



**CARACTERÍSTICAS DA INSERÇÃO DOS BIOINSUMOS PARA CONTROLE
BIOLÓGICO NO MERCADO FITOSSANITÁRIO BRASILEIRO**

GILLYENE BORTOLOTI

**SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO DO ESTADO DE SÃO
PAULO**
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS
INSTITUTO BIOLÓGICO
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SANIDADE, SEGURANÇA ALIMENTAR
E AMBIENTAL NO AGRONEGÓCIO**

**CARACTERÍSTICAS DA INSERÇÃO DOS BIOINSUMOS PARA CONTROLE
BIOLÓGICO NO MERCADO FITOSSANITÁRIO BRASILEIRO**

GILLYENE BORTOLOTI

Dissertação apresentada para a obtenção do título de
Mestre em Sanidade, Segurança Alimentar e
Ambiental no Agronegócio. Área de concentração:
Segurança Alimentar e Sanidade no
Agroecossistema

São Paulo
2022

GILLYENE BORTOLOTI

**CARACTERÍSTICAS DA INSERÇÃO DOS BIOINSUMOS PARA CONTROLE
BIOLÓGICO NO MERCADO FITOSSANITÁRIO BRASILEIRO**

Dissertação apresentada para a obtenção do título de Mestre em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio.

Área de concentração: Segurança Alimentar e Sanidade no Agroecossistema.

Orientadora:
Professora Dra. Renata Martins Sampaio

São Paulo
2022

Eu Gillyene Bortoloti, autorizo o Instituto Biológico (IB-APTA), da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, a disponibilizar gratuitamente e sem ressarcimento dos direitos autorais, o presente trabalho acadêmico de minha autoria, no portal, biblioteca digital, catálogo eletrônico ou qualquer outra plataforma eletrônica do IB para fins de leitura, estudo, pesquisa e/ou impressão pela Internet desde que citada a fonte.

Assinatura: Gillyene Bortoloti Data 11/04/2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo
Núcleo de Informação e Documentação – IB

Bortoloti, Gillyene.

Características da inserção dos bioinsumos para controle biológico no mercado fitossanitário brasileiro. / Gillyene Bortoloti. - São Paulo, 2022.

123 p.

doi: 10.31368/PGSSAAA.2021D.GB002

Dissertação (Mestrado). Instituto Biológico (São Paulo). Programa de Pós-Graduação.

Área de concentração: Segurança Alimentar e Sanidade no Agroecossistema.

Linha de pesquisa: Manejo integrado de pragas e doenças em ambientes rurais e urbanos.

Orientador: Renata Martins Sampaio.

Versão do título para o inglês: Characteristics of the insertion of bio inputs for biological control in the Brazilian phytosanitary market

1. Regime tecnológico 2. Tecnologias químicas e biológicas 3. Controle biológico 4. Manejo Integrado de Pragas 5. Ingredientes ativos I. Bortoloti, Gillyene II. Sampaio, Renata Martins III. Instituto Biológico (São Paulo) IV. Título.

IB/Bibl/2022/002

FOLHA DE APROVAÇÃO

Nome: **Gillyene Bortoloti**

Título: **Características da inserção dos bioinsumos para controle biológico no mercado fitossanitário brasileiro**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio do Instituto Biológico, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, para a obtenção do título de Mestre em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio.

Aprovada em: 30/03/2022

Banca Examinadora

Profa. Dra. Renata Martins Sampaio

Julgamento: APROVADA

Instituição: Instituto de Economia Agrícola

Assinatura: 

Profa. Dra. Andrea Leda Ramos Oliveira

Julgamento: APROVADA

Instituição: FEAGRI/UNICAMP

Assinatura: 

Dr. Ricardo Firetti

Julgamento: APROVADA

Instituição: APTA Regional

Assinatura: 

AGRADECIMENTOS

Com carinho a minha orientadora, Dra. Renata Martins Sampaio, pela dedicação e suporte durante todo o meu desenvolvimento e o deste trabalho.

A todo o corpo docente do Instituto Biológico, pelos ensinamentos e pela resiliência nesse período conturbado da pandemia do Coronavírus (COVID-19).

A toda banca examinadora, pelos questionamentos e melhorias na qualidade desta dissertação.

Agradeço à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio na realização da presente pesquisa.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

RESUMO

BORTOLOTI, Gillyene. **Características da inserção dos bioinsumos para controle biológico no mercado fitossanitário brasileiro**. 2022. 113 f. Dissertação (Mestrado em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio) – Instituto Biológico, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, São Paulo, 2022.

O agronegócio brasileiro se destaca na economia nacional e posiciona o Brasil como potência agrícola e ambiental no mundo. A importância e a comercialização de produtos fitossanitários seguem acompanhadas do desenvolvimento da agropecuária e da evolução do entendimento da mudança tecnológica, dos ganhos em produtividade e aumento da oferta de alimentos, em propostas contidas na Revolução Verde, caracterizadas pelo domínio dos agrotóxicos. No Brasil, a construção do ambiente de desenvolvimento tecnológico dos bioinsumos é pautada por importantes iniciativas que tomam espaço no início dos anos 2000, especialmente, no recorte dos bioinsumos para controle biológico. Os bioinsumos enfrentam desafios envolvendo questões regulatórias, de incentivo as pesquisas para desenvolvimento dessas tecnologias, colocadas como nicho na construção de um novo regime tecnológico. Sendo assim, esta pesquisa tem por objetivo caracterizar a inserção dos bioinsumos para controle biológico na agricultura brasileira. Para tanto, foram discutidos os ordenamentos do marco regulatório fitossanitário brasileiro, as estruturas da oferta e de demanda dos bioinsumos para controle biológico, a partir de informações oficiais disponibilizadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais (IBAMA), da Coordenadoria de Defesa Agropecuária (CDA) do Estado de São Paulo e da Agência de Defesa Agropecuária do Paraná (ADAPAR), assim como foram exploradas oportunidades e desafios para esses insumos agrícolas com apoio das opiniões de agentes atuantes com o tema (*researchers, stakeholders e policymakers*). Os resultados apontam para um modelo regulatório construído a partir das características dos agrotóxicos que vem sendo gradualmente adaptado, a fim de acomodar as distintas características dos bioinsumos para controle biológico. As estruturas de oferta e de demanda convivem em tendência otimista, com o crescimento médio da oferta em 12% ao ano, sendo a maior representatividade na classe de inseticidas microbiológicos com 5%, assim como a concentração em poucos ingredientes ativos com destaque, entre os microrganismos, para o fungo *Beauveria bassiana*, e, entre os macrorganismos, a vespa *Cotesia flavipes*, caracterizando um universo pouco diversificado na composição dos produtos registrados tanto para o Brasil quanto para as unidades da federação selecionadas. A demanda, observada a partir dos produtos formulados, aponta o crescimento das vendas dos microbiológicos, assim como o aumento nas exportações. No entanto, os

semioquímicos não apresentam variação. A compilação de opiniões indicou alternativas sugeridas no espaço de oportunidade para a ampliação de estudos e de capacitação de profissionais e produtores, incentivo para o desenvolvimento de pequenas empresas especializadas em nichos de produções, a tendência para a produção *on farm* dos bioinsumos para controle biológico, assim como para a necessidade da construção de marco regulatório específico para os bioinsumos. As contribuições colocadas posicionam desafios técnicos, científicos e regulatórios com desdobramentos para as estruturas de desenvolvimento e adoção dos bioinsumos para controle biológico, expondo características da evolução sociotécnica dos processos de inovação sustentável.

PALAVRAS-CHAVE: Regime Tecnológico. Tecnologias Químicas e Biológicas. Controle Biológico. Manejo Integrado de Pragas. Ingredientes Ativos.

ABSTRACT

BORTOLOTTI, Gillyene. **Characteristics of the insertion of bio-inputs for biological control in the Brazilian phytosanitary market.** 2022. 113 f. Dissertação (Mestrado em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio) – Instituto Biológico, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, São Paulo, 2022.

Brazilian agribusiness stands out in the national economy and positions Brazil as an agricultural and environmental power in the world. The importance and commercialization of phytosanitary products are accompanied by the development of agriculture and the evolution of the understanding of technological change, gains in productivity and increase in the supply of food, in proposals contained in the Green Revolution, characterized by the dominance of pesticides. In Brazil, the construction of an environment for the technological development of bio-inputs is guided by important initiatives that took place in the early 2000s, especially in terms of bio-inputs for biological control. Bio-inputs face challenges involving regulatory issues, encouraging research for the development of these technologies, placed as a niche in the construction of a new technological regime. Therefore, this research aims to characterize the insertion of bio-inputs for biological control in Brazilian agriculture. Therefore, the Brazilian phytosanitary regulatory framework, the supply and demand structures of bio-inputs for biological control were discussed, based on official information provided by the *Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA)*, of the *Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais (IBAMA)*, the *Coordenadoria de Defesa Agropecuária (CDA)* of the State of São Paulo and the *Agência de Defesa Agropecuária do Paraná (ADAPAR)*, as well as opportunities and challenges for these agricultural inputs with support from the opinions of agents active with the theme (researchers, stakeholders and policymakers). The results point to a regulatory model built from the characteristics of pesticides that has been gradually adapted in order to accommodate the different characteristics of bio-inputs for biological control. The supply and demand structures coexist in an optimistic trend, with the average growth of supply at 12% per year, with the highest representativeness in the class of microbiological insecticides with 5%, as well as the concentration in few active ingredients with prominence, among the microorganisms, for the fungus *Beauveria bassiana*, and, among the macro-organisms, the wasp *Cotesia flavipes*, featuring a little diversified universe in the composition of products registered both for Brazil and for the selected federation units. The demand, observed from the formulated products, points to the growth of sales of microbiologicals, as well as the increase in exports. However, the semiochemicals do not show variation. The compilation of opinions

indicated alternatives suggested in the space of opportunity for the expansion of studies and training of professionals and producers, incentive for the development of small companies specialized in production niches, the trend towards on-farm production of bio-inputs for biological control, as well as the need to build a specific regulatory framework for bio-inputs. The contributions made pose technical, scientific and regulatory challenges with consequences for the structures for the development and adoption of bio-inputs for biological control, exposing characteristics of the socio-technical evolution of sustainable innovation processes.

KEYWORDS: Technological Regime. Chemical and Biological Technologies. Biological control. Integrated Pest Management. Active Ingredients.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Quadro com a relação de códigos e descrição de NCM para as classes possíveis encontradas na COMEXSTAT.	40
Figura 2 - Comparação bioinsumos registrados nos sistemas AGROFIT, GEDAVE E CELEPAR que possuem as mesmas classes em comum.	66
Figura 3 - Representação comparativa do percentual de agrotóxicos e bioinsumos por classe ambiental no MAPA/Brasil.	74
Figura 4 - Vendas de agrotóxicos e afins no Brasil no período de 2009 a 2020, em tonelada de ingrediente ativo.	76
Figura 5 - Venda de semioquímicos em kg de Ingrediente ativo (2014 - 2020).	77
Figura 6 - Venda de microbiológicos em kg de Ingrediente ativo (2014 - 2020).	78
Figura 7 - Vendas de agrotóxicos, os dois principais ingredientes ativos por Unidade Federal; em toneladas.	80
Figura 8 - Quadro com os valores de FOB (US\$) de exportação e importação para as classes de agrotóxicos.	85
Figura 9 - Quadro com os valores de FOB (US\$) de exportação e importação para as classes de bioinsumos.	86
Figura 10 – Quadro representando a posição das 10 culturas mais vendidas no período somado de 2010 a 2017	87
Figura 11 - Representação dos 10 ingredientes ativos presentes nas 10 culturas mais vendidas.	87
Figura 12 - Quadro representado os ingredientes ativos registrados para cultura de Soja.	88
Figura 13 - Quantidades de produtos registrados de agrotóxicos e bioinsumos no período de 2016 a 2020.	89

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Descrição das classes agronômicas e total de classes, bioinsumos para controle biológico e agrotóxicos, Brasil e estados do Paraná e São Paulo	35
Tabela 2 - Registro de produtos fitossanitários por classe agronômica, totais e percentuais de participação dos bioinsumos para controle biológico, Brasil, janeiro de 2022	55
Tabela 3 - Registro de produtos fitossanitários, por classe agronômica, totais e percentuais de participação dos bioinsumos para controle biológico, estado de São Paulo	57
Tabela 4 - Registro de produtos fitossanitários, por classe agronômica, totais e percentuais de participação dos bioinsumos para controle biológico, estado do Paraná	58
Tabela 5 - Número de registros de bioinsumos para controle biológico por classe agronômica e ingrediente ativo (IA) no Brasil	61
Tabela 6 - Número de registros de bioinsumos para controle biológico por classe agronômica e ingrediente ativo (IA) no estado de São Paulo	62
Tabela 7 - Quantidades de ingredientes ativos (IA) diferentes por classe de insumo fitossanitário	62
Tabela 8 - Posição dos dez principais alvos biológicos com registro de produtos considerados bioinsumos	65
Tabela 9 - Posição das dez principais empresas detentoras de registros de produtos para controle biológico no Brasil, janeiro de 2022	67
Tabela 10 - Posição das dez principais empresas detentoras de registros de produtos para controle biológico no estado de São Paulo, fevereiro de 2022	68
Tabela 11 - Posição das dez principais empresas detentoras de registros de produtos para controle biológico no estado do Paraná, maio de 2021	68
Tabela 12 - Posição das dez principais empresas detentoras de registros de produtos para controle químico no Brasil	69
Tabela 13 - Posição das dez principais empresas detentoras de registros de produtos para controle químico no estado de São Paulo	69
Tabela 14 - Posição das dez principais empresas detentoras de registros de produtos para controle químico no estado do Paraná	70
Tabela 15 - Comparação entre quantidades de produtos agrotóxicos e de bioinsumos das principais empresas detentoras de registro nacional de produtos fitossanitários	71
Tabela 16 - Comparação do percentual de agrotóxicos por classe toxicológica no Brasil e nos estados de São Paulo e Paraná	71
Tabela 17 - Comparação do percentual de bioinsumos por classe toxicológica no Brasil e nos estados de São Paulo e Paraná	73
Tabela 18 - Posição dos dez ingredientes ativos fitossanitários mais vendidos no Brasil, por classe, em toneladas de ingredientes ativos (IA), 2014-2020	78
Tabela 19 - Comparação da posição dos dez ingredientes ativos fitossanitários mais vendidos nos estados de São Paulo e Paraná, por classe, em toneladas de ingredientes ativos, 2014-2020	80

Tabela 20 - Produção, Importação, Exportação e Vendas de Ingredientes Ativos (2018 a 2020) por unidade de medida em toneladas por ingrediente ativo dos agrotóxicos e afins 83

Tabela 21 - Produção, Importação, Exportação e Vendas de Ingredientes Ativos (2017 a 2019) por unidade de medida em kg por ingrediente ativo de microbiológicos e semioquímicos 84

LISTA DE SIGLAS

ADAPAR – Agência de Defesa Agropecuária do Paraná
AGROFIT - Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários
ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária
APHIS - *Animal and Plant Health Inspection Service*
Bt – *Bacillus thuringiensis*
CAPSA - Centro de Pesquisa de Sanidade Animal
CBMAI - Coleção Brasileira de Micro-organismos de Ambiente e Indústria
CDA - Coordenadoria de Defesa Agropecuária
C&T - Ciência e tecnologia
CELEPAR - Centro Eletrônico de Processamento de Dados do Paraná
CEPLAC - Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira
CFEOCA - Coleção de Fungos Entomopatogênicos “Oldemar Cardim Abreu”
CFICS - Centro de Fiscalização de Insumos e Conservação do Solo
CGAA - Coordenador Geral de Agrotóxicos e Afins
CGTI - Coordenação Geral de Tecnologia da Informação
CLB – Croplife Brasil
COMEX STAT - Sistema para consultas e extração de dados do comércio exterior brasileiro.
Cporg - Comitê da Produção Orgânica
CTA – Comitê Técnico de Agrotóxicos
DDT - Diclorodifeniltricloroetano
DFIA - Departamento de Fiscalização de Insumos Agrícolas
EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EUA - Estados Unidos da América
FAPESP - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
FINEP - Financiadora de Estudos e Projetos
FOB – *Free On Board*
GEDAVE – Gestão de Defesa Animal e Vegetal
HF – Hortifrutís
IA – Ingrediente Ativo
IAC - Instituto Agrícola da Colômbia
IB – Instituto Biológico
IBGE - Instituto Brasileiro de Estatística e Geografia
IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
ILPF - Integração Lavoura-Pecuária-Floresta
IN - Instrução Normativa
INC - Instrução Normativa Conjunta
IRAC - *Insecticide Resistance Action Committee*
MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MCT - Ministério da Ciência e Tecnologia
MICES - Ministério da Indústria Comércio Exterior e Serviços
MIP - Manejo Integrado de Pragas
MLP - *Multi-Level Perspective*
NCM - Nomenclatura Comum do MERCOSUL
P&D - Pesquisa e Desenvolvimento
PL - Projeto de Lei
PNARA - Política Nacional de Redução de Agrotóxicos
PNB - Programa Nacional de Bioinsumos
PPQ - *Plant Protection and Quarantine*
RDC - Resolução da Diretoria Colegiada
SDA - Secretário de Defesa Agropecuária
SEAB - Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Paraná
SIAGRO - Sistema de Controle do Comércio e Uso de Agrotóxicos no Estado do Paraná
SIC - Sistema de Informação de Componentes
SINDIVEG - Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal
SISCOMEX - Sistema Integrado de Comércio Exterior
SMC - Secretário de Mobilidade Social, do Produtor Rural e do Cooperativismo
TIE - Técnica de Inseto Estéril
UE - União Europeia

UFES - Universidade Federal do Espírito Santo
UFV - Universidade Federal de Viçosa/MG
UFSCar - Universidade Federal de São Carlos/SP
UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas
UNESP - Universidade Estadual Paulista
URM - *University Recife Mycology*
USDA - *United States Department of Agriculture*
VBP - Valor Bruto da Produção Agropecuária

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	OBJETIVOS	20
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	20
3.1	O controle biológico no Brasil e os bioinsumos	21
3.2	Regimes tecnológicos	32
4	METODOLOGIA	37
5	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	50
5.1	Estruturas regulatórias para a fitossanidade brasileira: os bioinsumos para controle biológico	51
5.2	Oferta: o registro de bioinsumos para controle biológico	62
5.3	Demanda: vendas de bioinsumos para controle biológico	83
5.3.1	Comercialização de ingredientes ativos: agrotóxicos e bioinsumos	84
5.3.2	Produção nacional, importação, exportação e vendas internas	90
5.4	Oportunidades e estratégias do segmento de bioinsumos para controle biológico	99
6	CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS	104
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	110

1 INTRODUÇÃO

A discussão sobre a comercialização de agrotóxicos¹ tem de um lado o entendimento de modernização da agricultura, ganhos em produtividade e aumento da oferta de alimentos. Do outro lado, está também diante do reconhecido impacto negativo ou **externalidades negativas** do seu uso intensivo prejudicial à saúde² dos trabalhadores, produtores, consumidores e igualmente para o meio ambiente mediante a contaminação do solo, da água e do ar (MORAES, 2019, p. 7, grifo nosso).

Para o meio ambiente e o espaço de produção agrícola, além do aumento e ressurgimento de pragas em razão da resistência de insetos e ácaros aos agrotóxicos, os desequilíbrios ecológicos inclusive têm efeitos nocivos estendidos a inimigos naturais de pragas, peixes e outros animais não visados no manejo agrícola. Essa situação está associada aos resíduos químicos persistentes no meio ambiente e também nos alimentos. Nesse contexto, os agrotóxicos, insumo dominante na agricultura brasileira, tem nos impactos adversos do seu uso, o espaço para a busca por práticas agrícolas sustentáveis (BETTIOL; MORANDI, 2009; SAMPAIO, 2018; PARRA, 2014; PELAEZ; SILVA; ARAÚJO, 2012).

Outro aspecto que reforça o desestímulo do uso intensivo de agrotóxicos foi a implantação, em 2011, de marco regulatório mais restritivo para os agrotóxicos pela União Europeia (UE), em que ingredientes ativos se encontram em fase de banimento na região do bloco econômico; afetando assim as exportações de *commodities* e conseqüentemente implicações para a indústria de agrotóxicos no Brasil (PELAEZ et al., 2015).

Teixeira e Vizentin (2019) demonstram com ressalvas que dentre 497 substâncias ativas em agrotóxicos liberados no Brasil, há 353 princípios ativos, sendo 55% liberados na UE e 44% proibidos, e, ainda que 14% dessas substâncias proibidas foram banidas da Europa. Dessa forma, os autores argumentam que parte desse contexto vem da tolerância das normas brasileiras sobre os agrotóxicos quando comparadas à referência da regulação vigente no bloco europeu.

¹ Neste estudo foi utilizado o termo agrotóxico quanto aos defensivos químicos em geral. Essa escolha considera que na legislação brasileira esse termo pode enquadrar outros insumos, como os bioinsumos e considera que para fins de semântica é importante indicar que o termo agrotóxico se refere aos produtos de toxicidade comprovada, na literatura científica internacional utilizam-se preferencialmente os termos, pesticida, equivalentes no português para defensivo agrícola ou produto fitossanitário (MORAES, 2019).

² Há produtos conhecidos por exercerem efeitos tóxicos adversos em humanos após exposição aguda a altas doses; entretanto, o conhecimento sobre os efeitos adversos crônicos de baixas doses a agrotóxicos específicos é mais limitado; porém há indícios sobre intoxicações crônicas (ALAVANJA; BONNER, 2012; MURAKAMI et al., 2017).

Nesse cenário, os bioinsumos para controle biológico³ são colocados como tecnologias importantes na redução do amplo uso dos agrotóxicos para controle fitossanitário das produções agrícolas. Além das questões socioambientais mencionadas, a busca pelo desenvolvimento tecnológico e a maior participação dos bioinsumos na agricultura tem como motivadores, a expectativa dos inúmeros recursos da biodiversidade brasileira, os impactos sociais, ambientais e econômicos relacionados à limitada eficiência dos agrotóxicos no controle de pragas e doenças, demandado mais aplicações e a combinação de diferentes moléculas, incorrendo, assim, no percebido aumento dos custos de produção.

Um exemplo dessa relação está na resistência das espécies *Bidens pilosa* (picão-preto) e *Euphorbia heterophylla* (leiteiro), plantas resistentes a herbicidas inibidores da enzima acetolactato-sintase (ALS), que segundo Adegas et al. (2017), foram reconhecidas como as plantas daninhas mais infestantes nas lavouras de grãos com relatos de 44 casos, abrangendo 22 espécies e oito mecanismos de ação no histórico de 1993 a 2017, ocupando espaço como uma das mais temidas plantas invasoras associadas à profunda dificuldade de controle.

Conforme colocado por Cunha e Soares (2019), possuímos duas vertentes na atividade agrícola pautadas em princípios divergentes, de um lado a agricultura convencional marcada por monoculturas em que o agroquímico é o insumo mais utilizado no controle de pragas e doenças, do outro, a chamada alternativa, com suas ramificações como agricultura biológica, natural, orgânica e biodinâmica.

Um exemplo da vertente alternativa está na província de Córdoba, Argentina, permeado pela transformação de consciência do produtor e do consumidor a partir de uma demanda social para a proteção do meio ambiente e pelo fornecimento de produtos não contaminados. A região reconhecida pelo grande volume de agrotóxicos utilizados na maioria das lavouras promoveu um processo de transição sustentável e da perspectiva ecológica nas técnicas de produção e gestão através de pequenos agricultores. Essas ações posicionaram o fortalecimento do aumento do uso de bioinsumos nativos e o estabelecimento da agricultura agroecológica, caracterizando a agricultura familiar como uma estratégia para a promoção da conservação e uso sustentável dos recursos (CABANILLAS et al., 2017).

Nesse sentido, a adoção de novas tecnologias, em especial, aquelas vinculadas a premissas sociotécnicas distintas das verificadas no regime tecnológico dominante, como são

³ Assim como para o termo agrotóxico, foi utilizado o termo bioinsumo para controle biológico no contexto da análise deste estudo sobre defensivos biológicos; indicação dos insumos de base biológica nos sistemas agropecuários, conforme preconizado pelo MAPA no seu Programa Nacional de Bioinsumos; mesmo que seja comum a utilização de outros termos como biodefensivos e defensivos biológicos (CROPLIFE BRASIL, 2020a; GOVERNO FEDERAL, 2020a).

os agrotóxicos, está sujeita a diferentes obstáculos e desafios para se viabilizarem como inovações no contexto de produção e de seus processos, como pode ser observado no recorte atual dos bioinsumos e seu crescimento gradual na agropecuária brasileira.

Essa argumentação está na discussão de Merladete (2020), ao apontar que no Brasil, em 2020, foram registrados dois produtos inéditos para controle biológico e 44 agrotóxicos genéricos, dos quais somente 17 utilizam agentes de controle biológico na sua formulação. Já em 2021, foram registrados mais três produtos inéditos sendo dois de origem biológica (*Bacillus velezensis*) e um de origem química (a base de Tiencarbazona e Isoxaflutol) de um total de 67 defensivos agrícolas genéricos, dos quais apenas 13 são biológicos. Maliszewski (2020a) comenta sobre o registro de 52 defensivos biológicos no Brasil em 2018 e um crescimento recorde de 13% no ano. Em 2019 foram comercializados um total de 64 ingredientes ativos, sendo 29 semioquímicos, 23 microbiológicos e 12 agentes de controle biológico.

Essa recente dinâmica, comentada envolvendo as tecnologias dominantes e os bioinsumos para controle biológico, deixa em evidência desafios importantes para o desenvolvimento e ampliação do uso dessa tecnologia. Parra (2014, p. 425, grifo nosso) lista onze desafios; pelo menos três deles tem relação com as estruturas de aprendizado associadas pelo autor à **cultura do produtor**, que estão acostumados com a aplicação de agrotóxicos e não familiarizados com outras tecnologias como o controle biológico e razão do limitado acesso as informações sobre esses produtos. Também a **transferência de tecnologia** é comentada como uma ação que compreende a transmissão de conhecimento técnico e científico em combinação com os fatores de produção através de serviços de extensão eficazes sobre o controle biológico, como cursos e treinamentos que não são praticados, por fim o autor relaciona o **monitoramento de pragas**, associado à inexistência de métodos e técnicas para o monitoramento de pragas⁴.

Outros três desafios envolvem as estruturas estabelecidas no **marco regulatório**, instituídas a partir das características dos agrotóxicos e fomentam as discussões de mudanças e até, de criação de legislação própria para os bioinsumos. A **disponibilidade do insumo biológico**, considerada limitada e em muitos casos por não existirem insumos biológicos

⁴ Do mesmo modo como indicado por Egea et al. (2021, grifo nosso), os desafios sociais na bioeconomia circular permeiam entre aspectos relacionados a estruturas: **educacionais** na necessidade em identificar lacunas das habilidades na área educacional no setor de base biológica e assim identificar habilidade futuras para a conectividade entre educação e pesquisa com a indústria; de **consciência social** e de **comunicação**, dada a importância da sociedade compreender o que é economia e assim identificar demandas e preocupações dos consumidores e de outros grupos na cadeia de valor e comunicar os impactos ambientais e serviços de base biológica construindo confiança e a aceitação desses bioinsumos; o **engajamento** de partes interessadas e a **cocriação de conhecimento** em capitalizar a criatividade oferecendo soluções com equilíbrio de propriedade entre todos os grupos de partes interessadas envolvidos na bioeconomia.

destinados à mesma ação, a exemplo dos herbicidas. Além disso, o autor destaca a **qualidade do insumo biológico**, em que é essencial o controle e o estabelecimento de padrões para o monitoramento de insetos e microbiológicos produzidos em laboratório para evitar a comercialização de produtos com baixa qualidade e assim podendo desacreditar o valor do controle biológico por má-fé de poucas empresas. Di Salvo et al. (2021), ressaltam que a biossegurança exige a validação de métodos pesquisados, garantindo a confiabilidade nos resultados de testes de avaliação de qualidade de insumos mesmo quando realizados por técnicos sem experiência, porém treinados.

E por fim, a **logística de armazenamento e transporte**, em que inimigos naturais precisam estar devidamente protegidos de variáveis como a temperatura que pode afetar o seu desempenho ou até mesmo provocar a morte desses agentes. E também a **seletividade de pesticidas químicos**, colocada como um desafio importante no campo das atividades de ciência e tecnologia (C&T), dada à necessidade do uso de agrotóxicos no manejo integrado de pragas (MIP), bioinsumos para controle biológico precisam ser seletivos ao controlar pragas e não atingir os inimigos naturais. Da mesma forma, a **tecnologia de liberação**, com a necessidade de estudos do uso de *drones* ou aviões como meios eficazes de liberação dos inimigos naturais, afinal os métodos de dispersão precisam ser rápidos e eficazes para evitar a predação dos inimigos naturais, por exemplo, o ataque de diversas espécies de formigas ricamente presentes na fauna brasileira (PARRA, 2014, p. 426, grifo nosso).

Outros desafios encontrados ficam para a **agricultura dinâmica**, em que a mudança na entomofauna, fauna de insetos, brasileira é muito comum, como as condições climáticas e edáficas, características físicas e químicas do solo, além do reforço na diversidade de pragas de constantes hábitos mutáveis pelo uso massivo de agrotóxicos. O uso de **plantas transgênicas**, mesmo com cerca de 40 milhões de hectares plantados com tecnológica *Bt*⁵, para controle de lepidópteros e coleópteros, é parcialmente responsável por mudanças na fauna benéfica e requer ajustes adequados para o seu uso.

Os desafios elencados, dispostos em diferentes argumentos e demandantes por estudos pautados em distintas áreas do conhecimento expõem as questões condutoras desse estudo que busca contribuir para a construção de soluções voltadas às estruturas regulatórias e normativas com implicações sobre a disponibilidade dos bioinsumos, a formação desse novo mercado e o seu desenvolvimento tecnológico. Por que a regulação é colocada como um

⁵ Proteínas naturalmente produzidas pela bactéria *Bacillus thuringiensis* (Bt) utilizadas em plantas geneticamente modificadas, encontrada no solo (GRAVENA, 2011).

desafio? Como ocorreu a expansão desse novo mercado? Que oportunidades e estratégias podem ser identificadas para as tecnologias em controle biológico?

Nesse sentido, o presente estudo busca caracterizar a inserção dos bioinsumos para controle biológico na agricultura brasileira, mobilizando informações e análises contidas no ambiente regulatório e nas particularidades e atributos da oferta e da demanda dos bioinsumos para controle biológico no Brasil, assim como das opiniões de especialistas. Os resultados trazem contribuições que pontuam os contornos atuais dessa temática contemporânea marcada pela necessária construção de ações consistentes de incentivo à expansão da produção e uso dos bioinsumos no Brasil em ambiente amplamente dominado pelos agrotóxicos e, portanto, por estruturas regulatórias, econômicas, técnico-científicas e de aprendizado que favorecem os produtos químicos.

2 OBJETIVOS

Para explorar as questões de pesquisa aqui relacionadas, este estudo visa como objetivo principal caracterizar a inserção dos bioinsumos para controle biológico na agricultura brasileira. Para tanto, serão conduzidos os seguintes objetivos específicos: i) mapear as estruturas regulatórias e seus desdobramentos para o registro de produtos para controle biológico; ii) identificar as estruturas da oferta de bioinsumos no Brasil e em unidades da federação selecionadas; iii) analisar a dinâmica de comercialização dos bioinsumos para controle biológico, traçando elementos da demanda e iv) detectar oportunidades e estratégias para superar os obstáculos no desenvolvimento dos bioinsumos para controle biológico no Brasil.

De modo a alcançar os objetivos propostos esse estudo foi estruturado em sete seções incluído a introdução e apresentação dos objetivos. Dessa forma, a terceira seção, destinada à revisão bibliográfica, organiza a discussão sobre o controle biológico no Brasil, ancorada na análise do debate teórico conceitual sobre os regimes tecnológicos. Na quarta seção são apresentados os procedimentos metodológicos. Os resultados alcançados são discutidos na quinta seção e a sexta seção aborda as conclusões e considerações finais.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

De acordo com o Decreto nº 10.375, de 26 de maio de 2020, que institui o Programa Nacional de Bioinsumos (PNB), os bioinsumos são processos e tecnologias de

origem animal, vegetal e microbiana destinados ao uso na produção, armazenamento e beneficiamento em sistemas de produção agropecuários, aquáticos e de florestas plantadas, interferindo positivamente no crescimento, desenvolvimento e do mecanismo de resposta de animais, plantas e microrganismos, sendo substâncias derivadas por processos físico-químicos e biológicos. O destaque para os sistemas orgânicos e de base agroecológica, agroflorestal, plantio direto, recuperação de pastagem degradada, integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) e aquicultura sustentável. Entre esses produtos há, por exemplo, inoculantes, biofertilizantes, produtos para nutrição vegetal e animal, defensivos biológicos e fitoterápicos, além de outros que agem no crescimento, desenvolvimento e mecanismos de respostas no metabolismo de animais, plantas e microrganismos (BRASIL, 2020a).

