

## INOVAÇÃO E ECONOMIA CIRCULAR: CAMINHOS CONVERGENTES?

MAFALDA VALENTE DA FONSECA SOARES<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Mestranda em Gestão da Qualidade Total, ESTGA – Universidade de Aveiro, mafalda.soares@ua.pt

### RESUMO

A economia circular tem-se consolidado como um modelo alternativo ao sistema económico linear, procurando romper com a lógica “extrair-produzir-descartar” através de estratégias centradas na reutilização, reciclagem, eco-design e redução de resíduos. A inovação desempenha um papel central neste contexto, sendo vista como um catalisador para a implementação dos princípios da circularidade. Este artigo explora a convergência entre a inovação e a economia circular, identificando os principais fatores que facilitam ou dificultam essa transição, bem como as abordagens mais eficazes na promoção de práticas circulares. A revisão da literatura, com base em 1107 artigos extraídos da base de dados Scopus, permitiu identificar quatro dimensões da inovação: tecnológica, organizacional, política e de modelo de negócio. A análise evidenciou que a inovação tecnológica e digital, nomeadamente através da Internet das Coisas (IoT), *Big Data* e *Blockchain*, surge como um dos principais motores da circularidade, enquanto a inovação organizacional e política são essenciais para superar barreiras institucionais. Contudo, verifica-se uma lacuna significativa na aplicação prática dos conceitos, sendo necessárias estratégias que integrem as dimensões económicas, sociais e ambientais, de forma a garantir a viabilidade e expansão da economia circular a longo prazo.

**Palavras-chave:** Economia Circular; Inovação; Sustentabilidade; Digitalização.

## INNOVATION AND THE CIRCULAR ECONOMY: CONVERGING PATHS?

### ABSTRACT

The circular economy has established itself as an alternative model to the linear economic system, seeking to break with the “extract-produce-discard” logic through strategies centered on reuse, recycling, eco-design and waste reduction. Innovation plays a central role in this context and is seen as a catalyst for implementing the principles of circularity. This article explores the convergence between innovation and the circular economy, identifying the main factors that facilitate or hinder this transition, as well as the most effective approaches to promoting circular practices. The literature review, based on 1,107 articles extracted from the Scopus database, identified four dimensions of innovation: technological, organizational, political and business model. The analysis showed that technological and digital innovation, namely through the Internet of Things (IoT), *Big Data* and *Blockchain*, is one of the main drivers of circularity, while organizational and political innovation are essential for overcoming institutional barriers. However, there is a significant gap in the practical application of the concepts, and strategies are needed that integrate the economic, social and environmental dimensions in order to guarantee the viability and expansion of the circular economy in the long term.

**Keywords:** Circular Economy; Innovation; Sustainability; Digitalization.

### INTRODUÇÃO

De acordo com El-Chichakli *et al.*, (2016), Lieder e Rashid, (2016), para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, é fundamental adotar inovações radicais e promover mudanças nos atuais sistemas económicos e de produção-consumo, com a participação ativa do setor privado. A economia circular tem vindo a afirmar-se como um modelo alternativo ao sistema económico linear, procurando romper com a lógica de “extrair-

produzir-descartar” através de estratégias centradas na reutilização, reciclagem, eco-design e redução de resíduos (Kirchherr *et al.*, 2017; Korhonen *et al.*, 2018; Murray *et al.*, 2015). Este modelo está profundamente enraizado na ecologia industrial e na necessidade de reformular os processos de produção e consumo, com enfoque na eficiência do uso de recursos e na minimização de impactos ambientais (Ellen MacArthur Foundation, 2012). Assim, a economia circular surge como um conceito emergente, que, de acordo com a literatura científica, exige profundas transformações nos sistemas de produção, consumo e governação, sendo reconhecido o papel da inovação como um elemento fundamental na viabilização e operacionalização dos princípios da circularidade (Centobelli, Cerchione & Esposito, 2020).

Desta forma, a análise de uma convergência entre os conceitos de inovação e economia circular constitui um campo de investigação cada vez mais relevante. Este artigo propõe-se explorar de que forma a inovação e a economia circular convergem, identificando possíveis fatores que favorecem ou dificultam essa convergência, e quais caminhos promovem uma transição para uma economia circular.

Para atingir este objetivo, foi conduzida uma revisão sistemática da literatura, recorrendo à base de dados Scopus como fonte principal de informação. A pesquisa incidiu sobre artigos publicados entre 2020 e 2025, nas áreas de Ciências do Ambiente, Engenharia, Gestão, Ciências Sociais, Energia e Ciência da Computação, com foco em publicações de acesso aberto. Foram utilizados os termos de pesquisa \*"circular econom" AND "innovation"\*\*, resultando numa amostra inicial de 1107 artigos, posteriormente filtrados para selecionar os dez mais citados, considerados representativos das tendências e avanços mais relevantes neste campo.

Os principais resultados evidenciam que a inovação surge como um elemento central na operacionalização da economia circular, destacando-se quatro dimensões principais: tecnológica, organizacional, política e de modelo de negócio. A análise aponta a inovação tecnológica e digital – nomeadamente a aplicação da IoT, *Big Data* e *Blockchain* – como motores fundamentais para a implementação de práticas circulares. Adicionalmente, a inovação organizacional e política revela-se essencial para ultrapassar barreiras institucionais e culturais, enquanto os modelos de negócio circulares demonstram potencial para alinhar objetivos económicos e ambientais. Contudo, a implementação prática dessas inovações continua a enfrentar desafios, sobretudo ao nível da integração de estratégias económicas, sociais e ambientais.

