

1º COLOCADO

CATEGORIA II – BIOECONOMIA: DESENVOLVIMENTO PRODUTIVO E
IMPACTO SOCIOAMBIENTAL POSITIVO

Dez Dimensões: *moldando a agenda da bioeconomia para a sustentabilidade forte*

*Rodolfo Vaz Oliveira Aguiar**
*Cristina Fróes de Borja Reis***

* Doutorando em Economia Política Mundial (UFABC). E-mail: rodvaz88@gmail.com.

** Prof.^a Dra. Ciências Econômicas (UFABC). E-mail: cristina.reis@ufabc.edu.br.

1. Introdução

O avanço acelerado da crise climática e ambiental demanda fortalecimento e ampliação das iniciativas de cooperação. Nesse cenário, a bioeconomia emerge como uma estratégia essencial, ainda que seu conceito seja objeto de debate e varie conforme as definições adotadas em cada país. (Nobre *et al.*, 2023). Ciente do papel estratégico da bioeconomia para a sustentabilidade, a presidência brasileira do G20 promoveu, de forma inédita no fórum, uma iniciativa dedicada ao tema e coordenou a formulação de dez Princípios de Alto Nível para orientar o debate internacional ao redor das políticas de bioeconomia.

Segundo a iniciativa do G20, “bioeconomia é um sistema econômico que utiliza recursos biológicos renováveis para produzir bens, serviços e energia de forma sustentável e eficiente. Representa uma mudança em relação à economia tradicional, linear, baseada em combustíveis fósseis e matérias-primas finitas” (GIB, 2024a). Conforme discutido ao longo deste artigo, o conceito de bioeconomia defendido pela presidência brasileira alinha-se tanto às perspectivas do Sul quanto do Norte Global, o que abre a possibilidade de definir dimensões-chave para estruturar uma agenda de pesquisa de caráter internacional. A contribuição deste trabalho é propor dimensões para tal agenda, fundamentada em uma revisão teórica abrangente e com possibilidade de contribuir na formulação de políticas públicas em bioeconomia.

A concepção convencional da bioeconomia reflete a predominância de duas das três visões identificadas na literatura (Bugge; Hansen; Klitkou, 2016), ambas consideradas abordagens de “sustentabilidade fraca”: (i) a visão biotecnológica, que destaca a relevância da pesquisa, desenvolvimento e comercialização da biotecnologia em diversos setores econômicos; e (ii) a visão dos bio-recursos, que foca no papel da pesquisa e desenvolvimento (P&D) relacionados a matérias-primas biológicas em setores como agricultura, marinha, florestal e bioenergia, bem como no estabelecimento de novas cadeias de valor e na ênfase no potencial de valorização e conversão de matérias-primas biológicas. A terceira visão, (iii) a bioecológica, baseada na Economia Ecológica, valoriza processos que otimizam o uso de energia e nutrientes, promovem a biodiversidade e previnem monoculturas e degradação do solo, sendo considerada uma abordagem de “sustentabilidade forte”.

As estratégias de bioeconomia concebidas por países e organizações internacionais, em geral, têm sido fundamentadas em visões de sustentabilidade fraca. Esse diagnóstico evidencia a importância de avançar uma agenda de pesquisa em bioeconomia baseada em perspectivas do Sul Global para aprimorar soluções alternativas no campo das políticas de bioeconomia. A iniciativa do G20 sobre Bioeconomia (GIB), lançada pelo Brasil, tem delineado um arcabouço estratégico e prioridades-chave para promover a bioeconomia no âmbito do G20, reconhecendo-a como caminho crucial para enfrentar desafios globais como mudança climática, pobreza e escassez de recursos. A iniciativa visa fomentar o diálogo e a cooperação internacional, com foco em três áreas temáticas: pesquisa e inovação, uso sustentável da biodiversidade e o papel da bioeconomia no desenvolvimento sustentável (GIB, 2024b). Segundo a GIB, a bioeconomia deve ser cuidadosamente gerida para evitar danos a ecossistemas ou comunidades vulneráveis.

No Brasil, particularmente na Amazônia, o modelo da bioeconomia da sociobiodiversidade é representado por propostas que buscam concretizar a visão bioecológica. Esse modelo baseia-se na utilização sustentável da biodiversidade para apoiar e desenvolver uma economia enraizada nas comunidades locais. A questão motivadora que surge, portanto, é: quais são as dimensões-chave para o desenvolvimento de uma agenda de pesquisa em bioeconomia alinhada à sustentabilidade forte, e como essas dimensões podem ser relacionadas aos Princípios de Alto Nível do G20 acordados sob a presidência brasileira?

Este artigo está dividido em três partes: na primeira seção, é apresentada uma revisão da literatura, com contribuições econômicas plurais diretamente relevantes para a bioeconomia. Essa revisão se concentra principalmente na Economia Ecológica e também inclui outras abordagens que poderiam desempenhar um papel metodológico na formação da agenda em questão, como o Pós-Keynesianismo, o Institucionalismo Original e a teoria da Troca Ecologicamente Desigual. A segunda seção analisa as abordagens internacionais e brasileiras da bioeconomia, os desafios de mensuração e governança, e o contraste entre o domínio agroindustrial e o potencial amazônico baseado na biodiversidade. Finalmente, na terceira parte, são delineadas dez dimensões baseadas nas contribuições do Brasil e do Sul Global para uma agenda de pesquisa em bioeconomia baseada na sustentabilidade forte, incluindo a apresentação dos Princípios de Alto Nível da Iniciativa do G20.

2. Revisão da Literatura

O sentido convencional do conceito de bioeconomia está associado à chamada economia verde (Trigo *et al.*, 2013), concebida como um tipo de economia que visa aumentar a renda e melhorar o bem-estar humano, ao mesmo tempo em que reduz significativamente os riscos ambientais e a escassez ecológica (UNEP, 2011). Em tese, na economia verde, o crescimento da renda e do emprego deveria ser impulsionado por investimentos públicos e privados que reduzam as emissões de carbono e a poluição, que aumentem a eficiência energética e de recursos, e que evitem a perda de biodiversidade (UNEP, 2011). Compreender o que significa adotar um arcabouço de economia verde ainda é controverso quando se problematiza a trajetória do desenvolvimento sustentável. Uma conclusão importante de uma análise comparativa é que a ideia de economia verde se assemelha mais à economia *mainstream* e à economia ambiental, pois se baseia na visão econômica de escassez e não há conexão entre as perspectivas ecocêntricas e as soluções tecnocêntricas (Bina, 2013). De modo semelhante, algumas revisões sugerem que parte substancial da pesquisa em bioeconomia adota noções de sustentabilidade fraca e do *mainstream* econômico (D'amato *et al.*, 2017; Korhonen; Honkasalo; Seppälä, 2018).

A suposição de que há limites ecológicos globais ao crescimento econômico provou não ser absurda e tornou-se um evidente limiar para a escolha de políticas de desenvolvimento e outros objetivos assumidos por cada sociedade (Meadows; Randers; Meadows, 2004). Na teoria econômica, tentativas de abordar a preocupação com a exaustão de recursos naturais e danos ambientais crescentes surgiram questionando os instrumentos analíticos baseados na teoria neoclássica. Esta última passou a explicar o problema dos recursos naturais finitos e da degradação ambiental, formando, assim, a economia ambiental e dos recursos naturais (Dietz; Neumayer, 2009), também classificada como microeconomia aplicada à contaminação ambiental e dos recursos naturais (Martinez-Alier, 2002).

2.1. Perspectiva da Economia Ecológica

Por outro lado, a Economia Ecológica emergiu como um campo que desafia pontos de vista tradicionais, postulando que preferências humanas, avanços

tecnológicos, compreensão do ambiente e estruturas sociais podem coevoluir em alinhamento com limitações ecológicas. (Costanza; Daly; Bartholomew, 1991). A visão da economia como um subsistema de um sistema mais amplo e finito (Daly, 1977) teve um importante impacto no pensamento econômico.

A ideia central é compreender que a maioria das abordagens teóricas, especialmente a Economia Ecológica, integra a sustentabilidade ambiental em seu núcleo conceitual, destacando-se a distinção entre sustentabilidade fraca e forte. A principal diferença decorre de suposições contrastantes sobre a substituíbilidade do capital natural. A ortodoxia fez o caso pela sustentabilidade fraca principalmente através dos trabalhos de Robert Solow (1993, 1974, 1956) e John Hartwick (1977). Sustentabilidade fraca é conhecida como “paradigma da substituíbilidade”, pois requer que o investimento líquido total, adequadamente delineado para cobrir todas as formas relevantes de capital, seja mantido acima de zero, numa extensão da chamada “regra de Hartwick” (Neumayer, 2013). Investir os lucros ou outras receitas de recursos exauríveis em capital reprodutível, como máquinas, poderia ser solução para os problemas éticos de consumo excessivo no presente (Hartwick, 1977). Solow (1993) entende sustentabilidade como um caminho que oferece às gerações futuras a opção de serem tão bem-sucedidas quanto seus predecessores, ou seja, não é necessariamente um modo de conservar todos os recursos ou ativos.