No cenário do controle fitossanitário das produções agrícolas, o bioinsumo para controle biológico é considerado uma tecnologia importante para a efetiva sustentabilidade ambiental, econômica e, como mencionado por Moraes (2019), da *performance* agrônômica. Nesse sentido, o panorama para o controle biológico e o MIP, assim como as premissas sociotécnicas abordadas nas construções teóricas dos regimes tecnológicos configuram um esforço importante para identificar possíveis caminhos e instrumentos que possam colaborar com a pauta em debate, tanto das redes de pesquisas e dos ambientes técnico-científicos, quanto nas consultas e instruções angariadas no poder legislativo, nos órgãos reguladores e no espaço de produção e consumo de insumos agrícolas.

Essa seção está organizada em duas subseções que abordam temas de interesse para o entendimento dos desafios colocados ao desenvolvimento das tecnologias em controle biológico. Sendo assim, a primeira subseção discute a origem do controle biológico, seu desenvolvimento no Brasil e em outros países, assim como, sua interação com outras tecnologias, como as agroquímicas e métodos de produção agrícola, a exemplo do MIP.

A segunda subseção trata das argumentações teóricas e conceituais sobre os regimes tecnológicos e suas bases formadas pela interação entre construtos sociais, econômicos, tecnológicos, culturais e ambientais que condicionam diferentes práticas de produção.

3.1 O controle biológico no Brasil e os bioinsumos

O controle biológico como estratégia no manejo de pragas já fora aplicado, segundo Parra (2014), desde o Século III, quando os chineses usaram formigas no controle de pragas em pomares de citrinos (*Citrus spp.*). Segundo Oliveira-Filho, Faria e Castro (2004) os agricultores colocavam ninhos da formiga *Oecophylla smaragdina f.*, nas laranjeiras para

protegê-las contra outros insetos especialmente na supressão de vários lepidópteros e pragas de citros.

Em aspecto de eficácia pode-se considerar que o controle biológico teve início em 1888 na Califórnia, Estados Unidos da América (EUA), quando entomologistas da Universidade da Califórnia em Berkeley e Riverside utilizaram a joaninha *Rodolia cardinalis* (Mulsant, 1850) (Coleoptera: Coccinellidae) importada da Austrália, para o controle da cochonilha *Icerya purchasi* (Maskell, 1878) (Hemiptera: Monophlebidae). Logo em 1889 com resultados positivos, a Califórnia se consagrou internacionalmente como berço do controle biológico (JORGE; SOUZA, 2017).

Em específico, nos EUA as experiências são iniciadas com a movimentação no final de 1800, quando o *United States Department of Agriculture* (USDA) começou a conduzir pesquisas sobre as possibilidades de gerenciamento de artrópodes e outras pragas em seres humanos, animais e florestas. No ano de 1881, foi estabelecido dentro do USDA uma Divisão de Entomologia, sendo Charles Valentine Riley o seu primeiro chefe, onde se iniciou o controle biológico clássico. A partir disto foram criados vários laboratórios (VAIL et al. 2001).

Os Estados Unidos promovem o programa de proteção *Plant Protection and Quarantine* (PPQ) que tem como objetivos o desenvolvimento de atividades em controle biológico, a proteção da produção agrícola e de áreas naturais estadunidenses contra perdas econômicas significativas e os impactos negativos causados por insetos, outros artrópodes, nematoides, ervas daninhas e doenças de importância regulatória para o governo federal. A responsabilidade pelo desenvolvimento, execução e coordenação do programa de controle biológico é compartilhada por três áreas funcionais principais do *Animal and Plant Health Inspection Service* (APHIS): política de gerenciamento, operações de campo, ciência e tecnologia da PPQ (USDA, 2021).

Em seu processo, muitas atividades de controle biológico são realizadas e apoiadas pelo PPQ nos laboratórios de C&T em Fitossanidade do Centro do APHIS ou através de acordos de cooperação com universidades e outras agências estaduais e federais. Essas atividades financiadas pelo APHIS/PPQ incluem a investigação e avaliação de novos agentes potenciais contra pragas de plantas ou ervas daninhas, desenvolvimento de técnicas para permitir o estabelecimento bem-sucedido da liberação e distribuição desses agentes e realização de monitoramento e avaliação pós-liberação (USDA, 2021).

Ainda no Continente americano, na América do Sul, além do Brasil, outro exemplo é o estabelecimento do controle biológico na Colômbia. Nos últimos vinte anos, o Instituto Agrícola da Colômbia (IAC) concentrou pesquisas entomológicas na busca por

alternativas para enriquecer e diversificar programas de MIP, principalmente, dada à eficácia no uso da vespa parasitoide *Trichogramma pretiosum riley*, registrando declínios na população de pragas que, anteriormente, exigiam controle químico. Cabe ainda destacar que a experiência e tecnologias geradas na produção e gerenciamento desses parasitoides, exigiu atividade de consultoria, treinamento, transferência de tecnologia e, em especial a execução de programas de MIP em várias culturas, como algodão, tomate, soja, feijão, mandioca, banana, sorgo, milho e frutas, além do interesse em evitar o uso de inseticidas químicos e permitir a restauração de ecossistemas alterados em seu equilíbrio biológico, a exemplo, do ocorrido na região do *Valle del Cauca* (CORPOICA, [200-?]).

Na Colômbia, o *Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural* estabelece a regulamentação para produção primária, processamento, embalagem, rotulagem, armazenamento, certificação, importação, comercialização de produtos para agricultura orgânica. O controle biológico está inserido no seu sistema de produção orgânica e no item referente ao consumo biológico como: produto de origem biológica usado para fins de nutrição de plantas, MIP, melhoria das características biológicas do solo e, agentes biológicos incluídos para controle de pragas na forma de inoculantes biológicos, bioabonos (fertilizante orgânico), inóculos microbianos para compostagem e produtos bioquímicos (COLOMBIA, 2006).

Segundo Corpoica [200-?]) é necessário recuperar, conservar e aumentar as espécies benéficas eliminadas por produtos químicos, a agricultura regenerativa, incluindo parasitoides, predadores e entomopatógenos, como parte fundamental dos programas de controle biológico de pragas.

Ainda no contexto histórico, em alguns países, nas décadas de 1920 e 1930, surgiram os primeiros opositores ao padrão químico predominante, assim como oposição ao modo mecânico e genético que, de certa forma, impulsionou vertentes alternativas nos processos produtivos, originando então, a biodinâmica, os orgânicos e a biológica na Europa, assim como, a agricultura natural no Japão. No final da década de 1960 com a conhecida Revolução Verde, novas vertentes foram colocadas, nas quais dentre outros padrões tecnológicos, enfatizou-se o uso de agrotóxicos com maior poder biocida e a produção de monoculturas em larga escala (OLIVEIRA et al., 2006).

No Brasil, o controle biológico teve início com o primeiro registro de importação de um inimigo natural para controle de pragas em 1921, com o uso de insetos no combate de pragas. Essas ações foram iniciadas com a aplicação sem sucesso da vespa parasita *Encarsia berlesei* (Foerster, 1878) (Hymenoptera Aphelinidae) no controle da conchonilha branca do

pessegueiro *Pseudaulacaspis pentagona* (Targioni Tozzetti, 1886) (Hemiptera: Diaspididae) espécie importada dos EUA (GOVERNO FEDERAL 2019, NAVA, 2007).

Cabe ressaltar, conforme Parra (2014), que em 1939 no Brasil o DDT (Diclorodifeniltricloroetano) atingiu o seu pico no uso massivo que se estendeu até a década de 1960⁶. Porém, ainda na década 1950, foi publicado pela primeira vez o artigo sobre inativação do vírus do mosaico do fumo por filtração de culturas de *Trichoderma sp.*, de autoria do pesquisador do Instituto Agrônomo, Reinaldo Foster (BETTIOL; MORANDI, 2009; OLIVEIRA et al., 2006; FOSTER, 1950).

Para a construção do ambiente de desenvolvimento tecnológico atual, foram importantes outras iniciativas conforme as destacadas em Bettiol e Morandi (2009); Domiciano (2017), Laurentino e Costa (2004) e Silva (2006):

- O surgimento em 1924 de uma praga terrível (*Stephanoderes* - agente da broca-do-café) nos cafezais paulistas; originando a necessidade da criação do Instituto Biológico de Defesa Agrícola e Animal em 1927, que passou a denominar-se Instituto Biológico (IB), vinculado à Secretaria de Agricultura e Abastecimento do estado de São Paulo em 1937, desde então possui grandes contribuições de seus pesquisadores científicos⁷;
- A primeira e segunda Reunião Brasileira sobre Controle Biológico de Doenças de Plantas realizado em Piracicaba, SP, em 1986 e 1987, marcando a estruturação da área;
- O primeiro produto comercial de *Trichoderma viride* para controle de *Phytophthora cactorum* em macieira do Centro Nacional de Pesquisa de Fruteiras de Clima Temperado da EMBRAPA, desenvolvido por Rosa Maria Valdebenito-Sanhueza em 1987;
- A publicação do primeiro livro intitulado Controle Biológico de Doenças de Plantas editado por Wagner Bettiol em 1991;

⁶ Neste período e contexto têm o importantíssimo livro da Rachel Carson, **Primavera Silenciosa**, creditado ao lançamento do movimento ambientalista, pois alertava sobre os impactos do uso de agrotóxicos ao meio ambiente, em que documentou os efeitos deletérios de pesticidas no ambiente. Entre outras críticas, Rachel menciona os efeitos do DDT, como causa de diminuição da espessura das cascas de ovos, que resultava em problemas reprodutivos e em morte em aves. Assim como a crítica a indústria química pela disseminação da desinformação (CARSON, Rachel L. Primavera Silenciosa. Tradução Raul de Pollilo. São Paulo: Edições Melhoramentos, 1969).

⁷ Segundo Laurentino e Costa (2004, p. 15) em 1929 no Estado de São Paulo para controlar biologicamente a broca-do-café foi introduzido o ectoparasitóide *Prorops nasuta* (Waterston, 1923) (Hymenoptera: Bethyridae) que recebeu o nome vulgar de vespa-de-uganda, proveniente de Uganda, África. Porém, quando liberado em abundância em São Paulo e Sul de Minas Gerais, apesar do bom desempenho no controle da broca não conseguiu estabelecer-se em condições naturais e com o uso dos produtos químicos a multiplicação desse inimigo natural foi abandonada. Só então, a partir de 1994, começou-se a estudar a eficiência de outra vespa da África, a *Cephalonomia stephanoderis* (Betrem, 1961) (Hymenoptera: Bethyridae).

- Primeira sessão exclusiva de apresentação oral de trabalhos sobre controle biológico de doenças de plantas no Congresso Brasileiro de Fitopatologia (XXV) em Gramado, RS, com a coordenação de Wilmar Corio da Luz em 1992;
- Criação da primeira disciplina em curso de pós-graduação de Proteção de Plantas na UNESP, Botucatu por Wagner Bettioli sobre Controle Biológico de Plantas;
- A primeira empresa incubada no Departamento de Fitossanidade na Faculdade de Agronomia/ UFRGS especializada na produção e comercialização de *Trichoderma*, a Bioagro Alam Ltda. em 1992;
- Primeira publicação do IBAMA sobre registro e avaliação ambiental de agentes microbianos empregados na defesa fitossanitária - Portaria Normativa n.º 131, de 3 de novembro de 1997;
- O primeiro registro de um fungicida biológico pela Itaforte Bioinsumos Ltda., o Trichodermil® (*Trichoderma harzianum*) em 2008;
- Mais de vinte marcas comerciais de produtos contendo agentes de controle biológico de fitopatógenos em 2009, assim como diversos cursos de pós-graduação com a disciplina de controle biológico de doenças de plantas no mesmo ano;
- A aprovação pelo CNPq de projeto para determinação de metodologias e avaliação de qualidade dos produtos biológicos para controle de doenças de plantas em 2009 e;
- O lançamento do Programa de Inovação e Transferência de Tecnologia em Controle Biológico (PROBIO) tornando o IB referência brasileira nessa temática em serviços e tecnologias em junho de 2017.

Esses destaques são acompanhados de conexões e iniciativas entre diferentes atores sociais que contribuíram para o desenvolvimento e adoção de mais produtos biológicos para controle de pragas e doenças em cultivares brasileiros. Um exemplo dessas conexões foi à inauguração em 2020 da *São Paulo Advanced Research Center for Biological Control* (SPARCBIO) no Departamento de Entomologia e Acarologia da ESALQ/USP com sede em Piracicaba/SP⁸.

Este centro de pesquisa é resultado entre a parceria público e privado que envolve a empresa Koppert *Biological Systems*; docentes de diferentes universidades brasileiras como a Estadual Paulista (UNESP), as Universidades Federais de São Carlos/SP (UFSCar), do Espírito Santo (UFES), de Viçosa/MG (UFV) e internacionais como da Califórnia/Davis e

⁸ Diretor responsável, prof. Dr. José Roberto Postali Parra (SPARCBIO, 2020).

Minnesota/EUA, assim como pesquisadores da EMBRAPA e de instituições sediadas na França, EUA e Dinamarca (SPARCBIO, 2020).

A EMBRAPA com sede em Brasília é uma empresa criada em 26 de abril de 1973, vinculada ao MAPA e composta por mais de dois mil pesquisadores entre quarenta e três unidades descentralizadas pelo Brasil, atuante em diversos setores que compreendem as áreas de produção de alimentos, fibras e energia. Entre as muitas ações desenvolvidas pela EMBRAPA, foi lançado em 2020 o livro⁹ **Controle Biológico de Pragas da Agricultura**, sobre práticas sustentáveis na produção agrícola, a utilização de novas tecnologias e agentes biológicos como parasitas e predadores. No mesmo ano foi lançado o PNB instituído pelo Decreto nº 10.375, de 26 de maio de 2020 junto ao MAPA (EMBRAPA, 2000; BRASIL, 2020a).

O PNB tem por objetivo ampliar e fortalecer a utilização de bioinsumos para a promoção do desenvolvimento sustentável da agropecuária brasileira. Estabelece como ações: elaboração de publicações técnicas; treinamento e formação para qualificação de agentes de assistência técnica e extensão rural, técnicos, agricultores e assentados da reforma agrária; levantamentos e sistematizações de experiências nacionais e internacionais e de conhecimentos científicos e empíricos relativos à produção e uso de bioinsumos. Também prevê a realização de estudos e testes de eficiência agrônoma para o estabelecimento de especificações de referência. Essas ações estão divididas em objetivos estratégicos, como propor instrumentos que incentive a produção e uso dos bioinsumos; eixos temáticos, vegetal e animal; saúde animal; pós-colheita e processamento e; ações estruturantes de modo a realizar o gerenciamento estratégico do PNB. Entre as ações de inovação, o PNB desenvolveu o aplicativo Bioinsumos¹⁰ para consulta da lista de produtos de origem biológica, indicados para nutrição, controle de pragas e doenças de diversas culturas agrícolas (BRASIL, 2020a).

Mesmo com potencial produtivo observado desde os anos 1980 até os dias atuais, segundo Oliveira et al. (2006), ainda prevalece no padrão de controle de pragas utilizadas em diversos cultivares comercializadas no Brasil e em partes do mundo, o uso intensivo de agrotóxicos. Associado a isso estão os mais variados desequilíbrios ecológicos verificados em

⁹ A versão do livro **Controle biológico de pragas na Agricultura** está disponível em: tiny.cc/livrocontrolebio (BRASIL, 2020a).

¹⁰ Aplicativo que disponibiliza um catálogo com 580 produtos biológicos disponíveis no país destinados ao combate de mais de 100 pragas e plantas invasoras. Desse total, 265 são defensivos biológicos, entre bioacaricidas, bioinseticidas, biofungicidas e bioformicidas, os outros 315 itens são inoculantes. Disponível pelo acesso em celulares com sistema Android: <https://play.google.com/store/apps/details?id=br.embrapa.bioinsumos> e celulares com sistemas IOS: <https://apps.apple.com/br/app/aplicativo-bioinsumos/id1511601228> (BRASIL, 2020a).

tais plantios, que vão desde a superpopulação de pragas, seleção de biótipos resistentes, poluição de solos e aquíferos até prejuízos à saúde humana e animal.

Essas evidências oferecem os contornos da pressão sobre a segurança fitossanitária relacionada à quantidade de resíduos agrotóxicos, infestações de pragas e contaminação exercida por consumidores. O controle biológico é muito utilizado em sistemas agroecológicos e até mesmo na agricultura convencional por meio do MIP.

O controle biológico é dividido segundo Oliveira et al. (2006, grifo nosso) em três tipos: o **clássico**, introdução de organismos para contenção de uma praga numa dada região; **natural**, favorecimento das populações de inimigos naturais, por exemplo, não usando produtos químicos que os afetem; e **aplicado**, multiplicação em laboratório dos inimigos naturais e aplicação em campo.

Segundo Oliveira e Brighenti (2018) o controle biológico clássico, não tem por objetivo a redução imediata ou a erradicação de determinada espécie, mas sim a redução e a estabilização temporalmente da população abaixo do nível de dano econômico. Essa categoria de controle também conhecido como estratégia aumentativa requer o frequente estabelecimento do agente de controle biológico, porém com menor intensidade e frequência. A estratégia inundativa consiste na aplicação massiva de doses de inóculo do patógeno sobre uma determinada população com o objetivo de proporcionar rápido controle da espécie infestante, portanto, similar à técnica do controle químico. A estratégia indutiva se baseia na ideia de que o controle resulta justamente da pressão constante dos inimigos naturais sobre os seus hospedeiros por patógenos, a exemplo do controle biológico de leiteiro (planta daninha) com o fungo *Bipolaris euphorbiae*, nos anos 1980.

De acordo com Tessmann (2011) a diferença entre a estratégia aumentativa para as estratégias de controle biológico inoculativo e inundativo, está nos resultados que se espera. Enquanto em um se espera que ocorra a dispersão do agente biológico de interesse em uma grande área; nos outros, que ocorram um controle rápido após a aplicação do agente biológico de interesse. Segundo Maliszewski (2020c), a técnica indutiva (aumento), ocorre quando uma grande população de inimigos naturais é administrada para controle rápido de pragas e a técnica inoculativa (conservação), quando medidas são tomadas para manter inimigos naturais através de um restabelecimento regular.

Com relação às pesquisas científicas, muitas delas estão restritas aos laboratórios e às condições controladas, portanto, na prática, ainda carentes de estudos para viabilizar sua aplicação em condições de campo, por exemplo, a aplicação não perfeita de produto sobre a praga alvo em toda a extensão de plantio. Na percepção de Oliveira et al. (2006) as pesquisas

analisadas em sua revisão de literatura não são conclusivas em relação aos procedimentos técnicos em comparação de eficiência com os métodos químicos e análise de viabilidade econômica, onde o autor sugere como proposta de manejo o seguinte roteiro: reconhecimento das pragas-chave da cultura, identificação dos inimigos naturais da cultura; amostragem da população dos organismos prejudiciais; e, finalmente, a escolha e utilização das táticas de controle.

A definição de controle biológico, conforme verbalizado por Parra¹¹, compreende: em um fenômeno natural que consiste na regulação de plantas e animais por inimigos naturais que seriam os agentes de mortalidade biótica. Assim, a principal característica do controle biológico, portanto, é a de não inferir danos acumulativos à lavoura ou aos inimigos naturais do alvo do controle.

Essa definição colocada está acompanhada de esforço considerável de pesquisadores da área no sentido de descrever de forma precisa e, em simultâneo, contemplar as características do controle biológico. Dessa forma, em pesquisa na plataforma Google Acadêmico¹², é possível identificar o interesse na conceituação do termo controle biológico.

A associação dessas palavras possibilitou a acomodação de um conceito amplo para o controle biológico a partir destes dados. Curiosamente os autores mais citados no período pesquisado foram Baker e Cook. De acordo com Cook (2005), Kenneth F. Baker (1908 – 1996) foi um importantíssimo pesquisador que contribuiu para a compreensão de doenças de plantas ornamentais, patologia de sementes e patógenos de plantas transmitidos pelo solo, controle biológico e história da patologia de plantas.

Nesse exercício, as contribuições de Cook e Becker, 1974 e 1983, estão presentes, assim como de outros estudos, a exemplo de Stirling, 1991. Considerando as publicações recuperadas no período de 2009 a 2014, é destaques as seguintes definições:

“O controle biológico tem como premissa básica, manter a densidade populacional das espécies de pragas associadas à agricultura, em níveis economicamente e ecologicamente aceitáveis (LIMA et al. 2000). Em um conceito mais amplo, o controle biológico é definido segundo Baker e Cook (1974) como “a redução da densidade de inóculo ou das atividades determinantes da doença, esta provocada por um patógeno ou parasita nos seus estados de atividade ou dormência, por um ou mais organismos, realizada naturalmente ou através da manipulação do ambiente, hospedeiro ou antagonistas, ou pela introdução em massa de um ou mais antagonistas”. Posteriormente, Cook e Baker (1983) redefiniram o controle biológico

¹¹Fala do Prof. Dr. José Roberto Postali Parra, durante a palestra: Controle Biológico Tropical, proferida no Congresso de Iniciação Científica, 18º CICAM, realizado pelo Instituto Biológico, em São Paulo, SP, de 10 a 12 de novembro de 2020.

¹² A verificação no Google Acadêmico, considerando o período de 2009 a 2021 do termo **controle biológico** resultou em quarenta citações, as quais foram adaptadas para a realização de um reconhecimento textual.

como sendo a redução da soma de inóculo ou das atividades determinantes da doença provocada por um patógeno, realizada por um ou através de um ou mais organismos que não o homem” (TOFFANO, 2010).

“Controle biológico é definido por Agrios (2005) como a total ou parcial redução da população do patógeno por outros organismos, que ocorre rotineiramente na natureza. Já Cook e Baker (1993) definem controle biológico como redução da densidade do inóculo ou das atividades determinantes da doença, realizadas por/ou através de um ou mais organismos que não o homem. Segundo Bettiol e Morandi (2009), os componentes do controle biológico são o patógeno, o hospedeiro e os antagonistas, sob a influência do ambiente, todos interagindo num sistema biológico. O controle biológico baseia-se na relação antagonica entre microrganismos e fitopatógenos, podendo ser caracterizado por diferentes modos de atuação: competição por espaços e nutrientes, antibiose, parasitismo e indução de resistência da planta hospedeira” (FONTES, 2013).

Nas publicações recuperadas no período de 2015 a 2021, é destaque a repetição da seguinte definição: “o termo controle biológico é definido como sendo a redução da população de um organismo alvo por outro organismo vivo, que não plantas resistentes” (MARQUES; FARIA, 2018).

Com essas considerações, cabe indicar o controle biológico, portanto, como a redução da atividade da população de um organismo alvo ou da soma de inóculo, provocada por um patógeno por ação de seu inimigo natural vivo, podendo ser de um ou mais organismos que não o homem.

Nesse sentido, o controle biológico passou a constituir uma ferramenta importante como estratégia ou conforme Gravena (1992, grifo nosso) como uma **tática** na condução do MIP. Conforme descrito por Dara (2019), o MIP é a tomada de decisão no processo sustentável em que ocorre a combinação de ferramentas biológicas, culturais, físicas e químicas na identificação e gerenciamento visando à redução de riscos de pragas incluindo as que atingem vertebrados e invertebrados, doenças e as conhecidas ervas daninhas, em conjunto com a minimização dos riscos econômicos e ambientais das produções agropecuárias. De forma geral, entre os diversos conceitos de MIP, têm a diminuição da dependência do uso do controle químico com ênfase na saúde ambiental e humana.

Considerando as estratégias associadas ao MIP, o uso de ambas as tecnologias, defensivos químicos e biológicos, podem ser aplicados ao uso de produtos mais seletivos a praga alvo, por exemplo, a seletividade de inseticidas que pode ser fisiológica, quando o inimigo natural é minimamente exposto ao inseticida, e ecológica quando é priorizada a utilização de inseticidas seletivos com compostos mais danosos a praga e não tanto ao inimigo natural (OLIVEIRA et al., 2006).

As definições e conceitos do MIP, assim como para o controle biológico, são permeados por diferentes esforços. Dentre eles está o MIP como uma estratégia de controle

múltiplo de infestações fundamentado no controle ecológico e mortalidade natural, para diminuir fatores que interfiram na adaptação desses insetos a práticas defensivas (WWF, [2021?]). De acordo com Croplife Brasil (2020b) o MIP se complementa com um conjunto de medidas que dá suporte para a tomada de decisão no controle das adversidades do campo; podendo ser definido como o uso de várias técnicas, baseadas na ciência e no combate às pragas nas lavouras.

Para Carvalho; Barcellos (2012) e Dara (2019), profissionais da área interpretam o MIP como um processo rotativo entre grupos diferentes de substâncias químicas como ação para reduzir a resistência a pesticidas para manutenção e eficiência no controle de pragas. Nesse conjunto de técnicas de manejo, não existe um princípio único para a aplicação das estratégias adequadas para cada situação e sim uma filosofia de orientação conforme necessidades de cada cultura. Como exemplo, pode ser destacado, o uso de feromônios para captura e controle de lepidópteros e coleópteros, assim como ferramentas mecânicas, como aspiradores de insetos e, como último recurso, o uso de agrotóxicos que mesmo sendo discutido como não benéfico, é amplamente utilizado como primeira alternativa no combate a pragas.

O MIP também se insere na compreensão de que o manejo e a conservação da base de recursos naturais e a orientação das mudanças tecnológicas estão apoiados no desenvolvimento agrícola sustentável, conforme destacado no seguinte trecho da Embrapa (2018):

“ A agricultura sustentável compreende principalmente sistemas integrados de práticas utilizadas na produção de plantas e de animais aplicáveis a determinados ambientes de produção e que, ao longo do tempo, atenderão as necessidades humanas de fibras e alimentos; melhorarão a qualidade ambiental e a base de recursos naturais da qual a economia agrícola depende; farão o uso mais eficiente dos recursos não renováveis e de recursos nas propriedades, integrando, onde for apropriado, os ciclos e os controles biológicos naturais; sustentarão a viabilidade econômica dos processos agrícolas; e melhorarão a qualidade de vida dos produtores e da sociedade como um todo (Cornell Law School, 2017).”

Assim como foi realizado um esforço para a conceitualização de controle biológico, o mesmo procedimento realizado para o MIP a partir de pesquisa no GOOGLE ACADÊMICO¹³ resultou com destaque para a seguinte citação de Silva (2014):

“O manejo integrado de pragas é definido como a combinação de práticas agrícolas que maximizam a ação de inimigos naturais e diminuem as populações de insetos pragas. Sendo que a utilização de inseticidas só ocorre quando as pragas atingem o

¹³ A verificação no Google Acadêmico, considerando o período de 2009 a 2021 para o termo **Manejo Integrado de Pragas** resultou em cinco citações, as quais foram adaptadas na realização de um reconhecimento textual.

nível de dano econômico, optando por produtos que causam o mínimo de distúrbio possível no meio ambiente (GASSEN, 1984).”

Sendo assim, o conceito do MIP pode ser definido como um sistema de decisão para uso tático no controle de praga, isolada ou associada harmoniosamente, numa estratégia baseada em análise de custo e benefício que deve considerar o interesse do produtor e sociedade no impacto econômico, do meio ambiente e na saúde humana e animal.

O MIP, historicamente, tem como principal impulsionador, a determinação do então presidente Richard Nixon, em 1972, nos EUA, a sua execução pelas agências federais em todos os cultivos considerados no agronegócio estadunidense. No Brasil mesmo com apoio para a adoção dessa tecnologia de manejo da produção agrícola, não existe uma política pública específica que regule o planejamento e acompanhamento do MIP (GAZZONI, 2012). Porém, essa estratégia de manejo cada vez mais vem sendo adotada pelos produtores (VIEIRA FILHO; SILVEIRA, 2012; SAMPAIO; FREDO, 2019; SAUSEN et al., 2020).

No MIP, o desafio teórico-científico está no surgimento e ressurgimento de resistência de pragas associados à utilização excessiva e mal empregada dos agrotóxicos. Esta resistência gera uma demanda da agricultura por novas moléculas ou tecnologias, podendo levar a um esgotamento das opções de agrotóxicos para o controle fitossanitário, o que poderia ser amenizado pelo uso de bioinsumos, por atuarem em uma relação ambiental complexa no sistema, praga/doença/cultura e apresentam menor possibilidade de resistência¹⁴ (JORGE; SOUZA, 2017).

Considerando que todo programa de controle biológico deve ser elaborado e executado acompanhado de outros programas que tratem cuidadosamente da seletividade de defensivos ou de pelo menos da aplicação distinta de produtos não seletivos. A obrigatoriedade do uso do controle biológico como principal estratégia no MIP, se dá pela seletividade fisiológica que se conhece através de estudos toxicológicos e ecológicos através de ensaios de campo. Todo esse esforço depende de mais atenção do poder público e de medidas que possam efetivamente incentivar a prática em um ambiente marcado pela convivência, concorrência e interação entre abordagens tecnológicas distintas envolvendo (GRAVENA, 1992; PARRA, 2014).

¹⁴ Como ressalva quanto às discussões e importância a cerca de resistência, em 1997, foi fundado o Comitê Brasileiro de Ação à Resistência a Inseticidas (IRACBR), implantado nos mesmos moldes similares dos europeus e norte-americanos (IRAC - *Insecticide Resistance Action Committee*), o principal objetivo deles, atuarem no fomento de pesquisas e desenvolvimento de trabalhos relacionados a produtos fitossanitários; na promoção de informações e estratégias sobre manejo de resistência de pragas a inseticidas e acaricidas no país (IRAC, 2020)

A próxima subseção discute conceitos, argumentos e construções teóricas que abordam as estruturas de transição e suas amplitudes em ambientes de produção pautados pela mudança tecnológica em seus aspectos científicos, técnicos, socioeconômicos e socioambientais.

3.2 Regimes tecnológicos¹⁵

A ideia de mudança entre o atual e amplo uso dos agrotóxicos, o regime tecnológico dominante, para um diferente, pautado na ampliação do uso dos bioinsumos para controle biológico, que começa a se fortalecer, remete ao questionamento de como ocorrerá essa transição tecnológica. O termo transição é um processo de mudança gradual e contínua do caráter estrutural de uma sociedade. Um conjunto de mudanças conectadas que se reforçam mutuamente com diferentes áreas, como tecnologia, economia, instituições, comportamento, cultura, ecologia e sistemas de crenças.

Considerando os aspectos colocados por Rodriguez (2018) essa transição deve atender a três condições: queda de custos; aumento rápido da oferta e ampla aplicação em toda a atividade econômica inerente. Dessa forma, dependerá da adoção de uma norma tecno-econômica que permita alcançar a máxima eficiência, rentabilidade e sua difusão, facilitando o entendimento mútuo entre diferentes agentes que participam da atividade, desde os produtores até os consumidores e governos. Sendo assim, conforme Eichler et al. (2020), o progresso em direção a sustentabilidade requer a identificação dos objetivos comuns entre partes interessadas, como agricultores, membros da comunidade, organizações de pesquisa e desenvolvimento locais, nacionais e de agentes políticos.

O conceito de regime tecnológico foi introduzido por Nelson e Winter em 1977 e, também, elaborado por Dosi em 1982, em que todo processo de inovação necessita de princípios do conhecimento científico e tecnológico. Diante de problemas tecnológicos é selecionado um modelo ou padrão a ser seguido por normas ou regras com embasamento no processo de aprendizagem tecnológica (POEL, 2003; GEELS; SCHOT, 2007; IACONO; NAGANO, 2016; CASTELLACCI; ZHENG, 2010; BERKHOUT; SMITH; STIRLING, 2004).

¹⁵ Parte dessa subseção foi discutida em artigo completo publicado e apresentado no 58º Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural (SOBER), conforme BORTOLOTTI; SAMPAIO; FREDO (2020).

O termo regime tecnológico para Vieira Filho (2010) é a definição dos padrões inovativos a partir da oportunidade tecnológica, sendo o potencial inovativo associado ao investimento em P&D, da cumulatividade de conhecimento, quando a capacidade de inovar tem como base as inovações passadas, da apropriação, quando há proteção contra imitações e por fim, como esse conhecimento tecnológico foi transmitido, codificado, como processo mais ágil ou tácito, quando a difusão é mais lenta.

