

A relação entre Bioeconomia e Desenvolvimento Sustentável: uma análise bibliométrica

The connection between Bioeconomy and Sustainable Development: a bibliometric analysis

Taiane Freitas dos Santos

Programa de Pós-Graduação em Economia (PPG-ECO), Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Manaus, AM, Brasil

João Freire da Cunha Junior

Programa de Pós-Graduação em Economia (PPG-ECO), Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Manaus, AM, Brasil

Andreia Brasil Santos

Programa de Pós-Graduação em Economia (PPG-ECO), Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Manaus, AM, Brasil

William de Souza Barreto

Programa de Pós-Graduação em Economia (PPG-ECO), Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Manaus, AM, Brasil

GT 04 - Meio ambiente, agroecologia, sustentabilidade e mudanças climáticas

Resumo: Este estudo tem como objetivo verificar como os pesquisadores têm abordado a relação entre bioeconomia e desenvolvimento sustentável, a partir de uma análise bibliométrica da produção científica disponível na base de dados *Scopus*. Os objetivos específicos incluem a identificação dos artigos mais citados que tratam das temáticas de bioeconomia e desenvolvimento sustentável, além da organização dos dados em categorias de impacto, como publicações por ano, país e área de estudo. A análise revelou um crescimento exponencial no número de publicações a partir de 2016, atingindo seu auge em 2025, o que sugere uma correlação entre a intensificação das discussões sobre a crise climática e o aumento do interesse acadêmico na bioeconomia. As conclusões destacam a predominância de pesquisas bibliográficas, apontando a necessidade de estudos empíricos mais aprofundados, além da natureza interdisciplinar da bioeconomia, que abrange diversos campos do conhecimento. O estudo contribui para a produção científica ao oferecer uma visão estruturada sobre a interseção entre bioeconomia e desenvolvimento sustentável, apontando tendências, lacunas e oportunidades para futuras investigações que são essenciais para enfrentar os desafios climáticos contemporâneos.

Palavras-chave: bioeconomia; desenvolvimento sustentável; mudanças climáticas; análise bibliométrica.

Abstract: This study aims to investigate the relationship between bioeconomy and sustainable development through a bibliometric analysis of scientific production available in the Scopus database. The specific objectives include identifying the most cited articles addressing bioeconomy and sustainable development, as well as organizing data into impact categories such as publications by year, country, and area of study. The analysis revealed an exponential growth in the number of publications since 2016, peaking in 2025, suggesting a correlation between the increasing discussions on the climate crisis and the growing academic interest in bioeconomy. Conclusions highlight the predominance of bibliographic research, indicating a need for more in-depth empirical studies, along with the interdisciplinary nature of bioeconomy that spans various fields. This study contributes to scientific production by providing a structured overview of the intersection between bioeconomy and sustainable development, identifying trends, gaps, and opportunities for future research, which are essential for addressing contemporary climate challenges.

Keywords: bioeconomy; sustainable development; climate change; bibliometric analysis.

1. Introdução

As mudanças climáticas representam um dos maiores desafios globais do século XXI, exigindo ações urgentes e eficazes da sociedade, principalmente do poder público e privado, para mitigar seus impactos. Nesse contexto, o desenvolvimento sustentável surgiu como um caminho natural, com intuito de equilibrar o crescimento econômico, a conservação ambiental e a justiça social. Em vista disso, a bioeconomia, por outro lado, integra a utilização de recursos

biológicos renováveis nos processos produtivos, apresentando-se como uma abordagem promissora para atingir o propósito de desenvolvimento sustentável.

Diante do exposto, o presente estudo tem como objetivo geral verificar como a comunidade científica tem abordado a relação entre bioeconomia e desenvolvimento sustentável, utilizando-se do método da pesquisa bibliométrica. Tal método, permite uma análise quantitativa da produção científica, identificando padrões e tendências em um determinado campo de estudo.

Para alcançar tal objetivo, busca-se, especificamente, identificar os artigos mais citados que abordam as temáticas de bioeconomia e desenvolvimento sustentável e organizar os dados em fatores de impacto, como publicações por ano, país e área de conhecimento. Por meio da análise bibliométrica, foi possível mapear o estado atual da pesquisa, identificar lacunas e oportunidades, e orientar futuras investigações nesta área crucial para o crescimento econômico sustentável.

No que se refere a estrutura da pesquisa, esta se encontra organizada em cinco seções. Primeiramente, a introdução apresenta o tema, os objetivos e a justificativa do estudo. A segunda seção trás a fundamentação teórica abordando os principais conceitos que fundamentam a pesquisa. A terceira seção descreve os procedimentos metodológicos utilizados, detalhando os métodos de coleta e análise de dados. Na quarta seção, são expostos os resultados obtidos e discussão. Por fim, a quinta seção contém as considerações finais, destacando as conclusões, as limitações do estudo e as sugestões para pesquisas futuras.

2. Fundamentação Teórica

Nesta seção, são apresentados os conceitos relevantes de Bioeconomia, incluindo o contexto histórico de sua origem, além das definições e características do Desenvolvimento Sustentável e um breve recorte da produção científica destas duas temáticas no Brasil.

2.1 Bioeconomia: conceitos relevantes

De acordo com a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico – OCDE (2009), o conceito de bioeconomia emergiu após nações que se encontram em fase de desenvolvimento, identificarem desafios ambientais, sociais e econômicos a serem enfrentados nas próximas duas décadas. Cenário este, em que as mudanças climáticas potencializariam as questões ambientais, influenciando negativamente o fornecimento de água e aumento das secas. Como uma das soluções possíveis para tal problemática, encontra-se a biotecnologia, e sua aplicação na produção primária, saúde e indústria, pode resultar em uma bioeconomia. Dessa

forma, a bioeconomia envolve três elementos: conhecimento biotecnológico, biomassa renovável e integração entre aplicações.

Adicionalmente, a bioeconomia é um conceito que integra a produção sustentável e a conversão de biomassa em alimentos, energia, produtos industriais e serviços ecossistêmicos, visando substituir recursos fósseis por recursos biológicos renováveis, promovendo a sustentabilidade ambiental e econômica (Souza, 2020). Segundo Silva (2019), os princípios da bioeconomia incluem a utilização eficiente de recursos biológicos, a inovação tecnológica e a integração de cadeias de valor. Além disso, Oliveira (2021) descreve que a bioeconomia abrange a biotecnologia, permitindo o desenvolvimento de novos produtos e processos industriais a partir de recursos biológicos.

Entretanto, embora a bioeconomia ofereça muitas oportunidades, também enfrenta desafios significativos, dentre estes, a necessidade de políticas públicas eficazes, investimentos em pesquisa e desenvolvimento, e a aceitação social das novas tecnologias (Santos, 2022). No geral, a bioeconomia representa uma abordagem promissora para a sustentabilidade, integrando aspectos econômicos, ambientais e sociais, onde a transição para uma bioeconomia requer colaboração entre governos, indústrias e sociedade civil para superar os desafios e maximizar as oportunidades.

2.2 Desenvolvimento Sustentável: definição e dimensões

O desenvolvimento sustentável é um conceito que busca equilibrar o crescimento econômico, a proteção ambiental e a equidade social. Desenvolvimento sustentável é aquele que “satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem suas próprias necessidades” (Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, 1991, p. 46). Este conceito é amplamente aceito e utilizado como base para políticas e práticas de sustentabilidade em todo o mundo.

