Anais do **Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO)** da EEL-USP

VI SAEPRO – 09 e 10 de junho de 2022

ECONOMIA CIRCULAR E INDÚSTRIA 4.O: UMA ANÁLISE DE SUAS COMBINAÇÕES A PARTIR DE UM ESTUDO BIBLIOMÉTRICO.

Alexandre Fernando Coutinho da Silva

(UFF) alexandrecoutinho@id.uff.br

Ana Carolina Maia Angelo

(UFF) angeloana@id.uff.br

Resumo

A pesquisa dos temas indústria 4.0 e economia circular vêm ganhando destaque nas últimas décadas e de forma discreta despertando o interesse de estudiosos e praticantes no assunto. A partir destas duas perspectivas, foi desenvolvido uma metodologia utilizando o método de estudo por bibliometria, visando analisar a evolução das informações e publicações dos temas de forma quantitativa, combinando as palavras-chaves indústria 4.0 e economia circular, por meio de buscas nas bases *Scopus* e *Web of Science* pela sua representatividade, credibilidade e volume de publicações internacionais. Foi utilizado o software VOSviewer para mapear as principais palavras-chaves relacionadas a está combinação. O resultado obtido foi satisfatório mostrando que o termo economia circular e indústria 4.0 estão interrelacionados com todos os clusters, e que a palavra sustentabilidade aparece nos dois mapas indicando a sua relevância dentro do tema em questão. A ferramenta big data aparece como a principal referência de implementação de novas tecnologias para busca de resultados sustentáveis.

Palavras-chave: Economia Circular; Indústria 4.0; Bibliometria.

Abstract

The research on the themes Industry 4.0 and circular economy have been gaining prominence in recent decades and quietly arousing the interest of scholars and practitioners in the subject. Based on these two perspectives, a methodology was developed using the bibliometric study method, aiming to analyze the evolution of information and publications on the topics in a quantitative way, combining the keywords industry 4.0 and circular economy, through searches in the databases Scopus and Web of Science for its representativeness, credibility and volume of international publications. The VOSviewer software was used to map the main keywords related to this combination. The result obtained was satisfactory, showing that the term circular economy and industry 4.0 are interrelated with all clusters, and that the word sustainability appears in both maps, indicating its relevance within the theme in question. The big data tool appears as the main reference for the implementation of new technologies to seek sustainable results.

Key words: Circular Economy; Industry 4.0; Bibliometry.

1. INTRODUÇÃO

1.1 Considerações Iniciais

No contexto da concorrência empresarial, é essencial a preocupação com os fatores ambientais e a expansão do uso de novas tecnologias. Os consumidores exigentes e os responsáveis ambientais esperam altos níveis de inovação e respostas mais ágeis, o que pressiona as formas de concorrência das empresas nos mercados globais.(Liar Agudo et al., 2020)

A indústria 4.0 é uma tendência recente que emprega um pacote tecnológico, com o objetivo de aumentar a produtividade, acelerar a troca de informação, precisão na tomada de decisões e uma diferenciação na forma de responder aos pedidos dos clientes (ISSAMAR; ROBERTO, 2019). Em referência à questão ambiental, um dos principais desafios do sistema econômico atual é a crescente demanda por recursos devido à produção em larga escala, o que vai contra a capacidade do planeta de fornecer esses

recursos e absorver os resíduos gerados nos processos industriais (SAHIMMA et al., 2017; NASIR et at., 2017).

Pensar em uma estratégia, que mantenha a eficiência, satisfaça os desejos do consumidor e equilibre o impacto ambiental, é um desafio, ao qual a economia circular (CE) vem tentando responder, sendo a indústria 4.0 uma possibilidade de alcançar a mudança de uma economia linear para circular e cadeia de suprimentos sustentáveis (RAJPUT; SINGH, 2019).

A integração entre essas tendências revolucionará a forma de entender o padrão de consumo e produção. Fatores de sucesso, capazes de impulsionar a indústria 4.0 para uma manufatura sustentável, devem ser ponderados, tais como: liderança gerencial, prontidão para mudanças, comprometimento da alta administração, alinhamento estratégico, treinamento e capacidade, empoderamento, trabalho em equipe, cultura organizacional, comunicação, gestão de projetos e cultura nacional e diferença regionais (SOUSA JABBOUR et al. 2018b).

De forma a identificar as mudanças e oportunidade da integração da economia circular com indústria 4.0, realizaram-se pesquisas nas bases de dados *Scopus* e *Web of Science*, pela sua representatividade, credibilidade e volume de publicações internacionais. O método utilizado foi de pesquisa bibliométrico combinando as palavras-chaves economia circular e indústria 4.0. Os métodos bibliométricos são firmemente estabelecida no campo da investigação científica, e o número de publicações que utilizam esta ferramenta tem aumentado gradualmente nos últimos anos (ELLEGAARD; WALLIN, 2015; ROJAS LUIZA et al., 2016; GOBBO JÚNIOR et al., 2018).