A definição mais ampla de regimes tecnológicos inclui conhecimentos construídos a partir de aspectos sociais, políticos, infraestrutura, padrões de consumo, crenças e valores culturais, científicos e tecnológicos. Esse conjunto sociotécnico forma um regime dominante e estável, provavelmente difícil de modificar, pois, são necessárias mudanças profundas tanto do lado da oferta quanto da demanda, ou seja, um processo de longo prazo que dificultaria a criação de inovações radicais. Sendo assim, estudiosos em sociologia da tecnologia e economia evolutiva destacaram a importância de nichos como aportes de inovações radicais, pois de início, a dinâmica inovativa é baixa, portanto, não podem competir de imediato nos principais mercados dominantes do regime (GEELS, 2005; RODRIGUEZ, 2018; PELAEZ; SILVA; ARAÚJO, 2012).

Nesse sentido, os nichos atuam como 'salas de incubação' para inovações radicais, alimentando seu desenvolvimento inicial. Eles podem ter a forma de pequenos nichos de mercado, com critérios de seleção específicos que diferem do regime existente. Na forma de nichos de tecnologia, em muitas vezes, os recursos são providos, estrategicamente, por subsídios públicos ou investimentos privados envolvendo projetos de P&D, ou até mesmo projetos experimentais com atores heterogêneos, por exemplo, usuários, produtores e autoridades públicas. Esses ambientes são importantes por fornecerem espaço para processos de aprendizagem em várias dimensões, como as preferências do usuário, regulamento, instalações e infraestrutura (LARA, 2016; GEELS, 2005).

Considerando o contexto de adoção do controle biológico, essas percepções estão relacionadas também ao avanço do conhecimento em toxicologia humana e ambiental e à democratização do processo decisório em que se insere a construção, geração e difusão de novas tecnologias (RODRIGUEZ, 2018; PELAEZ; SILVA; ARAÚJO, 2012).

Relacionado a isto, também a intensificação produtiva no Brasil, que conforme Embrapa (2018, grifo nosso) é pressionada por forças estruturantes, como o crescimento populacional; aumento da renda e do consumo; redução da possibilidade de expansão da fronteira agrícola e valorização da terra; redução da disponibilidade e aumento do custo da mão de obra rural; necessidade de **preservação dos recursos solo e água; políticas agrícolas e**

legislações ambientais e florestais. Além de conhecimentos e tecnologias no contexto social, econômico e ecológico local no intuito de aumento da rentabilidade e na redução de impactos ambientais incorporados nos processos de intensificação produtiva.

Dentre estes estudos relacionados à transição sociotécnica e contínua de um regime para outro, está a perspectiva multi-nível ou *Multi-Level Perspective (MLP)* que se distingue entre três níveis conceituais: nicho, regime sociotécnico e paisagem sociotécnica. Segundo Geels (2005) a reflexão básica desta perspectiva decorre da sociologia da tecnologia, em que há três interdimensões relacionadas: (i) sistemas sociotécnicos, elementos tangíveis e necessários para cumprir funções sociais; (ii) grupos sociais que mantêm e reproduzem os elementos e ligações dos sistemas sociotécnicos e (iii) regras (entendidas como regimes) que orientam as atividades dos atores e grupos sociais; sendo inexistente a autonomia dos elementos e ligações presentes nestes sistemas sociotécnicos, em que são, na verdade, criados, (re) produzidos e refinados por grupos sociais. Embora esses grupos sociais possam ter autonomia relativa, eles interagem e formam redes com dependências mútuas, ou seja, as atividades sociais desses grupos estão alinhadas umas com as outras (GEELS, 2005; RODRIGUEZ, 2018).

Segundo Rodriguez (2018) o entendimento de cada estrutura se fundamenta em conceitos chave. A transição é um complexo processo que gera grandes transformações nas funções sociais, agricultura, alimentos, energia entre outros, sendo assim associados aos sistemas sociotécnicos.

Sistemas sociotécnicos consistem em um conjunto de elementos para a produção de objetos, artefatos, seu manuseio, sua organização e distribuição. Para tanto, depende de recursos humanos, educação, conhecimentos científico e tecnológico, de capital e ferramentas, além de um ambiente de trabalho adequado e com significado cultural, o que inclui também, uma regulação que gere confiança, favorecendo a distribuição, comercialização e consumo (RODRIGUEZ, 2018).

Considerando o estudo de incorporação de uma inovação de nicho realizado por Rodriguez (2018) sobre ônibus de baixa emissão no Brasil, entende-se que a inovação tecnológica exige novas e constantes pesquisas caracterizadas por oportunidades e desafios associados. Quando as transições sociotécnicas estão relacionadas à sustentabilidade, são entendidas como um processo de longo prazo no estabelecimento de mudanças em modos mais sustentáveis para a produção e consumo, que inclui a participação de setores diferentes. Considerando as mudanças no padrão de registro de insumos agrícolas é perceptível o envolvimento do poder público e das empresas, assim como a associação de tecnologias para além dos insumos e relacionadas ao manejo e a adoção de outras tecnologias, a exemplo, do

uso de drones que segundo Maliszewski (2020a) permitem a aplicação de dosagens precisas e a distribuição uniforme do agente biológico na área a ser controlada.

Nesse sentido, quando o objetivo é orientado a problemas ambientais, é adequado se referir à sustentabilidade como um bem público, porém isso implica em ações de incentivos por parte do governo para reforçar a existência do interesse de participação do setor privado na implantação de programas, políticas públicas de incentivo a determinada tecnologia (RODRIGUEZ, 2018).

Nesse sentido, toma frente o incentivo às mudanças ou adoções de novos padrões inovativos na sustentabilidade a partir do apoio de políticas, subsídios e marcos regulatórios específicos em soluções mais sustentáveis. Essas soluções, geralmente, exigem investimentos altos em P&D por serem mais caros. No caso de insumos químicos de controle fitossanitário, além do custo alto, o tempo mais prolongado no processo de pesquisa com fases de testes do laboratório para o campo e a comercialização, podendo chegar até dezoito anos a um custo de US\$ 286 milhões, condicionando a tomada de decisão em investimentos, com relação aos bioinsumos, a estimativa média de cinco anos a um custo de US\$ 7 milhões (CROPLIFE BRASIL, 2020a; 2020b).

Existem mecanismos de bloqueio (*lock-in*) para o caminho da sustentabilidade, empresas estabelecidas no mercado, sem as garantias de benefícios econômicos futuros, dificilmente irão optar por mudanças em sua estruturação, quando não, só optam mediante a existência de políticas que as obriguem (RODRIGUEZ, 2018).

Sendo assim, normalmente em um modelo padrão, a transição entre regimes distintos ocorre quando há pressão exercida por fatores relacionados aos desafios vinculados a ele. Essa pressão é atendida por inovações de nicho, que em suma, são pequenos segmentos envoltos no padrão dominante, indicando a dinâmica de vários níveis das transições. Segundo Rodriguez (2018) nesse processo de transição, a tecnologia e o sistema em que é produzido e usado mudam por meio da coevolução e adaptação mútua.

Berkhout, Smith e Stirling (2004) argumentam que essa abordagem compreende o processo de transformação do regime com ênfase no papel dos nichos tecnológicos como principal mudança para regimes, porém, é possível verificar e considerar a existência de uma variedade de diferentes contextos de transição em que a mudança de regime pode ocorrer.

Nesse sentido, é sugerida a distinção esquemática na coordenação da mudança de regime entre os atores, as redes e instituições, a ênfase de recursos necessários para responder às pressões de seleção que atuam nos regimes e que produzem quatro contextos diferentes para ocorrer uma mudança, distinguindo entre: **transições intencionais**, definida por atores

externos; **renovação endógena**, promovida pelos membros do regime; **orientação de trajetórias**, espontânea resultante da dinâmica de relacionamentos dentro de um regime, e por fim; **transformações emergentes**, consequência não intencional de mudanças ocorridas fora dos regimes vigentes (BERKHOUT; SMITH; STIRLING, 2004, grifo nosso).

Segundo Berkhout, Smith e Stirling (2003) a distinção produz uma rica arena conceitual que envolve a interação de diferentes formas de pressão de seleção, diferentes configurações de atores, redes, instituições e recursos diversos para responder às pressões por mudanças, todos operando em vários níveis no contínuo sociotécnico. Especificamente, como exemplo, desta pressão de seleção, tem no cenário regulatório brasileiro para os produtos fitossanitários, as evidências científicas, que ao embasar as principais tomadas de decisões, teoricamente deveriam possuir um maior peso na influência nas conformações legislativas, porém, na prática, há uma reflexão sobre quais influências possuem maior peso, conforme Moraes (2019):

“Não há necessariamente, portanto, uma relação direta entre a disponibilidade de evidência científica e a regulação de agrotóxicos: evidências científicas são um dos fatores que influenciam o processo decisório, mas elas adentram um jogo preexistente, no qual apoiadores e opositores de regulações se confrontam.”

Em se tratando de agrotóxicos, Pelaez; Silva e Araújo (2012) apontam a grande complexidade de análise envolvida em função da identificação dos efeitos combinados e dos riscos associados à exposição simultânea a um conjunto de diferentes substâncias químicas. Essas condições podem, também, estar alinhadas a desafios teórico-metodológicos¹⁶ na regulamentação dos agrotóxicos e, conseqüentemente exige o direcionamento de esforços para uma transição de regime tecnológico que atenda melhor aos aspectos econômicos e socioambientais em que se inserem a preocupação com a saúde, bem-estar e preservação do meio ambiente.

O exame das diferentes argumentações teóricas sobre os regimes tecnológicos e seus recortes sociotécnicos deixa em evidência a necessária investigação da evolução do

¹⁶ Há uma preocupação especial com relação à persistência de alguns venenos no meio ambiente por períodos longos e ocasionando as misturas involuntárias entre produtos. Já se sabe que a toxicidade das misturas não é equivalente à soma das atividades tóxicas de cada produto; porém é possível que o agricultor no campo fique exposto a diferentes produtos que tenham sido aplicados anteriormente em outras condições. Além da dificuldade de diagnóstico para casos de intoxicações crônicas devido à existência de múltiplas possíveis causas para as doenças provocadas por agrotóxicos, como o câncer, insuficiência renal ou problemas neurológicos e a dificuldade dos trabalhadores rurais em relatar precisamente com quais produtos tiveram contato ao longo dos anos anteriores. Os exames e testes geralmente são raros e pouco acessíveis para serem capazes de detectar a contaminação em pequenas doses e por longos períodos a determinado agrotóxico de forma a comprovar a sua relação com a doença desenvolvida (CETESB, 2021; LONDRES, 2011).

desenvolvimento e adoção de tecnologias emergentes, a exemplo, do controle biológico. Essas tecnologias estão imersas em um ambiente com estruturas técnicas, regulatórias e econômicas construídas e adaptadas às especificidades das tecnologias dominantes, os agrotóxicos. Dessa forma, é pautado o tratamento de variáveis de adoção da tecnologia emergente, aqui relacionados à participação dos bioinsumos para controle biológico no universo de produtos fitossanitários. Também, são colocados os elementos que condicionam a oferta dessas tecnologias, aqui abordados a partir das bases de informações sobre o registro de produtos fitossanitários no Brasil. Do outro lado, a investigação do comportamento de consumo, a demanda, dessas tecnologias biológicas também constitui importante instrumento de análise das estruturas sociotécnicas envolvidas. O estudo dessas frentes abre espaço para identificar oportunidades e estratégias para o desenvolvimento das tecnologias em controle biológico.

4 METODOLOGIA

Para trabalhar as características da inserção dos bioinsumos para controle biológico no mercado fitossanitário brasileiro e suas questões envoltas nos desafios regulatórios, esses por sua vez, associados às argumentações e discussões expostas nas estruturas que marcam os regimes tecnológicos e suas transições sociotécnicas. Para explorar essa realidade a metodologia de pesquisa está organizada em quatro etapas.

A primeira etapa busca atender ao primeiro objetivo específico que trata de mapear as estruturas regulatórias e seus desdobramentos para o registro de produtos para controle biológico. Nessa frente, a pesquisa documental e bibliográfica apoiou a investigação das construções regulatórias que permeiam o desenvolvimento tecnológico, a experimentação, o registro e o uso de produtos fitossanitários no Brasil. Dessa forma, a coleta e análise de leis, decretos e instruções normativas dentre outros instrumentos regulatórios foram trabalhadas, especialmente, no recorte da Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989 e de suas implicações a partir do novo Decreto 10.833/2021 que, altera o decreto 4.074/2002, responsável por incluir os bioinsumos no ambiente regulatório fitossanitário brasileiro. A pesquisa bibliográfica coletou informações e análises divulgadas em artigos e comunicações periódicas sobre diferentes aspectos destacados na legislação e que influenciam o desenvolvimento do controle biológico, enriquecendo as discussões colocadas.

A segunda etapa está alinhada ao cumprimento do segundo o objetivo específico que identifica as estruturas da oferta de bioinsumos no Brasil e em unidades da federação selecionadas. Na escolha das unidades da federação foi considerada a representatividade no

Valor Bruto da Produção Agropecuária (VBP) do Brasil associada à diversidade das atividades agropecuárias exploradas por essas unidades da federação. Assim, os estados que possuem o VBP¹⁷ acima de 11% de participação no cálculo de 2021 são: Mato Grosso com mais de R\$195 bilhões (17%); Paraná com R\$144 bilhões (12%) e São Paulo com R\$125 bilhões (11%) do total de R\$1 Trilhão. Porém, em se tratando das atividades, Mato Grosso tem em torno de 70% do seu VBP representado por dois produtos, soja (50%) e milho (20%), seguido de bovinos com 14%. Para São Paulo, apesar do domínio da cana-de-açúcar com 32% do total do VBP paulista, para ultrapassar 70% são somados os valores da produção de bovinos (14%), do frango (10%), da soja (9%) e da laranja com 8%, seguidos do café (6%), leite e milho com 5% cada e ovos (4%). Já o estado do Paraná, na cultura da soja 37% do total do VBP, seguida da produção de frangos com 25% e milho com 9%, acompanhadas do leite (6%), bovinos (5%); suínos e trigo com 4% cada (GOVERNO DO BRASIL, 2022). A partir desses critérios foram trabalhadas as bases de informações disponíveis nos estados de São Paulo e Paraná.

Nesse sentido, no contexto nacional, foram tratadas informações disponibilizadas pelo Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários (AGROFIT) do MAPA. Para as unidades da federação, foram coletadas e analisadas informações do sistema de Gestão de Defesa Animal e Vegetal (GEDAVE) da Coordenadoria de Defesa Agropecuária (CDA) do estado de São Paulo e da Companhia de Tecnologia da Informação e Comunicação do Paraná, do Centro Eletrônico de Processamento de Dados do Paraná (CELEPAR) da Agência de Defesa Agropecuária do Paraná (ADAPAR).

O Decreto nº 8.492, de 13 de julho de 2015 instituiu o AGROFIT como sistema oficial de cadastro dos agrotóxicos, produtos técnicos e afins no âmbito do MAPA. O AGROFIT é subordinado à Secretaria de Defesa Agropecuária (SDA) que exerce o gerenciamento operacional e de manutenção técnica do sistema e confere o desempenho, assim como o cuidado pela contínua adequação, qualidade das informações, atualização, monitoramento dos acessos por senha a servidores do MAPA e outros órgãos de governo, associando melhorias e manutenções junto à Coordenação Geral de Tecnologia da Informação (CGTI) (RANGEL, 2016).

Essa plataforma como outras de gestão pública também está submetida a procedimentos de auditoria que garantem a verificação da confiabilidade dos dados,

¹⁷ Em termos gerais o VBP de 2021, ficou estimado em R\$1,119 trilhão, 9,9% maior em comparação ao do ano passado que foi de R\$1,019 trilhão. Este valor foi calculado com base nas informações do mês de outubro. Conforme o levantamento da Secretaria de Política Agrícola do MAPA, as lavouras cresceram 11% e a pecuária, 6,2%. As lavouras representam 68% do valor total e a pecuária, 32%". (GOVERNO DO BRASIL, 2022).

desempenho, à troca de informações e dados através de computadores com segurança em conformidade com especificações, requisitos técnicos e normas estabelecidas. A equipe de auditores e a periodicidade das auditorias são determinadas por critério do Coordenador Geral de Agrotóxicos e Afins (CGAA) (RANGEL, 2016).

O núcleo gestor do AGROFIT é composto por titulares das unidades da (CGAA) do Departamento de Fiscalização de Insumos Agrícolas (DFIA) da SDA do MAPA, a Divisão de Avaliação e Registro, a Divisão de Fiscalização de Agrotóxicos e a Divisão de Resíduos de Agrotóxicos (RANGEL, 2016).

Em sua forma *online*, o AGROFIT funciona como uma ferramenta de consulta pública do banco de dados de todos os produtos agrotóxicos e afins registrados no MAPA com o cruzamento das informações do Ministério da Saúde através da ANVISA e informações do Ministério do Meio Ambiente, a partir do IBAMA (GOVERNO FEDERAL, 2020a), constituindo assim, o registro tripartite previsto em lei.

Essa ferramenta permite diferentes combinações de pesquisa referente ao controle fitossanitário na agricultura brasileira. Sua base de informações possibilita a consulta sobre produtos registrados para controle de insetos, doenças e plantas daninhas com textos explicativos, fotos (quando possível) e opções por marca comercial, cultura, ingrediente ativo (IA), classificação toxicológica e ambiental. Essa gama de informações visa contribuir para o uso correto e seguro dos produtos registrados evitando o uso inadequado de agrotóxicos que possa acarretar desenvolvimento de resistência de pragas nas lavouras e resíduos de agrotóxicos em produtos vegetais acima dos Limites Máximos de Resíduos (LMR) estabelecidos (GOVERNO FEDERAL, 2020a).

Conforme estabelece a legislação, os agrotóxicos e afins cadastrados no AGROFIT do MAPA só podem ser comercializados no Estado de São Paulo, quando autorizados e cadastrados juntos à CDA que constitui o sistema público executivo de defesa agropecuária do estado de São Paulo a partir da Secretaria de Agricultura e Abastecimento de São Paulo (SÃO PAULO, 2021).

A CDA tem entre outros objetivos, prioritariamente a erradicação das doenças e pragas na estratégia de obtenção de áreas livres, através de programas organizados em cinco grandes áreas: sanidade animal; sanidade vegetal; conservação e preservação do solo; idoneidade dos insumos e serviços utilizados na agropecuária e o Programa Estadual de Inocuidade dos Alimentos, todos em cumprimento das legislações vigentes, federais e estaduais que tratam da defesa agropecuária e dos compromissos internacionais firmados pela União (GEDAVE, 2021).

O cadastro novo ou atualização somente ocorre quando são entregues os documentos exigidos ao Sistema de Gestão de Defesa Animal e Vegetal (GEDAVE): requerimento dirigido ao Diretor do Centro de Fiscalização de Insumos e Conservação do Solo – CFICS da CDA; cópias do Certificado de Registro do Produto no MAPA, da Bula aprovada pelo MAPA, do *layout* do Rótulo, da publicação do registro no Diário Oficial da União somente do produto (CDA/SP, [2021]; GEDAVE, 2021).

Na plataforma GEDAVE para consulta de produtos fitossanitários do estado de São Paulo é possível realizar uma pesquisa com resultados completos sobre os dados previamente disponibilizados no AGROFIT. Porém, são distribuídos nas opções na vertente vegetal: consultar agrotóxicos; consultar fabricante, formulador, manipulador, importador, exportador de agrotóxicos e afins; consultar comerciante de agrotóxicos e afins; consultar prestador de serviço na aplicação de agrotóxicos e afins; consultar unidade de recebimento de embalagens vazias de agrotóxicos e consultar armazenador de agrotóxicos e afins (GEDAVE, 2021).

Com relação aos registros no estado do Paraná, a atividade está vinculada à Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Paraná (SEAB). Em 20 de dezembro de 2011, foi criada a Agência de Defesa Agropecuária do Paraná (ADAPAR) através da Lei Estadual nº 17.026, constituída pelo Decreto Estadual nº 4.377 de 24 de abril de 2012. A ADAPAR também é uma autarquia dotada de personalidade jurídica de direito público, com patrimônio e receitas próprias, além de autonomia administrativa, técnica e financeira. Com o intuito de promover a defesa agropecuária e inspeção sanitária dos produtos de origem animal, assim como da prevenção, controle e erradicação de doenças dos animais e pragas dos vegetais de interesse econômico e de importância à saúde da população, além da segurança, regularidade e qualidade dos insumos de uso na agricultura e na pecuária (ADAPAR, 2013).

As informações sobre os produtos fitossanitários são recebidas através do Sistema de Controle do Comércio e Uso de Agrotóxicos no Estado do Paraná (SIAGRO), pelo qual as empresas comerciantes declaram as vendas destes insumos, com diferentes perfis de usuários dependendo dos níveis de acesso diferenciados que são: administrador, fiscal ADAPAR, fiscal CREA-PR, profissional, comerciante e tecnologia de informação. Essas informações consolidadas são disponibilizadas para consulta por meio do *site* da plataforma CELEPAR sobre agrotóxicos no estado do Paraná. (ADAPAR, 2013).

Assim como no sistema GEDAVE para consulta de produtos fitossanitários, no CELEPAR também é possível realizar uma pesquisa com resultados sobre os dados previamente disponibilizados no AGROFIT. Contudo, estes estão distribuídos na sanidade

vegetal pelas opções: gerência de sanidade vegetal; agrotóxico, vigilância e prevenção de pragas em cultivos agrícolas e florestais, monitoramento de pragas, fertilizantes e afins, sementes e mudas, solo agrícola, citricultura, cultivos florestais, fruticultura e certificação e rastreabilidade vegetal (ADAPAR, 2013).

A base de informações foi inicialmente trabalhada a partir dos totais de produtos registrados para comercialização nos três órgãos de controle aqui relacionados. Posteriormente, os procedimentos foram ajustados para o recorte dos bioinsumos para controle biológico. Nesse processo a base de informações foi, então, organizada por produto, ingrediente ativo (grupo químico), titular do registro (empresas) e classes toxicológicas e ambientais. Essa etapa está apoiada na função do AGROFIT sobre os dados disponíveis do MAPA, IBAMA e ANVISA distribuídos por: praga; produtos formulados; produtos técnicos; relatórios e a utilizada para consulta por ingrediente ativo com as opções por nome comum, grupo químico, classe e cultura (AGROFIT, 2021).

Aqui é importante pontuar as diferenças na disponibilização dos dados em ambos os sistemas. No GEDAVE estão disponíveis, nome do produto comercial, ingrediente ativo (concentração), empresa registrante, formulação e classe toxicológica através das opções: consultar agrotóxicos, nome do fabricante; nome do produto comercial; cadastro CDA; registro MAPA; ingrediente ativo; classe agrônômica; classificação toxicológica; classificação ambiental; formulação; cultura/indicação de uso ou por alvo biológico (GEDAVE, 2021).

No sistema de pesquisa de agrotóxicos CELEPAR somente há marca comercial; situação do agrotóxico; classificação toxicológica e empresa registrante, através das opções: pesquisa; praga; agrotóxicos; nome do agrotóxico, ingrediente ativo, registrante, classificação toxicológica, situação, classe, cultura infestante por expurgo e aplicação aérea (CELEPAR, 2021). Sendo assim, a consulta em ambos os sistemas foi realizada a partir da opção de classe ou classe agrônômica que serão tratados.

Conforme discutido anteriormente, as tecnologias biológicas para controle de pragas e doenças assim como as químicas possuem especificidades distintas que lhes conferem adequações diferentes no âmbito legislativo. Porém, quando se trata de classificação toxicológica e ambiental, ambas as tecnologias possuem semelhantes preocupações quanto à eficácia agrônômica, risco ambiental e econômico, afinal, existe agroquímico não tóxico, assim como, bioinsumo tóxico. Nesta perspectiva, ambos enfrentam os mesmos desafios em estudos toxicológicos, ecotoxicológicos e de eficiência, além dos aspectos em que existem vantagens ambientais, mas não em relação à saúde e vice-versa.

Em todos os sistemas de consulta, aqui reunidos, AGROFIT, GEDAVE e CELEPAR, foram coletadas informações, disponibilizadas na data de 15 de janeiro de 2022. Na base coletada, inicialmente, foram trabalhados os indicadores para 26 classes agronômicas em um total de 5.597 produtos fitossanitários registrados e na sequência o recorte de 485 bioinsumos para controle biológico no AGROFIT. O total de 40 classes agronômicas com 2.264 produtos fitossanitários registrados com recorte de 311 bioinsumos para controle biológico no GEDAVE e o total de 28 classes agronômicas com 2.920 produtos fitossanitários registrados com recorte de 506 bioinsumos para controle biológico no CELEPAR. Essa fase da investigação foi estruturada a partir da opção mais simples para consulta, oferecida pelo AGROFIT, por classe agronômica.

Para esse procedimento as informações foram tratadas com base na classe de produtos fitossanitários, selecionados os bioinsumos para controle biológico das classes disponíveis do total informado por ambos os sistemas, conforme apresenta a Tabela 1.

Os dados das classes que se referem aos bioinsumos para controle biológico estão alinhados conforme as discussões sobre a legislação dos agrotóxicos e afins, em que estão as classes que abrangem os defensivos biológicos de origem animal, vegetal e microbiana através de processos tanto físico-químicos quanto biológicos. Foi constituída uma base de informações trabalhada no *Microsoft Excel* com indicadores de participação para cada classe agronômica e posteriormente, no recorte das seguintes categorias associadas ao AGROFIT: classificação toxicológica e ambiental, e o destaque para as principais empresas detentoras de registros. Para o sistema paulista, o GEDAVE, as seguintes categorias foram exploradas: classificação toxicológica e empresas detentoras de registros. No estado do Paraná, a CELEPAR, com as categorias a seguir: situação do agrotóxico, classificação toxicológica e empresas detentoras de registros (CELEPAR, 2021; AGROFIT, 2021; GEDAVE, 2022).

Tabela 1 - Descrição das classes agronômicas e total de classes, bioinsumos para controle biológico e agrotóxicos, Brasil e estados do Paraná e São Paulo

Sistemas	Classes agronômicas de bioinsumos (CAB)	Total classes	Classes agronômicas de agrotóxicos (CAA)	Total classes
AGROFIT/BR	Acaricida microbiológico, agente biológico de controle, bactericida microbiológico, feromônio, fungicida microbiológico, inseticida microbiológico, nematocida microbiológico, regulador de crescimento biológico e outro.	09	Acaricida, adjuvante, ativador de plantas, cana-de-açúcar OGM, regulador de crescimento, bactericida, cupinicida, desfolhante, espalhante adesivo, formicida, fungicida, herbicida, inseticida, inseticida fumigante, moluscicida, nematocida e protetor de sementes.	17
GEDAVE/SP	Acaricida microbiológico, agente biológico de controle, feromônio, fungicida microbiológico, inseticida biológico, inseticida microbiológico, nematocida microbiológico, acaricida biológico, bactericida biológico, cairomônio sintético, feromônio sintético, fungicida bioquímico, microbiológico, nematocida biológico, químico, biológico e sintético.	17	Acaricida, adjuvante, ativador de plantas, regulador de crescimento, anti-brotante, anti-evaporante, bactericida, cupinicida, desfolhante, espalhante adesivo, formicida, fungicida, herbicida, inseticida, inseticida fumigante, maturador de crescimento, moluscicida, nematocida, protetor de sementes, raticida, inibidor de crescimento, inseticida para tratamento de sementes e inseticida/cupinicida,	23
CELEPAR/PR	Acaricida biológico, agente biológico, agricultura orgânica, feromônio, fungicida biológico, inseticida biológico, microbiológico, nematocida biológico e produto fito orgânico,	09	Acaricida, anti-brotante, adjuvante, ativador de plantas, regulador de crescimento, bactericida, cupinicida, dessecante, estimulante, formicida, fungicida, herbicida, inseticida, lesmicida, moluscicida, não classificado, nematocida, protetor de sementes e regulador de crescimento.	19

Fonte: Elaborada a partir de AGROFIT; CELEPAR e GEDAVE, 2022.

Quanto às classificações toxicológica e ambiental, foram trabalhados os indicadores para 24 classes agronômicas em um total de 4.057 produtos fitossanitários registrados e na sequência o recorte de 499 bioinsumos para controle biológico no AGROFIT. O total de 38 classes agronômicas com 2.096 produtos fitossanitários registrados com recorte

de 248 bioinsumos para controle biológico no GEDAVE e o total de 28 classes agronômicas com 2.526 produtos fitossanitários registrados com recorte de 357 bioinsumos para controle biológico no CELEPAR (CELEPAR, 2021; AGROFIT, 2021; GEDAVE, 2021).

No sistema AGROFIT, a identificação dos alvos biológicos registrados ocorre através da rota: praga; classificação, opção: **insetos** e cultura, opção: **todas as culturas**. Conforme o Ato nº 6 de 23 de janeiro de 2014 para os insumos biológicos, o registro é feito por alvos biológicos, então, pela opção **todas as culturas**, é possível ter acesso ao total de oferta disponível de alvos biológicos na plataforma nacional (AGROFIT, 2021, grifo nosso; BRASIL, 2014).

A terceira etapa, assim como as demais, vincula-se ao objetivo específico que busca analisar a dinâmica de comercialização, a demanda, dos bioinsumos para controle biológico. Assim, volta-se para as informações coletadas e trabalhadas a partir dos boletins anuais sobre produção, importação, exportação e vendas de agrotóxicos, componentes e afins no Brasil, elaborado pelo IBAMA e disponibilizada consulta pública em ambiente *online* no *site* institucional. O IBAMA é responsável pelo âmbito ambiental de concessão de registro de produtos fitossanitários e pelo acompanhamento da comercialização destes.

O IBAMA é, também, uma autarquia federal dotada de personalidade jurídica de direito público, com autonomia administrativa e financeira, vinculada ao Ministério do Meio Ambiente (MMA), criada em 22 de fevereiro de 1989, conforme Art. 2º da Lei nº 7.735. De acordo com Art. 5º da Lei nº 11.516, de 28 de agosto de 2007, entre as suas principais atribuições de exercer e executar são: o poder de polícia ambiental, ações de políticas nacionais do meio ambiente com atribuições federais quanto ao licenciamento, controle de qualidade, fiscalização, monitoramento ambiental conforme diretrizes do Ministério do Meio Ambiente, além de ações supletivas de competência da União em conformidade à legislação ambiental vigente (IBAMA, 2019).

A partir do artigo 41 do Decreto nº 10.833, de 7 de outubro de 2021 é determinada a apresentação anual por parte das empresas que produzem, importam, exportam e comercializam produtos agrotóxicos, componentes e afins registrados no Brasil aos órgãos federais e estaduais responsáveis pelo seu controle e fiscalização. São relatórios de acompanhamento dessas atividades por ingredientes ativos e classes de uso. A consolidação e divulgação destes dados são fornecidas anualmente pelo IBAMA com bases nos dados obtidos a partir dessas empresas com ressalva da divulgação apenas dos dados de ingredientes ativos que possuam no mínimo três empresas detentoras do registro (IBAMA, 2021).

A divulgação desses relatórios ocorre através de boletins anuais de produção, importação, exportação e vendas de agrotóxicos no Brasil. Há o registro geral do histórico de comercialização anual no período de 2000 a 2020, porém, os dados informados pelas empresas referentes aos anos de 2007 e 2008 não foram sistematizados conforme nota divulgada pelo IBAMA. Os boletins individuais são disponibilizados entre 2009 e 2020 com as seguintes informações consolidadas: histórico de comercialização, os 10 ingredientes ativos mais vendidos; produção, importação, exportação e vendas; vendas por classe de periculosidade ambiental; vendas por classe de uso; vendas de ingredientes ativos por Unidade Federal (UF); vendas por UF e classe de uso por UF. A distinção entre químicos, bioquímicos, semioquímicos, microbiológicos e agentes biológicos de controle, ocorre a partir de 2014.

Os dados que foram utilizados para a análise geral, consideram os resultados mais recentes do histórico de comercialização no período de 2009 a 2020. Dentre eles foram trabalhados a somatória dos dados sobre os 10 ingredientes ativos mais vendidos, a produção, importação, exportação e vendas de produtos técnicos e formulados, no período de 2017 a 2020 e a somatória do período de 2009 a 2020 para vendas de ingredientes ativos por UF. O último procedimento buscou identificar quais ingredientes ativos são mais vendidos por estado e a exposição detalhada dos 10 principais ingredientes dos estados São Paulo e Paraná.

Sendo de interesse para este estudo o recorte dos bioinsumos foi coletado e trabalhado as informações de evolução da comercialização de semioquímicos e microbiológicos, no período de 2014 a 2020, assim como a somatória dos boletins para elaboração da evolução da produção em toneladas de ingrediente ativo para os itens: produção nacional, importação, exportação e vendas de ingredientes ativos, entre produtos técnicos e produtos formulados.