Nesse sentido, de acordo com Sachs (2008), os princípios do desenvolvimento sustentável incluem a integração das dimensões econômica, social e ambiental, a equidade intergeracional, a precaução e a participação pública. Esses princípios visam garantir que o desenvolvimento atenda às necessidades humanas básicas enquanto preserva os recursos naturais e a biodiversidade.

Observa-se que o desenvolvimento sustentável é frequentemente dividido em três dimensões principais: econômica, social e ambiental. Primeiramente, segundo Barbieri (2011), a dimensão econômica envolve a eficiência no uso dos recursos e a promoção de um crescimento econômico inclusivo. Já a dimensão social foca na equidade, justiça social e

melhoria da qualidade de vida. Por fim, a dimensão ambiental trata da conservação dos recursos naturais e da redução dos impactos ambientais.

No entanto, assim como a bioeconomia, embora o desenvolvimento sustentável ofereça muitas oportunidades, também enfrenta desafios significativos. Para Sachs (2008), os principais desafios incluem a necessidade de políticas públicas eficazes, a integração de práticas sustentáveis nas empresas e a conscientização da sociedade. Além disso, Barbieri (2011) aponta que a inovação tecnológica e a cooperação internacional são elementos essenciais para superar esses desafios.

O desenvolvimento sustentável, portanto, apresenta-se como uma abordagem essencial para garantir um futuro equilibrado e próspero. Dessa maneira, a implementação de práticas sustentáveis é uma ferramenta vital para a consecução de esforços visando à estabilidade das condições de vida do ecossistema terrestre.

2.3 Bioeconomia e Desenvolvimento sustentável na Amazônia: um breve recorte da produção científica no Brasil

No que tange à produção científica sobre esse tema no Brasil, destacam-se os trabalhos de Willerding *et al* (2020) e Pamplona, Salarini e Kadri (2021), mais voltados para a questão amazônica. O primeiro apresenta um panorama da realidade do estado do Amazonas, discutindo como a bioeconomia pode ser desenvolvida aproveitando as potencialidades dos recursos naturais locais. O estudo enfatiza a importância de investimentos inovadores, marcos regulatórios, formação científica, infraestrutura e tecnologias adequadas para promover uma bioeconomia sustentável e diversificada no estado.

Pamplona, Salarini e Kadri (2021), por sua vez, exploram como a bioeconomia pode contribuir para o desenvolvimento sustentável da Amazônia, destacando o papel do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) em apoiar arranjos produtivos sustentáveis na região. Os autores discutem os desafios e oportunidades para expandir o crédito e a experiência do banco no apoio à biodiversidade e à economia verde na Amazônia.

Ademais, a produção científica brasileira acerca do tema, abrange questões internacionais, de aspecto multilateral, como a Agenda 2030 da Organização das Nações (ONU), a qual representa um plano de ação global que visa a promover um mundo mais sustentável e resiliente até 2030. Nesse aspecto, o trabalho de Cruz *et al* (2020) busca abordar como a bioeconomia pode contribuir para atingir os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), promovendo práticas sustentáveis e inovações tecnológicas.

No Brasil, a produção científica tem destacado a importância da união entre desenvolvimento sustentável e bioeconomia, com foco em inovações tecnológicas e no uso sustentável dos recursos biológicos. As instituições públicas e privadas têm se mobilizado para posicionar a bioeconomia como um eixo estratégico, promovendo a discussão da reindustrialização em bases verdes e buscando soluções inovadoras para desafios ambientais (MDIC, 2024). Por fim, é válido afirmar que esse esforço em conjunto visa não apenas gerar valor agregado, mas, também, atender aos princípios do desenvolvimento sustentável, contribuindo para a preservação da biodiversidade, além da redução das emissões de carbono (EBC, 2024).

3. Metodologia

Este estudo tem como objetivo verificar como a comunidade científica tem abordado a relação entre bioeconomia e desenvolvimento sustentável e, para isso, foi realizada uma pesquisa bibliométrica, a qual se trata de uma metodologia que utiliza técnicas quantitativas para analisar a produção científica. Segundo Pritchard (1969), a bibliometria é o estudo dos aspectos quantitativos da produção, disseminação e uso da informação registrada e o uso dessa abordagem permite identificar padrões, tendências e redes de colaboração em diversas áreas do conhecimento.

De acordo com Araújo (2006), os princípios da pesquisa bibliométrica incluem a contagem de publicações, citações e coautorias, além da análise de redes de colaboração. A utilização desses princípios, tem como objetivo mapear a estrutura e a dinâmica da produção científica, fornecendo *insights* sobre a evolução de campos de estudo específicos.

A pesquisa bibliométrica utiliza diversas ferramentas e técnicas para coletar e analisar dados. Conforme descrito por Moreira (2013), as bases de dados como *Web of Science*, *Scopus* e *Google Scholar* são frequentemente utilizadas para extrair informações bibliográficas e, após a coleta de dados, técnicas como análise de citações, análise de coocorrência de palavras e análise de redes sociais são aplicadas para interpretar os resultados. Como também, o estudo bibliométrico tem várias aplicações práticas, incluindo a avaliação de desempenho de pesquisadores, instituições e países. Segundo Guedes e Borschiver (2005), essa metodologia é amplamente utilizada para identificar áreas emergentes de pesquisa, avaliar a produtividade científica e orientar políticas de financiamento.

Ao fazer o uso desse tipo de pesquisa, é importante mapear variáveis que podem influenciar no resultado. Conforme descrito por Araújo (2006), a qualidade dos dados bibliográficos e a cobertura das bases de dados podem influenciar os resultados. Assim como,

Moreira (2013) aponta que a interpretação dos dados bibliométricos requer cautela, pois fatores como autocitação e viés de publicação podem distorcer as análises. Logo, é essencial considerar as limitações da pesquisa bibliométrica e utilizar múltiplas fontes de dados para obter uma análise mais segura.

Neste trabalho, com o intuito de coletar dados mundiais, buscou-se as informações disponíveis na base de dados *Scopus*, por meio do Acesso CAFE do Portal de Periódicos da CAPES, utilizando o cadastro na instituição de ensino Universidade Federal do Amazonas (UFAM), o que permitiu o acesso completo ao conteúdo da base. A seguinte composição de busca foi realizada, em inglês: “*TITLE-ABS-KEY (bioeconomy AND sustainable development) AND PUBYEAR > 2006 AND PUBYEAR < 2026 AND (LIMIT-TO (DOCTYPE, "ar")) AND (LIMIT-TO (EXACTKEYWORD, "Sustainable Development") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD, "Bioeconomy"))*”. Tal busca, significa que foram utilizadas as palavras “bioeconomia” e “desenvolvimento sustentável” no campo “pesquisar documentos”, assim como, estas mesmas palavras foram utilizadas como palavras-chave para delimitar a busca, além disso, limitou-se o tipo de documento para apenas artigos. Por fim, o corte temporal da busca foi definido entre os anos de 2006 e 2025, sendo que o primeiro artigo referente ao tema, foi publicado em 2007.

