

# Um marco institucional para os Bioinsumos na agricultura brasileira baseado na Economia Ecológica

*An institutional framework for Bioinputs in Brazilian agriculture based on Ecological Economics*

Fabiana Pereira de Souza <sup>1</sup>

Tatiana Portela Ribeiro Castilho <sup>2</sup>

Luís Otávio Bau Macedo <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Mestrado em Ciências Ambientais, Pesquisadora, Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Universidade Federal de Rondonópolis, Rondonópolis, MT, Brasil  
E-mail: [fabiaagronomia@hotmail.com](mailto:fabiaagronomia@hotmail.com)

<sup>2</sup> Graduação em Engenharia Civil, Mestranda, Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Universidade Federal de Rondonópolis, Rondonópolis, MT, Brasil  
E-mail: [tatiportela1@hotmail.com](mailto:tatiportela1@hotmail.com)

<sup>3</sup> Doutorado em Economia Aplicada, Professor, Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Universidade Federal de Rondonópolis, Rondonópolis, MT, Brasil  
E-mail: [luis.otavio@ufr.edu.br](mailto:luis.otavio@ufr.edu.br)

doi:10.18472/SustDeb.v13n1.2022.40820

Received: 18/11/2021  
Accepted: 10/03/2022

ARTICLE – VARIA

## RESUMO

Em busca da sustentabilidade, novos padrões de produção agropecuária têm sido criados e, em oposição aos insumos convencionais, surgiram os insumos biológicos, ou “bioinsumos”. Eles são produtos, processos ou tecnologias de origem animal, vegetal ou microbiana que podem interferir positivamente na produção agrícola. A adesão dos produtores rurais a práticas agrícolas sustentáveis e econômicas, que utilizam bioinsumos, é crescente no Brasil. Os produtores rurais têm sido encorajados a adotar essas inovações por meio da existência do Programa Nacional de Bioinsumos, criado em 2020. Os resultados apontam diversos benefícios relacionados ao uso desses produtos, no entanto, o manejo incorreto pode trazer externalidades negativas que poderiam ser evitadas. Isso requer um marco institucional que oriente a produção e a utilização dos bioinsumos no país. Este artigo propõe um novo marco institucional, baseado nos pressupostos da economia ecológica e no institucionalismo, considerando a conjuntura sociopolítica e ambiental brasileira.

**Palavras-chave:** Bioinsumos. Programa Nacional de Bioinsumos. Economia ecológica. Marco institucional.

## ABSTRACT

*In search of sustainability, new patterns for production or consumption have been created in opposition to conventional products, such as biological inputs or "bioinputs". They are products, processes or technologies of animal, plant or microbial origin which can positively affect agricultural production. The adherence of rural producers to sustainable and economic agricultural practices, which use bioinputs, is growing in Brazil. They have been encouraged to adopt these products because of the existence of the National Bioinputs Program, created in 2020. The results show that several benefits have been associated with their use. However, inadequate handling can bring negative externalities that could be avoided. It requires an institutional framework to guide the country's production and use of bioinputs. This article proposes a new institutional framework based on ecological economics and institutionalism, considering Brazil's sociopolitical and environmental situation.*

*Keywords: Bioinputs. National Bioinputs Program. Ecological economics. Institutional framework.*

## 1 INTRODUÇÃO

O termo “sustentabilidade” tem sido cada vez mais utilizado na busca por estratégias de produção mais adequadas às condições ambientais, econômicas, ecológicas e sociais existentes no planeta. Nesse sentido, pesquisadores, produtores rurais, empresários, comerciantes, entre outros atores sociais, impulsionados a atender às demandas existentes de produção e de consumo, têm considerado cada vez mais as limitações na utilização dos recursos da biosfera.

Atualmente, o planeta abriga cerca de 7,8 bilhões de pessoas. As estimativas futuras de incremento populacional são díspares, mas algumas sugerem que até o final deste século a população planetária poderá ultrapassar 11 bilhões de habitantes (REICHARDT; TIMM, 2016). Logo, as perspectivas de consumo mundial e seus possíveis desdobramentos ambientais apresentam grande incerteza e têm levado especialistas a investigar as relações que se estabelecem entre o crescimento econômico das sociedades e a capacidade de suporte da biosfera. Essas ameaças ou desafios à sobrevivência humana provocaram o repensar de estudiosos acerca dos padrões de consumo e de crescimento econômico no sistema capitalista.

Considerando os eventos históricos desde o surgimento da espécie humana, entende-se que os meios de produção se encontram no período de maior potencial de destruição e alteração dos ecossistemas terrestres, o Antropoceno. Várias abordagens foram propostas para definir quando o Antropoceno começou. Eventos como a descoberta do fogo, a agricultura pré-industrial, o início do colonialismo, os avanços com a energia nuclear e o desenvolvimento de tecnologias industriais marcariam seu início. Mas ainda existem divergências quanto à data científica precisa, necessitando-se de mais estudos (LEWIS; MASLIN, 2015).

A despeito disso, evidencia-se que a preocupação planetária com as questões ambientais tem aumentado cada vez mais, fazendo com que representantes de diversos países se reúnam para discutir planos de ação, a fim de minimizar os problemas emergentes. Assim, no que concerne aos sistemas produtivos em países exportadores de matérias-primas, as mudanças mais significativas, para apoiar estratégias de interesse global em prol da sustentabilidade, são observadas a partir de mudanças que trazem consigo benefícios ambientais e consideram princípios ecológicos em grandes áreas de produção agrícola, agropecuária ou extrativista.

Os estudos realizados em prol da construção de uma agricultura de base ecológica começaram a partir da década de 1920, mas o interesse pela utilização de métodos de produção que considerem princípios ecológicos é recente. Esses foram iniciados depois da década de 1970, após as consequências da “Revolução Verde” encabeçada nos Estados Unidos e Europa e seguida pelos países latino-americanos e asiáticos (GLIESSMAN, 2005; LOPES, P. R.; LOPES, K. C. S. A., 2011; MARCHESE; FILIPPONE, 2018).

Em síntese, os problemas socioambientais engendrados pela modernização agrícola tornaram-na contraproducente sob várias condicionantes. O depauperamento de mananciais de água e dos solos, a redução da diversidade genética e o aumento na dependência de insumos externos à unidade produtiva e de combustíveis fósseis não renováveis evidenciaram a necessidade de se repensar o modelo convencional de produção agrícola (GLIESSMAN, 2005).

Não obstante, nos últimos anos a configuração da agricultura intensiva no Brasil passou a reconhecer cada vez mais os princípios ecológicos nos meios de produção. Tais mudanças convergiram para a adesão crescente (de forma voluntária, como resposta aos problemas citados, por vantagens econômicas e/ou em virtude das exigências crescentes do mercado internacional) de tecnologias de produção que tenham uma conduta ambiental mais rigorosa e responsável, a exemplo da utilização da agricultura de precisão, do manejo integrado de pragas e dos processos de certificação socioambiental (KITAMURA, 2003).

Atualmente, uma das ações mais expressivas no Brasil, de incentivo à implantação de tecnologias de base ecológica na agricultura de grande escala, é o Programa Nacional de Bioinsumos, Decreto nº 10.375, instituído no dia 26 de maio de 2020. Genericamente, o decreto citado refere-se aos bioinsumos como produtos, processos ou tecnologias de origem vegetal, animal ou microbiana que “interfiram positivamente no crescimento, no desenvolvimento e no mecanismo de resposta de animais, de plantas, de microrganismos e de substâncias derivadas e que interajam com os produtos e os processos físico-químicos e biológicos” (BRASIL, 2020, p. 105).

Por conseguinte, enquanto a demanda por muitos produtos apresentou queda em virtude das crises econômica e sanitária atuais, a utilização de bioinsumos tem apresentado expressivo crescimento nos últimos anos. Além do incentivo governamental, esse fenômeno se deve, possivelmente, às vantagens competitivas que essas inovações oferecem em relação aos insumos convencionais, pois muitos apresentam eficácia superior em relação aos aplicados hodiernamente em culturas agrícolas. Esses processos, todavia, apresentam grandes desafios no Brasil, principalmente devido à necessidade de um marco regulatório que oriente o manuseio de bioinsumos (FINKLER, 2012).