Cabe ressaltar que a consolidação dos dados está representada apenas para o ano de 2014 da classe de agentes biológicos de controle, sobre a produção nacional e vendas internas com o total de 32 mil toneladas, cada. Do qual foram recebidos relatórios referentes a quatro agentes biológicos, *Cotésia Flavipes*, *Neoseiulus Californicus*, *Phytoseiulus Macropilis* e *Trichogramma Galloi*, sendo alguns da *Cotésia Flavipes* em pulpas e insetos por número de indivíduos, contabilizando pouco mais de 10,1 bilhões de insetos e pulpas. Como justificativa, o IBAMA informa que os volumes de consumo informados em 2015 se diferem muito aos do ano de 2014, portanto, estão sendo revistos, até então nos relatórios desde 2015 a 2020.

Para complementar a análise dos dados disponibilizados pelo IBAMA no recorte dos ingredientes ativos comercializados foram reunidas e analisadas informações sobre importação e exportação de todos os ingredientes ativos baseados na série com a produção,

importação, exportação e vendas por ingredientes ativos e de bioinsumos para controle biológico, veiculadas no Portal de Acesso às Estatísticas de Comércio Exterior do Brasil (COMEXSTAT) do Ministério da Indústria Comércio Exterior e Serviços (MICES).

O portal COMEXSTAT é uma plataforma de consulta de dados do comércio exterior brasileiro (exportações e importações), extraídos do Sistema Integrado de Comércio Exterior (SISCOMEX) e baseados em declarações dos exportadores e importadores brasileiros. Para a atividade, a base de informações será organizada por ano e valores (US\$ FOB¹⁸), associados às mercadorias classificadas a partir da Nomenclatura Comum do MERCOSUL (NCM) conforme Figura 1, destacando a única menção sobre bioinsumo para o NCM 38089191, além dos países fornecedores e destinos por unidade da federação. Para a coleta e análise das informações foram considerados os últimos quatro anos. No período de 2018 a 2021, tomando como referência o crescimento de 18% nas importações em 2017, conforme indicam os relatórios de comercialização do IBAMA (COMEXSTAT, 2022).

Ainda por complementar as informações relacionadas à demanda por fitossanitários, assim como, por culturas e valores empregados em insumos, foi analisada informações disponibilizadas na notícia: **levantamento dos principais números do setor de defensivos agrícolas no Brasil** produzido pelo Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal (SINDIVEG) através da rota: estatísticas e mercado total sobre a representatividade de classes por área tratada; valor e volume de produtos aplicados; área tratada por cultura (SINDIVEG, 2022).

¹⁸ As iniciais FOB vêm da expressão inglesa *Free On Board* e significa que o exportador é responsável pela mercadoria até ela estar no navio para transporte, no porto indicado pelo comprador.

Código NCM	Descrição NCM
38085010	Inseticidas, rodenticidas, fungicidas, herbicidas, apresentados em formas ou embalagens exclusivamente para uso direto em aplicações domissanitárias
38089211	Fungicidas, apresentados em formas ou embalagens exclusivamente para uso direto em aplicações domissanitárias, que contenham bromometano (brometo de metila) ou bromoclorometano
38089219	Outros fungicidas, apresentados em formas ou embalagens exclusivamente para uso direto em aplicações domissanitárias
38089220	Fungicidas apresentados de outro modo, contendo bromometano (brometo de metila) ou bromoclorometano
38089291	Fungicidas à base de hidróxido de cobre, de oxicloreto de cobre ou de óxido cuproso
38089292	Fungicida à base de enxofre ou de ziram
38089293	Fungicida à base de mancozeb ou de maneb
38089294	Fungicida à base de sulfiram
38089295	Fungicida à base de compostos de arsênio, cobre ou cromo, exceto os produtos do subitem 3808.92.91
38089296	Fungicida à base de thiram
38089297	Fungicida à base de propiconazol
38089299	Outros fungicidas apresentados de outro modo
38089991	Acaricidas à base de amitraz, de clorfenvinfós ou de propargite
38089992	Acaricidas à base de ciexatin ou de óxido de fembutatin (óxido de fenbutatin)
38089993	Outros acaricidas
38089311	Herbicidas apresentados em formas ou embalagens exclusivamente para uso direto em aplicações domissanitárias, que contenham bromometano (brometo de metila) ou bromoclorometano
38089319	Outros herbicidas apresentados em formas ou embalagens exclusivamente para uso direto em aplicações domissanitárias
38089321	Herbicidas apresentados de outro modo, que contenham bromometano (brometo de metila) ou bromoclorometano
38089322	Outros herbicidas apresentados de outro modo, à base de ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D), de ácido 4-(2,4-diclorofenoxi) butírico (2,4-DB), de ácido (4-cloro-2-metil) fenoxiacético (MCPA) ou de derivados de 2,4-D ou 2,4-DB
38089323	Herbicida à base de alaclor, de ametrina, de atrazina ou de diuron
38089324	Herbicida à base de glifosato ou seus sais, de imazaquim ou de lactofen
38089325	Herbicida à base de dicloreto de paraquat, de propanil ou de simazina
38089326	Herbicida à base de trifluralina
38089327	Herbicida à base de imazetapir
38089329	Outros herbicidas apresentados de outro modo
38085021	Inseticida à base de metamidofós ou monocrotofós
38085029	Outros inseticidas, apresentados de outro modo
38089111	Inseticidas apresentados em formas ou embalagens exclusivamente para uso direto em aplicações domissanitárias, que contenham bromometano (brometo de metila) ou bromoclorometano
38089119	Outros inseticidas apresentados em formas ou embalagens exclusivamente para uso direto em aplicações domissanitárias
38089120	Inseticidas apresentados de outro modo, contendo bromometano (brometo de metila) ou bromoclorometano
38089191	Inseticida à base de acefato ou de <i>Bacillus thuringiensis</i>, apresentado de outro modo

38089192	Inseticida à base de cipermetrinas ou de permetrina, apresentado de outro modo
38089193	Inseticida à base de dicrotofós, apresentado de outro modo
38089194	Inseticida à base de dissulfoton ou de endossulfan, apresentado de outro modo
38089195	Inseticida à base de fosfeto de alumínio, apresentado de outro modo
38089196	Inseticida à base de diclorvós ou de triclorfon, apresentado de outro modo
38089197	Inseticida à base de óleo mineral ou de tiometon, apresentado de outro modo
38089198	Inseticida à base de sulfloramida, apresentado de outro modo
38089199	Outros inseticidas, apresentados de outro modo
38089995	Outros nematocidas apresentados de outro modo
38089349	Outros reguladores de crescimento das plantas apresentados em formas ou embalagens exclusivamente para uso direto em aplicações domissanitárias
38089352	Reguladores de crescimento das plantas, apresentados de outro modo, à base de hidrazida maléica
38089359	Outros reguladores de crescimento das plantas, apresentados de outro modo

Figura 1 - Quadro com a relação de códigos e descrição de NCM para as classes possíveis encontradas na COMEXSTAT.

Fonte: COMEXSTAT, 2022.

Também de informações disponibilizadas na notícia: **crece a adoção de produtos biológicos pelos agricultores brasileiros** sobre o mercado de bioinsumos em milhões de reais nos cultivos dos anos de 2019 a 2021, produzidos pela consultoria Blink Projetos Estratégicos em 2021 divulgados pela associação CropLife Brasil (CLB) na rota: estatísticas e registro de agrotóxicos no Brasil, dados sobre o registro de agrotóxicos e bioinsumos e o tempo médio de fila para registro.

O SINDIVEG é um importante representante da indústria de produtos para defesa vegetal no Brasil legalmente como uma entidade sindical há 79 anos. Com 26 associados que correspondem cerca de 40% do mercado, responsáveis pelo financiamento aproximado de R\$ 21 bilhões para compras de defensivos agrícolas pelo produtor rural no ano de 2019, entre seus associados de P&D e de produtos pós-patente, distribuídas pelos estados do país (SINDIVEG, 2022).

A CLB é uma associação criada em 2019, que reúne especialistas, instituições e empresas que atuam na pesquisa e desenvolvimento de tecnologias em quatro áreas: germoplasma, mudas e sementes; biotecnologia; defensivos químicos e produtos biológicos, com base em dados e informações científicas, auxiliam os agricultores nos desafios para produção de alimentos, em atendimento às demandas da crescente população. Através da busca de parcerias com diferentes segmentos da sociedade e ao diálogo permanente com consumidores, formadores de opinião e governos.

Estes dados foram relacionados, portanto, com as informações gerais do mercado de agrotóxicos, representados pelos dez principais ingredientes ativos presentes nas dez principais culturas e os principais ingredientes ativos associados à cultura de maior representatividade.

A quarta e última etapa de pesquisa busca detectar oportunidades e estratégias para superar os obstáculos no desenvolvimento dos bioinsumos para controle biológico no Brasil. Para tanto, foi utilizado o método de Avaliação Rápida de Sistemas de Inovação Agrícola, o *RAAIS*, em inglês em *Rapid Appraisal of Agricultural Innovation Systems (RAAIS)*. Essa abordagem é frequentemente utilizada em estudos sobre avaliação e proposição de políticas, capacidades de inovação e apoio a tecnologias sustentáveis em diversas áreas da pesquisa agrícola, por exemplo, em estudos sobre bioenergia, agricultura inteligente para clima, paisagens agrícolas entre outras (CHAMBERS, 1981; ELLMAN, 1981; KUMAR, 1993; MALTSOGLU et al., 2015; SCHUT et al., 2015; MWONGERA et al., 2017; EICHLER et al., 2020; LUNA; GUIMARÃES; 2021).

A *RAAIS* consiste na validação de achados por meio de entrevistas com atores-chave. *RAAIS* é uma ferramenta diagnóstica que pode orientar a análise de problemas complexos e de capacidade de inovação. O método foca na integração de análise de diferentes dimensões de problemas, a exemplo, da biofísica, da tecnológica e do ambiente sociocultural, econômica, institucional e político, dentre outras. Essas interações também ocorrem em diferentes níveis exemplo, nacional, regional, local, e a limitações e interesses de diferentes grupos de partes interessadas, como agricultores, governo, pesquisadores e outros. A combinação dessas diferentes dimensões permite o estudo da capacidade de inovação agropecuária através da análise de restrições no âmbito institucional, setorial e subsistemas tecnológicos do sistema agrícola e a existência de apoio à inovação, resultando na triangulação crítica e validação dos dados e informações previamente trabalhadas e analisadas. Dessa forma, fornecendo recomendações para o desenvolvimento do processo de inovação a partir da análise de problemas selecionados (SCHUT, 2015).

Conforme Schut (2015) a identificação e seleção dos principais agentes sociais atuantes no cenário em análise devem ser conduzidas com base no conhecimento e experiência sobre o tema abordando as seguintes categorias: *stakeholders*, que são parte interessadas nos produtos; os *researchers*, pesquisadores envolvidos em atividades científicas e tecnológicas com o tema e *policymakers*, aqueles agentes que formulam, aplicam e fiscalizam as estruturas de regulação.

Para a identificação dos agentes sociais adotou-se como critério a participação de pelo menos um representante de cada categoria em procedimento que incluiu a busca em documentos relacionados ao marco regulatório, em centros de pesquisa e em representações de segmentos sociais. A seleção dos agentes foi realizada por meio de amostragem por conveniência que, conforme Luna e Guimarães (2021), está associada aos métodos não probabilísticos que selecionam os participantes da pesquisa a partir da disponibilidade dos indivíduos de um grupo determinado.

As entrevistas caracterizadas pelo anonimato das respostas foram conduzidas com apoio de roteiro constituído por cinco questões elaboradas a partir dos principais resultados alcançados no cumprimento das etapas anteriores e realizadas em ambiente virtual em teleconferência, por *e-mail* e respostas redigidas, durante o período de dezembro de 2021 a fevereiro 2022.

A interação dessas informações consiste na análise final dos resultados que apresenta as percepções sobre o que constitui as principais características atuais do cenário dos bioinsumos, compreendendo o ambiente de registro e comercialização dos bioinsumos para controle biológico e quais soluções viáveis ou desejáveis são percebidas na proposição de estratégias validadas.

5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os resultados foram organizados em conjuntos de informações como demonstrado na metodologia, sendo assim, apresentados em quatro subseções. A primeira aborda o modelo regulatório que rege as pesquisas experimentais, produção, comercialização e uso dos insumos para controle fitossanitário no Brasil. A segunda subseção trata da oferta de bioinsumos para controle biológico explorando os produtos registrados no contexto nacional e nos estados de São Paulo e Paraná. A terceira subseção trabalha a demanda por produtos fitossanitários, a partir da análise de informação sobre a comercialização e seus indicadores de produção, exportação e importação no âmbito nacional e por estados. Por fim, a quarta subseção aborda a detecção das oportunidades e estratégias dos bioinsumos para controle biológico no Brasil.

5.1 Estruturas regulatórias para a fitossanidade brasileira: os bioinsumos para controle biológico

A indústria de agrotóxicos teve seu início firmado pela modernização da agricultura no Pós-Segunda Guerra, com base no uso intensivo de insumos químicos, biológicos e mecânicos. A princípio, no Brasil, o registro de substâncias agrotóxicas era regulamentado pela Defesa Sanitária Vegetal de 1934, a qual facilitou os registros de agrotóxicos mesmo tendo diversas substâncias banidas pelas legislações de países desenvolvidos, como os Estados Unidos e a União Europeia. Posteriormente, considerada pouco rigorosa e por sua defasagem, sofrendo alterações significativas em 1978, porém em vigor até 1989, quando foi instituída a Lei dos Agrotóxicos (PELAEZ; TERRA; SILVA, 2010; PELAEZ; SILVA; ARAÚJO, 2012; PELAEZ et al., 2015; PELAEZ; MIZUKAWA; 2017).

Em meados dos anos de 1970, a indústria de agrotóxicos foi consolidada pela constituição de um parque industrial de insumos para a agricultura e instalação de unidades fabris no país. Essa condição foi resultado da política de substituição de importações atrelado à redução dos custos por isenções totais de impostos para agrotóxicos e de linhas de crédito rural que incentivou o seu uso. Porém, nos anos de 1980 e 1990 houve uma grande transformação decorrente de crise macroeconômica que se instalou, modificando o cenário que era outrora da política de substituição de importações e de crédito agrícola abundante para uma política mais recessiva voltada ao controle dos gastos públicos (PELAEZ; TERRA; SILVA, 2010; PELAEZ; SILVA; ARAÚJO, 2012; PELAEZ et al., 2015; PELAEZ; MIZUKAWA; 2017).

Mesmo com tal cenário que impactou na redução de crédito rural, o Brasil sempre se caracterizou como um grande mercado consumidor de agrotóxicos, contribuindo para o excedente da balança comercial durante todo o período entre 1975 a 2007, em que o país se posicionou entre os seis maiores mercados de agrotóxicos do mundo (PELAEZ; TERRA; SILVA, 2010; PELAEZ; SILVA; ARAÚJO, 2012; PELAEZ et al., 2015; PELAEZ; MIZUKAWA; 2017).

Pelaez et al. (2015) criticam a produção e o consumo de agrotóxicos no Brasil por serem ainda pautados pelos ditames da Revolução Verde, baseados no uso intensivo de agrotóxicos, nos quais a prioridade do incremento da produção sobrepõe-se à preservação da saúde humana e do meio ambiente. Isso vem ao encontro de uma lógica primário-exportadora à qual o país tem-se reorientado na última década.

A produção industrial adquirida através de pacotes tecnológicos da Revolução Verde no Brasil foi marcada nos anos de 1960 e 1970 pela prioridade do subsídio de créditos

agrícolas para o estímulo da grande produção agrícola, das esferas agroindustriais, das empresas de maquinários e de insumos industriais para uso agrícola como tratores, herbicida e fertilizante químico. Nesse momento, inicialmente, os pontuais programas de controle biológico eram conduzidos por órgãos agropecuários ou de pesquisa pública (MOREIRA, 2000; JORGE; SOUZA, 2017).

A legislação brasileira para produtos fitossanitários se encontra apoiada na Lei 7.802/1989 conhecida como a Lei dos Agrotóxicos (BRASIL, 1989) sendo responsável por reger desde a pesquisa até a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins. O Decreto 4.074/2002 atualizado pelo Decreto nº 10.833, de 7 de outubro de 2021¹⁹ (BRASIL, 2021), regulamenta os bioinsumos para controle biológico junto à mencionada Lei dos Agrotóxicos, que em suma, os trata sob as mesmas condições dos agrotóxicos. Contudo, segundo Jorge e Souza (2017) por conta da peculiaridade intrínseca dos bioinsumos para controle biológico, os órgãos reguladores ao longo dos anos têm conseguido construir junto à legislação aportes especiais para eles, que o diferencia a partir deste Decreto 10.833/2021, com a definição de que produtos de baixa toxicidade e periculosidade devem ter a avaliação dos seus pleitos de registro priorizados.

Cabe destacar que em Parra (2014) a legislação é colocada como um dos desafios ao controle biológico, pelo tratamento igualitário que impõe para essas tecnologias distintas. Na discussão sobre a ideia do desenvolvimento de uma legislação própria para os defensivos biológicos, se menciona a necessidade de adequação desta para inimigos naturais, onde este tema ainda é incipiente no Brasil por ser adaptado a partir de regulamentos para agrotóxicos. De acordo com Jorge e Sousa (2017), a nossa regulação é um objeto com tantas variações e especificidades que acarretam dificuldades para a expansão da utilização de bioinsumos, como os microbiológicos na agricultura, da falta de orientação clara sobre os trâmites do registro, o custo dos estudos exigidos e o alto valor das taxas de registro que podem afetar a dinâmica desses produtos. Além dos aspectos de logística e comercialização e do posicionamento de outros atores sociais envolvidos, resultando nas dificuldades enfrentadas quanto ao tempo de prateleira ou formulação permitindo estocagem na revenda, assim como o preconceito e o

¹⁹ Dentre as principais alterações têm: a inclusão do aplicador de agrotóxicos como pessoa física que aplica ou supervisiona a aplicação de agrotóxicos e afins; especificações e garantias mínimas que os produtos fitossanitários com uso aprovado na agricultura orgânica deverão seguir para obtenção de registro e o Sistema Globalmente Harmonizado de Classificação e Rotulagem de Produtos Químicos, o **GHS (Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals)** sistema de classificação e rotulagem de produtos químicos, elaborado no âmbito da Organização das Nações Unidas, com a finalidade de harmonização global da forma de classificação e rotulagem e das frases de advertência e de alerta utilizadas para fins de comunicação do perigo dos produtos químicos.

desconhecimento por parte dos agricultores, que exige um acompanhamento bem próximo do cliente por parte das empresas produtoras, limitando a oferta de investimentos iniciais como os exigidos para o registro.

Nas discussões sobre a legislação estão aquelas que destacam o processo de registro dos fitossanitários. Bressan (2015) em sua análise sobre a Lei dos Agrotóxicos destaca alguns pontos interessantes a considerar. Dentre eles, o artigo quatro referente ao registro de pessoas físicas e jurídicas que sejam prestadoras de serviços na aplicação de agrotóxicos. Nota-se que dentre os usuários existem produtoras, exportadoras, importadoras, comercializadoras e prestadoras de serviço que apliquem os agrotóxicos e afins; porém, o agricultor (usuário mais comum) não é citado, portanto, não necessita de registro. Esse detalhe, por exemplo, pode incentivar a aquisição sem controle de bioinsumos ou investimento na montagem de biofábricas e das conhecidas produções *on farm*.

As diferentes frentes de discussões sobre a legislação têm fomentado iniciativas, a exemplo, de Projetos de Leis 1.687/2015, Política Nacional de Apoio aos Agrotóxicos e Afins de Baixa Periculosidade e 3.200/2015, Política Nacional de Defensivos Fitossanitários e de Produtos de Controle Ambiental, seus Componentes e Afins (MORAES, 2019), que tornariam o uso de agrotóxicos menos restrito a partir da autorização apenas do órgão federal e o polêmico Projeto de Lei (PL) 6.299/2002 mais conhecido pelos críticos como o PL do Veneno, onde “Dispõe que o registro prévio do agrotóxico será o do princípio ativo e dá competência à União para legislar sobre destruição de embalagem do defensivo agrícola”, tendo como ementa a alteração:

“[...] arts 3º e 9º da Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências.” (BRASIL, 2002).

O artigo terceiro da Lei dos Agrotóxicos composto por seis parágrafos (§1º a §6º) segundo Bressan (2015) se trata da obrigação do registro dos agrotóxicos, seus componentes e afins em que conforme art. 2.º desta Lei (sobre as definições), só podem ser produzidos, exportados, importados, comercializados e utilizados, se registrados previamente em órgão federal, segundo as diretrizes e exigências dos órgãos federais responsáveis pelos setores da saúde, do meio ambiente e da agricultura.

No artigo nono composto por quatro incisos (I a IV) estão definidas as competências da União, como legislar, analisar, controlar, fiscalizar o comércio e a produção destes insumos, sendo um sistema tripartite, com unanimidade para registro de agrotóxicos e afins, composto por três Ministérios e respectivas avaliações: da Saúde, toxicológica; do Meio Ambiente, ecotoxicológica e o da Agricultura com a eficácia agrônômica. Importante pontuar que o IBAMA trata da parte ambiental, analisando os laudos ecotoxicológicos, o MAPA analisa a eficiência agrônômica e emite o certificado de registro e a ANVISA dos aspectos toxicológicos.

Esses trâmites são colocados por Jorge e Souza (2017) como ainda bastante caros, o que pode tornar proibitivos para empresas ou produtores menores à sua regularização. Sendo estes produtos também registrados em órgãos de defesa agropecuária estaduais, a exemplo da Coordenadoria de Defesa Agropecuária (CDA) no estado de São Paulo e da Agência de Defesa Agropecuária do Paraná (ADAPAR), com direitos públicos para autonomia na organização de suas atividades para o registro, controle e monitoramento de produtos fitossanitários.

Ressaltando que há diferenças entre os registros de agrotóxicos, pautados por cultura e biológicos por alvo biológico. Conforme o Ato nº 6 de 23 de janeiro de 2014, é colocado que o registro de agentes de controle microbiológicos não conste a indicação de **cultura**, sendo autorizado o uso deste produto para controle de **alvos biológicos** presentes em qualquer cultura, tornando a indicação na bula e rótulos facultativos para a eficiência agrônômica comprovada para as culturas em que o produto for testado. Assim como, para o registro de semioquímicos, conforme Ato nº 7, de 12 de março de 2010, em que os semioquímicos utilizados em programas de monitoramento populacional com armadilhas ou coleta massal da espécie-praga, desde que não aplicados sobre frutos ou partes da planta a serem consumidos e sejam os únicos ingredientes ativos presentes, não conste a indicação de cultura, ficando autorizado o uso do produto para controle dos alvos biológicos indicados em qualquer cultura em que ocorram (BRASIL, 2014; GOVERNO FEDERAL, 2020a, grifo nosso).

Para o PL do veneno, sendo aprovado pela Câmara dos Deputados no dia 09 de fevereiro de 2022 e desde então, aguardando a apreciação do Senado, com mudanças dentre elas: o termo pesticida no lugar de agrotóxicos e quando utilizados em florestas e ambientes hídricos, produtos de controle ambiental; aumento nos valores das multas, do máximo de vinte mil para entre dois mil a dois milhões e a dispensa de registro para pesticidas biológicos em unidade própria de produção quando não comercializado, bastando o cadastro junto ao órgão

de agricultura, o MAPA, com indicação de técnico (AGÊNCIA CÂMARA DE NOTÍCIAS, 2022).

Mudanças por meio do acréscimo do parágrafo - § 7.º no art. 3º e alteração no art. 9º do inciso primeiro: “I - legislar sobre a produção, registro, comércio interestadual, exportação, importação, transporte, classificação e controle tecnológico e toxicológico” (BRASIL, 2002), assim como fica subentendido na justificativa da proposta do referido projeto de lei neste trecho:

“A melhoria do processo de registro, com a criação da revalidação a cada 5 anos, com a reavaliação do registro de forma obrigatória a cada 10 anos e **facultativa a critério das autoridades** competentes para a concessão do registro e a **exigência de capacidade técnica** e financeira dos empreendedores que desenvolvem atividades envolvendo os agrotóxicos, trará reflexos positivos na segurança do setor” (BRASIL, 2002; p. 87, grifo nosso).

Por outro lado, em 2016 foi apresentado o Projeto de Lei 6.670/2016 para a instituição da Política Nacional de Redução de Agrotóxicos (PNARA), com o objetivo de ampliar a oferta de insumos de origem biológica e redução gradual do uso de agrotóxicos, através de mecanismos que estimulem alternativas mais sustentáveis como a agricultura orgânica e agroecológica ao modelo atual de uso intensivo de agrotóxicos, prevendo instrumentos mais rigorosos de controle de aplicação e do registro de defensivos agrícolas para proteção ao meio ambiente e à saúde da população, como afirma Nilto Tatto (deputado relator do PL) “Defendemos uma transição agroecológica, que inclui, por exemplo, incentivos aos bioinsumos” (BRASIL, 2016; TAITSON, 2018).

Ambas as iniciativas regulatórias, são alvos de discussões, pois enquanto uma propõe maior flexibilidade para o registro e liberação de agrotóxicos outro visa à diminuição com a transição gradativa para o uso de bioinsumos para controle biológico.

Até o momento, a PNARA se encontra pronta para pauta no plenário e em 2020 também ocorreram outras medidas normativas como as publicações das Resoluções da Diretoria Colegiada - RDC nº 441 e RDC nº 442, de 2 de dezembro de 2020 que dispõem da manutenção de todos os produtos técnicos e formulados à base dos ingredientes ativos abamectina e do glifosato, respectivamente, que determinam a mitigação de riscos à saúde e alterações nos registros decorrentes das suas reavaliações toxicológicas; em especial a indicação nos rótulos dos produtos à base de abamectina com as informações: “ATENÇÃO - Suspeita-se que prejudique o feto (malformações congênitas) e "Pode ser nocivo às crianças alimentadas com leite materno” (BRASIL, 2020b). Tais medidas demonstram o avanço nas

discussões e na construção de especificidades aos agrotóxicos, sendo importante sua expansão para as especificidades dos bioinsumos e aplicados aos estudos de todos os ingredientes ativos, enfatizando a importância da inclusão em debates sobre a reavaliação dos produtos já registrados.

O avanço no marco regulatório para agrotóxicos e afins sobre essa reclassificação toxicológica dos produtos existentes no mercado é conduzido por meio da Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 294, de 29 de julho de 2019 que atualiza os critérios de avaliação e de classificação toxicológica dos produtos no Brasil. Nesta RDC, foram ampliadas de quatro para cinco as categorias da classificação toxicológica²⁰ e a inclusão do item “não classificado”, avaliado para produtos de baixíssimo potencial de dano, a exemplo, da boa parte dos produtos de origem biológica (BRASIL, 2019a).

Segundo Brasil (2019b) do total de 1.942 produtos avaliados pela ANVISA foi reclassificado 1.924. Nesta reclassificação, 2% dos produtos foram enquadrados na categoria de extremamente tóxicos, 4% na de altamente tóxicos, 7% na categoria de moderadamente tóxicos, 34% em pouco tóxicos e 47% foram classificados como improváveis de causar dano agudo, outros 9% categorizados como não classificados.

Com relação ao registro de bioinsumos as normativas específicas apontam em seu registro a classificação em três categorias: agentes microbiológicos de controle, agentes biológicos de controle e semioquímicos, publicadas em forma de quatro normativas regulamentando algumas categorias de produtos de origem biológica a partir de 2005. (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2020; GOVERNO FEDERAL, 2020c; JORGE; SOUZA, 2017).

Na Instrução Normativa Conjunta (INC) nº 1, de 23 de janeiro de 2006 os produtos semioquímicos são caracterizados por substâncias químicas que evocam respostas no comportamento e fisiologia de organismos receptores com a finalidade de detectar, monitorar e controlar as atividades de organismos vivos, conhecidos como feromônios e aleloquímicos (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2020; GOVERNO FEDERAL, 2020c; JORGE; SOUSA, 2017).

Para os agentes de controle biológico, também chamados de macrorganismos, a INC nº 2, de 23 de janeiro de 2006 determina que sejam considerados organismos vivos naturais ou manipulados geneticamente que controlem outros organismos considerados nocivos podendo ser: inimigos naturais, parasitoides, predadores e nematoides entomopatogênicos, e de Técnica de Inseto Estéril (TIE), para supressão ou erradicação de pragas. A ressalva fica para a

²⁰ Categoria 1: Produto extremamente tóxico, faixa vermelha; categoria 2: produto altamente tóxico, faixa vermelha; categoria 3: produto moderadamente tóxico, faixa amarela; categoria 4: produto pouco tóxico, faixa azul; categoria 5: produto improvável de causar dano agudo, faixa azul; não classificado: produto não classificado, faixa verde; não informado: produtos cujo processo matriz não foi localizado (BRASIL, 2019a).

exclusão de agentes de controle biológico que forem manipulados por engenharia genética e, de produtos provenientes de outros países com a regulamentação específica relativa aos requisitos quarentenários (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2020; GOVERNO FEDERAL, 2020c; JORGE; SOUSA, 2017).

No caso de agentes microbiológicos de controle, a INC n° 3, de 10 de março de 2006 considera os microrganismos vivos naturais e resultantes de técnicas de introdução natural de material hereditário, exceto organismos derivados de modificações por engenharia genética (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2020; GOVERNO FEDERAL, 2020c).

O tratamento das especificidades de outros bioinsumos não contemplados na Lei dos Agrotóxicos e nem nas INCs para o controle biológico, tem deixado lacunas, a exemplo de situações como o enquadramento do registro de produtos à base de extratos vegetais que podem ser inseridos tanto na INC n° 1, no caso de óleos essenciais que estimulam respostas específicas de alguns insetos, quanto na INC n° 32, de 26 de outubro de 2005 que trata dos produtos bioquímicos, substâncias químicas, de ocorrência natural ou idêntica a ela, cujo mecanismo de ação não seja tóxico, o que exige uma análise caso a caso. Outra condição que requer atenção e diferenciação está no registro de produtos biológicos com base em especificação de referência de produto fitossanitário com uso aprovado para a agricultura orgânica, com a seguinte instrução:

“Resumidamente a proposta de registro de um produto é apresentada ao Comitê da Produção Orgânica (CPorg) estadual. Sendo aprovada a Superintendência de Agricultura encaminhará a solicitação de estabelecimento de especificação de referência daquela formulação para a Coordenação de Agroecologia/MAPA. Um grupo formado por integrantes do MAPA, ANVISA e IBAMA determinará quais os estudos e informações necessárias, fará a análise dos mesmos e elaboração da especificação de referência. Após aprovada pelo Comitê Técnico de Agrotóxicos (CTA) a especificação será publicada e embasará o registro dos produtos que atenderem a esta especificação. O registro com base em especificação de referência deve ser pleiteado nos 3 órgãos e terá análise simplificada e priorizada.” (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2020).

Ou seja, a categoria de registro previsto com base em especificação de referência, pode ser requerida se existir a especificação e o produto em questão serem comparável a esta, dispensando para o registro, os estudos toxicológicos, ecotoxicológicos e estudos de eficiência. Se não houver a especificação, há como pedir o estabelecimento da especificação de referência com base em produto similar.

Outra menção à INC n° 32 sobre a normativa é que não está bem definida quanto ao seu mecanismo de toxicidade, podendo gerar a interpretação de que uma substância que não tenha mecanismo de ação tóxica para a praga-alvo possa ser considerada, portanto, como um

produto de origem biológica para controle biológico, ou seja, um bioquímico. Mas, tomando como exemplo o ingrediente ativo abamectina, reconhecido como agrotóxico, pode ser considerada, neste aspecto, também como um bioquímico; por se tratar de uma substância natural, produzida a partir de um processo de fermentação; porém devido a sua toxicidade entrou na lista de agrotóxicos a terem suas autorizações reavaliadas pela ANVISA em 2008 (JORGE; SOUZA, 2017).

Segundo Jorge e Souza (2017) quanto à perspectiva toxicológica, o fato de ser bioquímico não representa por si só uma vantagem para a saúde, embora estes insumos de origem vegetal possam apresentar vantagens ambientais, tais como biodegradabilidade não se aplicaria às técnicas de controle biológico. Ainda assim este modelo é citado como uma das categorias de produtos de origem biológica, utilizados em práticas sustentáveis, porque tem sido utilizada para o registro de alguns derivados vegetais. Este é um exemplo de adaptação de registro diante a uma lacuna regulatória para os casos dos derivados vegetais, sendo então sugerida uma regulamentação mais específica para esta classe de ingrediente que segue inconclusivo e em discussão por mais de três anos.

