



A relação entre ecossistema de inovação e bioeconomia: Uma revisão bibliométrica

The relationship between innovation ecosystem and bioeconomy: A bibliometric review



Romero Carrilho Felix Júnior



Celson Pantoja Lima



Renan Bernardes Viani and



André Silva da Fonseca



Universidade Federal do Oeste do Pará - UFOPA, Santarém, PA, Brazil

Resumo

Objetivo: a bioeconomia emerge como uma abordagem inovadora e sustentável para enfrentar os vários desafios globais, relacionados à segurança alimentar, mudanças climáticas e uso de recursos naturais. O modelo de Hélice Quíntupla inclui preocupações ambientais e enfatiza a transformação da sociedade e do sistema econômico atual para tornarem-se mais sustentáveis. Assim, o presente artigo visa analisar como esses temas estão relacionados na literatura internacional.

Metodologia: pesquisa bibliométrica na base de dados da *Scopus* que reuniu 82 publicações.

Originalidade/Relevância: identificação da relação entre os conceitos é essencial, visto que os ecossistemas de inovação desempenham um papel crucial na promoção e no desenvolvimento da bioeconomia, ao impulsionar a pesquisa, o desenvolvimento e a adoção de soluções inovadoras que utilizam de forma sustentável os recursos biológicos disponíveis.

Principais Resultados: como resultado foi possível identificar as palavras-chave principais, sendo *green economy*; *sustainability development*; *bioeconomy*; *innovation* e *sustainability*. Além disso, os autores mais citados são Laurens Klerkx e David Rose e os países com maior número de publicações são a China, a Alemanha e os Estados Unidos. Os resultados também indicam que existe no mundo diversos *clusters* pesquisando sobre ecossistemas de inovação e relacionando esse tema com a bioeconomia, cujo conteúdo tem campo de pesquisa que pode ser explorado.

Contribuições técnicas/metodológicas: os resultados obtidos a partir da revisão bibliométrica permitem analisar a produtividade científica pelo estudo quantitativo das publicações, traçando um panorama da atualidade e tendências relacionadas ao tema de estudo.

Contribuições sociais/de gestão: sintetizar e organizar o conhecimento existente sobre os temas pesquisados. Além de identificar lacunas existente na literatura, permite ainda estimular a inovação, por meio de acesso à informação para pesquisadores, profissionais e interessados em geral.

Palavras-chave: ecossistema de inovação, economia verde, desenvolvimento sustentável, bioeconomia

Evaluation Process: Double Blind Review
Editor-in-Chefe: Isabel Cristina Scafuto
Scientific Editor: Vânia Maria Jorge Nassif and Priscila Rezende da Costa
Section: Original Articles

Received: 25 June 2024
Approved: 25 Mar. 2025
<https://doi.org/10.5585/2025.26936>

Authors' notes

Conflict of interest: The authors have not declared any potential conflicts of interest.
Corresponding author: Romero Carrilho Felix Júnior - romero.carrilho@gmail.com
Acknowledgements: We thank the Graduate Program in Society, Nature and Development of the Federal University of Western Pará – Ufopa, for all the support in carrying out the research

Cite as – American Psychological Association (APA)

Felix, R. C. Jr., Lima, C. P., Viani, R. B., & Fonseca, A. S. (2025, Mayo/Aug.). The relationship between innovation ecosystem and bioeconomy: A bibliometric review. *International Journal of Innovation - IJI*, São Paulo, 13(2), Article e26936.
<https://doi.org/10.5585/2025.26936>



Abstract

The relationship between innovation ecosystem and bioeconomy: A bibliometric review

Objective: the bioeconomy emerges as an innovative and sustainable approach to face the various global challenges related to food security, climate change and the use of natural resources. The Quintuple Helix model includes environmental concerns and emphasizes transforming society and the current economic system to become more sustainable. Therefore, this article aims to analyze how these themes are related in international literature.

Methodology: bibliometric research in the Scopus database that brought together 82 publications.

Originality/Relevance: identification of the relationship between concepts is essential, as innovation ecosystems play a crucial role in the promotion and development of the bioeconomy, by boosting research, development and adoption of innovative solutions that sustainably use available biological resources.

Main Results: as a result it was possible to identify the main keywords, being green economy; sustainability development; bioeconomy; innovation and sustainability. Furthermore, the most cited authors are Laurens Klerkx and David Rose and the countries with the highest number of publications are China, Germany and the United States. The results also indicate that there are several clusters in the world researching innovation ecosystems and relating this topic to the bioeconomy, whose content has a field of research that can be explored.

Technical/methodological contributions: the results obtained from the bibliometric review make it possible to analyze scientific productivity through the quantitative study of publications, providing an overview of current affairs and trends related to the topic of study.

Social/management contributions: synthesize and organize existing knowledge on the topics researched. In addition to identifying gaps in the literature, it also allows stimulating innovation, through access to information for researchers, professionals and interested parties in general.

Keywords: innovation ecosystem, green economy, sustainable development, bioeconomy

Resumen

La relación entre ecosistema de innovación y bioeconomía: Una revisión bibliométrica

Objetivo: la bioeconomía surge como un enfoque innovador y sostenible para enfrentar los diversos desafíos globales relacionados con la seguridad alimentaria, el cambio climático y el uso de los recursos naturales. El modelo Quintuple Hélice incluye preocupaciones ambientales y enfatiza la transformación de la sociedad y el sistema económico actual para que sean más sostenibles. Por lo tanto, este artículo tiene como objetivo analizar cómo se relacionan estos temas en la literatura internacional.

Metodología: investigación bibliométrica en la base de datos Scopus que reunió 82 publicaciones.

Originalidad/Relevancia: la identificación de la relación entre conceptos es esencial, ya que los ecosistemas de innovación juegan un papel crucial en la promoción y desarrollo de la bioeconomía, al impulsar la investigación, el desarrollo y la adopción de soluciones innovadoras que utilicen de manera sostenible los recursos biológicos disponibles.

Principales Resultados: como resultado se pudo identificar las principales palabras clave, siendo economía verde; desarrollo sustentable; bioeconomía; innovación y sostenibilidad. Además, los autores más citados son Laurens Klerkx y David Rose y los países con mayor número de

publicaciones son China, Alemania y Estados Unidos. Los resultados también indican que existen varios clusters en el mundo que investigan ecosistemas de innovación y relacionan este tema con la bioeconomía, cuyo contenido tiene un campo de investigación que se puede explorar.

Aportes técnico/metodológicos: los resultados obtenidos de la revisión bibliométrica permiten analizar la productividad científica a través del estudio cuantitativo de las publicaciones, brindando una visión general de la actualidad y tendencias relacionadas con el tema de estudio.

Aportes sociales/de gestión: sintetizar y organizar el conocimiento existente sobre los temas investigados. Además de identificar vacíos en la literatura, también permite estimular la innovación, a través del acceso a la información para investigadores, profesionales e interesados en general.

Palabras clave: ecosistema de innovación, economía verde, desenvolvimiento sustentable, bioeconomía

Introdução

A necessidade de desenvolver uma nova economia, um novo crescimento político e uma nova medição econômica é vital para as economias atingirem os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), estabelecidos pelas Nações Unidas. A Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável representa um plano de ação para os economistas, os políticos, a sociedade e o planeta, que procura o desenvolvimento sustentável nas suas três dimensões, econômica, social e ambiental (Khoshnava, Rostami, Zin, Štreimikiene, Yousefpour, Strielkowski, & Mardani, 2019).