## METODOLOGIA

---

Para a realização deste estudo, foi conduzida uma revisão da literatura, com recurso à base de dados Scopus como única fonte de informação. Definiram-se filtros específicos de pesquisa, de forma a assegurar a relevância, a atualidade e a qualidade dos artigos selecionados, conforme detalhado na Tabela 1.

Como palavras-chave foram usadas "*circular economy\**" AND "*innovation*", que deu origem aos resultados apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1**–Critérios de inclusão e exclusão da pesquisa

Filtros de pesquisa	Critérios de inclusão	Critérios de exclusão
Base de dados	<i>Scopus</i>	<i>Web of Science; Google Scholar; Literatura cinzenta</i>
Pesquisa por/ <i>Search within</i>	<i>Article title; Abstract; Keywords</i> <b>n = 4354</b>	<i>All other fields</i>
Período/ Range	<i>Documents published in 2020 - 2025</i> <b>n = 3739</b>	Antes de 2020
Área/ Subject area	<i>Environmental Science, Engineering, Business, Management and Accounting, Social Sciences, Energy and Computer Science</i> <b>n = 3291</b>	<i>Economics, Econometrics and Finance, Agricultural and Biological Sciences, Materials Engineering, Chemistry, Decision Sciences, Mathematics, Earth and Planetary Sciences, Biochemistry, Genetics and Molecular Biology, Physics and Astronomy, Arts and Humanities, Medicine, Multidisciplinary, Psychology, Immunology and Microbiology, Pharmacology, Toxicology and Pharmaceutics, Health Professions, Nursing, Veterinary, Neuroscience and Dentistry</i>
Tipo de Documento/ <i>Document type</i>	<i>Article</i> <b>n = 1870</b>	<i>Book chapter; Conference paper; Book; Review</i>
Estado de publicação/ <i>Publication stage</i>	<i>Final</i> <b>n = 1783</b>	<i>Articles in press</i>
Acesso Aberto/ <i>Open access</i>	<i>All open access</i> <b>n = 1107</b>	<i>Green; Gold; Bronze; Hybrid gold</i>

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Os critérios de inclusão consideraram documentos publicados entre 2020 e 2025, nas áreas de Ciências do Ambiente, Engenharia, Gestão e Contabilidade, Ciências Sociais, Energia e Ciência da Computação, restringindo-se a artigos em estado de publicação final e em acesso aberto. Foram excluídos documentos de outras áreas científicas, publicações anteriores a 2020, artigos em fase de impressão e outros tipos de documentos, como capítulos de livros, atas de conferências e revisões.

A pesquisa limitou-se aos campos "Título do artigo", "Resumo" e "Palavras-chave", garantindo o foco na temática principal do estudo. Esta abordagem permitiu obter uma

amostra final de artigos alinhados com o objetivo de analisar a convergência entre inovação e economia circular.

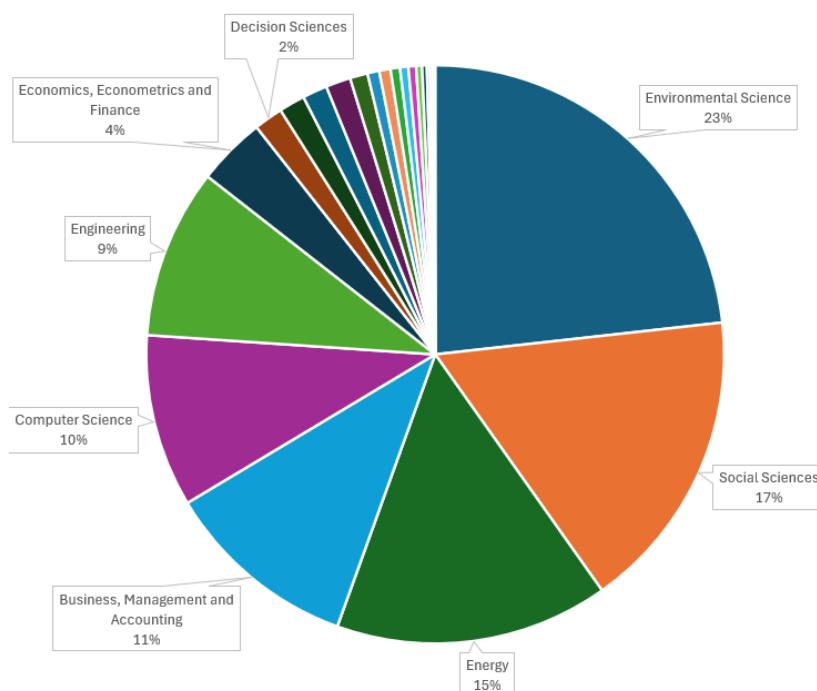
Após obter o resultado de 1107 artigos, foram selecionados os dez artigos mais citados.

Além da análise dos artigos mais citados, procedeu-se a uma análise bibliométrica utilizando o software *VOSviewer*, com o objetivo de se identificar as interligações entre os principais termos identificados na literatura. Esta técnica permitiu identificar os clusters temáticos mais relevantes e visualizar as relações entre conceitos em estudo: economia circular e inovação.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A presente secção apresenta os resultados identificados na produção científica sobre a convergência entre inovação e economia circular, de acordo com os critérios definidos, já apresentados na Tabela 1. Destacam-se as áreas científicas mais relevantes (Gráfico 1) e os dez artigos mais citados (Tabela 2). A análise de palavras-chave realizada com o *VOSviewer* (Figuras 1 e 2) evidencia a centralidade de termos como “*circular economy*”, “*innovation*” e “*sustainability*”, refletindo as principais abordagens e tendências da investigação.