Portanto, torna-se cada vez mais necessária a discussão a respeito da segurança, eficiência e da regulamentação da produção de insumos biológicos no meio rural. Desse modo, este artigo, à luz dos princípios da economia ecológica e da teoria institucional, propõe constituir compreensões que possam contribuir para o estabelecimento de um novo marco institucional para o Programa Nacional de Bioinsumos em curso no Brasil. Para tanto, vale-se de uma discussão teórica a respeito do assunto, considerando características econômicas, ambientais e sociais dos bioinsumos. O trabalho está subdividido em três seções: a primeira descreve os procedimentos metodológicos da pesquisa, os passos para a sua elaboração; a segunda trata da discussão analítica dos resultados obtidos, composta a partir da (i) avaliação dos usos e meios aplicados a processos e produtos a partir de uma visão econômico-ecológica e institucional; e (ii) elaboração de uma síntese de apontamentos que destacam as fragilidades do atual arcabouço legal que sustenta o Programa Nacional de Bioinsumos. Finalmente, a última seção abrange as considerações finais, ou seja, emite os comentários conclusivos concernentes ao que foi exposto ao longo do artigo.

## 2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A presente pesquisa utilizou como metodologia uma análise de estudo de caso acerca do Decreto Federal nº 10.375/2020, que instituiu o Programa Nacional de Bioinsumos, propondo-se a compreendê-lo com ênfase em uma abordagem econômica, ambiental e social.

Segundo Yin (2001, p. 32), “um estudo de caso é uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos”.

O estudo de caso busca a interpretação e compreensão mais profunda dos fenômenos e fatos específicos, e não a generalização de seus resultados. Nesse sentido, os resultados obtidos, embora não possam ser generalizados, devem possibilitar a disseminação do conhecimento, por meio de possíveis proposições teóricas (YIN, 2001).

Portanto, a presente pesquisa possui caráter qualitativo e exploratório, pois visa a compreensão de um problema social ainda pouco estudado e de aspectos específicos de uma teoria ampla.

Inicialmente foi desenvolvida uma pesquisa bibliográfica, que consiste, segundo Gil (2002), em delimitar-se informações e dados constantes no material a fim de estabelecer relações entre esses, concernentes ao problema proposto para, finalmente, analisar a consistência do arcabouço teórico apresentado pelos autores.

A partir dos dados obtidos por meio de revisão bibliográfica, este trabalho avaliou a utilização de bioinsumos, destacando as relações ecológicas de seus processos e funções, bem como os possíveis impactos relacionados ao seu uso em lavouras, tendo como ponto de partida uma visão econômico-ecológica. Por fim, avaliaram-se as fragilidades do atual arcabouço legal e político, mediante a abordagem analítica institucionalista do Programa Nacional de Bioinsumos, destacando os desafios encontrados para sua regulamentação.

Resumidamente, a pesquisa buscou enfatizar a incorporação das dimensões ecológica e social na construção de um novo marco institucional para o Programa de Bioinsumos em curso no Brasil, realizando uma abordagem econômico-ecológica e destacando apontamentos acerca das iniciativas de instituição legal no país sobre o assunto.

## 3 RESULTADOS

### 3.1 OS BIOINSUMOS NA PERSPECTIVA ECONÔMICO-ECOLÓGICA E INSTITUCIONAL

#### 3.1.1 OS BIOINSUMOS: PROCESSOS, PRODUTOS E A ECONOMIA ECOLÓGICA

A alteração dos agroecossistemas com vistas à produção em larga escala tem tornado esses ambientes altamente dependentes de insumos externos e não renováveis e, por conseguinte, vulneráveis pela sua baixa sustentabilidade. Ao mesmo tempo, em monocultivos, a simplificação ou homogeneização genética e ambiental, associadas às perturbações inerentes ao processo produtivo (como uso de agrotóxicos não seletivos), interferem diretamente na susceptibilidade do ambiente ao ataque de indivíduos fitófagos (“pragas” da cultura), reduzindo a população de inimigos naturais (ALTIERI; NICHOLLS, 2004; FEIDEN, 2005).

Em outras palavras, o ambiente homogêneo facilita a multiplicação de organismos que se alimentam do recurso em abundância (a cultura de interesse) e dificulta o controle dessas “pragas” pelos seus respectivos inimigos naturais, que podem ser ainda eliminados por meio da aplicação de inseticidas não seletivos (AGUIAR-MENESES; SILVA, 2011).

Todavia, quando se aumenta a diversidade de espécies vegetais em um agroecossistema, é possível favorecer a existência natural de inimigos das “pragas” que atuarão no controle biológico, sem a necessidade da aplicação de insumos químicos ou bioinsumos introduzidos. Assim, o ambiente é alterado de modo a induzir o controle da população de fitófagos como ocorre no sistema natural, visando diminuir a população exagerada de indivíduos indesejáveis do ponto de vista econômico para que se alcance um nível aceitável de rentabilidade. Esse tipo de controle não é realizado por meio de produtos exógenos e estranhos ao sistema (AGUIAR-MENESES; SILVA, 2011).

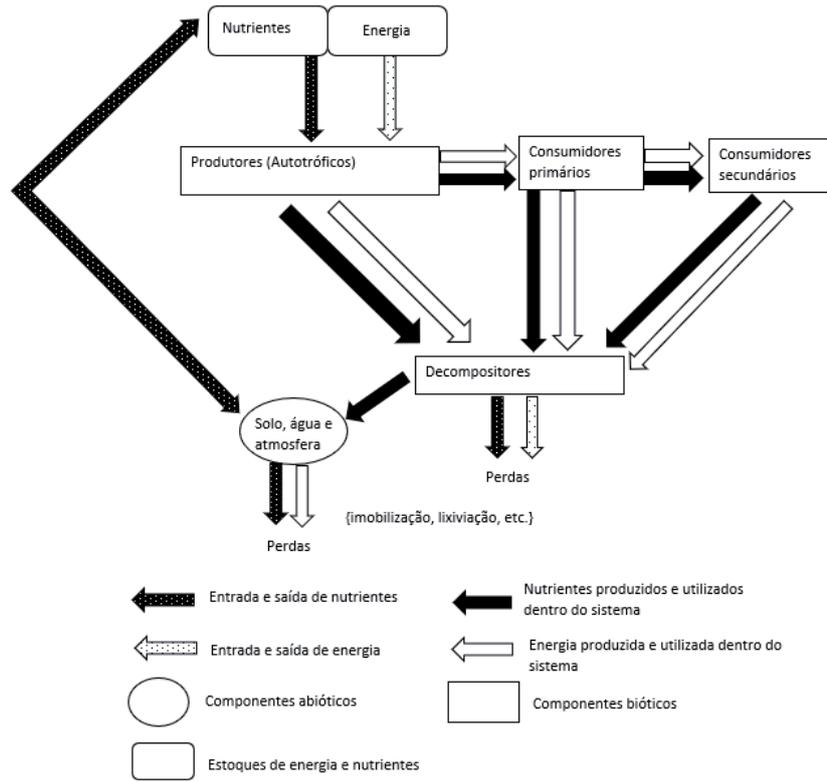
Nesse sentido, compreende-se que os bioinsumos, se manejados adequadamente, podem trazer vantagens no que diz respeito à eficiência produtiva dos agroecossistemas. Assim, o recomendável é que esses ambientes produzam seus próprios bioinsumos para o controle biológico por meio apenas do aumento da diversidade de espécies vegetais, a fim de evitar a dependência de insumos externos. Esse tipo de manejo é considerado como controle biológico natural (GALLO *et al.*, 2002; GLIESSMAN, 2005).

Além desse tipo de controle, existem o controle biológico clássico e o aplicado, ambos se referem à importação e colonização de inimigos naturais, visando ao controle de “pragas” exóticas ou nativas. No primeiro, as liberações são inoculativas em pequeno número de indivíduos, por uma ou mais vezes no mesmo local. Enquanto o segundo tipo de controle é realizado por meio de liberações inundativas com um número maior de indivíduos, após a criação massal em laboratório, visando à redução rápida da população de pragas para o nível desejado (PARRA *et al.*, 2002).

Nesses casos, a introdução de uma espécie exótica, seja ela modificada geneticamente ou não, pode competir com a fauna nativa, causando desequilíbrios populacionais e resultando em deslocamento de determinadas espécies nativas para outros habitats, ou mesmo sua extinção. Trata-se, portanto, de uma estratégia que envolve riscos. Assim, para minimizar esses perigos, deve-se obedecer aos procedimentos básicos regulados pelos laboratórios (SCOPEL; ROZA-GOMES, 2011).