O objetivo do estudo visou analisar a evolução e o perfil das publicações nos últimos 5 anos, identificando as principais áreas de conhecimento e os países onde a temática foi desenvolvida. Além da pesquisa bibliográfica, e a partir dela se busca mostrar a relação entre economia circular e indústria 4.0.

Para atingir o objetivo, o método de pesquisa escolhido foi o estudo bibliométrico e estudo de palavras-chaves, com a finalidade de reconhecer quais são as ações e estratégias mais latentes no estudo da integração entre economia circular e indústria 4.0.

1.2 Formulação da Situação Problema

As informações levadas isoladamente para as organizações sobre os temas economia circular e indústria 4.0 não agregam novos conhecimentos, é necessário, pois que as organizações identifiquem suas reais necessidades. Fazendo um estudo bibliométrico é possível contribuir para os gestores de negócios que ambas podem ser trabalhadas de maneiras combinadas em busca de melhores resultados?

1.3 Objetivo Geral

Analisar a evolução e o perfil das publicações nos últimos 5 anos, identificando as principais áreas de conhecimento e os países onde a temática foi desenvolvida. Além da pesquisa bibliográfica, e a partir dela se busca mostrar a relação entre economia circular e indústria 4.0

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O trabalho é baseado em dois conceito principais, economia circular e indústria 4.0. nesta seção, estes conceitos são apresentados, juntamente com as definições.

2.1. Economia Circular

A economia mundial tem sido construída com base num modelo linear de negócios, baseado em extrair, transformar, produzir, utilizar e descartar (e, às vezes, reciclar ou incinerar) (Braungart, McDonough, Anastas & Zimmerman, 2003; Fiskel,

2009; Ellen MacArthur Foundation, 2012). Projeções futuras indicam incompatibilidade entre os níveis de produção e consumo atuais e disponibilidade de recursos naturais para as próximas gerações (United Nations Environment Programme [UNEP], 2011a).

Atualmente vivemos num planeta finito, limitado, não só em recursos materiais e energéticos, mas também em espaço e capacidade de assimilar a poluição gerada. A forma e a velocidade com que usamos os recursos naturais são insustentáveis (Meadows, Meadows, Randers & Behrens, 1972; Chen, Boudreau & Watson, 2008; Spangenberg, Fuad-Luke & Blincoe, 2010).

Num mundo com um crescimento exponencial da população, prevê-se que em 2050 sejam atingidos 9 mil milhões de pessoas (World Business Council for Sustainable Development [WBCSD], 2012; WWF, 2012) e com expectativas de aumento do uso de matérias-primas nas próximas décadas (Bleischwitz, 2010; Ellen MacArthur Foundation, 2012), infere-se a continuidade da trajetória de insustentabilidade da sociedade vigente.

O conceito de Economia Circular está associado ao uso dos materiais no final de vida, no qual o termo resíduo não existe (Stahel, 1984, 2010). Segundo a Fundação Ellen MacArthur (EMF, 2012), trata-se de um modelo de economia industrial intencionalmente "restaurador", projetado para recuperar de forma circular o produto de suas atividades. Num modelo econômico circular, os resíduos tornam-se recursos a serem recuperados e revalorizados por meio da reciclagem e reutilização (Gregson, Crang, Fuller, & Holmes, 2015).

A economia circular foi apelidada de cradle to cradle, a fim de distinguir, do berço ao túmulo, a abordagem associada ao conceito de análise do ciclo de vida do produto. Esse conjunto de argumentos centra-se no design de objetos manufaturados, em que a desmontagem, adaptação e reutilização são consideradas desde o início. Prevê uma economia baseada no recondicionamento, remanufatura e reciclagem (Gregson et al., 2015).

A ênfase da economia circular passou a englobar: gestão de resíduos e escassez de recursos; eficiência energética e de conservação; manejo da terra e proteção do solo;

problemas de gestão de recursos hídricos integrados (Su et al., 2013). Por outro lado, Gregson et al. (2015) compreendem que o conceito de economia circular se situa em áreas afins, mas distintas da economia ecológica e ambiental.

A mudança chave da economia circular, no entendimento de Alexander e Reno (2012), é ver a natureza não como uma externalidade sem custos, mas como um conjunto de ações, recursos potenciais, fluxos e serviços que podem ser medidos e aos quais podem ser atribuídos valores. Vários métodos e ferramentas têm sido desenvolvidos para mensurar os materiais e os fluxos de energia, incluindo análise do ciclo de vida, análise de fluxo de materiais e contabilidade triple bottom line (Gregson et al., 2015).

2.2. Indústria 4.0

A quarta Revolução Industrial ou a Indústria 4.0 tem seu termo usado pela primeira vez em 2011, é oriunda de um projeto de estratégias do governo alemão votado para a tecnologia (SILVEIRA, 2017).