**Gráfico 1 – Produção científica por área**  
Produção científica por área



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

A análise da produção científica por área, ilustrada no Gráfico 1, evidencia uma forte predominância da investigação em Ciências do Ambiente (23%), seguida pelas Ciências Sociais (17%), logo depois a área da Energia (15%), seguindo-se a área de Gestão com 11%. Este resultado destaca a centralidade da temática ambiental na discussão sobre inovação e economia circular, reforçando a ideia de que esta área é ainda muito relacionada numa perspetiva ambiental.

As Ciências Sociais assumem igualmente um papel relevante, refletindo a crescente atenção dada às dimensões comportamentais, institucionais e políticas associadas à transição para modelos circulares. A significativa presença da área da Energia demonstra o alinhamento entre a inovação tecnológica e os esforços para promover a sustentabilidade energética, fundamentais para a operacionalização de práticas circulares.

As áreas de Gestão, Contabilidade (11%) e Ciência da Computação (10%) também surgem com expressão, indicando uma preocupação crescente com os modelos de negócio inovadores e com o suporte tecnológico necessário à implementação de soluções circulares.

Por outro lado, áreas tradicionalmente ligadas à análise económica, como Economia, Econometria e Finanças (4%) e Ciências da Decisão (2%), apresentam uma representação mais reduzida. Este facto sugere a necessidade de um maior investimento na integração de perspetivas económicas e financeiras nas estratégias de economia circular, de forma a garantir a sua viabilidade e expansão a longo prazo.

Após a seleção dos filtros de pesquisa foram selecionados os dez artigos mais citados, sendo eles os seguintes:

**Tabela 2**–Número de citações por artigo

Nº do Artigo	Ano de Publicação	Título do Artigo	Revista	Total de Citações
1	2022	<i>Linking circular economy and digitalisation technologies: A systematic literature review of past achievements and future promises</i>	<i>Technological Forecasting and Social Change</i>	385
2	2021	<i>Digital technologies catalyzing business model innovation for circular economy—Multiple case study</i>	<i>Resources, Conservation and Recycling</i>	324
3	2021	<i>Innovation and the circular economy: A systematic literature review</i>	<i>Business Strategy and the Environment</i>	307
4	2020	<i>A typology of circular start-ups: Analysis of 128 circular business models</i>	<i>Journal of Cleaner Production</i>	271
5	2020	<i>Circular economy innovation and environmental sustainability impact on economic growth: An integrated model for sustainable development</i>	<i>Sustainability (Switzerland)</i>	250

6	2020	<i>Towards sustainability? Forest-based circular bioeconomy business models in Finnish SMEs</i>	<i>Forest Policy and Economics</i>	240
7	2020	<i>Mission-oriented innovation systems</i>	<i>Environmental Innovation and Societal Transitions</i>	235
8	2020	<i>Towards a circular and low-carbon economy: Insights from the transitioning to electric vehicles and net zero economy</i>	<i>Journal of Cleaner Production</i>	226
9	2022	<i>The role of circular economy principles and sustainable-oriented innovation to enhance social, economic and environmental performance: Evidence from Mexican SMEs</i>	<i>Internacional Journal of Production Economics</i>	222
10	2022	<i>Contributions of the circular economy to the UN sustainable development goals through sustainable construction</i>	<i>Resources, Conservation and Recycling</i>	221

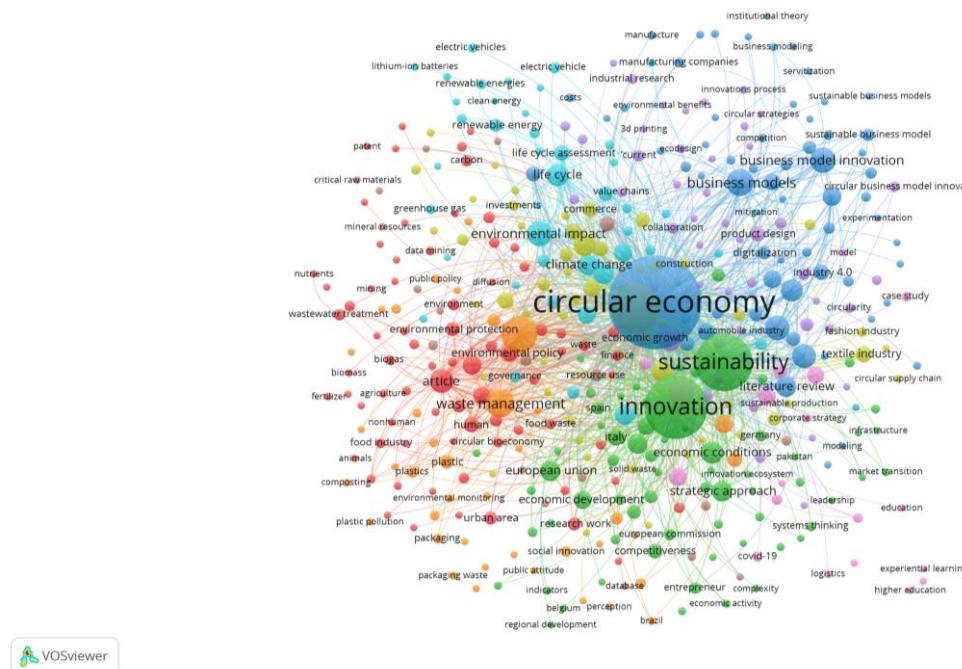
Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