É fato que os governos precisam de novas formas para aumentar a resiliência das economias e das sociedades e sustentar a qualidade ambiental. O estímulo “verde” foi uma das várias propostas de alternativa à pandemia que ajuda na recuperação da economia e facilita a sua transição para um caminho mais limpo e sustentável (Chen, Marin, Popp, & Vona, 2020).

O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) define a economia verde como “aquela que resulta na melhoria do bem-estar humano e na equidade social, ao mesmo tempo que reduz significativamente os riscos ambientais e a escassez ecológica. Na sua expressão mais simples, uma economia verde pode ser pensada como uma economia de baixo carbono, eficiente em termos de recursos e socialmente inclusiva (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, 2011).

A relação entre ecossistema de inovação e bioeconomia é estreita e sinérgica, pois ambos compartilham o objetivo de promover o desenvolvimento sustentável e a inovação tecnológica, mas focados em diferentes aspectos. A bioeconomia é um elemento-chave da transição a longo prazo para a sustentabilidade e é amplamente concebida como a que envolve a inovação transversal e acrescenta valor e, para isso, utiliza recursos e processos de base biológica em todos os setores econômicos (Conselho Consultivo Internacional da Cúpula Global de Bioeconomia, 2018). Ela engloba setores como a agricultura, silvicultura, pesca, biotecnologia e indústrias baseadas em bioprodutos, com foco na redução do impacto ambiental e na utilização eficiente de recursos naturais.

Já a inovação é um motor do desenvolvimento econômico e da competitividade dos países, setores e empresas (Schumpeter, 1934). Os estudos de inovações para a sustentabilidade centram-se frequentemente em inovações transformadoras que apoiam a mudança do sistema econômico (ou social), por exemplo, em direção a uma bioeconomia, onde são observados diferentes entendimentos de sustentabilidade ou bioeconomia (Bugge, Hansen, & Klitkou., 2016; Hausknost, Schriebl, Lauk, & Kalt, 2017).

Os elementos centrais de um sistema de inovação ou ecossistema de inovação (Adner, 2006) são:

- as empresas e outros atores econômicos;
- organizações de pesquisa e educação; e
- atores político-institucionais, consolidados no modelo de hélice tripla (Leydesdorff & Etzkowitz, 1998) como indústria, universidade e governo.

Outras abordagens adicionaram explicitamente os utilizadores de produtos e serviços inovadores, ou a sociedade, como elementos de importância semelhante, referidos como a hélice quádrupla (Carayannis *et al.*, 2009) sistemas sociotécnicos (Geels, 2004; Rohracher, 2001), inovação centrada no utilizador, inovação aberta (Von Hippel, 2005), abordagens baseadas em valor (Vargo & Lusch, 2004) ou inovação social (Moulaert, MacCallum, Mehmood, & Hamdouch, 2013).

Observa-se que os conceitos de bioeconomia e ecossistema de inovação são focados em diferentes aspectos. A bioeconomia depende de ecossistemas de inovação robustos para

desenvolver novas tecnologias e modelos de negócios sustentáveis, enquanto os ecossistemas de inovação se beneficiam da bioeconomia como um setor estratégico para inovação verde e crescimento sustentável. O objetivo do estudo foi buscar entender como os autores tem tratado a relação entre os temas e como estão posicionados na literatura.

Para responder a questão de pesquisa, utilizou-se a revisão bibliométrica para analisar a produção científica nesse campo do conhecimento, tendo como foco a quantificação e mapeamento das tendências. Esse tipo de pesquisa se baseia na análise de indicadores bibliométricos, como número de publicações, citações, coautoria, redes de colaboração, além de identificar os principais autores, revistas, instituições e países que atuam no tema estudado.

A coleta e análise dos dados foi realizada por meio do *software* VOSviewer. Para isso, foram selecionadas as palavras-chave “ecossistema de inovação” e “bioeconomia” para definir claramente o campo de estudo. Em seguida foram analisadas métricas como as palavras-chave; a evolução dos termos de pesquisa; a análise dos autores; as fontes de publicação e a análise dos países de origem das publicações. Por fim, foram gerados gráficos e mapas de redes que ilustram as conexões entre autores, temas e citações.

Os resultados demonstram que a bioeconomia e o ecossistema de inovação são temas de interesse comum da maior parte dos países e têm campo de pesquisa que pode ser explorado.

Referencial Teórico

Ecosistema de inovação

O conceito de ecossistema foi definido pela primeira vez no campo da biologia, onde a conexão e a interdependência entre os elementos do sistema foram demonstradas. Isto rapidamente relacionou-se com a gestão empresarial, sendo conhecida como abordagem do ecossistema de negócios. Subsequentemente, foi consagrado na literatura como uma inovação e ecossistema empreendedor (Adner, 2006; Fleming, 2014; Amonarriz, Iturrioz, Narvaiza, & Parrilli, 2019).

Os *stakeholders* empresariais dependem uns dos outros para inovar, encorajando a aliança de os esforços individuais das partes interessadas do ecossistema. Caso contrário, o ecossistema poderá tornar-se fraco e obsoleto (Adner, 2006; Rabelo & Bernus, 2015). Por isso, uma vez que um ecossistema é estabelecido, inclui *stakeholders* que colaboram e contribuem para a interação nos relacionamentos e também para outras questões intangíveis.

Assim, a literatura sobre sistemas de inovação (Freeman, 1987; Lundvall, 1992; Nelson, 1993) descreve organizações e instituições em constante interação, resultando num conjunto dinâmico e generativo de relações por meio das quais o sistema cumpre funções no processo de inovação, ex., fornecendo informações e incentivos ou coordenando os atores envolvidos (Edquist, 1997).

Já o modelo helicoidal desenvolvido, mediante as necessidades e progressos econômicos e sociais, procura descrever a relação dinâmica entre os atores de uma sociedade, sendo que o modelo de dupla hélice inclui uma ligação linear entre a academia e os empreendedores (Gibbons, Limoges, & Nowotny, 1994).

Em seguida, o desenvolvimento das tecnologias de informação e comunicação leva à necessidade de adicionar novas hélices que estabeleçam o conhecimento e a inovação na sociedade, nomeadamente o desenvolvimento do modelo de hélice tripla pelo governo. Esse modelo é um modelo espiral de inovação que explica a importância da inovação entre as três vertentes e alinha o sistema educativo com as necessidades do mercado de trabalho (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000).

A Quádrupla Hélice é introduzida devido ao rápido progresso da sociedade do conhecimento. O quarto elemento adicionado aos três primeiros mencionados é o público baseado na mídia e na cultura (Carayannis & Campbell, 2009). Mais adiante, desafios e crises significativas no mundo, especialmente a poluição e a degradação ambiental, foram os fatores mais importantes para a introdução do modelo de hélice quádrupla. A quinta dimensão adicional denominada meio ambiente destaca as transformações sociológicas e o significado do ambiente natural. O ambiente natural no modelo de hélice quádrupla visa gerar novas tecnologias verdes, bem como preservar a humanidade (Barcellos-Paula, La Vega, & Gil-Lafuente, 2021; Carayannis & Campbell, 2010; Franc & Karadžija, 2019).