Venturelli (2017) esclarece que a Industria 4.0 tem como foco a conectividade, ou seja, conectar toda uma indústria, desde a produção até o sistema de vendas é uma realidade dessa nova Revolução Industrial.

As revoluções industriais, somadas aos grandes avanços tecnológicos culminaram no surgimento da Indústria 4.0 ou quarta Revolução Industrial (BOETTCHER, 2015).

Sobre o conceito da Indústria 4.0 Zawadzki e Zywicki (2006) esclarecem que esse novo modelo de indústria é a combinação das conquistas tecnológicas dos últimos anos com a visão de um futuro com sistemas de produção inteligentes e automatizados, no qual o mundo real é ligado a virtual.

As tecnologias mais relevantes para a implementação e funcionamento da Indústria 4.0 podem ser assim definidas:

•Internet das Coisas: "a relação entre coisas (produtos, serviços, lugares) e pessoas, por meio de plataformas e tecnologias conectadas" (SCHWAB, 2016, p. 26). Silveira (2017) explica que os sistemas que funcionam a base da Internet das Coisas, são dotados de sensores e atuadores e são denominados de sistemas Cyber-físicos, e são a base da indústria;

•Segurança cibernética: "meios de comunicação cada vez mais confiáveis e sofisticados"(RUBMANN et al., 2015, p. 6). O maior sucesso de um programa ou produto altamente tecnológico é a segurança. Os problemas ou falhas podem comprometer todo um trabalho a ser desenvolvido (SILVEIRA, 2017);

•Big Data Analytics: são estruturas de dados extensas e complexas que utilizam novas abordagens para captura, análise e gerenciamento de informações. Aplicada à indústria 4.0, a tecnologia de Big Data é estruturada em 6Cs como forma de lidar com as informações mais relevantes e importantes: Conexão (à rede industrial, sensores e CLPs), Cloud (nuvem/dados por demanda), Cyber (modelo e memória), Conteúdo, Comunidade (compartilhamento das informações) e Customização (personalização e valores) (SILVEIRA, 2017);

•Computação em nuvem: "banco de dados capaz de ser acessado de qualquer lugar do mundo em milissegundos, por meio de dispositivos conectados à internet"(RUBMANN et al., 2015, p. 6-7);

•Robótica avançada: "robôs mais adaptáveis e flexíveis; futuramente, sua interação com outras máquinas e humanos será uma realidade cotidiana"(SCHWAB, 2016, p. 25);

•Inteligência artificial: "pode reduzir custos, proporcionar ganhos de eficiência e até mesmo "computadorizar" empregos"(SCHWAB, 2016, p. 141-142);

•Novos materiais: "são mais leves e fortes, recicláveis e adaptáveis; podem ser "inteligentes" com propriedades como autoreparação ou autolimpeza"(SCHWAB, 2016, p. 25).

3. MÉTODO

Para realização da pesquisa foi utilizada a abordagem proposta por Tranfield, Denyer e Smart (2003) considerando as seguintes etapas:

1) Análise bibliométrica das publicações combinando os temas economia circular e indústria 4.0, por meio de buscas nas bases *Scopus* e *Web of Science*, pela sua representatividade, credibilidade e volume de publicações internacionais;

2) Utilização do VOSviewer, versão 1.6.17, gratuito, para mapear as principais palavras-chaves relacionadas à combinação de economia circular e indústria 4.0;

A sequência de operacionalização da pesquisa bibliométrica é mostrada na Figura 1.

Figura 1 – Estrutura esquemática da pesquisa

<table>
<tr><td colspan="2">Pesquisa Bibliométrica</td></tr>
<tr><td colspan="2">Identificação das Bases de Pesquisa</td></tr>
<tr><td>Scopus</td><td>Web Of Science</td></tr>
<tr><td colspan="2">Combinação das palavras chaves:

economia circular (circular economy) e indústria 4.0 (industry 4.0)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Análise das publicações</td></tr>
<tr><td colspan="2">Utilização do VosViewer</td></tr>
</table>

Fonte: Autores, 2021.

A primeira etapa consistiu em combinar as palavras economia circular (circular economy) e indústria 4.0 (industry 4.0). O período compreendido foi de 01 de janeiro de 2016 a 19 de dezembro de 2021. Para cada palavra-chave identificou-se o total de artigos publicados. Em seguida, foi feito um levantamento dos países com mais publicações.