A Tabela 2 reflete os principais contributos para o campo da inovação e economia circular entre 2020 e 2025, como também serviram de suporte fundamental para a análise crítica desenvolvida na secção seguinte. Esta seleção dentro da amostra final obtida na base de dados Scopus fundamenta-se na lógica de que a citação académica é um indicador relevante de impacto e influência científica. Ao identificar os artigos com maior número de citações no período de 2020 a 2025, foi possível destacar os estudos que mais contribuíram para o avanço do conhecimento no cruzamento entre inovação e economia circular, fornecendo uma base sólida para a identificação de tendências, abordagens metodológicas e conceptualizações dominantes. A análise dos artigos mais citados permite, assim, compreender o estado da arte no campo em estudo, evidenciando as principais correntes teóricas e os desafios identificados pelos autores mais influentes, o que se revela particularmente útil para orientar futuras investigações.

### Palavras-Chaves

A análise visual obtida através do VOSviewer revela uma estrutura composta por clusters interligados, os quais sintetizam os principais temas associados à economia circular. Os termos identificados encontram-se organizados em grupos distintos por cores, facilitando a identificação das áreas de investigação predominantes, como demonstra a Figura 1.

**Figura 1 – Interligação de conceitos**

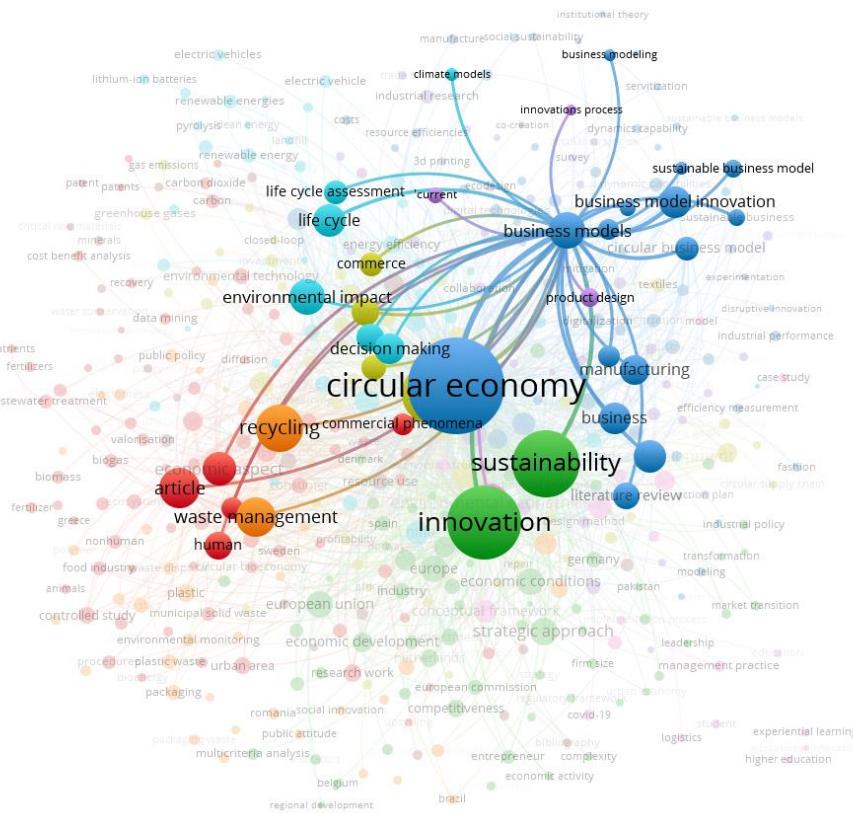


Fonte: *VOSviewer (2025)*.

A estrutura do mapa evidencia um conjunto de clusters que se interligam. Concentrando nos termos em destaque, verifica-se que termos como "*circular economy*", "*innovation*" e "*sustainability*" destacam-se pelo número elevado de conexões, refletindo a centralidade destes conceitos no campo de estudo. Outros termos com relevo incluem "*business model*", "*recycling*", "*waste management*", "*renewable energy*" e "*life cycle*", evidenciando a interligação entre a inovação, a sustentabilidade e a economia circular.

Para além dos termos centrais, numa análise mais detalhada ao mapa, como se verifica na Figura 2, no cluster azul, observa-se a presença de termos como "*business models*", "*business model innovation*", "*circular business model*", "*product design*" e "*manufacturing*".

**Figura 1** – Ligação entre economia circular e modelos de negócio



Fonte: *VOSviewer* (2025).

Esta configuração visual alinha-se com as dimensões da inovação identificadas no relatório, anteriormente mencionado, "*An Innovation Pathway to Decarbonization*" (Ellen MacArthur Foundation, 2023), em que a inovação nos modelos de negócio é apresentada como uma componente estratégica para promover a transição para a economia circular. Assim, a centralidade dos termos associados a modelos de negócio sugere que a inovação neste domínio é considerada essencial para a descarbonização, reforçando a ideia de que a transformação dos modelos tradicionais pode impulsionar a adoção de práticas mais circulares e sustentáveis.

## Análise crítica dos dez artigos mais citados

O cruzamento entre inovação e economia circular tem vindo a ganhar destaque na literatura científica, acompanhando a crescente preocupação com a sustentabilidade e a gestão eficiente dos recursos. Os dez artigos analisados oferecem uma visão abrangente sobre este tema, permitindo identificar as principais ideias discutidas, os pontos de encontro entre diferentes abordagens e algumas divergências na forma como o tema é tratado.