Com relação à inovação no agronegócio brasileiro o PNB, com foco em aproveitar o potencial da biodiversidade brasileira para reduzir a dependência dos produtores rurais em relação aos insumos importados e de ampliar a oferta de matéria-prima para o setor de bioinsumos, estabeleceu três grandes áreas para o marco regulatório: os **biofertilizantes**, lei nº 6.894, de dezembro de 1980, com dois decretos e seis INCs; a área **animal**, decreto nº 8.840, de 24 de outubro de 2016 e duas INCs e a do **controle biológico** (GOVERNO FEDERAL, 2020a, grifo nosso).

No marco regulatório, a partir de 2013, é possível verificar importantes adições e atualizações que conferem a especificidade essencial para o tratamento de referência dos bioinsumos no Decreto 6.913 de 23 de julho de 2009. O decreto determina garantias mínimas para o registro de produtos fitossanitários para uso na agricultura orgânica, através de especificações baseadas em testes e estudos agronômicos, toxicológicos e ambientais antes do seu pleito para registro. Para alguns ingredientes ativos são detalhadas as suas respectivas descrições e insumos com variações, máxima e mínima de concentração nominal, assim como a ressalva para a submissão de pleito de registro com base nas 50 especificações de referência estabelecidas com cinco alterações e dez acréscimos no decorrer do período de 2013 a 2021; em que deve ser apresentado o certificado de identificação taxonômica, obtido junto à instituição de ensino ou pesquisa comprovando a identidade do agente biológico de controle e

o certificado que identifique a coleção de depósito do agente biológico de controle (BRASIL, 2009; GOVERNO FEDERAL, 2021).

Em 2021 foi proposto o Projeto de Lei 658/2021 para a regulação de produções *on farm*. Esse PL tem como premissa, classificar e permitir a produção para uso próprio e exclusivo de bioinsumos em estabelecimentos rurais por produtores rurais, incluindo todos os sistemas de cultivo como o convencional e o orgânico, reforçando que seja destinada à produção exclusivamente para consumo próprio (BRASIL, 2021). Porém, com o inciso 8, Art. 10-D do Decreto nº 6.913, de 23 de julho de 2009, o registro dos produtos fitossanitários com uso aprovado para a agricultura orgânica de produção exclusiva para uso próprio, fica isenta de registro (BRASIL, 2009).

Além destas Instruções Normativas (INs), são estabelecidos Atos como o nº 88, de 12 de dezembro de 2019, que trata da alteração do pós-registro de produto fitossanitário com uso aprovado para agricultura orgânica. Dentre às seis orientações para alteração de registro, alguns destaques dos quais vinculados a sua especificação de referência e recomendações agronômicas: as inclusões, exclusões e alterações da classe de uso de alvos biológicos para alteração de especificação, são automáticas sem ser necessária a apresentação da solicitação de pós-registro. O titular do registro de produto formulado com base em especificação de referência, quando da sua alteração, deverá efetuar as alterações relativas aos alvos biológicos, indicação de uso e à classe de uso, no prazo de 180 dias após a publicação da especificação de referência alterada.

Após as alterações, a rotulagem dos produtos formulados deverá ser atualizada junto ao MAPA. Todos os alvos biológicos descritos na especificação de referência deverão constar na indicação de uso em rótulo e bula do produto e a lista atualizada das especificações de referência publicadas disponíveis para consulta eletrônica. Com relação à INC nº 1, de 18 de abril de 2013, que altera a formulação para as particularidades do FITORG²¹ do Ato n.º 88, o destaque para o parágrafo único sobre a avaliação das alterações de formulação em que é necessária quando os ingredientes considerados inertes e aditivos requeridos estiverem inscritos no Sistema de Informação de Componentes (SIC). Além disso, está a distinção, no artigo 10, sobre a isenção de estudos toxicológicos e ecotoxicológicos para os pleitos de alteração de

²¹ O FITORG ou GT FITORG é um Grupo de Trabalho estabelecido no âmbito do Comitê Técnico para Assessoramento de Agrotóxicos (CTA), este grupo de trabalho é formado por técnicos do MAPA, ANVISA e do IBAMA, no qual analisam testes e informações apresentados como as características e composição do produto das especificações de referência que são publicadas em INCs da Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo (SDC) e da Secretaria de Defesa Agropecuária (SDA) no Diário Oficial da União (DOU) (GOVERNO FEDERAL, 2016).

formulação que enquadrarem em algumas situações como a exclusão de componentes e alterações de classe toxicológica de I para II (BRASIL, 2020a).

A INC nº 16, de 18 de maio de 2017 estabelece especificações para a elaboração de rótulos e bulas de agrotóxicos e afins pelas empresas titulares de registro, bem como as diretrizes para a inserção de dados e documentos junto ao MAPA. Nessa instrução tem destaque o inciso dois no qual a bula de agentes biológicos de controle, agentes microbiológicos de controle, produtos semioquímicos e produtos fitossanitários com uso aprovado para a agricultura orgânica²² deverão constar apenas os alvos biológicos aprovados, sendo facultada a indicação das culturas agrícolas, diferente dos outros ingredientes ativos tóxicos que deve ser mencionado às culturas em que comprovem eficácia (BRASIL, 2020a).

O Ato nº 6, de 23 de janeiro de 2014, referente à recomendação por alvo biológico para agente microbiológico, destaca-se a segunda orientação em que para o registro desses produtos, não constará a indicação de cultura, autorizando o uso do produto para controle dos alvos biológicos indicados em qualquer cultura em que ocorram, com exceção para os casos em que houver restrições pelos órgãos competentes. Também há formulações para os ingredientes ativos aprovados para uso emergencial como a inclusão da mosca da carambola e da grama no Ato nº 69, de 11 de setembro de 2013, com a inclusão do alvo biológico *Bactrocera carambolae* (Mosca-da-carambola) nas indicações de uso dos agrotóxicos formulados a base de metil eugenol, malationa e espinosade, para uso no programa nacional de controle desta e, renovada por período de 24 meses, a permissão de uso emergencial de agrotóxicos à base de fosfeto de alumínio em cargas de castanha de caju, aprovadas; assim como a inclusão da grama sendo o subtipo da cultura pastagem (BRASIL, 2014; BRASIL, 2020a).

Cabe ainda destacar o Ato nº 7, de 12 de março de 2010 que trata do registro de semioquímico usado em armadilha e a INC nº 36, de 24 de novembro de 2009 sobre a eficácia e praticabilidade agrônômica; INC nº 3, de 10 de março de 2006 acerca do registro de produto microbiológico; INC nº 2, de 23 de janeiro de 2006 do registro de agente biológico de controle; INC nº 1, de 23 de janeiro de 2006 para o registro de semioquímicos; INC nº 32, de 26 de outubro de 2005 do registro de bioquímicos; INC nº 25, de 14 de setembro de 2005 para o registro especial temporário (RET), alinhado ao desenvolvimento tecnológico. Sendo, portanto, observado que todo esse esforço com as determinações e alterações no marco regulatório do controle biológico, reconhecidamente, direcionado para a ampliação e fortalecimento da

²² A INC SDA/SDC/ANVISA/IBAMA nº 1, de 24 de maio de 2011 trata dos procedimentos para o registro de produtos fitossanitários com o uso aprovado para a agricultura orgânica (BRASIL, 2011).

utilização de bioinsumos para a promoção do desenvolvimento sustentável da agropecuária brasileira (BRASIL, 2020a).

Diante dos diferentes tratamentos e da busca por criar instrumentos regulatórios que nem sempre acomodam o controle biológico de forma satisfatória, fica evidente o conflito de interesses. Moraes (2019) argumenta que a regulação de agrotóxicos depende, por vezes, condicionalmente do poder de grupos que ganham e que perdem com as regras. De forma geral, essas regulações não são produzidas e executadas por órgãos de Estado que são neutros politicamente. As regulações resultam da influência relativa de grupos organizados em que teremos, por um lado, a preocupação com a saúde e meio ambiente aos que defendem a diminuição do uso dos agrotóxicos com mudanças pontuais na lei e; por outro, o beneficiamento para aqueles que buscam a flexibilidade na legislação para o registro e uso dos agrotóxicos.

Além disso, em Pelaez; Terra e Silva (2010) destacam que esse conflito de interesses não ocorre apenas entre os agentes reguladores e as empresas, também ocorrem entre as próprias empresas, devido à sua capacidade de adaptação aos critérios mais rígidos no registro de substâncias consideradas tóxicas.

Esses elementos oferecem espaço para estudos que possam contribuir na construção de instrumentos regulatórios que promovam o equilíbrio entre interesses sociais, econômicos e ambientais. É perceptível que no Brasil, com algumas ações específicas na legislação para o uso de bioinsumos, pelos avanços nas efetivas INCs e Atos, a participação em discussões com a sociedade e comunidade científica, gera oportunidades de desenvolvimento para esta área.

Dentre as discussões sobre o controle fitossanitário no Brasil e em outros países, conforme abordado anteriormente, envolvem os desdobramentos do amplo domínio do modelo tecnológico pautado nos agrotóxicos e o desenvolvimento tecnológico acompanhado da ampliação da adoção de tecnologias associadas aos bioinsumos para controle biológico. Portanto, a coleta, organização e análise de informações sobre esse universo, compartilhando dados disponibilizados pelos órgãos oficiais e também outras entidades de interesse, constitui um campo de investigação com contribuições importantes para a discussão das normas que regulam o registro, a comercialização, o transporte e as atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D), assim como a indicação de estratégias exploradas na superação desses desafios colocados aos bioinsumos para controle biológico.

Nesse cenário promissor de busca por práticas agropecuárias mais sustentáveis com reflexos para a preservação da biodiversidade, da saúde humana e ganhos econômicos ficam evidentes estruturas sociotécnicas que formam um novo regime tecnológico pautado em

tecnologias biológicas em contra ponto às tecnologias químicas e também associadas a elas. Sendo assim, a próxima subseção apresenta o cenário de ofertas disponibilizadas para a comercialização dos bioinsumos no mercado de agrotóxicos.

5.2 Oferta: registro de bioinsumos para controle biológico

As limitações na disponibilidade e análise de informações carecem de estudos que possam auxiliar no debate e incentivos na tomada de decisão que eventualmente favorecem mais o segmento dominante de agrotóxicos. Informações por vezes pautadas em discussões sobre a participação dos bioinsumos no cenário nacional fitossanitário, de modo geral indicam o aumento do consumo desses produtos com métricas que variam entre os estudos e fontes de informações. Dentre elas pode ter destaque o Governo Federal (2019) que indica crescimento de 70% na comercialização entre os anos de 2017 e 2018, um mercado estimado em R\$ 465 milhões. Já o avanço da produção, segundo Maliszewski (2020b), foi de quase 80%, sendo que 39% dos produtores rurais no Brasil utilizam esta categoria de manejo em alguma área de plantio.

Sendo assim, essa subseção apresenta e discute resultados alcançados com o tratamento das informações disponibilizadas pelo MAPA a partir da plataforma AGROFIT que consolida informações nacionais e por plataformas estaduais, a partir do GEDAVE da CDA, no estado de São Paulo e do CELEPAR da ADAPAR, estado do Paraná. Na intenção de organizar os resultados conforme os procedimentos de busca, consolidação e análise de dados. Foram construídos quatro conjuntos de informações relacionados aos registros de produtos fitossanitários como segue: classes agronômicas; ingredientes ativos; empresas detentoras dos registros; alvos biológicos e as principais classificações toxicológicas e ambientais.

O registro de bioinsumos para controle biológico vem crescendo em média 10% a 15% ao ano no cenário mundial e de 3% na participação total de defensivos agrícolas no Brasil, além da estimativa de 30% de crescimento anual para o segmento (GUARALDO, 2020). Segundo Agreoreceita (2021), logo nos primeiros cinco meses de 2021, foram registrados 39 novos produtos de base biológica no Brasil.

Dentre as classes agronômicas, são poucos os produtos biológicos equivalentes aos agrotóxicos. Do total geral de 5.597 produtos fitossanitários registrados no Brasil e coletados no mês de janeiro de 2022, dentre os acaricidas ofertados aos produtores, apenas 8% são biológicos. Para os bactericidas, 18%, já para os fungicidas são apenas 5% de fungicidas

microbiológicos e os inseticidas somam 15% de produtos biológicos, os inseticidas microbiológicos.

A exceção está para os nematicidas, em que 52% desses produtos são bioinsumos para controle biológico. Sendo assim, os produtos fitossanitários registrados no Brasil somam 5.219 agrotóxicos e 485 bioinsumos. A classe agrônômica com o maior número de registros é a de herbicidas agrotóxicos com 33% do total geral. O percentual geral de bioinsumos para controle biológico registrados no Brasil corresponde a apenas 9% do total de produtos fitossanitários registrados no Brasil.

A Tabela 2 apresenta os totais de produtos registrados e suas relações com as classes agrônômicas distribuídas entre agrotóxicos e biológicos, tomando como base as informações do AGROFIT. Importante pontuar que os registros são classificados de forma distinta, assim um bioinsumo para controle biológico de ácaros estará registrado como acaricida microbiológico e os demais como acaricidas e assim por diante, destacando que agente de controle biológico, feromônio e outros são classes específicas para insumos biológicos.

Assim como ocorre a distinção no AGROFIT da nomenclatura entre os insumos biológicos e químicos, também está presente no estado de São Paulo, a partir da plataforma GEDAVE. O registro de agrotóxicos autorizados para uso no estado de São Paulo soma o total de 2.264 produtos fitossanitários distribuídos entre 1.953 agrotóxicos e 311 bioinsumos. Dentre tais distinções, por exemplo, os inseticidas, que além desta e de inseticida fumigante presentes no AGROFIT, há o acréscimo do inseticida para tratamento de semente, inseticida/cupinicida, inseticida biológico e inseticida microbiológico no GEDAVE.

Tabela 2 - Registro de produtos fitossanitários por classe agrônômica, totais e percentuais de participação dos bioinsumos para controle biológico, Brasil, janeiro de 2022

Classe agrônômica	Total por classe	Total produto	% Biológicos
Acaricidas	399	435	8%
Acaricida microbiológico	36		
Adjuvantes	17	17	-
Agente de controle biológico	63	57	100%
Ativador de planta	2	2	-
Bactericida	28	34	18%
Bactericida microbiológico	6		
Cana-de-açúcar OGM	0	0	-
Cupinicida	80	80	-
Desfolhante	0	0	-
Espalhante adesivo	0	0	-
Feromônio	46	46	100%
Formicida	106	106	-
Fungicida	1.154	1.218	5%
Fungicida microbiológico	64		
Herbicida	1.825	1.825	-
Inseticida	1.283		
Inseticida fumigante	9	1.512	15%
Inseticida microbiológico	220		
Moluscicida	2	2	-
Nematicida	46	96	52%
Nematicida microbiológico	50		
Regulador de Crescimento	107	107	-
Outro	0	0	-
Protetor de sementes	2	2	-
Regulador de crescimento	159	159	-
Regulador de crescimento biológico	0	0	-
Total geral de bioinsumos	485		9%
Total geral	5.704		

Fonte: Elaborada a partir de AGROFIT, 2022.

Dentre os bioinsumos a classe com maior representatividade é a de nematicida biológico e microbiológico que representam juntos 59%, seguidos dos inseticidas biológicos e microbiológicos que representam 28% do total. O percentual geral de bioinsumos no estado de São Paulo, portanto, corresponde a 14% de todos os produtos registrados em São Paulo, acima do acompanhando o cenário nacional. Entre os agrotóxicos, também o herbicida se destaca com 30% do total geral de fitossanitários do estado, conforme apresenta a Tabela 3. Diferente da plataforma nacional, a classe de microbiológico, químico, biológico entre outros aparece somente na plataforma de São Paulo.

Tabela 3 - Registro de produtos fitossanitários, por classe agrônômica, totais e percentuais de participação dos bioinsumos para controle biológico, estado de São Paulo

Classe agrônômica	Total por classe	Total produto	% Biológicos
Acaricida	153		
Acaricida microbiológico	22	178	14%
Acaricida biológico	3		
Adjuvante	0	0	-
Anti-brotante	0	0	-
Anti-vaporante	0	0	-
Ativador de planta	1	1	-
Bactericida	21	23	9%
Bactericida biológico	2		
Cupinicida	14	11	-
Desfolhante	0	0	-
Espalhante Adesivo	0	0	-
Formicida	12	12	-
Fungicida	464		
Fungicida microbiológico	43	509	9%
Fungicida bioquímico	2		
Herbicida	688	688	-
Inibidor de crescimento	1	1	-
Inseticida para tratamento de semente	3		
Inseticida	512		
Inseticida fumigante	4	663	22%
Inseticida/cupinicida	1		
Inseticida biológico	28		
Inseticida microbiológico	115		
Moluscicida	2	2	-
Nematicida	26		
Nematicida microbiológico	34	64	59%
Nematicida biológico	4		
Maturador de crescimento	1	1	-
Protetor de semente	1	1	-
Regulador de crescimento	49	49	-
Raticida	0	0	-
Agente de controle biológico	16	16	100%
Feromônio	33	40	100%
Feromônio sintético	7		
Cairomônio sintético	1	1	100%
Microbiológico	1	1	100%
Sintético	0	0	-
Químico	0	0	-
Biológico	0	0	-
Total geral de bioinsumos	311		14%
Total geral	2.264		

Fonte: Elaborada a partir de GEDAVE, 2022.

Considerando que são solicitadas cópias do Certificado de Registro do Produto no MAPA, da Bula aprovada pelo MAPA, do *layout* do Rótulo, da publicação do registro no Diário Oficial da União para o cadastro ou atualização de produtos na plataforma GEDAVE, as nomenclaturas entre as classes deveriam ser iguais aos registros nacionais; porém, o estado realiza em alguns casos, o registro dos mesmos produtos em classes diferentes a exemplo dos 13% do total de produtos indicado como inseticidas biológicos que constam como inseticidas microbiológicos no registro nacional.

Para o total de 2.920 produtos registrados no Paraná, os resultados alcançados apontam para 2.414 agrotóxicos e 506 bioinsumos. Da mesma forma, verifica-se semelhança entre o registro de São Paulo e do Brasil na distinção das classes de agrotóxicos e bioinsumos e entre as plataformas. Porém, no estado do Paraná há o acréscimo de classes como anti-brotante, agricultura orgânica e fito orgânica, dentro outras, que não são encontradas nas demais plataformas aqui trabalhadas.

A representatividade maior dos bioinsumos é a mesma da registrada em São Paulo e Brasil. O nematicida biológico com 29%, seguido de inseticida biológico com 15%. Sendo o percentual geral dos biológicos correspondente a 17% de todos os produtos registrados no Paraná, superior à participação registrada em São Paulo e no Brasil. Entre os agrotóxicos, o destaque também do herbicida com 26% do total geral de fitossanitários do estado conforme Tabela 4.

A média de oferta de bioinsumos entre as plataformas de registros aqui reunidas é de 13% do total de produtos fitossanitários disponíveis para os produtores rurais. Importante mencionar que no cenário dos agrotóxicos, a oferta de herbicidas é a mais representativa em todas as bases aqui estudadas com média de 30% de participação.

Como no Paraná os dados são consolidados a partir das informações recebidas através do SIAGRO pelas declarações de vendas destes insumos das empresas comerciantes e por não indicar obrigatoriamente o registro prévio nacional, há classes diferentes das informadas nas outras plataformas e com produtos a mais do que no estado de São Paulo.

Tabela 4 - Registro de produtos fitossanitários, por classe agrônômica, totais e percentuais de participação dos bioinsumos para controle biológico, estado do Paraná

Classe agrônômica	Total por classe	Total produto	% Biológicos
Acaricida	187	200	7%
Acaricida biológico	13		
Adjuvante	14	14	-
Agente biológico	21	21	100%
Agricultura orgânica	87	87	100%
Anti-brotante	1	1	-
Ativador de planta	1	1	-
Bactericida	23	23	-
Cupinicida	11	11	-
Dessecante	3	3	-
Espalhante adesivo	19	19	-
Estimulante	1	1	-
Feromônio	22	22	100%
Formicida	21	21	-
Fungicida	557	597	7%
Fungicida biológico	40		
Herbicida	769	769	-
Inseticida	697	820	15%
Inseticida biológico	123		
Lesmicida	1	1	-
Microbiológico	92	92	100%
Moluscicida	2	2	-
Não classificado	0	0	-
Nematicida	60	85	29%
Nematicida biológico	25		
Protetor de semente	1	1	-
Regulador de crescimento	46	46	-
Fito orgânico	83	83	100%
Total geral dos bioinsumos	506		17
Total geral	2.920		

Fonte: Elaborada a partir de CELEPAR, 2022.

No cenário geral, o estado do Paraná se destaca com 820 produtos da classe inseticida, 54% do registro nacional e 24% a mais do que em São Paulo. O mesmo ocorre para a classe fungicida onde o Paraná se destaca com 597 produtos, 49% da oferta nacional e 61% a mais do que em São Paulo.

Também, quanto à quantidade de variações em nomenclatura das classes maior nos estados, a exemplo dos bioinsumos no estado de São Paulo que distingue inseticidas entre biológico e microbiológico, sendo que no Paraná indica somente a oferta de inseticidas biológicos e no Brasil, a de inseticidas microbiológicos.

Assim, no Paraná, a classe de inseticida biológico possui 123 produtos, 16% a menos do que em São Paulo e representa 56% do registro nacional, onde também são destaques. Além da classe de feromônio, segunda maior participação no Brasil com 46 produtos, com 15% a mais do que em São Paulo e 109% a mais do que no Paraná, do qual a classe de microbiológicos, 92 produtos é a segunda maior em participação e a classe exclusiva de agricultura orgânica com 87 produtos como a terceira.

A representatividade de bioinsumos para controle biológico no cenário brasileiro de produtos fitossanitários se reflete também pela concentração menor em classes ofertadas, como a de feromônio, inseticida e fungicida microbiológico; em contra ponto com os agrotóxicos que possuem ofertas em todas as classes, a exemplo dos herbicidas em que não existe produto biológico disponível, sendo a classe que demanda mais produtos, ofertado em média a 28% para os estados mencionados.

Decorrentes as diferenças nas informações disponibilizadas em cada plataforma, o recorte detalhado dos ingredientes ativos mais ofertados de cada classe possibilitou a comparação entre as bases de informações do AGROFIT e GEDAVE. Para a plataforma CELEPAR, foi realizada a identificação da situação de liberação dos produtos de cada classe, em razão da ausência das informações sobre ingredientes ativos.

Para os bioinsumos, entre a classe de acaricidas são destaques: o acaricida microbiológico com o fungo *Beauveria bassiana* que está presente em 80% dos bioinsumos registrados no estado de São Paulo. Para o Brasil todos os produtos com esse fungo têm participação do isolado IBCB 66, cepa do Instituto Biológico. Entre os biológicos, exclusivo em São Paulo, se destaca o ácaro predador *Neoseiulus californicus*, como ingrediente ativo de 66% dos acaricidas biológicos.

Dentre os agentes de controle biológico, os macrobiológicos, com as vespas, a *Cotésia flavipes* se destaca como ingrediente ativo em 44% dos registros no Brasil, e a *Trichogramma pretiosum* com 56%. No estado de São Paulo, novamente a *Cotésia flavipes*, ocupa espaço, com 38%. Entre os bactericidas, todos utilizam a bactéria *Bacillus subtilis*; porém, é mencionada como microbiológico na plataforma nacional e como biológico no estado de São Paulo. Este mesmo ingrediente ativo é o mais representativo na classe dos nematicidas microbiológicos com 63% no Brasil.

Em feromônios, os destaques ficam para os acetatos; o (E)-8-dodecenila com participação em 13% dos bioinsumos para controle biológico registrados no Brasil. Para São Paulo estão o (E)-8-dodecenila com 16% e o (E, Z) -3,5-dodecadienila com 9%. Ainda em território paulista há o acréscimo da classe dos sintéticos com mix dos acetados: (z)-11-

hexadecenal e (z)-9-hexadecenal, com 57%. Dos fungicidas, os microbiológicos com o mesmo fungo *Trichoderma harzianum* representam 39% do total de registros no Brasil e 33% em São Paulo.

Para os inseticidas, o mesmo fungo, *Beauveria bassiana*, utilizado nos acaricidas, anteriormente mencionados, está presente em 33% dos microbiológicos no estado de São Paulo, e novamente tem destaque o isolado IBCB 66 com 24% para os registros em âmbito nacional. Para os biológicos, exclusivo na base de dados da plataforma paulista, a bactéria *Bacillus thuringiensis*, está presente em 36% dos registros.

Entre os nematicidas, além da mesma bactéria mencionada em bactericidas microbiológicos, no Brasil (*Bacillus subtilis*), há o microbiológico com a bactéria *Bacillus amyloliquefaciens* com 35% de participação em São Paulo. Para os biológicos a exclusividade da bactéria *Bacillus licheniformis* respondendo por 50% em São Paulo.

Por fim, as classes restantes são acréscimos da plataforma nacional, sendo encontrada somente na plataforma paulista as classes: um **caiomônio sintético** a base de etanol; **microbiológicos**, um produto com o fungo *Trichoderma harzianum* o mesmo mais representativo em fungicidas microbiológicos.

A Tabela 5 demonstra, especificamente, que a classe com maior número de registros de bioinsumos no Brasil é a de inseticidas microbiológicos com 45% do total de 485, seguida dos fungicidas microbiológicos e agentes de controle biológico com 13%, cada, a classe feromônio é mais variada de ingredientes ativos com 72% do total de 46 ingredientes ativos que compõem os bioinsumos para controle biológico, porém o fungo *Beauveria bassiana* ocupa espaço importante nos inseticidas microbiológicos.

Tabela 5 - Número de registros de bioinsumos para controle biológico por classe agrônômica e ingrediente ativo (IA) no Brasil

Classe agrônômica	Quant. Produtos	Quant. IA	Principal Ingrediente Ativo (IA)
Acaricidas microbiológicos	36	02	<i>Beauveria bassiana</i> , isolado IBCB 66
Agentes de controle biológico	63	12	<i>Cotesia flavipes</i>
Bactericidas microbiológicos	06	01	<i>Bacillus subtilis</i>
Feromônios	46	33	acetato de (E)-8-dodecenila
Fungicidas microbiológicos	64	15	<i>Trichoderma harzianum</i>
Inseticidas Microbiológicos	220	24	<i>Beauveria bassiana</i> isolado IBCB 66
Nematicidas microbiológicos	50	12	<i>Bacillus subtilis</i>

Fonte: Elaborada a partir AGROFIT, 2022.

Conforme Tabela 6, a classe que mais possui registros de bioinsumos para controle biológico no estado de São Paulo, também é a de inseticidas microbiológicos com 37% do total de 311, seguida dos fungicidas microbiológicos com 14% do total registrado e mais uma vez o fungo *Beauveria bassiana* tem destaque.

Tabela 6 - Número de registros de bioinsumos para controle biológico por classe agrônômica e ingrediente ativo (IA) no estado de São Paulo

Classe agrônômica	Quant. Produtos	Principal Ingrediente Ativo
Acaricidas microbiológicos	22	<i>Beauveria bassiana</i>
Agentes de controle biológico	16	<i>Trichogramma pretiosum</i>
Feromônios	33	acetatos de (E)-8-dodecenila
Fungicidas microbiológicos	43	<i>Trichoderma harzianum</i>
Inseticidas biológicos	28	<i>Bacillus thuringiensis</i>
Inseticidas microbiológicos	115	<i>Beauveria bassiana</i>
Nematicidas microbiológicos	34	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>
Acaricidas biológicos	03	<i>Neoseiulus californicus</i>
Bactericida biológico	02	<i>Bacillus subtilis</i>
Cairômonios sintético	01	Etanol
Feromônios sintéticos	07	(z)-11-hexadecenal
Fungicida bioquímico	02	<i>Reynoutria sachalinensis</i>
Microbiológicos	01	<i>Metarhizium anisopliae</i>
Nematicidas biológicos	04	<i>Bacillus licheniformis</i>

Fonte: Elaborada a partir GEDAVE, 2022.

Nota-se também que quanto à proporção de ingredientes ativos diferentes por classe de fitossanitários no registro nacional, os bioinsumos são inferiores aos seus equivalentes em agrotóxicos, conforme Tabela 7, há cerca de 20 vezes mais agrotóxicos em acaricidas do que em bioinsumos; seguidos de oito em bactericidas; sete em fungicidas e quatro vezes mais em inseticidas. Sendo, somente a classe dos nematicidas que possui quantidade igual.

As informações apontadas demonstram que entre as classes que não possuem produtos semelhantes tanto em agrotóxicos quanto em bioinsumos, os herbicidas se destacam entre os agrotóxicos com 29% e os feromônios entre os bioinsumos com 33%. Nos estados de São Paulo e Paraná, não foi possível realizar essa comparação, sendo somente indicado no AGROFIT à quantidade de ingredientes ativos para cada classe agrônômica.

Tabela 7 - Quantidades de ingredientes ativos (IA) diferentes por classe de insumo fitossanitário

Agrotóxicos	Total de IA	Bioinsumos	Total de IA
Equivalentes			
Acaricida	39	Acaricida microbiológico	2
Bactericida	8	Bactericida microbiológico	1
Fungicida	95	Fungicida microbiológico	15
Inseticida	76	Inseticida microbiológico	24
Inseticida fumigante	3		
Nematicida	12	Nematicida microbiológico	12
Específicas			
Ativador de planta	2	Outro	1
Adjuvante	2	Agente de controle biológico	12
Cupinicida	4	Feromônio	33
Espalhante adesivo	1		
Formicida	14		
Herbicida	116		
Moluscicida	1		
Regulador de crescimento	24		
Totais	397		100

Fonte: Elaborada a partir de AGROFIT, 2022.

O caminho percorrido deixa evidente que são poucos ingredientes ativos na composição do bioinsumos para controle biológico registrados no Brasil com indicação da sua procedência a partir de centros de pesquisas e com vínculos ao registro nos trâmites da especificação de referência, conforme mencionado anteriormente vinculados aos processos da agricultura orgânica. Conforme dados do AGROFIT: a *Beauveria bassiana* isolado IBCB 66 e o *Metarhizium anisopliae* isolado IBCB 425 são da Coleção de Fungos Entomopatogênicos “Oldemar Cardim Abreu” (CFEOCA) do Instituto Biológico, Centro de Pesquisa de Sanidade Animal (CAPSA), Unidade Laboratorial de Referência em Controle Biológico, Campinas – SP. (BRASIL, 2013, p.7).

Também, destaque o *Trichoderma stromaticum* isolado CEPLAC, do Laboratório de Biocontrole de Fitopatologia do Centro de Pesquisas do Cacau da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC) (BRASIL, 2013, p.7). Além do *Paecilomyces lilacinus* isolado UEL Pae 10, da Universidade Federal de Pernambuco: Micoteca URM²³ do Centro de Ciências Biológicas, Recife-PE (BRASIL, 2013, p.8).

O *Bacillus methylotrophicus* isolado UFPEDA20 e o *Bacillus subtilis* isolado UFPEDA764 são da Coleção de Micro-organismos UFPEDA, Departamento de Antibióticos, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE (BRASIL,

²³ Sigla de *University Recife Mycology* (DE SOUSA MOTA et. al, 2016).

2015, p. 38 e 39). Já o *Trichoderma asperellum* isolado URM-5911 da Micoteca URM, Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Micologia, Recife-PE (BRASIL, 2015, p.3). E por fim, o *Trichoderma harzianum* isolado IBLF006 da Coleção de fungos do Laboratório de Fitopatologia do Centro Experimental Central do Instituto Biológico, em Campinas, SP (BRASIL, 2015, p.39).

A *Beauveria bassiana* isolado CBMAI 1306 e o *Trichoderma asperellum*, isolado CBMAI 1622 são da Coleção Brasileira de Micro-organismos de Ambiente e Indústria (CBMAI) do Centro Pluridisciplinar de Pesquisas Químicas, Biológicas e Agrícolas (CPQBA/UNICAMP), com apoio da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) e Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) (CBMAI, 2002).

O *Clonostachys rosea* cepa CPQBA 040-11 DRM 07 é do Centro Pluridisciplinar de Pesquisas Químicas, Biológicas e Agrícolas UNICAMP, Paulínia – SP. (CPQBA, [2018]) e por fim, o *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* isolado HD-1 (S1450) da Coleção de Bactérias de Invertebrados da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia (Cenargen) / Brasília-DF (BRASIL, 2017, p. 32).