Bioeconomia

O desenvolvimento sustentável é o objetivo comum da humanidade e é necessário para alcançar o bem-estar humano. No contexto das alterações climáticas, é obrigatório tornar o processo de produção e os padrões de consumo mais sustentáveis, devido à pressão crescente sobre os recursos não renováveis. Uma mudança para uma produção mais sustentável e uma utilização e gestão mais eficientes dos recursos biológicos pode ajudar a reduzir o desperdício, a poluição,

as alterações climáticas e a utilização de recursos fósseis. Esse movimento implica uma série de mudanças tanto na produção primária quanto nos processos industriais que são caracterizados como bioeconomia (Haarich, 2017).

A definição de bioeconomia varia em diferentes partes do mundo. No contexto europeu, há um maior foco na biomassa e nos seus fluxos de resíduos como um recurso na transformação para uma sociedade mais sustentável e uma economia circular; em contraste, a Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento (OCDE) e os Estados Unidos da América (EUA) não têm uma agenda de sustentabilidade explícita e o conceito é utilizado principalmente para descrever a conversão de matérias-primas em produtos na biotecnologia e nas ciências da vida (Grundel & Dahlström 2015).

Tem sido argumentado que a bioeconomia é apenas mais uma palavra da moda para o desenvolvimento sustentável e uma “ecologização da economia” (Birch, Lewidow, & Papaioannou, 2010). Na Europa, isto pode ser visto como resultado da mercantilização e do desenvolvimento de novos produtos em alimentos, rações de animais, produtos de base biológica e bioenergia (Comissão Europeia, 2012) para melhorar a competitividade da União Europeia.

O termo economia verde e os conceitos a ele relacionados, como crescimento verde e desenvolvimento sustentável, progrediram desde o seu aparecimento até agora (Dogaru, 2021). A economia verde é estimada como um catalisador para este novo programa econômico, uma vez que visa melhorar a eficiência da utilização dos recursos, garantir a resiliência do ecossistema e aumentar a equidade social (Brears, 2018).

Método

A bibliometria é o estudo dos aspectos quantitativos da produção, disseminação, socialização e evidenciação da informação registrada (Macias-Chapula, 1998). A análise bibliométrica é uma técnica de pesquisa que envolve a análise quantitativa de dados bibliográficos e de citações. Ela é usada para avaliar a produção científica, identificar tendências de pesquisa, medir o impacto de publicações e autores, e entender a interconexão entre diferentes áreas de conhecimento.

Além disso, a análise bibliométrica pode incluir métricas como número de citações, índices de impacto de revistas, cocitações e redes de colaboração entre autores. A importância da bibliometria contempla-se em conhecer, de maneira analítica e aprofundada, uma determinada área do conhecimento científico (Leite Filho, 2008).

Cabe informar que para esta pesquisa, foram analisadas as redes de coocorrência das palavras-chave a seguir: evolução dos campos de pesquisa, autores mais citados, principais artigos, fontes de publicação e país de origem das publicações. A base de dados utilizada para recuperação das publicações foi a *Scopus*. Os termos foram filtrados para aqueles que ocorriam no título, no resumo ou nas palavras-chave.

Para a recuperação dos trabalhos utilizou-se os seguintes termos: “Innovation ecosystem” e “bioeconomy” ou “green economy” ou “sustainable economy”. No total de trabalhos recuperados foi de 160. A partir de então, os termos foram filtrados para tipo de documentos (artigos e revisão); linguagem (inglês); opção de acesso (todos com acesso aberto) e obteve-se 82 publicações. Todos os artigos foram analisados. A *string* de busca foi a que segue: (ALL ("Innovation ecosystem*") AND TITLE-ABS-KEY ("bioeconomy") OR TITLE-ABS-KEY ("green economy") OR TITLE-ABS-KEY ("sustainable economy")) AND (LIMIT-TO (OA , "all")) AND (LIMIT-TO (PUBSTAGE , "final")) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE , "English")) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar") OR LIMIT-TO (DOCTYPE , "re")). A pesquisa foi realizada na data de 06/04/2024. O *software* utilizado para a análise dos dados extraídos dos artigos foi o VOSviewer, versão 1.6.20. O VOSviewer é uma ferramenta de *software* para construção e visualização de redes bibliométricas. (Matos, Souza e Teixeira, 2021)

Resultados e Discussão

Análise das palavras-chave

Ao analisar as palavras-chave dos estudos, pode-se indicar tendências e relacionamentos entre elas. A partir das 82 publicações recuperadas foram identificadas 747 palavras-chave no total. Então, foram selecionadas as palavras-chave que mais ocorreram nas publicações que são apresentadas no Quadro 1. Como resultado, foi possível identificar as palavras-chave que mais ocorreram nos estudos, demonstrando quais assuntos estão mais relacionados com as duas temáticas.

Quadro 1

Número de ocorrências de palavras-chave.

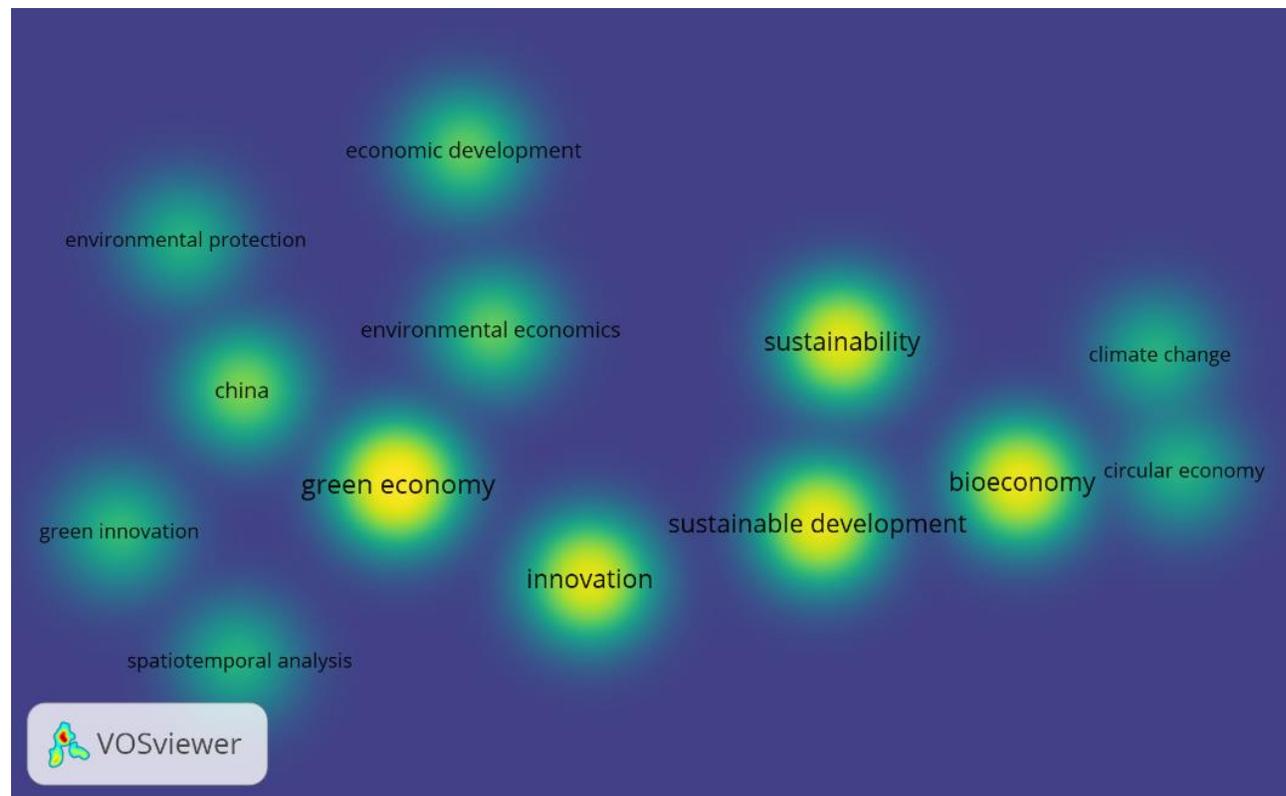
Palavras-chave	Ocorrências
<i>Green economy</i>	33
<i>Sustainability development</i>	25
<i>Bioeconomy</i>	25
<i>Innovation</i>	23
<i>Sustainability</i>	23