A sustentabilidade forte¹ é mais ampla, dado o formato plural da economia ecológica como programa de pesquisa, permitindo inclusive certas suposições da sustentabilidade fraca, como cálculo de externalidades, criação de instrumentos de política e desenvolvimento de indicadores (Neumayer, 2013; Saes; Romeiro, 2018). Nessa abordagem, há limite para a substituíbilidade entre capital produzido e natural, pois se o crescimento estiver associado à escassez relativa crescente de capital natural — isto é, se a degradação ambiental avançar sobre recursos naturais e serviços ecossistêmicos — o crescimento pode se tornar inviável dada a relação de complementaridade entre essas formas de capital (Mueller, 2005). A hipótese da substituíbilidade não pode ser considerada universalmente benéfica para futuras gerações devido a limitações ambientais como irreversibilidade, incerteza e componentes críticos para o bem-estar e

1 Há duas interpretações distintas na literatura sobre o que é sustentabilidade forte: uma delas a interpreta como a abordagem que exige a preservação do capital natural inclusive em termos de valor; na outra, a sustentabilidade forte não é definida em termos de valor, mas requer a preservação do estoque físico das formas de capital natural consideradas insubstituíveis (Neumayer, 2013).

a viabilidade da vida na Terra (Godin *et al.*, 2022). Essa distinção é resumida na diferença de comensurabilidade de valores: (i) na sustentabilidade fraca, há forte comparabilidade de valores na internalização de externalidades nos preços; (ii) a sustentabilidade forte refere-se à conservação do ambiente natural e de seus recursos e serviços, avaliados por indicadores físicos com fraca comparabilidade (Martinez-Alier, 2002).

As ideias de Georgescu-Roegen² foram cruciais para desafiar a Economia Neoclássica e estabelecer a Economia Ecológica como disciplina fundamentada numa compreensão sistêmica e evolucionária. Sua bioeconomia (*bioeconomics*) busca redefinir o campo da Economia (*Economics*) em conexão intrínseca com o ambiente biofísico (Missemer, 2017). Sua crítica rejeita a epistemologia mecanicista dominante, especialmente o foco de Jevons (1879) em utilidade e em interesses próprios. Para ele, a consequência dessa adesão indiscriminada ao dogma mecanicista é expressa na visão análoga da economia como um processo de locomoção baseado no princípio da conservação, combinado com as hipóteses de maximização utilitária; em outras palavras, a própria economia foi reduzida a uma cinética atemporal (1975). Em vez disso, via o processo econômico como dependente de trocas contínuas e influência mútua com o entorno. Ele relacionou a lei da entropia — que destaca a mudança irreversível no universo material — à economia. O processo econômico é, portanto, inevitavelmente irreversível e não pode ser explicado apenas em termos mecanicistas. Por meio da termodinâmica, explicou que o processo ocorre pela transformação de recursos valiosos (baixa entropia) em resíduos inúteis (alta entropia) (*ibid.*) O sistema produtivo seria, de fato, um processo de transformação que necessariamente produz algum tipo de resíduo que não entra novamente no sistema produtivo, o que revela a impossibilidade de tratar a economia como um ciclo fechado e isolado da natureza, semelhante ao que Daly (1977) fazia referência.

Outra implicação é que os materiais nunca podem ser totalmente reciclados. A crença de que avanços tecnológicos em reciclagem podem resolver a questão do esgotamento dos recursos naturais é falha, especialmente para economias que continuam a expandir-se (Cechin; Da Veiga, 2010). Inovações tecnológicas geralmente ocorrem em três formas: (i) inovações econômicas, que

2 Seu trabalho costuma ser dividido em duas categorias: (i) trabalho inicial sobre a teoria do consumidor e da produção e (ii) sua preocupação posterior com a entropia e a bioeconomia (Gowdy; Mesner, 1998).

conservam baixa entropia por meio de uso mais eficiente de energia; (ii) inovações substitutivas, que substituem energia físico-química por energia humana ou permitem novas ações; e (iii) inovações de “espectro”, que criam novos bens de consumo e também servem como substitutos (Georgescu-Roegen, 1975). Assim, quando novas tecnologias aumentam a eficiência do capital, exigindo menores quantidades de recursos naturais para determinada produção, há uma aparente substituição de recursos naturais por capital; contudo, a relação entre ambos permanece complementar e, portanto, a substituição aparente não pode ocorrer indefinidamente (Saes; Romeiro, 2018).

Sua explicação sobre o que entendia por bioeconomia baseava-se na evolução exossomática, ou seja, aquela na qual a humanidade passou a desenvolver tecnologias que vão além do escopo endossomático das características corporais humanas. Assim, devido a essa nova forma de viver, a sobrevivência humana enfrenta um problema totalmente novo em relação a qualquer outra espécie: um problema bioeconômico (Georgescu-Roegen, 1975). O termo serve para nos lembrar continuamente da origem biológica do processo econômico e para destacar o problema da existência humana em um mundo onde a quantidade de recursos acessíveis é limitada, localizada de forma irregular e apropriada de maneira desigual, de modo que a desigualdade social está profundamente enraizada nesse modo particular de existência da humanidade (Georgescu-Roegen, 1977).

Dessa forma, o autor romeno propõe um “programa bioeconômico mínimo” para uma economia baseada principalmente no fluxo de energia solar, capaz de eliminar em grande parte o monopólio do presente sobre as gerações futuras, assegurando que os recursos naturais críticos sejam depletados o mínimo possível (*ibid.*, p. 377). Em resumo, sua expectativa era que o problema econômico dos recursos naturais fosse entendido primordialmente como um problema ecológico e, portanto, a economia não poderia substituir a bioeconomia, cuja tarefa é considerar a demanda e as necessidades das futuras gerações que não vivem no presente para reivindicar seu direito à dotação de energia e matéria disponível à humanidade (Georgescu-Roegen, 1977).

Essas ideias foram fundamentais na formação da perspectiva de sustentabilidade forte dentro do campo da bioeconomia. Elas desempenham papel crucial nas discussões sobre as visões e narrativas que definem o *framework*. Conforme delineado na introdução, Bugge, Hansen e Klitkou (2016) articulam

um arcabouço bioecológico para a bioeconomia, profundamente enraizado nos princípios da Economia Ecológica. Sua definição abrange os seguintes critérios: (i) adota como objetivos a sustentabilidade, a biodiversidade, a conservação dos ecossistemas e a prevenção da degradação do solo; (ii) a criação de valor ocorre por meio do desenvolvimento de sistemas produtivos integrados e produtos de alta qualidade com identidade territorial; (iii) os mecanismos de promoção e mediação da inovação seriam baseados na identificação de práticas agroecológicas; (iv) o foco espacial é orientado para regiões rurais e periféricas, tanto em nível global quanto nacional.

É evidente que a Economia Ecológica tem desempenhado papel central na formação da agenda da bioeconomia, servindo como arcabouço alternativo. Todavia, há ainda outros arcabouços econômicos que podem contribuir para a construção de uma agenda de pesquisa em bioeconomia orientada à sustentabilidade forte.

2.2. Perspectiva Pós-Keynesiana

A bioeconomia (*Bioeconomics*) — um dos termos utilizados para se referir às ideias de Georgescu-Roegen sobre bioeconomia — e a economia pós-keynesiana compartilham semelhanças quanto à metodologia, ao foco na produção e às visões sobre a taxa social de desconto, mas diferem em suas atitudes em relação ao crescimento econômico. Ambas concordam quanto à existência de incerteza nos sistemas econômicos. Quando a incerteza pura é reconhecida, modelos mecânicos preditivos são substituídos, em ambos os arcabouços, por modelos explicativos voltados para padrões, que elucidam eventos passados e sugerem cenários gerais para o futuro (Gowdy, 1991).

Um dos pontos a destacar sobre a perspectiva pós-keynesiana é justamente o quanto esse campo teórico tem se debruçado sobre a questão do uso dos recursos naturais em sua produção teórica e de políticas. Tal abordagem se mostra adequada diante da necessidade atual de redirecionar o investimento público em infraestrutura como parte da mitigação das mudanças climáticas e da reconfiguração do desenvolvimento econômico, baseada em um compromisso mais forte com a comunidade da economia ecológica (Rezai; Stagl, 2016).

