

Economia Circular: uma exploração bibliométrica da produção científica internacional

Circular Economy: a bibliometric exploration of international scientific production

Economía Circular: una exploración bibliométrica de la producción científica internacional

Recebido: 10/12/2022 | Revisado: 22/12/2022 | Aceitado: 24/12/2022 | Publicado: 27/12/2022

Laryssa Kelly de Almeida Virginio

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9750-8203>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: laryssa_kellypb@hotmail.com

Maria de Fátima Nóbrega Barbosa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3415-8829>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: mfnobregabarbosa@gmail.com

Resumo

Neste trabalho, foram mapeados os principais estudos científicos realizados voltados para Economia Circular (EC) e foi identificado que o tema tem se tornado um campo rico de pesquisas científicas, uma constante busca acadêmica de propor soluções analisadas em pesquisas, transformando o conhecimento gerado em algo útil para sociedade. A EC apresenta meios de produção e utilização de produtos em ciclos, tornando eficaz o processo, reduzindo a dependência dos recursos naturais e ao mesmo tempo eliminando os desperdícios, de modo que passou-se a cuidar, repensar e conscientizar a respeito das questões ambientais. Os procedimentos metodológicos incluem bibliometria realizada na plataforma *Web of Science*, no período entre 2017 e 2021. As áreas do conhecimento em que mais discutem o assunto são a economia, gestão, ciências ambientais e negócios. É vasta a contribuição do estudo para os pesquisadores, oferecendo uma base teórica e a visão macro do tema, tanto aos iniciantes como também para os que já se aprofundam na área. Com este levantamento sobre a EC, dos últimos cinco anos foi possível confrontar as ideias principais dos autores, trabalhos entre outros pontos relevantes sobre o tema.

Palavras-chave: Economia circular; Meio ambiente; Negócios.

Abstract

In this research, the main scientific studies carried out focused on Circular Economy (CE) were mapped and it was identified that the theme has become a rich field of scientific research, a constant academic quest to propose solutions analyzed in research, transforming the knowledge generated into something useful for society. CE presents means of production and use of products in cycles, making the process efficient, reducing dependence on natural resources and at the same time eliminating waste, so that care, rethinking and awareness of environmental issues began. The methodological procedures include bibliometrics carried out on the *Web of Science* platform, in the period between 2017 and 2021. The areas of knowledge in which the subject is most discussed are economics, management, environmental sciences and business. The contribution of the study to researchers is vast, offering a theoretical basis and a macro view of the subject, both for beginners and also for those who already delve into the area. With this survey on CE, from the last five years, it was possible to confront the main ideas of the authors, works and other relevant points on the subject.

Keywords: Circular economy; Environment; Business.

Resumen

En este trabajo se mapearon los principales estudios científicos realizados enfocados en la Economía Circular (EC) y se identificó que el tema se ha convertido en un rico campo de investigación científica, una constante búsqueda académica por proponer soluciones analizadas en la investigación, transformando el conocimiento generado en algo útil para la sociedad. EC presenta medios de producción y uso de productos en ciclos, haciendo eficiente el proceso, reduciendo la dependencia de los recursos naturales y al mismo tiempo eliminando los desperdicios, por lo que se inició el cuidado, replanteamiento y conscientización de los temas ambientales. Los procedimientos metodológicos incluyen bibliometría realizada en la plataforma *Web of Science*, en el período comprendido entre 2017 y 2021. Las áreas de conocimiento en las que más se aborda el tema son economía, gestión, ciencias ambientales y empresa. El aporte del estudio a los investigadores es amplio, ofreciendo una base teórica y una visión macro del tema, tanto para principiantes como para quienes ya profundizan en el área. Con esta encuesta sobre EC, de los últimos cinco años, fue posible confrontar las principales ideas de los autores, trabajos y otros puntos relevantes sobre el tema.

Palabras clave: Economía circular; Medio ambiente; Negocio.

1. Introdução

Nas últimas décadas, a crescente preocupação com o meio ambiente e a necessidade de mudança no comportamento e costumes da população fizeram surgir várias estratégias em busca do desenvolvimento sustentável, uma delas foi o conceito de Economia Circular (EC), que veio determinar meios de produção e utilização de produtos em ciclos, tornando eficaz o processo, reduzindo a dependência dos recursos naturais e ao mesmo tempo eliminando os desperdícios, de modo que passou-se a cuidar, repensar e conscientizar a respeito das questões ambientais (EMAF, 2015).

Visto que é urgente a necessidade do planeta, deve-se então o quanto antes encontrar um equilíbrio, uma relação aceitável da humanidade com o meio ambiente, em busca de uma posição mais sustentável. Faz-se então essencial o desenvolvimento de uma estrutura mais apropriada de economia circular, um compartilhamento de responsabilidades, ou até mesmo a busca por inovação nos produtos e principalmente, o consumo consciente dos mesmos.

Segundo Wesbter (2015), o destino de um material não é mais uma questão de gerenciamento de resíduos, mas parte do processo de design de produtos e sistemas. O aproveitamento inteligente dos recursos, passa a eliminar a ideia de resíduo advindo da economia linear, e enxergar valor em cada material dentro de um fluxo cíclico, ressinificando e possibilitando a trajetória dele até o retorno ao início do ciclo.

A intenção é tornar o uso dos recursos produtivos contínuo, aumentando sua eficiência, sejam eles resíduos urbanos ou industriais, utilizando para isso as estratégias para respeitar o meio ambiente, repensar, responsabilizar-se pelo reuso, reduzir, reaproveitar ou recondicionar para a reciclagem, buscando um equilíbrio justo e harmônico entre economia, meio ambiente e sociedade, atentando para os atores transformadores parar melhor gerir as ideias inovadoras.

Tendo em vista a relevância da EC como estratégia para melhoria da redução e gestão dos resíduos, e conseqüentemente o cuidado com meio ambiente, corroborando com o pensamento de Enrique Leff (2012), que defende os problemas ambientais como problemas do conhecimento. Partindo deste contexto, buscou-se investigar a seguinte problemática: como tem se comportado o tema Economia Circular no período de 2017 a 2021?