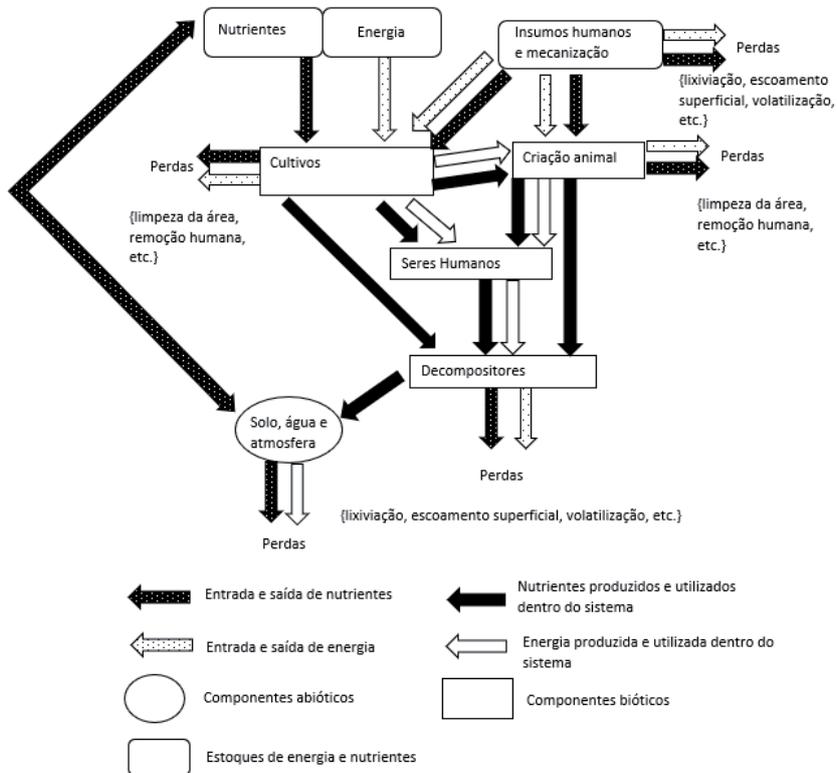
Dessa forma, é possível estabelecer índices de sustentabilidade a partir dos conceitos de *input* de recursos externos, *output* do resultado da produção e dos resíduos gerados, considerando os possíveis impactos negativos dentro da unidade produtiva (*on farm*) (GLIESSMAN, 2005; ODUM, 2004).

A partir da compreensão das relações ecológicas e econômicas que se estabelecem em sistemas naturais e em agrossistemas que utilizam bioinsumos produzidos *on farm*, é possível propor três esquemas que diferenciam esses ambientes (Figuras 1, 2 e 3).



**Figura 1 |** Ciclagem de nutrientes e energia dentro de um ecossistema natural

Fonte: Adaptada de GLIESSMAN (2005).

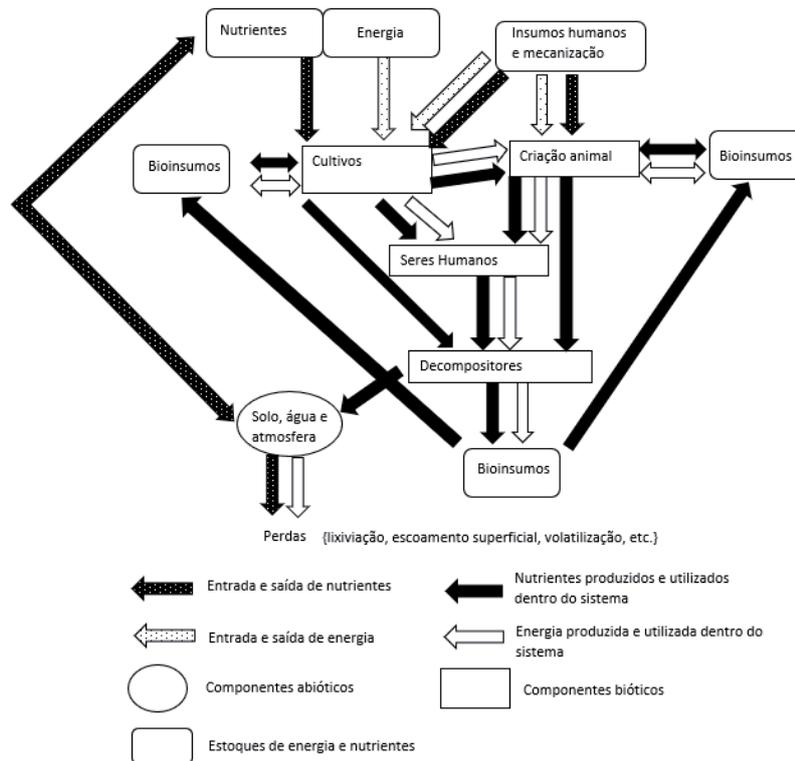


**Figure 2 |** Ciclagem de nutrientes e energia dentro de um agroecossistema

Fonte: Adaptada de GLIESSMAN (2005).

Ao observar os esquemas, é possível identificar que os agroecossistemas possuem mais setas para dentro e para fora do sistema, ao mesmo tempo, o número de setas que indicam a energia e nutrientes produzidos e utilizados dentro desses ambientes é menor que nos ambientes naturais. Isso indica que são sistemas mais “abertos” que os ecossistemas naturais, apresentam maior número e volume (ou equivalente energético) de entradas (*inputs*) e saídas (*outputs*), e apresentam também entropia mais alta (ODUM, 2004).

Logo, para alcançar uma eficiência maior, esses sistemas antrópicos precisam tornar-se menos “abertos”, buscando o suprimento de recursos a partir da capacidade interna da unidade produtiva (*on farm*), aumentando a eficiência produtiva e diminuindo também a entropia produzida pelo sistema, conforme demonstrado na Figura 3. Essa compreensão coaduna com a definição proposta por Feiden (2005, p. 53) acerca da sustentabilidade que objetiva “ter efeitos mínimos no ambiente e não liberar substâncias tóxicas ou nocivas na atmosfera, em águas superficiais ou subterrâneas”.



**Figure 3 |** Ciclagem de nutrientes e energia dentro de agroecossistema que utiliza bioinsumos produzidos *on farm*

Fonte: Autores.

Na mesma linha de pensamento, Daly (1974) propõe que sistemas eficientes em estado estacionário possuem alta capacidade de converter recursos da natureza em serviços. Mas para gerar os serviços, o fluxo de transferência deve ser primeiro acumulado dentro de estoques de pequena duração. Os estoques, portanto, são variáveis intermediárias que os serviços produzidos requerem para se manter e reproduzir. Nesse sentido, o nível estacionário é determinado em função das leis da termodinâmica.

Assim, segue a equação proposta por Daly (1974) para mensurar o nível de eficiência:

$$Eficiência\ final = \frac{Serviço}{taxa\ de\ transferência} = \frac{Serviço}{Estoque} \times \frac{Estoque}{Taxa\ de\ transferência}$$

Até esse ponto, a sustentabilidade foi analisada a partir do nível de eficiência dos sistemas naturais e antrópicos e não da capacidade de um ecossistema maior em mantê-los. Nesse sentido, Daly também

propõe que a economia em estado estacionário somente pode ser alcançada em condições de baixas taxas de transferência, ou seja, a utilização de recursos externos precisa ser menor que a capacidade regenerativa do meio ambiente, bem como a produção de resíduos em relação à capacidade de assimilação dos ecossistemas receptores (DALY, 1974).

Essa compreensão remete à necessidade de estabelecer parâmetros legais e políticos para a utilização de bioinsumos que considerem a realidade ecossistêmica e, mais do que isso, o modelo produtivo hegemônico. Como destacam Bettiol e Morandi (2009, p. 8): “esse enfoque altera as prioridades dos sistemas convencionais de agricultura em relação ao uso de fontes não renováveis, principalmente de energia, e muda a visão sobre os níveis adequados do balanço entre a produção de alimentos e os impactos no ambiente”.

### 3.1.2 OS BIOINSUMOS E OS CONCEITOS DA TEORIA INSTITUCIONAL

Segundo a visão institucionalista da economia, as instituições possuem papel preponderante no direcionamento das ações econômicas, ou seja, são responsáveis por traçar o “percurso” econômico de qualquer sociedade. Dessa forma, Douglass North (1991) empreendeu pesquisas sobre o comportamento de diferentes sociedades com relação às suas *performances* institucionais para compreender os motivos que levaram à estagnação de algumas economias e ao crescimento de outras.