A modelagem das relações entre regiões conectadas (e desiguais) em uma economia aberta já constitui um campo de pesquisa rico para os pós-keyne-

sianos, baseada, por exemplo, no modelo de crescimento restrito pelo Balanço de Pagamentos (Althouse; Guarini; Porcile, 2020). Se as exportações são apenas um meio indireto de produzir importações, e ao exportar produtos com baixa elasticidade-renda e baixa elasticidade-preço, a deterioração dos termos de troca torna a produção indireta dessas importações cada vez mais cara. Nesse sentido, uma abordagem pós-keynesiana da bioeconomia pode contribuir com a ideia de que os produtos bioeconômicos são capazes de aprimorar modelos de crescimento por meio de paradigmas renovados. Caso os países periféricos não promovam suas bioeconomias com processos de inovação e complexidade, provavelmente permanecerão atrelados ao mesmo paradigma de crescimento das últimas décadas.

A economia ecológica se aproxima da economia pós-keynesiana em sua compreensão dos fundamentos da incerteza e do Princípio da Precaução: nem toda inovação produtiva é desejável, pois, do ponto de vista da precaução, podem ter consequências imprevisíveis para o metabolismo social (Rezai; Stagl, 2016). Nesse sentido, a análise de *path-dependency* da teoria pós-keynesiana, que discute como a sequência de mudanças e ajustes nas taxas de crescimento dos fatores imprime à economia “memórias” que afetam o produto presente e futuro (Fontana; Sawyer, 2016), pode desempenhar um papel ao trazer a bioeconomia para a agenda internacional comum.

2.3. Perspectiva do Institucionalismo Original

A Economia Institucional Original (EIO) é um campo de pesquisa que vincula o conceito de instituição à existência de hábitos, padrões de conduta e comportamento que, no ambiente agregado (ou macroeconômico), estabelecem padrões de crescimento ou desenvolvimento econômico (Conceição, 2017). A EIO vê o sistema econômico como inserido em contextos sociais amplos, como política, religião e relações sociais, indicando que a economia é entrelaçada com esses fatores. Essa perspectiva adota uma abordagem pluralista, integrando teorias, ideias e metodologias de diversas disciplinas para abordar questões econômicas. Três elementos orientadores são fundamentais na abordagem da EIO em relação às questões ambientais: concepções, valores e uma postura voltada para a resolução de problemas, o que evidencia sua metodologia ampla e interdisciplinar para lidar com desafios ambientais (Adkisson, 2021).

Nesse *framework*, as instituições são sistemas de regras de comportamento e/ou pensamento socialmente compartilhadas que apresentam certa recorrência ao longo do tempo. Essas regras indicam o que (não) fazer ou pensar em determinadas circunstâncias (Dequech, 2017).

Por exemplo, defensores da EIO argumentam que é crucial examinar criticamente a noção de tecnologia como inerentemente progressiva. Dessa forma, a análise institucional deve se concentrar nos processos da atividade humana — avaliando tanto o conteúdo quanto às consequências dessas atividades (Swaney, 1989). Os institucionalistas reconhecem que os avanços tecnológicos geralmente mitigam a escassez de recursos, mas isso é apenas parte da narrativa mais ampla. Aplicar conceitos econômicos juntamente com princípios da física e da ecologia às situações atuais revela uma dupla perspectiva sobre a questão do esgotamento de recursos: trata-se tanto de uma distração enganosa quanto, paradoxalmente, de uma preocupação crítica. Essa análise leva a duas conclusões principais. Primeiramente, ao lidar com os desafios ambientais atuais, para os institucionalistas, pesquisadores das ciências sociais não podem permanecer observadores imparciais; devem engajar-se ativamente, pois essas questões afetam a todos. Em segundo lugar, é preciso atentar que melhorar nossa capacidade de resolver questões de escassez de recursos também aumenta o risco para os serviços ecossistêmicos vitais da Terra (Swaney, 2003).

Aplicar esse *framework* à bioeconomia por meio de estudos de caso específicos pode revelar novas percepções sobre a natureza exata da bioeconomia e os mecanismos pelos quais ela se forma. Por exemplo, uma investigação institucionalista sobre o tema poderia averiguar se as iniciativas dentro da bioeconomia estão envolvendo instituições de propriedade que são “mais próximas” da propriedade comum e “menos semelhantes” à propriedade privada ou estatal.

2.4. Teoria da Troca Ecologicamente Desigual

Por fim, consideremos a abordagem da Troca Ecologicamente Desigual (TED). As teorias do imperialismo, do sistema-mundo, da dependência e outras que analisam a troca desigual baseadas em diferenças salariais ou de produtividade setorial identificam a exportação de bens primários como um traço marcante das formas de subdesenvolvimento (Bambirra, 1978; Emmanuel, 1972). No entanto, tais teorias não explicam as dinâmicas internas dos sistemas

extrativistas como uma forma socioeconômica, o que dificulta a compreensão de como a extração e exportação de recursos naturais afetam o potencial de desenvolvimento futuro dos ambientes de onde são retirados (Bunker, 1985).

A teoria da TED é fundamental para entender os contornos das desigualdades socionaturais, pois as relações desiguais no comércio evidenciam a enorme dívida ecológica que os países do centro devem à periferia (Frey; Gellert; Dahms, 2019). Países ricos em poder econômico, tecnológico e militar tendem a ter acesso privilegiado a recursos materiais e energéticos, territórios e à força de trabalho (Dorninger *et al.*, 2021). Ademais, essa troca desigual se expressa no fato de ocorrer sob termos de troca desfavoráveis para países e regiões pobres, sem considerar as externalidades provocadas pelo esgotamento dos recursos naturais e pelo uso desproporcional do espaço ambiental, o que resulta na formação da chamada dívida ecológica, contraída por países que enriqueceram à custa da extração colonial (Warlenius, 2016).

Os fundamentos teóricos da TED são: (i) base nas teorias do sistema-mundo e da ecologia humana, com foco na apropriação, uso e fluxos de recursos naturais; (ii) proporção desigual de trocas materiais, mediada por interdependências ecológicas e políticas que reproduzem múltiplas assimetrias no sistema-mundo; (iii) contradição entre o consumo excessivo de recursos naturais e a relativa menor degradação ambiental nos países centrais, enquanto há subconsumo na periferia, com consequente deterioração das condições de vida de populações e ecossistemas; (iv) consequências profundas para regiões extrativistas; (v) verificação empírica por meio de técnicas analíticas quantitativas (Ciccantell, 2019).

Empreendimentos bem-sucedidos de *commodities* em escala industrial completam o ciclo de empobrecimento periférico ao introduzirem economias de escala progressivas em novos territórios. As vantagens competitivas desses locais podem, eventualmente, reduzir custos que, em geral, tenderiam a aumentar (Bunker, 1985). Isso ocorre porque a economia de escala reduz o custo de produção por unidade, mas aumenta o capital total “afundado” em infraestrutura e tecnologia (Bunker; Ciccantell, 2005). O conceito de “custos afundados” (*sunk costs*) refere-se àqueles que, uma vez realizados, não podem ser totalmente revertidos ou recuperados por transferências ou vendas, o que leva à observação desses investimentos em setores específicos (Barham; Coomes, 2005). Essa abordagem explica consequências adicionais para sistemas

econômicos dependentes de atividades extrativas, ao enfatizar que esses custos influenciam o comportamento do investimento produtivo, o desempenho das indústrias de bens primários, seus efeitos em cadeia e a inércia do padrão de especialização produtiva (Reis, 2016).

Essa perspectiva sobre a TED pode ser conciliada com a abordagem bioecológica da bioeconomia ao examinar o impacto histórico da exploração desregulada de recursos naturais no Sul Global, realizada sem qualquer forma de compensação, sobre seu espaço ambiental. A produção de deseconomias de espaço ao longo do tempo prolongou a condição de dependência e minou a capacidade de autodeterminação dos países em seus próprios territórios (Warlenius, 2016). Nesse sentido, a visão bioecológica para uma bioeconomia se justifica ao estar baseada no planejamento ecológico e nas necessidades das comunidades, o que se reflete em um ponto crucial de mudança substancial para o uso sustentável dos recursos naturais.

3. Resultados de pesquisas sobre possibilidades de bioeconomia, indicadores e o *background* brasileiro

3.1. Possibilidades e políticas de bioeconomia

A formulação de políticas na bioeconomia é complexa e exige ação coletiva de diferentes atores para elaborar políticas públicas transversais, estratégias e soluções para problemas sistêmicos como a pobreza e o desmatamento. Ainda não há consenso entre os atores sobre a bioeconomia (Pinsky; Marcovitch; Val, 2024). Como ponto de partida desta seção, entende-se que um processo de bioeconomia implica principalmente três elementos: biomassa renovável, tecnologias convergentes e a integração intersetorial nas estruturas produtivas (Gomez San Juan; Bogdanski; Dubois, 2019).