Nesse cenário, o objetivo desse artigo é realizar um mapeamento bibliométrico da produção científica internacional do tema EC no período de 2017 a 2021, contribuindo para o avanço do conhecimento e das práticas sustentáveis. De forma específica, demonstrar os termos mais tratados em conjunto com a EC, as formas de abordagens do tema e através da análise, verificar a existência de autores mais citados, observar as lacunas, os aumentos de publicações, as áreas mais estudadas e até mesmo a melhor definição da EC de acordo com a ocorrência das palavras dentro da perspectiva social, econômica e ambiental.

O artigo está organizado em 4 seções, sendo a primeira esta introdução. A segunda seção aborda o contexto da Economia Circular, a utilização e as transformações pelas quais estaríamos necessitando desenvolver, como a forma consciente de produção e consumo de bens, compartilhando a responsabilidade sobre os impactos em toda a cadeia. E a última seção apresenta as discussões e análise do que já vem sendo trabalhado nos últimos cinco anos, assim como considerações finais sobre o tema em debate.

2. Fundamentação Teórica

Conforme citam Rabbani, *et al.*, (2021), “o desenvolvimento econômico, o crescimento populacional, a urbanização e a revolução tecnológica refletem em alterações no estilo de vida e nos modos de produção e consumo da população”. Isso repercute no uso abusivo dos recursos naturais, do consumo desenfreado e mudanças nas condições climáticas, chegando a comprometer o amanhã e com isso fica mais evidente a necessidade de novas ações que contribuam para a busca do desenvolvimento sustentável. Segundo o Relatório de Brundtland, o desenvolvimento sustentável corresponde ao desenvolvimento que satisfaz as necessidades das gerações atuais sem comprometer a capacidade das gerações futuras de

satisfazer suas próprias necessidades (Brundtland, 1987). Logo, a estruturação de um novo paradigma e a busca pelo desenvolvimento sustentável é urgente e indispensável.

Pode-se observar que a sustentabilidade está relacionada com ações ecologicamente corretas, economicamente viáveis e socialmente justas, e, portanto, alinhadas com os princípios de uma produção mais limpa e uma economia circular. Esta é notada como uma impulsionadora da sustentabilidade e os modelos de negócios sustentáveis e circulares são fluxos de literatura intimamente relacionados (Antikainen & Valkokari, 2016). No entanto, a EC prioriza os sistemas econômicos e benefícios ambientais, embora apenas implícitos, incluindo aspectos sociais (Geissdoerfer, *et al.*, 2017).

Murray, *et al.*, (2017) alegam que a economia circular é a tentativa de integrar os princípios de sustentabilidade e de bem-estar ambiental nas atividades econômicas, e compõe estratégias e ações baseadas em ideias multidisciplinares, para auxiliar a transição rumo à circularidade, onde as principais definições acerca do tema estão ligadas à agência de desenvolvimento de negócios.

Segundo Porter & Linde (1995), quando as sucatas, substâncias nocivas ou formas de energia são lançados no meio ambiente como poluição, é um sinal de que os recursos foram utilizados de forma incompleta, ineficiente ou ineficaz. Neste sentido, a Ellen MacArthur Foundation (EMAF, 2015) apresenta a EC como um processo que procura manter a utilidade de componentes, materiais e produtos em todos os momentos do ciclo contínuo de produção, buscando a otimização de capital natural e a redução de riscos na exploração de recursos finitos (Lewandowski, 2016).

Fontgalland (2022) e Korhonen, *et al.*, (2018) refletem a EC como uma iniciativa de desenvolvimento sustentável, com a finalidade de reduzir os fluxos de produção de materiais lineares, utilizando-se de ciclos de matérias e fluxos de energias renováveis. A definição obedece a hierarquia de resíduos e busca enxergar novos conceitos, ligados aos ciclos de vida dos produtos que seriam encerrados com o descarte, são ressignificados e materiais passam a integrar novos ciclos.

No Brasil, a EC surgiu por meio da Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei 12.305/2010, com a participação dos governos (federal, estaduais e municipais), o setor privado e a sociedade civil (ONG e civis). No entanto, seu efeito só é sentido após inúmeras discussões por volta de 2017 e desde então, observa-se o crescente interesse em se estudar e utilizar o conceito de EC, resultando numa difusão da descrição do seu conceito (Kirchherr, *et al.*, 2017).

De acordo com a Fundação (EMAF, 2015), a EC se baseia em três princípios: preservar e aumentar o capital natural controlando os estoques finitos e equilibrando os fluxos de recursos renováveis; otimizar a produção de recursos fazendo circular produtos, componentes e materiais no mais alto nível de utilidade o tempo todo, tanto no ciclo técnico quanto no biológico; e fomentar a eficácia do sistema e revelando as externalidades negativas e excluindo-as dos projetos. Esses princípios são fundamentais para a busca de uma humanidade sustentável, junto também as características da EC que se dedicam a criar resiliência através da diversidade, de design dos produtos sem resíduo e transitar para o uso de energia proveniente de fontes renováveis.

A Agência Europeia do Ambiente (EEA, 2016) descreve as características da EC e as classifica em cinco categorias principais: 1) menos entrada e uso de recursos naturais, 2) aumento da participação de recursos renováveis e recicláveis e energia, 3) emissões reduzidas, 4) menos perdas materiais / residuais, e 5) mantendo o valor dos produtos, componentes e materiais na economia. São características adotadas aos poucos, geralmente utilizadas de forma fragmentada no dia a dia das organizações, pois sua prática pede mudanças e inovações radicais em toda a cadeia produtiva, rompendo as barreiras existentes (Ritzén & Sandström, 2017).

Apesar da evolução nos métodos para implantação e utilização da EC, mesmo que de forma fragmentada, sua adesão ainda é modesta, e encontra-se distante de uma adoção global das políticas. Conforme aponta Fontgalland (2022), a opção de circuitos fechados vem sendo mais comum nos últimos anos, tem participado dos debates, e ganhou um lugar nas agendas

políticas de toda a Europa, pois é vista como uma forma de implementar o desenvolvimento sustentável, sem limitar o crescimento econômico.