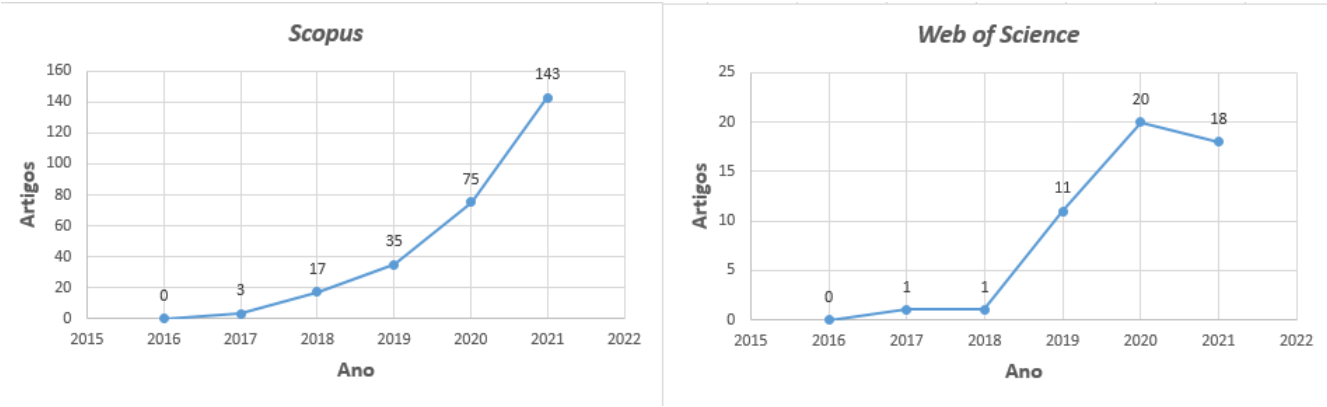
A segunda etapa consistiu na utilização do software VOSviewer para mapear as principais palavras-chaves relacionadas à combinação de economia circular e indústria 4.0. O VOSviewer é uma ferramenta para construção e visualização de redes bibliométricas que utiliza a técnica de visualização de semelhanças (Van Eck e Waltman 2009), onde os itens com um peso maior são mostrados com mais destaque do que os com um peso menor, o tamanho do círculo é determinado pelo seu peso e a cor é determinada pelo *cluster* a que pertence. Os *clusters* são formados de acordo com as palavras-chave que ocorreram juntas nos documentos encontrados.

4. RESULTADOS

4.1 Análise Bibliométrica das publicações.

A busca da combinação das palavras-chaves economia circular (circular economy) e indústria 4.0 (industry 4.0), resultou num total de 324 publicações, das quais 273 eram artigos, pela base *Scopus* e 51 publicações encontradas na base *Web of Science*, conforme figura 2.

Figura 2 – Evolução dos artigos por ano e por base pesquisada

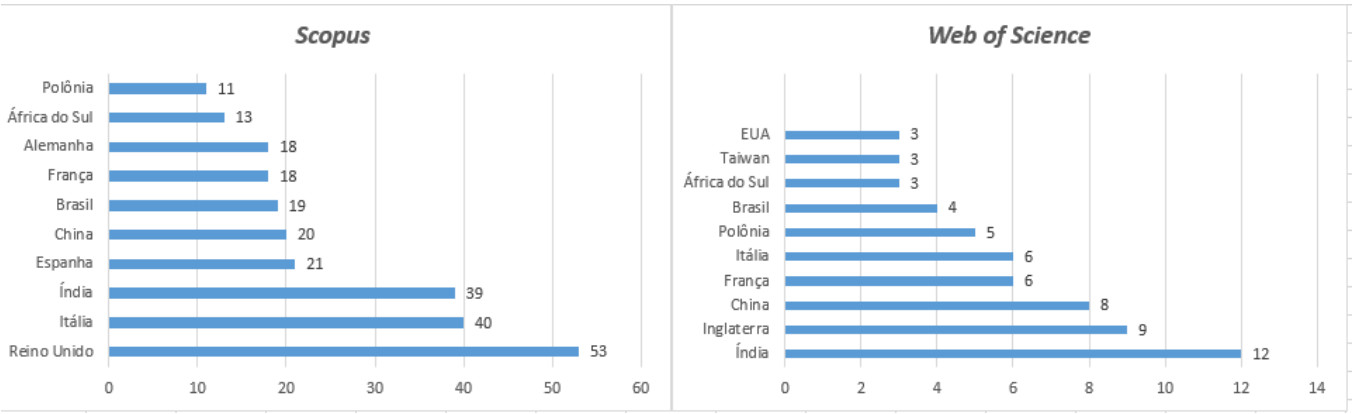


Fonte: Adaptado de *Scopus* e *Web of Science*, 2021

Observa-se um número baixo de publicações combinando os dois temas no período de 2016 a 2018. O pico de publicações crescentes em ambas as bases aparece a partir de 2019.

Analisando as publicações por países (figura 3) para visualizar os 10 países com mais publicações e identificar os locais que tem originado um número significativo de estudos no combinando os temas economia circular e indústria 4.0.