As políticas de bioeconomia têm sido desenvolvidas dentro de estratégias mais amplas ou até mesmo como estratégias desagregadas. Uma análise comparativa das estratégias oficiais de bioeconomia do Norte Global — como as da UE, da Alemanha, da Suécia, dos EUA e da OCDE — foi desenvolvida com relação a contextos, visões e princípios orientadores de implementação (Staffas; Gustavsson; McCormick, 2013). Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e alguns dos indicadores que os compõem são usados para uma

avaliação atual do estágio e das tendências dos requisitos fundamentais para a bioeconomia enquanto um processo de transição sustentável nas economias. Uma forma de análise de sustentabilidade para a bioeconomia seria associar seus indicadores às metas dos ODS (Calicioglu; Bogdanski, 2021). Ronzon e Sanjuan (2020) avaliam os pontos de sinergia entre as metas dos ODS relacionadas à bioeconomia (na estratégia da União Europeia). Por meio de mapeamento semântico, eles identificam que a estratégia bioeconômica está alinhada com 53 metas distribuídas entre 12 dos 17 ODSs. Correlações positivamente mais fortes foram encontradas nas metas de energia limpa (ODS 7), reciclagem (ODS 11) e preservação de ecossistemas (ODS 15).

Uma meta-análise da literatura e dos relatórios técnicos sobre a ligação entre a bioeconomia e os ODSs e seus resultados sugerem que o monitoramento e a avaliação da bioeconomia podem oferecer soluções em relação aos indicadores dos ODSs em todas as três dimensões da sustentabilidade (Calicioglu; Bogdanski, 2021). O que os autores desenvolveram como *framework* para análise e avaliação recomenda, em um primeiro momento, explorar os possíveis vínculos entre a bioeconomia e os ODSs de forma genérica e, em seguida, adaptá-los aos contextos específicos de cada país. Evidentemente, essa etapa requer uma compreensão profunda dos objetivos estratégicos dos países de interesse e de como eles interagem com questões mais amplas de sustentabilidade.

Heimann (2019) segue um caminho semelhante em uma avaliação *ex-ante* da ligação entre a bioeconomia e os ODSs, concluindo que somente em um cenário em que há medidas regulatórias e de sustentabilidade é possível atingir mais metas dos ODSs. Em outra linha, Stephenson e Damerell (2022) argumentam que seria pertinente vincular a bioeconomia à concretização dos ODSs e que as agências das Nações Unidas poderiam assumir um papel na orientação das partes interessadas para a implementação de estruturas de governança para regular o acesso e o uso de recursos genéticos e até mesmo a ética da biociência e dos padrões da indústria que precisariam de atenção especial.

Não obstante, os estudos citados nesta seção geralmente partiram de uma visão baseada na função de substituir os combustíveis fósseis por recursos renováveis como o principal objetivo da bioeconomia. Isso ilustra a predominância de uma sustentabilidade fraca no projeto, implementação e avaliação da bioeconomia, embora seja evidente que o sucesso das estratégias de bioeconomia em sua forma atual possa representar um avanço. No entanto, o distan-

ciamento em relação à perspectiva de sustentabilidade forte demonstra certa falta de conhecimento das realidades locais e das aspirações das comunidades dos países. Os ODS servem de referência para todos os países na Agenda 2030, mas podem não ser aplicáveis a cada localidade. O grande número de 169 objetivos e metas, juntamente com 231 indicadores, torna difícil a compreensão e a implementação em diferentes contextos nacionais (Kim, 2023).

É preciso considerar que definir o escopo da bioeconomia ainda é um desafio para países, blocos econômicos, formuladores de políticas e demais organizações e partes interessadas, bem como suas estratégias de mensuração e monitoramento, como já discutido anteriormente. Lokesh, Ladu e Summeton (2018) utilizam a análise de decisão multicritério (MDCA) para identificar e avaliar cadeias de valor baseadas em recursos biológicos em um estudo que, assumidamente, é exploratório quanto à compreensão das complexas interações entre as etapas do processo dessas cadeias bioeconômicas.

No entanto, ao final, a questão central permanece: embora haja esforços para desenvolver diretrizes para estratégias nacionais de bioeconomia, ainda falta clareza sobre como avaliar os impactos desse desenvolvimento econômico. Especificamente, existem poucos processos de avaliação bem definidos para os arcabouços subjacentes que fundamentam a agenda da bioeconomia, especialmente sob uma perspectiva pluralista. No Brasil, há um esforço para mensurar o tamanho da bioeconomia nas contas nacionais por meio de um indicador: o PIB-Bio, que envolve os segmentos de insumos, a produção agregada da bioeconomia, o processamento de bioinsumos (bioindústria) e, por fim, os serviços de distribuição, transporte e comercialização ao consumidor final ou para atender à demanda de exportação (Lima; Pinto, 2022).

3.2. O contexto da bioeconomia no Brasil

A adoção de estratégias nacionais dedicadas à bioeconomia tem sido relativamente lenta na América Latina e no Caribe, apesar do desenvolvimento de diversas políticas relacionadas ao tema. Países como Argentina, Brasil, Colômbia, Equador, Guatemala, Porto Rico e Uruguai vêm trabalhando ativamente na formulação de políticas para a bioeconomia ao longo dos anos. Contudo, até o momento, a Costa Rica é o único país que publicou uma estratégia nacional específica para a bioeconomia, lançada em agosto de 2020 (Dietz *et al.*, 2024). A

definição de bioeconomia assumida nessas estratégias — seja formal ou informalmente, assim como as atividades e práticas a que se orienta — determina sua escala, seu escopo e o valor atribuído por diferentes atores (Meyer, 2017). A região apresenta diferentes questões socioeconômicas que precisam ser consideradas em seu contexto. Por exemplo, em alguns países, a questão agrária possui uma dimensão própria, refletindo até mesmo intensos conflitos sociais (Siegel *et al.*, 2022).

O Brasil é reconhecido como um país megadiverso, abrigando entre 15% e 20% da biodiversidade do planeta (CBD, [s.d.]). As discussões brasileiras sobre bioeconomia têm se concentrado predominantemente em biorrecursos, especialmente vinculados a indústrias de grande escala, como a produção de bioetanol (Scheiterle *et al.*, 2018). Entretanto, uma mudança recente trouxe atenção para uma bioeconomia baseada em produtos florestais na Amazônia brasileira, com foco tanto em produtos madeireiros quanto não madeireiros (Teitelbaum; Boldt; Patermann, 2020). Essa abordagem é vista como tendo grande apelo empresarial, com vasto potencial econômico na manufatura de produtos da Floresta Amazônica. No entanto, dados do mercado de crédito para a Região Norte do Brasil — onde se concentra a maior parte da Amazônia brasileira — em geral, mostram volume e penetração inferiores à média nacional, bem como uma participação menor do que a representatividade da região no PIB, embora tenha havido crescimento significativo nos últimos anos (Pamplona; Slarini; Kadri, 2021).

Tal contraste fica evidente quando do exame do estado da pesquisa em bioeconomia no Brasil (CGEE, 2021). Há uma forte predominância de estudos focados no setor energético, especialmente biocombustíveis como etanol e biodiesel, além de significativa ênfase em técnicas e sistemas agrícolas, sobretudo no setor sucroalcooleiro. Adicionalmente, observa-se interesse relevante em reaproveitamento e valorização de resíduos, com a maioria dos estudos originados de instituições do Sudeste. Contudo, a presença de um núcleo de pesquisa sobre a Amazônia e serviços ecossistêmicos evidencia um foco crescente na bioeconomia da biodiversidade.

Para aproveitar plenamente esse potencial, é fundamental desenvolver produtos e serviços financeiros adaptados às necessidades específicas de cada perfil institucional e de cada etapa das cadeias de valor, assegurando que a população local possa reter uma parcela maior do valor agregado. Atualmente,

muitas comunidades na Amazônia operam em sistemas nos quais as matérias-primas são vendidas e o valor é majoritariamente agregado em outras regiões (Pamplona; Slarini; Kadri, 2021).

A bioeconomia representa uma fronteira promissora de inovação para o Brasil, com oportunidades significativas de colaboração entre academia e setor empresarial. Superar desafios como a burocracia governamental e as limitações de infraestrutura exigirá esforços coordenados (Aguiar *et al.*, 2023). O setor acadêmico, em particular, pode desempenhar papel fundamental ao ajudar a definir métricas e padrões para monitorar a transição para a bioeconomia, avaliar seus impactos no bem-estar humano e na biodiversidade, e garantir que os benefícios da inovação permaneçam localmente. Ao fomentar a inovação financeira e incentivar parcerias mais profundas entre universidades e empresas, a bioeconomia pode tornar-se um pilar central da estratégia de desenvolvimento do Brasil, impulsionando novos modelos de atividade econômica que priorizem tanto a conservação ambiental quanto a transformação econômica.