Para adesão mais significativa aos critérios circulares, faz-se necessário a união de vários setores entre eles as políticas públicas, legislações, empresas e a sociedade, reunindo esforços para que mudem os costumes, as perspectivas dos negócios existentes e novos modelos de mercado surjam como gatilho para reforçar a teoria da EC. Corroborando para fortalecer o tema no futuro, a educação ambiental também se apresenta como realce, assim como em diversas áreas, é o caminho mais confiável e efetivo a se trilhar e alcançar o sucesso na EC, é por onde se pode acelerar a transição da linearidade para a circularidade e garantir um cenário sustentável (Lieder & Rashid, 2016).

Considerando a educação como iniciativa vital na discussão de desenvolvimento humano, Schröder, et al., (2020) apresentam a EC baseada em um sistema socioeconômico restaurador, que constrói a capacidade humana, permitindo um aumento das suas escolhas, recapturando o valor dos materiais para as pessoas através do uso prolongado, fechando loops de materiais e energia que minimizam os recursos, insumos e resíduos, emissões e vazamento de energia. Visto que favorecer o meio ambiente de alguma forma considera-se louvável, e quando associado a conhecimentos e mudanças de hábitos a fim de que sejam praticados continuamente.

Por essa razão, estimular estudos em busca de entender as relações e a evolução da EC na literatura é um passo importante e necessário, principalmente com uso da revisão bibliométrica na busca de observar as lacunas, os aumentos de publicações, as áreas mais estudadas e até mesmo a melhor definição da EC em busca de desenvolver uma forma consciente de produção e consumo de bens, compartilhando a responsabilidade sobre os impactos em toda a cadeia.

3. Metodologia

Este trabalho se sustenta sobre uma perspectiva bibliométrica, método que possibilitou o mapeamento dos principais estudos científicos realizados voltados para EC. Para Soares, *et al.*, (2016, p. 177), “a bibliometria pode auxiliar na identificação de tendências de crescimento do conhecimento em determinada disciplina, dispersão e obsolescências de campos científicos, autores e instituições mais produtivos, e periódicos mais utilizados na divulgação de pesquisas em determinada área do conhecimento”.

O estudo bibliométrico possibilita averiguar as pesquisas realizadas ao longo dos anos e identificar as principais características desta produção, permitindo demonstrar aspectos de destaque no campo, como autores, periódicos, palavras chave, temas discutidos e potenciais lacunas de pesquisa (Melo & Fontgalland, 2020). Dessa forma, procurou-se observar essas características em torno da EC, nos últimos cinco anos, buscando os destaques e possibilitar novos estudos na temática.

A base de dados utilizada na pesquisa foi a *Web of Science (WoS)*, coleção principal, e foi realizada em 12 de Janeiro de 2022 às 08:10h, salvo todo o banco de dados, conferido após dez dias, constatou-se que permaneceu o mesmo, identificando-se 842 publicações listadas na base de dados *Web of Science (WoS)*. O protocolo de pesquisa tomou como direcionamento de busca avançada, no primeiro filtro, as palavras-chave “*circular economy*”, “*sustainability*” e “*performance*” em torno dos tópicos, utilizou-se como período os anos de 2017 a 2021. As palavras escolhidas buscam identificar a ligação da EC e a sustentabilidade mais especificamente as ações ecologicamente corretas, economicamente viáveis e socialmente justas, alinhadas com a atuação dos principais interessados.

Logo após, foram feitos filtros selecionando os periódicos nas áreas de pesquisas em ciências ambientais ecologia, ciência tecnologia e afins, economia empresarial e administração pública, classificados nos seguintes índices: *Science Citation Index Expanded (SCI-EXPANDED)*, *Social Sciences Citation Index (SSCI)* e *Emerging Sources Citation Index (ESCI)*, tipos de documentos apenas artigos, idioma inglês e a economia, gestão, ciências ambientais e negócios como categoria da *Web of Science*. As áreas escolhidas são as afins, e também de destaques conforme o filtro, as que mais publicaram na linha.

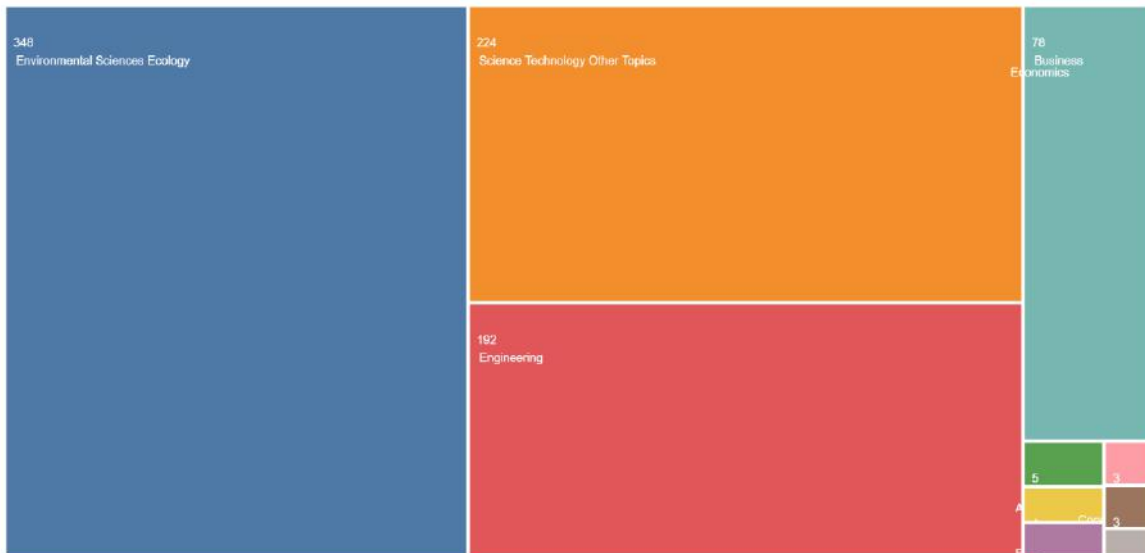
A WoS possibilita que pesquisadores acessem publicações de todas as áreas de atuação, proporcionando informações sobre resultados, divulgação, colaboração e impacto de pesquisas (Albort-Morant & Ribeiro-Soriano, 2016). Com base nas informações disponíveis, utilizou-se para a pesquisa após os filtros, um total de 394 artigos localizados, estes ainda no WoS foram analisados. Na sequência, buscando a utilização do software VOSviewer®, o resultado do protocolo de pesquisa na base de dados WoS foi exportado e gravado o conteúdo (registro completo e referências citadas) em um formato de arquivo separado por tabulações *win*, para a utilização na análise bibliométrica dos dados coletados.