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Para construção da densidade e rede de ocorrência de palavras-chave foram consideradas aquelas que têm, no mínimo, 4 ocorrências para melhor visualização das redes. Na Figura 1 é possível visualizar os termos com maior densidade de ocorrência.

Figura 1

Densidade de ocorrência das palavras-chave



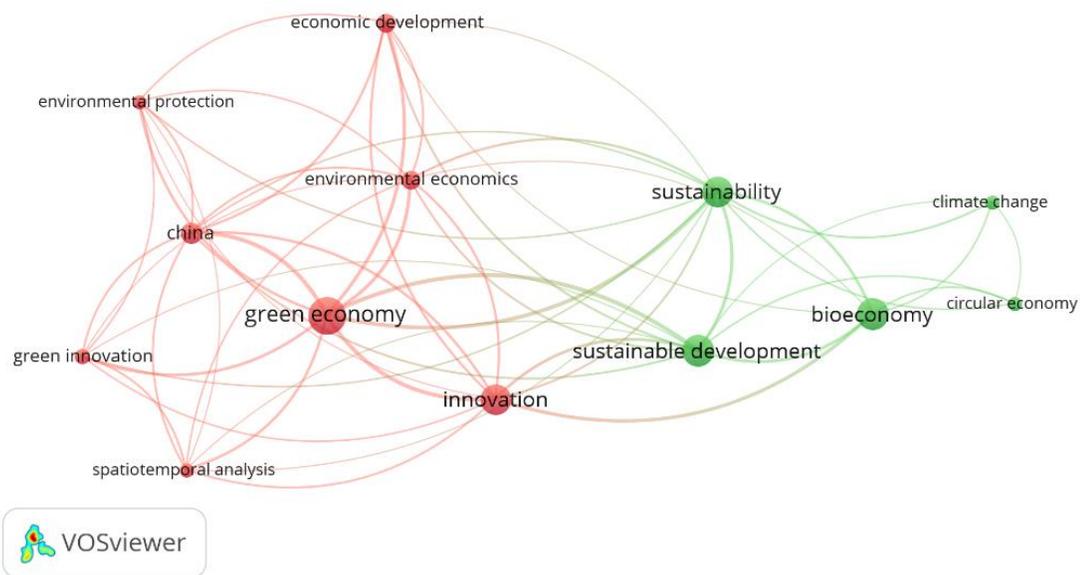
Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Observa-se que há destaque para as palavras *green economy*, *innovation*, *sustainability development*, *sustainability* e *bioeconomy*. A literatura tem correlacionado os termos “Inovação” e “Sustentabilidade”, tal como trata Pedersen (2019), ao abordar como os ecossistemas de inovação podem ser estruturados para suportar a transição para uma bioeconomia, enfatizando a colaboração entre diversas partes interessadas.

A partir da Figura 2, pode-se descrever como as palavras-chave estão relacionadas e como estão agrupadas por *clusters*. A rede de coocorrência apresenta as palavras-chave que ocorrem de forma conjunta, demonstrando quais palavras-chave têm maior relação. Na Figura 2 é possível visualizar a rede de palavras-chave.

Figura 2

Visualização da rede coocorrência de palavras-chave.



Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Em relação a coocorrência das palavras-chave, existem 2 *clusters* de termos relacionados. O maior *cluster* é da cor vermelha que tem a palavra *green economy* relacionando-se com *innovation*, *environmental economics*, *China*, *green innovation*, *spatiotemporal alalysis*,

environmental protection e economic development. Já o *cluster* na cor verde é formado por *sustainability, sustainable development, bioeconomy, climate change e circular economy*.

A distância entre dois *clusters* indica aproximadamente a relação destes em termos de citações. Os *clusters* localizados próximos uns dos outros tendem a estar fortemente relacionados em termos de citações. Ou seja, o *cluster* onde está presente o termo *green economy* está mais próximo do *cluster innovation e enviromental economics*. Essas palavras-chave também têm o maior número de publicação, uma vez que, o tamanho de um *cluster* ocorre a partir do número de publicações pertencentes ao mesmo grupo. Observa-se que há uma proximidade de conceitos distintos tal como visto por Iacob *et al.* (2021), ao analisar como esses conceitos se sobrepõem em seus objetivos de promover uma economia mais sustentável, mas com abordagens distintas.

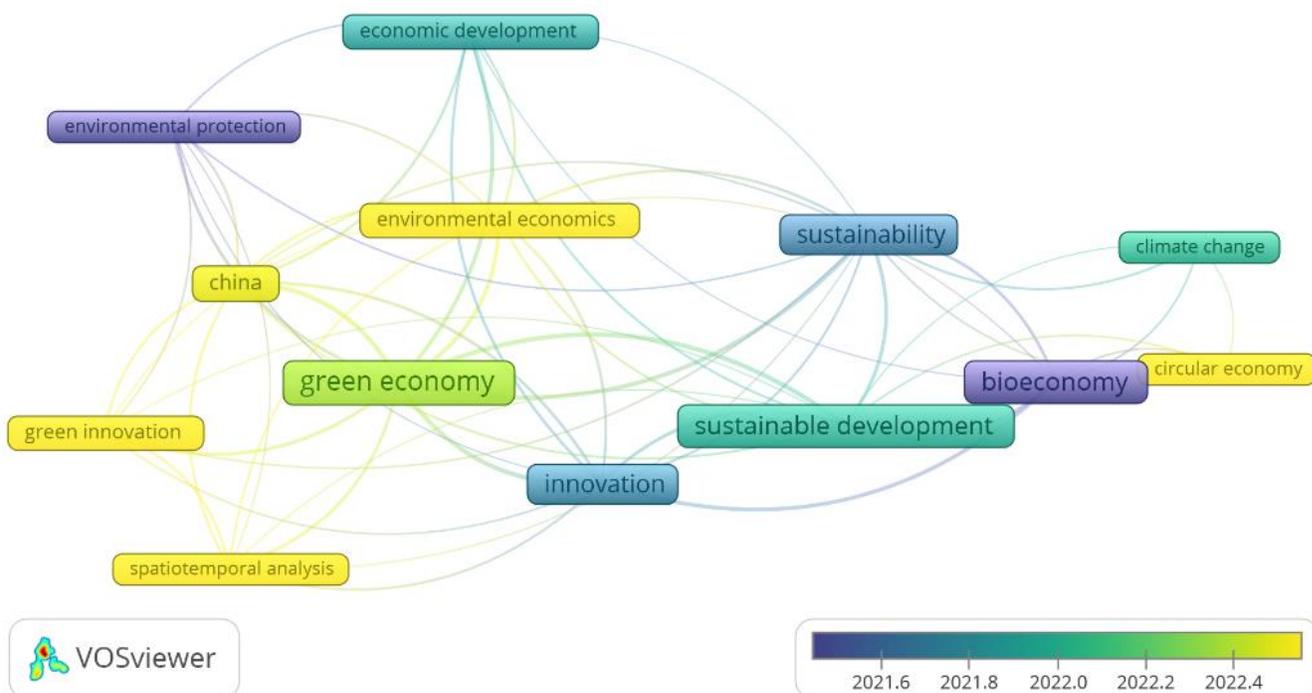
Na próxima seção é analisada a evolução dos termos de pesquisa.