No entanto, segundo Pinsky, Marcovitch e Val (2024) há uma ainda governança fraca da bioeconomia, baseada em ações coletivas e projetos-piloto locais. As organizações da sociedade civil têm conhecimento para atuar nos territórios, mas competem por recursos e raramente se articulam entre si, o que pode gerar sobreposição de esforços. A ausência de coordenação estatal e apoio a cooperativas e associações enfraquece as atividades produtivas. Fortalecer as cadeias de valor da sociobiodiversidade exige integração, articulação e cooperação entre diversos atores em áreas como capacitação, logística, financiamento e comercialização.

Por outro lado, uma análise detalhada da dinâmica do poder corporativo na bioeconomia brasileira revela que seus setores dominantes são majoritariamente orientados pela oferta, liderados pelo agronegócio corporativo focado em algumas poucas *commodities* “*flex-crop*”, como cana-de-açúcar e soja, frequentemente à custa do desmatamento ou do deslocamento de pequenos produtores (Bastos Lima, 2021). Esses agronegócios desenvolvem novos usos para suas culturas a fim de acessar diferentes mercados, estabilizar a demanda e se proteger da volatilidade de preços. O setor sucroalcooleiro, por exemplo, migrou da produção de açúcar para a agroenergia, ampliando seu poder econômico e político. Esse domínio se traduz em influência sobre o governo e o

discurso público. Embora a biodiversidade brasileira seja frequentemente destacada, na prática, a produção agrícola em larga escala ofusca a conservação da biodiversidade e a inclusão social, que permanecem, em grande medida, objetivos superficiais (*Ibid.*). Isso contrasta fortemente com o imperativo de garantir a sustentabilidade econômica dos produtos da Floresta Amazônica para promover o uso equitativo dos recursos da biodiversidade. Algumas propostas de bioeconomia de base comunitária têm sido apresentadas como opções viáveis, como a bioeconomia da sociobiodiversidade para a Amazônia brasileira (Costa *et al.*, 2021), e têm pela frente o desafio de consolidar o apoio institucional para a implementação das políticas na escala necessária.

Bergamo *et al.* (2022) sugeriram princípios norteadores para uma bioeconomia amazônica: desmatamento zero; diversificação dos métodos de produção; fortalecimento das práticas milenares amazônicas; e repartição equitativa de benefícios. Tais princípios poderiam beneficiar tanto povos indígenas e tradicionais quanto a integridade dos ecossistemas locais, além de promover o desenvolvimento equitativo. Isso faz parte do desafio de construir uma bioeconomia a partir de abordagens de base e de reconhecer as iniciativas de sociobiodiversidade (*Ibid.*).

4. Contribuições à agenda de pesquisa em bioeconomia

A ausência do Sul Global na agenda de pesquisa sobre bioeconomia pode representar uma oportunidade perdida de aplicar uma perspectiva pluralista a uma questão de grande relevância. Isso é especialmente importante considerando que a bioeconomia já vem sendo analisada e implementada, apesar da falta de clareza previamente destacada quanto ao seu conteúdo e formas. Esta seção apresenta dimensões que podem contribuir para o estabelecimento de uma agenda internacional de pesquisa na área.

A conservação da biodiversidade e o uso sustentável dos recursos naturais são de importância central nas estratégias de bioeconomia. No entanto, ainda falta clareza quanto aos resultados desejados da bioeconomia em termos de seu impacto sobre a biodiversidade e quanto aos meios de avaliação desses resultados. Como esse aspecto tem recebido atenção insuficiente, Stephenson and Damerell (2022) argumentam que deve haver maior ênfase nos benefícios econômicos

da manutenção de ecossistemas saudáveis do que no simples uso, exploração e manipulação da biodiversidade, de modo a engajar os atores envolvidos na bioeconomia para materializar a sustentabilidade. É nesse ponto que o conceito de sustentabilidade forte assume papel central, pois adere ao princípio da precaução diante da incerteza sobre a extensão dos impactos gerados pela perda de biodiversidade na saúde dos ecossistemas (incluindo os seres humanos).

Em documento publicado pela CEPAL como referência para estratégias nacionais na América Latina e no Caribe, os autores buscam discutir mecanismos e fóruns para que os países compartilhem conhecimento e experiências no desenvolvimento de suas estratégias, bem como formas de medir o impacto das políticas e intervenções públicas que apoiam o desenvolvimento da bioeconomia (Rodriguez; Rodrigues; Sotomayor, 2019). O desafio da governança das soluções em bioeconomia também é ponto focal para uma agenda internacional sobre o tema.

Uma questão de grande preocupação é o financiamento das estratégias de transição verde, como os planos de bioeconomia. O cumprimento das metas climáticas na América Latina e Caribe exige um investimento anual entre 3,7% e 4,9% do PIB até 2030, o que equivale a um fluxo anual médio entre US\$ 215 bilhões e 284 bilhões. Assim, entre 2023 e 2030, será necessário um montante acumulado entre US\$ 2,1 e 2,8 trilhões (Miguel *et al.*, 2024). O financiamento da bioeconomia enfrenta desafios significativos, como o baixo interesse de investidores privados devido à escala limitada, restrições sobre conhecimentos tradicionais e condições de mercado desfavoráveis agravadas por subsídios a combustíveis fósseis. Além disso, empresas de alta tecnologia na bioeconomia dependem de capital de risco e apoio público, recursos que não estão igualmente disponíveis em todas as regiões, especialmente no Sul Global. As desigualdades econômicas e políticas desempenham papel crítico nesse processo, pois muitos atores carecem de recursos e oportunidades para influenciar as visões em evolução sobre a bioeconomia (Siegel *et al.*, 2022).

O Sul Global, com sua abundância de biodiversidade e recursos de biomassa, detém potencial significativo para liderar o desenvolvimento de uma bioeconomia sustentável. Por meio da Cooperação Sul-Sul e Triangular (SSTC), esses países podem compartilhar conhecimentos, tecnologias e melhores práticas, promovendo o desenvolvimento sustentável e enfrentando as mudanças climáticas (UNOSSC; CGEE, 2019). Ao utilizar seus recursos naturais e co-

nhcimentos tradicionais, os países do Sul Global podem impulsionar a oferta global de alimentos, fibras e energia de forma sustentável, assumindo papel de destaque na bioeconomia. A cooperação Sul-Sul fortalece esse protagonismo ao promover apoio mútuo entre nações em desenvolvimento na ação climática e no avanço dos ODS, aproveitando tecnologias adaptadas às suas realidades (*ibid.*). A cooperação Sul-Sul, assim, busca fortalecer capacidades de forma horizontal e participativa entre países periféricos e semiperiféricos, promovendo benefícios mútuos e potencial emancipação dos envolvidos. No entanto, na prática, essa modalidade nem sempre supera as relações de dominação presentes na sociedade moderna (Ullrich; Carrion, 2016), o que segue como desafio latente em setores como a bioeconomia.

No esforço de estabelecer um arcabouço político baseado em abordagens de sustentabilidade forte no contexto da bioeconomia, identifica-se que o processo requer a construção de estruturas humanas, tecnológicas e institucionais mais robustas, ancoradas em princípios conservacionistas (Fernandes *et al.*, 2022).

Considerando as perspectivas analisadas anteriormente e o estado da arte sobre bioeconomia e seus indicadores atuais, este trabalho delinea dez dimensões para o estabelecimento de uma agenda de pesquisa em bioeconomia baseada na sustentabilidade forte. Essas dimensões estão apresentadas na Tabela 1, categorizadas segundo sua descrição, metodologias possíveis e impacto esperado.

No desenvolvimento de uma agenda internacional de pesquisa para a bioeconomia que promova a sustentabilidade forte, relacionar essas dimensões aos Princípios de Alto Nível definidos pela GIB do G20 evidencia a robustez do arcabouço proposto, já que tais princípios foram acordados em um fórum de tamanha relevância como o G20. Essas relações são apresentadas na Tabela 2.

As dez dimensões se alinham de forma coerente com os 10 Princípios, demonstrando o potencial deste arcabouço de pesquisa. Por exemplo, o foco na conservação dos recursos naturais (D1) e no uso da biodiversidade (D2) corresponde diretamente à ênfase do GIB no desenvolvimento sustentável (Princípio 1) e na conservação da biodiversidade (Princípio 4). A dimensão sobre processos de inovação (D3) está em sintonia com o Princípio 6, que defende a ciência, a tecnologia e a inovação como motores da bioeconomia. Da mesma forma, instituições e governança (D7) e instituições de propriedade (D6) são essenciais para promover os arcabouços políticos e estruturas de governança descritos no Princípio 7.