No geral, a pesquisa resultou em 1.019 artigos científicos que foram exportados da base de dados por meio de um arquivo CSV (*Comma-separated values*). Posteriormente, este arquivo foi introduzido no *software VOSviewer*, o qual é utilizado para visualização e análise de redes bibliométricas. Ele é frequentemente aplicado em pesquisa acadêmica para mapear e analisar a literatura científica. Por meio dos mapas de rede, o software consegue representar visualmente a relação entre os artigos, demonstrando, por exemplo, a análise de citações, coocorrência de termos e palavras-chave.

Em relação à interpretação dos mapas de rede, cada ponto representa um item em específico, como um artigo ou palavra-chave. O tamanho desses pontos é definido dependendo do volume de sua ocorrência. Já as linhas que conectam os pontos, mostram as relações entre eles, por exemplo, em um mapa de citações, uma linha entre dois pontos indica que um documento cita o outro. Assim como, a proximidade entre os pontos reflete a força ou frequência da relação, indicando que pontos mais próximos geralmente têm relações mais frequentes. Conforme os pontos se aproximam e conectam-se entre si, são formados os chamados *clusters*, os quais são diferenciados por cores e representam conjuntos de pontos formados que estão intimamente relacionados.

4. Resultados

A partir das informações obtidas na base de dados *Scopus*, esta seção apresenta os 5 artigos mais citados, levando em consideração termos de busca e filtros indicados na metodologia. Além disso, também são identificadas as áreas de conhecimento e as principais fontes de financiamento das publicações. Posteriormente, utilizando-se o software *VOSviewer*, são apresentados mapas de rede demonstrando a relação entre os artigos mais citados, entre os países de origem das publicações, a ocorrência de palavras-chave e as principais revistas de publicação dos artigos.

4.1 Os artigos mais citados

Levando em consideração os artigos com maior número de citações e a limitação do tamanho do trabalho, o Quadro 1 apresenta os 5 artigos mais citados, seus autores, ano de publicação, bem como uma transcrição traduzida dos resumos dos artigos, contendo informações dos seus objetivos e resultados. O artigo mais citado é o de D' Amato, *et al.*, (2017), sendo um artigo de revisão bibliométrica com 838 citações.

Quadro 1 – Os artigos mais citados

Nome do artigo	Resumo	Autores	Revista	Ano	Citações
Green, circular, bio economy: A comparative analysis of sustainability avenues <i>Verde, circular, bioeconomia: Uma análise comparativa de abordagens de sustentabilidade</i>	O objetivo deste artigo é analisar de forma abrangente a diversidade entre os conceitos de Economia Circular, Economia Verde e Bioeconomia. Os resultados são extraídos de uma revisão bibliométrica de quase dois mil artigos científicos publicados nas últimas três décadas, juntamente com uma análise conceitual. Descobrimos que, no que diz respeito à sustentabilidade ambiental, a Economia Verde atua como um conceito "guarda-chuva", incluindo elementos dos conceitos de Economia Circular e Bioeconomia.	D'Amato, D., Droste, N., Allen, B., Matthies, B.D., Toppinen, A.	Journal of Cleaner Production, 168, pp. 716–734	2017	838
The Bioeconomy in Europe: An Overview <i>A Bioeconomia na Europa: Uma Visão Geral</i>	Este artigo fornece uma visão geral da bioeconomia na Europa, examinando-a a partir de uma estrutura de política e perspectiva conceitual. O papel da bioenergia na bioeconomia é discutido particularmente por meio de biocombustíveis para transporte e biorrefinarias. O estudo conclui que as definições da bioeconomia estão evoluindo e variam dependendo do ator, mas apresentam similaridades, como a ênfase na produção econômica e um foco amplo e intersetorial.	McCormick, K., Kautto, N.	Sustainability (Switzerland), 5(6), pp. 2589–2608	2013	618
Agricultural nanotechnologies: What are the current possibilities?	Os desafios atuais de sustentabilidade, segurança alimentar e mudanças climáticas estão engajando pesquisadores na exploração do campo da nanotecnologia como uma nova fonte de melhorias	Parisi, C., Vigani, M., Rodríguez-Cerezo, E.	Nano Today, 10(2), pp. 124–127	2015	564

<i>Nanotecnologias agrícolas: Quais são as possibilidades atuais?</i>	importantes para o setor agrícola. O rápido progresso da nanotecnologia em outras indústrias importantes pode, com o tempo, ser transferido também para aplicações agrícolas e facilitar seu desenvolvimento.				
Current Status of the Algae Production Industry in Europe: An Emerging Sector of the Blue Bioeconomy <i>Situação atual da indústria de produção de algas na Europa: Um setor emergente da Bioeconomia Azul</i>	Apesar do potencial reconhecido da cadeia de valor da biomassa de algas, ainda existem lacunas significativas de conhecimento em relação à dimensão, capacidade, organização e estrutura da produção de algas na Europa. Este estudo apresenta e analisa os resultados de um mapeamento abrangente e caracterização detalhada da produção de algas na escala europeia, abrangendo macroalgas, microalgas e a cianobactéria Spirulina.	Araújo, R., Vázquez Calderón, F., Sánchez López, J., Stefansson, T., Ullmann, J.	Frontiers in Marine Science, 7, 626389	2021	547
Bio-based plastics - A review of environmental, social and economic impact assessments <i>Plásticos de base biológica - Uma revisão de avaliações de impacto ambiental, social e econômico</i>	Plásticos de base biológica mostram um mercado e uma gama de aplicações em evolução e, portanto, tornaram-se cada vez mais populares em pesquisa e economia. A limitação de recursos fósseis, bem como questões ambientais relacionadas, levou ao desenvolvimento de uma bioeconomia inovadora e também desencadearam a mudança de plásticos de base fóssil para plásticos de base biológica.	Spierling, S., Knüpffer, E., Behnsen, H., Herrmann, C., Endres, H.-J.	Journal of Cleaner Production, 185, pp. 476–491	2018	418

Fonte: Elaboração própria, 2026.

Observa-se que o conceito de bioeconomia apresentado no referencial teórico, de que esta trata-se do desenvolvimento de novos produtos e processos industriais a partir de recursos biológicos das mais diversas áreas, converge com o resumo dos 5 artigos mais citados, uma vez que estes versam sobre a empregabilidade de diversos recursos naturais, dentre eles a bioenergia, a utilização de nanotecnologia no setor agrícola, biomassa de algas e plásticos de base biológica, com o intuito de estabelecer uma economia sustentável.

Em relação ao conteúdo dos demais artigos que estão entre os mais citados, verifica-se uma abordagem da bioeconomia na economia circular, no que se refere ao reaproveitamento de resíduos sólidos e orgânicos, assim como, abordagens relacionadas a biotecnologia, onde produtos e materiais biológicos oferecem uma oportunidade de crescimento econômico, e formas de se constituir uma agropecuária mais sustentável.