Para a análise, os resultados do estudo foram separados em duas etapas: a primeira constituiu-se de avaliação relacionada ao número de citações e publicações por ano, periódicos e países mais relevantes; na segunda etapa foram elaborados mapas bibliométricos, por meio da utilização do software VOSviewer® versão 1.6.17, com *clusters* de coautoria e as redes de coocorrências de palavras-chave com maior relação e frequência nas publicações sobre a área pesquisada.

4. Resultados e Discussão

No que tange ao período estimado, tendo como data de consulta o dia 12 de janeiro de 2022, o estudo identificou 842 publicações listadas na base de dados *Web of Science (WoS)*, distribuídas entre o ano de 2017 a 2021. Observou-se durante o quinquênio, que o interesse em torno da área pesquisada não obedece uma média anual, mas expressa um crescente número de publicações no período e coincide com a vivência do desenvolvimento da economia e o despertar da sociedade para um real esgotamento dos recursos. A representação geométrica da Figura 1 revela a participação proporcional das publicações na área total da figura. Logo, quanto maior o retângulo, maior a ocorrência de publicações, excluindo as frequências menos relevantes para a composição da figura. Sendo assim, a Figura 1 demonstra a quantidade de artigos por área do conhecimento da *WoS*.

Figura 1 - Artigos por área do conhecimento.



Fonte: Web of Science (2022).

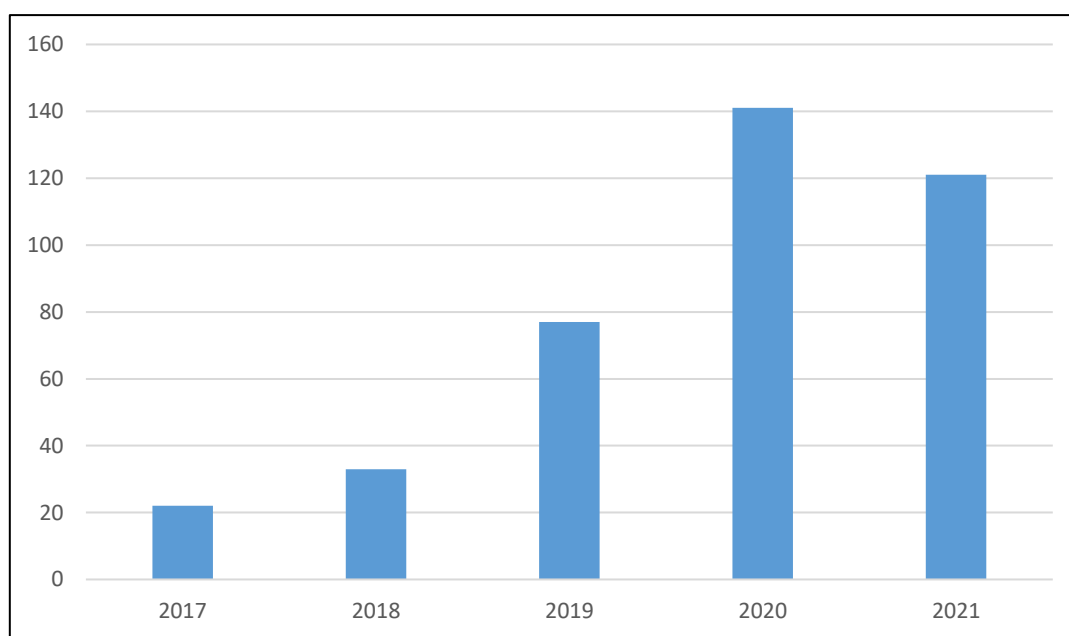
A Figura 1 apresenta a análise inicial dos dados, ao verificarmos que de um total de 842 artigos um percentual de 41,33% (348 artigos) estão concentrados na área de ecologia ciências ambientais (*environmental sciences ecology*), tal fato evidencia que a economia circular perpassa necessariamente por essa área de pesquisa, relatado pela concentração de publicações, logo, os temas abordados estão direta ou indiretamente relacionados com esta área. Em seguida, apresentando 224 publicações em periódicos (26,60%) tem-se a área da tecnologia da ciência (*Science Technology Other Topics*). Com 192

publicações, ou 22,80%, tem-se a engenharia ambiental (*Engineering*) e com 78 estudos (9,26%) a economia dos negócios ambientais (*Business Economics*).

Após as áreas essencialmente ambientais, é possível identificar que o assunto vai se expandindo nas áreas como a de por exemplo “Negócios” isso demonstra que aos poucos as organizações estão se preocupando com a parte ambiental e entendendo que a Economia Circular pode beneficiá-las. Entretanto, vale ressaltar que pode haver cadastro em mais de uma área de conhecimento, logo a análise desta pesquisa é limitada por não apresentar os dados acumulados para verificar o percentual das áreas independentemente uma das outras.

Na Figura 2 a quantidade de artigos é apresentado separados no tocante ao número de publicações, demonstrando a evolução das publicações a cada ano. Após os filtros selecionados, os periódicos nas áreas de pesquisas em ciências ambientais ecologia, tecnologia da ciência e afins, economia empresarial e administração pública; classificados nos índices: *Science Citation Index Expanded* (SCI-EXPANDED), *Social Sciences Citation Index* (SSCI) e *Emerging Sources Citation Index* (ESCI), fez o total de 394 artigos para continuidade da pesquisa, analisados a crescente produção distribuída no último quinquênio como pode ser vista na Figura 2.

Figura 2 - Número de publicações por ano.



Fonte: Web of Science adaptado pelos autores (2022).