Com base nessa premissa, deve-se considerar que, durante longos períodos, os processos produtivos agropecuários basearam-se em sistemas convencionais de produção, com o uso de inseticidas, adubos químicos e a implantação de monoculturas em grandes áreas rurais. A unidade produtiva, portanto, era concebida a partir de uma visão segmentada que se identifica com os pressupostos neoclássicos pelo fato de não considerar as características sistêmicas das propriedades rurais.

Todavia, como destaca Caporal (2009, p. 27-28), em virtude das crescentes externalidades negativas, “a sociedade vem buscando estabelecer estilos de agricultura que sejam menos agressivos ao meio ambiente [...], tentando fugir do estilo convencional de agricultura que passou a ser hegemônico.”

A partir da compreensão dessa realidade, entende-se que a utilização de manejos alternativos, portanto, aporta nacionalmente como um grande desafio político-institucional. Criar sistemas produtivos sustentáveis significa romper com os padrões tradicionais na busca por estratégias mais adequadas para se produzir. Isso implica no desafio de repensar os paradigmas nos quais a sociedade se fundamenta, a partir de uma rede de relações complexas que influenciam as regras e as normas de mercado.

Nesse aspecto, a palavra sustentabilidade, por exemplo, tem se tornado cada vez mais ambígua, pois os contextos e os discursos nos quais tem sido empregada precisam ser revistos para que não se torne um termo desgastado ou esvaziado de sentido. Conforme pontua Diegues (2003), a aplicação do termo varia conforme o interesse político de cada grupo ou classe social. Assim, o pesquisador exemplifica que empresários podem conceber a sustentabilidade a partir de sua perspectiva eminentemente econômica, ou seja, da capacidade de alcançarem “lucros sustentáveis”. Ao passo que determinados grupos ambientalistas podem referir-se à sustentabilidade com relação apenas ao uso dos recursos naturais, independentemente de sua relação com a sociedade.

Destarte, compreende-se que a sustentabilidade, como princípio que rege sistemas produtivos, carece de ações concretas. Conforme destaca Sawyer (2011, p. 36-37), os efeitos das políticas públicas e das iniciativas relacionadas à sustentabilidade não podem se tornar inefetivos ou mesmo superficiais, a ponto de não serem percebidas como ações eficazes, ou seja, “sem manter os diversos ecossistemas funcionando e sem atender às necessidades humanas atuais e futuras”.

Em países em desenvolvimento, o principal desafio centra-se na sustentabilidade do ponto de vista social. Como destaca Diegues (2003, p. 1), as mazelas da sociedade são tidas “pelos mesmos governos

que têm como plataforma ideológica o desenvolvimento sustentável como fatores naturais decorrentes do avanço tecnológico e não de decisões tomadas por poderosos grupos econômicos”.

A partir dessa constatação, verifica-se que têm surgido cada vez mais organismos de certificação que baseiam suas análises em aspectos ecológicos e se esquecem dos fatores sociais. Como exemplo, pode ser citado o selo de “agricultura regenerativa” do Programa Regenagri, criado pela organização global *Control Union*, atuante em diversos países, inclusive no Brasil. A “agricultura regenerativa” é definida a partir de quatro aspectos: o aumento da matéria orgânica no solo, a preservação da biodiversidade local, o sequestro de carbono e a gestão de recursos hídricos (GOTTEMS, 2021).

Nesse âmbito, pode-se citar a constatação salientada por North acerca dos motivos que levam à desigualdade de acesso a recursos em países menos desenvolvidos. O pesquisador destaca que “a grande distância observada ainda hoje entre países pobres e ricos encontra-se muito mais em diferenças entre matrizes institucionais do que em problemas de acesso a tecnologias” (GALA, 2003, p. 93). Logo, a causa dos insucessos de algumas economias seria decorrente da falta de uma base de regras, leis e costumes capazes de estimular atividades economicamente produtivas, especificamente acumulação de capital e de conhecimento.

Posto isso, depreende-se que a utilização ou mesmo o acesso a nova tecnologia de bioinsumos por si não poderá oferecer vantagens para além das perspectivas ambientais e econômicas. Não podendo, portanto, ser reconhecida como alternativa sustentável no sentido pleno do termo, se não reconhecer também aspectos sociais. Isso sugere a necessidade da elaboração de um marco legal compatível com os conflitos internos que a sociedade tem enfrentado.

Dentro dos aspectos políticos brasileiros, os conflitos sociais se traduzem em problemas que dificultam, até mesmo, o crescimento da economia do país. Pois, como destaca Abramovay (2001, p. 12): “uma sociedade que concentra as oportunidades de geração de renda e os ativos, dificilmente consegue transmitir a seus cidadãos a confiança a que se formem as estruturas de cooperação”.

Em função disso, observam-se problemas crônicos, tais como as assimetrias regionais, marcadas pela desigualdade social e de acesso a recursos no país, a falta de articulação entre os agentes sociais e a estagnação dos agentes políticos. Esses são fatores que não se explicam apenas pelas leis naturais (como a termodinâmica), é necessária também uma abordagem institucional.

Nesse prisma, North considera a existência de incertezas ou assimetrias de informações entre os agentes econômicos. O que, segundo o pesquisador, impossibilita ou dificulta as transações econômicas entre os atores sociais. Assim, as instituições são importantes para criar as regras da economia que são responsáveis por determinar a matriz de incentivos (custos e benefícios) para o exercício da atividade econômica (NORTH, 1991).

North também argumenta que as próprias instituições, em muitos casos, carecem de informações precisas, e isso dificulta a tomada de decisões fundamentadas na racionalidade. Logo, acabam baseando-se muito mais em convenções socialmente aceitas, dada a pobreza informacional, dificultando o processo de adaptação dos marcos normativos em meio ao constante processo de transformações da realidade social (GALA, 2003).

Mas, para uma sociedade que possui ampla disseminação de informação (como na atualidade), resultado dos avanços tecnológicos advindos da Terceira Revolução Industrial, esses argumentos não se processam corretamente. Logo, Toyoshima (1999, p. 104), precisamente, questiona: “Uma vez que os custos em obter informações caíram, por que não há convergência entre as economias?”

A resposta centra-se em mecanismos autorreforçantes, ou seja, as instituições existentes acabam não sendo eficientes para gerar desenvolvimento econômico. A matriz institucional, ao fortalecer crenças

prevalentes, pode tender a se sedimentar ao longo do tempo. Assim, cria-se uma rede de relações interdependentes em que se torna difícil reformular-se a matriz institucional estabelecida (*lock in*) e, ainda, cria-se um ambiente de dependência (*path dependence*). Isso dificulta a emergência de mudanças institucionais a partir dos arranjos de poder já solidificados (ABRAMOVAY, 2001; TOYOSHIMA, 1999).

Por sua vez, o processo de estruturação social acaba sendo historicamente delimitado pela evolução das instituições. Logo, a implantação de transformações institucionais a partir de modelos exógenos, sem a devida adaptação e transmutação para as condições locais, acaba, quase sempre, em insucesso. North, portanto, propõe o caráter gradual para essa superação, de modo que os grupos sociais adotem modalidades organizativas, oriundas de estruturas de governança abertas, participativas e democráticas, baseadas no sistema jurídico independente “*the rule of law*” (ABRAMOVAY, 2001).

### 3.1.3 EM BUSCA DE RESPOSTAS AOS DESAFIOS INSTITUCIONAIS

Diante da manutenção do *modus operandi* produtivo na agricultura, fundamentado em arranjos institucionais solidificados em um sistema de comportamento, valores e crenças específicos,<sup>1</sup> considera-se a necessidade de repensar alternativas em busca da eficiência institucional e de uma agricultura mais sustentável. Nesse âmbito, e a partir do que preconiza o institucionalismo, podem ser citadas três obras de Douglass North cujas contribuições são sinérgicas ao enfoque desta análise:

1. *Structure and change in economic history* (1981);
2. *Institutions, institutional change and economic performance* (1990);
3. *Understanding the process of economic change* (2005).

Na primeira obra, “*Structure and change in economic history*”, North utiliza a teoria neoclássica como base, mas foca principalmente os direitos de propriedade. Assim, o pesquisador argumenta que a eficiência econômica se baseia na garantia dos direitos de propriedade como instrumento para maximizar geração de riquezas que lhe são atribuídas. A falha estaria neste ponto: a busca pela maximização da produção na sociedade considerando a geração das rendas aos governantes e não o crescimento econômico e a distribuição de renda.

