

Universidade Federal de Goiás

**Faculdade de Administração, Ciências
Contábeis e Ciências Econômicas**

**Programa de Pós-Graduação em
Economia – PPGECON**

GUIDBORGONGNE CARNEIRO NUNES DA SILVA

**Análise bibliométrica da produção científica
sobre bioeconomia no Brasil: uma visão panorâmica**

**GOIÂNIA
2023**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CIÊNCIAS CONTÁBEIS E CIÊNCIAS
ECONÔMICAS

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA) PARA
DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESIS
E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a [Lei 9.610/98](#), o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFG é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

1. Identificação do material bibliográfico

Dissertação Tese Outro*: _____

*No caso de mestrado/doutorado profissional, indique o formato do Trabalho de Conclusão de Curso, permitido no documento de área, correspondente ao programa de pós-graduação, orientado pela legislação vigente da CAPES.

Exemplos: Estudo de caso ou Revisão sistemática ou outros formatos.

2. Nome completo do autor

Guidborgongne Carneiro Nunes da Silva

3. Título do trabalho

Análise bibliométrica da produção científica sobre bioeconomia no Brasil: uma visão panorâmica

4. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador)

Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante:

a) consulta ao(a) autor(a) e ao(a) orientador(a);

b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação. O documento não será disponibilizado durante o período de

embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

Obs. Este termo deverá ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.

https://sei.ufg.br/sei/controlador.php?acao=documento_imprimir_web&acao_origem=arvore_visualizar&id_documento=4096173&infra_sistema=1...

2/2



Documento assinado eletronicamente por **Adriana Ferreira Silva, Professor do Magistério Superior**, em 26/05/2023, às 08:31, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Guidborgogne Carneiro Nunes Da Silva, Discente**, em 26/05/2023, às 10:52, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **3779032** eo código CRC **34AF1DE5**.

Guidborgongne Carneiro Nunes da Silva

**Análise bibliométrica da produção científica
sobre bioeconomia no Brasil: uma visão panorâmica**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Faculdade de Administração, Ciências Contábeis e Ciências Econômicas da Universidade Federal de Goiás, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Economia.

Área de concentração: Economia Aplicada

Orientadora: Profa. Dra. Adriana Ferreira Silva.

GOIÂNIA
2023

Guidborgogne Carneiro Nunes da Silva

**Análise bibliométrica da produção científica
sobre bioeconomia no Brasil: uma visão panorâmica**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Faculdade de Administração, Ciências Contábeis e Ciências Econômicas da Universidade Federal de Goiás, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Economia, aprovada em 25 de maio de 2023 pela Banca Examinadora, constituída pelos professores:

Prof. Dr. Adriana Ferreira Silva
PPGECON – FACE – UFG
Presidente da banca

Prof. Dr. Waldemiro Alcantara da Silva Neto (interno)
PPGECON – FACE – UFG

Prof. Dr. Cleidinaldo de Jesus Barbosa (externo)
PPGECON – FACE – UFG

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Silva, Guidborgongne Carneiro Nunes da
Análise bibliométrica da produção científica sobre bioeconomia no
Brasil: uma visão panorâmica [manuscrito] / Guidborgongne Carneiro
Nunes da Silva. - 2023.
LXI, 61 f.

Orientadora: Prof. Dr. Adriana Ferreira Silva.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás,
Faculdade de Administração, Ciências Contábeis e Ciências
Econômicas (FACE), Programa de Pós-Graduação em Economia, Goiânia,
2023.

1. Bioecologia. 2. Bioinsumos. 3. Bioecologia. 4. Biotecnologia. 5.
Sustentabilidade. I. Silva, Adriana Ferreira, orient. II. Título.

CDU 33



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CIÊNCIAS CONTÁBEIS E
CIÊNCIAS ECONÔMICAS

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Ata nº 07 da sessão de de Defesa de Dissertação de Guidborgongne Carneiro Nunes da Silva, que confere o título de Mestre em Economia, na área de concentração em Economia Aplicada.

Aos vinte e cinco dias do mês de maio do ano de dois mil e vinte e três, a partir das dezessete horas, na sala 2110 - webconferência da FACE/UFG, realizou-se a sessão pública de Defesa de Dissertação intitulada “Análise bibliométrica da produção científica sobre bioeconomia no Brasil: uma visão panorâmica”. Os trabalhos foram instalados pela Orientadora, Professora Doutora Adriana Ferreira Silva (PPGECON/UFG), com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: Professor Doutor Cleidinaldo de Jesus Barbosa (FACE/UFG), membro titular externo ao Programa e o Professor Doutor Waldemiro Alcântara da Silva Neto (PPGECON/UFG), membro titular interno. Durante a arguição os membros da banca não fizeram sugestão de alteração do título do trabalho. A Banca Examinadora reuniu-se em sessão secreta a fim de concluir o julgamento da Dissertação, tendo sido o candidato aprovado pelos seus membros. Proclamados os resultados pela Professora Doutora Adriana Ferreira Silva, Presidente da Banca Examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente ata que é assinada pelos Membros da Banca Examinadora, aos vinte e cinco dias do mês de maio do ano de dois mil e vinte e três.

TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA



Documento assinado eletronicamente por **Adriana Ferreira Silva, Professor do Magistério Superior**, em 26/05/2023, às 08:31, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Cleidinaldo De Jesus Barbosa, Professor do Magistério Superior**, em 26/05/2023, às 09:05, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Waldemiro Alcântara Da Silva Neto**, **Professor do Magistério Superior**, em 26/05/2023, às 13:35, conforme horário oficial de Brasília, com fundamentono § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **3715110** eo código CRC **F407D584**.

Referência: Processo nº 23070.023741/2023-35

SEI nº 3715110

https://sei.ufg.br/sei/controlador.php?acao=documento_imprimir_web&acao_origem=arvore_visualizar&id_documento=4026553&infra_sistema=1... 2/2

DEDICATÓRIA

Dedico esta pesquisa a todos os brasileiros que lutaram e lutam por uma sociedade justa.

EPÍGRAFE

A segurança energética, o desenvolvimento industrial e socioeconômico de um país pode se beneficiar de um modelo econômico baseado em ativos biológicos e na biodiversidade.

Caroline Conteratto

AGRADECIMENTOS

Agradeço às instituições que disponibilizam conteúdo para a produção deste material e à professora Dra. Adriana Ferreira Silva, por ter aceitado o desafio de me orientar e direcionar no desenvolvimento desta dissertação.

RESUMO

Os trabalhos acadêmicos que abordam o conceito de Bioeconomia, bem como as concepções que envolvem esse modelo de produção, têm sido desenvolvidos em áreas interdisciplinares como segurança energética, indústria renovável e a agroecologia. Por isso, a caracterização da Bioeconomia ainda é tida como um conceito em construção, cuja definição e aplicabilidade têm sido apresentadas a partir de abordagens distintas e, muitas vezes, divergentes entre si. Nesse contexto, o principal objetivo deste estudo é analisar, por meio de revisão sistemática e análise bibliométrica da literatura, a produção científica de pesquisadores brasileiros sobre o tema, entre os anos de 2015 e 2022, de forma a avaliar como o conceito de Bioeconomia tem sido empregado. De forma geral, as análises dos estudos apontaram divergências nas abordagens dos autores, mas convergência quanto à necessidade de integração de diferentes campos de conhecimento, com destaque para áreas ligadas à biotecnologia, bioinsumos e bioecologia para potencializar um modelo econômico com insumos biológicos e que preserve a biodiversidade. Ademais, os autores concordam que a Bioeconomia é um campo de conhecimento que tem proporcionado avanços sobre ações de sustentabilidade socioambiental de forma sistêmica e integrada entre diferentes agentes. Esta pesquisa contribui para dimensionar o nível de participação de pesquisadores brasileiros na construção do conceito de bioeconomia.

Palavras-chaves: Bioecologia; Bioinsumos; Biotecnologia e Sustentabilidade.

ABSTRACT

Academic works that address the concept of Bioeconomy, as well as the concepts that involve this production model, have been developed in interdisciplinary areas such as energy security, renewable industry and agroecology. Therefore, the characterization of Bioeconomy is still seen as a concept under construction, whose definition and applicability have been presented from different and often divergent approaches. In this context, the main objective of this study is to analyze, through a systematic review and bibliometric analysis of the literature, the scientific production of Brazilian researchers on the subject, between the years 2015 and 2022, in order to assess how the concept of Bioeconomy has been employed. In general, the analyzes of the studies pointed to divergences in the authors' approaches, but convergence regarding the need to integrate different fields of knowledge, with emphasis on areas related to biotechnology, bioinputs and bioecology to enhance an economic model with biological inputs and that preserves the biodiversity. Furthermore, the authors agree that Bioeconomy is a field of knowledge that has provided advances in socio-environmental sustainability actions in a systemic and integrated way among different agents. This research contributes to measure the level of participation of Brazilian researchers in the construction of the concept of bioeconomy.

Keywords: Bioecology; Bioinputs; Biotechnology and Sustainability.

Palabras llave: Bioecología; Bioinsumos; Biotecnología y Sostenibilidad.

Mots clés: Bioécologie; Biointrants; Biotecnologie et Durabilité.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	1
1.1.	Objetivo	2
1.2.	Justificativa	3
2.	REFERENCIAL TEÓRICO	4
2.1.	Origem e desenvolvimento do conceito da Bioeconomia	4
3.	METODOLOGIA	10
3.1.	Revisão sistemática	10
3.2.	Análise bibliométrica	11
3.3.	Fonte e base de dados	11
4.	RESULTADOS	14
4.1.	Revisão sistemática	14
4.2.	As abordagens sobre a bioeconomia	17
4.3.	A bioeconomia como um conceito multidisciplinar: definições correlatas e avanços tecnológicos	20
4.4.	Bioeconomia como propulsora de inovação aberta e coletiva	26
4.5.	A estrutura produtiva no Brasil pode promover modelos ligados à Bioeconomia	28
4.6.	Análise bibliométrica	31
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
	Referências	46

1. INTRODUÇÃO

Projeções das Nações Unidas (ONU, 2019) indicam que a população mundial deve chegar a 9,7 bilhões de habitantes em 2050, atingindo um pico de 10,4 bilhões de pessoas ao longo da década de 2080. Esse cenário deve resultar em aumento da demanda por recursos naturais e da pressão por meios de produção que garantam o fornecimento de alimentos e de outros bens sem comprometer os recursos para as gerações futuras.

Para Zhenmin (ONU, 2022), a relação entre crescimento populacional e desenvolvimento sustentável é complexa e multidimensional, abrangendo um compromisso que rompe as barreiras nacionais. Essa complexidade tem motivado ações conjuntas ao redor do mundo, com destaque para a definição dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). São 17 ODS que se referem a 169 metas globais, que compõem a Resolução 70/1 da Assembleia Geral da ONU, realizada em dezembro de 2015, a partir da qual foi elaborado o documento intitulado “Transformando o nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável”. Esse documento, e todas as demais ações realizadas desde sua publicação, demonstra a busca por um esforço coletivo em prol do desenvolvimento sustentável das futuras gerações.

Nesse cenário também surgiram ações relacionadas à sustentabilidade, ancoradas nos preceitos da Bioeconomia. Conforme definição apresentada pela Embrapa (2022), a Bioeconomia é um modelo de produção baseado no uso de recursos biológicos. Seu objetivo é oferecer soluções para a sustentabilidade dos sistemas de produção com o objetivo de substituir recursos fósseis e não renováveis (EMBRAPA, 2022).

Embora venha ganhando mais espaço, a discussão sobre Bioeconomia não é nova, tendo suas origens ainda no século XX. Para a Embrapa (2022), a principal diferença entre a Bioeconomia atual e a do passado é o uso intensivo de novos conhecimentos científicos e tecnológicos, gerados a partir de áreas como biotecnologia industrial e genômica, biologia sintética, bioinformática, química de renováveis, robótica, tecnologias de informação, nanotecnologia, entre outras. Assim, a Bioeconomia envolve também a produção de plásticos biodegradáveis, biopolímeros, biopesticidas, pigmentos, alimentos funcionais e biofortificados até medicamentos, fragrâncias e cosméticos. Com os avanços da biologia sintética e a enorme riqueza natural brasileira, a tendência é de que surjam cada vez mais biofármacos, bioinsumos e bioprodutos (EMBRAPA, 2022).

Vargas (2021) destaca que a Bioeconomia deve ser vista como um desafio colocado para o mundo a fim de organizar um projeto econômico que converta o meio ambiente em ativo econômico e que abra portas para novas formas de emprego, de trabalho, de renda e de inclusão. Marcovith (2021) considera que a discussão sobre Bioeconomia pelo mundo precisa ir além da questão tecnológica e de utilização do conhecimento em biologia para a produção de alimentos. Para o estudioso, é preciso considerar a utilização responsável dos recursos naturais, tanto para as gerações presentes quanto para as não nascidas, levando em consideração a biodiversidade e procurando preservar a harmonia entre a presença humana e seu entorno natural (VARGAS, 2021).

Na literatura, os trabalhos acadêmicos que abrangem áreas multidisciplinares e de abordagem coletiva sobre Bioeconomia começaram na década de 1970 e foram se aprimorando ao longo do tempo. A partir de 2012, tais estudos se intensificaram na medida em que o Estado e agências multilaterais aumentaram a regulação e a exigência de desenvolvimento com sustentabilidade ambiental, econômica e social. Este contexto gerou um intenso debate no Brasil, na medida em que parte expressiva dos insumos utilizados na agricultura e na indústria são importados, mesmo levando-se em conta que setores como parte das biorrefinarias, agricultura familiar e os povos originários tem utilizado práticas sustentáveis.

Atualmente, a Bioeconomia ainda é um conceito em construção. A ausência de um consenso dificulta sua análise, uma vez que diferentes pesquisadores empregam o conceito para avaliar diferentes aspectos da produção de bens e do uso dos recursos naturais. O presente trabalho contribui neste debate, buscando compreender a produção acadêmica brasileira sobre o tema, que identifique práticas sustentáveis que, por outro lado, ainda não têm suas respectivas cadeias de atividades integradas economicamente em um contexto de desenvolvimento regional e social. Na forma de pergunta, essa pesquisa buscará, portanto, responder ao seguinte questionamento: qual o conceito de bioeconomia que tem sido construído e empregado por pesquisadores brasileiros?

1.1. Objetivo

Analisar como o conceito de Bioeconomia tem sido empregado por pesquisadores brasileiros em âmbito nacional ou internacional. De forma específica, busca-se elencar e discutir os estudos de autores brasileiros sobre Bioeconomia entre 2015 e julho de 2022 por meio de revisão sistemática e análise bibliométrica, avaliando similaridades e divergências quanto ao uso do conceito de Bioeconomia.

1.2. Justificativa

Como o conceito de Bioeconomia é multidisciplinar, com aplicações em diversos setores da economia, sua definição não é consenso. Nesse sentido, a presente pesquisa busca contribuir para o amadurecimento desse debate acadêmico entre pesquisadores brasileiros, a partir da revisão sistemática e análise bibliométrica do tema. Sendo que a razão da escolha para o período de 2015 a julho de 2022 foi devido a intensificação da produção acadêmica sobre bioeconomia nesse período.

Esta dissertação está dividida em cinco capítulos. O primeiro capítulo é a Introdução, na qual se apresenta o debate sobre Bioeconomia com algumas definições aproximadas; no segundo é apresentado o referencial teórico; no terceiro é descrita a metodologia aplicada; no quarto são apresentados os resultados; e no quinto capítulo são apresentadas as considerações finais; depois tem as referências encerrando o trabalho.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Origem e desenvolvimento do conceito da Bioeconomia

Este capítulo apresenta um referencial teórico multidisciplinar que elenca a contribuição de diversas áreas da literatura científica para o conceito de Bioeconomia que apresentam abordagens interligadas.

Atualmente, é consenso no meio acadêmico que a origem dos estudos sobre Bioeconomia se deu a partir das pesquisas realizadas pelo matemático e economista romeno Nicholas Georgescu-Roegen, que, em 1971, propôs uma teoria para uma economia ecológica e socialmente sustentável, incorporando questões econômicas a variáveis da biologia. Em seus estudos, Georgescu-Roegen argumentou que os recursos naturais tendem a ser degradados quando utilizados na atividade econômica e defendeu uma economia centrada na ecologia (OLIVEIRA et al., 2018).

No início da década de 1970, a análise sobre Bioeconomia preconizada por Georgescu-Roegen assumia que a natureza atuaria como limitante do processo econômico e, apesar de não negar a importância do processo tecnológico, capaz de descobrir e controlar novas fontes de energia, que seria impossível encontrar regularmente substitutos para recursos naturais escassos. Para o autor, determinada tecnologia só seria viável caso se mantivesse sem reduzir o estoque de recursos não renováveis (DIAS; CARVALHO, 2016).