Nos artigos analisados, a inovação é reconhecida como uma peça essencial para permitir a implementação da economia circular. Autores como Centobelli, Cerchione e Esposito (2020),

através de uma meta-análise, e Suchek *et al.* (2021), com uma revisão sistemática da literatura, realçam o papel da inovação, quer tecnológica, quer organizacional, como motor de mudança para práticas mais sustentáveis. Ambos os estudos referem, no entanto, que ainda existe uma falta de estudos práticos que mostrem os efeitos reais da inovação circular nas empresas.

De forma semelhante, Fraccascia e Yazan (2018) destacam a importância da ecoinovação, ou seja, da inovação orientada para a sustentabilidade ambiental, propondo uma estrutura teórica baseada em exemplos de simbiose industrial. Já Mazzucato e McPherson (2020) propõem uma abordagem diferente, centrada na ideia de que a inovação deve estar ao serviço de grandes objetivos sociais e ambientais. Em vez de promover apenas melhorias incrementais, os autores sugerem que se devem criar políticas públicas com metas ambiciosas e bem definidas, as chamadas “missões”, para orientar a inovação.

No que diz respeito às abordagens escolhidas pelos autores, verifica-se uma diversidade de métodos. Enquanto alguns autores fazem revisões teóricas ou sistemáticas da literatura, como é o caso de Nascimento *et al.*, 2019, e D’Amato *et al.*, 2022, outros baseiam-se em dados empíricos, como Rossi, Chiesa e Montemaggiore (2020), que analisaram 128 start-ups com modelos de negócio circulares. Esta variedade de abordagens permite enriquecer o debate, embora também torne mais difícil a comparação direta dos resultados obtidos.

Os estudos de carácter mais prático, como o de Rossi *et al.*, ajudam a perceber como a economia circular está a ser aplicada em diferentes sectores. Por outro lado, estudos com uma base mais teórica, como o de Geissdoerfer *et al.* (2022), procuram posicionar a economia circular como parte de uma transição mais ampla para modelos socioeconómicos sustentáveis. Estas diferentes perspetivas mostram que a investigação nesta área pode e deve combinar dimensões práticas e teóricas.

Importa também destacar que alguns estudos têm um foco mais restrito, centrado nas tecnologias e ferramentas que apoiam a circularidade (Nascimento *et al.*, 2019), enquanto outros fazem uma análise mais alargada, incluindo aspectos sociais, políticos e económicos (Mazzucato & McPherson, 2020; D’Amato *et al.*, 2022).

Apesar das diferentes abordagens, verificam-se pontos de convergência. Autores como Nascimento *et al.*, 2019 e Centobelli *et al.*, 2020, referem, por exemplo, o papel central das tecnologias digitais, como a Internet das Coisas, o *Big Data* e o *Blockchain*, como facilitadores na promoção da circularidade. Desta forma, estas tecnologias são vistas como

promotoras da eficiência na utilização de recursos, promovendo novas formas de partilha e reutilização.

Outra ligação interessante surge entre os trabalhos de D'Amato *et al.* (2022) e Schroeder, Anggraeni e Weber (2019). Ambos os estudos sublinham que a economia circular pode contribuir para vários Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Enquanto Schroeder *et al.* demonstram que a economia circular está diretamente ligada a 12 dos 17 ODS, D'Amato *et al.* propõem uma aproximação entre economia circular e bioeconomia, defendendo a necessidade de políticas públicas que favoreçam essa integração.

Contudo, e apesar de se verificar convergência entre autores e o tema estudado, também existem diferenças claras. Enquanto Geissdoerfer *et al.* (2022) e Mazzucato e McPherson (2020) defendem que a economia circular deve ser acompanhada por mudanças institucionais profundas e por políticas públicas transformadoras, Zeng *et al.* (2020) focam-se em soluções técnicas e de curto prazo, que promovem uma análise relacional entre circularidade e a descarbonização, sem propor mudanças estruturais ao nível da governação. Além disso, os estudos diferem quanto ao nível de análise: alguns focam-se em empresas, modelos de negócio e start-ups (Rossi *et al.*, 2020), enquanto outros têm uma visão mais macro, abordando políticas, sistemas económicos e transições globais (Geissdoerfer *et al.*, 2022; Mazzucato & McPherson, 2020).

Na tabela 3 é possível identificar as temáticas de cada artigo, assim como a metodologia utilizada pelos autores dos 10 artigos mais citados. Desta forma, as opções metodológicas dos autores também direcionam os resultados das suas investigações. Numa análise comparativa da metodologia, observa-se que algumas investigações se basearem em dados empíricos, como os estudos de Rossi *et al.* (2020) e Ranta *et al.* (2021), observa-se uma prevalência de revisões sistemáticas e análises teóricas. Esta concentração pode indicar uma fase ainda exploratória da investigação sobre inovação circular, na qual a comunidade científica procura mapear conceitos e identificar fatores críticos de sucesso, mas em que ainda se regista uma carência de estudos, avaliações de impacto prático e evidência concreta de transformações duradouras nas organizações. Neste contexto, poderá existir uma limitação no que se refere à aplicabilidade dos resultados alcançados pelos autores, indicando a necessidade de promover estudos futuros.

