

OS PARADIGMAS CONCEITUAIS DE TERRITÓRIOS INOVADORES E SUSTENTÁVEIS DA BIOECONOMIA: ESTUDO CRÍTICO A PARTIR DE UMA REVISÃO DA LITERATURA

Data de aceite: 02/10/2024

Adriane Panduro Gama

Universidade Federal do Oeste do Pará
(UFOPA)

Santarém-Pará

CV: <http://lattes.cnpq.br/3433369321324383>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4038-7986>

Tania Suely Azevedo Brasileiro

Universidade Federal do Oeste do Pará
(UFOPA)

Santarém-Pará

CV: <http://lattes.cnpq.br/7125374751055075>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8423-4466>

RESUMO: Diante de um aceleração do desequilíbrio ecológico planetário por uma era antropocêntrica marcada pelo desenvolvimento predatório e pela queima de combustíveis fósseis, resultando desde a exaustão dos recursos naturais aos impactos das mudanças climáticas, este capítulo tem como objetivo analisar a bioeconomia global como modelo de desenvolvimento territorial inovador e sustentável. Com o intuito de aprofundarmos e agregarmos conhecimentos e rigor científico nessa pesquisa, optamos como método de

coleta e análise dos dados uma revisão da literatura a fim de avaliar a qualidade dos estudos acerca da bioeconomia, servindo para nortear o desenvolvimento de projetos bioeconômicos que superem a vigente economia convencional, indicando novos rumos e futuras investigações. Foram analisados estudos publicados a partir da abordagem conceitual e das aplicabilidades da bioeconomia reconhecidos pela comunidade científica. Conforme os resultados encontrados, foi possível evidenciar uma relevante crítica a bioeconomia como um paradigma responsável em solucionar a crise planetária e sinalizações para um emergente decrescimento. A literatura ao destacar relevantes conceitos bioeconômicos, apontou a bioeconomia de Georgescu-Roegen como um modelo de sustentabilidade forte que integra a biosfera na economia, e recomendou os valores éticos normativos como um dos parâmetros de uma bioeconomia sustentável e inovadora para cada região do planeta à luz dos ODS, da luta contra a entropia e de uma crescente evolução da complexidade. Assim, os subsídios preliminares dessa revisão científica, de modo crítico e reflexivo, conseguem impulsionar caminhos

estratégicos de inovações bioeconômicas inclusivas, ecológicas e de circularidade aberta.

PALAVRAS-CHAVE: Bioeconomia. Comunidades. Desenvolvimento sustentável. Tecnologias sociais. Territórios inovadores.

THE CONCEPTUAL PARADIGMS OF INNOVATIVE AND SUSTAINABLE TERRITORIES OF THE BIOECONOMY: A CRITICAL STUDY BASED ON A LITERATURE REVIEW

ABSTRACT: Faced with an acceleration of planetary ecological imbalance due to an anthropocentric era marked by predatory development and the burning of fossil fuels, resulting in the exhaustion of natural resources and the impacts of climate change, this chapter aims to analyze the global bioeconomy as an innovative and sustainable territorial development model. In order to deepen and add knowledge and scientific rigor to this research, we opted for a literature review as the method of data collection and analysis to assess the quality of studies on the bioeconomy, serving to guide the development of bioeconomic projects that go beyond the current conventional economy, indicating new directions and future research. We analyzed published studies based on the conceptual approach and applications of bioeconomics recognized by the scientific community. According to the results found, it was possible to highlight a relevant critique of the bioeconomy as a paradigm responsible for solving the planetary crisis and signs of an emerging degrowth. By highlighting relevant bioeconomic concepts, the literature pointed to Georgescu-Roegen's bioeconomy as a strong sustainability model that integrates the biosphere into the economy, and recommended normative ethical values as one of the parameters of a sustainable and innovative bioeconomy for each region of the planet in light of the SDGs, the fight against entropy and the growing evolution of complexity. In this way, the preliminary contributions of this scientific review, in a critical and reflective way, manage to drive forward strategic paths of inclusive, ecological and open circularity bioeconomic innovations.

KEYWORDS: Bioeconomy. Communities. Sustainable development. Social technologies. Innovative territories.

1. INTRODUÇÃO

Diante do aceleração de desequilíbrio planetário, causando a exaustão dos recursos ambientais, extinção de seres vivos, desigualdades socioambientais e impactos climáticos, esses fenômenos demonstram ser resultados de um defasado e insustentável modelo econômico em uma era considerada antropocêntrica. Shiva (2003, p. 17) constata uma era de expansão global de “monoculturas da mente” que incorporam mais a política, controle e poder do que as diversidades naturais e culturais, resultando na falência social e ecológica. Após 21 anos da publicação dessa obra, ainda consegue traduzir a atual gravidade do cenário planetário.

Com efeito, o Relatório divulgado pela Oxfam Brasil (2021) confirma que o planeta continua colapsando devido ao aumento extremo de eventos climáticos. Os resultados destes estudos estimam-se que os investimentos de 1% dos mais ricos representam entre

50% a 70% de todas as emissões de carbono no planeta, um dos responsáveis por alterar o clima por suas indústrias altamente poluidoras e pela sua influência nas políticas industriais e ambientais. Apesar de serem os maiores causadores, as populações mais vulneráveis do planeta serão as mais impactadas, como vem ocorrendo no sul global.

Ademais, Harari (2018) aponta um grande dilema sobre a fusão da tecnologia da informação com a biotecnologia, repercutindo em mudanças sem precedentes quanto aos desenvolvimentos globais. Para este autor, embora hajam exitosas promessas nessas áreas, podem existir profundas e sérias ameaças ao bem estar social se caso não tiverem uma decisiva conduta ética sobre como proceder com o poder de reformulação da vida.

Esses acontecimentos reverberam um conjunto de problemas causados pelos impactos da vigente visão utilitária da economia ambiental neoclássica, que podem afetar, por meio de sua produção e consumo, territórios como os de comunidades ribeirinhas e o ambiente como um todo. Apesar da natureza possuir uma resiliência, de autorregenerar-se das agressões deste sistema econômico predatório, pode haver comprometimentos e provocar situações irreversíveis, inclusive neste próprio sistema (Mueller, 2012).

À propósito, nos contextos de regiões remotas, uma vez que são constatadas políticas públicas inoperantes, como nas áreas da educação, da saúde e de moradia, toda sua estrutura social é comprometida e são consideradas situações problemáticas preocupantes. Em seu pensamento sistêmico e holístico, Capra (2005) defende que temas centrais, seja de saúde, educação, direitos humanos, justiça social, poder político, proteção ao meio-ambiente, modelos de gestão e a própria economia, têm relação tanto com os seres humanos e seus sistemas sociais quanto com os demais sistemas vivos e ecossistemas.

Indo além dos debates para lidar com esses e entre outros desafios modernos, é imperativo a superação dos atuais modelos econômicos por novos modelos mais adequados às mudanças globais, regionais e comunitárias. Para esse início de século XXI projetam-se novas oportunidades, perspectivas e esperanças a bioeconomia, considerada um novo paradigma mundial, com seu potencial modelo de desenvolvimento a fim de reduzir a poluição global, expandir a melhoria na segurança alimentar e acelerar a adaptação e mitigação das mudanças climáticas, entre outras metas. Todavia, perduram-se muitas críticas à bioeconomia, desde sua plasticidade conceitual a suas visões e aplicabilidades.

Em vista disso, este capítulo busca analisar as contribuições do paradigma da bioeconomia por uma perspectiva crítica, pela qual busque encontrar processos bioeconômicos que diferenciem-se da economia *mainstream*¹, com o intuito de consolidar

1. *Mainstream* em sua tradução literal significa "corrente ou fluxo principal". A Economia *Mainstream* associa-se as economias neoclássica e ortodoxa expressando uma tendência dominante que apresentam ideias defendidas pela elite econômica em suas principais instituições acadêmicas, organizações, jornais em algum dado tempo. Considera-se por *mainstream* econômico como o sistema complexo que constitui a fronteira da pesquisa econômica, na qual várias ideias são testadas por uma mesma metodologia ou implementadas novas; contudo, a elite dominante pode rejeitar visões alternativas ao suprimir opiniões de economistas heterodoxos. Cf em: COLANDER, D.; HOLT, R.; ROSSER JR., B. The changing face of mainstream economics, **Review of Political Economy**, Reino Unido, n. 16, 2004.

um desenvolvimento territorial inovador com maior conhecimento da natureza. Como questão norteadora tem-se: Com base em indicadores ideais de inovações bioeconômicas, que tipos de bioeconomias podem desenvolver-se como bioeconomias inclusivas e sustentáveis em territórios como os da Amazônia?

2. METODOLOGIA

A abordagem desta pesquisa é de natureza qualitativa e busca agregar e aprofundar conhecimentos a partir de revisão da literatura, por ser tratar de uma análise explícita da qualidade das publicações selecionadas. Ao empregar-se como um instrumento de respostas à questão bioeconômica, por meio das discussões de autores, esta Revisão pode nortear o desenvolvimento da pesquisa, indicando possíveis análises estratégicas socioambientais e econômicas e futuras investigações. Por se tratar de um tema interdisciplinar, foi escolhido o Portal de Periódicos CAPES, visto que poderia ser encontradas as produções em qualquer uma das bases de dados.