Além disso, a dimensão que aborda o paradigma de crescimento nos processos bioeconômicos (D4) desafia modelos convencionais, alinhando-se ao Princípio 5, que propõe o avanço de padrões sustentáveis de consumo e produção. O foco na troca internacional (D9) e no desenvolvimento sustentável em nível nacional (D10) está em paralelo com os Princípios 9 e 10, que destacam a importância da colaboração internacional e da necessidade de abordagens específicas para cada país.

TABELA 1

DIMENSÕES PARA UMA AGENDA DE PESQUISA EM BIOECONOMIA PARA PROMOVER
ABORDAGENS DE SUSTENTABILIDADE FORTE

Dimensões	Descrição	Metodologias	Impacto Esperado
D1: Conservação de Recursos Naturais	Tema importante à sustentabilidade forte, relacionado à conservação dos ecossistemas e à prevenção da degradação do solo	Indicadores biofísicos; estudos de casos comparados; análise espacial	Melhorar a sustentabilidade dos recursos e informar as políticas de conservação
D2: Uso da Biodiversidade	Estudar como a bioeconomia parte do uso sustentável da biodiversidade e suas implicações para a segurança alimentar, nutricional e energética	Pesquisas ecológicas; avaliação econômica de serviços ecossistêmicos; análise MDCA	Apoiar os objetivos de bioeconomia e as estratégias conservacionistas
D3: Processos de Inovação e seus Mecanismos	A inovação é fundamental à bioeconomia e a tarefa é investigar as formas e os mecanismos que a impulsionam nos setores bioeconômicos e sua escalabilidade	Entrevistas qualitativas; análise de redes dos ecossistemas de inovação	Verificar se as atividades bioeconômicas têm um processo de inovação desenvolvido para esclarecer que tipo de inovação deve ser promovida
D4: Paradigma de Crescimento no processo bioeconômico	Se as bioeconomias tiverem o mesmo paradigma de crescimento, alguns países repetirão os mesmos padrões do passado	Modelagem teórica; análise longitudinal	Desafiar os modelos de crescimento atuais e propor alternativas sustentáveis
D5: Hábitos e atitudes inerentes	Avaliar o impacto dos hábitos, padrões de conduta e atitudes nas práticas e políticas bioeconômicas	<i>Surveys</i> e grupos de foco; pesquisa abdução; <i>storytelling</i>	Analisar hábitos e atitudes frente à bioeconomia, compreendendo sua influência nas políticas públicas e mudanças culturais
D6: Instituições de Propriedade	Explorar o papel da propriedade e seus arranjos no desenvolvimento bioeconômico	Análises legais; revisão de políticas e entrevistas com <i>stakeholders</i>	Definir <i>frameworks</i> visando processos de equidade
D7: Instituições e Governança	Investigar esquemas institucionais e de governança que sustentam as iniciativas de bioeconomia	Estudos de caso de modelos de governança; análise institucional	Melhorar o desenho de governança e a coerência de políticas
D8: Papel do Financiamento e do Investimento Público	Analisar o fluxo corrente de financiamento e investimento público para promover a bioeconomia	Modelagem financeira; análise de padrões de desenvolvimento; <i>path-dependency</i>	Orientar políticas econômicas e o financiamento de estratégias de desenvolvimento sustentável

Dimensões	Descrição	Metodologias	Impacto Esperado
D9: Comércio Internacional	Estudar os padrões e os efeitos do comércio internacional envolvendo os setores bioeconômicos	Indicadores compostos; estudos de avaliação dos termos de troca; análise internacional comparativa	Aprimorar o entendimento das interações globais, seus impactos econômicos, fluxos materiais e implicações políticas
D10: Desenvolvimento Sustentável nos países	Investigar se o sistema de bioeconomia desenvolvido em nível nacional está de acordo com os critérios de sustentabilidade	Análise comparativa de políticas; modelagem de sistemas dinâmicos; análise geoespacial; avaliação de impacto	Aprimoramento de políticas, aprendizado internacional e leitura holística em nível nacional

Fonte: Elaboração própria.

TABELA 2

DIMENSÕES RELACIONADAS COM OS PRINCÍPIOS DE ALTO NÍVEL DO G20 SOBRE BIOECONOMIA

Princípios de Alto Nível sobre Bioeconomia	Dimensões relacionadas	Explicação
1. Integrar e promover o desenvolvimento sustentável em suas dimensões econômica, social e ambiental, contribuindo para erradicar a fome e a pobreza, melhorar a saúde e o bem-estar, assegurando a segurança alimentar global	D2: Uso da Biodiversidade D4: Paradigma de Crescimento D10: Desenvolvimento Sustentável Nacional	Enfatiza a importância de integrar a sustentabilidade em todas as áreas, incluindo segurança alimentar, sendo central para a bioeconomia
2. Ser inclusiva e equitativa, garantir os direitos de todas as pessoas, incluindo Povos Indígenas e membros de comunidades locais, promover a igualdade de gênero e a participação de todas as partes interessadas	D5: Hábitos e Atitudes Inerentes D6: Instituições de Propriedade D7: Instituições e Governança	Foca na inclusão e equidade, assegurando a participação de comunidades marginalizadas nos processos de tomada de decisão em bioeconomia
3. Avançar nos esforços de mitigação e adaptação às mudanças climáticas globais, em conformidade com acordos multilaterais aplicáveis	D1: Conservação de Recursos Naturais D3: Processos de Inovação	Este princípio está alinhado aos esforços para preservar recursos naturais e desenvolver soluções inovadoras para enfrentar as mudanças climáticas
4. Contribuir para a conservação da biodiversidade, uso sustentável de seus componentes e repartição justa dos benefícios de recursos genéticos e conhecimentos tradicionais, conforme as legislações nacionais e acordos internacionais aplicáveis	D2: Uso da Biodiversidade D6: Instituições de Propriedade	Enfatiza a importância da conservação da biodiversidade, do uso sustentável dos recursos genéticos e do respeito às instituições de propriedade
5. Promover o consumo e a produção sustentáveis e circulares, bem como o uso eficiente dos recursos biológicos, promovendo a restauração e regeneração de áreas e ecossistemas degradados	D1: Conservação de Recursos Naturais D4: Paradigma de Crescimento	Promove práticas sustentáveis, circulares e a restauração dos ecossistemas, assegurando que as práticas da bioeconomia não gerem degradação
6. Ser desenvolvida por meio do uso seguro, responsável e ético da ciência, tecnologia, inovação e conhecimento tradicional, com potenciais benefícios, riscos e impactos avaliados cientificamente	D3: Inovação D7: Instituições e Governança	Foca no uso responsável da ciência e tecnologia e no papel da inovação
7. Beneficiar-se de estruturas políticas robustas e coerentes que favoreçam à bioeconomia o comércio de produtos e serviços, condições de mercado, modelos de negócios sustentáveis, empregos decentes, criação de valor local e participação do setor privado e da sociedade civil	D7: Instituições e Governança D8: Papel das Finanças e do Investimento Público	Apoia estruturas de políticas que incentivem modelos de negócios sustentáveis, inovação e comércio, garantindo crescimento econômico inclusivo

Princípios de Alto Nível sobre Bioeconomia	Dimensões relacionadas	Explicação
8. Utilizar critérios transparentes, comparáveis, mensuráveis, inclusivos, baseados na ciência e específicos para o contexto, a fim de avaliar a sustentabilidade das cadeias de valor bioeconômicas	D7: Instituições e Governança D8: Papel das Finanças e do Investimento Público	Ressalta a importância do uso de critérios científicos para medir a sustentabilidade nas cadeias de valor da bioeconomia
9. Fomento através da colaboração e da cooperação internacional que aborda desafios globais, aproveite forças complementares, inovação, empreendedorismo, financiamento e partilha de melhores práticas	D3: Processos e Mecanismos de Inovação D9: Comércio Internacional	Promove a colaboração internacional para compartilhar conhecimento, construir capacidades e fortalecer a inovação
10. Ser baseada em abordagens específicas para cada país e implementada de acordo com as prioridades nacionais e circunstâncias regionais e locais	D10: Desenvolvimento Sustentável em Nível Nacional	Foca na adaptação dos sistemas de bioeconomia às necessidades e prioridades únicas de cada país ou região

Fonte: Elaboração própria.