Desde então, o consumo crescente de recursos naturais e, portanto, a maior pressão pela conservação e pelo uso sustentável desses recursos, fizeram emergir uma série de esforços e políticas globais que têm como objetivo principal a busca por novas tecnologias para o desenvolvimento econômico. Conforme Mejias (2019), a Bioeconomia surge nesse escopo como uma ciência transdisciplinar para auxiliar no desenvolvimento de sistemas produtivos que favoreçam o avanço da produção, mas que, ao mesmo tempo, não comprometam a diversidade biológica do planeta. Nessa linha a análise de Georgescu-Roegen (1971) coloca que a bioeconomia está intrinsecamente relacionada às leis da termodinâmica, especialmente à primeira e segunda lei (lei da entropia).

Para Georgescu-Roegen (1971) a primeira lei da termodinâmica, também conhecida como princípio da conservação da energia, estabelece que a energia total de um sistema isolado permanece constante. Na Bioeconomia, essa lei é relevante porque envolve o estudo e a gestão dos fluxos de energia e materiais nos ecossistemas, bem como nos processos de produção e consumo.

E continuando Georgescu-Roegen (1971) coloca que a segunda lei da termodinâmica diz respeito ao aumento da entropia, que é uma medida da desordem em um sistema. Ela afirma que a entropia de um sistema isolado tende a aumentar ao longo do tempo. Na Bioeconomia, essa lei é relevante porque implica que os processos naturais e as atividades econômicas inevitavelmente produzem resíduos e degradam a qualidade dos recursos naturais. Portanto, é essencial considerar a entropia ao planejar e implementar estratégias de bioeconomia sustentável.

Georgescu-Roegen (1971) aborda que a bioeconomia busca desenvolver sistemas econômicos baseados em princípios biológicos, nos quais os recursos naturais são utilizados de forma eficiente e sustentável. Ela visa maximizar o uso de recursos renováveis, minimizar a dependência de recursos não renováveis e reduzir o desperdício e a poluição. Para alcançar esses objetivos, a Bioeconomia se baseia em uma abordagem sistêmica que considera os princípios das leis da termodinâmica e da entropia.

Em se tratando de sua definição, no atual cenário, o conceito de Bioeconomia segue em construção, com pesquisadores e agências buscando classificá-lo das mais diversas formas e em diferentes áreas de abrangência. Mejias (2019) destaca as definições apresentadas em relatórios da Harvard Business Review Brasil (HBR Brasil, 2013) e da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE, 2009). No relatório da HBR Brasil (2013, *apud* Mejias, 2019), a Bioeconomia é descrita como:

(...) uma revolução de inovações aplicadas no campo das ciências biológicas. Está diretamente ligada à invenção, ao desenvolvimento e ao uso de produtos e processos biológicos nas áreas da saúde humana, da produtividade agrícola e da pecuária, bem como da biotecnologia (HBR Brasil, 2013, p. 15, apud Mejias, 2019).

Em relatório da OCDE, a Bioeconomia é definida como:

(...) um mundo onde a biotecnologia contribui com parcela importante da produção econômica. Sua emergência está relacionada a princípios relativos ao desenvolvimento sustentável e sustentabilidade ambiental, envolvendo quatro elementos: biotecnologia, conhecimento, biomassa renovável e integração entre aplicações (OCDE, 2009, apud Mejias, 2019).

Nesse escopo de definições, há também o conceito apresentado pela Comissão Europeia, no qual a Bioeconomia abrange a produção de recursos biológicos renováveis e a conversão desses recursos e fluxo de resíduos em produtos de valor agregado, como alimentos, ração, produtos de base biológica e bioenergia¹ (CARUS; DAMMER, 2018).

1 - Bioenergia é uma forma de energia renovável derivada de fontes biológicas.

Bugge et al. (2016) destacam que a implementação dos preceitos da Bioeconomia, que muitas vezes têm sido entendidos por um vínculo mais estreito com a biotecnologia, deve contemplar diferentes áreas de abrangência, não se limitando a esse escopo restrito. Nesse sentido, é necessária a integração com outras áreas, como o estudo de bioinsumos e da bioecologia, de forma a favorecer o desenvolvimento de novas tecnologias que signifiquem aumento da capacidade de produção, com sustentabilidade ambiental e social (BUGGE et al., 2016)

Valli et al. (2018) destacam que, como a Bioeconomia se concentra no uso de produtos de base biológica, e não nos baseados em fóssil, poderia enfrentar alguns desafios importantes na sociedade. Para os autores, a Bioeconomia não é um segmento de negócios ou uma inovação científica específica, mas inclui toda a atividade econômica derivada de produtos e processos de base biológica que, por sua vez, contribuem para a sustentabilidade com soluções eficientes para os desafios que enfrentamos em relação aos alimentos, produtos químicos, materiais, produção de energia, saúde e proteção ambiental (VALLI et al., 2018).

Mejias (2019) enfatiza que no debate sobre Bioeconomia, não se deve considerar apenas os recursos naturais, mas também o espaço socioambiental. Nesse sentido, seria necessária uma maneira de continuar produzindo e, ao mesmo tempo, conservar a diversidade biológica, gerar resíduos apenas na quantidade que o ecossistema pudesse assimilar ou reciclar, utilizar recursos naturais esgotáveis de forma que não exceda a capacidade de substituição do ambiente, e diminuir a desigualdade social (MEJIAS, 2019).

Foi diante da necessidade de integrar as diferentes visões que compõem a Bioeconomia que os autores Bugge et al. (2016) evidenciaram divergências, nas quais destacam que as principais metas e objetivos da visão biotecnológica relacionam-se ao crescimento econômico e à criação de empregos. Assim, embora suponham efeitos positivos relacionados as mudanças climáticas e aspectos ambientais, o crescimento econômico é claramente priorizado frente à sustentabilidade. Portanto, os efeitos de feedback decorrentes do uso da biotecnologia são frequentemente ignorados. Da mesma forma, riscos e preocupações éticas estão subordinados ao crescimento econômico (BUGGE et all. 2016).

E quanto aos bioinsumos, Bugge et al. (2016) enfatizam que estes devem proporcionar as condições para o aumento do valor agregado com sustentabilidade ambiental e social. Já na visão bioecológica, os autores destacam que os bioinsumos estão conectados à necessidade de ampliar o conceito de otimização e eficiência no processo produtivo com a sustentabilidade ambiental e social, articulada com política de desenvolvimento local.

Backhouse et al. (2021) abordam a necessidade de diminuir a desigualdade global observada na produção de conhecimento sobre Bioeconomia, que atualmente está muito concentrada na União Europeia e na América do Norte. Os autores também enfatizam que o conceito de Bioeconomia está longe de ser estático ou monolítico e questionam até que ponto tal conceito perpetua ou altera as desigualdades socioecológicas globais entre as biomassas produzidas nas semiperiferias e nos centros no que diz respeito à forma onde o processamento ocorre e o valor que é produzido (BACKHOUSE *et al.*, 2021).

Analisando em áreas, Bugge et al. (2016) sintetizam em três as áreas da Bioeconomia que precisam ser consideradas de forma integrada: Biotecnológica, Bioinsumos e Bioecológica. A Tabela 1 traz detalhes desses conceitos, avaliados a partir de suas metas, criação de valor, inovação e foco espacial. Em se tratando das metas, constata-se que nas três áreas o crescimento econômico e a sustentabilidade estão entre os objetivos centrais. Na criação de valor, o desenvolvimento de uma produção baseada em biotecnologia e integrada está presente nas três áreas. Os impulsionadores e mediadores da inovação envolve formas de ações e atuação de diferentes agentes, todos com foco no uso eficiente de recursos e insumos. O foco espacial é divergente entre as áreas, ora com foco em regiões centrais ora com visões periféricas.

Tabela 1 - Características-chave das visões da Bioeconomia

	Biotecnológica	Bioinsumos	Bioecológica
<i>Metas e objetivos</i>	Crescimento econômico e criação de emprego	Crescimento econômico sustentável	Sustentabilidade, biodiversidade, conservação de ecossistemas, evitando a degradação do solo
<i>Criação de valor</i>	Aplicação de biotecnologia, comercialização de pesquisa & tecnologia	Conversão e atualização de biotecnologias (orientadas a processos)	Desenvolvimento da produção integrada de sistemas e produtos de alta qualidade com identidade territorial
<i>Impulsionadores & mediadores da inovação</i>	P&D, patentes, Conselhos de Pesquisa e financiadores (Investimento em ciência e tecnologia, modelo linear)	Interdisciplinar, otimização do uso da terra, incluem terras degradadas na produção de biocombustíveis, uso e disponibilidade de biotecnologia, gestão de resíduos, engenharia, ciência & mercado (Interativo & modo de produção em rede)	Identificação de práticas agroecológicas orgânicas, éticas, de baixo risco, sustentabilidade transdisciplinar, interações ecológicas, reutilização & reciclagem de resíduos, uso da terra, (Modo de produção circular e autossustentável)
<i>Foco espacial</i>	Aglomerados globais/ regiões centrais	Regiões rurais/periféricas	Regiões rurais/periféricas

Fonte: (BUGGE et al., 2016)

Os trabalhos supracitados evidenciam que o conceito e a abrangência da Bioeconomia ainda estão em discussão, com estudiosos buscando elucidar sua importância. Todos esses esforços se justificam, uma vez que, como descrito em Oliveira et al. (2018), a Bioeconomia possibilita um fortalecimento das relações entre as atividades do setor primário, como a agricultura, e as atividades da indústria de transformação e dos serviços, tornando-as segmentos de um mesmo processo e contribuindo, assim, para o desenvolvimento econômico.

É neste contexto multidisciplinar que no próximo capítulo é apresentada a metodologia e a respectiva base teórica na qual foi feita a pesquisa bibliográfica, a revisão sistemática, a análise bibliométrica e a fonte de dados utilizada.

3. METODOLOGIA

Este capítulo trata da Revisão sistemática, Análise bibliométrica e da Fonte de dados utilizada.

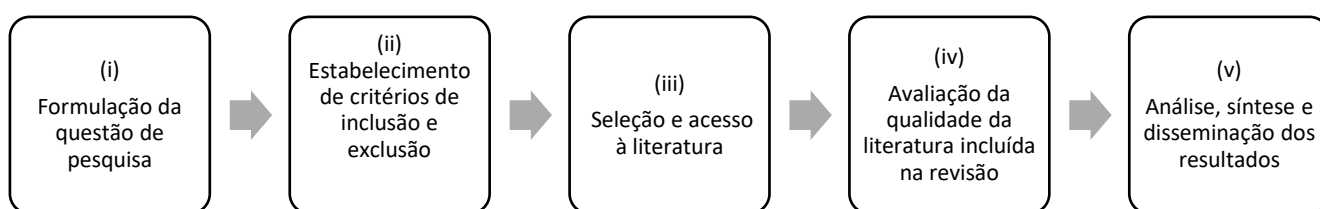
3.1. Revisão sistemática

A pesquisa bibliográfica refere-se a um apanhado geral sobre os principais trabalhos selecionados na literatura, capazes de fornecer dados atuais e relevantes relacionados ao tema. O estudo da literatura pertinente contribui na planificação de outros estudos, evitar publicações e erros, e representa uma fonte indispensável de informações, podendo até orientar as novas indagações (MARCONI; LAKATOS, 2003).

A revisão sistemática, por sua vez, é um método criado para resolver problemas comuns da pesquisa bibliográfica, trazendo mais confiabilidade à mesma a partir de procedimentos mais criteriosos (MEDEIROS et al., 2015). Sampaio e Mancini (2007), *apud* Medeiros et al. (2015), definem a Revisão Sistemática como um tipo de pesquisa que utiliza como fonte de dados a literatura sobre determinado tema. Esse tipo de investigação disponibiliza um resumo das evidências relacionadas a uma estratégia de intervenção específica, mediante aplicação de métodos explícitos e sistematizados da busca, apreciação crítica e síntese da informação selecionada.

A Figura 1 elenca as etapas para a realização de uma revisão sistemática de literatura. Tais etapas foram definidas por Fillipi et al. (2019) e demonstram de maneira didática e sintética os passos para uma adequada revisão da literatura.

Figura 1 – Etapas do protocolo de revisão sistemática de literatura



Fonte: Fillipi et al. (2019).

A primeira etapa refere-se à formulação da questão da pesquisa, que deve ser objetiva e clara, de forma que favoreça a busca por sua(s) resposta(s). Na sequência deve-se estabelecer critérios de seleção e avaliação. Por fim, realiza-se a análise, síntese e disseminação dos resultados.

Na presente dissertação, a questão da pesquisa envolve a compreensão de como o conceito de Bioeconomia tem sido empregado na literatura por pesquisadores brasileiros. Os critérios de seleção e

avaliação foram definidos a partir de termos chaves relacionadas à Bioeconomia. Nas próximas seções serão apresentados tais termos e como se deu a seleção e avaliação dos estudos selecionados.

3.2. Análise bibliométrica

Para Bugge et al. (2016), a análise bibliométrica baseia-se em uma recuperação bibliográfica de estudos científicos relevantes indexados a uma base de dados científicos reconhecidos. A delimitação de uma amostra pode ser definida pela base escolhida, localização geográfica dos autores, seleção de áreas de pesquisa, seleção de uma amostra de diário, ou seleção de palavras-chave (BUGGE et al., 2016).

A aplicação da análise bibliométrica permite ao pesquisador avaliar, por meio de indicadores, a relevância das publicações selecionadas, além de nortear o processo de seleção do referencial bibliográfico que melhor se aproxime do assunto pesquisado (MEDEIROS *et al.*, 2015).

Já as técnicas de análise bibliométrica são divididas em técnicas principais e de enriquecimento. As principais incluem análise de desempenho (métricas relacionadas à publicação, à citação, cocitação e publicação) e mapeamento científico (análise de citações, análise de cocitações, acoplamento bibliométrico, análise de copalavras e análise de coautoria) (BÜYÜKKIDIK, 2022).

Para a realização da análise bibliométrica neste estudo, foi empregado o *Bibliometrix*, uma ferramenta online de código aberto para executar uma análise abrangente de mapeamento da literatura científica. O *Bibliometrix* foi programado em linguagem *R* para ser flexível e facilitar a integração com outros pacotes estatísticos e gráficos (ARIA & CUCCURULLO, 2017). A abrangência da análise pelo *Bibliometrix* favorece a avaliação de estudos via citações, cocitações, coautores, copalavras e acoplamento bibliométrico.

A análise bibliométrica faz a integração da pesquisa bibliográfica com a revisão sistemática.

3.3. Fonte e base de dados

Nesta pesquisa, a amostra dos estudos avaliados foi delimitada por meio de seleção na plataforma de periódicos da Capes. A escolha dessa plataforma se justifica por três motivos centrais: (i) cobrir uma ampla gama de áreas do conhecimento relacionadas à Bioeconomia; (ii) ser uma plataforma compartilhada pelo meio acadêmico brasileiro para publicação de pesquisas; (iii) ser uma fonte de dados confiável, que oferece informações sobre citações e cocitações.

Dentro da plataforma, o levantamento foi realizado no repositório da Web of Science – WoS. Esse repositório reúne uma ampla base de referências bibliográficas e citações, a qual permite avaliar e analisar o resultado das pesquisas.

Tendo como referência as definições sobre Bioeconomia por parte da Embrapa (2022) e Bugge et al. (2016), entre outros autores, foram escolhidas as palavras-chave com suas variações na língua inglesa:

- Biologia: Biology Biological Biologic
- Tecnologia: Technology Technologies Technological Technologic
- Bioinsumos: Bioresource Bio-resource Biobased Biomass Biodiesel Biotechnology Biofuels
Biogas Biochar Bioenergy Biodigesters Biorefineries Resources Biochemical
Biofertilizer Bioinoculants Biowaste Bioinputs Biotic Biodefense Biostimulant
Biorigin Biomolecules Biohydrogen Bioethanol Bioremediation Biomethane
Biopolymers Biopeptides
- Bioeconomia: Bioeconomy Bioeconomic
- Ecologia: Ecology Ecological Ecologic Ecologically Biodiversity
- Social: Societies Socio Socio-economic Socio-biological Sociotechnical Socially Communities
- Sustentabilidade: Sustainability Sustainable

A partir dos termos acima aplicados para publicações de autores brasileiros nos idiomas português e inglês entre 2015 e julho de 2022, o número de estudos selecionados somou 36.

A Tabela 2 sintetiza os filtros realizados para se chegar às 36 publicações com base nas palavras-chave (*Bioeconomy* OR *Social* OR *Sustainable* OR *Technolgy*) e (*Brazil*).

Tabela 02 – Palavras-chaves utilizadas para seleção dos estudos

Data	Busca	Filtros
31/07/2022	(*Bioeconomy* OR *Social* OR *Sustainable* OR *Technolgy*)	
31/07/2022	(*Bioeconomy* OR *Social* OR *Sustainable* OR *Technolgy*)	AND (Brazil*)
31/07/2022	(*Bioeconomy* OR *Social* OR *Sustainable* OR *Technolgy*)	Affiliation: Brazil
31/07/2022	(*Bioeconomy* OR *Social* OR *Sustainable* OR *Technolgy*)	Paper type: Article or Review

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na etapa de coleta e seleção dos registros, também foram adotados critérios para filtrar os estudos. Tais critérios foram: i) ter abordado, no corpo do texto, o conceito de Bioeconomia; ii) desenvolvimento da Biotecnologia como parte da Bioeconomia; iii) analisar a ecologia e a sustentabilidade social como parte da Bioeconomia; iv) estudos produzidos por pesquisadores do Brasil. Como resultado, foram excluídos quatro estudos, que não abordam a Bioeconomia no corpo do texto. Logo, foram mantidas 32 publicações.

