi:10.1016/j.jclepro.2020.120559
- Jurgilevich, A., Birge, T., Kentala-Lehtonen, J., Korhonen-Kurki, K., Pietikäinen, J., Saikku, L., & Schösler, H. (2016). Transition towards Circular Economy in the Food System. *Sustainability*, 8(1), 69. doi:10.3390/su8010069
- Kalmykova, Y., Sadagopan, M., & Rosado, L. (2018). Circular economy – From review of theories and practices to development of implementation tools. *Resources, Conservation and Recycling*, 135, 190–201. doi:10.1016/j.resconrec.2017.10.034
- Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 127, 221–232. doi:10.1016/j.resconrec.2017.09.005
- Korhonen, J., Honkasalo, A., & Seppälä, J. (2018). Circular Economy: The Concept and its Limitations. *Ecological Economics*, 143, 37–46. doi:10.1016/j.ecolecon.2017.06.041
- Kristensen, H. S., & Mosgaard, M. A. (2019). A review of micro level indicators for a circular economy – moving away from the three dimensions of sustainability? *Journal of Cleaner Production*, 118531. doi:10.1016/j.jclepro.2019.118531
- Lieder, M., & Rashid, A. (2016). Towards circular economy implementation: a comprehensive review in context of manufacturing industry. *Journal of Cleaner Production*, 115, 36–51. doi:10.1016/j.jclepro.2015.12.042
- Linder, M., & Williander, M. (2015). Circular Business Model Innovation: Inherent Uncertainties. *Business Strategy and the Environment*, 26(2), 182–196. doi:10.1002/bse.1906
- Liu, Y., & Bai, Y. (2014). An exploration of firms' awareness and behavior of developing circular economy: An empirical research in China. *Resources, Conservation and Recycling*, 87, 145–152. doi:10.1016/j.resconrec.2014.04.002
- Loiseau, E., Saikku, L., Antikainen, R., Droste, N., Hansjürgens, B., Pitkänen, K., ... Thomsen, M. (2016). Green economy and related concepts: An overview. *Journal of Cleaner Production*, 139, 361–371. doi:10.1016/j.jclepro.2016.08.024
- Mayer, A., Haas, W., Wiedenhofer, D., Krausmann, F., Nuss, P., & Blengini, G. A. (2018). Measuring Progress towards a Circular Economy: A Monitoring Framework for Economy-wide Material Loop Closing in the EU28. *Journal of Industrial Ecology*. doi:10.1111/jiec.12809
- Morseletto, P. (2020). Targets for a circular economy. *Resources, Conservation and Recycling*, 153, 104553. doi:10.1016/j.resconrec.2019.104553
- Murray, A., Skene, K., & Haynes, K. (2015). The Circular Economy: An Interdisciplinary Exploration of the Concept and Application in a Global Context. *Journal of Business Ethics*, 140(3), 369–380. doi:10.1007/s10551-015-2693-2
- R Development Core Team (2018). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.

- Reike, D., Vermeulen, W. J. V., & 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. doi:10.1016/j.resconrec.2017.08.027
- Santibanez Gonzalez, E. D. R., Koh, L., & Leung, J. (2019). Towards a circular economy production system: trends and challenges for operations management. *International Journal of Production Research*, 57(23), 7209–7218. doi:10.1080/00207543.2019.1656844
- Santibanez Gonzalez, E. D. R., Koh, L., & Leung, J. (2019). Towards a circular economy production system: trends and challenges for operations management. *International Journal of Production Research*, 57(23), 7209–7218. doi:10.1080/00207543.2019.1656844
- Sauvé, S., Bernard, S., & Sloan, P. (2016). Environmental sciences, sustainable development and circular economy: Alternative concepts for trans-disciplinary research. *Environmental Development*, 17, 48–56. doi:10.1016/j.envdev.2015.09.002
- Schroeder, P., Anggraeni, K., & Weber, U. (2018). The Relevance of Circular Economy Practices to the Sustainable Development Goals. *Journal of Industrial Ecology*. doi:10.1111/jiec.12732
- 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. doi:10.1016/j.jclepro.2012.11.020
- Tukker, A. (2015). Product services for a resource-efficient and circular economy – a review. *Journal of Cleaner Production*, 97, 76–91. doi:10.1016/j.jclepro.2013.11.049
- Ünal, E., & Shao, J. (2018). A Taxonomy of Circular Economy Implementation Strategies for Manufacturing Firms: Analysis of 391 Cradle-to-Cradle Products. *Journal of Cleaner Production*. doi:10.1016/j.jclepro.2018.11.291
- Urbinati, A., Chiaroni, D., & Chiesa, V. (2017). Towards a new taxonomy of circular economy business models. *Journal of Cleaner Production*, 168, 487–498. doi:10.1016/j.jclepro.2017.09.047
- Vanhamäki, S., Virtanen, M., Luste, S., & Manskinen, K. (2020). Transition towards a circular economy at a regional level: A case study on closing biological loops. *Resources, Conservation and Recycling*, 156, 104716. doi:10.1016/j.resconrec.2020.104716
- WCED, 1987. *Our Common Future*. World Commission on Environment and Development. Oxford University Press, Oxford.