Evolução dos termos de pesquisa

Para análise da evolução dos termos de pesquisa foram identificados os termos que mais ocorreram. Na Figura 3, é possível visualizar a evolução do ano de publicação das principais palavras-chave. Nota-se que os termos mais antigos (2021) estão relacionados a *environmental protection e bioeconomy*. Posteriormente, as palavras-chave: *sustainable development, climate change, sustainability e innovation* aparecem em posição intermediária. A partir de 2022, ganha destaque o termo *green economy*. Os termos mais recentes (2023) são: *green innovation, environmental economics, China, spatiotemporal analysis e circular economy*.

Figura 3

Ano de publicação dos termos



Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Dessa forma, nota-se uma especialização dos termos, evoluindo de conceitos, já estabelecidos na literatura, como: *bioeconomy*, *green economy* e *China*. Nota-se que o termo circular *bioeconomy* ganha interesse nas publicações mais recentes.

Análise dos autores e fontes de publicação

Ao todo foram identificados 299 autores que publicaram ao menos uma pesquisa sobre a temática. De todos autores, apenas 8 têm 2 publicações sobre o tema. Isso demonstra que o tema não é abordado por um grupo de autores em específico. O Quadro 2 apresenta os autores com mais citações e o respectivo número de documentos publicados.

Quadro 2

Autores, citações e documentos publicados.

Autores	Citações	Documentos	Autores	Citações	Documentos
Klerkx, Laurens	536	2	Dahlstrom, Margareta	101	2
Rose, David	286	1	Grundel, Ida	98	1
Hirckey, Gordon m.	250	1	Sotarauta, Markku	67	2
Pigford, Ashlee-ann e.	250	1	Suvinen, Nina	67	2

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Os autores mais citados são Laurens Klerkx com 536 citações, seguido por David Rose, com 286 citações. O artigo dos autores Klerkx e Rose, intitulado *Dealing with the game-changing technologies of Agriculture 4.0: How do we manage diversity and responsibility in food system transition pathways?*, publicado pela *Global Food Security*, já tem mais de 286 citações. No artigo argumenta-se sobre a necessidade de mais atenção aos efeitos de inclusão e exclusão das tecnologias da Agricultura 4.0, e à reflexão sobre como relacionam-se com diversos caminhos de transição para sistemas agrícolas e alimentares sustentáveis, impulsionados por sistemas de inovação orientados para missões. Mazzucato (2018) argumenta que as inovações orientadas para missões são fundamentais para resolver grandes desafios globais, como mudanças climáticas e desigualdade social.

Já o artigo, *Beyond agricultural innovation systems? Exploring an agricultural innovation ecosystems approach for niche design and development in sustainability transitions*, dos autores Ashlee-Ann E. Pigforda, Gordon M. Hickeya e Laurens Klerkxb, e publicado pela *Agricultural Systems*, conta com 250 citações. Nesse artigo, são tratados os sistemas de inovação agrícola existentes e como eles podem apoiar a criação de nichos de inovação. Consideram como os ecossistemas de inovação podem melhorar os esforços para criar nichos de inovação multiatores e intersetoriais que sejam capazes de apoiar transições para sistemas agrícolas sustentáveis em múltiplas escalas.

Ida Grundel e Margareta Dahlström são as autoras do artigo *A Quadruple and Quintuple Helix Approach to Regional Innovation Systems in the Transformation to a Forestry-*

Based Bioeconomy, que conta com mais de 98 citações e publicado pelo *Journal of the Knowledge Economy*. Nesse artigo, o objetivo foi discutir as possíveis pré-condições para a transformação de um Sistema Regional de Inovação (RIS) em um sistema de hélice quádrupla e quádrupla, aplicado ao desenvolvimento de uma bioeconomia sustentável, baseada na silvicultura em Värmland, Suécia.

A investigação aponta para a necessidade, não só de continuar a desenvolver os atuais sistemas de inovação para incluir mais intervenientes do que anteriormente, mas também de considerar a preocupação com o ambiente como forma de alcançar a sustentabilidade, indo ao encontro do defendido por Carayannis e Campbell (2010) que ampliaram o modelo tradicional de inovação para incluir a sociedade civil e o meio ambiente, além dos atores já estabelecidos (academia, indústria e governo).

No Quadro 3 é possível visualizar os artigos com mais citações, o ano de publicação, os autores, a fonte de publicação e o número de citações de cada artigo.

Quadro 3

Artigos com maior número de citações.

Artigo	Autores	Fonte de Publicação	Citações
Dealing with the game-changing technologies of Agriculture 4.0: How do we manage diversity and responsibility in food system transition pathways?	Klerkx, L., Rose, D.	Global Food Security, 24, 100347	286
Beyond agricultural innovation systems? Exploring an agricultural innovation ecosystems approach for niche design and development in sustainability transitions	Pigford, A.-A.E., Hickey, G.M., Klerkx, L	Agricultural Systems, 164, pp. 116–121	250
A Quadruple and Quintuple Helix Approach to Regional Innovation Systems in the Transformation to a Forestry-Based Bioeconomy	Grundel, I., Dahlström, M.	Journal of the Knowledge Economy, 7(4), pp. 963–983	98
The role of green economy in sustainable development (Case study: The eu states)	Lavrinenko, O., Ignatjeva, S., Ohotina, A., Rybalkin, O., Lazdans, D.	Entrepreneurship and Sustainability Issues, 6(3), pp. 1113–1126	64
Global action on sdgs: Policy review and outlook in a post-pandemic era	Cheng, Y., Liu, H., Wang, S., Cui, X., Li, Q.	Sustainability (Switzerland), 13(11), 6461	50
Can corporate digitalization promote green innovation? The moderating roles of internal control and institutional ownership	Li, D., Shen, W.	Sustainability (Switzerland), 13(24), 13983	50

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Análise dos países de origem das publicações

Ao analisar o Quadro 4, percebe-se que o país com maior número de publicação é a China com 17 documentos. Em seguida vem a Alemanha com 10. Os Estados Unidos têm 8 publicações.