Após filtrar os estudos, foi feita a leitura e análise das 32 publicações que estão no próximo capítulo.

4. RESULTADOS

Este capítulo está dividido em Revisão sistemática; Abordagens sobre a bioeconomia; A bioeconomia como um conceito multidisciplinar: definições correlatas e avanços tecnológicos; Bioeconomia como propulsora de inovação aberta e coletiva; A estrutura produtiva no Brasil pode promover modelos ligados à Bioeconomia; e Análise bibliométrica.

4.1. Revisão sistemática

O Quadro 1 apresenta o levantamento das palavras-chave nos 32 estudos selecionados de pesquisadores brasileiros, de forma multidisciplinar. Ao fazer o levantamento por palavra-chave no corpo do texto de cada estudo, chegou-se ao total de 4.954 (quatro mil novecentos e cinquenta e quatro) repetições em que foram abordados os termos Bioeconomia, Bioinsumos, Biologia, Ecologia, Social, Sustentabilidade e Tecnologia, com suas respectivas variações.

A proporção da abordagem de cada palavra-chave em relação ao total 4.954 termos encontrado nos textos analisados permitiu constatar que as palavras Biologia ou biológico foram citadas em 5,43% do total. Os termos Tecnologia, tecnológico ou Biotecnologia foram citados em 14,13% do total; Bioinsumos apareceu em 41,40% do total, por representar uma extensa rede de palavras-chave; Bioeconomia, em 17,5%; Ecologia, em 4,52% dos estudos selecionados; Social, em 4,36%; e Sustentabilidade, em 12,66% do total.

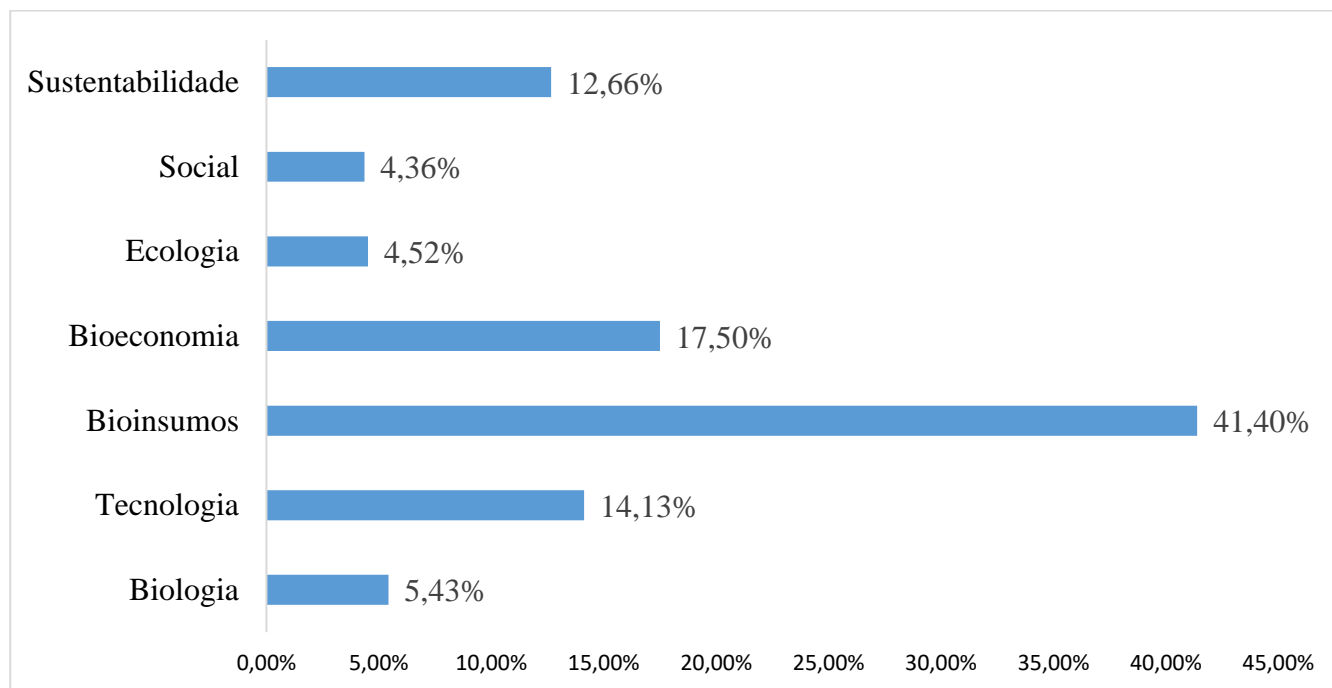
Quadro 1 - Quantificação das palavras chaves por publicação analisada

Artigos/Palavras Chaves	Biologia	Tecnologia	Bioinsumos	Bioeconomia	Ecologia	Social	Sustentabilidade
ANDREAUS <i>et al.</i> , 2021	2	0	26	09	01	03	07
BARCELOS <i>et al.</i> , 2021	01	06	74	28	01	11	25
BELTRAN <i>et al.</i> , 2021	01	24	18	44	0	22	77
BERGAMO <i>et al.</i> , 2022	07	03	02	67	08	07	15
BOMTEMPO <i>et al.</i> , 2017	07	39	41	03	0	02	0
CARBONELL <i>et al.</i> , 2021	20	118	90	87	12	16	48
CHANDEL <i>et al.</i> , 2020	19	41	192	41	09	01	32
CIDÓN; FIGUEIRÓ; SCHREIBER, 2021	03	22	59	23	17	17	84
CONTERATTO <i>et al.</i> , 2021	38	12	185	67	27	16	20
CUDLÍNOVÁ <i>et al.</i> , 2020	03	04	75	81	07	05	53
DIAS e CARVALHO, 2017	15	79	41	24	01	0	03
DIAS, ROSANGELA RODRIGUES <i>et al.</i> , 2022	04	09	47	07	04	0	09
ORTEGA <i>et al.</i> , 2020	03	02	34	02	10	0	11
(FERREIRA <i>et al.</i> , 2019)	18	08	143	01	02	01	07
(KARP, SUSAN G. <i>et al.</i> , 2021)	0	8	37	04	0	15	05
KARP <i>et al.</i> , 2022]	02	18	58	07	01	0	07
LAHR <i>et al.</i> , 2022	04	11	34	25	03	11	38
MACHADO <i>et al.</i> , 2019	0	14	142	26	01	03	03
MODESTO <i>et al.</i> , 2020	01	02	15	04	0	0	01
MOREIRA <i>et al.</i> , 2021	04	09	167	16	0	04	10
RAMPASSO <i>et al.</i> , 2021	06	13	60	82	16	09	24
SALVADOR <i>et al.</i> , 2020	03	14	78	66	01	16	27
(SALVADOR <i>et al.</i> , 2022)	02	59	83	63	02	08	22
SANTOS <i>et al.</i> , 2017	03	12	26	02	0	01	03
SARMIENTO-PADILLA <i>et al.</i> , 2021	01	06	32	04	02	02	03
SCHREINER, 2015	49	75	113	07	1	10	23
SILVA; SEVALHO; MIRANDA, 2021	09	34	18	17	09	06	03
SOUZA; PACCA, 2021	0	19	09	08	1	0	05
SOUSA, 2021	02	07	11	24	14	07	20
VALLI <i>et al.</i> , 2018	21	23	29	14	42	08	14
VALLI e BOLZANI, 2019	09	05	07	06	27	02	03
VARGAS-CARPINTERO <i>et al.</i> , 2021	12	04	105	08	05	13	25
Total 4.954	269	700	2051	867	224	216	627
%	5,43%	14,13%	41,40%	17,50%	4,52%	4,36%	12,66%

Fonte: Resultados da pesquisa.

A Figura 2 sintetiza as informações apresentadas no Quadro 1, o que permite constatar que o termo Bioinsumos, quantificado com suas variações – como biorrefinaria, biocombustíveis e bioplástico, entre outras – apareceu com a maior frequência, seguido dos termos Bioeconomia, Tecnologia, Sustentabilidade, Ecologia, Biologia e Social.

Figura 2 – Proporção das palavras-chave



Fonte: Resultados da pesquisa.

A partir das mensurações apresentadas no Quadro 1 e na Figura 2, iniciou-se a análise dos estudos, considerando-se a abordagem no corpo do texto para proporcionar a revisão da literatura. Nas próximas seções, tais estudos são apresentados e discutidos, levando em consideração o uso das palavras-chave desta pesquisa em cada um.

4.2. As abordagens sobre a bioeconomia

Em se tratando das definições de Bioeconomia apresentadas nos estudos, constatou-se que a maior parte não apresenta divergência, mas se complementam. Alguns autores, como Cudlínová *et al.* (2020), ao estudarem a produção de biocombustíveis no Brasil, problematizam a relação da Bioeconomia com as questões de sustentabilidade, enfatizando a contradição entre práticas de sustentabilidade e descontrolado do desmatamento, cenário que se agravou na década de 2010, devido à perda de controle por parte do Estado de garantir processos de regulação da produção agrícola².

Cudlínová *et al.* (2020) consideram que a Bioeconomia preconizada na produção brasileira de biocombustíveis, que permite novas formas de grilagem de terras, impede que esta possa ser considerada ambientalmente sustentável. Nesse sentido, a relação entre a Bioeconomia e a grilagem de terras requer uma investigação refinada, tanto dos países mais ricos quanto das economias emergentes, com o objetivo de propor estratégias efetivas para alcançar o desenvolvimento verdadeiramente sustentável no setor primário. A relação entre a Bioeconomia e a grilagem de terras é uma questão fundamental na teoria e na prática do desenvolvimento, sendo parte relevante de um discurso de sustentabilidade mais geral na competição global por biomassa (CUDLÍNOVÁ *et al.*, 2020).

O cenário para Cudlínová *et al.* (2020) indica que a adoção de estratégias econômicas orientadas para os princípios da Bioeconomia garante um caminho de desenvolvimento promissor (ou seja, ambientalmente sustentável e socialmente coeso). Sendo uma solução ganha-ganha, o paradigma bioeconômico pode responder à escassez de recursos naturais, contrariando as mudanças climáticas e fornecendo uma solução à segurança alimentar para uma população global crescente. (CUDLÍNOVÁ *et al.*, 2020).

Andreas *et al.* (2021) assumem que a Bioeconomia pode ser entendida como uma economia neutra em carbono baseada no uso sustentável de biomassa renovável por produzir produtos químicos e materiais de base biológica. Em Sousa (2021), a Bioeconomia, também conhecida como economia biofundamentada, constitui-se em um conjunto de atividades no âmbito econômico que captam o valor latente dos processos biológicos e dos biorecursos renováveis, com o propósito de produzir melhores condições de saúde e, conseqüentemente, a busca por promover o desenvolvimento sustentável (SOUSA, 2021).

2 – Aumentar a produção de etanol com aumento da área plantada, neste caso agrava o impacto ambiental e mais ainda se for feita com desmatamento.

Carbonel *et al.* (2021) destacam o conceito de Bioeconomia implementado pela Comissão Europeia, que baseia-se em cinco pilares: assegurar segurança alimentar e nutricional; gestão dos recursos naturais de forma sustentável; reduzir a dependência de não-renováveis/recursos insustentáveis; atenuação e adaptação diante da mudança climática; e reforço da competitividade europeia com criação de empregos. Para os autores, a Bioeconomia apresenta uma oportunidade para o desenvolvimento econômico e social de países como o Brasil, uma vez que oferece possibilidades para a produção, conversão e utilização ambientalmente sustentáveis dos recursos naturais. Os autores estimaram que, em 2014, o número de pessoas empregadas nas atividades relacionadas à Bioeconomia na União Europeia (UE) somou aproximadamente 18,6 milhões, gerando um volume de negócios de cerca de 2,2 trilhões de dólares anualmente (CARBONELL *et al.*, 2021).

Dias e Carvalho (2017) fazem um contraponto entre o conceito da Bioeconomia preconizada por Georgescu-Roegen e as visões mais modernas definidas por organizações internacionais, como a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) e a Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento (UNCTAD). Os autores destacam como o papel da Bioeconomia se modificou nas últimas décadas em razão do surgimento dessas novas visões, ligadas a inovações quanto ao uso de produtos e processos biológicos nas áreas da saúde humana, da produtividade agrícola e da pecuária, bem como da biotecnologia. Para os autores, o Brasil, em razão do domínio da tecnologia em processos agroindustriais relacionados à bioenergia, aliados às suas aptidões agrícolas e em função de sua extensão territorial, configura-se como uma das principais alternativas desse novo cenário.

Machado *et al.* (2019) também destacam as vantagens de o Brasil ter grande estoque de terras antropizadas, nas quais já se implementou a produção agrícola. Em contrapartida, os autores chamam a atenção para a importância de se avançar em políticas e regulamentos sobre o uso da terra, de forma a se diferenciar de modelos ultrapassados e ainda observados em outros países. Nesse sentido, uma particularidade negativa do Brasil é que o País gradualmente perdeu o controle do desmatamento, que, em 2012, ultrapassou os patamares registrados em 2009 (MACHADO *et al.*, 2019).

Como exemplo, Machado *et al.* (2019) destacam a produção em larga escala do biodiesel no Brasil, realizada a partir da produção de soja em grandes extensões de terra (8 milhões de m³ de biodiesel requerem uma expansão de cerca de 10 milhões de hectares de soja), o que, para os autores, reduz os benefícios de modelos que cumprem os preceitos da Bioeconomia. Nessa linha, Chandel *et al.* (2020) ponderam que a abordagem da Bioeconomia também é apoiada pelo fato de que apenas a substituição dos recursos fósseis por fontes bio-baseadas não garante uma melhor sustentabilidade. Nesse sentido,

ênfatisa-se a necessidade de maior articulação, coordenação e visão sistêmica dos sistemas produtivos baseados em novos modelos de produção (CHANDEL *et al.*, 2020).

Cidón *et al.* (2021) ênfatisam a transição energética em curso, que para mitigar e superar esses problemas, é que foi conceituada a bioeconomia que colocam como desvio da dependência de combustíveis fósseis para uma situação em que ocorre o uso da biomassa, não apenas como um suprimento de alimentos, mas também como matéria-prima para indústria e produção de energia (CIDÓN *et al.*, 2021). A bioeconomia está constantemente se desenvolvendo para abraçar fontes mais extensas de biomassa, explorando seu potencial para produzir produtos de alto valor que atendam às necessidades atuais e futuras da sociedade (ANDREAUS *et al.*, 2021)

Já Conteratto *et al.* (2021) colocam que a Bioeconomia vem liderando a transição sociotécnica (processo de mudanças tecnológicas nos sistemas econômicos e sociais) para economias nacionais mais sustentáveis. No entanto, a consolidação dessa transição requer soluções inovadoras em insumos, processos e produtos renováveis (CONTERATTO *et al.*, 2021).

Enquanto os pesquisadores Rampasso *et al.* (2021) destacam que, para haver conexão entre a Avaliação de Ciclo de Vida e a Bioeconomia, deve-se priorizar a escolha de sistemas de produção mais sustentáveis em termos de seleção de bioprocessos (por exemplo, refinarias), bioprodutos, biomateriais, biomassa e bioenergia; e que, com o advento da Bioeconomia, a busca pela produção com o menor impacto por unidade de produto colocada no mercado tem se intensificado (RAMPASSO *et al.*, 2021).

Outra observação de Rampasso *et al.* (2021) ênfatisa como as pesquisas em curso têm apresentado mudança de paradigma dos modelos de produção atuais para aqueles que envolvem o contexto da Bioeconomia, incluindo os diferentes contextos geográficos, socioeconômicos, ecológicos, com ênfase nos impactos relacionados ao uso e transformação da terra, à biodiversidade, e também os impactos das mudanças climáticas (RAMPASSO *et al.*, 2021).

No caso do Brasil a Bioeconomia é uma oportunidade real para o Brasil e, portanto, deve contemplar os interesses do Estado brasileiro, alinhados com os setores empresarial, acadêmico e a sociedade civil, pautando-se pelo respeito à sustentabilidade e à conservação dos recursos naturais, além de garantir a competitividade da indústria nacional frente ao mercado global (SILVA *et al.*, 2021).

Em específico para o caso da Amazônia, Bergamo *et al.* (2022) afirmam que, embora tenha muitas definições sobre bioeconomia aplicadas ao bioma, o debate atual na Amazônia é baseado, principalmente, em uma Bioeconomia focada em produtos florestais que tem levantado a preocupação com a sustentabilidade e a equidade dos benefícios entre sua população. Bergamo *et al.* (2022) argumentam também que uma Bioeconomia amazônica deve transcender a abordagem dos produtos

baseados em florestas, assegurando: (i) desmatamento zero, (ii) fortalecimento da cultura milenar amazônica e práticas econômicas da população tradicional, (iii) diversificação de métodos e valorização da biodiversidade como resposta às plantações generalizadas de monocultura, e (iv) compartilhamento de benefícios equitativos com as comunidades locais. Projetos de Bioeconomia contínuos e futuros que genuinamente visem conservar a floresta amazônica remanescente e promover benefícios socioecológicos devem considerar esses princípios orientadores” (BERGAMO *et al.*, 2022).