Para o refinamento dos artigos disponíveis foi realizada uma seleção através da leitura dos títulos, resumos e palavras-chave, a fim de formalizar uma sistematização das abordagens conceituais, reflexivas e críticas da bioeconomia. Houve ainda um rastreamento conceitual com o auxílio de livros e artigos trabalhados em disciplinas² interdisciplinares e de economia. Considera-se importante para esse estudo a investigação da bioeconomia a partir da perspectiva crítica da economia ecológica, bem como os seus indicadores de sustentabilidade à luz dos ODS da Agenda 2030 (ONU, 2015).

3. DISCUSSÕES DAS ABORDAGENS BIOECONÔMICAS DE REVISÃO DA LITERATURA

Foram apresentados os resultados do levantamento do paradigma bioeconômico aceitos pela comunidade científica, a fim de desenvolver um biomodelo alternativo baseado em estudos transdisciplinares da biologia, da sociologia e da economia a serem incorporados por esse estudo e em futuras pesquisas. Conforme a questão norteadora apresentada, esta seção dividiu-se pelas linhas argumentativas dos autores, estruturando-se em duas subseções, quais sejam: revisão das principais concepções bioeconômicas reconhecidas pela comunidade científica e análise crítica dos impactos estratégicos de inovação, de formulação e de implementação da bioeconomia que podem contrapor-se à defasada economia neoclássica.

2. Ofertadas pelos programas de pós-graduação Sociedade, Natureza e Sociedade (PPGSND/UFOPA) e Ciências Ambientais (PPGCIAMB/UFG), nos anos 2020 e 2021.

3.1. Enfoques conceituais do paradigma da bioeconomia

Mohammadian (2000) ressalta que diante de uma emergência em tornar a bioeconomia como uma ciência distinta da Economia e da Biologia, endossa-se como um novo paradigma na evolução disciplinar científica para fins de estudo e análise das causas bioeconômicas dos impactos ambientais oriundos das ações humanas.

Soedigdo, Harysakti e Usop (2014), ao sinalizar a bioeconomia como disciplina anunciam um novo paradigma no desenvolvimento econômico ambiental. Knowler (2002) prenuncia que o termo “bioeconômico” pode ser designado tanto aos aspectos econômicos quanto aos componentes biofísicos.

Nessa direção, Vargas-Hernandez, Pallagst e Hammer (2018) referem-se a bioeconomia como uma ciência interdisciplinar por conseguir reunir ciências apoiadas no empirismo da Biologia e no humanismo de Economia e, desse modo, tratar-se de um novo paradigma epistemológico holístico que explica a interatividade dos sistemas biológicos e da natureza com a economia e o social. Esses autores complementam que:

A bioeconomia é considerada um desenvolvimento científico mais avançado do que a economia porque se baseia no processo evolutivo da humanidade e da natureza. O avanço da ciência econômica estende-se a considerar a evolução biológica, a biologia e a termodinâmica como fundamentos importantes do processo econômico. A bioeconomia liga e expande a economia e a biologia para ancorar na sua previsão empírica para lhe dar o poder de regeneração e sustentabilidade às atividades dos sistemas socioeconômicos e biológicos (Vargas-Hernandez; Pallagst; Hammer, 2018, p. 21).

Ademais, Székács (2017, p. 123) defende que o conceito de bioeconomia continua em debate, visto que “[...] as pesquisas de literatura científica indicam que o conceito de bioeconomia é concebido de forma bastante diferente a partir das diversas perspectivas das partes interessadas”. Contudo, Vivien *et al.* (2019, p. 20) apontam que a atual propagação da bioeconomia “[...] não deve obscurecer o fato de que este termo tem uma longa história e teve vários significados diferentes.”

Desse modo, destacam-se as literaturas revisadas de Vivien *et al.* (2019) e Bugge, Hansen e Klitkou (2016) apresentando as principais visões e tipos de bioeconomia, disputando entre si, projetadas por instituições e atores com distintas agendas e pesos políticos, nas diversas regiões biogeográficas do mundo. Para esses autores, a partir dessas perspectivas bioeconômicas, pode-se entender os seus desenvolvimentos no intuito de gerar concisas reflexões e sinalizações quanto as questões controversas desse tema.

Neste sentido, Bugge, Hansen e Klitkou (2016) evidenciaram três visões ideais da bioeconomia para alcançar uma economia de base biológica: a biotecnológica, com ênfase na aplicação e comercialização em diversos setores da economia; a biorrecurso, que centraliza-se no processamento e modernização biológica, e no estabelecimento de novas cadeias de valor; e a bioecológica, que prima na sustentabilidade e nos processos

ecológicos que aprimoram o uso de energia e nutrientes, além de promover a biodiversidade ao distanciar-se das monoculturas e a degradação do solo.

No quadro 1, elaborado por Vivien *et al.* (2019), encontram-se as narrativas de três tipos bioeconômicos concatenados com as três visões ideais de bioeconomia de Bugge, Hansen e Klitkou (2016): Bioecológica (Bioeconomia Tipo I), Biotecnológica (Bioeconomia Tipo II) e Biorrecurso (Bioeconomia Tipo III).

Quadro 1 – Resumo dos três tipos de bioeconomia por Vivien *et al.* (2019).

Categorias	Bioeconomia Tipo I	Bioeconomia Tipo II	Bioeconomia Tipo III
Referências ilustrativas	Georgescu-Roegen (1975, 1978)	OCDE (2009, 2017)	Langevelde <i>et al.</i> (2010) CE (2012, 2018)
Definição	Economia ecológica que é compatível com a biosfera.	Economia baseada na ciência impulsionada pela indústria biotecnológica.	Economia de base de biomassa.
Relações Natureza/Economia	Lutar contra entropia e coevolução com a biosfera; Desenvolvimento econômico alinhado com a evolução biológica.	A célula é uma fábrica; A tecnologia tem o poder de “corrigir o erros de Deus”.	Biomassa substitui combustíveis fósseis e mineração para produzir energia e materiais.
Ciência, tecnologia e sociedade	Megatendências com “tecnologias prometidas”; Enquanto se aguarda o advento do Prometheus III, haja a economia da prudência e do compartilhamento.	Perspectiva de uma quinta onda de Kondratiev baseada na ascensão de biotecnologia; A “economia da promessas tecno-científicas”.	Biorrefinação no centro da transição ecológica (Perspectiva Multinível); A economia da aprendizagem.
Sustentabilidade	Abordagem e perspectiva de decrescimento “Sustentabilidade forte”.	Abordagem “Sustentabilidade muito fraca”.	Abordagem “Sustentabilidade fraca”.
Governança	Deliberação democrática e planejamento ecológico.	Mercantilização de conhecimento; Defesa de direitos de propriedade intelectual.	Política orientada para a missão; <i>Backcasting</i> para identificar futuros desejáveis para a bioeconomia através da identificação do produto e coordenação de parte interessada.
Tensões e paradoxos	Contra-especialização em vez de concretas soluções técnicas; Críticas de grupos sociais que permanecem às margens dos centros de tomadas de decisão. O decrescimento não depende da agenda dos tomadores de decisão.	Conflitos e competição em patentear, mas acumulação de conhecimento continua problemático; Como os processos de biotecnologia podem ser integrados dentro de um complexo de produtos multi-tecnológicos?; Como as promessas inovadoras podem ser mantidas como uma única solução em todas as áreas de aplicação?; Resistência social aos transgênicos.	Substituição de produtos ou funções por novos produtos (químicos e materiais); Provavelmente, aumento da pressão sobre recursos e terra.

Fonte: Adaptado de Vivien *et al.* (2019).

A narrativa da visão biotecnológica tem como principal referência a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), sendo um dos primeiros fóruns globais em propor uma recente definição de bioeconomia, sugerindo-a como “[...] o conjunto agregado de operações econômicas em uma sociedade que utiliza o valor latente incumbente de produtos e processos biológicos para capturar novos benefícios de crescimento e bem-estar para cidadãos e nações” (OCDE, 2006, p. 1). Vargas-Hernandez, Pallagst e Hammer (2018) apontam que nos anos seguintes, após essa primeira definição dessa instituição, essa ideia permanece em relação aos meios de alcançar crescimento e prosperidade.

A OCDE (2009) considera a bioeconomia biotecnológica como uma importante parcela da produção econômica para o mundo, moldada na perspectiva da economia de base biológica do conhecimento (EC, 2005). Székács (2017, p. 157) ressalta a biotecnologia industrial focada “[...] em novas tecnologias baseadas em processos biológicos, organismos naturais ou geneticamente modificados, fermentação, biotecnologia e biologia molecular”, sob constante avaliação de pareceres científicos de segurança. Quanto a Vivien *et al.* (2019), destacam que o uso do termo bioeconomia, desde o relatório da OCDE (2009), continua a atrair decisores quanto à promoção da industrialização biológica pelas políticas públicas.