Nesse sentido, North propõe que a estrutura de um direito de propriedade eficiente minimiza os custos de transação e amplifica tanto a renda corrente quanto a taxa de crescimento da produção. Em última análise, North enfatiza a importância das instituições como instrumento para superar o dilema de incentivos existente entre o pagamento de impostos e o crescimento econômico.

Em “*Institutions, institutional change and economic performance*”, North procura demonstrar que instituições ineficientes podem ser mantidas, ou mesmo reforçadas, dependendo da estrutura de incentivos e poder existentes entre os atores sociais. O argumento é desenvolvido em três partes.

Na primeira, as instituições fornecem estabilidade e diretrizes de ação dada a carência de informação e a incapacidade dos agentes de fazer escolhas racionais. As instituições criam, portanto, regras formais, regras informais e procedimentos de aplicação.

Na segunda, North afirma existir dependência das trajetórias institucionais para a eficiência institucional. As estruturas iniciais das instituições que permitem alterações em contratos, mudanças no direito de propriedade e regras econômicas são decisivas nesse processo. O resultado depende, entre outras

coisas, de diferenciais de preços, poder de barganha entre organizações, restrições informais e procedimentos de fiscalização.

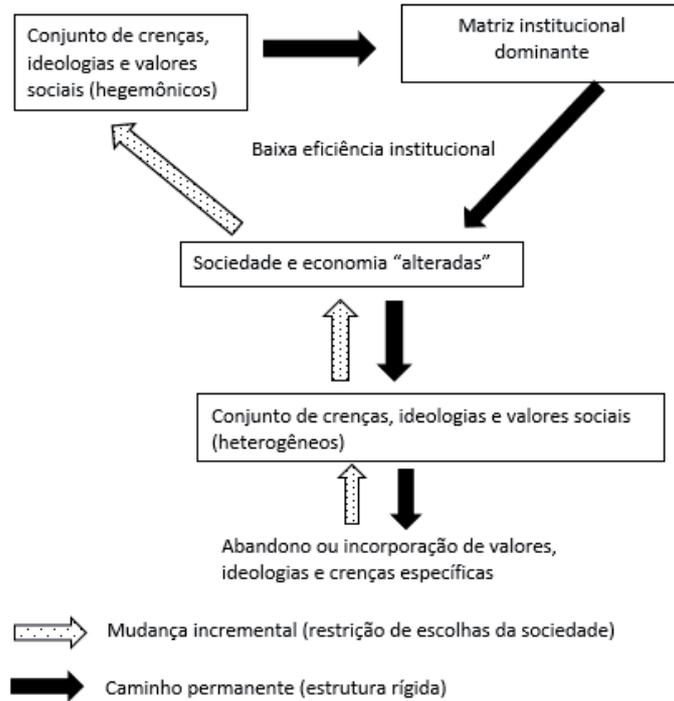
Na terceira, North enfatiza a importância da mudança incremental na dependência do caminho, pois mudanças tangenciais podem produzir mudanças estruturais. Alguns países mostraram-se melhores nisso que outros e North cita o exemplo da modernização econômica japonesa.

A última obra, “*Understanding the Process of Economic Change*”, faz uma análise da importância da evolução das crenças para que as mudanças institucionais ocorram. O sistema de crenças, quando aceito pela sociedade, pode ser um fator preponderante de ampliação da produtividade do sistema econômico. As crenças dominantes, por exemplo, relacionadas ao cumprimento dos contratos e à lisura das transações governamentais, podem resultar no acréscimo de uma elaborada estrutura de instituições, formais e informais, que determinarão o crescimento econômico, ou seja, constituem a emergência de uma matriz comportamental indutora de inovações processuais que induzem a ampliação da produtividade sistêmica.

Desse modo, North concebe um fluxo circular aberto, em que as percepções iniciais do que constituem os incentivos produtivos levam à construção de um conjunto de crenças e a convenções comportamentais convergentes à modernização capitalista. Todavia, a trajetória de caminho (*path-dependence*) raramente muda de direção abruptamente, pois o efeito das crenças e instituições restringem o surgimento de transformações rapidamente. Porém, sistemas sociais democráticos que privilegiam a autonomia, a descentralização e a participação social são mais eficientes na geração de transformações institucionais, pois premiam a cooperação e a interação colaborativa, induzindo maior grau de eficiência econômica. Portanto, sinalizam para um conceito inovador em relação aos demais sistemas, pois sugerem a participação através de mecanismos socialmente enraizados como estratégia para superar os desafios da estagnação no desenvolvimento político-institucional.

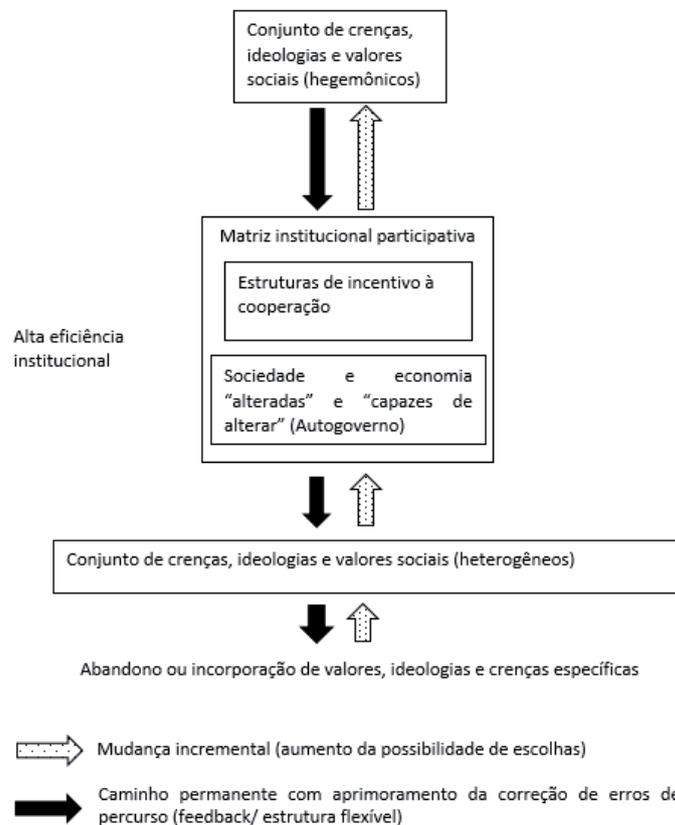
Com base nas obras de Douglass North, é possível constituir alguns apontamentos acerca de como sua contribuição teórica poderia se processar no contexto do estabelecimento de um marco institucional dos bioinsumos, no Brasil. Em uma primeira análise, destaque-se a importância das convenções sociais na trajetória institucional do país. Nesse aspecto, merece ênfase o caráter formativo das instituições, a disseminação e consolidação de ideias e valores morais. Cabe salientar a heterogeneidade social existente no país, dada a sua diversidade constitutiva. Por outro lado, nitidamente, as crenças e valores dominantes são preponderantes para determinar o curso histórico-institucional, dada a construção de mecanismos de restrição legal e social. Nesse caso, ressalte-se ainda o caráter claramente segregacionista e concentrador da sociedade brasileira, caracterizado por uma elevada concentração fundiária e desigualdade de renda no meio rural (FERNANDES, 2015; FURTADO, 2020). Logo, assume-se que este curso dificilmente será alterado de modo abrupto, sendo que a flexibilidade para mudanças institucionais depende da capacidade mobilizadora dos atores sociais envolvidos.

Por outro lado, as mudanças incrementais podem ser a chave em processos decisórios de alterações institucionais. O caminho, proposto por North, e reforçado pela corrente de pesquisadores neoinstitucionalistas (EVANS, 1996; OSTROM, 1990; SCHARPF, 1997), é a criação de mecanismos de governança compartilhados. A criação de uma estrutura de incentivos e de autonomia via descentralização e participação social que recompense a cooperação. A partir dessas conjecturas, é possível vislumbrar o esquema conceitual de como se processam as influências institucionais e como a participação social, por meio de regras de incentivo à cooperação, pode atuar estimulando a eficiência institucional (Figuras 4 e 5).



**Figure 4 |** Fluxo circular aberto das mudanças institucionais da sociedade e economia, marcado pela baixa eficiência institucional.

Fonte: Autores - baseado em North (2005).



**Figure 5 |** Fluxo circular de mudança institucional da sociedade e da economia com a inserção de estruturas de participação e de incentivo à cooperação, marcado pela alta eficiência institucional.