Logo após, vem a Holanda e Suécia apresentando 7 publicações cada um. Contam com 6 documentos publicados o Reino Unido, a Finlândia, a Itália e o Brasil. A Noruega com 5 publicações. Ao todo, 49 países publicaram sobre o tema.

Quadro 4

Publicações por países.

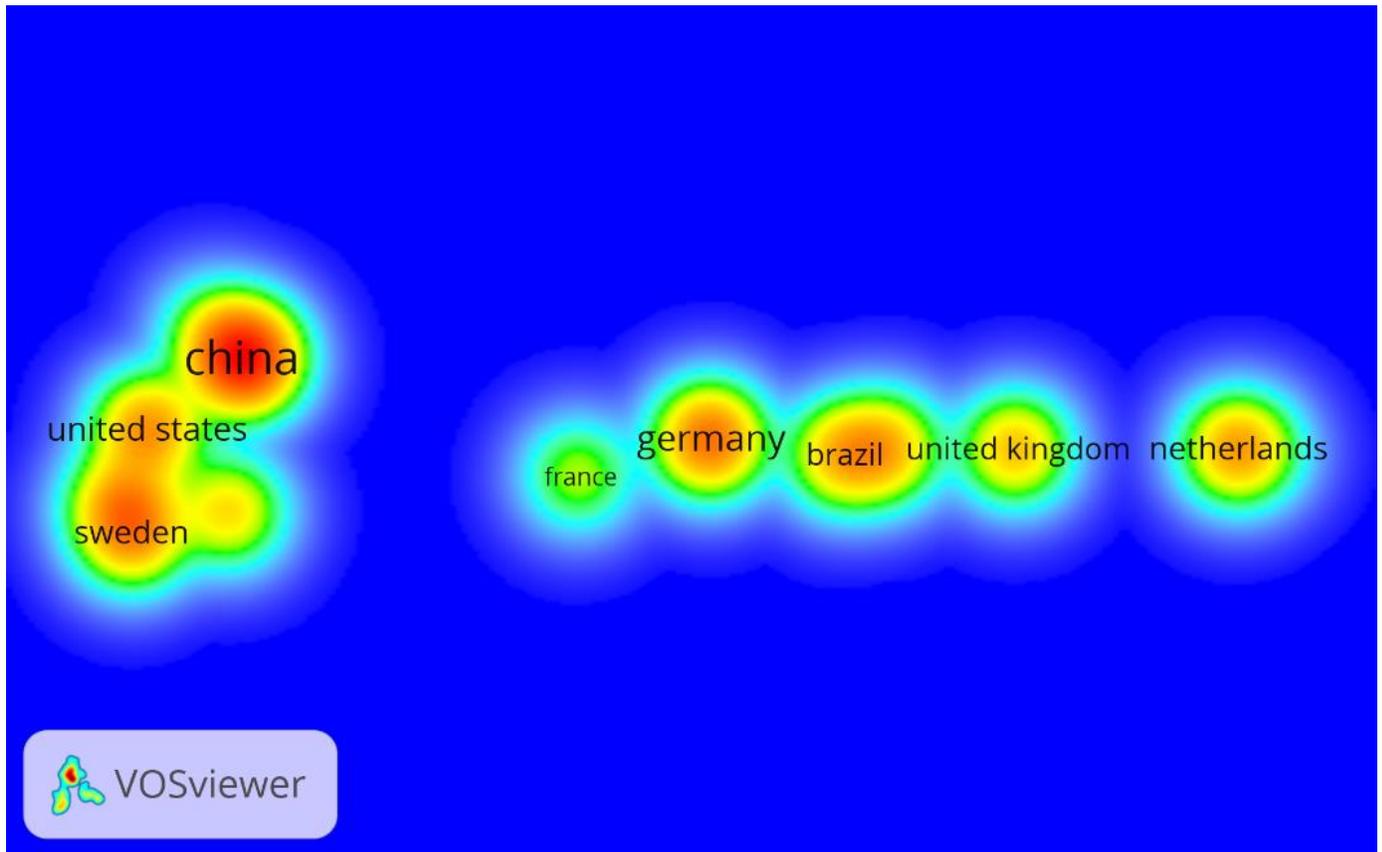
País	Documentos	País	Documentos
China	17	Reino Unido	6
Alemanha	10	Finlândia	6
Estados Unidos	8	Itália	6
Holanda	7	Brasil	6
Suécia	7	Noruega	5

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Os países com maior número de citações: Holanda (552), Reino Unido (313), China (251), Canadá (250), Suécia (154), Estados Unidos (149), Alemanha (142), Finlândia (116), Noruega (77), Letônia (64). Observa-se um papel central da Europa no desenvolvimento de estudos e políticas em torno desses temas, conforme bem ressalta Birgit Dewick *et al.* (2020), destacando o foco europeu em sustentabilidade e bioeconomia, impulsionado por investimentos em pesquisa e inovação.

Figura 5

Países que mais publicaram.



Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Observa-se que as publicações percorreram países de vários continentes. A China, no continente asiático, é o país com maior número de publicações. A Europa destaca-se com publicações de vários países, sendo os principais: Alemanha, Holanda, Suécia, Reino Unido, Finlândia e Noruega. Nas Américas, os destaques concentram-se nos Estados Unidos e Brasil. O continente Africano e a Oceania têm pouca representatividade no conjunto de publicações. O destaque da China nas publicações é bem examinado por Yan *et al.* (2021) que constatam o rápido avanço em pesquisas voltadas à bioeconomia, impulsionado por sua política de inovação e desenvolvimento sustentável.

Conclusão

O presente artigo investigou como o tema ecossistemas de inovação e bioeconomia relacionam-se e estão posicionados na literatura internacional.

É fato que a sobrevivência e o desenvolvimento da humanidade exigem a transição para a “economia verde” e este é um sistema de atividades econômicas relacionadas à produção, distribuição e consumo de bens e serviços que levam ao aumento de bem-estar humano a longo prazo, mas, ao mesmo tempo, sem expor as gerações futuras a riscos ambientais significativos ou a *déficit* ambientais.

As estratégias e políticas utilizadas para a transformação das economias atuais numa bioeconomia sustentável podem ser vistas como uma forma de coordenar a transformação mediante a proteção da biodiversidade, da qualidade e quantidade dos alimentos, da preservação de biótopos e da mitigação das alterações climáticas.

Assim, o Sistema de inovação de Hélice Quintupla inclui preocupações ambientais e enfatiza a transformação da sociedade e do sistema econômico atual para tornarem-se mais sustentáveis. O modelo proposto é interessante do ponto de vista dos novos desafios ambientais e da transformação para a sustentabilidade.

Logo, a partir da pesquisa realizada, pode-se concluir que ambos os termos estão bem interligados na literatura. A principal palavra-chave é *green economy*, seguida de *sustainability development*; *bioeconomy*; *innovation* e *sustainability*, que também estão fortemente relacionados na formação dos *clusters*. Além disso, também têm o maior número de publicações.