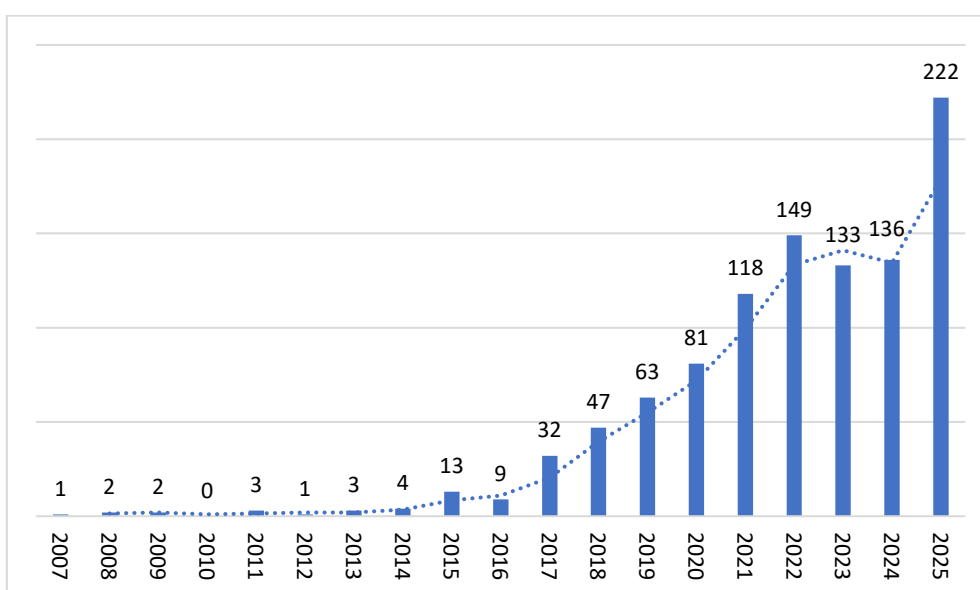
No geral, dentre os 1.019 artigos encontrados, 114 não foram citados em outros trabalhos, 177 apresentam 50 citações ou mais e apenas 75 obtiveram 100 citações ou mais, ou seja, o restante de 944 artigos, representando 93% do total, possuem menos de 100 citações.

Assim como, apenas os 24 artigos mais citados, grupo que inclui os 5 artigos apresentados no Quadro 1, possuem mais de 200 citações, mostrando uma concentração de citações dentre estes 24 artigos.

4.2 Anos de publicação

Uma vez que não houve corte temporal no momento da pesquisa na base de dados, verifica-se, por meio da Figura 1, que o primeiro artigo publicado em periódicos que fazem parte da Scopus, considerando os temas de bioeconomia e desenvolvimento sustentável em conjunto, é datado de 2007.

Figura 1 – Anos de publicação



Fonte: Elaboração própria, 2026.

Além disso, é possível verificar um crescimento exponencial a partir de 2017, onde a quantidade de artigos aumentou de 9, em 2016, para 32, sendo um incremento percentual de 255% em relação ao ano anterior. Assim como, outro aumento significativo ocorreu em 2021, com um incremento percentual de 46% em relação a 2020 (de 81 para 118 artigos). O ano com maior número de publicações foi 2025, com 222 artigos. Por fim, ocorreram algumas reduções em 2016, 2023, e 2024, porém, mesmo com essas quedas, o número geral de artigos publicados é consideravelmente maior nos últimos anos.

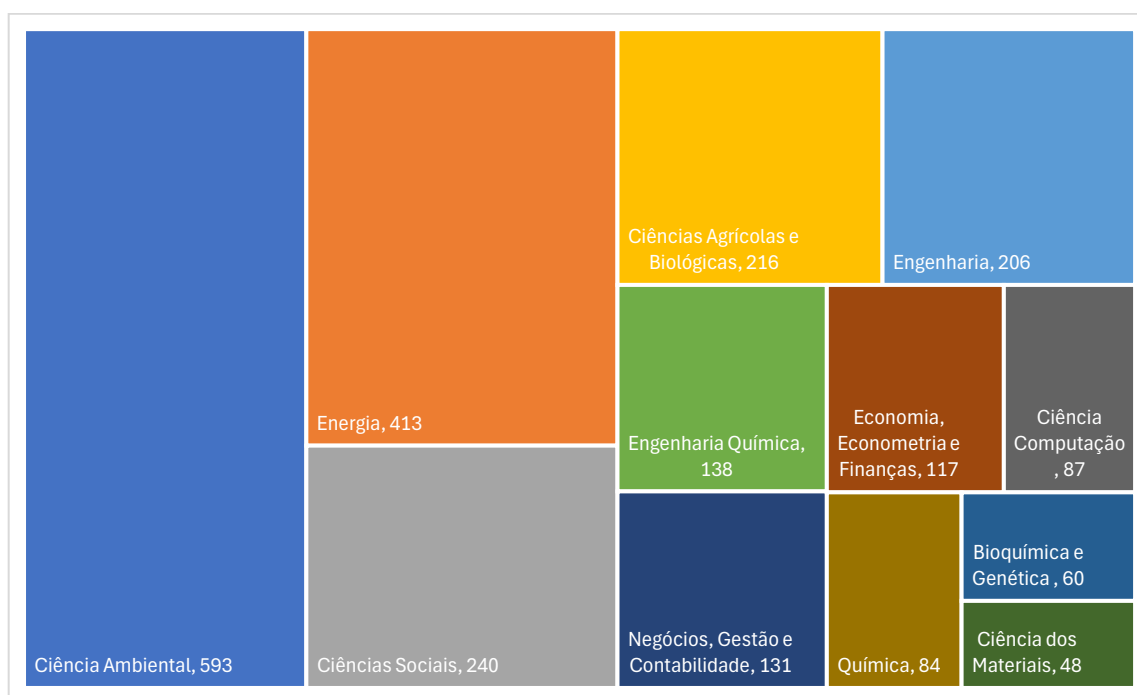
Ao analisar o cenário contemporâneo, em 2025, dentre os acontecimentos que podem ter influenciado o aumento das publicações de artigos que versam sobre bioeconomia e desenvolvimento sustentável, está a realização da Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (COP30), ocorrida em novembro daquele ano na cidade de Belém, capital do estado do Pará, Brasil. Durante o evento, algumas iniciativas importantes que versam sobre

bioeconomia foram lançadas, como o *Bioeconomy Challenge*, plataforma internacional que tem como objetivo transformar os Princípios de Alto Nível do G20 (20 países com a maior economia do mundo) em ações concretas até 2028; criação do Fundo Florestas Tropicais para Sempre (TFFF - *Tropical Forest Forever Facility*), uma iniciativa brasileira para remunerar países que preservam florestas tropicais; e o 4º Leilão do programa *Eco Invest Brasil* que visa fomentar projetos de bioeconomia e turismo sustentável na Amazônia, combinando recursos públicos e privados.

4.3 Áreas de conhecimento das publicações

A figura 2 apresenta as principais áreas de conhecimento nas quais os artigos se encontram, bem como o número de artigos por cada área. A principal de conhecimento é a de Ciência Ambiental com 593 artigos, seguida de Energia com 413, Ciências Sociais com 240, Ciências Agrícolas e Biológicas com 216, Engenharia com 206, Engenharia Química com 138, Negócios, Gestão e Contabilidade com 131, Economia, Econometria e Finanças com 117, Ciência da Computação com 87, entre outras.

Figura 2 - Publicações por área de conhecimento



Fonte: Elaboração própria, 2026.