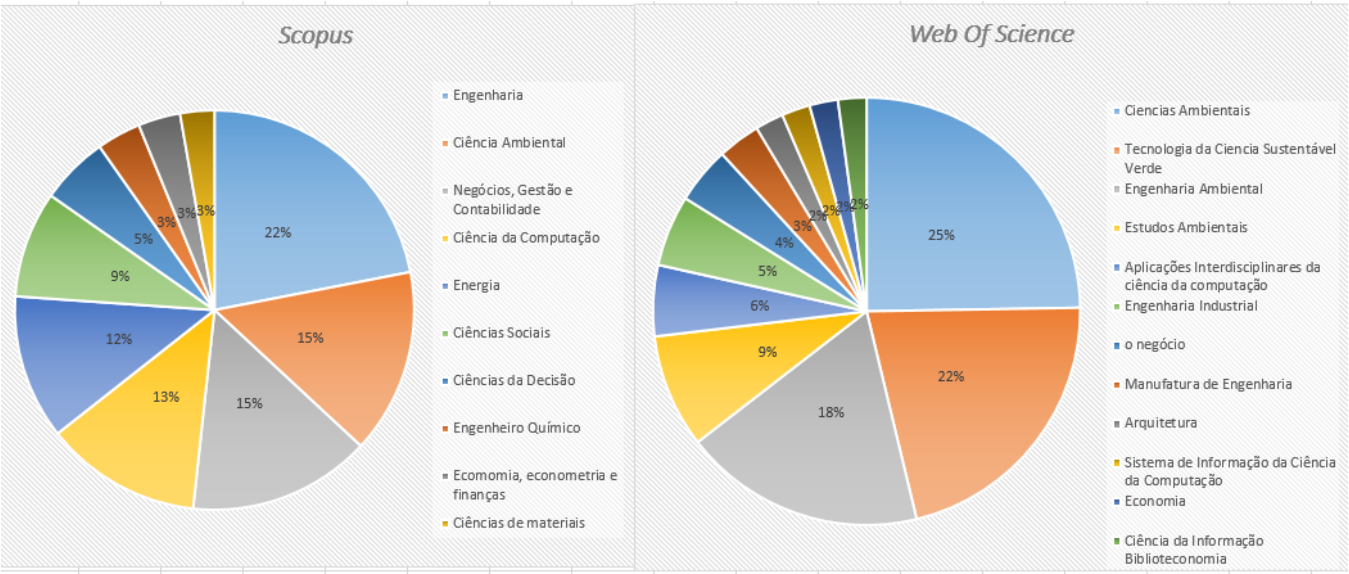
Figura 3 – Distribuição dos artigos por países



Fonte: Adaptado de *Scopus* e *Web of Science*, 2021

A análise mostra predominância de publicações originadas a partir de países europeus e da China em ambas as bases. Na figura 3 se observa que aparecem artigos produzidos a partir de estudos no Brasil, em ambas as bases, ocupando a 6ª posição na base *Scopus* e 7ª posição na base *Web of Science* com 19 e 4 publicações, respectivamente. Esse é um indicativo de que estudos combinando economia circular e indústria 4.0 tem despertado maior interesse no país. Após a análise por países, verificaram-se as áreas de pesquisa.

Figura 4 – Distribuição dos artigos por área de pesquisa



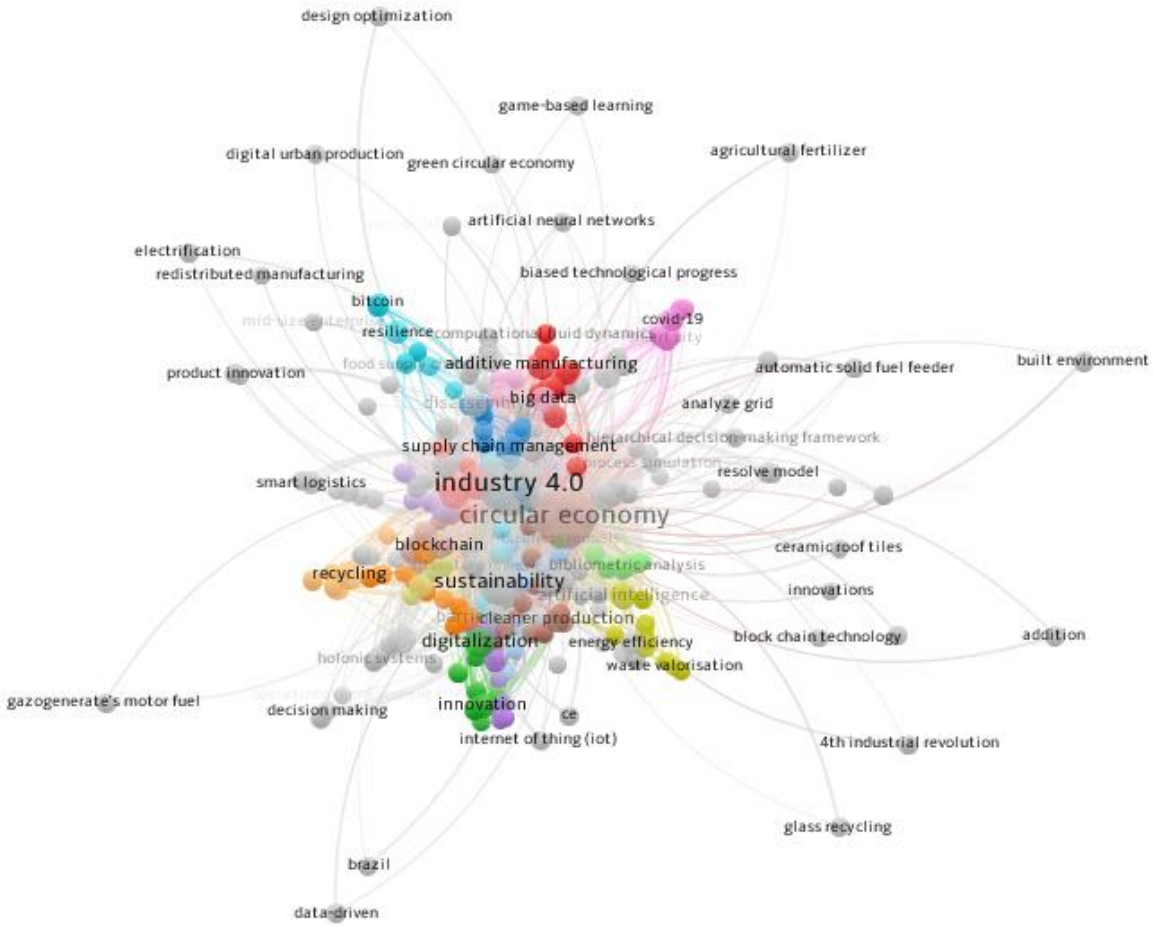
Fonte: Adaptado de *Scopus* e *Web of Science*, 2021