Vargas-Hernandez, Pallagst e Hammer (2018, p. 22) apontam que pela visão da Comissão Europeia (CE, 2015), em seu pacote político, define-se uma bioeconomia biorrecurso como “[...] a produção de recursos biológicos renováveis e a conversão desses recursos e fluxos de resíduos em produtos de valor agregado, como alimentos, rações, produtos de base biológica e bioenergia”. Essa bioeconomia de base de conhecimento heterogênea tem o apoio de grandes *lobbies* e abrange um vasto conjunto de setores industriais; por ser considerada a mais pragmática dessas três bioeconomias, pode inclusive incorporá-las, pois é apontada como discurso bioeconômico dominante (Vivien *et al.*, 2019).

Destarte, na busca de novas formas de crescimento para reparar a saturação dos seus mercados tradicionais a base de recursos fósseis, a bioeconomia baseada no conhecimento “orientada para a biomassa” abarcou uma transição economicamente viável da biomassa pela biorrefinaria (Vivien *et al.*, 2019).

Vivien *et al.* (2019, p. 13) defendem que as trajetórias tecnológicas na industrialização em biorrefinarias poderão “[...] conduzir à formação de um novo regime sociotécnico impulsionado pela dupla restrição da sustentabilidade econômica e ambiental na utilização de recursos renováveis”. Contudo, esses autores ressaltam incertezas de que esta complexa transição bioeconômica seja ecologicamente sustentável, visto que a sua visão de desenvolvimento consiste em uma perspectiva multinível.

Um dos marcos históricos referentes a essa atual bioeconomia é destacado por Vargas-Hernandez, Pallagst e Hammer (2018), ao anunciar que no início do século XXI, nos anos 2012, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), na Cúpula Rio+20 pela Agenda da Bioeconomia, criou a economia verde com ênfase em três premissas: baixa emissão de carbono, eficiência no uso de recursos e inclusão social. Esses autores alegam que ao incorporar a bioenergia de recursos naturais renováveis e produtos biológicos sustentáveis, o setor de bioeconomia tornou-se uma garantia para a economia verde.

Hall e Zacune (2012) reforçam que a Agenda da Bioeconomia foi impulsionada por grandes corporações e países desenvolvidos ligados à economia verde e a bioeconomia baseada no conhecimento. Pela economia *mainstream*, anunciada em contexto neoliberal, a Agenda “Rumo a uma economia verde”, concebeu-se a estratégia bioeconômica vinculada ao desenvolvimento sustentável e ao crescimento econômico (EC, 2012), com intuito de superar os combustíveis fósseis (Hall; Zacune, 2012).

Contudo, Vargas-Hernandez, Pallagst e Hammer (2018) refletem que, apesar da economia de mercado tentar moderar valores naturais, sociais e morais, por ora ela não consegue regular a natureza. Esses autores constatam que o Relatório do Clube de Roma (Club de Rome, 1972) já precavia os limites do crescimento econômico. Do mesmo modo, o Relatório de Brundtland “Nosso futuro comum” (Brundtland, 1987) anunciava as ameaças aos mecanismos de controle a natureza, trazendo para o discurso público a demanda do desenvolvimento sustentável em manter o equilíbrio entre a economia, natureza e biosfera.

Paralelo a essas duas visões dominantes, Vivien *et al.* (2019), ao referenciar a bioeconomia ecológica, afirmam ser o termo original desenvolvido por Georgescu-Roegen. Nicholas Georgescu-Roegen (1906-1994), matemático e economista romeno, é reconhecido como precursor da economia ecológica (Carpintero, 2005).

Vargas-Hernandez, Pallagst e Hammer (2018) confirmam que este termo foi cunhado por Georgescu-Roegen a fim de explicar a origem biológica do processo econômico e destacar a problemática relação humanidade e natureza. Neste sentido, Gómez-Rodríguez *et al.* (2017) destacam que Georgescu-Roegen questiona criticamente a teoria econômica neoclássica e seu objetivo de maximização de recursos, e seus conceitos bases como escassez, espécie-indústria e evolução-progresso.

Nos anos 1960 e 1970, ao formular uma teoria econômica alternativa: a bioeconomia, Georgescu-Roegen (1975) comprovou a consumação de sistemas fechados nos sistemas econômicos através das trocas de energia somente com seu ambiente, sujeitando-se a termodinâmica, resultando rejeitos de alta entropia. Para Georgescu-Roegen (2012), é imprescindível que os economistas adotem a Lei da Entropia, o segundo princípio da termodinâmica, pois “[...] está na origem da escassez econômica. Se essa lei não existisse, poderíamos reutilizar à vontade a energia de um pedaço de carvão transformando-o em

calor, esse calor, em trabalho, esse trabalho, novamente em calor.”(Georgescu-Roegen 2012, p. 85).

Outra contribuição de Georgescu-Roegen (2012) foi interpretar a história econômica das civilizações como um processo evolutivo (conectando a Economia à Biologia), visto que o ser humano apesar de possuir dispositivos de captura de energia em seu corpo, denominados endossomáticos (olhos, mãos), desenvolveu órgãos exógenos ou artificiais (carros, celular). Para esse autor, a evolução exossomática inserida na humanidade origina duas irreversíveis transformações: o conflito social humano irreduzível e a dependência humana a esses bens exossomáticos, através da comercialização e dos processos produtivos. Para Georgescu-Roegen (2012), o uso dos órgãos exossomáticos representam uma violação dos limites biológicos, por serem produzidos por elementos finitos do planeta (estoque) e não pelo fluxo solar.

Já Cechin e Veiga (2010) ressaltam que Georgescu-Roegen, como discípulo do economista Joseph Schumpeter (1883-1950), considerou o processo econômico e a evolução biológica irreversíveis, sendo o motor dessa evolução as inovações radicais. Desse modo, a visão dele, e a do seu mestre, “[...] era de que as inovações não são sucessivas pequenas mudanças, quase imperceptíveis, mas saltos que levam a emergência de uma nova entidade.” (Cechin; Veiga, 2010, p. 450). Diante da ideia de saltos de revolução por uma emergência complexa e integrada, Cante-Maldonado (2018) aponta que o processo de destruição criativa de Schumpeter poderia ser replanejado à luz da economia ecológica.

Gómez-Rodríguez *et al.* (2017) confirmam que Georgescu-Roegen e Kenneth Boulding interpretaram o sistema econômico como um subsistema do sistema da biosfera, visto que a percepção teórica dos processos de produção e consumo e seus limites não devem ultrapassar as leis de funcionamento da biosfera (Carpintero, 2005). A partir dos postulados de Georgescu-Roegen (2012), especialmente o seu programa bioeconômico mínimo, fortaleceu-se o debate sobre biodesenvolvimento. Conforme Rojas, Gomez e Barbosa (2016), pretende-se com o biodesenvolvimento relacioná-lo diretamente com a vida existente no planeta, desconsiderando a economia antrópica.

Diante dessas abordagens bioeconômicas, Bugge, Hansen e Klitkou (2016) e Vivien *et al.* (2019), ao analisarem suas visões e tipos da economia de base biológica, coadunam com a perspectiva da bioecologia como um paradigma epistemológico mais vinculado a um desenvolvimento sustentável que podem superar as deficiências da economia clássica. Na mesma perspectiva, Vargas-Hernandez, Pallagst e Hammer (2018) indicam a bioeconomia como economia ecológica por reconciliar a economia e a ecologia, pela qual busca a eficiência econômica cuida dos recursos naturais essenciais para a humanidade, e exige uma mudança nos valores do uso dos recursos e energias disponíveis a fim de serem conservados para as gerações futuras.

Maldonado (2012) confirma que a bioeconomia ou economia ecológica trata da economia da natureza, a economia da vida, em que o acaso é essencial, fundamentada em

aportes mais realistas como as da Termodinâmica do não-equilíbrio e da “Teoria do Caos”³ de Prigogine. Nessa direção, na busca de convergir uma dialética lógica entre a ciência e a natureza, Prigogine (1997, p. 12-13) compreende que:

Estamos testemunhando o nascimento de uma ciência que não se limita mais a situações simplificadas e idealizadas, mas sim diante da complexidade do mundo real, instala uma ciência que permite que a criatividade humana seja experimentada como expressão singular de um traço fundamental comum a todos os níveis da natureza.

Caro-Ramírez (2021) corrobora com esse pensamento afirmando que as ciências da complexidade aparecem como uma proposta de mudança de paradigma para responder aos diferentes problemas relacionados com a ciência econômica e, por isso, os conhecimentos das pessoas devem ser realocados em uma nova economia. Ademais, o autor destaca que os problemas de natureza ambiental, de condições de vida e os econômicos devem ser a base prioritária do paradigma representado pelo desenvolvimento sustentável.

Ao contribuir com o significado da bioeconomia, o Paradigma da Complexidade defendido por Morin (2005) pode superar a visão linear pela visão hologramática, em que a economia é colocada a serviço da vida e não ao contrário, sendo que o princípio hologramático refere-se ao fato de que não só a parte está no todo, mas o todo está na parte.

Maldonado (2014), Carpintero (2005) e Martinez-Alier (1997) defendem que ao consolidar a economia ecológica ou bioeconomia fortalece-se a ecologia política, que tem como cerne os seres vivos e, portanto, exigindo uma mudança no atual modelo econômico e político.