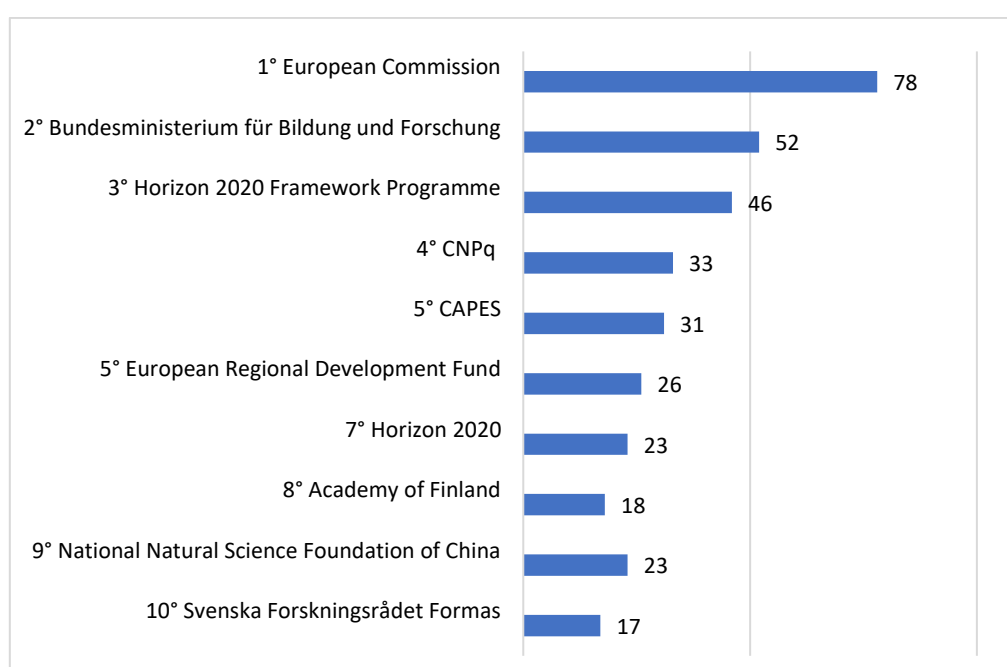
Verifica-se que, apesar de uma maior concentração da temática em estudo seja nas áreas de Ciência Ambiental e Energia, a bioeconomia e o desenvolvimento sustentável também estão presentes em diversas outras áreas de conhecimento, como Química, Medicina e Ciência da Computação, demonstrando que se trata de campos de estudo interdisciplinares e de alcance

global. Assim como, reforça uma característica encontrada nos artigos pesquisados, sendo a de abordagens da bioeconomia em áreas diversas.

4.4 As principais fontes de financiamento das publicações

Dentre as 10 principais fontes de financiamento das publicações encontradas, estão dois órgãos brasileiros de apoio à pesquisa, sendo eles, o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). De modo geral, a *European Commission* é a principal agência de fomento das publicações, tendo financiado 78 artigos, conforme demonstrado na Figura 3.

Figura 3 - As 10 principais fontes de financiamento das publicações



Fonte: Elaboração própria, 2026.

O CNPq e a CAPES destacam-se por ser agências de fomento à pesquisa científica e tecnológica, ambas oferecem bolsas de estudos para pesquisadores e suporte institucional para o desenvolvimento de projetos. Por serem as principais agências de fomento à pesquisa no Brasil, assim como, o Brasil ser um dos principais países de origem dos artigos pesquisados, conforme será apresentado na Figura 5, a presença destas no estudo realizado é esperada.

Por sua vez, a *European Commission*, é o órgão executivo da União Europeia, responsável pela proposição e implementação de políticas comunitárias, incluindo a área de ciência e inovação. Esta instituição atua como coordenadora e implementadora de políticas e programas de financiamento para pesquisa e inovação, utilizando fundos de pesquisa que ela administra e um destes programas, é o *Horizon Europe*, onde a sua edição de 2020 financiou

20 dos artigos pesquisados. Em segundo lugar, encontra-se a *Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)*, que é o Ministério Federal da Educação e Pesquisa da Alemanha, o qual promove o financiamento a projetos de inovação, ciência, educação e cooperação científica internacional.

O *Horizon 2020 Framework Programme*, também é um programa da União Europeia (UE) e possui objetivos semelhantes aos do *Horizon Europe*, mas com prioridades estratégicas atualizadas, especialmente no que diz respeito à sustentabilidade. Outra fonte de financiamento que possui vínculo com a UE, é o *European Regional Development Fund (ERDF)* que é um fundo voltado ao desenvolvimento regional e econômico dos Estados-Membros da União Europeia, com ênfase em reduzir as desigualdades econômicas entre as regiões. Já o *National Natural Science Foundation of China (NSFC)*, é a principal agência de fomento à pesquisa científica básica e aplicada na China e financia pesquisas em várias áreas da ciência, tecnologia e inovação.

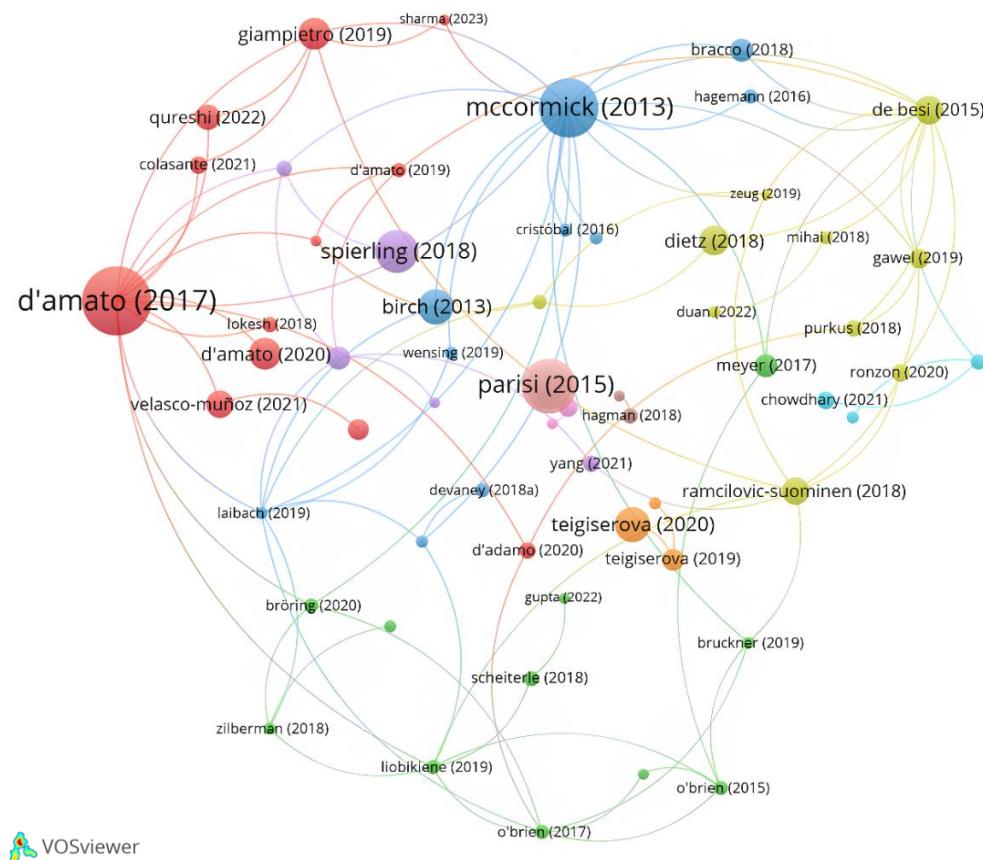
Por fim, os países nórdicos também se encontram representados neste levantamento, sendo por meio da *Academy of Finland*, agência nacional de financiamento de pesquisa na Finlândia, a qual promove pesquisa científica de alta qualidade e apoia a cooperação internacional entre pesquisadores em diversas áreas do conhecimento. E do *Svenska Forskningsrådet Formas*, que é o Conselho Sueco de Pesquisa, responsável por fomentar pesquisas relacionadas ao meio ambiente, uso sustentável de recursos naturais e desenvolvimento urbano.