**Tabela 3 –Tabela Comparativa dos Artigos**

Nº do Artigo	Autores (Ano)	Palavras-chave dos autores	Tema	Metodologia	Principais Resultados
1	Chauhan, C., Parida, V., Dhir, A.	<i>Circular economy, Sustainability,</i>	A ligação entre a economia circular (EC) e as	Revisão sistemática da literatura	A IoT e a IA desempenham um papel

	(2022)	<i>Product-service system (PSS), Circular business model, Artificial intelligence, Internet of things</i>	tecnologias de digitalização, examinando como essas tecnologias, combinadas com a inovação em modelos de negócios, podem facilitar a transição para a EC.		fundamental na transição para a EC.
2	<i>Ranta, V., Aarikka-Stenroos, L. Väistönen, J.-M. (2021)</i>	<i>Circular economy, Environmental sustainability, Business model innovation, Digitalization, Value creation</i>	De que forma as tecnologias digitais catalisam a inovação de modelos de negócios para a EC, analisando como as empresas melhoraram os fluxos de recursos, a criação e captura de valor através dessas tecnologias.	Estudo de múltiplos casos com entrevistas e dados documentais de quatro empresas da Europa do Norte.	Geração de uma síntese empírica baseada em evidências das melhorias nos fluxos de recursos, criação e captura de valor.
3	<i>Suchek, N., Fernandes, C.I., Kraus, S., Filser, M., Sjögrén, H. (2021)</i>	<i>Bibliographic coupling, circular economy, innovation, sustainability, systematic literature review</i>	Uma revisão sistemática da literatura que mapeia os principais tópicos de pesquisa inter-relacionados com inovação e a EC, descrevendo os fatores internos e externos a serem considerados nos processos de transição para a EC.	Revisão sistemática da literatura com análise de acoplamento bibliográfico utilizando o software <i>VOSviewer</i> .	A EC surgiu como um modelo alternativo ao sistema linear, que está a atingir as suas limitações físicas.
4	<i>Henry, M., Bauwens, T., Hekkert, M., Kirchherr, J. (2020)</i>	<i>Circular economy, business model innovation, sustainable development, start-up, circular business models, nature-based solutions</i>	Modelos de negócios de start-ups circulares e como eles diferem dos modelos de negócios de empresas estabelecidas que adotam a EC. Ele analisa as estratégias e inovações de modelos de	Análise de 128 start-ups circulares em três grandes ecossistemas de EC na Europa: a região de Randstad na Holanda, Berlim e Londres.	É proposta uma nova tipologia de start-ups circulares, distinguindo cinco arquétipos: start-ups baseadas em: Design; Resíduos; Plataforma; Serviços e Natureza.

			negócios circulares adotadas por start-ups circulares.		
5	Hysa, E., Kruja, A., Rehman, N.U., Laurenti, R. (2020)	<i>Circular economy; sustainability; innovation; environmental dimension; economic growth; panel data</i>	A ligação entre indicadores selecionados de uma economia circular, incluindo componentes essenciais do crescimento ambiental e econômico.	Análise de dados de painel de efeito fixo e métodos generalizados de momentos (GMM).	Correlação forte e positiva entre a economia circular e o crescimento econômico.
6	D'Amato, D., Veijonaho, S., Toppinen, A. (2020)	<i>Bioeconomy, Circular economy, Business model, Sustainability, Forest sector</i>	Modelos de negócios de pequenas e médias empresas (PMEs) finlandesas no contexto da bioeconomia circular, analisando como propõem, criam, entregam e capturam valor, assim como os desafios e oportunidades relacionados à operacionalização desses modelos de negócios.	Análise de conteúdo de dados de entrevistas com gestores de PMEs finlandesas nos setores de embalagens, têxteis, materiais compósitos, cosméticos e produtos farmacêuticos.	Foram delineados os principais arquétipos de modelos de negócios.
7	Hekkert, M.P., Janssen, M.J., Wesseling, J.H., Negro, S.O. (2020)	<i>Mission oriented innovation policy, Transformation failure, Directionality</i>	Mudança no foco da política de inovação, que se desloca do apoio à P&D e ao fortalecimento dos sistemas de inovação para enfrentar os desafios sociais através da transformação dos sistemas socioeconómicos. Introduz-se o conceito de Sistemas de Inovação.	Introdução ao conceito de Sistemas de Inovação Orientados para Missões (MIS) e fornece várias vias de pesquisa promissoras.	A política de inovação está a mudar para abordar os desafios sociais através da transformação dos sistemas socioeconómicos.
8	Bonsu, N.O.	<i>Electric</i>	Aplicações de fim	Entrevistas	Revela uma série

	(2020)	<i>vehicles, Circular economy, Lithium-ion batteries, Low-carbon economy, Business models, Sustainable futures</i>	de vida útil de baterias de veículos elétricos (VE) numa economia circular de baixo carbono, seguindo a transição global para os VEs e a economia de carbono zero.	semiestruturadas com os principais atores da indústria de VEs no Reino Unido. Análise qualitativa das transcrições das entrevistas, com base nas soluções de ciclo fechado de Stahel.	de questões relacionadas com a extração de minerais brutos críticos para baterias, fabricação, distribuição e venda, uso e pesquisa e inovação.
9	<i>Rodríguez-Espíndola, O., Cuevas-Romo, A., Chowdhury, S., Díaz-Acevedo, N., Albores, P., Despoudi, S., Malesios, C., Dey, P. (2022)</i>	<i>Small and medium sized enterprises, Structural equation modelling, Circular economy, Sustainability-oriented innovation</i>	Impacto de fatores externos na implementação da economia circular e tecnologia, e sua influência na inovação orientada para a sustentabilidade e no desempenho sustentável em PMEs mexicanas.	Modelagem de equações estruturais (SEM)	O apoio governamental e a pressão do cliente facilitam a adoção da economia circular, mas apenas o apoio governamental contribui diretamente para a implementação da tecnologia.
10	<i>Ogunmakinde, O.E., Egbelakin, T., Sher, W. (2022)</i>	<i>Circular economy, Construction waste management, Relationship framework, SDGs</i>	Quais as contribuições da EC para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU através da construção sustentável, argumentando que a EC é crucial para gerir os resíduos da indústria da construção.	Revisão narrativa da literatura.	A indústria da construção gera altos volumes de resíduos, o que dificulta o alcance das metas de desenvolvimento sustentável (ODS).