Ademais, Caro-Ramírez (2021) aponta como vantagem das ciências da complexidade dispor de um arsenal instrumental para resolver sistemas complexos. Ao relacionar bioeconomia com a educação, Mohammadian (2003, p. 56) estabelece uma revolução educativa por um processo educativo holístico denominado “[...] Processo Educativo Bioeconômico que resulta da síntese da Biologia, da Educação e da Cognição e que desfaz a racionalidade científica reducionista e promove uma nova baseada no holismo e na interdisciplinaridade”.

Ao refletir em seus aportes, Maldonado (2014, p. 82) constata: “[...] a economia que aprende com o tempo e a história chama-se bioeconomia. Só o tempo deve ser entendido no sentido de longa duração”. Desse modo, tanto a economia ecológica como a ecologia política conseguem demonstrar “[...] que o tempo é introduzido pela natureza e não pelos seres humanos; ou pelo menos não o ser humano que viveu e pensou exclusivamente à maneira da civilização ocidental” (Maldonado, 2014, p. 83), e de maneira nenhuma pelo sistema que prevalece a produção e comercialização, defende o autor.

3. Prigogine (2002, p. 8) afirma que “Ao longo das últimas décadas, um conceito novo tem conhecido êxito cada vez maior: a noção de instabilidade dinâmica associada ao ‘caos’. Este último sugere desordem, imprevisibilidade, mas veremos que não é assim. É possível [...] incluir o caos nas leis da natureza, mas contanto que generalizemos essa noção para nela incluímos as noções de probabilidade e de irreversibilidade”. Cf em: PRIGOGINE, I. **As leis do caos**. SP: Editora Unesp, 2002.

3.2. Críticas, estratégias e políticas bioeconômicas

Maldonado (2014) destaca quatro modelos básicos de desenvolvimento econômico com base no crescimento: economia clássica; economia neoclássica, economia de escalas e desenvolvimento sustentável. Apesar de possuírem distintas aplicações, há um aspecto da corrente *mainstream* em comum entre eles: “[...] determinam o regime de produção, de mercado e de vida que caracteriza genericamente o ocidente, ou o sistema capitalista” (Maldonado, 2014, p. 76). Assim, o autor os considera modelos antropocêntricos, posto que o ser humano ocupa lugar predominante na economia da natureza e na própria natureza, a ser dominada e explorada.

Neste cenário, Asara *et al.* (2015, p. 123) corroboram que enquanto a ciência econômica for construída no paradigma mecanicista desses modelos, “[...] é improvável que a ciência da sustentabilidade informe de forma significativa a transformação socioecológica necessária para enfrentar a crise ambiental global”. Para Fuertes-Grábalos, Plou-Lafuente e Gómez-Bahilo (2017), ao centrar na lógica financeira do mercado, na abstração da realidade e com mecanismos orientados na fixação de preços e na alocação de recursos, a relação da economia com o ambiente e a sociedade, para essa ciência econômica, será como influências classificadas de externalidades, distanciando-se de abordagens como a do biocrescimento.

Cechin (2018) ressalta dois graves erros da economia convencional acerca da questão ambiental: desconsiderar o processo produtivo, o inevitável fluxo de resíduos, e defender a substituição ilimitada dos fatores de produção. Maldonado (2012, p. 78) aponta que esse vigente modelo econômico “[...] é estrutural e sistematicamente entrópico”. Na continuação desses modelos funcionais, Maldonado (2014) alerta sobre o risco da humanidade desaparecer no planeta, sugerindo consolidar urgentes alternativas econômicas.

Caro-Ramirez (2021, p. 44) ressalta que “O objetivo do sistema é o crescimento econômico, mas ao integrar os fenômenos novos e em mudança da atividade econômica, apela à bioeconomia ou economia ecológica”. À propósito, Vargas-Hernandez, Pallagst e Hammer (2018) enfatizam que o modelo de desenvolvimento sustentável da bioeconomia deve-se endossar mais na qualidade do que em quantidade, contrapondo-se ao modelo de desenvolvimento econômico neoclássico (do mercado).

Contudo, esses autores apontam que esta referência sustentável de bioeconomia permanece em investigação devido a esse modelo ainda interpretar os recursos naturais como bens infinitos, impulsionando uma superexploração em terras agrícolas e o meio ambiente, uma vez que são impactados pelos seus métodos de produção e insumos massivos. Vargas-Hernandez, Pallagst e Hammer (2018) afirmam que na medida que há uma alta exposição de estratégias da bioeconomia como políticas de melhoria da qualidade

dos combustíveis e de energias renováveis, são criticamente questionadas por não cumprir seus compromissos, afetando um provável desenvolvimento sustentável baseado na bioeconomia.

Nesta direção, Mejias (2019) anuncia que existem vários projetos que realizam bioeconomias conforme suas áreas de competências, mas nem sempre estão comprometidos com o real intuito de bioeconomia, e sim como *marketing* estratégico. Mohammadian (2008) comprova ao destacar alguns pressupostos da Bioeconomia Institucional, como incentivar a inovação a fim de construir uma boa reputação e validar uma conjectura. Para tanto, esse autor compreende ser necessário a promoção de uma educação holística e interdisciplinar que atenda as condições apropriadas realmente para uma implementação bioeconômica.

Em um exercício crítico e reflexivo acerca da economia política, nessa perspectiva Caro-Ramirez (2021, p. 45) destaca que as relações de produção e exploração com a bioeconomia estão evoluindo “[...] pela biopolítica e biodireito em uma economia internacional, pelas quais surgem vantagens comparativas e economias de escala que favorecem os países industrializados”. Assim, o autor evidencia que apesar de ampliarem uma visão das condições de vida, sobressairá o ambiente econômico que sustenta os atuais paradigmas econômicos e sociais. Assim, Caro-Ramirez, 2021, p. 45) entende que:

A partir daí a biopolítica direciona a bioeconomia e a biodiplomacia, [...]. A reflexão centra-se no fato das relações serem basicamente motivados pelos lucros do comércio e não pela ajuda e cooperação, esta última relacionada e essencial para o biodesenvolvimento. Continuamos numa economia internacional onde a crescente globalização expande a sua dependência da biotecnologia e do avanço do conhecimento. O objetivo da rentabilidade prevalece, como parte dos sistemas e subsistemas sociais, onde atividade econômica, Estado e sustentabilidade interagem reforçando-se mutuamente. Da mesma forma, persistem deficiências éticas, tema que abordei nos termos das ciências da complexidade ou ciências da vida.

Diante desse cenário, Caro-Ramirez (2021) constata que para uma mudança efetiva é imperativo debater as bases paradigmáticas do sistema atual, fortalecendo as condições axiológicas e a bioética a fim de evitar ou diminuir os conflitos de interesses. Contudo, Birch (2006) confirma um esquema político a partir do neoliberalismo como fundamento filosófico para uma visão bioeconômica dominante. Este autor aponta que a bioeconomia pela economia baseada no conhecimento permeia-se na narrativa neoliberal de crescimento econômico, competitividade e inovação.

Pavone e Goven (2017) corroboram ao apontar que esse paradigma como uma nova forma de capitalismo, apresentando uma bioeconomia como inovação biotecnológica, que pretende combater situações globais como mudanças climáticas, fome e escassez de recurso, na prática representa um projeto político reprodutivo das desigualdades sociais baseado na pesquisa, conhecimento e comercialização do “bio”. Assim, Ahmed (2018, p. 143) aponta uma mudança de foco “[...] dos problemas das causas sociais para as soluções tecnológicas”.

Ademais, Vargas-Hernandez, Pallagst e Hammer (2018) constatam que as estratégias para alcançar o desenvolvimento dessa bioeconomia, em condições sistemáticas e de ações políticas, são construídas por meio de criação de negócios de bioeconomia baseados em competências para alcançar o crescimento econômico e bem-estar. Esses autores apontam que ao concentrar-se na inovação de novos bioprodutos industriais e biotecnológicos priorizam as relações entre empresas, comunidades, instituições de pesquisa e governos a fim de otimizar o uso de biomassa e financiar atividades de base biológica.

Desse modo, Pavone, Goven e Guarino (2011) confirmam o apoio das instituições governamentais com recursos e mobilização para a biotecnologia como um sistema de tributação e subsídios para estimular o interesse das corporações e da comunidade científica. Pavone e Goven (2017), endossados nas análises críticas da bioeconomia, evidenciam a expansão de espaços privados do capital e a restrição dos direitos de cidadania pelo fomento da inovação tecnológica e da geração de valor sobre o biológico e o humano.

Nesse contexto das tecnologias e inovações pela visão neoliberal, Gómez-Rodríguez (2017, p. 5) destaca que “A Bioeconomia não se trata mais de explorar os produtos da natureza, mas de reconfigurá-los, manipulá-los geneticamente e possuí-los para integrá-los ao ciclo de produção e comercialização do mercado capitalista”. A exemplo, Pavone, Goven e Guarino (2011, p. 14) revelam que “A reconfiguração tecnológica da Bioeconomia está convertendo animais de laboratório em animais-laboratório”. Posto isto, Gómez-Rodríguez (2017, p. 8) defende o incentivo a busca de “[...] identificar e premiar a boa ciência, penalizando conhecimento inútil ou prejudicial”.