Para Bergamo *et al.* (2022), é urgente estabelecer diretrizes para uma Bioeconomia amazônica considerando-se o *boom* de iniciativas financeiras e políticas públicas sobrepostas para testar abordagens de Bioeconomia na região. Sem a floresta em pé, é improvável que a Bioeconomia prospere na Amazônia (BERGAMO *et al.*, 2022).

De forma geral, infere-se que as abordagens dos estudos selecionados sobre Bioeconomia, englobam um conjunto de estratégias e práticas que buscam a utilização dos recursos biológicos e a geração de valor agregado em toda a cadeia produtiva, desde a produção até a comercialização, com sustentabilidade ambiental, econômica e social.

4.3. A bioeconomia como um conceito multidisciplinar: definições correlatas e avanços tecnológicos

Os autores dos estudos avaliados divergem quanto à abordagem, mas concordam quanto à importância da integração entre diferentes campos de conhecimento, especialmente Biotecnologia, Bioinsumos, Bioecologia e áreas similares que envolvem avanços tecnológicos baseados em novas pesquisas. Eles também concordam que a Bioeconomia precisa ser sustentável do ponto de vista ambiental, econômico e social, com uma coordenação integrada e sistêmica.

Para Schreiner (2015), o crescimento das práticas da Bioeconomia está intimamente ligado à evolução da indústria da **Biotecnologia**. Para esses autores, a biotecnologia tem sido responsável por melhorar a eficiência ambiental da produção primária e do processamento industrial, além de recuperar setores degradados, especialmente o da água (SCHREINER, 2015). Nesse contexto, Lahr *et al.* (2022) afirmam que a Bioeconomia é garantida pelos mercados de produtos biobaseados, cuja conversão de entrada para produto envolve recurso renovável para alimentar produções com a biotecnologia (LAHR *et al.*, 2022).

Na medida em que a biotecnologia é a área da biologia que utiliza técnicas da biologia molecular e genética para desenvolver novos produtos e processos tecnológicos, Bugge *et al.* (2016) destacam o

papel da biotecnologia como forma de contribuir para a transformação de resíduos orgânicos em novos produtos. Sugere-se também que as amplas possibilidades de aplicação da biotecnologia levam a uma indefinição de fronteiras entre as indústrias tradicionais, uma vez que as tecnologias abordam o estágio da comercialização. Nessa visão, Bugge et al. (2016) enfatizam que a realização de pesquisas é um componente central, tendo os conselhos de pesquisa e outros órgãos de financiamento de pesquisa papel central na tradução das visões da Bioeconomia no desenvolvimento real da produção agrícola (BUGGE et al., 2016).

No Brasil, os primeiros programas de apoio ao desenvolvimento da área de Biotecnologia foram iniciados na década de 1980 (DIAS; CARVALHO, 2017). Nos anos seguintes, foram criados diferentes instrumentos de apoio à biotecnologia, com destaque para o Fundo Setorial de Biotecnologia. Levantamento da OCDE de 2013, a partir de entrevistas nacionais realizadas em 31 países, aponta o Brasil na 12ª colocação em relação ao número de empresas de biotecnologia existentes no mundo, atrás dos EUA (com 7.970 empresas), da Espanha (3.025), da França (1.481), da Coreia do Sul (885), da Alemanha (693), da Austrália (527), do Japão (523), do Reino Unido (488), do México (406), da Nova Zelândia (369) e da Bélgica (350). Historicamente, o mercado global de biotecnologia vem sendo liderado pela América do Norte. No entanto, a Ásia tem mostrado taxas de crescimento muito elevadas, em razão dos custos significativamente menores relativos à realização de ensaios clínicos (DIAS; CARVALHO, 2017). Para os autores, a Ásia tende a se tornar o maior mercado de biotecnologia do planeta.

Os **Bioinsumos**, outro conceito que os autores destacam, são importantes no campo da Bioeconomia como uma alternativa aos insumos químicos convencionais na agricultura, pecuária e indústria de alimentos. Pesquisas recentes mostram que sua obtenção se dá a partir de fontes biológicas, como plantas, animais, micro-organismos ou resíduos orgânicos destacados por autores, como Bugge et al. (2016) e Conteratto et al. (2021).

Em 26 de maio de 2020, o Governo Federal instituiu o Programa Nacional de Bioinsumos e o Conselho Estratégico do Programa Nacional de Bioinsumos por meio do Decreto 10375. E tem como objetivo incentivar a pesquisa, o desenvolvimento e a produção de bioinsumos, que são produtos de origem biológica utilizados na agricultura para o controle de pragas, doenças e nutrição das plantas. Esses insumos têm potencial para reduzir o uso de agroquímicos convencionais, minimizando os impactos ambientais e promovendo a sustentabilidade no setor agrícola.

Bugge et al. (2016) argumentam que as plantas que produzem bioprodutos influenciarão positivamente a geração de empregos na zona rural e, provavelmente, serão menos livres que outras

formas de atividade econômica devido à importância dos recursos naturais como fatores-chave de localização. Assim, a Bioeconomia de recursos biológicos se abre para um desenvolvimento rural revivido, impulsionado pela diversificação de produtos mais avançados tecnologicamente e de maior valor agregado (BUGGE et al., 2016).

A partir dessas abordagens de Bugge et al. (2016) e Conteratto et al. (2021), e na medida em que bioinsumos são insumos ou produtos obtidos a partir de fontes biológicas, os autores destacam o significativo potencial da Bioeconomia de estimular o desenvolvimento nos ambientes rurais.

Ademais, como a **biomassa** é uma fonte de matéria orgânica, que pode ser convertida em energia, produtos químicos e materiais, sua produção sustentável também se relaciona à Bioeconomia, neste caso como bioinsumo. Schreiner (2015) destaca a importância do Brasil nesse contexto, uma vez que o País possui a matriz energética mais renovável do mundo industrializado, com 45,9% de sua produção a partir de fontes como recursos hídricos, biomassa e etanol, além de energias do vento e do sol³ (SCHREINER, 2015).

Pesquisas atuais também chamam a atenção para novas possibilidades na produção de biomassa como fonte de energia limpa. Ferreira et al. (2019) destacam a biomassa obtida nos cultivos de microalgas⁴, evidenciando seu amplo potencial de aproveitamento no cenário da energia e do meio ambiente, seja por favorecer a fixação do CO₂ durante seu crescimento e contribuir para a redução da emissão de gases de efeito estufa, ou como fonte na produção de biocombustíveis (como biodiesel, bioetanol e biogás), por meio da conversão bioquímica e termoquímica (FERREIRA *et al.*, 2019).

Chandel et al. (2020) trazem a crítica de que os debates sobre exploração energética de base biológica revelaram que substituir combustíveis fósseis por biomassa não é economicamente eficaz ou ambientalmente sustentável. Em um contexto de visão integrada e sistêmica da sustentabilidade, os autores consideram que há uma necessidade de proteger o meio ambiente, bem como de buscar sustentabilidade econômica, empregando estratégias de 'governança' suficientes. Os fatos mencionados acima, juntamente com as considerações de sustentabilidade, sugerem fortemente a necessidade de combinar a Bioeconomia com uma economia de fluxo circular baseada em recursos renováveis – ou seja, Bioeconomia circular. (CHANDEL *et al.*, 2020).

3 - De acordo com a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), em 2022 as usinas hidrelétricas, eólicas, solares e de biomassa foram responsáveis por 92% do total de eletricidade produzida pelo país, maior percentual dos últimos 10 anos.

4 - A biomassa de microalgas refere-se à matéria orgânica produzida por microalgas, que são organismos fotossintéticos microscópicos.

Já Vargas-Carpintero *et al.* (2021) enfatizam que a Bioeconomia depende do fornecimento sustentável de biomassa e, portanto, envolve questões relacionadas à preservação da biodiversidade, bem como à proteção do clima e do meio ambiente (VARGAS-CARPINTERO *et al.*, 2021).

Nos estudos selecionados, foi destacado o papel das **biorrefinarias**, que são instalações que combinam processos de conversão de biomassa em diversos produtos, incluindo biocombustíveis, insumos químicos, materiais, alimentos, rações e energia. E com o objetivo de otimizar o uso de recursos e minimizar os efluentes, as biorrefinarias integram diversas rotas de conversão – bioquímicas, microbianas, químicas e termoquímicas – em busca do melhor aproveitamento da biomassa e da energia nela contida (EMBRAPA, 2012). Devido à longa experiência brasileira no processamento de cana-de-açúcar, grãos e produção de biodiesel, o Brasil conta com acúmulo em pesquisa e inovação em biorrefinarias, o que favorece uma matriz energética cada vez mais limpa e que agrega valor a partir da Bioeconomia.

Conteratto *et al.* (2021) enfatizam que o papel das biorrefinarias é o de melhorar o refinamento de moléculas de organismos com potencial renovador, que é a fundação da Bioeconomia, e contextualiza que a Bioeconomia tem sido apresentada como uma alternativa para o desenvolvimento sustentável. Sendo que políticas públicas e programas nacionais de Bioeconomia têm reservado um papel essencial para os biorrefinadores. No entanto, a má interpretação do que pode ser uma biorrefinaria pode levar à adoção de políticas públicas tendenciosas, restringindo seu potencial. Portanto, o conceito de biorrefinaria requer uma definição conceitual adequada para o contexto da Bioeconomia (CONTERATTO *et al.*, 2021).

Historicamente, Conteratto *et al.* (2021) trazem que o *boom* das biorrefinarias ocorreu no setor de energia por meio de investimentos em usinas de processamento de cana-de-açúcar para produção de bioetanol como estratégia para enfrentar as crises do petróleo dos anos 1970. Mais tarde, no início do século XXI, o governo brasileiro fortaleceu programas para incentivar o etanol, a produção de biodiesel e usar para tornar mais limpa a matriz energética (CONTERATTO *et al.*, 2021).

Para Karp *et al.* (2022), as biorrefinarias são unidades centrais que convertem recursos de biomassa em energia e bioprodutos, representando uma alternativa sustentável aos processos tradicionais baseados em fósseis. Dentre os vários tipos de biorrecursos, a cana-de-açúcar é a mais importante fonte de açúcar e a segunda fonte de etanol do mundo, sendo também explorada como combustível sólido em um sistema de cogeração eficiente para produzir bioeletricidade (KARP *et al.*, 2022). A pesquisa realizada pelos autores destaca que as possibilidades de se desenvolver configurações atuais e novas de biorrefinarias de cana-de-açúcar são promissoras e que as métricas de Bioeconomia na cadeia produtiva da cana-de-açúcar

devem ser sempre consideradas. Etanol e bioeletricidade são os principais bioprodutos derivados da cana-de-açúcar (KARP *et al.*, 2021).

Conforme Schreiner (2015), além do recente aumento do custo do produto, as tecnologias renováveis têm uma limitação logística relacionada com o frete e o custo de manuseamento do transporte de biomassa para a biorrefinaria (SCHREINER, 2015), enquanto para Ferreira *et al.*, (2019) o benefício da biorrefinaria é o valor econômico dos produtos. Os benefícios versus os custos operacionais permitem visualizar simultaneamente a viabilidade de diferentes produtos (FERREIRA *et al.*, 2019).

Neste contexto, para Ferreira *et al.* (2019), a biorrefinaria inovadora pode ser um exemplo interessante de como reduzir os custos de produção de biomassa microalgal, fornecendo tratamento aos efluentes cervejeiros – com a geração de uma biomassa valiosa para diversas aplicações diferentes (biocombustíveis, compostos bioativos e biofertilizadores/condicionadores do solo), que poderiam oferecer benefícios econômicos e ambientais à indústria cervejeira – e contribuindo para uma economia circular real (FERREIRA *et al.*, 2019). Já para Chandel *et al.* (2020), a natureza sustentável dos biocombustíveis e bioquímicos e o impulso global em relação aos produtos de base biológica tornam os bioquímicos de base renovável candidatos potenciais significativos para biorrefinarias (CHANDEL *et al.*, 2020).

Apesar de pouco abordada nos 32 estudos selecionados, a produção de **biofertilizante** é uma estratégia importante, baseada nos avanços tecnológicos e na construção de uma agricultura mais sustentável e eficiente, já que é uma alternativa aos fertilizantes químicos sintéticos que podem ter impactos negativos no solo, na água e no meio ambiente.

Para além da importância ambiental, Ferreira *et al.* (2019) chamam atenção para o aumento dos custos dos fertilizantes químicos, o que tem tornado cada vez mais rentável a busca por novos produtos, em especial os biológicos. Nesse contexto, o uso de bioinsumos tem sido encarado como uma alternativa adequada e urgente. Os biofertilizantes desempenham um papel importante e são essenciais para processos controlados de mineralização e fertilização. São econômicos, ecológicos e um recurso renovável, tornando-os uma alternativa sustentável aos atuais fertilizantes químicos intensivos em custos energéticos, não apenas para melhorar a produção agrícola, mas também para diminuir a poluição ambiental (FERREIRA *et al.*, 2019).

Já Moreira *et al.* (2021) destacam que a biomassa microalgas, que é biofertilizante, obtida a partir do tratamento de águas residuais, pode ser aplicada como fonte de nutrientes na agricultura porque os nutrientes recuperados das águas residuais pelo cultivo de microalgas podem ser reutilizados como biofertilizantes em um modelo de agricultura sustentável, evitando o uso de produtos químicos. No

entanto, deve-se considerar a ocorrência de contaminantes na biomassa produzida a partir do tratamento de águas residuais (MOREIRA *et al.*, 2021).

A importância da Bioeconomia também emerge quando se trata da garantia da biodiversidade. Neste caso, Bugge *et al.* (2016) destacam a importância de processos ecológicos que otimizam o uso de energia e nutrientes, promovem a biodiversidade e evitam monoculturas e degradação do solo. Em termos de foco espacial, a visão **bioecológica**, que envolve o uso de bioinsumos, enfatiza as oportunidades para regiões rurais e periféricas de forma semelhante à visão de biotecnologia. (BUGGE *et al.*, 2016).

Bugge *et al.* (2016) colocam que as oportunidades de crescimento rural podem resultar do foco em produtos de alta qualidade e com identidade territorial. No entanto, enquanto a importância das ligações externas é enfatizada na visão da biotecnologia, a visão bioecológica exige o desenvolvimento de economias localmente incorporadas, ou seja, "sistemas agroecológicos baseados em lugares", como parte central dos esforços para garantir uma Bioeconomia sustentável (BUGGE *et al.*, 2016). Neste contexto colocado por Bugge *et al.* (2016), a abordagem bioecológica pode contribuir para o desenvolvimento local, gerando empregos e melhorando a qualidade de vida das comunidades envolvidas.

Em Valli e Bolzani (2019), a garantia da **biodiversidade** é vista como uma importante fonte de recursos biológicos e como um elemento crítico para a sustentabilidade da produção de bens e serviços a partir de fontes renováveis, enfatizando que o desenvolvimento da nossa sociedade tem sido baseado no uso da biodiversidade, especialmente para nutrição, medicamentos e beleza (VALLI; BOLZANI, 2019).

Carbonell *et al.* (2021) salientam que os benefícios obtidos com as mudanças surgidas a partir da Bioeconomia exigem abordagens inovadoras em ciência, desenvolvimento tecnológico, políticas globais e marcos regulatórios fortemente focados no desenvolvimento social, na conservação e preservação dos recursos ambientais. Em se tratando da produção de alimentos e energia, a Bioeconomia tem forte potencial para aumentar a produtividade, com ganhos ambientais e sociais em pequenas e médias culturas agrícolas (CARBONELL *et al.*, 2021).

Em contrapartida, Cudlínová *et al.* (2020) apontam que os estudos recentes trazem visões críticas sobre a Bioeconomia e seus benefícios para a sustentabilidade com base em três premissas: (i) a obtenção de benefícios por meio da Bioeconomia depende do cumprimento de algumas condições baseadas na aglomeração, na escala e no uso específico dos recursos locais; (ii) existem potenciais armadilhas no pressuposto de que a Bioeconomia é uma estratégia verdadeiramente sustentável — mesmo que as condições mencionadas acima estejam satisfeitas; e (iii) o impacto negativo da Bioeconomia na sustentabilidade genética não pode ser rejeitado, visto que algumas evidências empíricas demonstram

que a Bioeconomia não é compatível com o desenvolvimento verdadeiramente sustentável (CUDLÍNOVÁ *et al.*, 2020).

Sousa (2021) também enfatiza que, embora sejam notáveis os avanços da Bioeconomia no sistema agroalimentar, percebem-se também seus efeitos negativos. Conforme explicam Horling e Marsden (2011), apesar de a Bioeconomia fazer persistentes exigências quanto às práticas de sustentabilidade e ter levado à redução de problemas ambientais, ainda deixa lacunas e efeitos negativos em diversas dimensões, tais como: social, cultural, política e espacial (SOUSA, 2021).