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Se nos focarmos na inovação, a análise dos dez artigos permite organizá-los em função das dimensões de inovação abordadas. A inovação tecnológica e digital é destacada de forma expressiva em estudos como os de Chauhan *et al.* (2022) e Ranta *et al.* (2021), que exploram o papel da IoT, Inteligência Artificial e digitalização na operacionalização da circularidade. Já a inovação organizacional e em modelos de negócio está fortemente presente nos trabalhos de Rossi *et al.* (2020) e D'Amato *et al.* (2020), que analisam novas formas de criar e capturar valor em contextos empresariais sustentáveis. Por sua vez, a inovação política e sistémica é o

foco de Hekkert *et al.* (2020) e Mazzucato & McPherson (2020), que argumentam a necessidade de transformação institucional profunda por via de políticas orientadas por missões. Esta diversidade evidencia que a transição para a economia circular depende não apenas de avanços tecnológicos, mas também de mudanças estruturais no tecido organizacional, nos modelos económicos e nos instrumentos de política pública.

Em síntese, os artigos analisados oferecem um panorama rico e diversificado sobre a relação entre inovação e economia circular. A inovação é amplamente reconhecida como um dos principais instrumentos para permitir esta transição, embora haja diferentes formas de interpretar e aplicar. Alguns autores concentram-se em soluções técnicas e empresariais, enquanto outros defendem mudanças mais profundas ao nível das políticas públicas e da estrutura económica.

A análise permite concluir que a investigação nesta área deve continuar a evoluir no sentido de combinar diferentes disciplinas, contextos geográficos e escalas de análise, promovendo uma visão mais completa e equilibrada da economia circular enquanto estratégia de futuro.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Em resposta à questão que o presente artigo aborda, “*Inovação e economia circular: caminhos convergentes?*”, conclui-se que sim, há uma convergência crescente e estrutural entre ambas. A inovação, nas suas diversas formas (tecnológica, organizacional, de modelo de negócio e política), é identificada como o principal motor para a operacionalização da economia circular. Esta relação é não apenas desejável, mas necessária, pois permite transformar os princípios da circularidade em práticas concretas com impacto real. Contudo, também se verifica que a convergência ainda não é plena, pois persistem desafios à sua implementação efetiva, nomeadamente ao nível das barreiras culturais, institucionais e das desigualdades no acesso à inovação. Por isso, os caminhos são convergentes, mas exigem um esforço coordenado, multidisciplinar e colaborativo para se tornarem viáveis e sustentáveis a longo prazo.

Podemos inferir, que a economia circular é um conceito que não se limita à gestão de resíduos ou reciclagem, mas envolve uma transformação profunda nos processos de produção e consumo. Para isso, assenta na inovação como mecanismo fundamental para converter desafios em oportunidades, fomentando práticas sustentáveis e competitivas.

A análise dos dez artigos permite concluir que a inovação emerge como um elemento central para a implementação da economia circular, sendo amplamente reconhecida como um

catalisador na transição para práticas empresariais mais sustentáveis. Os estudos analisados destacam diferentes abordagens para integrar a inovação, desde a ecoinovação, centrada na sustentabilidade ambiental, até à inovação em modelos de negócio, que se revela crucial para a operacionalização da circularidade. Adicionalmente, a análise evidenciou a relevância das tecnologias digitais, como a IoT, o *Big Data* e o *Blockchain*, na facilitação da circularidade. No entanto, a implementação prática dessas tecnologias e a superação de barreiras institucionais e culturais continuam a ser desafios pouco explorados.

De forma interessante, também se conclui, pelos resultados apresentados, que a inovação circular pode contribuir significativamente para o cumprimento de vários Objetivos de Desenvolvimento Sustentável especialmente aqueles ligados ao consumo e produção responsáveis (ODS 12), ação climática (ODS 13) e inovação e infraestrutura (ODS 9). No entanto, para que essa contribuição se concretize de forma estruturada, é essencial o desenvolvimento de políticas públicas coerentes e de indicadores robustos que permitam medir o progresso real das iniciativas circulares.