Sob tal perspectiva, Naredo (1996) indica que a ciência econômica ocasionou o reducionismo na gestão de recursos a uma única dimensão monetária; visto que seu cálculo econômico, tendenciosamente, considera apenas o custo de obtenção dos bens e não o custo de restauração dos recursos naturais durante todo o processo. Nessa direção, Aldana e Naranjo (2019) denunciam a forma estratégica da guerra em moldar o modo bioeconômico de poder sobre a vida, sobretudo, através de seus megaprojetos extrativistas engendrando novos territórios para o livre comércio e privatizações.

Aldana e Naranjo (2019) compreendem que ao consolidar a aplicação do livre comércio pelo neoliberalismo, firma-se como um sistema que tenta dominar não somente as formas de vida humana, mas a várias espécies naturais com intuito de invadir com o intuito de obter um “biopoder”⁴, segundo Foucault (2006). Assim, os autores revelam uma gestão bioeconômica configurada pelo biopoder neoliberal, abrangendo três grandes níveis.

No primeiro nível, o da organização dos territórios e da implementação de políticas populacionais, sendo que a matriz territorial do neoliberalismo, além de produzir novas

4. Biopoder é uma estratégia de gerir a vida das pessoas por meio de dois eixos principais: da disciplina e da biopolítica; colocada em prática no ocidente a partir do século XVII. Cf em: FOUCAULT, M. **Seguridad, Territorio y Población**. México: Fondo de Cultura Económica, 2006.

formas de produção, interfere nas formas específicas de territorialidade, no modo de vida social e nos bens comuns.

No segundo nível, Aldana e Naranjo (2019) referem-se a expansão da gestão econômica humana diante da biosfera, considerada esta um complexo ecossistema das relações naturais da vida. Para esses autores, a bioeconomia dominante segue um plano de imposição da lógica da valorização econômica sobre os fluxos naturais. Os autores anunciam como resultado a apropriação de bens comuns naturais nestes territórios, como um estoque disponível para a acumulação capitalista, de uso intensivo e predatório, conforme uma equação custo-benefício. Nesse cenário, Passet (1996, p. 30) debruça-se neste fato da vida:

[...] enquanto a natureza obedece a uma lógica de interdependência e circularidade (os grandes ciclos biogeoquímicos, fotossíntese em virtude da qual os resíduos de vida são ao mesmo tempo fontes de vida), a decisão econômica baseia-se numa simples relação causal linear, que compara as relações de uma despesa [...] com um resultado [...]. Nos ritmos naturais, cujo desenvolvimento e sincronização abrangem milhares (por vezes milhões) de anos, a gestão econômica introduz a ruptura das maximizações de curto prazo [...].

No terceiro nível, aborda-se o plano de segurança das populações. Aldana e Naranjo (2019) apontam uma conexão do mercado com os massivos exercícios políticos que propagam estados de exceção como a guerra, a fim de substituir princípios constitucionais pela implementação de regimes arbitrários e violentos. Na concepção desses autores, a naturalização da razão bioeconômica manifesta-se sempre num estado de guerra, tornando os conflitos em espaços de intersecção entre a guerra e o mercado, entre a razão “biopolítica”, incorporada na “segurança”, e na razão “bioeconômica”. Aldana e Naranjo (2019, p. 342) analisam que, embora ocorra:

[...] uma profunda reengenharia do Estado por parte do modelo neoliberal, [...] propõe que as necessidades vitais da população são resolvidas com critérios de mercado, [...] isto trouxe consequências dolorosas a qualidade de vida da maioria, [...] mas, igualmente, levou ao surgimento de espaços comuns que levam a uma reestruturação do público e a experimentações para a produção dos territórios do comum, da produção de bens comuns, como modos concretos de resistência à bioeconomia neoliberal. Desta forma, emerge um amplo campo de assuntos públicos e direitos não estatais autogeridos pelas comunidades.

Nesse caminho, Gudynas (2010) defende que todas as atividades transformadoras e produtivas do ser humano e de suas sociedades são partes integrantes do sistema da natureza. Posto isto, Georgescu-Roegen (2003) compreende que a atividade econômica humana, de forma permanente, não pode perturbar ou contrapor-se aos fundamentos, os processos e a própria existência da natureza; visto que não é possível propor que o crescimento da sociedade humana ocorra mediante a destruição sistemática da natureza. Fuertes-Grábalos, Plou-Lafuente e Gómez-Bahilo (2017, p. 45) confirmam que essas observações permitem aproximar-se do conceito de bio-crescimento, ao entender que:

[...] crescer no mesmo ritmo que a natureza progride, dentro dos limites impostos por sua frágil e ao mesmo tempo vigorosa capacidade de renovação e multiplicação, o que na prática implica apostar em um tipo de crescimento que maximize o aumento da biomassa e da biodiversidade e geração de resíduos mínimos, ou talvez nulos, ao mesmo tempo em que buscamos rendimentos econômicos aceitáveis. A atividade econômica humana deixaria de buscar o único objetivo de maximizar os retornos econômicos e se tornaria uma maximização de vários critérios, que também busca, [...] aumentar a riqueza natural do planeta, [...] o progresso social e o enriquecimento democrático de nossas sociedades, [...], um aspecto inerente a todo verdadeiro progresso humano.

Desse modo, Vargas-Hernandez, Pallagst e Hammer (2018) questionam quais são os benefícios que uma bioeconomia sustentável possui comparada à economia neoclássica? À princípio, os autores cogitam como plano estratégico, base de bioeconomia, estruturar as potenciais diretrizes futuras a fim de atender às necessidades sociais e econômicas, e formular agendas políticas; apesar de que uma estratégia de transição deva enfrentar incertezas significativas como padrões de consumo e mudanças climáticas.

Contudo, Bugge, Hansen e Klitkou (2016) e Vivien *et al.* (2019) apontam que por centrar-se, atualmente, nas visões biotecnológica e biorrecurso, as pesquisas de bioeconomia tendem a priorizar por soluções industriais que otimizem os usos da biomassa. Em vista disso, Ahmed (2018) anuncia que o principal problema do desenvolvimento da bioeconomia são os danos ambientais causados pelas próprias atividades bioeconômicas e, por isso, defende que: “[...] para que a bioeconomia se concretize e posto em prática, deverá ter uma estrutura reguladora bem desenvolvida e aceitável como uma plataforma para a bioeconomia funcionar e superar todos os problemas associados aos seus produtos em todo o mundo” (Ahmed, 2018, p. 153).

Wohlfahrt *et al.* (2019) reafirmam o desafio científico do desenvolvimento de uma bioeconomia quanto a fornecer alimentos às sociedades e preservar os recursos naturais, visto que há poucos estudos para avaliar a sua sustentabilidade em relação aos impactos da produção de matéria-prima de biomassa sobre os recursos naturais. Na visão desses autores, há poucas referências científicas que tratem com rigor o conceito de bioeconomia “[...] como um sistema complexo e multiescala totalmente integrado” (Wohlfahrt *et al.*, 2019, p. 5), visto que a interação de inovações com estes sistemas complexos bioeconômicos podem ser essencial para os territórios rurais, apontam estes autores.

Assim, Vargas-Hernandez, Pallagst e Hammer (2018) destacam como estratégia de bioeconomia a inclusão de mais atividades ecológicas e técnicas, integrando gradualmente práticas ecológicas de pequena escala como alternativa à expansão da produção de biomassa e aos combustíveis fósseis. À propósito, esses autores reforçam mais elementos da agroecologia devido a limitações na agenda da bioeconomia apontadas por analistas. Martinez-Alier (1997) ressalta que a agroecologia surgiu de um movimento

sociopolítico, sendo que se houvesse preços ecologicamente corrigidos essa prática seria um processo político e não um liderado pelo mercado, além de ser considerada um repositório da biodiversidade *in situ*.

Em outra direção, Vargas-Hernandez, Pallagst e Hammer (2018) evidenciaram a expansão de estratégias bioeconômicas pelas soluções agroindustriais a fim de incluir novas formas de agregar valor e conhecimento agrícolas, incluindo inovação social e comunitária aos recursos biológicos. Contudo, Horlings e Marsden (2011, p. 160) alertam que “A tendência de uso de matérias primas de origem vegetal na produção industrial pode ter impactos sociais e ambientais complexos”. Acerca disso, Anex (2004) ressalta que o avanço da agricultura a base de biocombustíveis poderá conflitar com a futura ampliação da produção de alimentos, prevendo sérias perturbações ambientais na qualidade da água e do ar.

Diante desses impasses bioeconômicos, Issa, Delbruck e Hamm (2019) destacam ser essencial uma proximidade com os ODS da Agenda 2030 (ONU, 2015), uma vez que a bioeconomia e suas inovações de base biológica podem ser vitais para alcançar esses Objetivos, a destacar quatro deles: ODS 7 (energia limpa e acessível); ODS 9 (indústria, inovação e infraestrutura); ODS 12 (consumo e produção responsáveis) e ODS 13 (ação climática). Para tanto, os autores enfatizam a realização de medidas tangíveis de bioeconomia sustentável a fim de serem rastreadas e documentadas em níveis local, regional e internacional, como cumprimento das metas de desenvolvimento sustentável da ONU. Ademais, os autores elencam aspectos como:

[...] questionar e examinar a sustentabilidade das inovações bioeconômicas e determinar se elas, sem dúvida, incorporam um passo na direção certa para alcançar uma bioeconomia circular. Se os ciclos se completam para atingir a meta abrangente de um “desperdício zero” ecológico e ecociclos sustentáveis de “emissão zero” [...]. Os ODS da ONU devem, portanto, ser considerados uma prioridade e a base para qualquer inovação bioeconômica em evolução [...]. Na literatura, alguns princípios como o design ecológico [...], princípios da economia ecológica [...], pensamento biomimético, metodologia e ferramentas para adaptar inovações biomiméticas inspiradas pela natureza [...] e projetar culturas regenerativas [...], entre outros, foram explicitamente ou implicitamente destacados para uma transição real para a bioeconomia sustentável (Issa; Delbruck; Hamm, 2019, p. 2).