A Figura 2 apresenta a evolução no número de publicações por ano. De forma precisa, foram detectadas 22 publicações em 2017, 33 em 2018, 77 em 2019, 141 em 2020 e 121 em 2021. Com isso, ressalta-se que as pesquisas na área vêm apresentando uma tendência de crescimento a cada ano, o que retrata um interesse maior em assuntos relacionados ao tema e seus subtemas. Tratando dos periódicos, os mais relevantes em termos de números de publicações, merecem destaque *Journal of Cleaner Production* com 131 publicações, correspondendo a 33,25% da amostra pesquisada, logo seguida o *Sustainability* com 81 publicações, representando 20,56 %, e *Resources Conservation and Recycling* com 30 artigos e 7,81%. Outros que merecem destaque são: *Business and Environment Strategy*, *Journal of Environmental Management*, *Waste management*, *Total Environment Science* e *Journal of Industrial Ecology*.

No que se refere ao idioma (linguagem), todos os artigos pertencem ao tópico inglês e nas publicações por países foi totalizado um quantitativo de 73 países que desenvolveram algum tipo de estudo relacionado a economia circular. Destes, destacamos os 5 países com maior número de publicações, começado pela Itália, o país que apresenta o maior número de obras

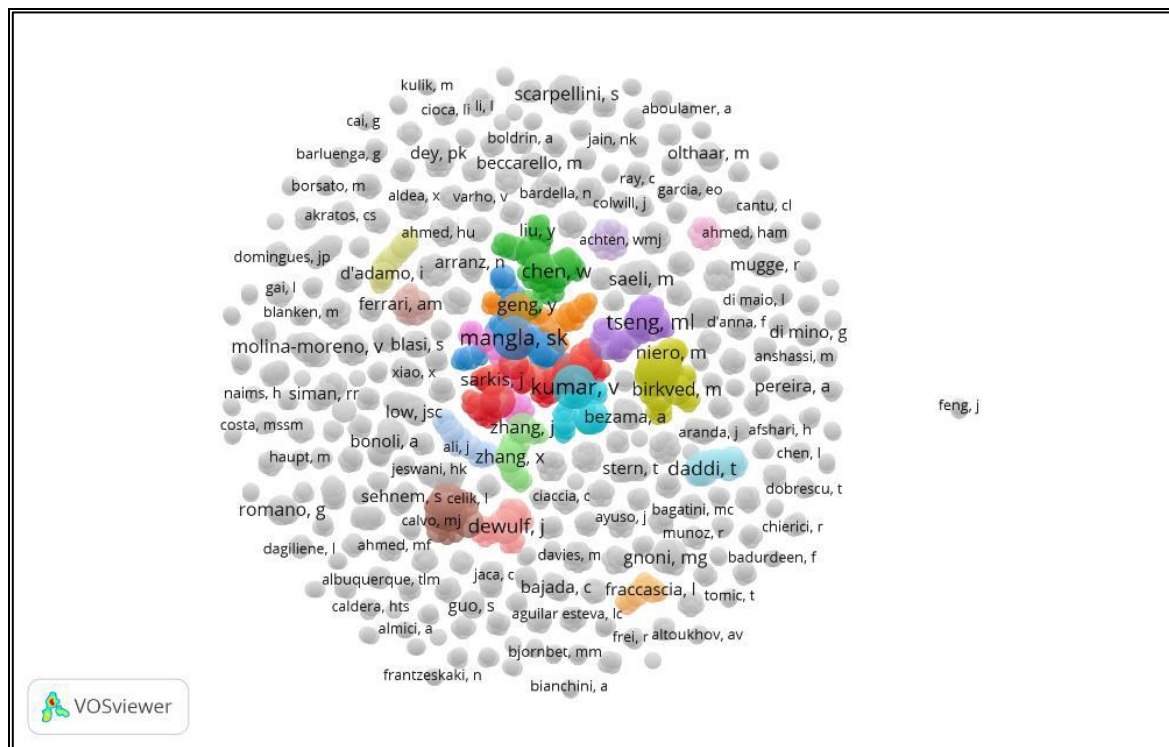
com 78 (19,80%), na sequência temos a Inglaterra com 59 (15 %), China 55 (13,95 %), Espanha 44 (11,17%) e Índia 29 (7,36%). Os 5 países, em conjunto, representam mais de 67% de todas as publicações na temática pesquisada.

4.1 Análise das Redes de Coautoria e de coocorrências de palavras-chave

Dentro da análise bibliométrica é relevante verificar se há presença de autores chave, para que, por meio deles, o conhecimento seja aprofundado. Quando se verifica a presença de um grande número de citações de um mesmo autor é um indicativo de que há rede de cocitação formada e que pode ter um ator central de renome ou de grande relevância para o conhecimento científico em tela. A rede de coautoria nos apresenta o relacionamento entre os autores com pensamentos parecidos ou citações e quanto maior este número, maior a representação do autor, tornando-se relevante em seu agrupamento, de acordo com as publicações produzidas.

A Figura 3 apresenta o mapa bibliométrico de coautoria por autores onde a rede de coautoria completa evidencia um total de autores, considerando todos os autores com alguma publicação referente ao tema.

Figura 3 - Mapa Bibliométrico de coautoria, por autores.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Com base nos dados extraídos, tem-se um total de 1.324 autores em referências citadas, com 2.731 links entre eles na rede completa. Obtendo no total 268 *clusters*, onde o principal *cluster* com mais coocorrência de autores colaborando entre si, que é apresentado na cor vermelha na Figura 3, é composto por 43 autores, tendo Paul, S.K. como o principal autor no *cluster* 1 com 5 publicações, 216 citações e uma relação de força tamanho 26, seguido por Jabbour, C.J.C com 4 publicações, 210 citações e a força total de 19.