Para o recorte no estado do Paraná em que não é disponibilizada a relação dos ingredientes ativos, o levantamento ficou restrito às classes seguidas por sua situação de comercialização, o que resultou: 13 acaricidas biológicos (todos liberados); 21 agentes de controle biológico (todos liberados); 86 na agricultura orgânica, 99% liberados, 1% com restrição de uso²⁴; 22 feromônios, 82% liberados, 18% cancelados; 25 nematicidas biológicos, com 92% liberados e 8% com restrição de uso.

Entre as classes com mais produtos, 123 inseticidas biológicos (87% liberados, 3% com restrição de uso e 10% cancelados); 92 microbiológicos (96% liberados, 3% com restrição de uso e 1% cancelado); 40 fungicidas microbiológicos (90% liberados, 8% com restrição de uso e 2% cancelado); 83 como produtos fito orgânicos (98% liberados e 2% cancelados). A classe que mais possui registros de bioinsumos é a de inseticidas biológicos com 24% do total de 506, seguida dos produtos fito orgânicos com 16%.

Conforme a Tabela 8, dentre 100 alvos biológicos registrados e distribuídos em 485 produtos fitossanitários considerados como bioinsumos, os dez principais insetos, são quatro espécies de cigarrinhas (*Deois flavopicta*, *Mahanarva fimbriolata*, *Zulia entreriana*, *Dalbulus maidis*), uma mariposa (*Diatraea saccharalis*), um ácaro (*Tetranychus urticae*), duas

²⁴ Conforme Celepar (2021) produtos com a indicação “liberados com restrição de uso” se referem ao produto liberado parcialmente para alvos biológicos específicos.

lagartas (*Spodoptera frugiperda*, *Helicoverpa armigera*), uma mosca (*Bemisia tabaci* raça B) e um cupim (*Cornitermes snyderi*), com destaque para a cigarrinha-das-pastagens *Deois flavopicta* com 56 produtos registrados. Indicando que entre os alvos biológicos, a distribuição na oferta é mais homogênea entre as espécies.

Tabela 8 - Posição dos dez principais alvos biológicos com registro de produtos considerados bioinsumos

Posição	Espécie (Nome comum)	Quant.	%
1º	<i>Deois flavopicta</i> (Cigarrinha das pastagens)	56	12%
2º	<i>Bemisia tabaci</i> raça B (Mosca branca)	55	11%
3º	<i>Tetranychus urticae</i> (Ácaro-rajado)	55	11%
4º	<i>Mahanarva fimbriolata</i> (Cigarrinha-da-raiz)	51	11%
5º	<i>Dalbulus maidis</i> (cigarrinha-do-milho)	46	9%
6º	<i>Spodoptera frugiperda</i> (Lagarta-militar)	46	9%
7º	<i>Diatraea saccharalis</i> (Broca-da-cana)	42	9%
8º	<i>Zulia entreriana</i> (Cigarrinha-das-pastagens)	42	9%
9º	<i>Cornitermes snyderi</i> (Cupim de montículo)	38	8%
10º	<i>Helicoverpa armigera</i> (Lagarta-do-algodão)	36	7%

Fonte: Elaborada a partir AGROFIT, 2022.

Na comparação entre os dados veiculados pelo AGROFIT do MAPA, GEDAVE da CDA e do CELEPAR do ADAPAR, é possível verificar, portanto, que a maior representatividade em produtos biológicos registrados, está na classe de inseticidas biológicos (4%) no estado do Paraná e na classe de inseticidas microbiológicos no país (4%), assim como no estado de São Paulo (6%). Reforçando a diferença entre os filtros para as categorias de classes em que há somente cinco classes em comum nas plataformas (FIGURA 2).

Detalhadamente no GEDAVE há dezoito classes que não são encontradas no AGROFIT, sendo elas: acaricida biológico, anti-brotante, anti-vaporante, bactericida biológico, feromônio sintético, fungicida bioquímico, inibidor de crescimento, inseticida para tratamento de sementes, inseticida/cupinicida, inseticida biológico, microbiológico, nematicida biológico, maturador de crescimento, raticida, cairomônio sintético, sintético, químico e biológico. Somente a classe de bactericida microbiológico, cana-de-açúcar OGM e outro/bioquímico se encontra no sistema AGROFIT.

Com relação ao CELEPAR, há doze classes não encontradas no AGROFIT, sendo elas: acaricida biológico, anti-brotante, dessecante, estimulante, fungicida biológico, inseticida biológico, lesmicida, microbiológico, não classificado, nematicida biológico, agricultura orgânica e fito orgânico. Novamente, somente a classe de bactericida microbiológico e outro/bioquímico se encontra no sistema AGROFIT.

Entre os sistemas GEDAVE e CELEPAR, há dezenove classes no CELEPAR que não são encontrados no GEDAVE, sendo eles: acaricida microbiológico, anti-vaporante, bactericida biológico, desfolhante, feromônio sintético, fungicida microbiológico, fungicida bioquímico, inibidor de crescimento, inseticida para tratamento de sementes, inseticida fumigantes, inseticida/cupinicida, inseticida microbiológico, nematicida microbiológico, maturador de crescimento, raticida, cairomônio sintético, sintético, químico e biológico. Somente são encontradas as classes, lesmicida, não classificado, agricultura orgânica e a de fito orgânico são encontradas no CELEPAR.

O registro dos produtos formulados no conjunto dos bioinsumos para controle biológico apresenta assimetria da nomenclatura adotada nas diferentes bases de informações. Essa característica expõe a ausência de harmonização entre as normas que regulam o registro em âmbito nacional e suas interações com as práticas realizadas nas unidades da federal, condição que não está presente no conjunto de registros dos agrotóxicos. Os desdobramentos podem influenciar a compreensão das informações por parte dos usuários, dificultando a identificação do produto para controle biológico adequado ao propósito pretendido. Nessa perspectiva, observa-se o posicionamento, ainda carente de definições e elementos que posicionem os bioinsumos em um ambiente dominado pelo regime tecnológico pautados nos agrotóxicos, evidenciando lacunas a serem tratadas em políticas públicas que possam incentivar a mudança tecnológica a partir de estruturas que ofereçam segurança e padrões normativos, conforme aponta Rodriguez (2018), fundamentais no desenvolvimento de tecnologias portadoras das premissas de sustentabilidade.

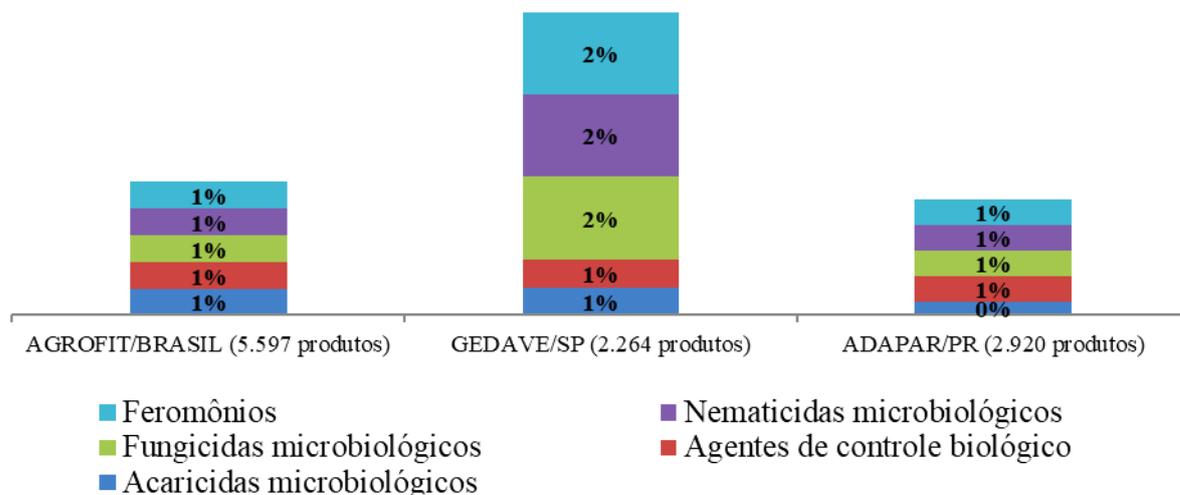


Figura 2 - Comparação bioinsumos registrados nos sistemas AGROFIT, GEDAVE E CELEPAR que possuem as mesmas classes em comum.

Fonte: Elaborada a partir AGROFIT, CELEPAR e GEDAVE, 2022.

Dentre o total de 485 produtos registrados de todas as classes agronômicas destinadas aos bioinsumos para controle biológico no Brasil, as empresas que mais se destacam nesse ambiente são: a Koppert e Simbiose que detém 6%, cada do total de registros de bioinsumos para controle biológico; seguida da Vittia e Agrobiológica com 5%, cada, da Ballagro e Biotrop com 4%, cada e a Promip com 3% do total. Cabe ressaltar que nesse universo de produtos registrados foram identificadas 100 empresas. A Tabela 9 apresenta a participação das dez principais empresas detentoras de registros de produtos para controle biológico.

Tabela 9 - Posição das dez principais empresas detentoras de registros de produtos para controle biológico no Brasil, janeiro de 2022

Posição	Empresas	Quant.	%
1°	Koppert do Brasil Holding Ltda.	31	6%
2°	Simbiose Indústria e Comércio de Fertilizantes e Insumos Microbiológicos Ltda.	27	6%
3°	Vittia Fertilizantes e Biológicos S.A. - São Joaquim da Barra.	26	5%
4°	Agrobiológica Sustentabilidade S.A.	23	5%
5°	Ballagro Agro Tecnologia Ltda. - Bom Jesus dos Perdões/SP.	18	4%
6°	Biotrop Soluções Biológicas e Participações Ltda.	17	4%
7°	Promip Manejo Integrado de Pragas Ltda.	14	3%
8°	Agrivalle Brasil Industria e Comercio de Produtos Agricolas S.A.	11	2%
9°	Lallemand Soluções Agrobiológicas Ltda - Patos de Minas/MG.	12	2%
10°	TOPBIO - Insumos Biológicos Indústria e Comércio Ltda – Tibau/RN.	12	2%

Fonte: Elaborada partir de AGROFIT, 2022.

Quando considerados os produtos registrados no âmbito federal e também no estado de São Paulo, os resultados apontam que dentre as dez empresas de maior destaque detentoras de registro, está a Bio Controle com 7%, seguida da Ballagro com 5%, da Biotrop, Isca e Agrobiológica com 4%, cada, depois o restante com 2%. Em território paulista o total de 311 produtos registrados para controle biológico é distribuído em 71 empresas, 29% menor que o contabilizado no conjunto de registros nacionais, indicando assim que parte das empresas atua em outros estados e não necessariamente desenvolve ações e estratégias de oferta dos seus produtos para controle biológico no estado de São Paulo. Tanto assim, que conforme apresenta a Tabela 10, o posicionamento das principais empresas atuantes no estado de São Paulo é distinto do verificado em âmbito nacional, porém, cabe destacar que a empresa Bio Controle ocupa posição importante no cenário nacional, em segundo lugar e, em São Paulo, ocupa o primeiro lugar.

Tabela 10 - Posição das dez principais empresas detentoras de registros de produtos para controle biológico no estado de São Paulo, fevereiro de 2022

Posição	Empresas	Quant.	%
1º	Bio Controle - Métodos de Controle de Pragas Ltda.	22	7%
2º	Ballagro Agro Tecnologia Ltda. - Bom Jesus dos Perdões/SP.	14	5%
3º	Biotrop Soluções Biológicas e Participações Ltda.	13	4%
4º	Isca Tecnologias Ltda.	12	4%
5º	Agrobiológica Sustentabilidade S.A.	11	4%
6º	Agbitech Controles Biológicos Ltda.	7	2%
7º	Agrivalle Brasil Indústria e Comercio de Produtos Agrícolas S.A.	6	2%
8º	Koppert do Brasil Holding Ltda.	6	2%
9º	Biocontrol Sistema de Controle Biológico Ltda (Matriz).	6	2%
10º	JB Biotecnologia Ltda.	5	2%

Fonte: Elaborada a partir de GEDAVE, 2022.

Para o estado do Paraná do total de 506 produtos ofertados, o destaque as empresas Koppert com 13%; Simbiose com 8%; Ballagro com 7%; Promip com 6%; Lallemand e Agrobiológica com 5%, cada; Biovalens com 4% e o restante com 3%, num total de 49 empresas (Tabela 11). Apesar da quantidade maior em produtos, o total de empresas é 31% menor do que em São Paulo e 51% menor da oferta nacional, indicando que o cenário de bioinsumos paranaense é mais concentrado do que os outros, enquanto três empresas somam 25% deste mercado; em São Paulo precisa de seis empresas e no Brasil cinco para atingir esse valor.

Tabela 11 - Posição das dez principais empresas detentoras de registros de produtos para controle biológico no estado do Paraná, maio de 2021

Posição	Empresas	Quant.	%
1º	Koppert do Brasil Holding Ltda.	65	13%
2º	Simbiose Indústria e Comércio de Fertilizantes e Insumos Microbiológicos Ltda.	32	6%
3º	Ballagro Agro Tecnologia Ltda.	29	6%
4º	Promip Manejo Integrado de Pragas Ltda.	26	5%
5º	Lallemand Soluções Agrobiológicas Ltda.	23	5%
6º	Agrobiológica Sustentabilidade S.A.	19	4%
7º	Biovalens Ltda.	17	3%
8º	Bio Controle - Métodos de Controle de Pragas Ltda.	15	3%
9º	Agrivalle Brasil Indústria e Comércio de Produtos Agrícolas Ltda.	14	3%
10º	Innova Ltda.	13	3%

Fonte: Elaborada a partir CELEPAR, 2022.

Considerando então, o registro nacional, paulista e paranaense, a empresa que mais se destaca é a Koppert que aparece em primeiro lugar no Brasil e no Paraná, em oitavo lugar no estado São Paulo. A maioria das empresas informadas em ambos os sistemas são as mesmas, com poucas variações de representatividade para cada um dos estados analisados.

Entre as 97 empresas registrantes no Brasil em se tratando do regime tecnológico dominante, os agrotóxicos, a empresa Syngenta, seguido da UPL e da Adama se destacam com 3% cada do total de 5.112 produtos (Tabela 12). A maioria destas empresas possui bioinsumos também em seus registros, a exemplo da própria Syngenta com 1% de bioinsumos em seu portfólio de produtos. Dentre o restante, somente as empresas Adama e Dow são exclusivas no registro de agrotóxicos. Quando se trata de bioinsumos, o cenário é inverso, somente as empresas Isca e a Biotrop são comuns entre os segmentos, expondo, assim, a formação de empresas voltadas, especialmente, aos bioinsumos para controle biológico.

Tabela 12 - Posição das dez principais empresas detentoras de registros de produtos para controle químico no Brasil

Posição	Empresas	Quant.	%
1º	Syngenta Proteção de Cultivos Ltda. – São Paulo.	185	3%
2º	UPL do Brasil Indústria e Comércio de Insumos Agropecuários S.A. - Ituverava.	183	3%
3º	Adama Brasil S.A. – Londrina.	164	3%
4º	Sumitomo Chemical Brasil Indústria Química S.A. - Maracanaú/CE.	138	2%
5º	FMC Química do Brasil Ltda. – Campinas.	133	2%
6º	Basf S.A. – São Paulo.	127	2%
7º	Dow Agrosiences Industrial Ltda. - Barueri (Alphaville).	115	2%
8º	Nortox S.A. – Arapongas.	83	1%
9º	Bayer S.A. - São Paulo/ SP.	81	1%
10º	Iharabras S.A. Indústria Química – Sorocaba.	67	1%

Fonte: Elaborada a partir AGROFIT, 2022.

Em muito se assemelha o estado de São Paulo aos registros nacionais de agrotóxicos, conforme Tabela 13. Do total de 1.953 produtos distribuídos em 93 empresas, quatro empresas a mais do que no registro do Brasil, indicando que algumas empresas já definem suas estratégias de atuação centradas no estado de São Paulo do que no âmbito nacional. Dentre as principais, novamente a Syngenta está em primeiro lugar com 7%, seguida da UPL com 6%, tendo algumas trocas de posições como a Basf em terceiro lugar, enquanto no registro geral está em sexto lugar. A única empresa que difere é a Ouro fino aparecendo em nono lugar no lugar e a Adama em terceiro lugar no Brasil.

Tabela 13 - Posição das dez principais empresas detentoras de registros de produtos para controle químico no estado de São Paulo

Posição	Empresas	Quant.	%
1º	Syngenta Proteção de Cultivos Ltda.	142	7%
2º	UPL do Brasil Indústria e Comercio de Insumos Agropecuários S.A.	113	6%
3º	Basf S.A.	119	6%
4º	Sumitomo Chemical do Brasil Representações Ltda.	102	5%
5º	Dow Agrosiences Industrial Ltda.	78	4%
6º	FMC Química Do Brasil Ltda.	76	4%
7º	Nortox S/A.	74	4%
8º	Bayer S. A.	61	3%
9º	Ouro Fino Química S.A.	62	3%
10º	Iharabras S.A. Indústrias Químicas.	55	3%

Fonte: Elaborada a partir de GEDAVE, 2022.

Com relação ao estado do Paraná, entre 2.414 agrotóxicos distribuídos em 112 empresas, 19 empresas a mais do que em São Paulo e 15 a mais do que no registro nacional,

curiosamente ao pesquisá-las na plataforma nacional, são localizadas, mas sem retorno de registro de produto no âmbito nacional. Em termos gerais no Paraná, esse mercado é dominado por seis empresas com mais de 100 produtos (Tabela 14).

Tabela 14 - Posição das dez principais empresas detentoras de registros de produtos para controle químico no estado do Paraná

Posição	Empresas	Quant.	%
1º	Syngenta Proteção de Cultivos Ltda.	179	7%
2º	FMC Química do Brasil Ltda.	124	5%
3º	UPL do Brasil Ind. e Com de Insumos Agropecuários S.A.	128	5%
4º	Basf S.A.	129	5%
5º	Adama Brasil S/A.	129	5%
6º	Dow Agrosiences Industrial Ltda.	102	4%
7º	Bayer S/A.	40	2%
8º	Nortox S.A.	76	3%
9º	Iharabras S.A. Indústrias Químicas.	73	3%
10º	Sumitomo Chemical Brasil Ind. Química S.A.	66	3%

Fonte: Elaborada a partir de CELEPAR, 2022.

Entre todas as empresas de destaque, a maioria possui registros tanto em bioinsumos quanto em agrotóxicos em todas as bases de informações estudadas, somente as empresas Lallemand e Promip são exclusivas para insumos biológicos e as empresas Adama²⁵; Dow; Ouro Fino e Iharabras são exclusivos para insumos químicos.

Porém, dentre as principais empresas que atuam entre ambos os setores (Tabela 15), a participação em bioinsumos é muito aquém dos agrotóxicos, por exemplo, a representatividade dos bioinsumos nas empresas Syngenta e UPL não ultrapassa 1%. O destaque, somente para as empresas Sumitomo e Basf, que possuem 5% e 3% de participação de bioinsumos, respectivamente.

²⁵ Em 2020, a Adama passou a fazer parte da Syngenta Group (ADAMA, 2020).

Tabela 15 - Comparação entre quantidades de produtos agrotóxicos e de bioinsumos das principais empresas detentoras de registro nacional de produtos fitossanitários

Empresas	Agrotóxicos	Bioinsumos	%
Sumitomo Chemical Brasil Indústria Química S.A. - Maracanaú/CE.	138	7	5%
Basf S.A. – São Paulo.	127	4	3%
FMC Química do Brasil Ltda. – Campinas.	133	3	2%
Bayer S.A. - São Paulo/ SP.	81	2	2%
Syngenta Proteção de Cultivos Ltda. – São Paulo.	185	2	1%
UPL do Brasil Indústria e Comércio de Insumos Agropecuários S.A. - Ituverava.	183	1	1%
Iharabras S.A. Indústria Química – Sorocaba.	67	1	1%

Fonte: Elaborada a partir de AGROFIT, 2022.

Ainda considerando os agrotóxicos, mas na classificação toxicológica, do total de registros em seus diferentes níveis apontam que para a classe V, que indica a improvável causa de dano agudo é a mais representativa com 40% dos produtos agrotóxicos registrados no Brasil (Tabela 16). Para o estado de São Paulo, essa mesma classificação reúne 44% dos produtos e no Paraná, 23%; porém, com uma diferença de menos 3%, a classe toxicológica III, moderadamente tóxico também se destaca neste estado com 20% do total.

Tabela 16 - Comparação do percentual de agrotóxicos por classe toxicológica no Brasil e nos estados de São Paulo e Paraná

Classificações	Brasil	São Paulo	Paraná
Extremamente Tóxico (I)	4%	2%	19%
Altamente Tóxico (II)	6%	5%	11%
Moderadamente Tóxico (III)	10%	9%	20%
Pouco Tóxico (IV)	34%	32%	23%
Improvável de Causar Dano Agudo (V)	40%	44%	23%
Não classificado	7%	8%	5%

Fonte: Elaborada a partir de AGROFIT; CELEPAR e GEDAVE, 2021.

Cabe evidenciar haver o registro de produtos considerados mais tóxicos em todas as plataformas. As classes com mais produtos extremamente tóxicos são os herbicidas, especialmente os formulados a partir de dicloreto de paraqueto com 31% do total nacional e do 2,4 D com 27% no estado de São Paulo.

Entre as outras classes com essa classificação, há pouca variação entre os ingredientes ativos, por exemplo, o mancozebe que se destaca entre os registros nacionais nos formicidas (31%) e no estado de São Paulo entre os acaricidas (67%); cupinícidas (29%) e

bactericidas (100%). A abamectina presente no Brasil entre as classes de nematicidas (80%); acaricidas (40%); inseticidas (27%) e na região paulista entre os nematicidas (100%).

O fosfeto de alumínio é outro ingrediente presente entre os cupinicidas (56%); formicidas (43%) e inseticidas fumigantes (60%). No estado de São Paulo, em inseticidas (27%) e inseticidas fumigantes (75%). Por fim, o metilciclopropeno em 100% dos reguladores de crescimento no Brasil e São Paulo.

No Paraná, não foi possível realizar o levantamento por distinção entre ingredientes ativos e sim por situação do registro: liberado, cancelado, suspenso e com restrição de uso. Sendo o estado com maior percentual em produtos registrados, considerados extremamente tóxicos com 19% em comparação aos dados nacionais e do estado de São Paulo. Porém, desse percentual elevado, alguns estão cancelados para a comercialização. Entre 43 acaricidas (53%); dois adjuvantes (todos); oito espalhantes adesivos (todos); 72 fungicidas, (51%); 129 herbicidas (33%); 127 inseticidas (46%); 17 nematicidas (65%) e quatro reguladores de crescimento (50%).

Ao considerar somente os produtos liberados, esse percentual cai para 11% (174 produtos); porém continua sendo o maior percentual. Tais produtos se enquadram em toxicidade aguda oral, cutânea, inalatória; à exposição repetida de órgão-alvo específico; carcinogênico; que provoca corrosão, irritação e sensibilização cutânea, ocular e sérios danos nos olhos/efeitos irreversíveis; sensibilização respiratória; efeitos genotóxicos (mas sem evidências de causar mutagenicidade em células germinativas) e potencial toxicidade reprodutiva (BRASIL, 2019a).

Com relação ao total de bioinsumos a classificação toxicológica mais representativa é a de pouco tóxico com 39% no Paraná e a de não classificados igualmente no Brasil e no estado de São Paulo com 45%, cada (Tabela 17).

A distribuição dos produtos e de seus ingredientes ativos registrados pelas classes mais tóxicas é mais diversificada. A classificação III (moderadamente tóxico) possui como ingredientes ativos nos fungicidas microbiológicos, um produto com o fungo *Trichoderma harzianum* tanto no registro nacional quanto paulista. Dois inseticidas microbiológicos, a bactéria *Bacillus amyloliquefaciens* e o fungo *Metarhizium anisopliae* isolado IBCB 425 no Brasil e um produto indicado como atrazina²⁶ no estado de São Paulo.

²⁶ Cadastro 2486. Este ingrediente ativo foi informado na categoria de inseticida microbiológico no sistema GEDAVE; porém, este mesmo produto (cadastro 8818) está informado como herbicida no sistema AGROFIT, levando ao questionamento se foi um erro ou um registro intencional.

Um nematicida microbiológico, o fungo *Paecilomyces lilacinus* no Brasil e três feromônios com os ingredientes ativos: grandlure, malationa, metanol, metonil e etanol no registro nacional e um produto paulista com os ingredientes ativos: glandlure e malationa que se enquadram com efeitos de curta duração a órgão-alvo específico e o potencial de provocar irritação cutânea leve (BRASIL, 2019a).

No Paraná, entre os 3% de produtos extremamente tóxicos, que estão liberados para comercialização: dois feromônios (50%) e dez inseticidas biológicos (10%). Entre os 1% altamente tóxicos: três inseticidas biológicos (33%). Destacando que entre as classes exclusivas desta plataforma, a **agricultura orgânica** e a de **fito orgânico** possuem um produto de igual marca comercial, a AZACT CE²⁷. Nesta classificação toxicológica, todos os produtos se enquadram como produtos considerados por toxicidade aguda oral, cutânea, inalatória; à exposição repetida de órgão-alvo específico; produto carcinogênico; que provoca corrosão, irritação e sensibilização cutânea, ocular e sérios danos nos olhos/efeitos irreversíveis; sensibilização respiratória; efeitos genotóxicos (mas sem evidências de causar mutagenicidade em células germinativas) e potencial toxicidade reprodutiva (BRASIL, 2019a).

Tabela 17 - Comparação do percentual de bioinsumos por classe toxicológica no Brasil e nos estados de São Paulo e Paraná

Classificações	Brasil	São Paulo	Paraná
Extremamente Tóxico (I)	-	-	3%
Altamente Tóxico (II)	-	-	1%
Baixa exposição para uso restrito em armadilhas (*)	9%	1%	-
Moderadamente Tóxico (III)	1%	1%	5%
Pouco tóxico (IV)	14%	16%	39%
Improvável de causar dano agudo (V)	30%	30%	25%
Não classificado	45%	45%	27%
Não determinado devido à natureza do produto	-	8%	-

Fonte: Elaborada a partir de AGROFIT; CELEPAR e GEDAVE, 2021.

Com relação à classificação ambiental, foi possível somente o levantamento do registro nacional realizado e organizado no AGROFIT. Dentre os agrotóxicos, a classe mais representativa é de produtos considerados muito perigosos ao meio ambiente com 57%. Porém, há a indicação de 5% de produtos altamente perigosos distribuídos entre: fluazinam com 25% dentre cinco acaricidas e 45% dentre 11 fungicidas; o fipronil com 33% entre nove cupinidas e 19% entre 84 inseticidas. Seguidos das cipermetrinas, 25% dos 24 formicidas; amicarbazona

²⁷ O registro igual de marca comercial e empresa em mais de uma categoria de classe, se mostrou recorrente entre os dados observados,

com 24% dos 17 herbicidas; fosfeto de magnésio com 75% dos quatro inseticidas fumigantes e os ingredientes: fenamifós, metam-sódico, benfuracarbe e bifentrina entre quatro nematicidas (FIGURA 3).

Do total de bioinsumos, os produtos considerados pouco perigosos ao meio ambiente representam 97%, entretanto há dois produtos feromônios (metanol e metonil) com classificação II (muito perigoso ao meio ambiente). Indicando que mesmo a maioria classificados como pouco perigosos ao meio ambiente e não classificados como tóxicos, não se pode considerar ou validar de que todos os bioinsumos são totalmente seguros com relação à sua exposição, assim como a que todos os agrotóxicos são tóxicos e perigosos ao meio ambiente(FIGURA 3).

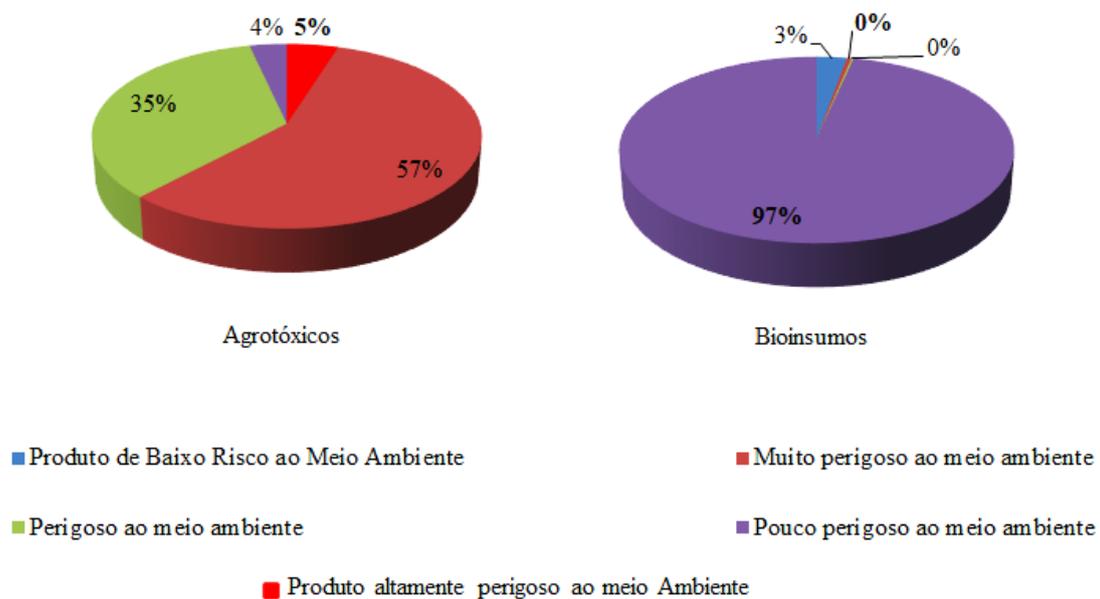


Figura 3 - Representação comparativa do percentual de agrotóxicos e bioinsumos por classe ambiental no MAPA/Brasil.

Fonte: Elaborada a partir de AGROFIT, 7 maio 2021.

O que difere entre eles é a dosagem formulada e da aplicação utilizada excessivamente. Sendo assim, é importante enfatizar o controle de qualidade e da mão de obra tecnicada presentes entre os usuários mais comuns, os produtores rurais.

5.3 Demanda: vendas de bioinsumos para controle biológico

Nesse espaço é discutida a necessária compreensão dos recortes da demanda por produtos fitossanitários envolvendo as principais culturas exploradas pela agricultura brasileira

e os montantes em valores envolvidos nesses recortes. A subseção apresenta e analisa resultados alcançados com o tratamento das informações disponibilizadas pelos boletins anuais sobre produção, importação, exportação e vendas de agrotóxicos, componentes e afins no Brasil, disponibilizados pelo IBAMA. O levantamento realizado está alinhando às informações disponíveis, distribuídas e organizadas em duas subseções. A primeira trata da evolução das vendas de agrotóxicos, que considera os dados gerais, incluindo químicos e biológicos, os semioquímicos e microbiológicos, assim como a participação dos dez principais ingredientes ativos e a participação por unidade da federação. A segunda subseção busca discutir elementos da produção nacional, importação, exportação e vendas internas, também a partir de informações disponibilizadas pelo IBAMA e complementadas com a relação dos principais países importadores e exportadores conforme o COMEXSTAT.

5.3.1 Comercialização de ingredientes ativos: agrotóxicos e bioinsumos

As informações dispostas a seguir sobre a comercialização de agrotóxicos e afins caracterizam a demanda por insumos fitossanitários com ênfase nos bioinsumos para controle biológico. Assim como preconizado pelo IBAMA, a consolidação dessas informações de caráter público auxilia no aperfeiçoamento do conhecimento sobre o emprego dessas tecnologias de controle de pragas e doenças na agricultura e em outros setores, além de subsidiar a realização de estudos e a tomada de decisões.

A Figura 4 demonstra a evolução no crescimento das vendas em agrotóxicos e afins, ou seja, são considerados aqui os volumes de vendas de todos os produtos fitossanitários, sem distinção entre químicos e biológicos. A série indica uma variação de crescimento aproximada de 8% ao ano neste período de 11 anos, destaque o volume de 686 mil toneladas registradas em 2021, um aumento de 124% se comparado ao ano de 2009.