Contudo, Issa, Delbruck e Hamm (2019) constatam que um dos desafios da agenda política global comum é consolidar uma bioeconomia eficiente apoiada nos ODS (ONU, 2015), resiliente para as futuras gerações, a fim de impulsioná-las à sustentabilidade, transformação inclusiva e bem-estar. Para isso, os autores recomendam uma mudança na economia e na sociedade, seja no abandono do “*business-as-usual*” como na atitude do consumidor; com mais iniciativas que oportunizem a conscientização, além da meta em convencer formuladores de políticas e pessoas em geral acerca da viabilidade de uma bioeconomia circular de base biológica.

De fato, Issa, Delbruck e Hamm (2019, p. 19) defendem que para o novo paradigma da bioeconomia global redesenhar o vigente modelo econômico e seus níveis de produção e consumo deve sobressair “[...] os poderes dos ecossistemas, nos quais tudo flui em cascata e nada é feito para um único propósito, resultando assim num modelo de negócio ‘sem desperdício’”. Ademais, esses autores apontam os resíduos e emissões zero como metas destemidas para uma bioeconomia sustentável e, para isso, devem promover iniciativas e inovações para essas reduções, como *clusters* industriais inspirados por sistemas naturais.

Com relação a essas inovações, Benyus (2002) considera a biomimética na bioeconomia essencial a visão sistêmica da natureza em lidar com seus problemas, podendo ser determinante para a vida humana compreender ainda os limites da natureza diante das intervenções humanas negativas de suas atividades de produção. Esta autora destaca que o termo biomimética realiza esse processo de imitação de modelos naturais para solucionar, de forma sustentável, problemas humanos. Em consonância, Ellen MacArthur Foundation (2013) reforça que para conter a crise global deve-se ampliar uma economia circular como um movimento descentralizado e coletivo que propõe uma economia restaurativa e regenerativa.

Vargas-Hernandez, Pallagst e Hammer (2018) concordam que a economia circular seja substancial para a estratégia de bioeconomia ao estimular atividades de produção biológica sustentável e coletas de bio-resíduos e de biodegradação. Para os autores, é imprescindível que estes planos econômicos sejam transparentes e que envolvam instituições de negócios, pesquisa e educação, empresas, organizações comunitárias e sociais, cidadãos e instituições governamentais, promovendo diálogo, participação e relações de cooperação entre eles e governos comprometidos com iniciativas bioeconômicas adotadas por políticas públicas.

Neste propósito, Mohammadian (2019, p. 11) defende ser substancial retornar a questão da Ética, especificamente da Ética Bioeconômica, “[...] que considera as ansiedades intergeracionais, sustentabilidade e biodiversidade. [...] se opõe à ética da dominação da economia capitalista, fundada no individualismo, na competição e egoísmo”. Esse autor reforça que a Ética Bioeconômica deve reconduzir a ética em sua posição original: Ética-Economia-Política; visto que desde o advento da Revolução Industrial, ao colocarem em última posição a ética, houveram graves consequências para a humanidade.

À propósito, Barbosa-Pérez, Gómez-Rodríguez e Leuro-Gallego (2017, p. 2) ressaltam ser substancial novas perspectivas para a ciência econômica, pois ponderam que “Com efeito, as grandes mudanças que se desenvolveram no planeta devido a ação do homem desde a era industrial, provocaram crises de ordem política, ambiental e econômica, que o discurso hegemônico da economia não tem conseguido dissipar.”.

Desse modo, Mohammadian (2008) defende analisar o estado do capital social global para a sustentabilidade, expondo as deficiências nesta área. O autor evidencia que

ao abordar a racionalidade bioeconômica indispensável para a Economia da Terceira Via, nota-se nesta estratégia coletiva e inovadora importantes interações entre os indivíduos para uma resposta social, altruísta e cooperativa, sendo necessário estabelecer uma rede de interessados da bioeconomia. Este autor confirma que a Economia da Terceira Via baseia-se em uma estratégia de ajuste de qualidade contra a da Economia Neoclássica.

Mohammadian (2019) ressalta que a Economia da Terceira Via, com base na teoria bioeconômica, está posta entre a Economia clássica e a atual Nova Economia Global. Posto isto, esse autor aponta que uma atividade socioeconômica apoiada na Economia de Terceira Via deve ser reforçada com um Método de Contabilidade Bioeconômica, responsável pelo verdadeiro custo do uso de recursos biológicos, da degradação do meio ambiente e da perda de biodiversidade.

Nessa direção, Székács (2017) recomenda uma minuciosa avaliação global da bioeconomia quanto as mudanças dos recursos naturais e biodiversidade do ecossistema pelas diferentes tecnologias, devendo ainda ser incluídos nesta análise especialistas científicos e ecologistas, assim como a abordagem da bioética e dos aspectos sociais não-econômicos. Barbosa-Pérez, Gómez-Rodríguez e Leuro-Gallego (2017) defendem uma revolução científica na perspectiva de Kuhn⁵ na construção de uma Bioeconomia ou Economia Ecológica contrária ao discurso convencional da economia de mercado.

Nesse sentido, Fuertes-Grábalos, Plou-Lafuente e Gómez-Bahilo (2017), ao mencionar uma crítica de Marx ao capital, evidenciam que não se pode destruir a fonte da riqueza, pois esta pode voltar-se contra o próprio capital; não obstante, de forma sistemática, o sistema capitalista ataca a natureza, sendo a última fonte de riqueza. Esses autores defendem que qualquer confronto com a natureza é precisamente um dano para o ser humano. Maldonado (2019) afirma que Georgescu-Roegen, ao assumir uma crítica semelhante devido ter os conhecimentos norteadores da entropia e da ergodicidade, reconheceu o papel da irreversibilidade do tempo. Em vista disso, Maldonado (2019, p. 79) acrescenta que:

O mérito da bioeconomia reside no apelo explícito à reflexão sobre a epistemologia, em relação à crítica da economia clássica e normalizadora e como condição para o desenvolvimento da própria bioeconomia. A epistemologia implica, assim, um exercício de crítica, reflexão e de criação de conceitos e de distanciamento. No caso de Georgescu-Roegen, a razão do trabalho epistemológico é a relação entre o princípio da entropia (na termodinâmica) e o postulado do crescimento econômico. Um tema que ninguém havia estudado antes do autor romeno. Um tema, aliás, que abre largamente as portas da complexidade à economia, e sobre o qual, aliás, Georgescu-Roegen expressamente nada sabia, uma vez que as ciências da complexidade ainda não tinham surgido formalmente. Seja como for, é muito significativo que a bioeconomia surja na obra do autor romeno, assentado num sólido trabalho de reflexão e crítica sobre epistemologia; isto é, em filosofia da ciência, teoria do conhecimento, metodologia e teoria de segunda ordem.

5. Crítico de processos cumulativos e lineares, Kuhn considera a evolução da ciência por revoluções científicas, sendo um paradigma substituído por outro conforme tenha um poder de explicação e resolução maior. Cf em: Kuhn, T. **Estrutura de las Revoluciones Científicas**. México: Fondo de Cultura Económica, 1971.

Cechin e Veiga (2010, p. 440) constatarem que as contribuições pioneiras de Georgescu-Roegen traduzem “[...] uma ruptura com o paradigma dominante da economia”. Assim, a incompatibilidade epistemológica com a economia causou um isolamento a Georgescu pela comunidade econômica, visto que a “[...] lei da entropia no raciocínio econômico forçaria a revisões profundas no corpo teórico convencional, a começar pela representação básica do funcionamento da economia.” (Cechin; Veiga, 2010, p. 452). Conforme esses autores, embora as ideias revolucionárias de Georgescu tenham sido banidas, no início desse século XXI, elas tornam-se cabíveis por questões ambientais ou pela compreensão de que eventos complexos não podem ser interpretados por teorias mecanicistas, reducionistas e estáticas.

Cechin (2010) destaca que ao criticar as avaliações que só consideravam a energia e não a matéria no processo econômico, Georgescu-Roegen apresentou uma quarta lei da termodinâmica evidenciando que os resíduos e a matéria dissipada não poderiam ser mais reciclados. Georgescu-Roegen (2003) constatou que a reciclagem e a tecnologia não conseguem reverter esses processos devido a inexistência de reciclagem gratuita, tal como indústria sem resíduos. Cechin (2010, p. 61) corrobora ao indicar que “Com a tecnologia atual, a reciclagem de materiais está muito longe de ser completa.”