Neste contexto, Cidón *et al.* (2021) colocam que as oportunidades para o crescimento global da Bioeconomia são geradas pela necessidade de ampliar a oferta de alimentos para uma população mundial crescente sem comprometer ainda mais o meio ambiente, e afirmam que a agricultura orgânica é mais ecológica do que a agricultura convencional e capaz de atender aos objetivos de desenvolvimento sustentável ao usar tecnologias verdes, que resultam em benefícios econômicos, sociais e ecológicos (CIDÓN *et al.*, 2021).

Dentre as definições correlatas da Bioeconomia, que tem como objetivo conciliar o crescimento econômico e a preservação ambiental, na qual alguns autores trataram da economia circular, que busca a utilização eficiente de recursos para proporcionar a redução de resíduos e poluição. Enquanto outros enfatizaram a necessidade de uma agricultura sustentável. A abordagem ficou mais próxima entre os autores ao considerarem que os avanços tecnológicos têm sido fundamentais para o desenvolvimento da Bioeconomia, por permitirem a utilização sustentável de recursos biológicos que resultam em produtos que agregam valor.

4.4. Bioeconomia como propulsora de inovação aberta e coletiva

Os autores dos 32 estudos selecionados colocam que a Bioeconomia vem para reforçar a inovação aberta como um conceito que se refere ao processo de desenvolvimento de novos produtos, serviços ou processos que são criados em colaboração com outras empresas, organizações, universidades, governos e até mesmo indivíduos. Schreiner (2015), afirma que o fortalecimento dos parques ecoindustriais requer a superação dos desafios da ação coletiva por meio da cooperação internacional entre empresas, governos e sociedade civil (SCHREINER, 2015).

Neste modelo, no qual se insere a Bioeconomia, as informações, ideias e tecnologias são compartilhadas abertamente, permitindo a contribuição de diferentes atores no processo de inovação, no qual tem-se as plataformas tecnológicas como espaços de colaboração coletiva no processo de inovação.

Bomtempo et al. (2017) destacam a ampla difusão da noção de plataformas tecnológicas disseminadas nos últimos 15 anos e, como resultado, sua superutilização. Muitas indústrias, de carros a setores de tecnologia da informação, vêm explorando a ideia de uma plataforma como forma estratégica de organizar e explorar novas oportunidades de negócios. É importante ressaltar que as plataformas são diferentes dos produtos convencionais por terem potencial para gerar loops de feedback positivos entre os principais produtos (a plataforma) e seus usuários, bem como com produtos e serviços complementares. Feedbacks positivos podem criar incentivos para que mais usuários entrem na plataforma e, assim, reforçar o ecossistema (BOMTEMPO et al, 2017).

Ao contrário do modelo tradicional, que é fechado e centralizado, a inovação aberta busca aproveitar a criatividade e o conhecimento dispersos na sociedade para desenvolver soluções mais eficazes e inovadoras. Bomtempo et al. (2017) defendem que uma plataforma é tomada aqui como estratégia e forma de organizar o business da indústria por, pelo menos, duas razões. O surgimento do conceito de plataforma coloca a indústria química dentro do paradigma de inovação aberta que atualmente domina as estratégias de inovação dos setores mais dinâmicos da economia. A segunda razão se deve à ideia da Bioeconomia como um sistema de inovação que poderia levar a uma transição para novos regimes sociotécnicos partindo de uma base fóssil. Essa transição pode ser transformadora para o regime atual e abrir oportunidades para novas formas de organização empresarial (BOMTEMPO et al, 2017).

A inovação aberta pode levar a uma redução de custos e aumentar a velocidade de desenvolvimento de novos produtos e serviços. Para Carbonell et al. (2021) a única forma possível de agregar mais valor ao agronegócio tropical brasileiro requer a ampliação da cooperação entre especialistas de diferentes instituições. Essa cooperação fica evidente quando se constata que nas áreas de ciência e tecnologia, as instituições de pesquisa sediadas no Estado de São Paulo foram responsáveis por cerca de 41% de todo o conhecimento científico publicado no País em 2018, com mais de 76 mil profissionais (pesquisadores e outros profissionais) atuando com P&D em empresas, universidades e institutos de pesquisa. Contando também com outros fatores, a cidade de São Paulo é considerada um dos 30 maiores ecossistemas de inovação do mundo (CARBONELL *et al.*, 2021). Criar modelos e polos como o observado em São Paulo se mostra um caminho importante a ser seguido.

Nesse âmbito, o desafio para a inovação aberta é conseguir envolver o máximo de agentes econômicos públicos e privados para otimizar os recursos financeiros disponíveis para a pesquisa. Salvador et al. (2020) especificam que as Bioeconomias ainda são bastante diversas, variando em grande parte, dependendo das características locais (disponibilidade de certos recursos, logística etc.). As

Bioeconomias podem sofrer desequilíbrios entre disponibilidade de recursos e tecnologia, portanto, o desenvolvimento da Bioeconomia pode depender de forte cooperação entre regiões com rica disponibilidade de bioervas e regiões com rica disponibilidade de tecnologia (SALVADOR *et al.*, 2020).

Os estudos analisados demonstram que a abordagem multifacetada e multidisciplinar, em espaço coletivo de inovação aberta, é importante para promover a sustentabilidade ambiental, econômica e social na produção e no consumo de recursos biológicos, que caracterizam a Bioeconomia.

4.5. A estrutura produtiva no Brasil pode promover modelos ligados à Bioeconomia

Neste contexto, destacam-se os apontamentos de alguns autores sobre o potencial da estrutura produtiva brasileira para avançar em modelos associados à Bioeconomia, uma vez que o País é rico em recursos naturais, que podem ser explorados de forma sustentável para a produção de uma ampla gama de produtos, desde alimentos e medicamentos até biocombustíveis e materiais biodegradáveis.

Nesse contexto, Cabonell *et al.* (2021) destacam a vantagem competitiva incomparável no cenário da Bioeconomia, considerando a riqueza da biodiversidade do Brasil. O País possui a maior diversidade genética vegetal do mundo, com mais de 55 mil espécies de plantas (22% do total mundial) distribuídas em diferentes biomas (CARBONELL *et al.*, 2021). Já Bergamo *et al.* (2022) fazem críticas à produção de alguns produtos, como o açaí, que ganham escala de produção e se tornam monocultura em determinadas regiões. O caso de “açaização” evidencia as desvantagens inerentes à mercantilização de bens florestais por meio de esquemas de monocultura. Assim, argumentam que uma verdadeira Bioeconomia amazônica sustentável implica na diversificação de métodos de produção que valorizem a biodiversidade como resposta às plantações generalizadas de monocultura (BERGAMO *et al.*, 2022).

Valli *et al.* (2018) também destacam a importância do Brasil, que, por deter a maior biodiversidade do globo, possui condições climáticas adequadas e abundância de recursos naturais, fatores que podem transformar o País em líder na transição econômica em favor da Bioeconomia, uma vez que lhe são concedidas todas as condições para ser um modelo sustentável (VALLI *et al.*, 2018), no qual se incluem a produção de etanol a partir da cana-de-açúcar, a produção de soja e carne com sistemas agroflorestais sustentáveis, a extração de óleos e essências da biodiversidade para a indústria cosmética e farmacêutica e a produção de bioplástico e outros materiais biodegradáveis.

Dias e Carvalho (2017) comentam o relatório do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES, 2014) sobre o potencial de diversificação da indústria química brasileira, no qual

foram apontados dois fatores principais para o entendimento dos motivos do imenso déficit comercial do complexo químico no Brasil: o desequilíbrio entre o crescimento da produção nacional e a evolução do consumo doméstico e o crescimento do valor agregado das importações brasileiras em relação às exportações de produtos químicos produzidos nacionalmente (DIAS; CARVALHO, 2017). Entende-se que modelos de produção que exploram novos produtos da Bioeconomia podem favorecer a redução desse déficit, colocando o País em posição de destaque mundial.

Já Carbonell et al. (2021) acreditam em um roteiro de crescimento que considera a criação de uma nova economia de base biológica no Brasil – no médio (até 2030) e no longo prazo (até 2050) – em três grandes áreas: agricultura, alimentação/saúde e bioenergia/química verde. Nesse roteiro, o foco está na criação de novos produtos com alto valor agregado, que contribuem para a redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE), e tanto aumentam a geração de emprego como melhoram a qualidade das ocupações formais (CARBONELL *et al.*, 2021).

Posteriormente, Carbonell et al. (2021) ponderam que, provavelmente, o maior desafio do agronegócio brasileiro hoje é materializar as oportunidades derivadas do clima tropical do Brasil, que é um País único em tamanho, biodiversidade, clima e produtos. Embora o agronegócio brasileiro esteja crescendo rapidamente, em termos econômicos, o País ainda não conseguiu gerar benefícios correspondentes. Os autores chamam a atenção para as consequências socioeconômicas do atual perfil do agronegócio brasileiro, que é monocultor, centralizador de renda e tem baixa capacidade de reinvestir em uma agricultura mais sustentável e ecológica, resultando em baixos benefícios sociais, entre outras consequências (CARBONELL *et al.*, 2021).

Chandel et al. (2020) enfatizam que várias empresas multinacionais, como Raízen, Du Pont, BASF AG, Cargill, Braskem e outras, têm investido na produção de produtos químicos de base biológica/biocombustíveis. No entanto, os bioquímicos e mesmo os biocombustíveis não atingiram os objetivos comerciais desejados, devido à falta de viabilidade e de técnicas inovadoras de bioprocessamento ou engenharia genética. O destaque é a ausência de tecnologia nacional para a produção de resinas especiais, aditivos, sistemas avançados de impressão, bem como embalagens avançadas (CARBONELL *et al.*, 2021). Andreaus et al. (2021) completam que, embora o repertório de enzimas disponíveis tenha aumentado, o tempo para o desenvolvimento de novas ou de enzimas melhoradas para reações químicas específicas para escala industrial ainda é muito longo (ANDREAUS *et al.*, 2021).

Diferente do Brasil, a região Ásia-Pacífico possui o maior mercado de produtos químicos de base biológica do mundo, seguido pela Europa. No continente europeu, a Alemanha domina o mercado de

produtos químicos de base biológica, seguida pela França, pelo Reino Unido e pela Itália. Setorialmente, a agricultura, o setor florestal, a indústria de papel e celulose, entre outros, têm papel fundamental no fortalecimento da Bioeconomia. Ainda há muitos desafios na simplificação dos resíduos, particularmente no que diz respeito à produção de energia (CHANDEL *et al.*, 2020).

BARCELOS *et al.* (2021) destacam que um grande contribuinte para a Bioeconomia no Brasil é a produção de casulos de seda. A atividade é importante não só porque o Brasil está entre os maiores produtores de fios de seda do mundo, mas também porque a maior parte da produção brasileira de fios de seda é para exportação (BARCELOS *et al.*, 2021).

Dias e Carvalho (2017) trazem dados extraídos de um relatório produzido pela Fundação Oswaldo Cruz que mostra que, até 2008, biofármacos representavam 16% dos novos componentes farmacêuticos desenvolvidos, subindo para 24% em 2015. Para 2020, a perspectiva era de que esse número chegaria a quase 30%. Além disso, até 2020, sete dos dez produtos farmacêuticos mais vendidos no mundo seriam biofármacos. Em 2005, o mercado bioquímico global movimentou US\$ 21 bilhões, menos de 2% do total movimentado por todo o mercado químico (US\$ 1,2 trilhões) no mesmo período. Em 2013, o mercado químico global atingiu a marca de US\$ 4,1 trilhões, e a estimativa é de que o setor bioquímico tenha representado algo em torno de 10% desse total (DIAS; CARVALHO, 2017).

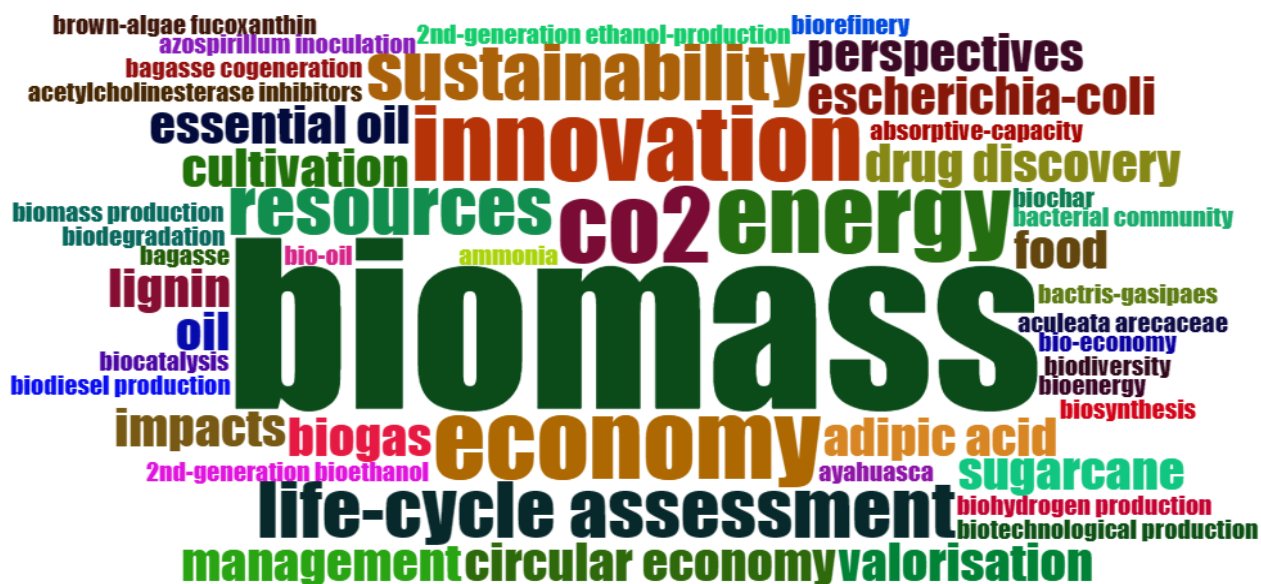
Os estudos acima evidenciam o potencial brasileiro em modelos ligados à Bioeconomia, que enfatizam a importância da biodiversidade do País como vantagem comparativa. Para aproveitar ao máximo o potencial da Bioeconomia, é necessário investir em pesquisa e desenvolvimento, incentivar a inovação tecnológica e fomentar políticas públicas que promovam a produção sustentável e a agregação de valor aos produtos. Além disso, é importante garantir a inclusão social e a distribuição justa dos benefícios gerados pela Bioeconomia, para que toda a sociedade possa se beneficiar desse modelo econômico mais sustentável e resiliente.

4.6. Análise bibliométrica

A partir das palavras-chave, de cada estudo dos resultados obtidos por meio do Bibliometrix, foi elaborada uma nuvem de palavras, apresentada na Figura 3. Já a Figura 4 apresenta a proporção das abordagens destas palavras-chave. O peso da palavra-chave “biomassa” e das variações de “bioinsumos” é o mesmo no quesito que a apresenta como a mais citada no debate acadêmico dentre os estudos selecionados.

Neste caso, o Quadro 2 mostra que existe produção acadêmica no Brasil sobre Bioeconomia e que os estudos selecionados confirmam uma concentração de cerca de 10% dessas pesquisas ao abordarem o termo “biomassa”.

Figura 3 - Nuvem de palavras



Fonte: Resultados da pesquisa.

Na Figura 4, temos um diagrama representando dados hierárquicos na forma de retângulos aninhados, com a área de cada um correspondendo ao valor numérico e proporcional das palavras-chaves do conjunto dos estudos analisados. A palavra biomassa é apresentada com peso de 10%; CO₂, de 4%; Energia, de 4%; Economia, de 4%; e Inovação, de 4%. Os termos “ciclo de vida do produto”, “recursos” e “sustentabilidade” vêm com 3% cada. As demais estão abaixo de 3%.

Essa variedade de palavras confirma a multidisciplinaridade dos estudos selecionados, que enriquece as pesquisas realizadas e a serem realizadas.

Quanto ao conteúdo dos documentos, a Tabela 3 mostra que as palavras-chave mais citadas são 177 e que as palavras-chave mais citadas dos respectivos estudos dos autores são 150. Quanto aos autores, os mais citados são 142, sendo que, com documentos de autoria única são dois. Já na parte que trata da colaboração dos autores, na coautoria por documentos temos 4,61, o quer dizer que, nesta situação, cada estudo tem, no mínimo, a participação de quatro pesquisadores. Dos documentos selecionados, 39,39% são de coautorias internacionais. Esses 32 documentos estão divididos em 21 estudos, um artigo de acesso antecipado e 10 de revisão.

Tabela 3 - Informações dos dados principais

Descrição	Resultados
Intervalo de tempo	2015 a 2022
Fonte (Periódicos - Estudos publicados na WoS)	26
Total de Documentos	32
Taxa de crescimento anual %	29,17
Idade média do documento	1,71
Média de citações por estudo	10,33
Referencias	2.547
CONTEÚDO DOS DOCUMENTOS	
Palavras-chaves mais citadas (ID)	177
Palavras-chave do autor (DE)	150
AUTORES	
Autores	142
Autores de documentos de autoria única	2
COLABORAÇÃO DOS AUTORES	
Documentos de autoria única	2
Co-autores por documento	4,61
% de coautorias internacionais	39,39
TIPOS DE DOCUMENTOS	
Estudo	21
artigo; acesso antecipado	1
revisão	10

Fonte: Resultados da pesquisa.