Fonte: Autores, baseado em North (2005).

Ao contrário da Figura 4, que apresenta um fluxo circular de mudança sem estruturas de participação efetivas, a Figura 5 ilustra maior comunicação entre os agentes, por meio das setas que indicam o percurso da mudança institucional, com a possibilidade de correção de erros e a descentralização do poder decisório. Assim, a realidade brasileira exige a criação de outros mecanismos, além da inserção de novas tecnologias, pois a construção de um arcabouço legal, no caso arrolado, deve considerar os bioinsumos e as nítidas assimetrias políticas, econômicas e sociais brasileiras, bem como toda a complexidade das grandes propriedades rurais, instituições de pesquisa e assistência técnica necessárias para a implementação de uma agricultura sustentável de transição.

### 3.2 PROGRAMA NACIONAL DE BIOINSUMOS: DESAFIOS PARA SUA REGULAMENTAÇÃO

O Programa Nacional de Bioinsumos desenvolvido no Brasil tem sido pensado como um instrumento para “ampliar e fortalecer a utilização de bioinsumos no país para beneficiar o setor agropecuário” (BRASIL, 2020, p. 105). Todavia, como visto, por ser um instrumento legal recente, carece de mais estudos, além de parâmetros e dispositivos legais adequados. Mesmo porque, em virtude da adesão crescente aos princípios ecológicos na produção primária, principalmente em grandes propriedades rurais, devem ser estabelecidas bases coerentes que orientem a cadeia produtiva na busca por modelos de transição.

As explicações técnicas propostas pela economia ecológica apresentam-se como um passo importante no sentido de rever os modelos produtivos. Nessa linha, a produção de bioinsumos *on farm* pode trazer inúmeros benefícios ambientais, econômicos e até mesmo sociais, mas para regulamentá-la é necessário considerar também todo o contexto sociopolítico brasileiro, no sentido de estabelecer diretrizes coerentes com a realidade do país.

Desse modo, como ação do governo no âmbito do Programa Nacional de Bioinsumos com enfoque institucional, foi criado o Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia – “Microrganismos promotores do crescimento de plantas visando à sustentabilidade agrícola e à responsabilidade ambiental” (Inct-MPCPAgro), coordenado pela Embrapa, com o objetivo de desenvolver e fomentar pesquisa científica e tecnológica referentes ao uso de bioinsumos no país, composto por mais de 20 instituições de pesquisa ou ensino e mais de 20 empresas do setor privado.

Além dessa importante representação institucional, o governo também instituiu, a partir do Decreto 10.375/2020, o Conselho Estratégico do Programa Nacional de Bioinsumos, composto por membros do governo federal e representantes da sociedade civil, que tem como objetivo: apoiar o planejamento estratégico e a gestão do Programa Nacional de Bioinsumos e propor iniciativas públicas federais para o desenvolvimento dos bioinsumos.

A criação dos órgãos de representação é uma iniciativa essencial na discussão de um marco legal para o Programa, mas não é suficiente para assegurar o sucesso em sua construção política. A eficácia no processo colaborativo e consultivo de elaboração de instrumentos legais e orientativos para o Programa depende também da garantia de ampla participação popular, inclusive daqueles que possuem menos recursos materiais e que poderiam ser atingidos por mudanças políticas na produção agropecuária, como agricultores familiares, camponeses e pequenos e médios produtores rurais. Como destaca Abramovay (2012, p. 23): “Uma nova economia tem a missão de ampliar a participação dos indivíduos e de vários tipos de comunidade nos processos de inovação e de criação de riqueza”.

Dessa forma, a inclusão dos agentes pode figurar como uma possibilidade para redescobrir novos pontos de vista, pois a gestão colaborativa amplia a criatividade e a inovação. Sobre esse assunto, Abramovay também destaca (2012, p. 24): “As consequências dessa nova realidade são decisivas não apenas na definição dos direitos convencionais de propriedade sobre as inovações, mas também por abrir perspectivas inéditas de interação social na gestão corporativa”.

A participação popular na construção de políticas públicas e na criação de mecanismos de inovação é imprescindível para o enriquecimento de ideias e criação de estratégias efetivas. Por outro lado, principalmente em ações que envolvem biotecnologias, o cuidado no registro de responsabilidade técnica é fundamental para garantir a segurança e a responsabilização por quaisquer efeitos decorrentes do uso de produtos.

O Inct-MPCPAgro destaca alguns desafios que se colocam diante da implantação do Programa Nacional de Bioinsumos no Brasil. Em seu relatório técnico é possível identificar a preocupação do governo com relação à produção e à utilização de bioinsumos *on farm*, indicando que a manipulação inadequada de bioinsumos pode trazer graves problemas sanitários e ambientais (BRASIL, 2020).

Assim, considerando a necessidade de regulamentação do Programa, tramita na Câmara dos Deputados o Projeto de Lei nº 658, de março de 2021, que dispõe sobre a classificação, tratamento e produção de bioinsumos por meio do manejo biológico *on farm* e ratifica alguns itens do Programa Nacional de Bioinsumos. Entre as principais propostas apresentadas pelo Projeto de Lei, consta a classificação dos bioinsumos conforme seu potencial risco biológico e o detalhamento de regras para a produção de insumos biológicos *on farm*. O Ministério da Agricultura deverá elaborar um Manual de Boas Práticas de Manejo Biológico *on farm* para a orientação aos produtores rurais (BRASIL, 2021).

A partir da análise da Nota Técnica do Inct-MPCPAgro e do PL 658/2021, é perceptível que a principal dificuldade regulatória recai sobre os possíveis riscos biológicos associados à produção, distribuição e utilização de bioinsumos *on farm*, bem como sobre o registro e posse inadequada desses produtos (direito de propriedade e biopirataria).

Nesse sentido, é possível reconhecer que embora aparentemente inofensivos ao meio ambiente e à saúde pública, os bioinsumos, se manejados de forma inadequada, podem trazer efeitos danosos. Capalbo e Nardo (2000) apontam os possíveis danos decorrentes do uso impróprio de bioinsumos, entre eles: propriedades não esperadas por meio da interação com outros organismos (danosas ou benéficas); distúrbios no balanço de um ecossistema (onde um organismo benéfico poderia tornar-se “praga”); e, finalmente, a possibilidade de transferência não intencional de informações genéticas entre organismos (de modo que seres não patogênicos poderiam se tornar patogênicos, ou aqueles já patogênicos poderiam ter sua amplitude de hospedeiros aumentada).

Todavia, existem muitos exemplos de sucesso com a aplicação desses produtos, especialmente na agricultura, o que presume que a sua utilização de forma adequada e com o devido apoio governamental pode trazer benefícios sanitários, ambientais e sociais (MORANDI; BETTIOL, 2009). Dessa forma, o uso de bioinsumos pode apresentar-se como alternativa para a substituição dos pesticidas convencionais cujo uso indiscriminado e habitual na agricultura tem, reconhecidamente, promovido diversos problemas ambientais e sanitários (PIGNATI, 2007).

Portanto, entre as ações necessárias para a implantação do Programa no Brasil, urge o investimento em pesquisas para a compreensão dos mecanismos de ação envolvidos nas interações ecológicas entre os bioinsumos, o ambiente, seus compartimentos alvo e não alvo. Assim, estudos envolvendo análises de risco ambiental, estudos de impacto ambiental e relatórios sobre o comportamento dos agentes de biocontrole são necessários para sua adoção de forma segura.

Esses estudos devem ser realizados de forma interdisciplinar, envolvendo especialistas em diferentes áreas do conhecimento, juntamente com o setor produtivo (pequenos, médios e grandes produtores) e o governo. Após a validação das pesquisas e a sua produção, devem ser criados mecanismos adequados de transferência de conhecimento e produtos àqueles que mais precisam: os produtores rurais em vulnerabilidade socioeconômica.

Percebe-se que a falta de interação entre os agentes da sociedade tem sido a causa de muitos insucessos em relação à eficiência na criação e no desenvolvimento de programas públicos. Como adverte

Morin (2004, p. 21), “*la ausencia de complejidad en las teorías científicas, políticas y mitológicas está ella misma ligada a una determinada carencia de complejidad en la organización social misma*”. O pesquisador destaca que existe uma tendência à simplificação, à fragmentação do conhecimento e que as considerações inter e multidisciplinares são essenciais para se pensar a partir de um enfoque ecológico e sistêmico.