Fuertes-Grábalos, Plou-Lafuente e Gómez-Bahilo (2017, p. 50) confirmam que a tecnologia não pode impedir a degradação da matéria, “[...] apenas permitirá produzir a mesma coisa, com menos matéria e energia e, no final, acabará por provocar, pela sua maior eficiência, um maior consumo e utilização total de recursos e maior dissipação de matéria inutilizável”. Cechin (2010, p. 61) ressalta que importantes materiais estão sendo dissipados sem poder ser reutilizados, e aponta que “[...] para reciclar toda a matéria num sistema fechado, seria necessário não apenas energia quase infinita, mas também tempo infinito.”

Embora essa quarta Lei não tenha encontrado um sólido respaldo teórico, a prática de observação desse cientista foi substancial para se refletir e agir sobre esses dilemas da humanidade, visto que “O processo de reabilitação do pensamento científico de Georgescu tem ocorrido principalmente na economia ecológica e na economia fora-do-equilíbrio” (Cechin, 2010, p. 132). Contudo, Cechin e Veiga (2010, p. 449) confirmam que, apesar das últimas décadas, o pensamento de Georgescu-Roegen evoluiu pela visão da Economia Ecológica, sendo que “[...] o aspecto metodológico, principalmente da obra *The Entropy Law and the Economic Process* (1971), tem sido pouco mencionado.”

Em meio a disputas narrativas econômicas, Martinez-Alier (1997, p. 235) enfatiza que Georgescu-Roegen não se identificava como um “[...] ‘economista ambiental e de recursos’, mas sim algo novo, um ‘economista ecológico’ ou, como ele próprio se autodenominava, um ‘bioeconomista’”. Ademais, Martinez-Alier (1997, p. 236) ressalta que este economista conseguiu confrontar a questão da alocação intergeracional, defendendo

que a humanidade deveria “[...] abandonar o princípio da maximização da utilidade e recorrer, em vez disso, ao princípio razoável da minimização de arrependimentos futuros.”.

A exemplo da trajetória crítica de Georgescu-Roegen, Asara *et al.* (2015, p. 124) legitimam ser essencial “[...] os discursos e práxis contra-hegemônicos para repoliticizar o debate sobre em que tipo de sociedade (e sustentabilidade) queremos viver e para abrir caminhos alternativos [...]”. Esses autores constataam que o decrescimento pode renovar as relações entre sustentabilidade, economia e sociedade avançando para uma visão de transformações socioecológicas. May (2018) aponta a economia ecológica como uma corrente de pensamento firmada no meio ambiente e na teoria da práxis, da prática social com o meio natural.

Ao defender a bioeconomia pela perspectiva crítica da economia ecológica e fortalecer uma conduta ética, Mohammadian (2003) destaca que o maior desafio em desenvolver uma atividade socioeconômica humanista é como incorporar, no atual sistema capitalista, os pilares culturais de bioeconomia, os fatores não econômicos da cooperação, confiança, reciprocidade e fraternidade. Nesta direção, Rincón-Ruiz (2023) advoga uma evolução pelos desenvolvimentos da economia decolonial e de outras economias associadas a economia para a vida (bioeconomia), ressignificadas pela economia ecológica e abordagens de Georgescu-Roegen.

Posto isto, Asara *et al.* (2015, p. 124) recomendam “[...] a construção de uma narrativa contra-hegemônica, em alianças com estruturas alternativas emergentes do Sul global, como *Buen Vivir* da América Latina (Gudynas, 2011), *Swaraj* ecológico da Índia (Kothari, 2014) e *Ubuntu* da África do Sul (Metz, 2011)”, além da economia feminista (Nelson, 1995). Para esses autores, trata-se de reforçar a visibilidade aos processos naturais a partir da economia ecológica em oposição a economia dominante de *mainstream* e, portanto, determinante a transição de mentalidades dos decisores políticos e líderes empresariais, governo e sociedade.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerado como um expoente instrumento de resolução para contornar os grandes problemas no planeta, o atual paradigma da bioeconomia, ao alastrar-se em grande proporção conceitual nas diferentes partes do mundo, é criteriosamente dialogado pela comunidade científica, uma vez que pode tornar-se uma panaceia política e econômica, geradora de desigualdades sociais. Sob outra perspectiva, ao buscar o significado do termo-chave bioeconômico, Vivien *et al.* (2019) apontam que o prefixo grego “bio” é semanticamente rico e aberto a múltiplas representações e interpretações da vida.

De modo geral, os manuscritos científicos globais desta pesquisa bibliográfica trouxeram consistentes avaliações críticas as atuais bioeconomias dominantes, e reportando

como forte sustentabilidade a perspectiva da bioeconomia ecológica relacionada com os aportes de Georgescu-Roegen. Pelas análises das referências teóricas da bioeconomia foram considerados indicadores ideais, como: valores éticos normativos, efetivas políticas, inovação circular e aproximação dos ODS da agenda 2030 da ONU (2015) frente aos desafios do século XXI. Ao abandonar o sistema econômico convencional, moldado pela Revolução Industrial, promove-se uma ruptura conceitual para uma bioeconomia significativa e resiliente, incorporada na relação simbiótica entre a humanidade e a natureza.

Assim, nesse cenário mundial de enfrentamentos a uma crise humanitária e climática, compreende-se cada vez mais a inserção de um olhar mais intrínseco de uma bioeconomia que considera a realidade social e os limites fundamentais da natureza, estabelecendo-se na economia uma estreita interdependência e respeito as leis fundamentais da biosfera. A essência bioeconômica, portanto, deve ter um papel criativo, holístico e transdisciplinar, considerando a vida sob a ótica econômica pelos constantes e paralelos movimentos: a luta contra a entropia e uma crescente evolução da complexidade. Assim, os subsídios preliminares dessa revisão científica, de modo crítico e reflexivo, conseguem impulsionar caminhos estratégicos de inovações bioeconômicas inclusivas, ecológicas e de circularidade aberta.

REFERÊNCIAS

- AHMED, E. M. Are bio-economy dimensions new stream of the knowledge economy? **World Journal of Science, Technology and Sustainable Development**, Vol. 15, issue: 2, pp.142-155, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1108/WJSTSD-06-2017-0014>>. Acesso em: 20 de outubro de 2023.
- ALDANA, U., NARANJO, O., F. Formas de apropiación bioeconómica de los bienes comunes. **Revista nuestraAmérica** [en línea], 7 (Julio-Diciembre): 337-358, 2019. Disponível em: < ISSN 0719-3092>. Acesso em 18 de outubro de 2023.
- ANEX, R. Something new under the sun? The industrial ecology of biobased products. **Journal of Industrial Ecology**, Vol. 7, No. 3-4, p. 1-4, 2004.
- ASARA, V. *et. al.*. Socially sustainable degrowth as a social–ecological transformation: repoliticizing sustainability. **Sustainability Science**. Vol. 10, nº 3, p. 375-384, 2015.
- BARBOSA-PÉREZ, E., M.; GÓMEZ-RODRÍGUEZ, D. T.; LEURO-GALLEGO, J. A. Ecología y bioeconomía. El diálogo de saberes. **Clío América**. enero-junio, Vol. 11, No. 21, p. 108-119, 2017.
- BENYUS, J. M. Biomimicry: innovation inspired by Nature. **Perennial**. New York, 2002.
- BIRCH, K. The neoliberal underpinnings of the bioeconomy: the ideological discourses and practices of economic competitiveness. **Genomics, Society and Policy**, (2),1-15, 2006.
- BUGGE, M.; HANSEN, T.; KLITKOU, A. “What is the bioeconomy? A review of the literature”, **Sustainability**. Vol. 8, issue 7, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3390/su8070691>>. Acesso em: 13 de agosto de 2023.

BRASIL. **Relatório divulgado pela Oxfam Brasil**. 2021.

BRUNDTLAND GRO HARLEM. **Our Common Future**, Oxford University Press, 1987.

CANTE-MALDONADO, F. E. Renta negativa y decrecimiento económico. **Revista Apuntes del CENES**, Vol. 37 (65), 53-74, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.19053/01203053.v37.n65.2018.5910>>. Acesso em: 10 de agosto de 2023.

CAPRA, F. **Conexões Ocultas: Ciência para uma Vida Sustentável**. 4a ed. Trad. Marcelo Brandão Cipolla. São Paulo, SP: Editora Pensamento-Cultrix Ltda, 2005.

CARO-RAMÍREZ, E., E. **Economía, complejidad y vida**. (Colección Complejidad y Salud; Vol. 10), Bogotá: Universidad El Bosque, 2021.

CARPINTERO, O. El desafío de la bioeconomía. **Ecología Política**, (30), p. 41-58, 2005.

CECHIN, A. D. O fundamento central da economia ecológica. In MAY, Peter H. (org). **Economia do meio ambiente: teoria e prática**. 3 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018.

CECHIN, A. D. A natureza como limite da economia: a contribuição de Nicholas Georgescu-Roegen. **SENAC**, São Paulo, 2010.

CECHIN, A. D.; VEIGA, J. E. da. A economia ecológica e evolucionária de Georgescu-Roegen. **Revista de Economia Política**, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0101-31572010000300005>>. Acesso em: 18 de agosto de 2023.

COLANDER, D.; HOLT, R.; ROSSER JR., B. The changing face of mainstream economics, **Review of Political Economy**, Reino Unido, n. 16, 2004.