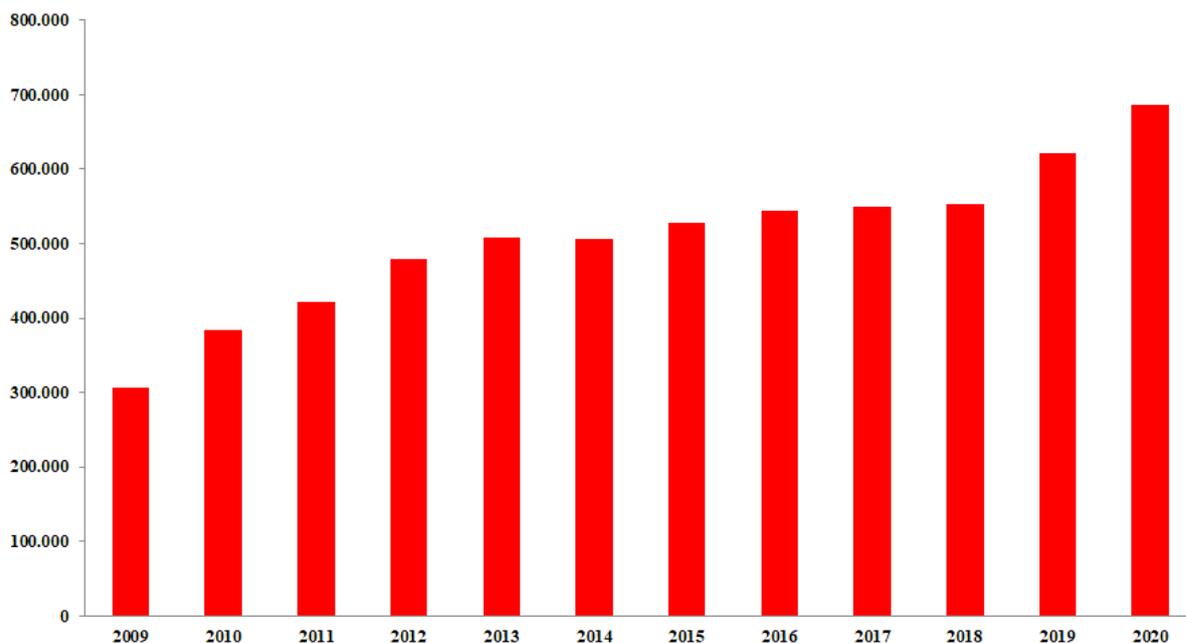


Figura 4 - Vendas de agrotóxicos e afins no Brasil no período de 2009 a 2020, em tonelada de ingrediente ativo. Fonte: Elaborada a partir de IBAMA, 10 fevereiro 2022.

Para análise dos bioinsumos é importante lembrar que o IBAMA consolida as informações com base nos volumes de vendas em produtos que possuem ingredientes ativos com no mínimo três empresas registrantes. Sendo assim, apenas as classes de semioquímicos e de microbiológicos que compreendem o período de 2014 a 2020 são contempladas em seus boletins. Em se tratando de semioquímicos, a partir do ano de 2016 ocorrem involuções desses bioinsumos, com destaque para os dois últimos anos. Em 2019 houve um decréscimo de 34% e em 2020, aumento de 14% no consumo, diferente do aumento de 895% registrado em 2016 (FIGURA 5).

Quanto a isso, em 2015, foi notada pelo IBAMA essa diferença ao qual solicitou esclarecimentos junto às empresas registrantes desses produtos. Porém, as mesmas informaram que tais valores foram devidamente declarados na ocasião do envio dos relatórios semestrais, portanto, segue sem uma especificação do porquê de tal aumento. Cabe ainda considerar a indicação da oferta nacional da classe de feromônios (47%) ser a mais representativa entre os bioinsumos registrados no conjunto de informações nacionais.

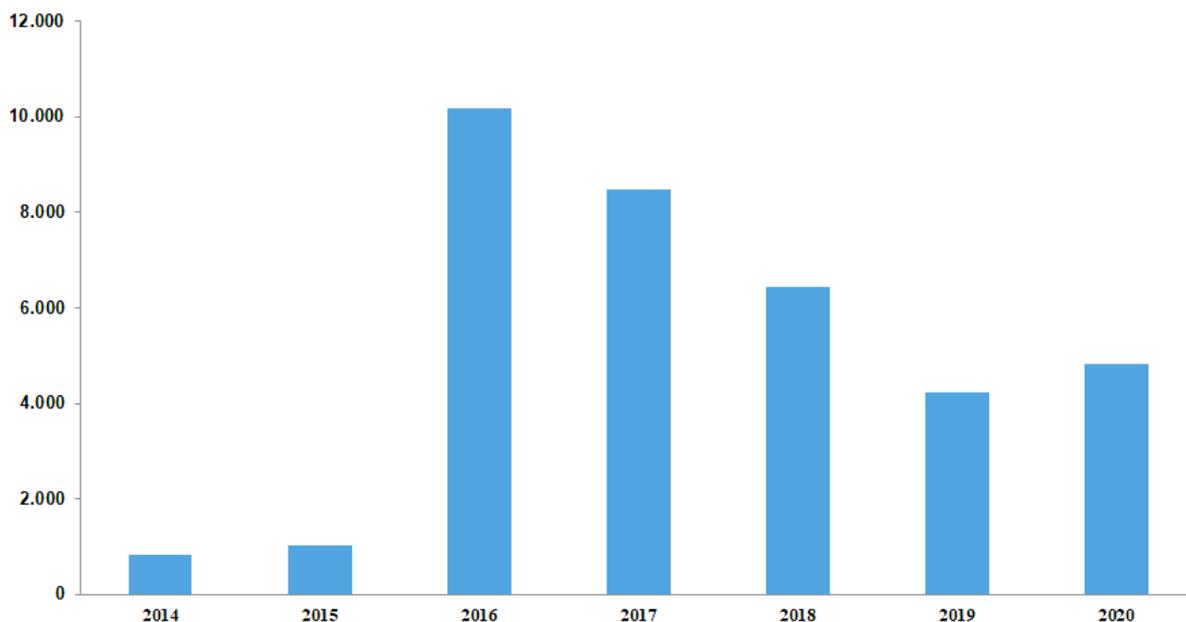


Figura 5 - Venda de semioquímicos em kg de Ingrediente ativo (2014 - 2020).
Fonte: Elaborada a partir de IBAMA, 10 fevereiro 2022.

Importante mencionar que, segundo o IBAMA, boletim de 2019, muitos dos produtos semioquímicos apresentam baixas concentrações de ingredientes ativos utilizados em suas formulações, mas há concentrações que atingem até 900 g/kg; esse detalhe pode influenciar na quantidade demandada destes insumos. Ainda assim, a taxa média de alta nas vendas dos semioquímicos, a partir de 2016, é de 15% ao ano.

No caso dos microbiológicos, ocorre uma variação aproximada de crescimento em 43% ao ano a partir de 2018, especialmente pelo aumento de 74% só neste mesmo ano (FIGURA 6). A queda brusca indicada em 2015 é explicada pelo IBAMA, em 04 de maio de 2021, devido ao surto da praga *Helicoverpa armigera* (lagarta), em que foi declarada emergência fitossanitária em vários estados brasileiros e o controle biológico foi adotado como umas das medidas de combate a esta praga em 2013 e 2014, aumentando as vendas nesse período.

Para o aumento em 2018, foi informado pelo IBAMA, no boletim de 2018, que esta ocorrência no aumento de 73% em vendas nacionais está associada ao aumento no número de registro do mercado nacional de novos ingredientes ativos como: os inseticidas microbiológicos *Autographa californica multiple nucleopolyhedrovirus (AcMNPV)*, *baculovirus chrysoideixis includens (ChinNPV)* e, nematicida microbiológico *Trichoderma koningiopsis*.

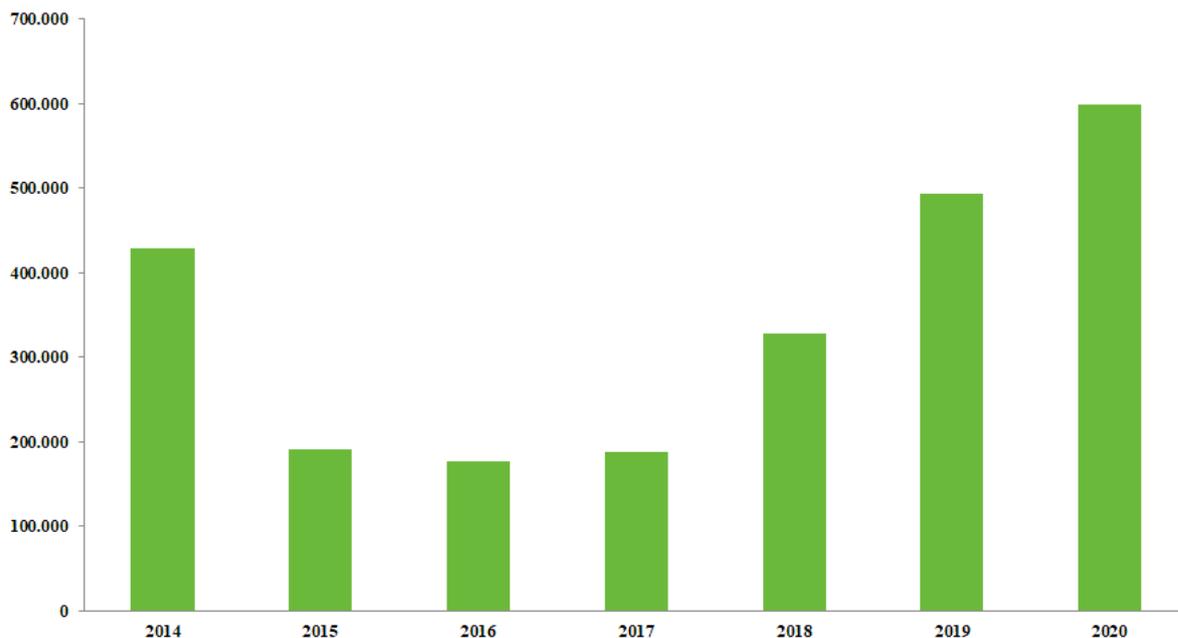


Figura 6 - Venda de microbiológicos em kg de Ingrediente ativo (2014 - 2020).

Fonte: Elaborada a partir de IBAMA, 10 fevereiro 2022.

Dentre os volumes totais comercializados dos insumos fitossanitários, o IBAMA também consolida a representatividade dos dez principais ingredientes ativos. Considerando as informações do IBAMA, na somatória do período de 2014 a 2020, conforme apresenta a Tabela 18, os herbicidas se destacam a partir do glifosato e seus sais que ocupa o primeiro lugar, seguido do 2,4-D, que se mantiveram respectivamente nestas mesmas posições nos seis anos consecutivos.

Cabe destacar que a somatória somente destes dois ingredientes corresponde a 64% do total de vendas dos principais ingredientes ativos. Também é importante indicar que estes são dentre os agrotóxicos e afins, considerados como agrotóxicos, ou seja, não se enquadram nas classes de controle biológico, como os semioquímicos, microbiológicos ou agentes biológicos de controle.

Tabela 18 - Posição dos dez ingredientes ativos fitossanitários mais vendidos no Brasil, por classe, em toneladas de ingredientes ativos (IA), 2014-2020

Posição	Classe	IA	Vendas (ton. IA)
1º	Herbicida	Glifosato e seus sais	1,4 milhões
2º	Herbicida	2,4-D	354 mil
3º	Acaricida/Fungicida	Mancozebe	238 mil
4º	Acaricida/Inseticida	Acefato	181 mil
5º	Herbicida	Atrazina	172 mil
6º	Acaricida/Adjuvante/Fungicida/Inseticida	Óleo mineral	115 mil
7º	Adjuvante/Inseticida	Óleo vegetal	65 mil
8º	Herbicida	Dicloreto de paraquate	64 mil
9º	Acaricida/Formicida/Inseticida	Clorpirifós	53 mil
10º	Inseticida	Imidacloprido	47 mil

Fonte: Elaborada a partir do IBAMA e AGROFIT, 2022.

Ao se relacionar a representatividade do glifosato entre a oferta e demanda deste insumo químico, na plataforma AGROFIT, o glifosato está dividido em seis tipos: Glifosato, Glifosato Sal de Dimetilamina, Glifosato-sal de amônio, Glifosato-Sal de Di-amônio, Glifosato-sal de isopropilamina e Glifosato-sal de potássio. Quando reunidos somam um total de 115 produtos registrados, distribuídos em 35 empresas, onde a Monsanto²⁸ aparece como a maior detentora (18%), seguida pela Nufarm com 11% e Albaugh com 10%, as outras empresas estão distribuídas com variações entre 6% e 1%.

Em se tratando de vendas totais de ingredientes ativos específicos por UF, na somatória do período de 2009 a 2021, a classe herbicida também se destaca entre o glifosato e o 2,4, principalmente no estado do Mato Grosso. Nas outras regiões, se difere nos estados de São Paulo e Rio Grande do Sul, com os acaricidas/fungicidas - enxofre e mancozebe, respectivamente, como o segundo ingrediente ativo mais representativo e o acaricida/inseticida – malationa entre os sem dados. Sendo importante pontuar que o estado de Mato Grosso, Região Centro-Oeste, apresenta o maior volume de vendas totais, um milhão de toneladas, conforme mostra a Figura 7.

Cabe lembrar que Mato Grosso, também, é o estado com o maior VBP do país em 2020, sendo a cultura da soja a mais representativa com 23% de VBP do total de lavouras no levantamento de 2021. Mato Grosso é seguido pelos estados do Paraná, Região Sul, com a

²⁸ Segundo Pelaez e Mizukawa (2017), a Monsanto foi pioneira entre os anos 1980 e 1990, no desenvolvimento de cultivares de soja, resistentes a herbicidas com base no glifosato.

soja (62%) dentre suas lavouras e o estado de São Paulo, Região Sudeste, com maior representatividade na cultura da cana-de-açúcar de 21% do VBP dentre as lavouras.

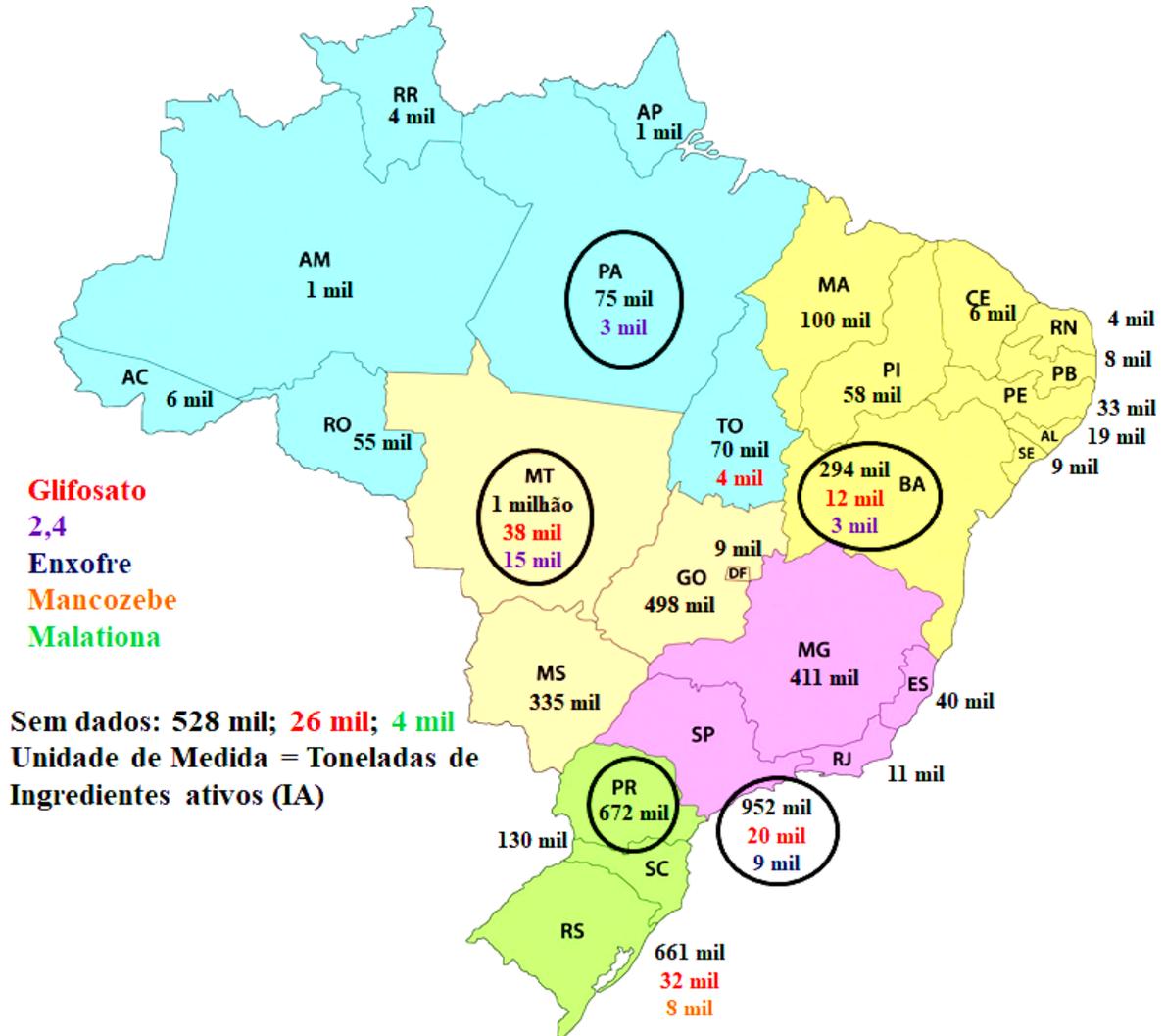


Figura 7 - Vendas de agrotóxicos, os dois principais ingredientes ativos por Unidade Federativa; em toneladas.
 Fonte: Adaptado de IBAMA, 2022.

Em especial, nos estados de São Paulo e Paraná, a posição entre os ingredientes ativos acompanha o cenário nacional em que os herbicidas se destacam entre os mais comercializados, particularmente, o glifosato na primeira posição, conforme Tabela 19. A partir da segunda posição, os ingredientes ativos se diferenciam entre estes estados, com destaque para o enxofre em segundo lugar em São Paulo e o 2,4 no Paraná. O volume de vendas do glifosato no Paraná é maior, com 134 mil toneladas a mais do que em São Paulo, seguido do 2,4 D com 10 mil toneladas. No mais o território paranaense supera os volumes comercializados dos outros ingredientes, lembrando que os ingredientes ativos: glifosato, 2,4 D, óleo mineral e mancozebe são os únicos em comum entre os destaques desses estados.

Tabela 19 - Comparação da posição dos dez ingredientes ativos fitossanitários mais vendidos nos estados de São Paulo e Paraná, por classe, em toneladas de ingredientes ativos, 2014-2020

Posição	Ingrediente Ativo	São Paulo	Ingrediente Ativo	Paraná
1º	Glifosato	44 mil	Glifosato	178 mil
2º	Enxofre	37 mil	2,4-d	47 mil
3º	2,4-d	15 mil	Acefato	25 mil
4º	Oxicloreto de cobre	14 mil	Mancozebe	23 mil
5º	Diurrom	13 mil	Atrazina	19 mil
6º	Mancozebe	10 mil	Dicloreto de paraquate	11 mil
7º	Clorotalonil	9 mil	Óleo mineral	11 mil
8º	Tebutiurrom	6 mil	Imidacloprido	7 mil
9º	Óleo mineral	6 mil	Óleo vegetal	5 mil
10º	Ametrina	2 mil	Carbendazim	4 mil

Fonte: Elaborada a partir do IBAMA, 2022.

As informações e resultados explorados nessa subseção enfatizam a importância de compreender a relação da oferta e demanda com o consumo dos insumos fitossanitários. Toma forma, então, a necessidade de explorar o consumo a partir das importações, as exportações registradas e as principais atividades agrícolas envolvidas. A próxima subseção explora esses conjuntos de informações.

5.3.2 Produção nacional, importação, exportação e venda interna

A produção nacional, importação, exportação e venda interna ingredientes ativos, aqui relaciona: agentes químicos, físicos ou biológicos dos agrotóxicos e afins, que por sua vez são diferenciados entre produtos técnicos, originados de matérias-primas por processo químico, físico ou biológico e destinados à formulação ou pré-misturas cuja composição contenha o ingrediente ativo e as impurezas definidos, podendo conter outros produtos como estabilizantes e isômeros; produtos formulados, agrotóxico ou afim originado de produto técnico ou de pré-mistura, químicos ou biológicos.

No período de 2017 a 2021, entre os agrotóxicos e os países com valores mais expressivos em exportação são liderados pela Argentina com uma soma aproximada em US\$ 183 milhões e nas importações, os Estados Unidos com um bilhão de dólares. Essas informações posicionam a dependência brasileira do mercado externo. Em se tratando dos bioinsumos, o destaque é do Paraguai com a exportação totalizando uma soma aproximada de

três milhões de dólares. Com relação importações, não foi identificado entre registros qualquer menção específica para os bioinsumos (COMEXSTAT, 2020).

Os dados disponibilizados pelo IBAMA informam que no ano de 2009 a produção nacional para produtos técnicos que era de 110 mil toneladas de ingredientes ativos foi diminuindo até o ano de 2011 quando foram produzidas 59 mil toneladas, variação de 46%. Posteriormente, houve aumento entre os anos de 2012 com 71 mil toneladas, variação de 20% e no ano de 2013 com 124 mil toneladas, variação de 76%. Porém, de 2014 em diante foi intercalando entre aumentos e decréscimos até o último ano alcançar um total de 84 mil toneladas em 2020, variação de 2%.

Essas variações demonstram que ao longo dos últimos dez anos o país vem diminuindo a produção de produtos técnicos, o que difere da realidade de produtos formulados que vêm crescendo a uma média 6% ao ano, sendo o registro de 281 mil toneladas em 2009 e de 503 mil toneladas em 2020, variação de 79%. Ressaltando que no ano de 2013 foi indicado um aumento de 53% de vendas para os inseticidas. Segundo IBAMA (2020), tal condição, pode estar relacionado a inúmeros fatores como, por exemplo, o Ato nº 15, de 14/03/2013 que autoriza em caráter temporário de emergência, a produção, distribuição e uso de inseticidas específicos no combate a lagarta do gênero *Helicoverpa*, praga que causou sérios danos às diversas culturas, em especial, soja, milho e algodão.

Partindo da verificada dependência externa brasileira, em especial das matérias-primas em produtos técnicos, observa-se o aumento na produção de produtos fabricados e o incremento das importações destes insumos. Sendo assim, com relação à importação de produtos técnicos, em contra ponto a sua produção, as importações vêm crescendo a média 11% ao ano: em 2009 foram 109 mil toneladas e 278 mil toneladas em 2020, variação de 155%.

Da mesma forma, a evolução nas importações de produtos formulados atinge a média de 13% ao ano, sendo em que em 2009 era 53 mil toneladas e em 2019, 186 mil toneladas, variação de 250%. Mesmo essa variação em produtos formulados, maior do que nos produtos técnicos, em questão de volume, faz sentido o aumento nas importações de produtos técnicos necessários como matéria-prima para os produtos formulados.

Tanto as produções quanto a importação, estão relacionadas com as vendas internas e as exportações. Para os produtos técnicos, o consumo interno segue crescendo, sendo 101 mil toneladas registradas em 2009 e com 26 mil toneladas em 2020, mesmo com variação em 73%, permanece em crescimento a uma média de 2% ao ano. Acompanhando esse crescimento estão os produtos formulados, que registraram 300 mil toneladas em 2009 e 686 mil toneladas em 2020, variação de 128% a média anual de 8%.

A mesma lógica do decréscimo na produção nacional é verificada para a exportação de produtos técnicos, com nove mil toneladas enviadas para o exterior em 2009 e três mil toneladas em 2020. Em relação aos produtos formulados, anualmente a variação média é pequena (1%), intercalando entre subidas e descidas, sendo registradas nove mil toneladas em 2009 e seis mil toneladas em 2020, variação de 32%.

Tendo como parâmetro a análise mais detalhada dos últimos três anos, a Tabela 20 mostra pequena variação entre os anos. Em 2019 houve aumento de 1% na importação de produtos técnicos e de 13% para produtos formulados. Porém, no ano de 2019 a variação foi bem menor em produtos técnicos com 1% e maior em produtos formulados com 19%.

Na produção nacional em 2019, houve queda nos produtos técnicos em 3% e um aumento de 19% para formulados. Já em 2020, aumento de 20% para os técnicos e aumento de 2% para os produtos formulados. Para as exportações, em 2019, queda de 30% em produtos técnicos e aumento de 4% em produtos formulados. Em 2020, novamente queda de 30% em produtos técnicos e queda em 22% em produtos formulados. Por fim, nas vendas internas, aumento de 16% em produtos técnicos em 2019 e de 13% em 2020; dos produtos formulados, aumento de 16% em 2019 e de 11% em 2020, ou seja, inconstantes variações de ano a ano.

Nesse sentido, fica evidente que de forma geral, o Brasil depende mais de produtos técnicos, sendo a maior parte de agroquímico. Isso reflete em mais produção de formulados. Para atender o consumo interno, apesar da dependência maior de produtos técnicos, também há dependência considerável de produtos formulados. Possivelmente essa dependência maior em produtos técnicos e acompanha o aumento do consumo em vendas internas.

Tabela 20 - Produção, Importação, Exportação e Vendas de Ingredientes Ativos (2018 a 2020) por unidade de medida em toneladas por ingrediente ativo dos agrotóxicos e afins

Ano	Produtos Técnicos			Produtos Formulados		
	2018	2019	2020	2018	2019	2020
Produção Nacional	72 mil	70 mil	84 mil	417 mil	494 mil	503 mil
Importação	273 mil	276 mil	278 mil	144 mil	171 mil	186 mil
Exportação	10 mil	7 mil	3 mil	8 mil	8 mil	6 mil
Vendas Internas	236 mil	273 mil	26 mil	549 mil	621 mil	686 mil

Fonte: Elaborada a partir do IBAMA, 2022.

Entre as informações específicas para bioinsumos, há somente o detalhamento da produção, importação, exportação e vendas internas de produtos técnicos para as classes de semioquímicos e microbiológicos por unidade de medida em kg de ingredientes ativos.

A consolidação realizada pelo IBAMA se inicia em 2014, quando para os semioquímicos se produziu 372 kg e teve a importação de 548 kg, sendo consumidos 830 kg em vendas internas. Para os microbiológicos, a produção foi de 68 mil quilos e importação de 408 mil quilos para o consumo de 429 mil quilos em vendas internas. Em ambas as classes o registro de exportação não foi significativo, sendo abaixo de zero para os semioquímicos e somente o registro de valores acima de quatro mil quilos em 2016; mil quilos em 2018 e cinco mil quilos em 2019. Portanto, o país se destaca bem mais na comercialização de microbiológicos.

Posteriormente, ocorrem registros intercalados entre aumento e queda para os semioquímicos e de crescimento para os microbiológicos. A partir dos parâmetros de registro dos últimos três anos se obtêm uma ideia melhor do comportamento de consumo destas classes.

Em 2018 observou-se acréscimo de 63% na produção, 262% na importação, 288% na exportação e 74% nas vendas internas em comparação ao ano 2017 para microbiológicos; seguindo em crescimento no ano de 2019, com surpreendente aumento de 591% na exportação comparado a 2018, conforme Tabela 21. Para os semioquímicos, no entanto, não há muita variação, indicando quedas sequenciais, apesar da importação registrada de oito mil quilos em 2017, mas que seguiu para quatro mil quilos em 2019, variação 51%.

Diferente do comportamento geral de comercialização entre produtos técnicos e produtos formulados que acomodam em sua maioria os agrotóxicos, no cenário específico para os bioinsumos, o país produz mais e pouco necessita recorrer às importações. Porém, desse conjunto de demanda, atende-se muito mais ao consumo de vendas internas do que para envio

ao exterior através de exportações, que apesar de serem menores em comparação às vendas internas, são mais significativos nos microbiológicos do que no registro geral.

Tabela 21 - Produção, Importação, Exportação e Vendas de Ingredientes Ativos (2017 a 2019) por unidade de medida em kg por ingrediente ativo de microbiológicos e semioquímicos

	Microbiológicos			Semioquímicos		
	2017	2018	2019	2017	2018	2019
Produção Nacional	136 mil	222 mil	327 mil	360	160	139
Importação	35 mil	126 mil	151 mil	8 mil	6 mil	4 mil
Exportação	195	756	5 mil	0	0	0
Vendas Internas	189 mil	328 mil	493 mil	8 mil	6 mil	4 mil

Fonte: Elaborada a partir do IBAMA, 4 maio 2021.

Essas informações demonstram o potencial de tendência de crescimento dos bioinsumos, especialmente, de microrganismos, apesar da proporção ainda menor quando comparada ao setor de agrotóxicos. Sendo o interesse deste estudo em bioinsumos, conforme disponibilidade de dados a partir do COMEXSTAT.

Na análise complementar a partir dos dados do COMEXSTAT e no recorte do comércio externo de agrotóxicos. A Figura 8 apresenta os principais países que importam e exportam ao Brasil, relacionando o período de 2018 a 2021, os valores e as principais classes trabalhadas.

		Classes	Principal País	2018 (US\$)	2019 (US\$)	2020 (US\$)	2021 (US\$)
Agrotóxicos	Exportação	Acaricida	México	1 milhão	1 milhão	2 milhões	2 milhões
		Fungicida	Argentina	46 milhões	48 milhões	39 milhões	10 milhões
		Herbicida	Argentina	67 milhões	53 milhões	37 milhões	48 milhões
		Inseticida	Paraguai	4 milhão	10 milhões	7 milhões	12 milhões
		Nematicida	Paraguai	2 mil	298 mil	236 mil	344 mil
		Regulador de crescimento	México	398 mil	2 milhões	692 mil	183 mil
	Importação	Acaricida	China	3 milhões	3 milhões	4 milhões	2 milhões
		Fungicida	França	135 milhões	206 milhões	155 milhões	138 milhões
		Herbicida	China	126 milhões	150 milhões	176 milhões	377 milhões
		Inseticida	Estados Unidos	369 milhões	502 milhões	446 milhões	477 milhões
		Nematicida	Israel	12 milhões	7 milhões	6 milhões	5 milhões
		Regulador de crescimento	Estados Unidos	36 milhões	19 milhões	18 milhões	23 milhões

Figura 8 - Quadro com os valores de FOB (US\$) de exportação e importação para as classes de agrotóxicos. Fonte: COMEXSTAT, 2022.

Entre os países que se destacam nas importações, ou seja, dos quais adquirimos mais produtos, estão a China, França, Estados Unidos e Israel, que somados em 2021 chegam ao montante de US\$ 1 bilhão. Porém, mesmo sendo, apenas 12% do valor das importações, o Brasil também exporta, principalmente para os países do México, Argentina e Paraguai, que reunidos somam US\$ 103 milhões obtidos em 2021. Sendo assim, o Brasil oferta mais insumos e produtos para os países em desenvolvimento e depende mais destes itens dos países desenvolvidos, especialmente das classes de agrotóxicos: herbicidas, fungicidas e inseticidas.

Com relação aos dados específicos para os bioinsumos, o destaque é o NCM 38089191, inseticida à base de acefato ou de *Bacillus thuringiensis*, apresentado de outro modo, sendo o único item identificado, relacionado a produtos de origem biológica. Nesta análise foi possível representar todos os países que importam e exportam bioinsumos ao Brasil, conforme Figura 9.

Classes		Principal País	2018 (US\$)	2019 (US\$)	2020 (US\$)	2021 (US\$)		
Bioinsumos	Exportação	Inseticida	Chile	537 mil	226 mil	85 mil	235 mil	
			Bolívia	76 mil	129 mil	197 mil	266 mil	
			Paraguai	74 mil	132 mil	256 mil	1 milhão	
			Angola	11 mil	972	4 mil	-	
			Grécia	292	-	-	-	
			Panamá	38	-	-	-	
			Marshall, Ilhas	10	-	-	-	
			Gana	-	1 mil	-	-	
			Bahamas	-	14	-	-	
			Marshall Ilhas	-	-	13	-	
			Equador	-	-	53	-	
			Argentina	-	-	-	141 mil	
	Importação			Índia	78 milhões	75 milhões	93 milhões	108 milhões
				China	31 milhões	54 milhões	54 milhões	38 milhões
Estados Unidos				4 milhões	9 milhões	5 milhões	9 milhões	

Figura 9 - Quadro com os valores de FOB (US\$) de exportação e importação para as classes de bioinsumos. Fonte: COMEXSTAT, 10 fevereiro 2022.

Dentre os países dos quais adquirimos mais produtos, estão a Índia, China, Estados Unidos, que somados em 2021 chegam ao montante de US\$ 155 milhões. Porém, 1% desse valor em importações, o Brasil exporta, principalmente para os países do Chile, Bolívia e Paraguai, que reunidos somam US\$ 2 milhões obtidos em 2021.