A Tabela 4 apresenta o número de publicações por ano dos estudos selecionados, que mostra o impulso em 2021. Acredita-se que esse crescimento esteve ligado as mudanças observadas no mercado de insumos agrícolas, que, nos últimos anos, registrou aumento de preços influenciado por crises

internacionais. Esse aumento de preços implicou em maiores custos de produção para as práticas agropecuárias, como destacam Ferreira et al. (2019) ao apresentarem o potencial do biofertilizante.

O aumento da pressão internacional para mudanças nos sistemas produtivos, de forma que estes tendam a ser mais sustentáveis, também ajuda a explicar o maior registro de publicações sobre Bioeconomia em 2021. Também pode-se considerar que a regulação, ao estar mais presente, elevou o número de estudos sobre Bioeconomia e suas respectivas publicações a partir de 2015.

Tabela 4 - Ano de publicação dos estudos selecionados

Ano	Quantidade	Autores dos estudos selecionados em cada ano
2015	01	(SCHREINER, 2015)
2017	03	(BOMTEMPO et al., 2017) (SANTOS <i>et al.</i> , 2017) (DIAS et al., 2017)
2018	01	(VALLI et al., 2018)
2019	03	(FERREIRA <i>et al.</i> , 2019) (MACHADO <i>et al.</i> , 2019) (VALLI et al., 2019)
2020	03	(CHANDEL <i>et al.</i> , 2020) (CUDLÍNOVÁ <i>et al.</i> , 2020) (MODESTO <i>et al.</i> , 2020) (ORTEGA <i>et al.</i> , 2020)
2021	15	(ANDREAUS <i>et al.</i> , 2021) (BELTRAN <i>et al.</i> , 2021) (CARBONELL <i>et al.</i> , 2021) (CIDÓN et al., 2021) (CONTERATTO <i>et al.</i> , 2021) (KARP <i>et al.</i> , 2021) (BARCELOS <i>et al.</i> , 2021) (MODESTO <i>et al.</i> , 2020)(MOREIRA <i>et al.</i> , 2021) (RAMPASSO <i>et al.</i> , 2021) (SARMIENTO-PADILLA <i>et al.</i> , 2021) (SALVADOR <i>et al.</i> , 2020) (SILVA et al. 2021) (SOUZA et al., 2021) (VARGAS-CARPINTERO <i>et al.</i> , 2021)
2022	06	(BERGAMO <i>et al.</i> , 2022) (DIAS <i>et al.</i> , 2022) (KARP <i>et al.</i> , 2022) (LAHR <i>et al.</i> , 2022) (SALVADOR <i>et al.</i> , 2022) (SOUSA, 2022)
Total	32	

Fonte: Resultados da pesquisa.

Na Tabela 5, é apresentada a ponderação dos estudos selecionados, sendo que, dentre os citáveis anualmente entre 2015 e 2022, a maior média foi a de 2015, somando 7. Esse resultado está atrelado ao maior número médio de citações por estudo, que foi 32 (trinta e dois) – Sendo que 32 dividido pela média de citações por ano, que é de 4,57, resulta na média 7, aproximadamente. É coerente na medida em que os estudos selecionados para esta pesquisa, publicados entre 2017 e 2022, citam o estudo Engineering

biological systems towards a sustainable bioeconomy, de autoria de Mateus Schreiner Garcez Lopes, publicado em 2015.

A média de citações por estudo apresenta evolução consistente entre 2017 e 2020, mesmo sendo menor que a de 2015, sendo que a maior média de citações por ano foi registrada em 2020, de 11,83. Considerando a média de citações entre 2015 e 2022, os anos de 2021 e 2022 ficaram relativamente baixos.

Tabela 5 – Média de citações

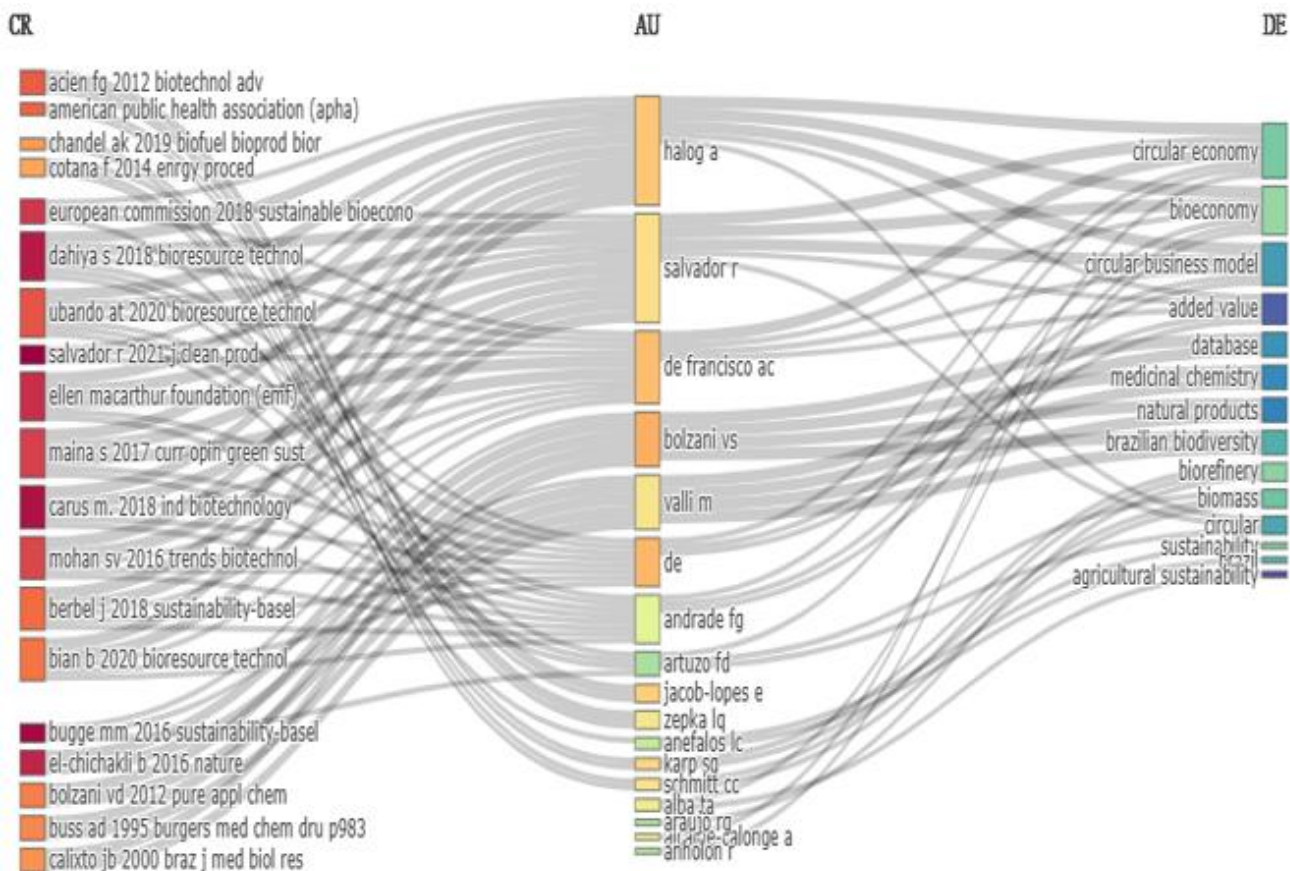
Ano	N	Média CT por Estudo	Média CT Por Ano	Citáveis anualmente
2015	1	32,00	4,57	7
2016	0	0,00	0,00	0
2017	3	11,67	2,33	5
2018	1	31,00	7,75	4
2019	2	26,50	8,83	3
2020	3	23,67	11,83	2
2021	15	6,53	6,53	1
2022	6	2,00		0

Fonte: Resultados da pesquisa.

A Figura 5 apresenta o acoplamento bibliométrico entre estudos, autores e periódicos, estabelecendo vínculos com as palavras-chave. O eixo CR (citações referenciais) é a base teórica, com 19 autores ou publicações. Já o eixo AU (autores) inclui os autores de 17 estudos selecionados, enquanto o eixo DE engloba as 14 palavras-chave mais citadas nos estudos, específicos de cada autor.

Dentre as palavras-chave mais frequentes nos estudos, destacam-se “economia circular” e “Bioeconomia”, seguidas por “modelo de negócio circular”, “valor adicionado”, “base de dados”, “química medicinal”, “produtos naturais”, “biodiversidade brasileira”, “biorrefinaria”, “biomassa”, “circular”, “sustentabilidade”, “Brasil” e “agricultura sustentável”. Essas palavras-chave refletem a abordagem interdisciplinar e abrangente da Bioeconomia, envolvendo temas como produção sustentável de recursos biológicos, inovação tecnológica e agregação de valor aos produtos, bem como inclusão social e distribuição justa dos benefícios gerados pela Bioeconomia.

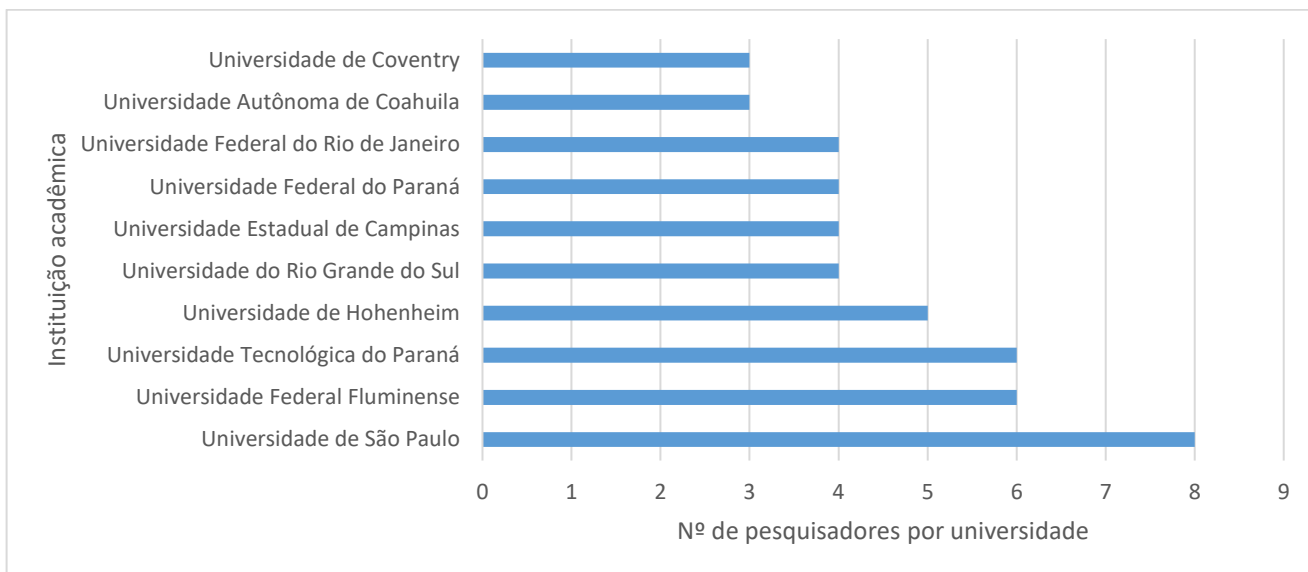
Figura 5 - Relação entre base teórica e palavras-chave dos autores



Fonte: Resultados da pesquisa.

A Figura 6 apresenta o vínculo acadêmico entre os autores dos 32 estudos selecionados. Neste caso, o destaque foi para a Universidade de São Paulo (USP), com oito pesquisadores. A presença de instituições do exterior neste estudo deve-se ao fato de que alguns materiais foram produzidos em conjunto, por brasileiros que estão no Brasil e no exterior, envolvendo mais de uma instituição acadêmica. Isto mostra o interesse do meio acadêmico de fora do País em formar uma rede de pesquisas com brasileiros.

Figura 6 – Filiações acadêmicas mais relevantes



Fonte: Resultados da pesquisa.

Na Tabela 6, observa-se que, depois do Brasil, o país com mais contribuições é a Alemanha, o que, neste caso, reflete o fato de este ser um dos países que mais concentra conhecimento em Bioeconomia no mundo. A Tabela 6 também apresenta o envolvimento de brasileiros com o tema, que soma 91 autores dentre os estudos selecionados. Na sequência vem a Alemanha, com sete autores; Portugal, com seis; Índia, com quatro; e os demais países, com menos de quatro cada um. Os brasileiros realizaram esses estudos em parceria com pesquisadores de 17 países, sendo 11 da Europa, dois da Ásia, um da Oceania e quatro da América Latina.

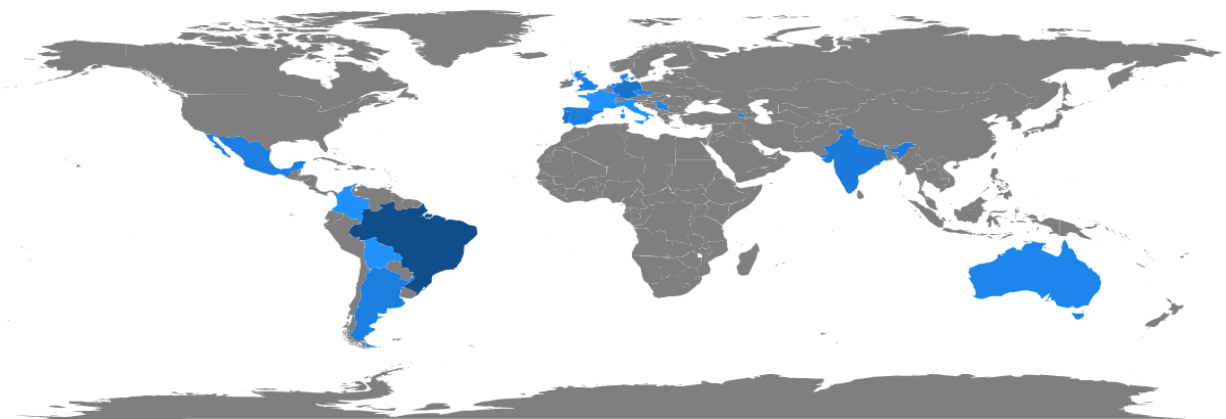
Tabela 6 – Produção científica por país do periódico

País	Frequência
Brasil	91
Alemanha	7
Portugal	6
Índia	4
Argentina	3
Armenia	3
México	3
Espanha	3
Reino Unido	3
Australia	2
República Checa	2
Dinamarca	2
Países Baixos	2
Servia	2
Bolívia	1
Colômbia	1
França	1
Itália	1

Fonte: Resultados da pesquisa.

A Figura 7 apresenta a distribuição dos pesquisadores dos estudos selecionados, mensurados na Tabela 6, confirmando o propósito de analisar a produção acadêmica dos brasileiros sobre Bioeconomia.

Figura 7 - Produção científica por país entre os pesquisadores dos estudos selecionados



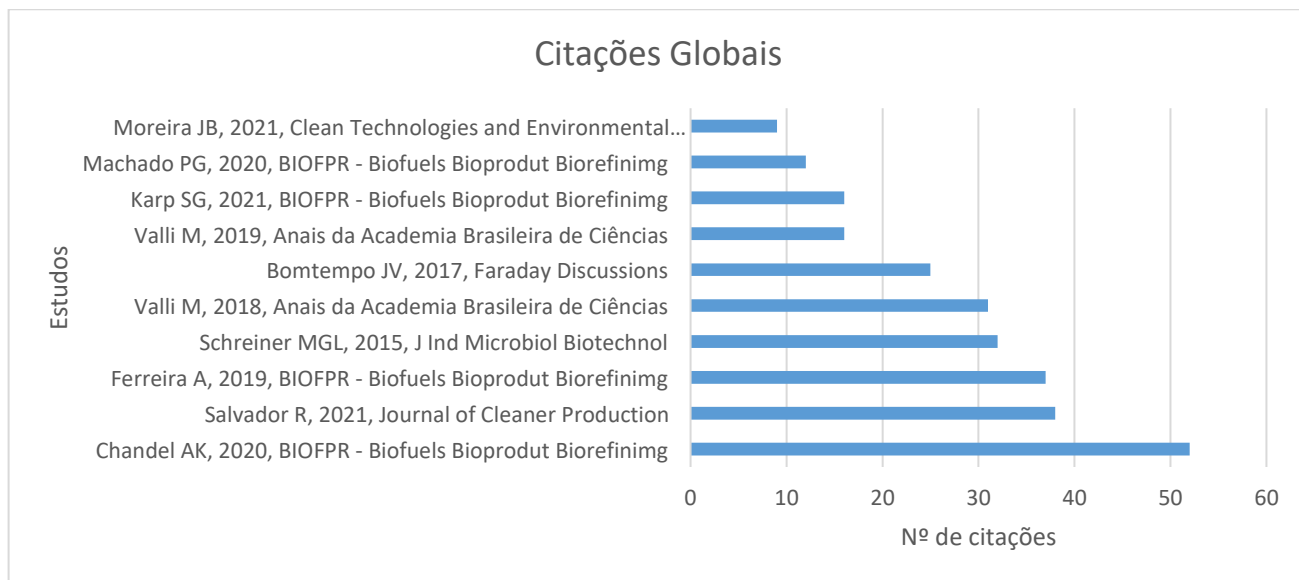
Fonte: Dados da pesquisa.