Nota-se que os termos mais antigos, nos últimos anos, estão relacionados a *environmental protection* e *bioeconomy*. E, a partir de 2022, ganha destaque o termo *green economy*. Os termos mais recentes (2023) são: *green innovation*, *environmental economics*, *China*, *spatiotemporal analysis* e *circular economy*.

A China destaca-se no número de publicações no continente asiático. No entanto, os países europeus destacam-se em termos de citação e quantidade de publicação.

Como definição final, os resultados demonstram que a bioeconomia e o ecossistema de inovação são temas de interesse comum da maior parte dos países e têm campo de pesquisa que pode ser explorado.

A limitação, deste estudo, circunscreve-se na utilização de uma base de dados e a possibilidade de um maior recorte de publicações, com a recomendação de que pesquisas futuras devem explorar o conteúdo dessas publicações, elaborar uma revisão dos principais resultados encontrados em cada pesquisa e apontar as lacunas de conhecimentos que ainda possam ser exploradas.

Contribuição dos Autores

Contribution	Felix Júnior, R. C.	Lima, C. P.	Viani, R. B.	Fonseca, A. S.
Contribuição	X	X	----	----
Conceitualização	X	----	----	----
Metodologia	X	----	----	----
Programas	X	X	X	X
Validação	X	X	X	X
Análise formal	X	----	X	----
Investigação	X	----	X	X
Recursos	X	----	X	----
Curadoria de dados	X	----	X	X
Escrita - Rascunho Original	X	----	X	X
Redação - Revisão e Edição	X	----	X	X
Visualização	X	X	----	----
Supervisão	X	X	X	----
Administração de projetos	X	X	X	X

Referências

Adner, R. (2006). Combine sua estratégia de inovação com seu ecossistema de inovação.

Harvard Business Review, 84(4): 98–107. <https://hbr.org/2006/04/match-your-innovation-strategy-to-your-innovation-ecosystem>

Amonarriz, C. A., Iturrioz, C., Narvaiza, L., & Parrilli, M. D. (2019). O papel do capital social nos sistemas regionais de inovação: criatividade capital social e seu processo de institucionalização. *Artigos em Regional Ciência*, 98: 35–51.

<https://doi.org/10.1111/pirs.12329>

Barcellos-Paula, L., La Vega, I. D., & Gil-Lafuente, A. M. (2021). The Quintuple Helix of

innovation model and the SDGs: Latin-american countries' case and its forgotten effects.

Mathematics, 9(4): 416. <https://doi.org/10.3390/math9040416>

Birch, K., Lewidow, L., & Papaioannou, T. (2010). Capital sustentável? a neoliberalização da natureza e do conhecimento na bioeconomia europeia baseada no conhecimento^.

Sustentabilidade, 2: 2898–2919. <https://doi.org/10.3390/su2092898>

Brears, R. C. (2018). *A Economia Verde e o Nexo Água-Energia-Alimentos*. Palgrave Macmillan.

<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-031-39679-3>

Bugge, M. M., Hansen, T., & Klitkou, A. (2016). O que é bioeconomia? Uma revisão da

literatura. *Sustentabilidade*, 8: 1–22. <https://doi.org/10.3390/su8070691>

Carayannis, E. G., & Campbell, D. F. (2010). Triple helix, quadruple helix and Quintuple Helix and how do knowledge, innovation and the environment relate to each other?

International Journal of Social Ecology and Sustainable Development, 1(1): 4.

<https://doi.org/10.4018/JSESD.2010010105>

Carayannis, E. G., Campbell, D. F. J. (2009). Modo 3y e 'Quádrupla Hélice': em direção a um

ecossistema de inovação fractal do século XXI. *Internacional J. Tecnologia. Gerenciar*,

46 (3–4): 201–234. DOI: [10.1504/IJTM.2009.023374](https://doi.org/10.1504/IJTM.2009.023374)

Carayannis, E. G., & Campbell, D. F. J. (2010). “Mode 3 Knowledge Production in Quadruple

- and Quintuple Helix Innovation Systems: 21st-Century Democracy, Innovation, and Entrepreneurship for Development”. Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-2062-0_1
- Chen, Z., Marin, G., Popp, D., & Vona, F. (2020). Estímulo verde numa recuperação pós-pandemia: O papel das competências para uma recuperação resiliente. *Economia Ambiental e de Recursos*, 76: 901–911. <https://doi.org/10.1007/s10640-020-00464-7>
- Cheng, Y., Liu, H., Wang, S., Cui, X., & Li, Q. (1º de junho de 2021). Ação global em relação aos ODS: revisão de políticas e perspectivas na era pós-pandemia. *Sustentabilidade (Suíça)* . MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/su13116461>
- Chesbrough, H.W. (2003). *Open innovation: the new imperative for creating and profiting from technology*. Harvard Business School Press.
<https://archive.org/details/openinnovationne0000ches>
- Comissão Europeia (2012). *Inovar para o crescimento sustentável: uma bioeconomia para a Europa*. Comissão Europeia. <https://www.eea.europa.eu/policy-documents/innovating-for-sustainable-growth-a>
- Conselho Consultivo Internacional da Cúpula Global de Bioeconomia 2018 – IAC-GBC (2018). *Relatório da conferência da cúpula global de bioeconomia*. Inovação na bioeconomia global para transformação e bem-estar sustentáveis e inclusivos.
<https://bmv.global/bioeconomia-inovacao-sustentavel/>

- Dewick, B., Bengtsson, M., Cohen, M. J., Sarkis, J., & Schröder, P. (2020). The Rise of Innovation Ecosystems and Bioeconomy Research in Europe. *Journal of Cleaner Production*, 256: 120335. <https://www.sciencedirect.com/journal/journal-of-cleaner-production>
- Dogaru, L. (2021). Economia verde e oportunidades de crescimento verde para o desenvolvimento sustentável. *Multidisciplinary Digital Publishing Institute Proceedings*, 63(1): 70. <https://doi.org/10.3390/proceedings2020063070>
- Edquist, C. (1997). *Systems of innovation: technologies, institutions and organizations*. Londres: Pinter Publishers. <https://doi.org/10.4324/9780203357620>
- Etzkowitz, H., & Leydesdorf, L. (2000). The dynamics of innovation: From national systems and “mode 2” to a triple helix of university-industry-government relations. *Research Policy*, 29(2): 109–123. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00055-4](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00055-4)
- Fleming, D. A. (2014) Efeitos de derrapagem de políticas baseadas na terra: avaliando o Programa de Reserva de Conservação usando imagens de satélite. *Artigos em Ciência Regional*, 93: S167 – S178.
- Franc, S., & Karadžija, D. (2019). Quintuple Helix approach: the case of the European Union. *Notitia Casopis Za Ekonomske, Poslovne i Društvene Teme*, 5(1): 91–100.
DOI: [10.32676/n.5.1.8](https://doi.org/10.32676/n.5.1.8)

Freeman, C. (1987). *Política Tecnológica e Desempenho Econômico: lições do Japão*. . Londres: Pinter Publisher. <https://archive.org/details/technologypolicy00free/page/n5/mode/2up>

Geels, F. W. (2004). From sectoral systems of innovation to socio-technical systems. Insights about dynamics and change from sociology and institutional theory. *Res. Policy*, 33: 897–920. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2004.01.015>

Gibbons, M., Limoges, C., & Nowotny, H. (1994). *The New Production of Knowledge: The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies*. SAGE Publications Ltd. https://www.ebook.de/de/product/4049559/michael_gibbons_camille_limoges_helga_nowotny_the_new_production_of_knowledge.html

Grundel, I., & Dahlström, M. (2015). *Transição para a bioeconomia, especialização inteligente e hélice quádrupla*. (resumo da política 1). Karlstad: Centro de Pesquisa sobre Construção de Região.