5. Conclusão

De modo geral, a análise evidencia que há amplo espaço para incorporar contribuições das abordagens do Sul Global e da experiência brasileira na agenda internacional de pesquisa em bioeconomia. Por meio da revisão plural de teorias econômicas, constatou-se que abordagens-chave como a Economia Ecológica, o Pós-Keynesianismo, o Institucionalismo Original e a teoria da Troca Ecologicamente Desigual compartilham pontos em comum e podem dialogar entre si. Por outro lado, a pesquisa atual sobre bioeconomia revela que o núcleo do campo está enraizado em perspectivas de sustentabilidade fraca, o que limita significativamente o avanço em questões inerentes à bioeconomia, como a conservação da biodiversidade e a adoção de práticas ecológicas preventivas (por exemplo, a proteção de ecossistemas). A análise subsequente dos indicadores de bioeconomia reforçou ainda mais o papel crucial das métricas de sustentabilidade forte para a construção de sistemas econômicos mais resilientes.

Nesse sentido, este artigo propôs uma agenda internacional inicial de pesquisa com contribuições do Sul Global, voltada para a sustentabilidade forte e estruturada em dez dimensões: (i) conservação dos recursos naturais; (ii) uso da biodiversidade; (iii) processos de inovação e seus mecanismos; (iv) paradigma de crescimento nos processos bioeconômicos; (v) hábitos e atitudes inerentes ao território; (vi) instituições de propriedade; (vii) instituições e go-

vernança; (viii) papel das finanças e do investimento público; (ix) intercâmbio internacional; e (x) desenvolvimento sustentável em nível nacional.

Além disso, comparamos as dimensões sugeridas com os Princípios de Alto Nível do GIB, reforçando a robustez do arcabouço. Áreas-chave como conservação dos recursos naturais (D1) e uso da biodiversidade (D2) correspondem aos princípios sobre desenvolvimento sustentável e conservação da biodiversidade, enquanto processos de inovação (D3) dialogam com a ênfase em ciência e tecnologia. As dimensões sobre instituições e governança (D7), hábitos e atitudes inerentes (D5) e instituições de propriedade (D6) apoiam os princípios voltados aos arcabouços políticos, e o desafio ao paradigma de crescimento (D4) está alinhado ao avanço do consumo sustentável. A dimensão do comércio internacional (D9) e o desenvolvimento sustentável em nível nacional (D10) refletem os princípios que promovem a colaboração e abordagens nacionais específicas.

Pesquisas futuras são necessárias para identificar eventuais lacunas nesta agenda, incluindo metodologias específicas dentro dos arcabouços apresentados. Ademais, as políticas bioeconômicas atuais podem ser objeto de estudos para sua integração à agenda internacional. O envolvimento das perspectivas do Sul Global nesse tipo de agenda pode fortalecer o compromisso com a ação e a cooperação globais para enfrentar as mudanças climáticas por meio de iniciativas inovadoras e políticas que protejam países e suas comunidades. Ao alinhar esta agenda de pesquisa com princípios reconhecidos globalmente, este artigo apresenta uma contribuição brasileira para o avanço de um modelo de bioeconomia que, de fato, incorpore a sustentabilidade forte.

Referências

- ADKISSON, R. V. Environmental Sustainability in Social Context: an original institutionalist perspective. In: WHALEN, C. J. (ed.). **Institutional Economics: Perspectives and Methods in Pursuit of a Better World**. London: Routledge, 2021. p. 152–177.
- AGUIAR, A. C. F. et al. Business, biodiversity, and innovation in Brazil. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 21, n. 1, p. 6–16, 2023.
- ALTHOUSE, J.; GUARINI, G.; PORCILE, J. G. Ecological macroeconomics in the open economy: Sustainability, unequal exchange and policy coordination in a center-periphery model. **Ecological Economics**, v. 172, n. 665850, 2020.
- BAMBIRRA, V. **Teoria de la Dependencia: Una Anticrítica**. México: Era, 1978.

- BARHAM, B. L.; COOMES, O. T. Sunk Costs, Resource Extractive Industries, and Development Outcomes. *In: CICCANTELL, P. S.; SMITH, D. A.; SEIDMAN, G. (ed.). Nature, Raw Materials and Political Economy: Research in Rural Sociology and Development*. Inglaterra: Emerald Publishing Limited, 2005. p. 159–186.
- BASTOS LIMA, M. G. Corporate power in the bioeconomy transition: The policies and politics of conservative ecological modernization in Brazil. **Sustainability (Switzerland)**, v. 13, n. 12, 2021.
- BERGAMO, D. *et al.* The Amazon bioeconomy: Beyond the use of forest products. **Ecological Economics**, v. 199, 2022.
- BINA, O. The green economy and sustainable development: An uneasy balance? **Environment and Planning C: Government and Policy**, v. 31, n. 6, p. 1023–1047, 2013.
- BUGGE, M. M.; HANSEN, T.; KLITKOU, A. What is the bioeconomy? A review of the literature. **Sustainability (Switzerland)**, v. 8, n. 7, 2016.
- BUNKER, S. G. **Underdeveloping the Amazon: Extraction, Unequal Exchange, and the Failure of the Modern State**. Chicago: University of Illinois Press, 1985.
- BUNKER, S. G.; CICCANTELL, P. S. Matter, Space, Time, and Technology: How Local Process Drives Global Systems. *In: CICCANTELL, P. S.; SMITH, D. A.; SEIDMAN, G. (ed.). Nature, Raw Materials and Political Economy: Research in Rural Sociology and Development*. Inglaterra: Emerald Publishing Limited, 2005. p. 23–44.
- CALICIOGLU, Ö.; BOGDANSKI, A. Linking the bioeconomy to the 2030 sustainable development agenda: Can SDG indicators be used to monitor progress towards a sustainable bioeconomy? **New Biotechnology**, v. 61, p. 40–49, 2021.
- CBD. **Convention on Biological Diversity: Brazil - Country Profile**. Disponível em: <<https://www.cbd.int/countries/profile/?country=br>>. Acesso em: 11 dez. 2024.
- CECHIN, A. D.; DA VEIGA, J. E. A economia ecológica e evolucionária de Georgescu-Roegen. **Revista de Economia Política**, v. 30, n. 3, p. 438–454, 2010.
- CGEE. **Bioeconomia no Brasil e no Mundo: Panorama da Produção Científica**. Rio de Janeiro, 2021.
- CICCANTELL, P. S. Ecologically Unequal Exchange and Raw Materialism: the material foundations of the capitalist world-economy. *In: FREY, R. S.; GELLERT, P. K.; DAHMS, H. F. (ed.). Ecologically Unequal Exchange: environmental justice in comparative and historical perspective*. Cham: Palgrave Macmillan, 2019. p. 49–74.
- CONCEIÇÃO, O. A. C. Uma avaliação da agenda de pesquisa da Escola Institucionalista Original. *In: FERNÁNDEZ, A. O. T. S. H. F. P. R. G. (ed.). Economia Institucional: fundamentos teóricos e históricos*. São Paulo: Unesp Digital, 2017.
- COSTA, F. DE A. *et al.* **Bioeconomia da sociobiodiversidade no estado do Pará**. Brasília, DF: The Nature Conservancy (TNC Brasil), Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), Natura, IDB-TN-2264, 2021.
- COSTANZA, R.; DALY, H. E.; BARTHOLOMEW, J. A. Goals, Agenda, and Policy Recommendations for Ecological Economics. *In: COSTANZA, R. (ed.). Ecological*