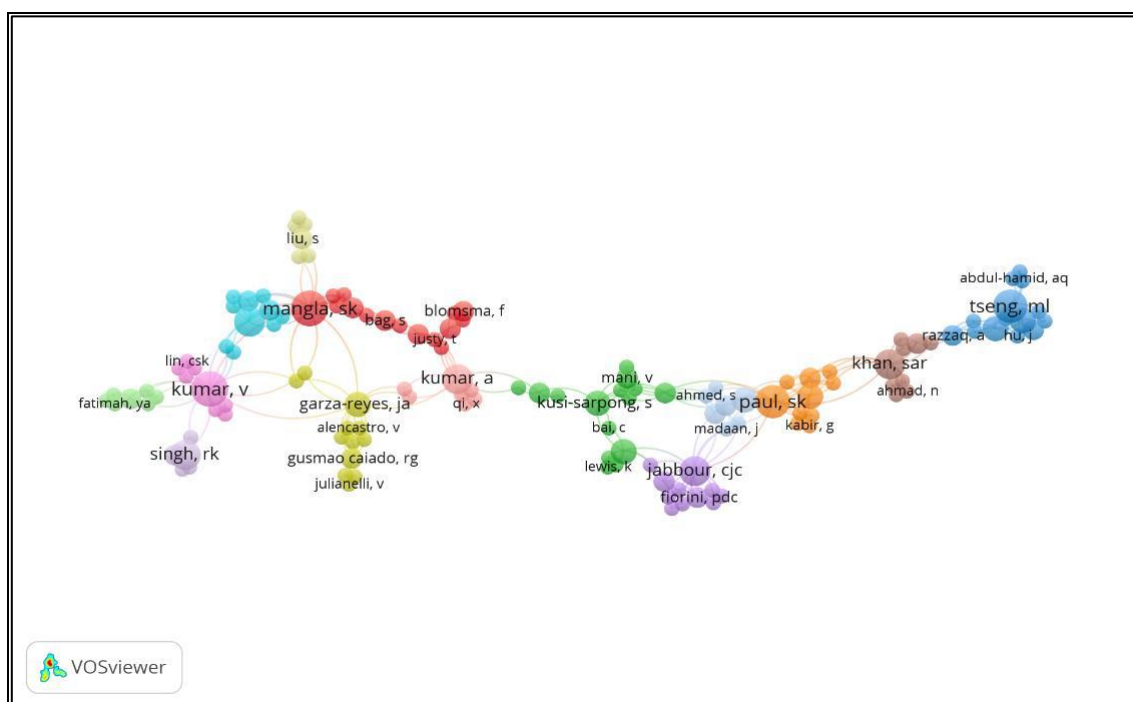
O segundo *cluster* em destaque na cor verde na rede é composto por 34 autores, tem centralidade em Geng, Y. com 94 citações, 3 publicações e relação de força de 23 acompanhado por Chen, W. com 4 artigos, 75 citações e uma força total de 23. No terceiro *cluster*, em azul, foram identificados 31 autores relevantes na rede de coautoria onde o Mangla, S.K. ocupa o destaque

como principal autor com 6 artigos, 261 citações e uma força de 22, em segundo o Kazancoglu, Y. com 4 artigos, 65 citações e uma força de 14.

Parametrizando-se um número mínimo de 01 (uma) citação, isso resultou em 136 itens que se encontram conectados uns aos outros, isto é, para inclusão no mapa de rede da Figura 4, cada documento precisa ter sido citado no mínimo 01 (uma) vez e deve apresentar linhas de ligação entre os demais agrupamentos. O método de força de associação foi utilizado para normalizar a força das ligações entre os autores (itens), a qual será maior tanto quanto maior for a frequência de publicações produzida por um conjunto de autores (Lima & Leocádio, 2018). Nas próximas análises pode-se observar bem essa cooperação.

Desse modo, na Figura 4 nos apresenta o mapa apenas por autores conectados, destacam-se um total de 136 documentos, com 14 *clusters* e 359 links que atendem aos critérios postos.

Figura 4 - Mapa Bibliométrico de coautoria, por autores conectados.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

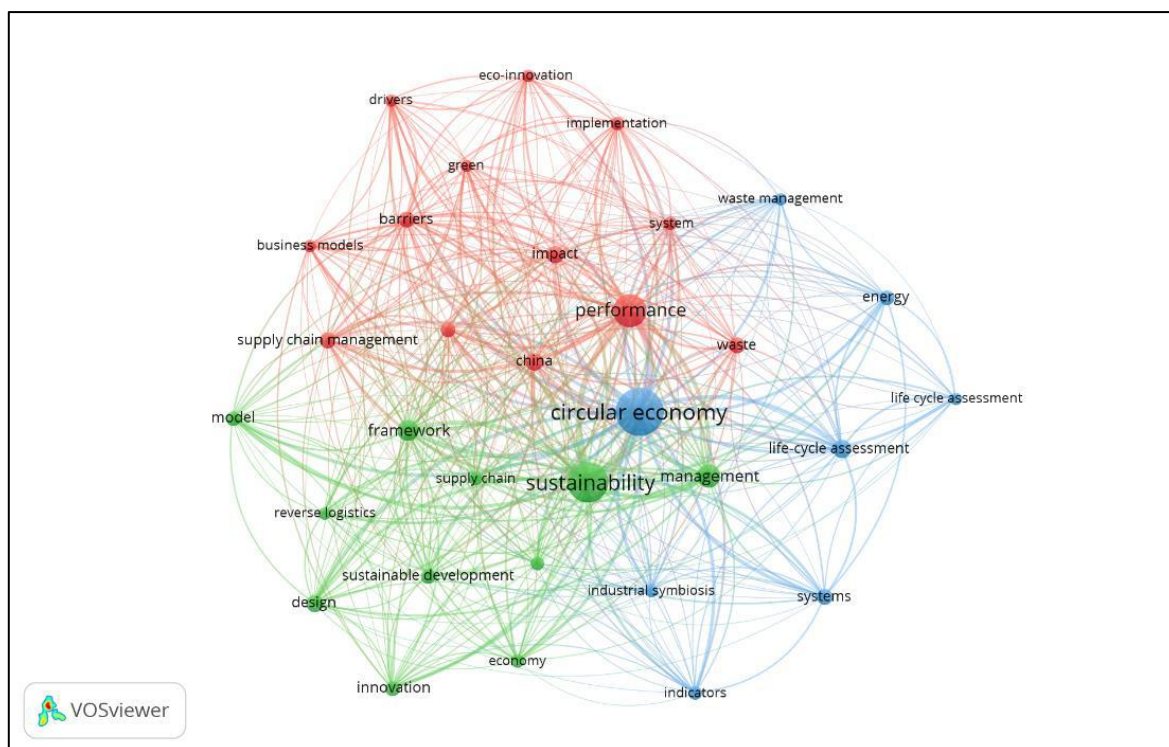
Com a finalidade de aprofundar a análise das redes de coautoria, foi realizada a execução do mapa bibliométrico de coautoria utilizando apenas os autores conectados na rede. Podemos citar e observar na figura 4, dos 14 *clusters* destacados por mais cooperação, os cinco principais grupos de autores. O principal *cluster*, com destaque na quantidade de nós, conseqüentemente, com mais autores colaborando entre si, na cor vermelha nas Figuras 3 e 4, é composto por 15 autores, tendo Magla, S.K. como o principal autor no *cluster* com 6 publicação, 261 citações e uma relação de força tamanho 22, seguido por Kristoffersen, E. com 2 publicações. 7 citações e relação de força tamanho 7.