A Figura 8 destaca, nesta análise bibliométrica, os 10 (dez) estudos globalmente mais citados. São estudos que ocupam seus respectivos espaços neste debate, que tem a Bioeconomia como tema gerador. A mais citada globalmente foi a publicação “O papel dos produtos químicos renováveis e biocombustíveis na construção de uma Bioeconomia”, produzida por CHANDEL *et al.*, 2020, com 52 citações, sendo elas feitas por dois pesquisadores do Brasil, da Universidade de São Paulo (USP), e quatro da Índia.

Na sequência temos quatro trabalhos com mais de 30 citações cada. São eles: (SALVADOR *et al.*, 2021), com 38 citações do estudo “Aspectos-chave para projetar modelos de negócios para uma Bioeconomia circular”; (FERREIRA *et al.*, 2019), com 37 citações da publicação “Biorrefinaria baseada em microalgas *Scenedesmus obliquus* – de efluente de cervejaria a compostos bioativos, biocombustíveis e biofertilizantes – visando uma Bioeconomia circular”; (SCHREINER, 2015), com 32 citações do artigo “Engenharia de sistemas biológicos em direção a uma Bioeconomia sustentável”; e (VALLI *et al.*, 2018), com 31 citações do trabalho “A contribuição potencial dos produtos naturais da biodiversidade brasileira para a Bioeconomia”.

Os outros cinco estudos destacados na figura 08 são: (BOMTEMPO *et al.*, 2017), com 25 citações do trabalho “Desenvolvendo novos produtos químicos de plataforma: o que é necessário para uma nova molécula de base biológica se tornar um produto químico de plataforma na Bioeconomia?”; (VALLI; BOLZANI, 2019), com 16 citações do estudo “Produtos Naturais: Perspectivas e Desafios para o Uso de Espécies Vegetais Brasileiras na Bioeconomia”; (KARP *et al.*, 2021), também com 16 citações do artigo “Bioeconomia e biocombustíveis: o caso do etanol de cana-de-açúcar no Brasil”; (MACHADO *et al.*, 2019), com 12 citações do estudo “O potencial de uma Bioeconomia para reduzir as emissões brasileiras de GEE até 2030: uma análise do ciclo de vida baseada em CGE (computable general equilibrium modeling)”; e (MOREIRA *et al.*, 2021), com nove citações do estudo “Papel das microalgas na Bioeconomia circular: do tratamento de resíduos à produção de biocombustíveis”.

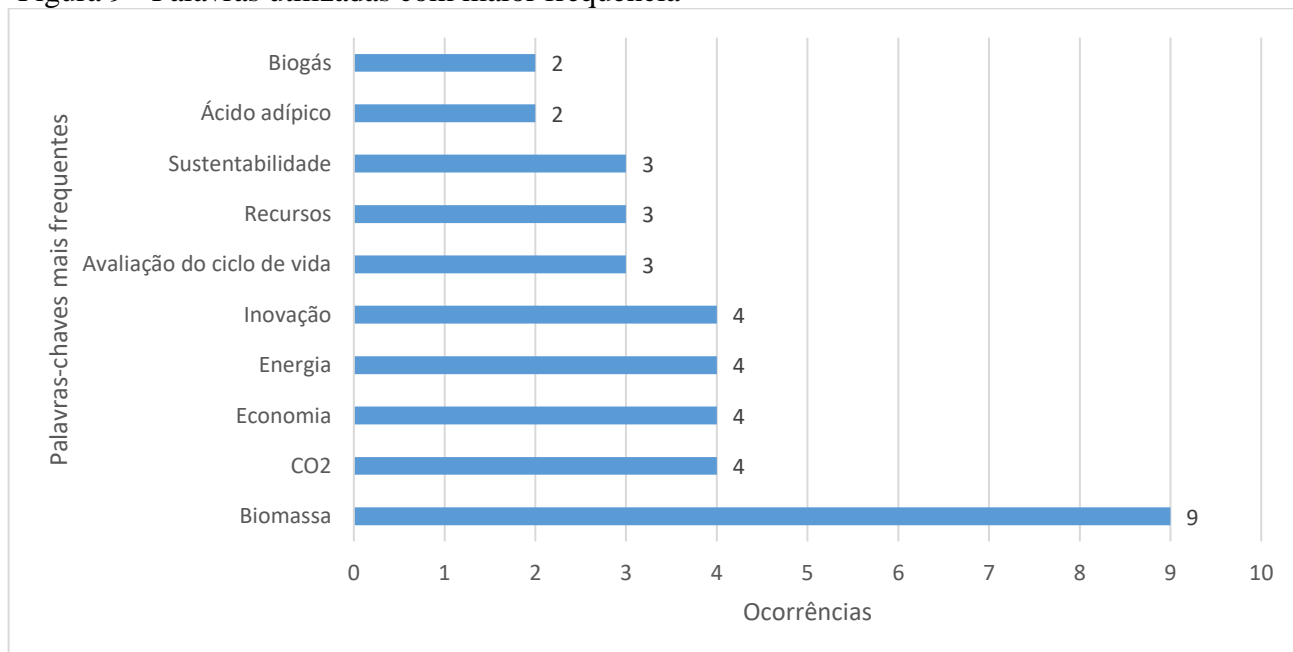
Figura 8 – Estudos mais citados globalmente



Fonte: Resultados da pesquisa.

Na Figura 9 estão as palavras-chave mais frequentes. De um total de 176 (cento e setenta e seis) palavras citadas frequentemente nos estudos selecionados para esta pesquisa bibliométrica, “biomassa” continua como a mais abordada pelos autores dos estudos selecionados que tratam da Bioeconomia.

Figura 9 - Palavras utilizadas com maior frequência



Fonte: Resultados da pesquisa.

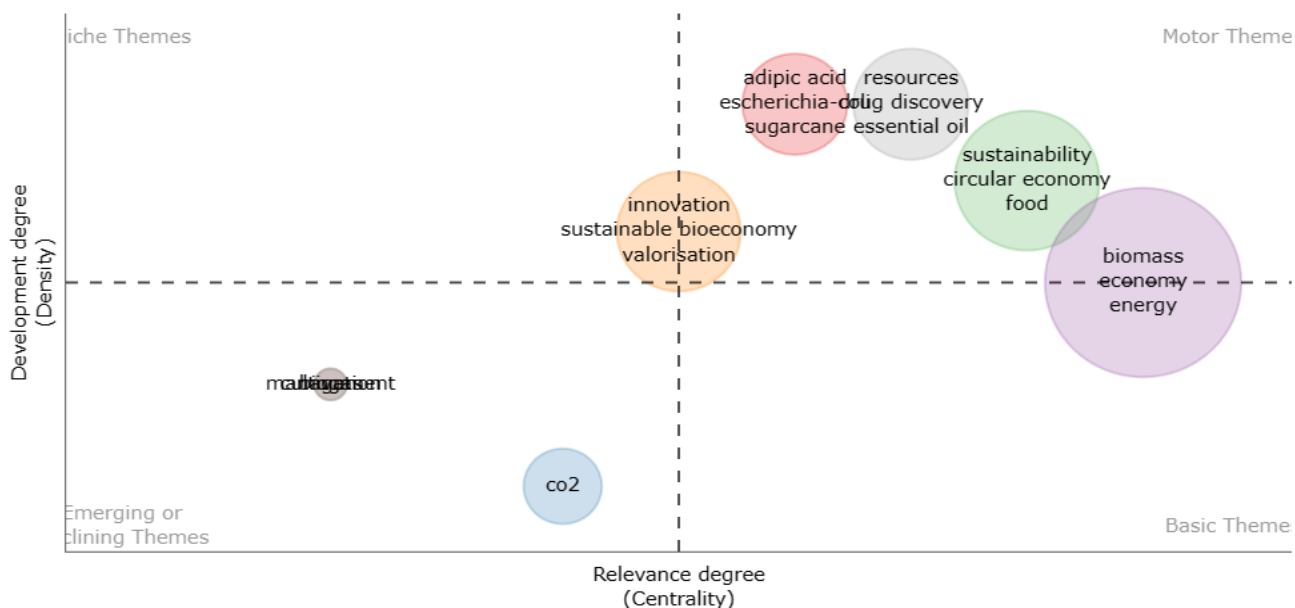
No eixo vertical da Figura 10 está o grau de desenvolvimento, e no eixo horizontal está o grau de relevância (centralidade do tema). O primeiro quadrante apresenta os nichos temáticos; o segundo quadrante, os drives (fatores que dinamizam); no terceiro quadrante estão os temas básicos; e no quarto quadrante, os temas emergentes ou em declínio.

Temas como inovação, Bioeconomia sustentável e agregação de valor, ao tocar levemente no terceiro e quarto quadrante, com mais presença no primeiro e no segundo quadrantes, mostra a centralidade desses temas na condição de nichos e fatores dinamizadores.

Já “biomassa”, “economia” e “energia” estão identificados como temas básicos e fatores dinamizadores por estarem no segundo e no terceiro quadrantes. No quarto quadrante temos “cultivos” e “CO2” como temas emergentes dos estudos selecionados.

No segundo quadrante estão os fatores dinamizadores dos estudos selecionados nesta pesquisa bibliométrica, que são: Ácido adípico (aplicável na indústria de alimentos), escherichia-coli (bactéria que habita o intestino humano) e cana-de-açúcar; recursos, descoberta de drogas e óleo essencial; sustentabilidade, economia circular e alimentos.

Figura 10 – Fatores dinamizadores dos estudos selecionados

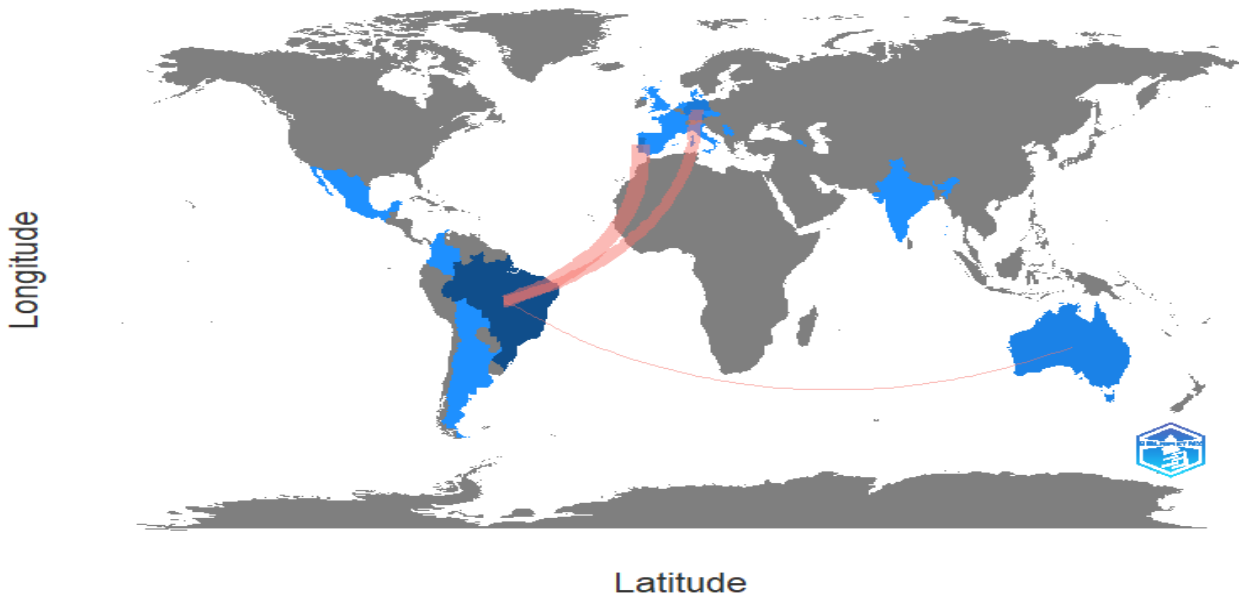


Fonte: Resultados da pesquisa

A Figura 11 apresenta o mapa global de colaboração dos pesquisadores brasileiros nos estudos selecionados para esta pesquisa. Nota-se relação mais expressiva com os países europeus, visto que o

continente concentra maior conhecimento sobre Bioeconomia, o que desperta o interesse das instituições acadêmicas brasileiras estar nesse ambiente para impulsionar as pesquisas no Brasil.

Figura 11 – Colaboração global nos estudos selecionados



Fonte: Resultados da pesquisa.

Os 32 estudos foram obtidos de 26 periódicos e estão organizados em uma linha histórica e temporal para análise do desenvolvimento do conceito de Bioeconomia no Brasil. A Tabela 7 foi construída a partir da leitura de cada estudo, onde foram delimitados os temas abordados na lista dos estudos selecionados e do respectivo ano em que foram publicados. Neste caso, “Bioeconomia Circular” foi o tema mais abordado, aparecendo em cinco estudos; “Biorrefinaria” e “microalgas” vêm em seguida, com quatro publicações cada; “Bioeconomia no Brasil” vem na sequência, aparecendo em três estudos, e os demais termos foram registrados em menos de três publicações.

Tabela 7 - Parte da produção acadêmica sobre bioeconomia no Brasil

Temas pertinentes a Bioeconomia	Quantidade	Autores
Agricultura	02	(CIDÓN <i>et al.</i> , 2021) (ORTEGA <i>et al.</i> , 2020)
Acrocomia	01	(VARGAS-CARPINTERO <i>et al.</i> , 2021)
Amazônia	02	(BERGAMO <i>et al.</i> , 2022) (SILVA; SEVALHO; MIRANDA, 2021)
Baixo carbono	01	(MODESTO <i>et al.</i> , 2020)
Biodiversidade	02	(VALLI; RUSSO; BOLZANI, 2018) (VALLI; BOLZANI, 2019)
Biocombustível	02	(CHANDEL <i>et al.</i> , 2020) (KARP <i>et al.</i> , 2021)
(Bio)Economia Circular	05	(BARCELOS <i>et al.</i> , 2021) (SALVADOR <i>et al.</i> , 2020) (SALVADOR <i>et al.</i> , 2022) (SARMIENTO-PADILLA <i>et al.</i> , 2021) (SOUZA <i>et al.</i> , 2021)
Bioeconomia no Brasil	03	(CARBONELL <i>et al.</i> , 2021) (DIAS; CARVALHO, 2017) (SOUSA, 2021)
Bioquímica	01	(BOMTEMPO <i>et al.</i> , 2017)
Biorrefinaria	04	(ANDREAUS <i>et al.</i> , 2021) (CONTERATTO <i>et al.</i> , 2021) (FERREIRA <i>et al.</i> , 2019) (KARP, SUSAN GRACE <i>et al.</i> , 2022)
Engenharia biológica	01	(SCHREINER, 2015)
Gás de efeito estufa	01	(MACHADO <i>et al.</i> , 2019)
Microalgas	04	(DIAS <i>et al.</i> , 2022) (FERREIRA <i>et al.</i> , 2019) (MOREIRA <i>et al.</i> , 2021) (SANTOS <i>et al.</i> , 2017)
Outros temas	03	(CUDLÍNOVÁ <i>et al.</i> , 2020) (LAHR <i>et al.</i> , 2022) (RAMPASSO <i>et al.</i> , 2021)
Total	32	

Fonte: Dados da pesquisa realizada em 2022.

As discussões apresentadas neste capítulo evidenciam que o tema “Bioeconomia”, por ser multidisciplinar, enriquece o debate e as pesquisas na construção de soluções inovadoras para a economia brasileira.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa buscou analisar como o conceito de Bioeconomia tem sido empregado por pesquisadores brasileiros em âmbito nacional, considerando o período de 2015 a julho de 2022, por meio de revisão sistemática e análise bibliométrica sobre o tema. Esta pesquisa também contribui para dimensionar o nível e características de participação de pesquisadores brasileiros na construção do conceito de bioeconomia.

As discussões supracitadas demonstram que a definição de Bioeconomia ainda está em construção e varia de acordo com a área de atuação dos autores. Fica evidente como o conceito tem se modernizado, assumindo novas conotações perante as inovações tecnológicas ocorridas ao longo das últimas décadas, bem como os novos processos biológicos descobertos a partir de pesquisas em diferentes áreas de conhecimento.

Apesar de não haver um consenso sobre essa definição, por estar em constante evolução, foi possível identificar elementos convergentes, como suas origens em atividades primárias, enfoque transversal e ênfase na busca de uma estrutura de produção com o uso de novas tecnologias que favoreçam o crescimento com sustentabilidade ambiental, econômica e social e que consigam promover o desenvolvimento econômico e a inovação concomitante à proteção do meio ambiente e à garantia da segurança alimentar.