## REFERÊNCIAS

- CENTOBELLI, P.; CERCHIONE, R.; ESPOSITO, E. Circular economy innovation: A meta-analysis. **Business Strategy and the Environment**, v. 29, n. 3, p. 1231–1247, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1002/bse.2427>.
- CHIRUMALLA, K.; BALESTRUCCI, F.; SANNÖ, A.; OGHÁZI, P. The transition from a linear to a circular economy through a multi-level readiness framework: An explorative study in the heavy-duty vehicle manufacturing industry. **Journal of Innovation & Knowledge**, v. 9, n. 4, art. 100539, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jik.2024.100539>.
- D'AMATO, D.; VEIJONAH, S.; TOPPINEN, A. Linking the circular economy and the bioeconomy: A new research and policy agenda. **Futures**, v. 135, art. 102861, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.futures.2021.102861>.
- DORREGO-VIERA, J. I.; URBINATI, A.; LAZZAROTTI, V. Transition towards circular economy: Exploiting open innovation for circular product development. **Journal of Innovation & Knowledge**, v. 10, art. 100668, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jik.2025.100668>.
- EL-CHICHAKLI, B.; VON BRAUN, J.; LANG, C.; BARBEN, D.; PHILP, J. Policy: Five cornerstones of a global bioeconomy. **Nature**, v. 535, n. 7611, p. 221–223, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1038/535221a>.
- ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Towards the circular economy: Economic and business rationale for an accelerated transition**. Cowes: Ellen MacArthur Foundation, 2012.

**ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. An innovation pathway to decarbonization: Circular economy solutions for policymakers and industry in the US.** Cowes: Ellen MacArthur Foundation, 2023. Disponível em: <https://ellenmacarthurfoundation.org/an-innovation-pathway-to-decarbonization>.

FENG, Z.; YAN, N. Putting a circular economy into practice in China. **Sustainability Science**, v. 2, p. 95–101, 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11625-006-0018-1>.

FRACASCIA, L.; YAZAN, D. M. Towards sustainability through eco-innovations: Drivers and barriers in the eco-innovation process of circular economy-based industrial symbiosis. **Sustainable Production and Consumption**, v. 17, p. 179–196, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.spc.2018.10.002>.

**FUNDAÇÃO ELLEN MACARTHUR. Universal circular economy policy goals: Enabling the transition to scale.** Cowes: Ellen MacArthur Foundation, 2021. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/universal-policy-goals/overview>.

GEISSDOERFER, M.; SAVAGET, P.; BOCKEN, N. M. P.; HULTINK, E. J. The role of the circular economy in sustainability transitions: A systematic review and synthesis. **Journal of Cleaner Production**, v. 322, art. 129024, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129024>.

GHISELLINI, P.; CIALANI, C.; ULGIATI, S. A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. **Journal of Cleaner Production**, v. 114, p. 11–32, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007>.

KIRCHHERR, J.; REIKE, D.; HEKKERT, M. Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 127, p. 221–232, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>.

LIEDER, M.; RASHID, A. Towards circular economy implementation: A comprehensive review in context of manufacturing industry. **Journal of Cleaner Production**, v. 115, p. 36–51, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.12.042>.

MAZZUCATO, M.; MCPHERSON, M. A mission-oriented approach to the circular economy. **Environmental Innovation and Societal Transitions**, v. 36, p. 140–145, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eist.2020.01.002>.

MURRAY, A.; SKENE, K.; HAYNES, K. The circular economy: An interdisciplinary exploration of the concept and application in a global context. **Journal of Business Ethics**, v. 140, n. 3, p. 369–380, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10551-015-2693-2>.

NASCIMENTO, D. L. et al. Exploring the role of digital technologies in the circular economy: A systematic literature review. **Sustainable Production and Consumption**, v. 20, p. 882–898, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.spc.2019.02.005>.

**ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT; EUROPEAN UNION. Oslo manual 2018: Guidelines for collecting, reporting and using**

**data on innovation.** 4. ed. Paris: OECD Publishing, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1787/9789264304604-en>.

PRESTON, F. **A global redesign? Shaping the circular economy.** London: Chatham House, 2012.

REN, Y. The circular economy in China. **Journal of Material Cycles and Waste Management**, v. 9, p. 121–129, 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10163-007-0183-z>.

ROSSI, M.; CHIESA, V.; MONTEMAGGIORE, L. A typology of circular start-ups: An analysis of 128 circular business models. **Journal of Cleaner Production**, v. 245, art. 118528, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118528>.

SAKAI, S. et al. International comparative study of 3R and waste management policy developments. **Journal of Material Cycles and Waste Management**, v. 13, p. 86–102, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10163-011-0009-x>.

SCHROEDER, P.; ANGGRAENI, K.; WEBER, U. The relevance of circular economy practices to the Sustainable Development Goals. **Journal of Industrial Ecology**, v. 23, n. 1, p. 77–95, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1111/jiec.12732>.

SCHUMPETER, J. A. **The theory of economic development.** Cambridge: Harvard University Press, 1934. DOI: <https://doi.org/10.4324/9781315135564>.

SKARE, M.; GAVUROVA, B.; RIGELSKY, M. Quantification of the impact of innovations in industry and infrastructure for sustainable circular economy production and consumption. **Journal of Innovation & Knowledge**, v. 9, n. 1, art. 100456, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jik.2023.100456>.

SU, B.; HESHMATI, A.; GENG, Y.; YU, X. A review of the circular economy in China: Moving from rhetoric to implementation. **Journal of Cleaner Production**, v. 42, p. 215–277, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.11.020>.

SUCHEK, N.; MOLDAVSKA, A.; WELO, T. Innovation and the circular economy: A systematic literature review. **Business Strategy and the Environment**, v. 30, n. 8, p. 3686–3702, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1002/bse.2866>.

ZENG, H.; CHEN, X.; XIAO, X.; ZHOU, Z. Towards a low carbon economy via the synergy between circular economy and low-carbon economy: A systematic review. **Journal of Cleaner Production**, v. 277, art. 123853, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123853>.