O segundo *cluster* (em verde na rede) é composto também por 15 autores, porém o principal autor Kusi-sarpong, S. com força menor, sendo citado 174 vezes, 3 publicações e relação de força de 9. Também é destaque Khan, A.S. com 87 citações, 2 publicações e força de 11 e Sarkis, J. com 3 publicações, 250 citações e uma relação de força 8 na rede de coautoria. No terceiro *cluster*, em azul, temos 14 autores, desses foram identificados três autores relevantes na rede de coautoria são eles: Tseng, M.L. apresentaram no mapa de coautoria 5 publicações, 82 citações e uma relação de força 18, o Bui, T.D. com 3 publicações, 49 citações e uma força na rede de 11 e o Lim, M.K. com 3 publicações, 60 citações e uma força de 11.

O quarto *cluster*, em amarelo, possui 12 autores onde Garzan- Reyes, J.A. tem destaque, evidenciado em 203 citações, 3 publicações e relação de força 13. O Gusmao caiado, R.G. com 212 citações, 2 publicações e relação de força 9. E Alencastro, V.; Gonçalves quilhas, O.L; Lona, I.R; Mattos nascimento, D.L e Tortorella, G. ambos com 1 publicação e uma relação de força 6 na rede de coautoria. O quinto *cluster*, em lilás, com 11 autores, nos apresenta O Jabbour, C.J.C. com maior força no *cluster*, 19 em número, com 4 publicações e 210 citações, logo em seguida o autor Fiorini, P.D.C. com força 10 em 2 publicações e 73 citações.

Ao selecionar no aplicativo VOSviewer® para analisar a rede de coocorrência de palavras-chave, é permitido mapear prováveis temáticas de pesquisa relacionada a área pesquisada. No estudo foram identificadas 2.176 palavras-chave a partir das publicações da amostra pesquisada. Visando demonstrar os termos com maior ocorrência, optou-se pelo critério de no mínimo 20 ocorrências de uma palavra-chave no texto, onde foram encontradas 32 palavras, onde para cada uma das palavras, a força total dos links de coocorrência com outras será calculada.

Figura 5 – Rede de coocorrências de palavra-chave.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

A Figura 5 evidencia a formação de três *clusters* na rede de coocorrência de palavras, composta por 32 termos, no qual a palavra-chave *circular economy* está na centralidade do mapa com destaque no tamanho do nó, ou seja, possui maior número de links com os demais termos, bem como o maior número de ocorrência, pois o tamanho do nó demonstra isto, e a relação entre os nós é tão mais forte quanto maior a proximidade entre eles.

No *cluster* vermelho, temos treze termos (nós) mais citados com frequência, nesta ordem, seguem eles: *performance*, *China*, *impact*, *barriers*, *supply chain management*, *waste*, *challenges*, *implentation*, *system*, *business models*, *eco-innovation*, *drivers* e *green*. Este primeiro grupo apresenta perspectivas globais de modelos de negócios em busca da implementação de sistemas e abordam direcionamentos e barreiras na gestão da cadeia de suprimentos, ou seja, o gerenciamento de uma rede interligada de negócios envolvidos na provisão final de produto e serviço requeridos por clientes buscando fomentar a inovação, a adoção de tecnologia e melhor aproveitamento dos resíduos.

O *Cluster* verde apresenta onze palavras destacadas, segundo maior número de ocorrências, respectivamente: *Sustainability, managent, framework, design, model, sustainable developmer, innovation, supply chain, economy, strategies e reverse logistics*. Tais ocorrências permitem sinalizar que há uma linha de pesquisas abordando o tema sendo aplicado como uma prática administrativa orientada à busca pela sustentabilidade, modelos e inovação, utilizando da logística reversa e outras estratégias econômicas para reduzir os custos e favorecer o meio ambiente.

O terceiro *cluster*, em azul, reuniu oito palavras-chave que evidenciam-se, nesta ordem, a própria expressão “*circular economy*” com mais ocorrência em toda a rede e como central no *cluster*, logo após na sequência apenas do *cluster* com relação a força temos *life-cycle assesment, syptems, energy, indicators, industrial symbiosis, life cycle assesment e wast management*. A linha de pesquisa que os termos sugerem é voltada a aplicação de técnicas de economia circular, serviços de energia limpa, mencionando o ciclo de vida dos produtos visto que o destino de um material não seria mais uma questão de gerenciamento de resíduos, mas parte do processo de design de produtos e sistemas. O aproveitamento inteligente dos recursos enxergando valor em cada material dentro de um fluxo cíclico possibilita a trajetória dele até o retorno ao início do ciclo reduzindo os impactos e traçando caminhos para a sustentabilidade.

5. Considerações Finais

O estudo bibliométrico realizado permitiu concluir que o tema economia circular tem se tornado um campo rico de pesquisa científica. Observou-se um crescente interesse pelo tema, em uma constante busca acadêmica de propor soluções analisadas em pesquisas, transformando o conhecimento gerado em algo útil para todos. É grande a contribuição do estudo para os pesquisadores, oferecendo uma base teórica e a visão macro do tema aos iniciantes como também para os que já estudam a área, com levantamento dos últimos cinco anos foi possível ir de encontro aos autores, trabalhos entre outros fatores mais relevantes.

O uso da *Web of Science*, foi fundamental para a desenvolvimento da pesquisa, ajudando a identificar os autores em destaques, o número de publicações, periódicos relevantes, os artigos por área de conhecimento e por país com um banco de dados rico em informações. Os resultados evidenciaram uma crescente, no número de publicações por ano que foram detectadas 22 publicações em 2017, 33 em 2018, 77 em 2019, 141 em 2020 e 121 em 2021, revelando assim a importância e preocupação dos estudiosos com a área e sua evolução nos estudos.