Dentre os 32 estudos selecionados, há críticos que afirmam que a Bioeconomia, se não for implementada de forma sistêmica e integrada, poderá levar a uma intensificação da produção agrícola, com impactos negativos no meio ambiente e na biodiversidade. Já outros debatem sobre a importância de a implementação da Bioeconomia acontecer de forma responsável e consciente, a partir de espaços coletivos de inovação que envolvam a cadeia de atividade econômica, por ser necessário otimizar o investimento em pesquisa e desenvolvimento para aperfeiçoar as tecnologias envolvidas e garantir sua viabilidade a longo prazo.

Nesse sentido, a presença de visões divergentes e em um ambiente acadêmico de multidisciplinaridade constitui-se no principal desafio para análise, uma vez que diferentes pesquisadores empregam o conceito para avaliar diferentes aspectos da produção de bens e do uso dos recursos naturais. Mas de forma geral ficou exposto que a produção acadêmica brasileira sobre o tema tem avançado na compreensão de práticas sustentáveis em diferentes cadeias produtivas, em um contexto que visa conciliar crescimento socioeconômico e sustentabilidade ambiental.

Embora a bioeconomia ofereça avanços e oportunidades, há ainda desafios a serem enfrentados. A viabilidade econômica dos produtos bio-baseados é um desses desafios, exigindo uma análise cuidadosa dos custos de produção, da demanda de mercado e dos incentivos financeiros. Além disso, é essencial estabelecer regulamentações adequadas para garantir a segurança e a sustentabilidade das práticas relacionadas à bioeconomia. Questões éticas, como o uso responsável da biotecnologia e a proteção da biodiversidade, também devem ser consideradas. Além disso, é fundamental promover a conscientização e a educação sobre os benefícios da bioeconomia, a fim de estimular a adoção de práticas sustentáveis e a transição para uma economia bio-baseada. Superar esses desafios exigirá esforços colaborativos entre governos, setor privado, academia e sociedade como um todo.

A Bioeconomia representa uma oportunidade para construir um futuro mais verde e sustentável. No entanto, é fundamental avaliar cuidadosamente os desafios e oportunidades envolvidos nesse processo. Como sugestão para futuras pesquisas, recomenda-se ampliar essa revisão de literatura para incluir outras áreas relacionadas, como a emergência climática, economia verde e economia ecológica. Essa abordagem mais abrangente permitiria uma compreensão mais completa e integrada dos aspectos interdisciplinares da transição para uma economia bio-baseada.

Referências

ANDREAUS, Jürgen; GONÇALVES, Jacinto A.; ALVES, Sílvia C. C.; TREICHEL, Helen; DI LUCCIO, Marco; OLIVEIRA, Débora de. Editorial – ENZITEC Special Edition 2018 Prospects for bioeconomy and biorefineries development – Challenges and innovations in enzymatic processes. <https://doi-org.ez49.periodicos.capes.gov.br/10.1080/10242422.2021.1951256>, v. 39, n. 5, p. 343–345, 2021.

BARCELOS, Silvia M. B. D.; SALVADOR, Rodrigo; BARROS, Murillo Vetroni; FRANCISCO, Antonio Carlos de; GUEDES, Graça. Circularity of Brazilian silk: Promoting a circular bioeconomy in the production of silk cocoons. *Journal of Environmental Management*, v. 296, p. 301–4797, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113373>>. Acesso em: 5 set. 2022.

BACKHOUSE, Maria; LEHMANN, Rosa; LORENZEN, Kristina; LÜHMANN, Malte; PUDER, Janina; RODRÍGUEZ, Fabricio; TITTOR, Anne. *Bioeconomy and Global Inequalities: Socio-Ecological Perspectives on Biomass Sourcing and Production*. [S.l: s.n.], 2021. Disponível em: <<https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-3-030-68944-5>>.

BELTRAN, Macarena; TIAHJONO, Benny; BOGUSH, Anna; JULIÃO, Jorge; TEIXEIRA, Evandro L S; ZABANIOTOU, Anastasia. Food Plastic Packaging Transition towards Circular Bioeconomy: A Systematic Review of Literature. 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/su13073896>>.

BERGAMO, Daniel; ZERBINI, Olivia; PINHO, Patricia; MOUTINHO, Paulo. The Amazon bioeconomy: Beyond the use of forest products. *Ecological Economics*, v. 199, p. 107448, 1 set. 2022.

BOMTEMPO, José-Vitor; ALVES, Flavia Chaves; OROSKI, Fabio de Almeida. Developing new platform chemicals: what is required for a new bio-based molecule to become a platform chemical in the bioeconomy? 2017.

BUGGE, Markus M; HANSEN, Teis; KLITKOU, Antje. What is the bioeconomy? A review of the literature. *Sustainability (Switzerland)*, v. 8, n. 7, 2016.

BÜYÜKKIDIK, Serap. A Bibliometric Analysis: A Tutorial for the Bibliometrix Package in R Using IRT Literature. *Eğitimde ve Psikolojide Ölçme ve Değerlendirme Dergisi*, v. 13, n. 3, p. 164–193, 2022.

CARBONELL, Sergio A.M.; CORTEZ, Luis A. B.; MADI, Luis F.C.; ANEFALOS, Lilian C.; BALDASSIN Junior, Ricardo; LEAL, Rodrigo L.V. Bioeconomy in Brazil: Opportunities and guidelines for research and public policy for regional development. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, v. 15, n. 6, p. 1675–1695, 1 nov. 2021.

CARUS, Michael; DAMMER, Lara. The “Circular Bioeconomy”-Concepts, Opportunities and Limitations www.bio-based.eu/nova-papers. p. 1–9, 2018. Disponível em: <www.bio-based.eu/nova-papers>.

CHANDEL, Anuj K.; GARLAPATI, Vijay K.; JEEVAN Kumar, S. P.; HANS, Meenu; SINGH, Akhilesh K.; KUMAR, Sachin. The role of renewable chemicals and biofuels in building a bioeconomy. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, v. 14, n. 4, p. 830–844, 1 jul. 2020.

CIDÓN, Camila Fritzen; FIGUEIRÓ, Paola Schmitt; SCHREIBER, Dusan. sustainability Benefits of Organic Agriculture under the Perspective of the Bioeconomy: A Systematic Review. 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/su13126852>>.

CONTERATTO, Caroline; ARTUZO, Felipe D.; SANTOS, Omar I. B.; TALAMINI, Edson. Biorefinery: A comprehensive concept for the sociotechnical transition toward bioeconomy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 151, p. 111527, 1 nov. 2021.

CUDLÍNOVÁ, Eva; SOBRINHO, Valny Giacomelli; LAPKA, Miloslav; SALVATI, Luca. New Forms of Land Grabbing Due to the Bioeconomy: The Case of Brazil. 2020. Disponível em: <www.mdpi.com/journal/sustainability>.

DE SOUSA, Diego Neves. From Bioeconomy To Ecoeconomy: the Search for Sustainability in the Agrifood System. *Humanidades & Inovacao*, v. 8, n. 56, p. 297–301, 2021.

DIAS, R F; CARVALHO, C A A. Bioeconomia no Brasil e no Mundo: Panorama Atual e Perspectivas Bioeconomy in Brazil and in the World: Current Situation and Prospects. v. 2017, n. 1, p. 410–430, 2016. Disponível em: <<http://rvq.sbg.org.br>>. Acesso em: 5 set. 2022.

DIAS, Rosangela Rodrigues; DEPRÁ, Mariany Costa; SEVERO, Ihana Aguiar; ZEPKA, Leila Queiroz; JACOB-LOPES, Eduardo. Smart override of the energy matrix in commercial microalgae facilities: A transition path to a low-carbon bioeconomy. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, v. 52, p. 102073, 1 ago. 2022.

Embrapa. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/tema-bioeconomia>>. Acesso em: 17 jun. 2022.

EMBRAPA. O Conceito De Biorrefinaria. *Embrapa Agroenergia*, p. 6, 2012. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/48750/1/biorrefinaria-modificado-web.pdf>>.

FARINA, Elizabeth; MARCOVITH, Jacques; VAL, Adalberto L.; VARGAS, Daniel. Economia Sustentável: - Os limites da Bioeconomia. *Jornal da Ciência Edição 793. SBPC*, v. 1, n. 69, p. 5–24, 2021.

FERREIRA, Alice; RIBEIRO, Belina; FERREIRA, Ana F.; TAVARES, Marileide L.A.; VLADIC, Jelena; VIDOVIĆ, Senka; CVETKOVIC, Dragoljub; MELKONYAN, Lusine; AVETISOVA, Gayane; GOGINYAN, Vigen; GOUVEIA, Luísa. Scenedesmus obliquus microalga-based biorefinery – from brewery effluent to bioactive compounds, biofuels and

biofertilizers – aiming at a circular bioeconomy. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, v. 13, n. 5, p. 1169–1186, 1 set. 2019.

FILIPPI, Amanda Cristina Gaban; GUARNIERI, Patricia; CUNHA, Cleyzer Adrian Da. Condomínios Rurais: revisão sistemática da literatura internacional. *Estudos Sociedade e Agricultura*, v. 27, n. 3, p. 525, 2019.

GEORGESCU-ROEGEN, N. The entropy law and the economic process. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1971.

KARP, Susan G.; MEDINA, Jesus D.C.; LETTI, Luiz A.J.; WOICIECHOWSKI, Adenise L.; CARVALHO, Júlio C. de; SCHMITT, Caroline C.; PENHA, Rafaela de Oliveira; KUMLEHN, Gabriel S.; SOCCOL, Carlos R. Bioeconomy and biofuels: the case of sugarcane ethanol in Brazil. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, v. 15, n. 3, p. 899–912, 1 maio 2021.

KARP, Susan G.; SCHMITT, Caroline C.; MOREIRA, Renata; PENHA, Rafaela de Oliveira; MELLO, Ariane M. F. de; HERRMANN, Leonardo Wedderhoff; SOCCOL, Carlos R. Sugarcane Biorefineries: Status and Perspectives in Bioeconomy. v. 1, p. 3, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s12155-022-10406-4>>.

LAHR, Francisco; ARAUJO, Victor de; VASCONCELOS, Juliano; CHRISTOFORO, André. Timber forest products: A way to intensify global bioeconomy from bio-materials. 2022.

MACHADO, Pedro G.; CUNHA, Marcelo; WALTER, Arnaldo; FAAJ, Andre; GUILHOTO, Joaquim J. M. The potential of a bioeconomy to reduce Brazilian GHG emissions towards 2030. 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1002/bbb.2064>>. Acesso em: 5 set. 2022.

MARCONI, Maria; LAKATOS, Eva. *Fundamentos de metodologia científica*. [S.l.: s.n.], 2003.

MEDEIROS, Ivan Luiz de; VIEIRA, Alessandro; BRAVIANO, Gilson; GONÇALVES, Berenice Santos. Revisão Sistemática e Bibliometria facilitadas por um Canvas para visualização de informação. *InfoDesign - Revista Brasileira de Design da Informação*, v. 12, n. 1, p. 93–110, 2015.

MEJIAS, Rafael Gouveia. Bioeconomia e suas aplicações. *ÂNDÉ: Ciências e Humanidades*, v. 2, n. 3, p. 105–121, 2019.

MODESTO, Helen R.; LEMOS, Sherlan G.; SANTOS, Mikaela S. dos; KOMATSU, Jenny S.; GONÇALVES, Maraísa; CARVALHO, Wagner A.; CARRILHO, Elma N. V. M.; LABUTO, Geórgia. Activated carbon production from industrial yeast residue to boost up circular bioeconomy. 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s11356-020-10458-z>>.

MOREIRA, Juliana Botelho; SANTOS, Thaisa Duarte; DUARTE, Jessica Hartwig; BEZERRA, Priscilla Quenia M.; MORAIS, Michele Greque de; COSTA, Jorge Alberto Vieira. Role of microalgae in circular bioeconomy: from waste treatment to biofuel production. v. 1, p. 3, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10098-021-02149-1>>.

OLIVEIRA E SILVA, Martim Francisco; PEREIRA, Felipe dos Santos; MARTINS, José Vitor Bomtempo. A Bioeconomia Brasileira em Números. *Bioeconomia BNDES Setorial*, v. 47, p. 277–332, 2018.

ONU. População mundial chegará a 8 bilhões em novembro de 2022. n. 11, p. 8–10, 2022. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/189756-populacao-mundial-chegara-8-bilhoes-em-novembro-de-2022>>.

ONU. *Relatório da ONU População mundial deve chegar a 97 bilhões de pessoas em 2050*. . Brasília DF: ONU. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/83427-populacao-mundial-deve-chegar-97-bilhoes-de-pessoas-em-2050-diz-relatorio-da-onu>>. , 2019

ORTEGA, Jhovana S. Escobar; VÁSQUEZ, Noemi N. Aguilar; ALBA, Teresa Ávila; SALAMONE, Inés E. Garcia. Impact of management of cover crop–soybean agroecosystems on rhizosphere microbial communities. *European Journal of Soil Science*, v. 72, n. 3, p. 1154–1176, 1 maio 2020.

RAMPASSO, Izabela Simon; QUELHAS, Osvaldo L. G.; ANHOLON, Rosley; Silva, Diogo A. L.; PONTES, André T.; MIRANDA, Jocimar D. A.; DIAS, Janice O. *The Bioeconomy in emerging economies: a study of the critical success factors based on Life Cycle Assessment and Delphi and Fuzzy-Delphi methods*. 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s11367-021-01913-1>>.

SALVADOR, Rodrigo; BARROS, Murillo Vetroni; DONNER, Mechthild; BRITO, Paulo; HALOG, Anthony; FRANCISCO, Antonio C. de. How to advance regional circular bioeconomy systems? Identifying barriers, challenges, drivers, and opportunities. *Sustainable Production and Consumption*, v. 32, p. 248–269, 1 jul. 2022.

SALVADOR, Rodrigo; PUGLIERI, Fabio N; HALOG, Anthony; ANDRADE, Fernanda G de; PIEKARSKI, Cassiano M.; FRANCISCO, Antonio C. de. Key aspects for designing business models for a circular bioeconomy. 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124341>>. Acesso em: 5 set. 2022.

SANTOS, Alberto Meireles dos; ROSO, Gabriela Rigo; MENEZES, Cristiano Ragagnin de; Queiroz, Maria Isabel; ZEPKA, Leila Queiroz; JACOB-LOPES, Eduardo. The bioeconomy of microalgal heterotrophic bioreactors applied to agroindustrial wastewater treatment. *Desalination and Water Treatment*, v. 64, n. January, p. 12–20, 2016.

SARMIENTO-PADILLA, Ana L.; MOREIRA, Susana; ROCHA, Hugo A. O.; ARAÚJO, Rafael G.; GOVEA-SALAS, Mayela; PINALES-MÁRQUEZ, César D.; RUIZ, Héctor A.; RODRÍGUEZ-JASSO, Rosa M. Circular bioeconomy in the production of fucoxanthin from aquatic biomass: extraction and bioactivities. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, v. 97, n. 6, p. 1363–1378, 1 jun. 2021.

SCHREINER, Mateus Garcez Lopes. Engineering biological systems toward a sustainable bioeconomy. *J Ind Microbiol Biotechnol*, v. 42, p. 813–838, 2015. Disponível em: <<https://academic.oup.com/jimb/article/42/6/813/5995412>>. Acesso em: 5 set. 2022.

SILVA, Antonio Jorge Barbosa Da; SEVALHO, Elison de Souza; MIRANDA, Ires Paula de Andrade. *Vista do Potencial das palmeiras nativas da Amazônia Brasileira para a bioeconomia: análise em rede da produção científica e tecnológica*. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/43595/pdf>>. Acesso em: 6 set. 2022.

SOUSA, Diego Neves De. Da Bioeconomia a Ecoeconomia : A Busca pela sustentabilidade nos sistema agroalimentar. *Humanidades & Inovação*, v. 8, n. 2012, p. 297–301, 2021.

SOUZA, Jhonathan Fernandes Torres De; PACCA, Sérgio A. Carbon reduction potential and costs through circular bioeconomy in the Brazilian steel industry. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 169, p. 105517, 1 jun. 2021.

VALLI, Marília; BOLZANI, Vanderlan S. Natural Products: Perspectives and Challenges for use of Brazilian Plant Species in the Bioeconomy. 2019. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/0001-3765201920190208www.scielo.br/aabc%7Cwww.fb.com/aabcjournalORCID:https://orcid.org/0000-0001-7019-5825>>. Acesso em: 5 set. 2022.

VALLI, Marília; RUSSO, Helena M.; BOLZANI, Vanderlan da Silva. The potential contribution of the natural products from Brazilian biodiversity to bioeconomy. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 90, n. 1, p. 763–778, 2018.

VARGAS-CARPINTERO, Ricardo; HILGER, Thomas; MÖSSINGER, Johannes; SOUZA, Roney Fraga; ARMAS, Juan C. B.; TIEDE, Karen; LEWANDOWSKI, Iris. *Acrocomia spp.: neglected crop, ballyhooed multipurpose palm or fit for the bioeconomy? A review-based value chain · Bio-based value web · Biorefinery · Macaúba · Macaw palm · Coyol · Mbokajá · Minor crop · Oil crop · Vegetable oil*. v. 1, p. 3, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s13593-021-00729-5>>.