CLUB DE ROME. **Halte à la croissance?** Traduction française Fayard. 1972.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. Towards the circular economy: economic and business rationale for an accelerated transition. Vol.1, **Ellen MacArthur Foundation**, 2013.

EUROPEAN COMMISSION. **New Perspectives on the Knowledge-Based Bioeconomy**. 2005.

EUROPEAN COMMISSION. **Innovation for Sustainable Growth: A Bio-economy for Europe**. Publication Office of the European Office: Luxembourg, 2012. Disponível em: <<http://ec.europa.eu/research/bio-economy/index.cfm?pg=policy&lib=strategy>>. Acesso em: 18 de novembro de 2023.

EUROPEAN COMMISSION. **What is the Bio-economy**. 2015. Disponível em: <<http://ec.europa.eu/research/bio-economy/index.cfm>>. Acesso em: 18 de novembro de 2023.

FUERTES GRÁBALOS, E., PLOU LAFUENTE, P. Y GÓMEZ BAHILLO, C. **Biocrecimiento: síntesis dialógica entre crecimiento, desarrollo y medioambiente**. *Ambiente y Desarrollo*, 21(40), 43-56, 2017. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.ayd21-40.bsdc>. Acesso em: 30 de agosto de 2023.

GEORGESCU-ROEGEN, N. **O descrecimento: entropia, ecologia, economia**.

Apresentação e organização: Jacques Grinevald; Ivo Rens. São Paulo: Editora Senac, 2012.

GEORGESCU-ROEGEN, N. Ineguaglianza, limiti e crescita da un punto di vista bioeconomico. In: GEORGESCU-ROEGEN, N ; BONAIUTI, M (Ed.), **Bioeconomia**. Turín: Bollati Boringhieri, 2003. Disponível em: <https://base.socioeco.org/docs/nicholas_georgescu-roegen_-_bioeconomia_contra-versus.pdf>. Acesso em: 29 de novembro de 2023.

GEORGESCU-ROEGEN, N. Energy and Economic Myths. **Southern Economic Journal**, 1975.

GÓMEZ-RODRÍGUEZ, D. T. *et al.* Divergencias y convergencias de la bioeconomía: revisión de literatura especializada con estudiantes universitarios. **Expresiones - Revista Estudiantil de Investigación**, 4(8), 9-30, 2017.

GUDYNAS, E. Imágenes, ideas y conceptos sobre la naturaleza en América Latina. Montenegro, E (Ed.), **Cultura y naturaleza** (pp. 267-292). Bogotá: Jardín Botánico J. C. Mutis, 2010.

HALL, R., ZACUNE, J. **Bio-economies: The EU's real 'Green Economy' agenda?** World Development Movement and the Transnational Institute, 2012.

HARARI, Y., N. **21 lições para o século 21**. São Paulo. Editora Companhia das Letras, 2018.

HORLINGS, I., MARSDEN, T. Rumo ao desenvolvimento espacial sustentável? Explorando as implicações da nova bioeconomia no setor agroalimentar e na inovação regional. **Sociologias**, v.13, n.27, p.142-178, 2011. Disponível em: <DOI:10.1590/S1517-45222011000200007>. Acesso em: 10 de maio de 2023.

ISSA, I.; DELBRUCK, S.; HAMM, U. Bioeconomia a partir das perspectivas de especialistas - Resultados de uma pesquisa global de especialistas. **PLoS ONE** 14(5), 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0215917>>. Acesso em: 10 de maio de 2023.

KNOWLER, D. A. Review of selected bio-economic models with environmental influences in fisheries, **J Bioecon**, 4(2), 163-181, 2002.

MALDONADO, C. E. Bidesarrollo y complejidad. Propuesta de un modelo teórico. En M. Eschenhaguen, **Un viaje por las alternativas al desarrollo: perspectivas y propuestas teóricas**. Bogotá: Universidad del Rosario, 2014.

MALDONADO, C. E. Bioeconomía-economía ecológica. **Suplemento de Economía Cooperativa y Solidaria**, v. 5, p. 16-18, 2012. Disponível em: <<http://www.carlosmaldonado.org/articulos/suplementosolidario5.pdf>>. Acesso em: 10 de abril de 2023.

MARTINEZ-ALIER, J. Some issues in agrarian and ecological economics, in memory of Georgescu-Roegen. **Ecological Economics**, 22(3), p. 225-238, 1997.

MAY, P. H. **Economia do meio ambiente: teoria e prática**. 3 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018.

MEJIAS, R. G. Bioeconomia e suas aplicações. **ÍANDÉ : Ciências e Humanidades**, v. 2, n. 3, p. 105–121, 2019. DOI: 10.36942/iande.v2i3.87. Disponível em: <<https://periodicos.ufabc.edu.br/index.php/iande/article/view/87>>. Acesso em: 11 novembro de 2023.

MOHAMMADIAN, M. **Bioeconomics: Biological Economics**. Interdisciplinary Study of Biology, Economics and Education. Entrelíneas Editores: Madrid, 2000.

MOHAMMADIAN, M. What is Bioeconomics: Biological Economics. **Journal of Interdisciplinary Economics**. Volume 14, n. 4, p. 319-337. Guest Editor: Special Issue Dedicated to Bioeconomics, 2003.

MOHAMMADIAN, M. **La bioeconomía**: economía del tercer camino, entre la antigua economía y la nueva economía global. Madrid, ES: Editorial Edición Personal Madrid, 2008.

MOHAMMADIAN, M. Economía del tercer camino: de la teoría de la bioeconomía a la práctica. **Encuentros Multidisciplinares**. nº 62, Mayo-Agosto, 2019.

MORIN, E. **Introdução ao pensamento complexo**. Porto Alegre: Sulina, 2005.

MUELLER, C. C. **Os economistas e as relações entre o sistema econômico e o meio ambiente**. Brasília: Editora UnB, 2012.

NAREDO, J. M. **La economía en evolución**: historia y perspectivas de las categorías

básicas del pensamiento económico. 2. ed. Madrid: Siglo XXI, 1996.

NELSON, J. A. Feminism and economics. **Journal of Economic Perspectives**, v. 9,

n. 2, p. 131-148, 1995.

OCDE. **The bioeconomy to 2030**: Designing a policy agenda. OCDE, 2006. Disponível em: <<https://www.oecd.org/sti/emerging-tech/34823102.pdf>>. Acesso em: 15 de novembro de 2023.

OCDE. **The Bio-economy to 2030**: Designing a Policy Agenda. OCDE, 2009. Disponível em: <<http://www.oecd.org/futures/bio-economy/2030>>. Acesso em: 14 de novembro de 2023.

OXFAM BRASIL. **O vírus da desigualdade**. 2021. Disponível em: <<https://materiais.oxfam.org.br/o-virus-da-desigualdade>>. Acesso em: 20 de novembro de 2023.

PASSET, R. **Principios de Bioeconomía**. España: Visor Libros, 1996.

PAVONE, V., GOVEN, J.; GUARINO, R. From risk assessment to in-context trajectory evaluation – GMOs and their social implications, **Environmental Sciences Europe**, Vol. 23 No. 3, pp. 1-13, 2011.

PAVONE, V; GOVEN, J. Bioeconomies: Life, Technology and Capital in the 21st Century. Cham: Palgrave Mcmillan. **Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnologia y Sociedad**, 2017.

PRIGOGINE, Y. **O Fim das Certezas**. Madri: Taurus, 1997.

RINCÓN-RUIZ, A. **Bioeconomía**: Miradas múltiples, reflexiones y retos para un país em crisis estructural. Un libro sobre economías diversas, y economías “otras” para la vida. Centro Editorial – Facultad de Ciencias Económicas. Universidad Nacional de Colombia, 2023.

ROJAS, W.; GOMEZ, D.; BARBOSA, E. El Bidesarrollo como ruptura de la categoría desarrollo. **Ciencias Economicas** 13.02, 75-87, 2016.

SHIVA, V. **Monoculturas da Mente**: perspectivas da biodiversidade e da biotecnologia. São Paulo: Gaia, 2003.

SOEDIGDO, D.; HARYSAKTI, A.; USOP, T. B. The elements driving local wisdom on the architecture Nusantara. **J Perfect Archit** 9 (1): 37-47, 2014.

SZÉKÁCS, A. Environmental and Ecological Aspects in the Overall Assessment of Bioeconomy. **Journal of Agricultural and Environmental Ethics**. 30(1), 153-170, 2017.

VARGAS-HERNANDEZ, J. G.; PALLAGST, K.; HAMMER, P. Bio-economy at the crossroads of sustainable development. **Revista Internacional Interdisciplinar INTERthesis**, Florianópolis, v.15, n.2, p. 20-37 Set.-Dez, 2018.

VIVIEN, F. D et al. The Hijacking of the Bioeconomy. **Ecological Economics**, 159: 189-197, 2019. Disponível em: <bit.ly/3RuZeco>. Acesso em 20 de outubro de 2023.

WOHLFAHRT, J. *et. al.* Characteristics of bioeconomy systems and sustainability issues at the territorial scale. A review. **J. Clean. Prod.**, 232, pp. 898-909, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.385>>. Acesso em: 18 de novembro de 2023.