A análise por área de pesquisa permitiu identificar a presença dos termos economia circular e indústria 4.0, em *clusters* de diferentes segmentos de estudos envolvendo áreas de destaque como engenharia, ciências ambientais, tecnologia, negócios, gestão e contabilidade. A área com maior número de publicações na base *Scopus* é engenharia com 22% e ciências ambientais com 25% na base *Web of Science*.

4.2 Mapeamento com software Vosviewer

Nesta fase foi gerado um mapa visual e identificado quantitativamente os termos que mais apareceram da combinação de economia circular e indústria 4.0, na forma de rede de interação e por *clusters*, assim como os diretamente relacionados a este, conforme mostrado na figura 5.

Figura 5 – Mapa de termos na base *Scopus*

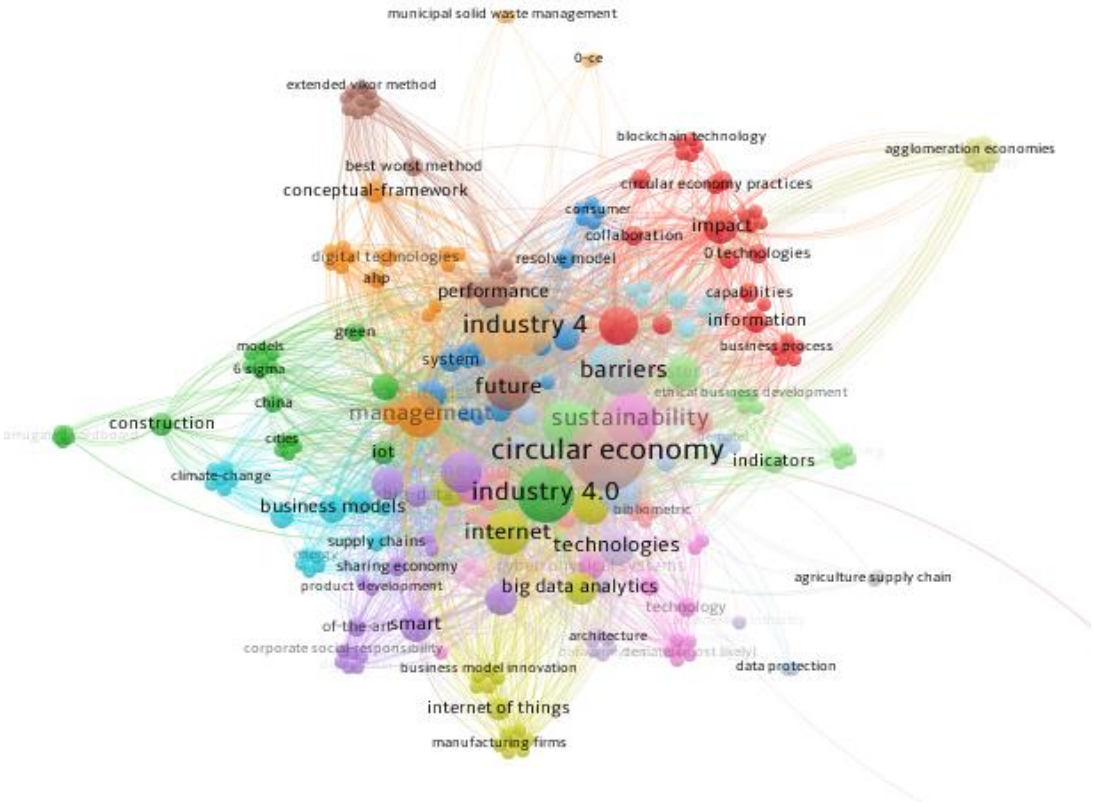


Fonte: VOSviewer, 2021

Observando o mapa com os dados da base *Scopus*, verifica-se a existência de clusters separados por cores, nos quais os termos economia circular (circular economy) e indústria 4.0 (industry 4.0) são os que aparecem com destaque na cor vermelha, assim como a combinação dos mesmos na rede. Do mesmo modo se pode identificar suas relações com os termos gestão da cadeia de abastecimento (supply chain management), cadeia de bloqueios (blockchain), grandes dados (big data), reciclagem (recycling), sustentabilidade (sustainability) que estão agrupados mais próximos.

Na figura 6, notam-se os termos economia circular (circular economy), e indústria 4.0 (industry 4.0), sustentabilidade (sustainability), internet, tecnologias (technologies), grandes análises de dados (big data analytics) formam o cluster com maior força na rede.

Figura 6 – Mapa de termos na base *Web of Science*



Fonte: VOSviewer, 2021

Comparando os dois mapas, é notável que a palavra sustentabilidade está em destaque em ambos, o que indica a sua relevância dentro do tema em questão.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo apresentou os resultados da pesquisa bibliométrica envolvendo a combinação das palavras-chaves economia circular e indústria 4.0. Observou-se um número baixo de publicações combinando os dois temas no período de 2016 a 2018. O pico de publicações crescentes em ambas as bases aparece a partir de 2019.

Em relação a distribuição de artigos por países, as maiores publicações estão concentradas no Reino Unido na base *Scopus* e Índia na base *Web of Science*. Cabe mencionar que o Brasil aparece entre os 10 países com mais publicações em ambas as bases pesquisadas. Esse é um indicativo de que estudos combinando economia circular e indústria 4.0 tem despertado maior interesse no país.