Grundel, I., Dahlström, M. A Quadruple and Quintuple Helix Approach to Regional Innovation Systems in the Transformation to a Forestry-Based Bioeconomy. *Journal of the Knowledge Economy*, 7(4), pp. 963–983. <https://doi.org/10.1007/s13132-016-0411->

Haarich, S. (2017). *Desenvolvimento da bioeconomia nas regiões da UE: mapeamento dos planos e estratégias de investigação e inovação dos estados-membros/regiões da UE para a Especialização Inteligente (RIS3) em Bioeconomia*. Luxemburgo: Serviço das

Publicações da União Europeia. https://european-union.europa.eu/institutions-law-budget/institutions-and-bodies/search-all-eu-institutions-and-bodies/publications-office-european-union-op_pt

Hausknot, D., Schriefl, E., Lauk, C., & Kalt, G. A. (2017). Transição para qual bioeconomia? Uma exploração de escolhas técnico-políticas divergentes. *Sustentabilidade*, 9(4): 699. DOI: [10.3390/su9040669](https://doi.org/10.3390/su9040669)

Iacob, I., Petre, R., & Nastase, M. (2021). Bioeconomy and Green Economy: Are They the Same? *Journal of Cleaner Production*, 278: 124051. <https://www.sciencedirect.com/journal/journal-of-cleaner-production>

Laurens Klerkx, David Rose, Dealing with the game-changing technologies of Agriculture 4.0: How do we manage diversity and responsibility in food system transition pathways? *Global Food Security*, 24, 2020: 100347. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.100347>

Li, D., Shen, W. Can corporate digitalization promote green innovation? The moderating roles of internal control and institutional ownership. *Sustainability* (Switzerland), 13(24): 13983 <https://doi.org/10.3390/su132413983>

Khoshnava, S. M, Rostami, R., Zin, R. M., Štreimikiene, D., Yousefpour, A., Strielkowski, W., & Mardani, A. (2019). Alinhar os critérios da economia verde (jE) e dos objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) para implementar o desenvolvimento sustentável.

Sustentabilidade, 11. <https://www.mdpi.com/journal/sustainability>

Lavrinenko, O., Ignatjeva, S., Ohotina, A., Rybalkin, O., Lazdans, D. The role of green economy in sustainable development (Case study: The eu states). *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, 6(3):1113–1126. DOI: [10.9770/jesi.2019.6.3\(4\)](https://doi.org/10.9770/jesi.2019.6.3(4))

Leite Filho, G. A. (2008). Padrões de produtividade de autores em periódicos e congressos na área de contabilidade no Brasil: um estudo bibliométrico. *Revista de Administração Contemporânea*, 12 (2): 533-554. <https://doi.org/10.1590/S1415-65552008000200011>

Leydesdorff, L., & Etzkowitz, H. (1998). A Tríplice Hélice como modelo de estudos de inovação. *Ciência e Políticas Públicas*, 25: 195-203. <https://doi.org/10.1093/spp/25.3.195>

Lundvall, B. A. (1992). *Sistemas Nacionais de Inovação – rumo a uma teoria da inovação e aprendizagem interativa*. Londres: Pinter Publishers.
<https://www.jstor.org/stable/j.ctt1gxp7cs>

Macias-Chapula, C. A. (1998). O papel da informetria e da cienciométrica e sua perspectiva nacional e internacional. *Ciência da Informação*, 27(2): 134-140.
<https://doi.org/10.1590/S0100-19651998000200005>

Matos, G., Souza, R., Teixeira C. (2021). *Ecossistema de inovação e Living Lab: uma análise bibliométrica*. Artigo apresentado na 31º Conferencia Anprotec 2021, Brasil.

<https://via.ufsc.br/wp-content/uploads/Artigo-Living-Lab-Anprotec-2021-1.pdf>

Mazzucato, M. (2018). Mission-Oriented Innovation: Challenges and Opportunities. *Industrial and Corporate Change*, 27(5), 803-815. <https://doi.org/10.1093/icc/dty034>

Moulaert, F., MacCallum, D., Mehmood, A., & Hamdouch, A. (2013). *Manual internacional sobre inovação social: ação coletiva, aprendizagem social e pesquisa transdisciplinar*. Reino Unido: Edward Elgar. DOI: [10.3935/rsp.v21i3.1225](https://doi.org/10.3935/rsp.v21i3.1225)

Nelson, R. R. (1993). *Sistemas nacionais de inovação: um estudo comparativo*. Nova York: Universidade de Oxford. [https://doi.org/10.1016/S0737-6782\(95\)90054-3](https://doi.org/10.1016/S0737-6782(95)90054-3)

Pedersen, B. K. (2019). Innovation Ecosystems and the Transition to a Bioeconomy. *Journal of Sustainable Innovation*, 12(3): 45-67. https://jsi.aspur.rs/aim_scope.php

Pigford, A.-A.E., Hickey, G.M., Klerkx, L. Beyond agricultural innovation systems? Exploring an agricultural innovation ecosystems approach for niche design and development in sustainability transitions. *Agricultural Systems*, 164: 116–121.
<https://doi.org/10.1016/j.agsy.2018.04.007>

Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA). (2011). *Rumo a uma economia verde: Caminhos para o desenvolvimento sustentável e a erradicação da pobreza – uma síntese para os decisores políticos*. <http://www.unep.org/greeneconom>

Rabelo, R. J. & Bernus, P. (2015). Um modelo holístico de construção de ecossistemas de inovação. *IFAC-PapersOnLine*, 48: 2250–2257.

<https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2015.06.423>

Rohracher, H., 2001. Managing the technological transition to sustainable construction of buildings: a socio-technical perspective. *Tech. Anal. Strat. Manag.* 13 (1), 137–150.

DOI: [10.1080/09537320120040491](https://doi.org/10.1080/09537320120040491)

Schumpeter, J. A. (1934). *A Teoria do Desenvolvimento Econômico*. (2a ed.). Cambridge: Harvard University Press. <https://www.hup.harvard.edu/>

Vargo, S. L., & Lusch, R. F. (2004). Evolving to a new dominant logic for marketing. *J. Mark.*, 68(1): 1–17. <https://doi.org/10.1509/jmkg.68.1.1.24036>

Von Hippel, E. (2005). *Democratizing innovation*. Cambridge: MIT Press.

<https://doi.org/10.7551/mitpress/2333.001.0001>

Yan, J., Zhang, X., & Li, H. (2021). China's Growing Influence in Innovation Ecosystems and Bioeconomy Research. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 146: 111202.

<https://www.sciencedirect.com/journal/renewable-and-sustainable-energy-reviews>