Dos periódicos mais relevantes em termos de números de publicações, merecem destaque *Journal of Cleaner Production* correspondendo a 33,25% da amostra pesquisada, logo seguida o *Sustainability* representando 20,56 %, e *Resources Conservation and Recycling* 7,81%. E as instituições mais influentes nas pesquisas relacionadas a economia circular estão concentradas em países como a Itália, com maior número de publicações, representando quase 20% das obras, na sequência temos a Inglaterra com 15 %, China 13,95 %, Espanha 11,17% e Índia 7,36%.

Com publicações e interesses concentrado na grande área da sustentabilidade, utilizando o software VosViewer®, foi possível evidenciar os principais *clusters* de coautoria e a difusão do tema entre diversos autores como Jabbour, C.J.C; Magla, S.K e Kusi-sarpong, S., levantando a hipótese de que há busca por soluções para problemas de ordem ambiental e que demandam alternativas sustentáveis, aliando as empresas, seu desempenho e a economia circular.

Revela-se que o tema vem sendo aplicado como uma prática administrativa orientada à redução de custos, melhoria da competitividade e da sustentabilidade. Entretanto, ainda existe uma lacuna muito grande entre as publicações, de modo que nos faz incentivar estudos sobre o tema, de forma a gerar conhecimentos que apoiem a aceleração na busca e transição dos modelos circulares, engajando a economia das organizações brasileiras aos pilares da sustentabilidade de forma mais equiparada.

Propõe-se para futuros estudos o aprofundamento da pesquisa, em destaque a EC, com a utilização de outras bases de dados, tais como Scopus, EBSCO e Scielo, bem como a utilização de outros softwares como o CitNetExplorer[®], a fim de um comparativo para averiguar as suas conclusões e aplicações também práticas.

Referências

- Albort-Morant, G. & Ribeiro-Soriano, D. (2016). A bibliometric analysis of international impact of business incubators. *Journal of Business Research*, (1), 1775-1779. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2015.10.054>.
- Brasil. (2010). Lei N° 12.305 de 02 de agosto de 2010 - Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm
- Brundtland, G. H. (1987). *Our Common Future –The World Commission on Environment and Development*-Oxford University, Oxford University Press.
- Ellen MacArthur Foundation. (2015). Towards the circular economy. Opportunities for the consumer goods sector. (2). <http://www.elenmacarthurfoundation.org/>
- Ellen MacArthur Foundation. (2017) *Uma economia circular no Brasil: uma abordagem exploratória inicial*. <http://www.elenmacarthurfoundation.org/>.
- Ellen MacArthur Foundation. (2013) Towards the Circular Economy. *Economic and business rationale for an accelerated transition*. (1). doi:10.1162/108819806775545321
- Ellen MacArthur Foundation. (2017). Mission and Vision: Accelerating the transition to a circular economy. Retrieved from Ellen MacArthur Foundation - <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/our-story/mission>.
- European Commission. (2014). Circular Economy Scoping Study. *European Commission*. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/0619e465-581c-41dc-9807-2bb394f6bd07/language-en>.
- European environment agency. (2016). *Municipal waste management across European countries*. https://www.eea.europa.eu/publications/municipal-waste-management-across-europeancountries/copy_of_municipal-waste-management-across-european-countries
- Fontgalland, I. L. (2022) *Economia circular e consumo sustentável* [livro eletrônico] / Isabel Lausanne Fontgalland. — Campina Grande: Editora Amplla. DOI: 10.51859/amplla.ecc174.1122-0
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Nancy M.P. B., & Hultink E. J. (2017) The circular economy: a new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*. (143). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>.
- Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017) Conceptualizing the circular economy: an analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation & Recycling*, (9), 221-232. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>
- Korhonen, J. A. & Honkasalo, J. Seppälä., (2018) “Circular economy: the concept and its limitations”, *Ecological Economics*, (143), 37-46. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.06.041>
- Lewandowski, M. (2016) Designing the business models for circular economy Towards the conceptual framework. *Sustainability*, (8), 43. <https://doi.org/10.3390/su8010043>
- Lieder, M., & Rashid, A. (2016). Towards circular economy implementation: a comprehensive review in context of manufacturing industry. *Journal of cleaner production*, (115). <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.12.042>
- Melo, L. S. A. de. & Fontgalland, I.L. (2020) Economia e objetivos de desenvolvimento sustentável: Mapeamento da Produção Científica Internacional. *Anais do Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente – ENGEMA*. São Paulo, Brasil. <http://engemausp.submissao.com.br/22/arquivos/607.pdf>
- 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*, (3) 369-380. <https://doi.org/10.1007/s10551-015-2693-2>
- Porter, M. E. & Van Der Linde, C. (1995) Green and competitive: Ending the stalemate. *Sustainable Business Practices*. *Harvard Business Review*. (73), n5. <https://hbr.org/1995/09/green-and-competitive-ending-the-stalemate> - 1995.
- Rabbani, E.R.K., Lima, D.R.L., Cavalcanti, B.V.P., Silva, S.P.R., Rocha, E.V.O., & Silva, M.C.C. (2021). Indicadores de sustentabilidade para avaliação e monitoramento da gestão de resíduos sólidos em Instituição de Ensino Superior de Pernambuco. *Brazilian Journal of Development*. DOI:10.34117/bjdv7n1-481
- Ritzén, S., & Sandström, GÖ. (2017). Barriers to the Circular Economy–integration of perspectives and domains. *Procedia CIRP*, 64. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.03.005>
- Schröder, P., Lemille, A., Desmond, P. (2020) Making the circular economy work for human development. *Resources, Conservation and Recycling*, (156). <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104686>
- Soares, P. B., Carneiro, T. C. J., Calmon, J. L., & Castro, L. O. dá C. de O. (2016) Análise bibliométrica da produção científica brasileira sobre Tecnologia de Construção e Edificações na base de dados Web of Science. *Ambiente Construído*, Porto Alegre (16). <https://doi.org/10.1590/s1678-86212016000100067>