4.5 Rede de citações de artigos

Ao utilizar o software *VOSviewer*, aplicou-se o filtro de ocorrência de 50 citações ou mais por artigo, o que resultou em 177 artigos analisados. Optou-se pela utilização deste filtro, com objetivo reduzir a quantidade de documentos para uma melhor visualização, e a Figura 4 demonstra a rede de citação dos artigos que versam sobre bioeconomia e desenvolvimento sustentável. Cada ponto representa um artigo, indicado pelo nome do autor, enquanto as linhas expressam os artigos que foram citados entre si. A proximidade entre eles revela a frequência da relação e o tamanho do ponto está relacionado com o volume de citação de cada artigo.

Observa-se que os artigos mais citados, D'Amato, *et al.*, (2017) com 838 citações e McCormick e Kautto (2013) com 618 citações, aparecem com os maiores pontos, o que demonstra a quantidade de citações superior aos demais. As linhas coloridas indicam a formação dos clusters que, neste caso, mostram os artigos que possuem citações entre si.

Figura 4 - Rede de citações de artigos



Fonte: Elaboração própria, 2026 (com auxílio do software *VOSviewer*).

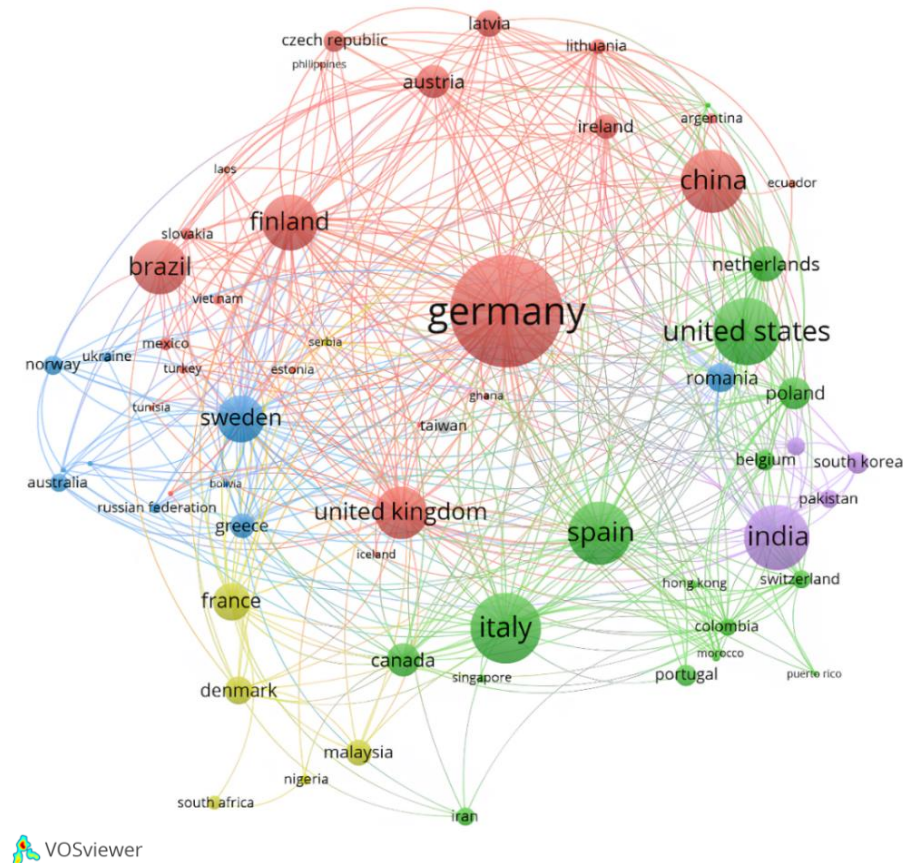
Por meio das cores das linhas, pode-se identificar a formação de pelo menos quatro grupos de artigos que são citados entre si. Por exemplo, o artigo mais citado se relaciona com os artigos dos autores Lokesh (2021), Giampietro (2019), Velasco-Muñoz (2021), Colasanti (2021), Qureshi (2022), Sharma (2023) e um outro artigo do mesmo autor, D'Amato (2020), conforme as linhas vermelhas. O segundo artigo mais citado, McCormick e Kautto (2013), forma um outro cluster sinalizado em azul, com artigos citados entre si, onde este relaciona-se com os artigos de Birch (2013), Bracco (2018), Hagemann (2016), Cristóbal (2016), Wensing (2019), Laibach (2019) e Devaney (2018). A mesma interpretação aplica-se para os clusters amarelo e verde.

Verifica-se também, que o terceiro artigo mais citado, Parisi (2015), com 564 citações, encontra-se mais isolado, ou seja, com poucas linhas o conectando com outros artigos, no centro da figura. Tal característica, indica que este artigo foi pouco citado pelos demais artigos que formaram clusters entre si, não pertencendo a um cluster de artigos em específico. O mesmo ocorre com o quinto artigo mais citado, Spierling, *et al.*, (2018) com 418 citações, sinalizado em lilás, possui poucas conexões com os demais artigos.

4.6 Países de origem das publicações

Para a análise de nacionalidade, os países de todos os artigos encontrados foram considerados, ou seja, existe pelo menos um artigo por país, resultando em 95 países de origem dos artigos. Esta característica está expressa na Figura 5, onde cada ponto representa um país e a proximidade entre eles pode refletir a igualdade cultural e linguística.

Figura 5 - Rede de países das publicações



Fonte: Elaboração própria, 2026 (com auxílio do software *VOSviewer*).

O principal país de origem dos artigos é a Alemanha, seguida da China, Índia, Itália, Espanha, Estados Unidos, Brasil, Reino Unido, Finlândia, Suécia, entre outros. Observa-se que três, dos cinco artigos mais citados que foram apresentados no Quadro 1, têm origem na Alemanha: D'Amato, *et al.*, (2017), Araújo, *et al.*, (2021), e Spierling, *et al.*, (2018).

As linhas coloridas indicam a formação de pelo menos quatro grupos (*clusters*) de países que possuem artigos citados entre si. Um dos principais grupos, por possuir mais citações, é o composto por Alemanha, Brasil, Finlândia, Reino Unido, China, Áustria, Irlanda e demais países sinalizados em vermelho.

A Alemanha ser o principal país de origem dos artigos pesquisados, reforça o papel importante que o país vem cumprindo no que se refere ao Desenvolvimento Sustentável. De acordo com Pessina, *et al.*, (2024), a Alemanha está desempenhando um papel ativo na transferência de tecnologias verdes, na capacitação de países em desenvolvimento para lidar com desafios ambientais e possui com investimentos previstos para a proteção do clima. Assim como, ao lado da Noruega, é um dos principais doadores do Brasil por meio do Fundo Amazônia, iniciativa voltada à captação de doações para investimentos não reembolsáveis em ações de prevenção, monitoramento e combate ao desmatamento. O país também alcançou repetidamente o objetivo das Nações Unidas, através da Agenda 2030, de investir pelo menos 0,7% do Rendimento Nacional Bruto (RNB) na cooperação para o desenvolvimento (Perfil da Alemanha, 2023).