Atualmente, já existem algumas ações para melhorar os mecanismos de interação entre os agentes sociais, um deles é o aplicativo (APP) Bioinsumos. Esse APP representa um avanço com relação ao acesso a informações para pequenos, médios e grandes produtores rurais. Nesse aspecto, o Manual de Boas Práticas de Manejo Biológico *on farm* também pode oferecer vantagens, mas todas essas informações carecem ainda de acompanhamento adequado de um profissional devidamente habilitado, que possa nortear as ações a serem realizadas.

Portanto, é necessário o investimento em atividades de extensão rural para evitar os problemas relacionados à biossegurança desses produtos, principalmente no que tange à manipulação genética de organismos vivos. Um exemplo são as sementes, cuja manipulação genética tem causado problemas sociais e ambientais irreversíveis, como a maior dependência de insumos externos e a “erosão genética” (desaparecimento de inúmeras espécies vegetais), em função da substituição progressiva de sementes crioulas pelo uso massivo de espécies melhoradas geneticamente e patenteadas (FERNANDES, 2017).

Como alternativa, o Estado precisa fomentar o acesso e o uso sustentável de espécies de microrganismos nativos no controle biológico e, assim, incentivar o uso de métodos de controle de doenças e pragas por meio de estratégias de gerenciamento, recomposição e conservação de recursos naturais, estimulando a autonomia das unidades produtivas.

Se existe a preocupação com a apropriação indevida de recursos vivos, o acesso a essa diversidade também não pode ser negado, bem como a repartição justa e equitativa dos benefícios derivados de sua utilização, como afirma a Convenção sobre Diversidade Biológica assinada em 1992 (MMA, 2000). Nesse caso, um novo marco legal para o Programa deve atentar para essa obrigatoriedade, considerando a dependência de recursos biológicos que muitas comunidades locais possuem.

O Brasil dispõe de uma enorme biodiversidade, quando empresas se utilizam dessa biodiversidade para realizar diversos bioprodutos a serem comercializados, devem incorrer também com o ônus decorrente dos prejuízos socioambientais de sua introdução no ambiente, e os desdobramentos que esses fatores têm acarretado.

Como asseveram Cavalcanti (2004) e Cechin (2010), um sistema econômico que considera os princípios ecológicos deve reconhecer que, nas atividades econômicas convencionais, os custos normalmente considerados no cálculo das vantagens econômicas são os internos a essas atividades (custos ditos privados), como a contaminação do ambiente ou a extinção de uma espécie, constituem externalidades que se excluem do cálculo econômico.

Nesse sentido, os autores destacam a necessidade de considerar os efeitos ecológicos no cômputo das vantagens econômicas das atividades. Como indica Cechin (2010, p. 86), se os custos ecológicos “forem maiores que os benefícios gerados pelo crescimento, este estará sendo antieconômico”. A esse fator deve-se considerar a repartição dos benefícios auferidos com as populações tradicionais que são detentoras do conhecimento e que têm contribuído com inúmeras pesquisas, as quais resultam na fabricação de bioprodutos diversos.

Um marco legal ancorado em princípios ecológicos, sociais e éticos deve respeitar e retribuir àqueles que detêm o conhecimento acumulado ao longo de gerações. Sobre esse assunto, Brito e Pozzetti (2018, p. 61) comentam que “a legislação brasileira é frágil e é necessário um mecanismo mais eficiente que consiga garantir uma justa repartição dos benefícios e garantir a proteção do conhecimento tradicional de apropriações indevidas”.

Além da questão do direito de propriedade e distribuição justa dos benefícios, a biopirataria é outro fator importante que precisa ser melhor regulamentado. A grande biodiversidade nacional atrai o interesse internacional, sendo que muitos aproveitam-se das vulnerabilidades do país para coletar e enviar materiais ao exterior para fabricação de produtos ilegalmente e sem o pagamento de *royalties* ao Brasil. Além disso, o conhecimento associado ao uso desses materiais por seus habitantes também é usurpado (GOMES, 2007).

Cunha (2020) destaca os problemas crônicos existentes no país que favorecem a apropriação ilegal de recursos genéticos e do conhecimento associado eles: a desorganização e a falta de um sistema de fiscalização eficiente, a existência de leis brandas, a facilidade de acesso de estrangeiros a locais com alta biodiversidade e o grande número de pesquisadores na região amazônica, sem um controle adequado ou cadastro de suas atividades.

Conforme observado, a carência de instrumentos normativos eficazes centra-se em, basicamente, três aspectos, a saber: a necessidade de mais estudos a respeito dos impactos da utilização e do manejo de bioinsumos, a segurança ao patrimônio genético brasileiro, e, finalmente, aspectos relacionados à repartição adequada dos benefícios e a responsabilização pelos prejuízos decorrentes dos produtos e processos que os envolvem.

Para a resolução desses gargalos na construção de um novo marco regulatório, as instituições não devem dar enfoque em “desenvolver” a economia e a sociedade, mas construir comunidades e sociedades sustentáveis. Nesse aspecto, Diegues (2003, p. 3) destaca que “[...] a construção de comunidades e sociedades sustentáveis deve partir da reafirmação de seus elementos culturais e históricos, do desenvolvimento de novas solidariedades, do respeito à natureza, não pela mercantilização da biodiversidade”. Esses são fatores preponderantes no estabelecimento de qualquer política pública.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As previsões de aumento da população mundial e, em contrapartida, a busca por padrões sustentáveis de produção têm influenciado grandemente a tendência à adesão de tecnologias inovadoras. Nesse cenário, são grandes as expectativas acerca do uso dos bioinsumos, principalmente pela possibilidade de proporcionar incrementos produtivos e, ao mesmo tempo, trazer consigo o *slogan* de sustentabilidade.

Observa-se que, nesse cenário, a produção em larga escala tem provocado significativas alterações nos agroecossistemas, tornando-os altamente vulneráveis e dependentes de insumos não renováveis, o que abre caminho para se repensar o modelo convencional de produtividade e incentivar a adesão de sistemas alternativos de produção.

Existem diversas vantagens na aplicação desses produtos, tendo como exemplo o seu uso como inoculantes e para o controle biológico de doenças em plantas. Os bioinsumos podem, ainda, ser fabricados a partir de processos relativamente simples e de baixo custo, até mesmo, *on farm*.

Todavia, mesmo que essa tecnologia seja inovadora e apresente-se como alternativa para a substituição dos pesticidas convencionais, os quais, reconhecidamente, têm causado inúmeros problemas ambientais, também pode trazer prejuízos se manipulada inadequadamente, os riscos vão desde problemas com resíduos e introdução de patógenos até a possibilidade de reações imprevisíveis devido à interação com outros organismos.

Nesse sentido, verifica-se que um passo importante foi dado a partir do trâmite do projeto de Lei nº 658/2021 na Câmara dos Deputados, que dispõe sobre a classificação, tratamento e produção de bioinsumos por meio do manejo biológico *on farm*, definindo, inclusive, diretrizes de uso e comercialização, bem como a classificação de riscos dos bioinsumos, e facilitando mecanismos de produção por agricultores familiares.

Todavia, são necessárias mudanças mais profundas, e este estudo demonstra que as contribuições da economia ecológica para a construção de um marco legal para a política pública de bioinsumos (e de uma agricultura de transição) ocorrem por intermédio de pesquisas que demonstram as vantagens no incremento da diversidade ecológica em agroecossistemas, primando pela valorização da produção de bioinsumos *on farm*, a fim aumentar a eficiência energética e material em unidades produtivas.

Por sua vez, as abordagens realizadas a partir da teoria institucional indicam a necessidade de criar mudanças estruturais capazes de incorporar mecanismos de participação social ainda mais eficientes, mediante a inserção de benefícios de incentivo à cooperação e formulação participativa de políticas públicas e regras institucionais.

Em síntese, mesmo que não haja um modelo aplicável capaz de trazer eficiência e desenvolvimento em diferentes contextos, esta abordagem preceitua a necessidade de realizar considerações holísticas que possam direcionar a produção e a utilização de bioinsumos no país, pois a construção de qualquer política pública que envolva aspectos produtivos e econômicos requer o reconhecimento de toda a complexidade ecológica e social presente no cenário brasileiro.

## NOTA

1 | Ainda que as evidências baseadas na racionalidade científica sejam capazes de demonstrar a ineficiência dos processos produtivos agrícolas hegemônicos e as crises socioambientais que lhes estão associadas, conforme pesquisas realizadas por Altieri (2004); Caporal (2009); Gliessmam (2005); Primavesi (2002) e por outros pesquisadores.