Na distribuição dos artigos por área de pesquisa foi identificado que a combinação das palavras economia circular e indústria 4.0, tem relação com diferentes áreas como engenharia, ciências ambientais, tecnologia, negócios, gestão e contabilidade.

Comparando os dois mapas, na análise do software VOSviewer para mapear e identificar as principais palavras-chaves relacionadas à combinação de economia circular e indústria 4.0 nas bases pesquisadas, é notável que a palavra sustentabilidade está em destaque em ambos, o que indica a sua relevância dentro do tema em questão.

A pesquisa limitou-se ao uso de duas bases de dados, mas contribui para os gestores de negócios no sentido de que facilita o entendimento de que a economia circular e indústria 4.0 podem ser trabalhadas juntas. A perspectiva de muitas áreas da pesquisa ajudam durante todas as fases de um ciclo de vida dos produtos adotando as tecnologias da indústria 4.0 relacionando com a reciclagem de produtos.

Este estudo não teve a intenção de esgotar o tema abordado, mas procurar mostrar a importância da utilização da combinação de palavras-chaves nas bases de dados para a realização de bibliometria de forma quantitativa. A ferramenta big data aparece como a principal referência de implementação de novas tecnologias para busca de resultados sustentáveis.

Trata-se de uma iniciativa para despertar a questão, abrindo novas linhas de pesquisa, novas perspectivas sobre o assunto para estudo de casos futuros no Brasil.

REFERÊNCIAS

Alexander, C., & Reno, J. (2012). Economies of recycling: the global transformation, values and social relations. London: Zed Books.

BAHRIN, M.A.K. et al. Industry 4.0: uma revisão sobre automação industrial e robótica. Science & Engineering, v. 78, n. 6-13, 137-143, 2016.

Bleischwitz, R. (2010). International economics of resource productivity: relevance, measurement, empirical trends, innovation, resource policies. International Economics and Economic Policy, 7(2), 227-244.

BOETTCHER, M. Revolução Industrial -Um pouco de história da Indústria 1.0 até a Indústria 4.0. Linkedin. 26 nov. 2015. Disponível em:<https://pt.linkedin.com/pulse/revolu%C3%A7%C3%A3o-industrial-um-pouco-de-hist%C3%B3ria-da-10-at%C3%A9-boettcher>. Acesso em: 10 nov 2021.

Braungart, M., & McDonough, W. (2013). The upcycle: beyond sustainability designing for abundance. New York: North Point Press.

Chen, A. J. W., Boudreau, M. C., & Watson, R. T. (2008). Information systems and ecological sustainability. Journal of Systems and Information Technology, 10(3), 186-201.

ELLEGAARD, O.;WALLIN, J. A. A análise bibliométrica da produção acadêmica: quão grande é o impacto? Scientometrics, v. 105, p. 1809-1831, 2015.