- Economics:** The Science and Management of Sustainability. New York: Columbia University Press, 1991. p. 1–21.
- D'AMATO, D. *et al.* Green, circular, bio economy: A comparative analysis of sustainability avenues. **Journal of Cleaner Production**, v. 168, p. 716–734, 2017.
- DALY, H. E. **Steady-State Economics**. Second Edition. San Francisco: Island Press, 1977.
- DEQUECH, D. O conceito de instituições e algumas tipologias. In: FERNÁNDEZ, A. O. T. S. H. F. P. R. G. (ed.). **Economia Institucional: fundamentos teóricos e históricos**. São Paulo: Unesp Digital, 2017.
- DIETZ, S.; NEUMAYER, E. Economics and the governance of sustainable development. In: ADGER, W. N.; JORDAN, A. (eds.). **Governing Sustainability**. New York: Cambridge University Press, 2009. p. 259–282.
- DIETZ, T. *et al.* **Bioeconomy globalization: Recent trends and drivers of national programs and policies**. A report by the International Advisory Council on Global Bioeconomy. IACGB, 2024.
- DORNINGER, C. *et al.* Global patterns of ecologically unequal exchange: Implications for sustainability in the 21st century. **Ecological Economics**, v. 179, 2021.
- EMMANUEL, A. **Unequal Exchange: a study of the Imperialism of trade**. London: Monthly Review Press, 1972.
- FERNANDES, D. A. *et al.* **Por uma bioeconomia na Amazônia: lições do passado e perspectivas para o futuro** (Nota de Política Econômica nº 023). São Paulo: MADE/USP, 2022.
- FONTANA, G.; SAWYER, M. Towards post-Keynesian ecological macroeconomics. **Ecological Economics**, v. 121, p. 186–195, 2016.
- FREY, R. S.; GELLERT, P. K.; DAHMS, H. F. **Ecologically Unequal Exchange: environmental justice in comparative and historical perspective**. Cham: Palgrave Macmillan, 2019.
- GEORGESCU-ROEGEN, N. Energy and Economic Myths. **Southern Economic Journal**, v. 41, n. 3, p. 347–381, 1975.
- GEORGESCU-ROEGEN, N. Inequality, Limits and Growth from a Bioeconomic Viewpoint. **Review of Social Economy**, v. 35, n. 3, p. 361–375, 1977.
- GIB. **Sherpa Track: Initiative on Bioeconomy**. Disponível em: <<https://www.g20.org/en/tracks/sherpa-track/bioeconomy-initiative>>.
- GIB. **G20 Initiative on Bioeconomy (GIB): Issue Note**. [s.l.: s.n.].
- GODIN, A. *et al.* A strong sustainability approach to development trajectories. **Agence Française de développement**, 2022.
- GOMEZ SAN JUAN, M.; BOGDANSKI, A.; DUBOIS, O. **Towards Sustainable Bioeconomy Guidelines - Lessons learned from case studies** Environment and Natural Resources Management. Rome: FAO. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/ca5145en/ca5145en.pdf>>.
- GOWDY, J. M. Bioeconomics and post Keynesian economics: a search for common ground. **Ecological Economics**, v. 3, n. 1, p. 77–87, 1991.

- GOWDY, J.; MESNER, S. The Evolution of Georgescu-Roegen's Bioeconomics. **Review of Social Economy**, v. 56, n. 2, p. 136–156, 1998.
- HARTWICK, J. M. Intergenerational Equity and the Investing of Rents from Exhaustible Resources. **The American Economic Review**, v. 67, n. 5, p. 972–974, 1977.
- HEIMANN, T. Bioeconomy and SDGs: Does the Bioeconomy Support the Achievement of the SDGs? **Earth's Future**, v. 7, n. 1, p. 43–57, 2019.
- JEVONS, W. **The Theory of Political Economy**. London: Macmillan, 1879.
- KIM, R. E. Augment the SDG indicator framework. **Environmental Science and Policy**, v. 142, p. 62–67, 2023.
- KORHONEN, J.; HONKASALO, A.; SEPPÄLÄ, J. Circular Economy: The Concept and its Limitations. **Ecological Economics**, v. 143, p. 37–46, 2018.
- LIMA, C. Z. D. E.; PINTO, T. P. **Pib da bioeconomia**. São Paulo: Fundação Getúlio Vargas - FGV-EESP, 2022.
- LOKESH, K.; LADU, L.; SUMMERTON, L. Bridging the gaps for a “circular” bioeconomy: Selection criteria, bio-based value chain and stakeholder mapping. **Sustainability (Switzerland)**, v. 10, n. 6, 2018.
- MARTINEZ-ALIER, J. **The Environmentalism of the Poor: A Study of Ecological Conflicts and Valuation**. Cheltenham: Edward Elgar Publishing Limited, 2002.
- MEADOWS, D. H.; RANDERS, J.; MEADOWS, D. L. **Limits to Growth: The 30-Year Update**. London: Earthscan, 2004.
- MEYER, R. Bioeconomy strategies: Contexts, visions, guiding implementation principles and resulting debates. **Sustainability (Switzerland)**, v. 9, n. 6, 2017.
- MIGUEL, C. DE *et al.* **Necesidades de financiamiento y objetivos climáticos en América Latina y el Caribe**. Santiago: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2024.
- MISSEMER, A. Nicholas Georgescu-Roegen and degrowth. **European Journal of the History of Economic Thought**, v. 24, n. 3, p. 493–506, 2017.
- MUELLER, C. C. O debate dos economistas sobre a sustentabilidade: uma avaliação sob a ótica da análise do processo produtivo de Georgescu-Roegen. **Estudos Econômicos (São Paulo)**, v. 35, n. 4, p. 687–713, 2005.
- NEUMAYER, E. **Weak versus Strong Sustainability**. Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing Limited, 2013.
- NOBRE, C. A. *et al.* New Economy for the Brazilian Amazon. **World Resources Institute**, 2023.
- PAMPLONA, L.; SLARINI, J.; KADRI, N. Potential of bioeconomy for the sustainable development of the Amazon and acting possibilities for the BNDES. **Revista do BNDES**, v. 28, n. 56, p. 55–85, 2021.
- PINSKY, V. C.; MARCOVITCH, J.; VAL, A. L. Experimentalist Governance in Bioeconomy: Insights from the Brazilian Amazon. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 28, n. 6, p. 1–17, 2024.

- REIS, C. F. DE B. Efeitos de encadeamento e diversificação industrial comercial e produtiva: uma análise da Indonésia, Malásia e Tailândia entre 1980 e 2010. **Economia e Sociedade**, v. 25, n. 1, p. 51–85, 2016.
- REZAI, A.; STAGL, S. Ecological macroeconomics: Introduction and review. **Ecological Economics**, v. 121, p. 181–185, 2016.
- RODRIGUEZ, A. G.; RODRIGUES, M.; SOTOMAYOR, O. **Hacia un bioeconomía sostenible en América Latina y el Caribe**: elementos para una visión regional. Santiago: CEPAL, 2019. (Serie Recursos Naturales y Desarrollo, 191).
- RONZON, T.; SANJUÁN, A. I. Friends or foes? A compatibility assessment of bioeconomy-related Sustainable Development Goals for European policy coherence. **Journal of Cleaner Production**, v. 254, 2020.
- SAES, B. M.; ROMEIRO, A. R. O debate metodológico na economia ecológica: indefinição ou pluralismo? **Nova Economia**, v. 28, n. 1, p. 127–153, 2018.
- SCHEITERLE, L. *et al.* From commodity-based value chains to biomass-based value webs: The case of sugarcane in Brazil's bioeconomy. **Journal of Cleaner Production**, v. 172, p. 3851–3863, 2018.
- SIEGEL, K. M. *et al.* Fostering Transitions Towards Sustainability? The Politics of Bioeconomy Development in Argentina, Uruguay, and Brazil. **Bulletin of Latin American Research**, 2022.
- SOLOW, R. An almost practical step toward sustainability. **The RFF Reader in Environmental and Resource Policy: Second Edition**, p. 253–262, 1993.
- SOLOW, R. M. A Contribution to the Theory of Economic Growth. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 70, n. 1, p. 65–94, 1956.
- SOLOW, R. M. The economics of resources or the resources of economics. **The American Economic Review**, v. 64, n. 2, p. 1–14, 1974.
- STAFFAS, L.; GUSTAVSSON, M.; MCCORMICK, K. Strategies and policies for the bioeconomy and bio-based economy: An analysis of official national approaches. **Sustainability (Switzerland)**, v. 5, n. 6, p. 2751–2769, 2013.
- STEPHENSON, P. J.; DAMERELL, A. Bioeconomy and Circular Economy Approaches Need to Enhance the Focus on Biodiversity to Achieve Sustainability. **Sustainability (Switzerland)**, v. 14, n. 17, p. 1–20, 2022.
- SWANEY, J. A. Our Obsolete Technology Mentality. **Journal of Economic Issues**, v. 23, n. 2, p. 569–578, 1989.
- SWANEY, J. A. Are democracy and common property possible on our small earth? **Journal of Economic Issues**, v. 37, n. 2, p. 261–290, 2003.
- TEITELBAUM, L.; BOLDT, C.; PATERMANN, C. **Global Bioeconomy Policy Report (IV): A Decade of Bioeconomy Policy Development Around the World**. [s.l.] GBS, 2020.
- TRIGO, E. J. *et al.* **Towards bioeconomy development in Latin America and the Caribbean**. [s.l.: s.n.].

- ULLRICH, D.; CARRION, R. Gestão Da Cooperação Internacional Para O Desenvolvimento Sul-Sul À Luz Dos Postulados E Princípios Da Gestão Social. **Caderno CRH**, v. 28, n. 75, 2016.
- UNEP. **Towards a Green Economy: pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication**. Nairobi: United Nations Environment Programme, 2011.
- UNOSSC; CGEE. **South-South and Triangular Cooperation on the Bioeconomy in Light of the Paris Agreement and the 2030 Agenda for Sustainable**. 2019. 64 p.
- WARLENIUS, R. Linking ecological debt and ecologically unequal exchange: Stocks, flows, and unequal sink appropriation. **Journal of Political Ecology**, v. 23, n. 1, p. 364–380, 2016.