Em relação aos demais países, como Itália, Estados Unidos, Espanha, Finlândia, Brasil, Reino Unido e Suécia, segundo o Relatório de Desenvolvimento Sustentável da SDSN (2024), dentre os 193 Estados-membros da ONU, estes países estão entre os mais bem colocados no ranking avalia o desempenho dos países em alcançar todos os 17 Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável (ODS), sendo a Finlândia em 1º lugar, seguida da Suécia em 2º, Reino Unido em 9º, Espanha em 14º, Itália em 23º, Estados Unidos em 46º e o Brasil em 52º.

Especificamente sobre o Brasil, nota-se o esforço recente deste em promover a bioeconomia. Em 2024, o Governo Federal lançou a Estratégia Nacional de Bioeconomia, sendo a composição de um documento que reúne diretrizes para promoção de produtos, processos e serviços que agregam recursos biológicos com novas tecnologias para a elaboração de produtos e serviços mais sustentáveis (Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços, 2024), bem como, o Plano Nacional de Desenvolvimento da Bioeconomia foi lançado em 2026.

4.7 Ocorrência de palavras-chave

No que se refere às palavras-chave, a fim de reduzir a quantidade de palavras para uma melhor visualização do mapa de rede apresentado na Figura 6, optou-se por filtrar as palavras-chave que ocorreram 40 vezes ou mais, o que resultou em 53 palavras-chave. Cada ponto representa uma palavra-chave e as linhas entre elas demonstram suas ocorrências em artigos.

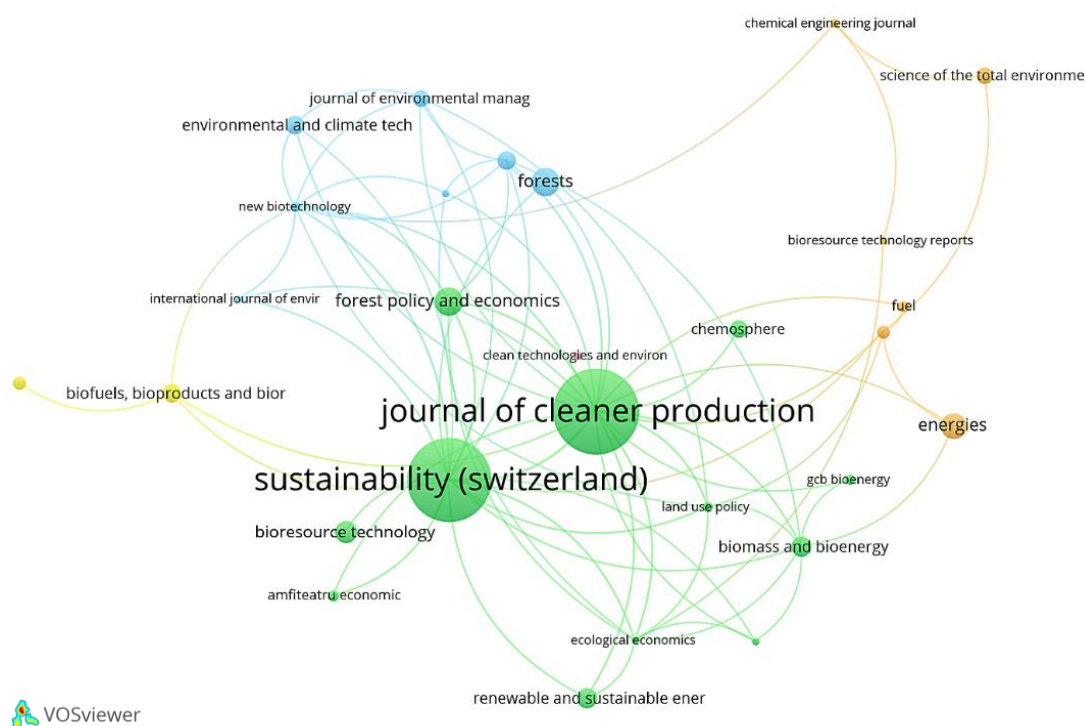
Além das duas principais palavras-chave de maior ocorrência, que certamente são desenvolvimento sustentável e bioeconomia, uma vez que a pesquisa foi realizada tendo estas como foco, as outras palavras-chave que tiveram maior ocorrência nesta busca são: *sustainability* (sustentabilidade), *biomass* (biomassa), *circular economy* (economia circular),

associação de palavras que versam mais sobre a atuação do ser humano e algumas aplicações da bioeconomia voltadas para a geração de energia elétrica sustentável.

4.8 Revistas de publicação dos artigos

Esta seção apresenta os principais veículos de divulgação dos artigos acadêmicos sobre bioeconomia e desenvolvimento sustentável. Para tal, visando a elaboração do mapa de rede (Figura 7) contendo as revistas nas quais a maior parte dos artigos foram publicados, optou-se por filtrar os periódicos que publicaram 6 artigos ou mais, resultando em 33 revistas. Cada ponto representa uma revista e as linhas demonstram os artigos pertencentes a estas revistas que foram citados entre si.

Figura 7 - Rede de revistas das publicações



Fonte: Elaboração própria, 2026 (com auxílio do software *VOSviewer*).

As cinco revistas de maior ocorrência são: a *Sustainability (Switzerland)* com 81 artigos publicados, seguida da *Journal of Cleaner Production* com 78 artigos, e as revistas *Forest Policy and Economics*, *Energies* e *Forests*, ambas com 24 artigos publicados. Observa-se a formação de pelo menos quatro clusters, indicados pelas linhas coloridas, que demonstram as revistas nas quais os artigos publicados possuem citações entre si. As três revistas com mais citações (*Sustainability (Switzerland)*, *Journal of Cleaner Production* e *Forest Policy and Economics*) estão no mesmo cluster, sinalizado em verde, o que indica que seus artigos publicados realizaram citações entre si. Já as revistas *Forests* e *Energies* estão em clusters

diferentes, azul e laranja, respectivamente, unidas à outras revistas com artigos que possuem citações em comum.

A revista *Journal of Cleaner Production* é oriunda do Reino Unido, publicada pela editora Elsevier, e dedica-se a temáticas voltadas para a produção limpa, sustentabilidade e desenvolvimento sustentável. A *Forest Policy and Economic* possui origem nos Países Baixos, também é publicada pela editora Elsevier e explora as políticas florestais e a economia associada à gestão e conservação das florestas em nível global. As outras três revistas (*Sustainability (Switzerland)*, *Forests e Energies*), são da Suíça, publicadas pela editora *Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI)* e concentram temas relacionados ao desenvolvimento sustentável, manejo sustentável e energias renováveis, consecutivamente.

5. Considerações finais

Este trabalho revelou importantes percepções acerca da produção acadêmica sobre a bioeconomia e o desenvolvimento sustentável, tendo como base uma análise bibliométrica da produção científica disponível na base de dados *Scopus*. Dentre as principais conclusões, pode-se destacar a predominância de pesquisas bibliográficas, indicando uma necessidade de mais estudos empíricos para aprofundar a compreensão sobre a relação entre bioeconomia e desenvolvimento sustentável.