EMF - ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. Towards the circular economy - Vol. 1: Economic and business rationale for an accelerated transition. Isle of Wight: EMF, 2012.

Fiskel, J. (2009). Design for environment: a guide for sustainable product development (2 nd ed.). McGrawHill, New York.

Liar Agudo, F., Alcides Gobbo Júnior, J., & Cristina de Oliveira Gobbo, S. (2020). Industry 4.0 and Circular Economy: Integrated or disarticulated concepts? A research agenda. In *Revista Gestão da Produção Operações e Sistemas* (Vol. 15, Issue 4). https://doi.org/10.15675/gepros.v15i4.2771

GAZZOLA, P.; DEL CAMPO, A.G.; ONYANGO, V. Going green vs. Going smart for sustainable development: quo vadis? Journal of Cleaner Production, v. 214, p. 881-892, 2019.

GHOBAKHLOO, M. The future of manufacturing industry: a strategic roadmap towards industry 4.0. Journal of Manufacturing Technology Managemen, v. 29, n. 6, p. 910-936, 2018.

Gregson, N., Crang, M, Fuller, S, & Holmes, H. (2015). Interrogating the circular

ISSAMAR, F. H. M. K.; ROBERTO, R.L. Riscos ocupacionais novos e emergentes (NER) na indústria 4.0: revisão de literatura. In: INTERNATIONAL ENGINEERING, SCIENCES AND TECHNOLOGY CONFERENCE, 2019, 7th. Anais...v. 8943671, p. 394-399, 2019

Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J., & Behrens, W. W. (1972). Limits to growth. New York: New American Library.

RAJPUT, S.; SINGH, S.P. Connecting circular economy and industry 4.0. international Journal of Information Management, v. 49, p. 98-113, 2019.

RUBMANN, M.; LORENZ, M.; GERBERT, P.; WALDNER, M.; JUSTUS, J.; ENGEL, P.;HARNISCH, M. Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries. The Boston Consulting Group: BCG, 2015.

SAHIMAA, O. et al. Rumo a zero emissões climáticas, zero resíduos e um planeta vivo – testando a aplicabilidade de três indicadores em cidades finlandesas. Produção e Consumo Sustentável, v. 10, p. 121-132, 2017.

SILVEIRA, C. B.O que é a Indústria 4.0 e como ela vai impactar o mundo. Citisystems. 2017. Disponível em:<https://www.citisystems.com.br/industria-4-0/>. Acesso em: 10 nov. 2021.

SOUSA JABBOUR, A. B. L. et al. Quando os titãs se encontram – pode a indústria 4.0 revolucionar a onda de produção ambientalmente sustentável? O papel dos fatores críticos de sucesso. Previsão Tecnológica e Mudança Social, v. 132, p. 18-25, 2018.(a)

SCHWAB, K. A quarta revolução industrial.São Paulo: Edipro, 2016.

Spangenberg, J. H., Fuad-Luke, A., Blincoe, K. (2010). Design for sustainability (DfS): the interface of sustainable production and consumption. Journal of Cleaner Production, 18(15), 1485-1493.

Stahel, W. R. (1984). The product-life factor. In S. G. Or (Ed.), An inquiry into the nature of sustainable societies, the role of the private sector. HARC Houston, TX: The Mitchell Prizes 1982.

Stahel, W. R. (2010). The performance economy. London: Palgrave McMillan.

Su, B., Heshmati, A., & Geng, Y. (2013). A review of the circular economy in China: moving from rhetoric to implementation. Journal of Cleaner Production,42(1), 215–227.https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.11.020

Tranfield, D., Denyer, D., & Smart, P. (2003). Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge Means of Systematic Review. British Journal of Management, 14(3), 207–222.

UNEP, United Nations Environment Programme. (2011a). Decoupling natural resource use and environmental impacts from economic growth. Disponível em: Economia circular: uma nova filosofia de gestão para o séc. XXI. Portuguese Journal of Finance, Management and Accounting. ISSN: 2183-3826. Vol 1, Nº 2, September 2015 171 http://www.unep.org/resourcepanel/Publications/Decoupling/tabid/56048/Default.as px.

VAN ECK, N.; WALTMAN, L. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. **Scientometrics**, v. 84, n. 2, p. 523–538, 2009.

VENTURELLI, M. Indústria 4.0: uma visão da automação industrial. Automação Industrial, nov. 2017. Disponível em:<https://www.automacaoindustrial.info/industria-4-0-uma-visao-da-automacao-industrial/>. Acesso em: 10 nov. 2021.

WWF, World Wide Fund for Nature. (2012). Living planet report. Disponível em http://assets.wwf.org.uk/downloads/lpr2012_online_single_pages_11may2012.pdf.

ZAWADZKI, P.; ŻYWICKI, K. Smart product design and production control for effective mass customization in the Industry 4.0 concept. Management and Production Engineering Review. 2016.