## REFERÊNCIAS

ABRAMOVAY, R. **Muito além da economia verde**. São Paulo: Editora Abril. 2012. 248 p.

ABRAMOVAY, R. Desenvolvimento e instituições: a importância da explicação histórica. In: ARBIX, G.; ZILBOVICIUS, M.; ABRAMOVAY, R. **Razões e ficções do desenvolvimento**. Unesp/Edusp. 2001.

AGUIAR-MENESES, E. L.; SILVA, A. C. **Plantas atrativas para inimigos naturais e sua contribuição no controle biológico de pragas agrícolas**. Seropédica: Embrapa, 2011. 60 p.

ALTIERI, M. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável**. 4. ed. Porto Alegre: Editora UFRGS, 2004.

ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. Una base agroecológica para el diseño de sistemas diversificados de cultivo em el Trópico. **Manejo Integrado de Plagas e Agroecología**, Turrialba, n. 73, p. 8-20, 2004.

BRASIL. Câmara dos Deputados. **Projeto de Lei nº 658/2021**. Dispõe sobre a classificação, tratamento e produção de bioinsumos por meio do manejo biológico *on farm*; ratifica o Programa Nacional de Bioinsumos e dá outras providências. 2021.

BRASIL. Decreto nº 10.375, de 26 de maio de 2020. Institui o Programa Nacional de Bioinsumos e o Conselho Estratégico do Programa Nacional de Bioinsumos. **Diário Oficial da União**: Seção 1, Brasília, DF, p.105, maio de 2020.

BRASIL. Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia. **“Microrganismos promotores do crescimento de plantas visando à sustentabilidade agrícola e à responsabilidade ambiental”**. Nota Técnica sobre legislação de bioinsumos. 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **A Convenção sobre Diversidade Biológica** (Cópia do Decreto Legislativo n. 2, de 5 de junho de 1992). Série Biodiversidade n. 1. Brasília: MMA. 2000.

BRITO, A. C. L.; POZZETTI, V. C. Biodiversidade, conhecimentos tradicionais associados e repartição de benefícios. **Revista de Direitos Difusos**, v. 69, jan.-jun., 2018.

CAPALBO, D. M. F.; NARDO, E. A. B. Análise de risco e impacto ambiental do uso de agentes de controle biológico. *In*: MELO, I. S.; AZEVEDO, J. L. **Controle Biológico**. Jaguariúna: Embrapa. 1998.

CAPORAL, F. R. Agroecologia: uma nova ciência para apoiar a transição a agriculturas mais sustentáveis. *In*: CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A.; PAULUS, G. (Org.). **Agroecologia: uma ciência do campo da complexidade**. Brasília: Emater. 2009. 111p.

CAVALCANTI, C. Uma tentativa de caracterização da economia ecológica. **Ambiente & Sociedade**, v. 7, n. 1, jan./jun. 2004.

CECHIN, A. **A natureza como limite da economia: a contribuição de Nicholas Georgescu-Roegen**. São Paulo: Edusp e Editora do Senac, 2010.

CUNHA, A. H. S. A biopirataria no Brasil: aspectos relevantes da Lei n. 13.123/2015 e o dever de proteção do Estado à biodiversidade. *In*: SCUR, L.; GIMENEZ, J. R.; BURGEL, C. F. **Biodiversidade, Recursos Hídricos e Direito Ambiental**. Caxias do Sul, RS: Educus, 2020.

DALY, H. The Economics of the Steady State. **The American Economic Review**, v. 64, n. 2, p. 15-21, 1974.

DIEGUES, A. C. **Sociedades e comunidades sustentáveis**. São Paulo: USP/NUPAUB, 2003.

EVANS, P. **Embedded autonomy and industrial transformation: political power and social theory**. Princeton: Princeton University, 1996.

FEIDEN, A. Agroecologia: introdução e conceitos. *In*: AQUINO, A. M. de; ASSIS, R. L. de. (Ed.). **Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2005.

FERNANDES, F. **Sociedade de classes e subdesenvolvimento**. Global Editora e Distribuidora Ltda., 2015.

FERNANDES, G. B. Sementes crioulas, variedades e orgânicas para a agricultura familiar: da exceção legal à política pública. *In*: SAMBUICHI, R. H. R. *et al.* (Org.). **A política nacional de agroecologia e produção orgânica no Brasil: uma trajetória de luta pelo desenvolvimento rural sustentável**. Brasília: Ipea. 2017. 463p.

FINKLER, C. L. L. Controle de insetos: uma breve revisão. Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica. **Anais [...]**. Recife, v. 8 - 9, p.169-189, 2012.

FURTADO, C. **Formação econômica do Brasil**. Companhia das Letras, 2020.

GALA, P. A teoria institucional de Douglass North. **Revista de Economia Política**, v. 23, nº 2, p. 276-292, abril-junho, 2003.

GALLO, D. *et al.* **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: Fealq, 2002. 920 p.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 176p.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. 3. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2005.

GOMES, R. C. **O controle e a repressão da biopirataria no Brasil.** Jurisp. Mineira, Belo Horizonte, v. 58, n° 183, p. 19-38, out./dez. 2007.

GOTTEMS, L. Gigante brasileira adota “agricultura regenerativa” e constrói fábrica de bioinsumos. Revista Agrolink. 2021.

KITAMURA, P. C. Agricultura sustentável no Brasil: avanços e perspectivas. **Ciência e Ambiente**, n. 27, jul-dez, 2003.

LEWIS, S. L.; MASLIN, M. A. Defining the Anthropocene. **Nature**, v. 519, p. 171–180, 2015.

LOPES, P. R.; LOPES, K. C. S. A. **Revista Espaço de Diálogo e Desconexão**, Araraquara, v. 4, n. 1, jul/dez. 2011.

MARCHESE, A. M.; FILIPPONE, M. P. Bioinsumos: componentes claves de una agricultura sostenible. **Rev. Agron. Noroeste Argent.** v. 38, n. 1, p. 9-21, 2018.

MORANDI, M. A. B.; BETTIOL, W. Controle Biológico de Doenças de Plantas no Brasil. In: BETTIOL, W.; MORANDI, M. A. B. (Org.). **Biocontrole de doenças em plantas: uso e perspectivas.** Jaguariúna: Embrapa. 2009. 341p.

MORIN, E. La epistemología de la complejidad. **Gazeta de Antropología**, n. 20, 2004.

NORTH, D. C. Institutions. **The Journal of Economic Perspectives**, v. 5, n. 1, p. 97-112, 1991.

NORTH, D. C. **Structure and change in economic history.** New York: Norton. 1981.

NORTH, D. C. **Institutions, institutional change, and economic performance.** Cambridge, New York: Cambridge University Press, 1990.

NORTH, D. C. **Understanding the Process of Economic Change.** New Jersey: Princeton University Press, 2005.

ODUM, E. P. **Fundamentos de Ecologia.** 6. ed. São Paulo: Fundação Calouste Gulbenkian, 2004.

OSTROM, E. **Governing the Commons: the evolution of institutions for collective action.** Cambridge: Cambridge University Press. 1990.

PARRA, J. R. *et al.* Controle biológico: terminologia. In: PARRA, J. R. *et al.* (Org.) **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores.** São Paulo: Manole. 2002.

PIGNATI, W. A. **Os riscos, agravos e vigilância em saúde no espaço de desenvolvimento do agronegócio no Mato Grosso.** 2007. 114p. Tese (Doutorado em Saúde Pública) – Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro. 2007.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais.** São Paulo: Nobel, 2002.

REICHARDT, K.; TIMM, L. C. **Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações.** 3. ed. Barueri, SP: Manole, 2016.

SAWYER, D. Economia verde e/ou desenvolvimento sustentável? In: **Economia verde: desafios e oportunidades.** Belo Horizonte: Conservação Internacional, n. 8, p. 36-42, jun. 2011.

SCHARPF, F. W. **Games Real Actors Play: actor-centered institutionalism in policy research.** Boulder, CO: Westview Press, 1997.

SCOPEL, W.; ROZA-GOMES, M. F. Programas de controle biológico no Brasil. **Unoesc & Ciência**, v. 2, n. 2, p. 2015-223, jul./dez. 2011.

TOYOSHIMA, S. H. Instituições e desenvolvimento econômico: uma análise crítica das ideias de Douglass North. **Revistas da USP**. v. 29, n. 1, 1999.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Tradução: Daniel Grassi. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.