Ademais, o crescimento exponencial no número de publicações que relacionaram as temáticas de bioeconomia e desenvolvimento sustentável juntas, ocorreu a partir de 2016, atingindo seu auge em 2025 – esse aumento coincide com a intensificação das discussões e preocupações globais sobre a crise climática, sugerindo uma correlação entre a conscientização ambiental e o interesse acadêmico no desenvolvimento sustentável e na bioeconomia.

Nota-se, ainda, a natureza interdisciplinar da bioeconomia e da sua relevância nos mais vastos campos do conhecimento ao estar presente como tema de pesquisa em diversas áreas de estudo. Embora haja uma concentração da pesquisa nas áreas de Ciência Ambiental e Energia, a bioeconomia e o desenvolvimento sustentável alcançam as mais diversas áreas do conhecimento, tais quais: Química, Medicina e Ciência da Computação. Outra característica verificada no estudo, é a de que os temas de bioeconomia e desenvolvimento sustentável, estão sendo abordados por países que se encontram comprometidos com a sustentabilidade, tais como Alemanha, China, Índia, Itália, Espanha, Estados Unidos, Brasil, Reino Unido, Finlândia e Suécia.

Em suma, este estudo contribui para a produção científica ao fornecer uma visão abrangente e estruturada sobre a interseção entre bioeconomia e desenvolvimento sustentável,

destacando tendências, lacunas e oportunidades para futuras pesquisas. Em relação as lacunas, é necessário destacar algumas das limitações desta pesquisa, como a possibilidade da ampliação de seu escopo por meio da utilização de mais palavras-chave como “sustentabilidade” e a falta de abordagens mais empíricas sobre o tema. Como oportunidades para pesquisas futuras, verifica-se a possibilidade de estudos individuais, por país, a fim de verificar quais políticas públicas os governos estão incrementando com o intuito de avançar com o desenvolvimento sustentável e a bioeconomia.

Referências

ARAÚJO, C. A. **Bibliometria**: evolução histórica e questões atuais. Porto Alegre: Em Questão, 2006.

BARBIERI, J. C. **Desenvolvimento Sustentável**: Da Teoria à Prática. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2011.

BRASIL. Empresa Brasileira de Comunicação (EBC). **Brasil reforça compromisso ambiental e apresenta estratégias para conservação da biodiversidade global**. Agência Gov, 2024. Disponível em: <https://agenciagov.etc.com.br/noticias/202410/cop-16-brasil-reforca-compromisso-com-meio-ambiente-e-apresenta-estrategias-para-conservacao-da-biodiversidade-global>. Acesso em: 02 jan. 2025.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços (MDIC). **Estratégia Nacional de Bioeconomia pode ser o eixo condutor de políticas sustentáveis**. Site institucional do Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/noticias/2024/outubro/201cestrategia-nacional-de-bioeconomia-pode-ser-o-eixo-condutor-de-politicas-sustentaveis201d>. Acesso em: 02 jan. 2025.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços (MDIC). **Governo Federal lança a Estratégia Nacional de Bioeconomia**. Site institucional do Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/noticias/2024/junho/governo-federal-lanca-a-estrategia-nacional-de-bioeconomia>. Acesso em: 29 dez. 2024.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso Futuro Comum**. 2. ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1991.

CRUZ, D.K.A.; NÓBREGA, A.A.; MONTENEGRO, M.M.S.; PEREIRA, V.O.M. Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e as fontes de dados para o monitoramento das metas no Brasil. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, Brasília, v. 31, n. especial, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ress/a/X6fCx5KZxNwsx69xttRBpPy/>. Acesso em: 05 out. 2024.

GUEDES, V. L. S.; BORSCHIVER, S. **Bibliometria**: uma ferramenta estatística para a gestão da informação e do conhecimento. 2005. 18 páginas. Trabalho de dissertação (Apresentação em Congresso) - Encontro Nacional de Ciência da Informação, Salvador, 2005. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://cinform-antiores.ufba.br/vi_anais/docs/VaniaLSGuedes.pdf. Acesso em: 05 out. 2024.

MOREIRA, D. A. **Bibliometria**: análise quantitativa da produção científica. São Paulo: Atlas, 2013.

NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL. **COP27: o que você precisa saber sobre a Conferência do Clima da ONU.** Nações Unidas Brasil, 2022. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/205789-cop27-o-que-voc%C3%AA-precisa-saber-sobre-confer%C3%AAncia-do-clima-da-onu>. Acesso em: 29 dez. 2024.

OLIVEIRA, J. A. **Bioeconomia: Inovações e Sustentabilidade.** São Paulo: Editora Sustentável, 2021.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO (OCDE). **The Bioeconomy to 2030: designing a policy agenda.** Paris: OECD Publishing, 2009.

PAMPLONA, L.; SALARINI, J.; KADRI, N. **Potencial da bioeconomia para o desenvolvimento sustentável da Amazônia e possibilidades para a atuação do BNDES.** Rio de Janeiro: Revista BNDES, 2021. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfindmkaj/https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/22024/1/02-BNDES-Revista56-PotencialBioeconomia.pdf>. Acesso em: 05 out. 2024.

PERFIL DA ALEMANHA. **A Agenda 2030 como diretiva.** Perfil da Alemanha, 2023. Disponível em: https://www.tatsachen-ueber-deutschland.de/pt-br/sustentabilidade-e-meio-ambiente/agenda-2030-como-diretiva?utm_source=chatgpt.com. Acesso em: 29 dez. 2024.

PESSINA, M. E. H.; MOUSINHO, M. C. A. M.; AZEVEDO, A. S.; SANTOS, D. S. Cooperação internacional para o desenvolvimento: a agenda de gênero e mudanças climáticas da Alemanha e do Reino Unido na Amazônia brasileira. *Cadernos do CEAS: Revista Crítica de Humanidades*, Salvador/Recife, v. 49, n. 261, p. 27-48, jan./abr.2024. Disponível em: <https://cadernosdoceas.ucs.br/index.php/cadernosdoceas/article/view/1200/927>. Acesso em 29 dez. 2024.

PRITCHARD, A. **Statistical Bibliography or Bibliometrics?** Londres: Journal of Documentation, 1969. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/236031787_Statistical_Bibliography_or_Bibliometrics/link/0c960515e7c3e50f9c000000/download?tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIiwicGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIn19. Acesso em: 05 out. 2024.

SACHS, I. **Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável.** Rio de Janeiro: Garamond, 2008.

SACHS, J. D.; LAFORTUNE, G.; FULLER, G. **Os ODS e a Cúpula do Futuro da ONU.** Relatório de Desenvolvimento Sustentável 2024. Paris: SDSN, 2024. DOI 10.25546/108572. Disponível em: <https://sdgtransformationcenter.org/reports/sustainable-development-report-2024>. Acesso em: 29 dez. 2024.

SANTOS, M. R. **Desafios da Bioeconomia no Brasil.** Rio de Janeiro: Editora Verde, 2022.

SILVA, L. F. **Princípios da Bioeconomia.** Brasília: Editora Eco, 2019.

SOUZA, P. R. **Bioeconomia e Desenvolvimento Sustentável.** Porto Alegre: Editora Ambiental, 2020.

WILLERDING, A. L.; SILVA, L.R.; SILVA, R.P.; ASSIS, G.M.O.; PAULA, E.V.C.M. **Estratégias para o desenvolvimento da bioeconomia no estado do Amazonas.** São Paulo: Estudos Avançados, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/Zfc4RW7BvhmxWTMRvJWRgxr/>. Acesso em: 05 out. 2024.