A partir de SINDIVEG (2020), quando considerada a somatória do total de vendas no período disponibilizado de 2010 a 2017, observa-se na ordem demonstrada na Figura 10, a soja em primeiro lugar com vendas em 39 bilhões de dólares, seguida pela cana-de-açúcar e algodão. A integração dessas informações das 10 culturas mais produzidas no Brasil com os

10 ingredientes ativos mais comercializados, resulta em padrão apresentado na Figura 11. É possível notar o glifosato e dicloreto de paraquate estão presentes segundo ao AGROFIT (2021) nas culturas mais produzidas e, somente o óleo mineral se encontra presente nas culturas de café, citros e o óleo vegetal presente somente na cultura dos citros.

Posição	Cultura	Somatória (dólares)
1°	Soja	39 bilhões
2°	Cana-de-açúcar	8 bilhões
3°	Algodão	6 bilhões
4°	Milho Safrinha	4 bilhões
5°	Milho Safra	3 bilhões
6°	Café	2 bilhões
7°	Trigo/Aveia/Centeio/Cevada	1,8 bilhões
8°	Pastagem	1,8 bilhões
9°	Feijão	1,7 bilhões
10°	Citros	1,6 bilhões

Figura 10 – Quadro representando a posição das 10 culturas mais vendidas no período somado de 2010 a 2017
Fonte: Elaborada a partir de SINDIVEG, 2020.



Figura 11 - Representação dos 10 ingredientes ativos presentes nas 10 principais produções agrícolas no Brasil
Fonte: Elaborada a partir do AGROFIT, 2021 e SINDIVEG, 2020.

No recorte de bioinsumos, a Croplife Brasil (2012), indica que o aumento na comercialização de defensivos biológicos tem sido impulsionado principalmente pela adoção por parte dos produtores de grandes culturas, como novamente a soja, cana-de-açúcar entre outros. A utilização de bioinsumos no cultivo da soja varia em média com crescimento de 44% ao ano conforme registro dos últimos três anos, seguidos no cultivo de cana-de-açúcar com variação média de 20%.

Salientando que os bioinsumos foram adotados há mais tempo pelos produtores de hortifrúti (HF), mesmo já sendo utilizado em 50% da área plantada com banana e mamão no Brasil, o seu crescimento anual não é tão expressivo como o observado nas culturas de soja, cana e milho; conforme informações da Croplife Brasil (2021).

Destacando que na América Latina, o Brasil é líder na adoção de bioinsumos para controle biológico e possui a expectativa de crescimento de adoção de bio defensivos ainda maior para os próximos anos nessas principais culturas (CROPLIFE BRASIL, 2021).

Considerando a soja como a principal produção da agricultura brasileira e líder em comercialização, a base de informações do AGROFIT aponta como opções de origem natural de controle biológico para a soja, um total de 14 produtos distribuídos em nove empresas. O *Trichoderma asperellum* como ingrediente ativo com maior representatividade em 36% (Figura 12), porém ele é classificado como um fungicida microbiológico e o restante dos ingredientes ativos como inseticidas microbiológicos.

Segundo Bortoloti, Sampaio e Fredo (2020) de um total obtido de 650 registros considerados bioinsumos para os bio defensivos para diversas culturas diferentes, o maior número registrado foi de bio inseticidas e inseticidas microbiológicos com 26% em ambos, tendo por ingredientes ativos o *Bacillus thuringiensis* com 55%, fungos *Beauveria bassiana* com 8% e *Metarhizium anisopliae* com 10% do total registrado.

Cultura da Soja		
Classe	Ingrediente Ativo	%
Inseticida Microbiológico	<i>Autographa californica multiple nucleopolyhedrovirus (AcMNPV) + Baculovirus Spodoptera frugiperda + Baculovirus Chrysodeixis includens + Baculovirus Helicoverpa armigera</i>	7%
Inseticida Microbiológico	<i>Baculovirus Anticarsia</i>	29%
Inseticida Microbiológico	<i>Baculovirus Chrysodeixis includens + Baculovirus Helicoverpa armigera</i>	14%
Inseticida Microbiológico	<i>Baculovirus Chrysodeixis includens</i>	14%
Fungicida Microbiológico	<i>Trichoderma asperellum</i>	36%

Figura 12 - Quadro representado os ingredientes ativos registrados para cultura de Soja.

Fonte: Elaborada a partir da AGROFIT, 2021.

De forma complementar, a partir de SINDIVEG (2020), a cultura com a maior área tratada com produtos fitossanitários é a soja com 848 mil hectares e o milho com 227 mil hectares registrados em 2020. No comparativo do percentual de 2019 para 2020, somente houve variação nas culturas da cana de 4% para 9%; algodão de 7% para 9% e batata, cebola e frutas de 3% para 2%.

Dentre os dados divulgados ainda, em SINDIVEG (2020), as classes dos inseticidas; herbicidas e de outros que compreendem os adjuvantes e reguladores de

crescimento se destacam entre as classes com as maiores áreas tratadas acima de 24% no registro de 2020. Em se tratando de valor do produto aplicado em milhões US\$, o destaque vai para a classe de fungicidas com 31% do total de US\$ 13,5 milhões de dólares, mas quando a respeito da quantidade de volume de produto aplicado por toneladas, os herbicidas se destacam com 48% do total de 1.052.520 milhões de toneladas em 2020.

A perspectiva de crescimento em 2020 acompanha para o registro de bioinsumos, segundo Sindiveg (2020) foi a maior com 94 produtos biológicos comparado com os 40 produtos registrados em 2019, variação de 135% (Figura 13). Em contra ponto, mesmo o segmento dos agrotóxicos serem superiores à oferta de bioinsumos para controle biológico, os agrotóxicos obtiveram uma redução com 8% de 399 registrados em 2020 para os 433 em 2019. Com relação ao tempo médio na fila para registro, também os bioinsumos crescem com a média de um ano diferente da média de seis anos para agrotóxicos, demonstrando que os bioinsumos possuem melhores oportunidades para expansão e de investimentos tanto para as empresas já atuantes quanto para empresas novas.

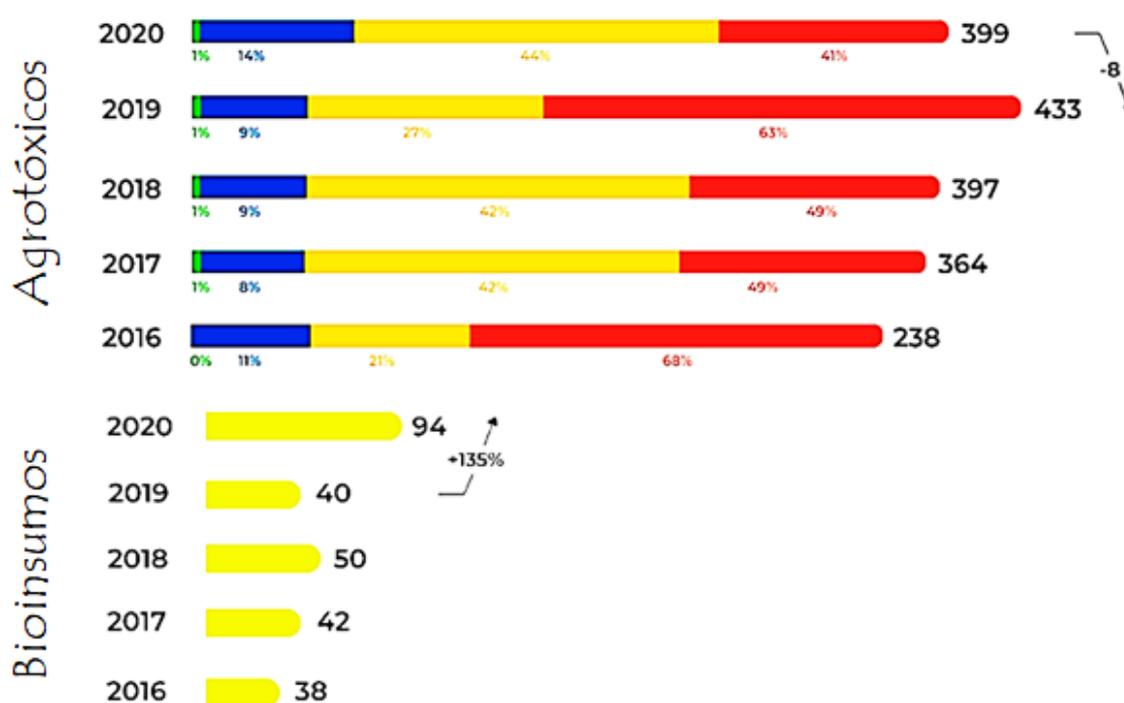


Figura 13 - Quantidades de produtos registrados de agrotóxicos e bioinsumos no período de 2016 a 2020.
Fonte: Adaptado a partir de SINDIVEG, 2020.

Mesmo com os recortes de informações sobre o mercado de bioinsumos para controle biológico, indicando oportunidades de crescimento nos principais cultivos associados às *commodities* e a produção de hortaliças e frutas, verifica-se, ainda, a necessidade de

investimentos e estruturação de levantamentos sistemáticos de dados para subsidiar estudos, análises e construir estratégias para o segmento. Na busca por explorar possibilidades e caminhos para superação dos desafios colocados às tecnologias inseridas em processos de transição tecnológica e de convivência com regimes sociotécnicos dominantes, a próxima subseção apresenta e discute opiniões de agentes atuantes em diferentes áreas envolvendo os bioinsumos para controle biológico.

5.4 Oportunidades e estratégias de desenvolvimento para o controle biológico

Essa seção apresenta e discute os resultados alcançados com a execução da quarta etapa de pesquisa proposta. Essa fase foi conduzida a partir do método RAAIS que possibilita identificar oportunidades e ações estratégicas que possam contribuir para o desenvolvimento tecnológico de diferentes atividades. Dessa forma, a partir dos resultados alcançados nas etapas anteriores, tratados aqui, como diagnóstico, foram construídos questionamentos submetidos a grupos de indivíduos com experiências e interesses distintos no desenvolvimento dos bioinsumos.

Os indivíduos foram agrupados em *stakeholders*, *researchers* e *policymakers* e suas opiniões coletadas por meio de reunião em teleconferência e respostas redigidas. A abordagem por meio de convite enviado por e-mail e também em ferramentas de contato disponíveis no ambiente das redes sociais foi dirigida a um total de catorze e selecionados a partir de amostra por conveniência.

Esse processo contou com a participação de cinco indivíduos, sendo um *stakeholder* que atua na área de produção agrícola da Confederação Nacional da Agricultura (CNA), por meio de teleconferência; dois *researchers*, sendo um vinculado ao Departamento de Entomologia e Acarologia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (Esalq), da Universidade de São Paulo (USP), que atua em pesquisa com macrorganismos e outro do Instituto Biológico atuante em pesquisa com microrganismos para controle biológico, ambos participaram em ambiente virtual, teleconferência. Por fim, a participação de dois *policymakers*, que atuam junto ao Conselho Estratégico do Programa Nacional de Bioinsumos (PNB) que coordena as ações e a estratégias de implementação do programa ao nível nacional e internacional.

Os resultados foram organizados conforme a ordem dos questionamentos e a partir da identificação e tratamento da convergência das opiniões coletadas e apontamento de opiniões divergentes e diferenciadas.

A **primeira questão** colocada abordou temas relacionados ao marco regulatório nas suas dimensões de desenvolvimento, registro e comercialização de agrotóxicos, colocando aos participantes, que a inclusão dos bioinsumos para controle biológico na regulação vigente vem sendo trabalhada por meio de decretos e instruções normativas na busca por tratar as características dos bioinsumos, distintas dos agrotóxicos, estratégia adotada, principalmente, a partir de 2006, para então, solicitar a opinião sobre essa realidade.

Na opinião dos entrevistados mesmo com as importantes iniciativas realizadas, a estrutura normativa, dificilmente conseguirá acompanhar o crescimento do mercado já existente para produtos biológicos. Além disso, foi evidenciado o conflito de interesses entre as partes envolvidas e que a fragilidade regulatória amplia as possibilidades de conflitos.

A expectativa é de que seja construída uma legislação específica para regular os bioinsumos, não muito burocrática, porém bem detalhada através de lei para os biológicos, tratando macrorganismos e microrganismos em separado de outros produtos naturais, a exemplo, de extratos e óleos essenciais. Da mesma forma, os participantes indicam que a legislação adotada para agrotóxicos sintéticos não pode ser simplesmente aplicada aos biológicos, pelo fato de que parte das regras não tem sentido no contexto dos biológicos, a exemplo de semioquímicos e dos macrorganismos.

Outra importante inferência entre os participantes em comentário à atual regulação destaca a garantia de qualidade dos bioinsumos para controle biológico, permitindo, o aumento do portfólio desses produtos. Pois, a falta de qualidade dos bioinsumos foi levantada como um dos mais graves problemas, comprometendo a credibilidade desses produtos em expansão.

Tais colocações foram acompanhadas de comentários sobre a crescente pirataria de produtos com eficiência duvidosa ou até mesmo acarretando riscos para a saúde e ao meio ambiente pela proliferação de agentes contaminantes. Os entrevistados comentaram sobre a não exigência de registro em produções *on farm*, portanto de testes de eficiência, toxicidade e ambiental em produções próprias, indicando a necessidade de normatização da produção e uso dos bioinsumos *on farm*.

No **segundo questionamento** envolveu a coleta de opinião sobre os aspectos que condicionam o registro de bioinsumos para controle biológico caracterizado pela concentração em poucos produtos, especialmente, na classe de inseticidas microbiológicos, fungicidas microbiológicos, feromônios e em poucos ingredientes ativos, como *Beauveria bassiana*, *Bacillus thuringiensis* e *Bacillus subtilis* e pouquíssimos macrorganismos como as vespas *Cotesia flavipes* e *Trichogramma pretiosum*.

Os entrevistados indicaram que tal realidade decorre da semelhança e condições existentes das especificações de referência para esses organismos, que torna mais fácil e rápido o processo de registro de microrganismos, principalmente dentre alguns fungos e bactérias já bem descritos na literatura científica e também, amplamente conhecidas as suas características de produção e uso.

Essas condições são fortalecidas por pontuais similaridades com a indústria agroquímica. Esse alinhamento está na possibilidade de produção em escala, armazenamento, logística, distribuição e do aproveitamento de maquinário e técnicas já existentes para seu uso. Dentre as ações que poderiam modificar tal cenário, os participantes, colocam a revisão de exigências para novos ingredientes ativos, principalmente, quanto à toxicologia; pois, existem isolados derivados da mesma espécie comercializada e que não deveriam passar por todo o processo de testes exigidos.

Já para o incremento da produção e registro de microbiológicos é importante aumento também da demanda, impulsionado por ações de extensão na divulgação de novos produtos junto aos agricultores, demonstrando vantagens **fitotécnicas e financeiras** dessas novas tecnologias. Todas essas indicações são também dependentes de ações de incentivo à pesquisa, tanto no recorte financeiro quanto no apoio à integração das atividades proporcionando ambiente colaborativo para promover a disponibilidade de novos organismos e ampliar a oferta de produtos à base de microrganismos e, também, de microbiológicos.

Em sequência ao **terceiro questionamento** sobre as variáveis que podem ser destacadas na demanda limitada pelo controle biológico mesmo diante do amplo panorama de discussão sobre a sustentabilidade na agricultura que favorece novas tecnologias, como os bioinsumos.

Segundo os entrevistados, por mais eficaz ou sustentável que um novo produto seja, se o agricultor não tem o conhecimento sobre o uso do controle biológico, a tendência é o uso do produto nas mesmas estratégias e técnicas adotadas para o produto químico. Da mesma forma, não pagará mais em relação ao produto sintético, ou seja, os preços pagos pelos produtores são importantes na demanda por bioinsumos. Quanto à indústria, mesmo com a existência de alternativas para quase todas as pragas e doenças, o fator impeditivo está nas técnicas de produção em larga escala e mais importante, na competitividade econômica.

Também, foram apontados outros fatores, como a facilidade de acesso aos produtos nas diversas regiões brasileiras, a diversidade climática e dos sistemas de produção brasileiros exigindo adaptabilidade dos organismos. Assim é importante a oferta de um portfólio de produtos biológicos que possa agregar a grande biodiversidade de espécies

existente no país e ser acessível para o pequeno agricultor, inclusive, acompanhado por técnicos, produtores, extensionistas capacitados para uso de produtos biológicos.

Cabe ainda pontuar que durante as entrevistas, ficou expresso que, há **reclamação** na falta de oferta de biológicos para pequenas culturas e que existem relatos e estudos da efetividade de parasitóides para diversos tipos de pulgões para mais diversas culturas, mas sua produção não é economicamente viável em comparação aos agrotóxicos. Contudo, observa-se a tendência de incorporação de novos produtos pelas grandes empresas em razão da pressão pela sustentabilidade, empresas, que predominam no mercado agroquímico.

Na **quarta questão** sobre a importância da organização, convergência e expansão de investimentos e esforços nas atividades de pesquisa e desenvolvimento voltado ao controle biológico e de quais áreas e temas deveriam ser priorizados. Foi destacado pelos entrevistados, que é fundamental que órgãos públicos criem parcerias com as empresas como em consórcios, inclusive tais ações já vêm surgindo nesse cenário, a exemplo do centro de pesquisa da Sparcbio.

As parcerias entre empresas, universidades e instituições de pesquisa devem ser direcionadas ao avanço de áreas de produção em massa, formulação, embalagens, sistemas de aplicação ou processos adequados e mais fáceis, com produção otimizada, mais competitiva e barata. Também direcionadas às pragas-chave em cultivares, especialmente de alimentos frescos, como hortaliças e frutas, vinculadas a atividades mais comuns entre pequenos e médios produtores.

Nesse processo a divulgação e extensão rural junto aos produtores são de fundamental importância, pois essa é uma grande lacuna em um mercado que tem um cenário dinâmico e avança rapidamente em novas tecnologias, parte dos produtores ignora a existência de tais técnicas e tecnologias. Por isso há necessidade de treinamento de agrônomos mais experientes, além da inserção de temas relacionados ao controle biológico, nas atividades de pesquisa em técnicas de produção dos bioinsumos para alcance de escala produtiva e competitividade econômica de modo mais efetiva nos currículos das faculdades, para que esses profissionais transmitam a informação de forma correta aos agricultores. Também foi destacado que para os produtos biológicos, já existentes no mercado, a margem de lucro da empresa é muito menor comparada ao produto sintético similar.

Por fim na **quinta questão** que abordou quais desafios, oportunidades e tendências que podem ser destacados para o futuro do controle biológico no Brasil e se essas frentes seriam distintas para as grandes e pequenas culturas. Os participantes, de modo geral

indicaram que os maiores desafios estão relacionados quanto à aceitação dos produtores aos processos produtivos, assim como do incremento nas atividades de pesquisa e desenvolvimento visando o estabelecimento de processos de produção e tornem o preço final competitivo em comparação aos agrotóxicos, o que também terá impacto na barreira concorrencial já consolidada pela indústria e comércio de agrotóxicos.

Outro ponto destacado colocou em evidência a necessidade de compreensão das estruturas de integração entre produtos e tecnologias aplicadas em diferentes sistemas de produção, uma vez que, os sistemas integrados apoiados na diversidade de produção e técnicas é uma tendência e estão expostos a multivariáveis fitossanitárias.

Dentre as oportunidades, os entrevistados acreditam que um modelo de pequenas empresas, descentralizadas e dispostas a atender a nichos de mercado, ou seja, a regionalização de produções, seria mais favorável ao segmento dos biológicos. Esse modelo pode ser pautado no estabelecimento de *startups*, pequenas empresas e sistemas em que o próprio agricultor produza em sua propriedade, produção *on farm*.

Tais ações poderiam suprir a lacuna apontada por agricultores, de que as empresas priorizam as grandes culturas associadas às grandes áreas, portanto, à escala de produção. Como exemplo, foi mencionado segmentos de produção associados aos produtores de frutas do Vale do São Francisco; de frutas temperadas da Serra Gaúcha, produtores de soja, milho e algodão na região de Lucas do Rio Verde, no Mato Grosso ou na região de Holambra em há grande concentração de produtores de flores dispostos num raio não maior que 100 km.

Nesse cenário, se resolve o problema de logística, de armazenamento e distribuição, o que levaria a empresa além da especialização, a um ganho de escala na precisão da época de maior ocorrência de determinada praga e por não produzir diferentes espécies. Porém, apesar de serem consideradas pequenas empresas, ainda assim, necessitam estar muito bem amparadas por profissionais com formação teórico/técnica muito consolidada, fora que pela lei, já existem subsídios que facilitam a produção *on farm* quanto a não exigência de registro para consumo próprio da produção. Além disso, como citado por um dos *policymakers*, espera-se também que novas tecnologias possam conectar a agricultura de base biológica com agricultura digital.

6 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os bioinsumos para controle biológico estão em um ambiente atual mais favorável às reflexões, desenvolvimento e adoção dessas tecnologias por parte dos produtores e consumidores influenciados pelos benefícios socioambientais do seu uso. Parte dessa perspectiva está envolvida no uso do controle biológico como estratégia no MIP, em certa medida associado também ao uso dos agrotóxicos.

Esse ambiente é pontuado por algumas ações de destaque como a inclusão dos bioinsumos para controle biológico na lei dos agrotóxicos, publicação de normativas específicas para esses produtos, especialmente a partir de 2006 e a instituição do Programa Nacional de Bioinsumos (PNB), em 2020.

O PNB, especialmente, é peça importante no caminho para a construção de estrutura sociotécnica capaz de aglutinar diferentes frentes de investigação e resultados científicos na essencial missão de promover as mudanças necessárias, todas essas estratégias refletem o início positivo de uma transformação. Aqui é fundamental destacar o necessário avanço do conhecimento em toxicologia humana, ambiental, produção em massa, formulação, embalagens, sistemas ou processos de aplicação integradas a agricultura digital. Assim como, de mais investimentos em P&D por parte tanto do poder público quanto do setor privado como fundamentais na construção de conhecimento e capazes de suplantar obstáculos ainda cruciais para a transição em direção à sustentabilidade no controle de pragas e doenças, a exemplo da essencial normatização.

Apensar de importantes iniciativas, o desenvolvimento dos bioinsumos para controle biológico em simultâneo, enfrenta desafios envolvendo diferentes frentes no marco regulatório. Dentre eles, especificações e regras adequadas aos inimigos naturais, macrorganismos e microrganismos, no contexto da fitossanidade brasileira, assim como de outros bioinsumos.

Essa lacuna tem referência na legislação brasileira mais adaptada aos agrotóxicos e pela forte influência social e econômica de agentes envolvidos na formulação regulatória de produtos fitossanitários, em parte, pelo apoio de grupos de interesse inseridos no segmento de agrotóxicos em detrimento ao segmento de grupos que apoiam a utilização de bioinsumos. Mesmo com evidentes lacunas, observa-se que de um lado, há também importantes alterações para acomodar as especificidades do controle biológico. Contudo, foi aqui indicado que para alguns ingredientes ativos pode ocorrer mais de uma interpretação para o registro, em especial, de novos produtos biológicos em razão da insegurança nas especificações para cada

ingrediente ativo. Esse processo passa pela determinação da sua origem, formulação e tecnologias. Interpretações, mesmo sendo direcionadas às tecnologias biológicas, tendem a favorecer o registro e comércio de agrotóxicos, como percebido na discussão sobre a INC dos bioquímicos.

Outras especificidades que diferem bioinsumos para controle biológico de outros agrotóxicos são os níveis de toxicidade, a depender da dosagem e aplicação são prejudiciais a saúde e conseqüentemente danosos ao meio ambiente e a economia; mesmo ambos tendo como origens naturais ou sintéticas podem dificultar as interpretações sobre a distinção do que seria de uso sustentável. Portanto, o estabelecimento de normas e especificações para interpretações objetivas, deveria ter reflexo em forma de lei.

A realidade pautada para os bioinsumos para controle biológico ecoa nas discussões teóricas e conceituais sobre regimes tecnológicos, com destaques para as ações entre os atores sociais, a importância das instituições, políticas públicas de incentivo ao desenvolvimento de tecnologias sustentáveis e marco regulatório que proporcionem segurança aos negócios. Essas ações envolvem também os investimentos em pesquisas conduzidas em parcerias entre organizações públicas e privadas, avançando para o envolvimento dos produtores e consumidores, todos inter-relacionados em complexos níveis de interesses e influência para o estabelecimento de condições portadoras da formação de um novo regime tecnológico, capaz de conviver e ocupar espaço em meio às tecnologias dominantes.

Nesse processo, os bioinsumos, enquadrados como nicho tecnológico entre os insumos fitossanitários, e, portanto, observados com premissas sociotécnicas presentes em um processo de transição. A mudança gradual e contínua de caráter estrutural é alimentada por um conjunto de relações e interesses que se reforçam mutuamente em diferentes áreas como tecnologia, instituições e comportamento dos agentes sociais na definição de padrões inovativos formatados a partir do seu histórico de transformações, interesses e conflitos.

Dentre essas conformações, os agrotóxicos têm como base o seu domínio alicerçado em histórico íntimo do crescimento e construção das necessidades atendidas a partir da revolução verde, que influenciaram na construção de trajetórias tecnologias pautadas em melhorias no cultivo e crescimento econômico, mas como mencionado, com prejuízos à saúde e meio ambiente. Esse paradigma permeia o desenvolvimento das tecnologias biológicas como apontam os resultados aqui alcançados.

Cenário em que os bioinsumos convivem com estimativas otimistas para o mercado, porém marcadas por diferenças expressivas entre as previsões com variações entre 2% e até 28%. Essas expectativas foram visualizadas nos resultados aqui alcançados que

indicam a perceptível evolução na utilização e comercialização desses produtos com tendência ao crescimento nos últimos anos, principalmente a partir do ano de 2018.

Além destas observações discutidas, as oportunidades equivalentes de oferta e demanda para ambas as tecnologias químicas e biológicas são consideradas distintas. O segmento dos agrotóxicos é favorecido pela estruturação econômica e de conhecimento técnico-científico estabelecido. Do outro lado está a diferente complexidade exigida na análise e pesquisas em construção de novos produtos biológicos que possam competir com os produtos químicos utilizados ou construir novas frentes e entendimentos para a fitossanidade, mas que atualmente, são pontuados pela concentração de poucos ingredientes ativos registrados e comercializados no país.

Considerando a oferta de produtos fitossanitários, as plataformas consultadas que reúnem as informações sobre esses insumos agrícolas, apresentam acessos que são eficientes quanto à busca por informações de palavras-chave pré-existentes como, por exemplo, o nome da empresa, marca do produto, ingrediente ativo entre outros; porém não é prático quanto à organização de dados para análise. A interação das bases consultadas apresenta diferenças nas conformidades de busca para o item classe, por exemplo, entre as quantidades de filtros informados entre os sistemas AGROFIT (26), GEDAVE (40) e CELEPAR (28).

Essa constatação, para os agrotóxicos, evidencia os acréscimos de classes e não o nome da classe. Com relação aos biológicos, as diferenças têm desdobramentos mais importantes, como as mudanças na nomenclatura dos nomes das classes agronômicas. Por exemplo, inseticidas descritos como microbiológico ou biológico e até mesmo inclusão de nomes inexistentes em outras plataformas como o caso de cairomônio sintético no estado de São Paulo e fito orgânico no Paraná. Sendo o estado paulista o que mais possui nomes diferentes.

Contudo, foi possível identificar e discutir a representatividade de cada classe de bioinsumos, em que os inseticidas microbiológicos possuem maior participação no país e no estado de São Paulo, os inseticidas biológicos são mais representativos no Paraná. Dentre os ingredientes ativos mais registrados: microrganismos: o fungo *Beauveria bassiana*; as bactérias: *Bacillus thuringiensis* e *Bacillus subtilis* e dos macrorganismos: as vespas *Cotesia flavipes* e *Trichogramma pretiosum*.

O olhar sobre a demanda aqui tratado a partir de informações sobre venda de ingredientes ativos, produção, exportação e importação de produtos fitossanitários pontua o predomínio de um ingrediente ativo no total de vendas e a dependência externa do Brasil tanto para os produtos técnicos quanto para os formulados. Os bioinsumos para controle biológico,

as exportações também estão presentes. Por outro lado, os bioinsumos são registrados em maior número na classe de inseticidas e a partir de um universo limitado de ingredientes ativos, deixando descoberta à classe de herbicidas, justamente, a de maior demanda no conjunto dos agrotóxicos.

A compilação de informações sobre a demanda e suas interações com as produções agrícolas coloca em evidência a cultura da soja e outras produções associadas às *commodities* agrícolas. Nessa condição fica evidente que a oportunidade de negócio para o desenvolvimento de bioinsumos voltado às principais atividades consumidoras de produtos fitossanitários. Por outro lado, a viabilidade desses produtos passa pela escala de produção, formulação, logística dentre outros aspectos relacionados à garantia de qualidade, e, portanto, facilitada para outras culturas de menor escala, de pequena produção a exemplo da agricultura familiar.

Com relação à representatividade de empresas, as oportunidades estão nas empresas que já atuam com os agrotóxicos e o controle biológico, em investimentos na ampliação de seus portfólios no que diz respeito à infraestrutura já estabelecida, especialmente para inoculantes biológicos. Para as novas empresas que buscam a especialização em bioinsumos, os desafios se colocam nos custos associados ao tempo médio de registro e a existência de produtos patenteados em classes que demandam mais, os inseticidas, fungicidas e nematocidas. Porém, os investimentos direcionados para a descoberta de novos ingredientes ativos, ainda estão acostumados às estruturas de posicionamento no mercado dos agrotóxicos. Essa conjuntura pode ser fortalecida com a recente mobilização das facilidades vinculadas à possibilidade de aprovação do PL do veneno.

Por outro lado, outra característica observada está na tendência de crescimento geral muito maior para oferta de bioinsumos relacionado à redução de agrotóxicos, que evidencia o crescimento na procura por insumos biológicos. Como consequência está a busca por processos produtivos mais sustentáveis tanto para produtores quanto para consumidores, como na oportunidade observada na adoção crescente da agricultura orgânica e dos produtores de hortaliças e frutas e até mesmo em produções *on farm*.

As oportunidades e estratégias foram detectadas junto à coleta de opiniões de agentes atuantes nos processos de desenvolvimento dos bioinsumos para controle biológico, quando indagados sobre os principais achados desse estudo. Na proposição de estratégias para as tecnologias biológicas é destacada a regulação e a necessidade de formatação de lei específica para os bioinsumos. A formatação é colocada para acomodar, em especial, as especificidades dos macrorganismos e microrganismos, principalmente, para garantir a

qualidade destes produtos, coibindo a pirataria e a comercialização de produtos ineficazes e reduzindo as incertezas no ambiente de produção e comercialização dessas tecnologias e atraindo investimentos.

Quanto à disponibilidade de bioinsumos para diferentes pragas e doenças, existem alternativas já pesquisadas e formuladas, porém em sua maioria, ainda carentes de informações devido à falta de conhecimento e formação de profissionais especializados e/ou pelos desafios relacionados a limitações em produção de larga escala e logística, assim como pela competitividade econômica inviável em comparação a lucratividade, obtido com a utilização de agrotóxicos.

Para isso, como alternativas é sugerido no espaço de oportunidade, além da ampliação de estudos e de capacitação teórica científica de profissionais e produtores. O modelo de pequenas empresas descentralizadas e especializadas para cada segmento diferente de cultivo, de pragas e doenças, distribuídas em nichos de produções, a exemplo de *startups*, como solução para o desafio mais evidente no impacto dos custos de logística, tempo de prateleira e estoque de diferentes microrganismos e macrorganismos. Nesse recorte é apontada como maior tendência de mercado, inclusive pela desobrigação de registro amparada pela lei, na produção própria sem comercialização de bioinsumos, as produções *on farm*, também apontadas como carentes de regulação no monitoramento e controle de qualidade.

O caminho aqui percorrido e as contribuições apresentadas abrem espaço para investigações e análises importantes na discussão de estratégias voltadas à superação dos obstáculos para a expansão do uso das tecnologias biológicas. As contribuições posicionaram o debate da legislação vigente e as soluções a serem exploradas. Da mesma forma a participação colaborativa no planejamento e direcionamento de investimentos em pesquisas demandam o desenvolvimento de ambiente colaborativo e a interação com as tecnologias agroquímicas em práticas de produção agrícola como o MIP, integrando pesquisa, extensão rural, produtores e consumidores. Justificando assim, novos esforços na investigação, avaliação e proposição de ajustes nas ações contidas no PNB e também nos programas de P&D voltados aos bioinsumos para controle biológico.

Para as estruturas de produção e comercialização foram evidenciadas as organizações de porte e escala de produção menor para o atendimento de demandas regionais e para cultivos trabalhados em sistemas e escalas produtivas distintas das adotadas pelas *commodities*, inserida ampla oferta de alternativas fitossanitárias. Esses indicativos pontuam estudos apoiados no recorte regional, de produções agrícolas específicas como hortaliças, frutas e grãos que, em certa medida, não são contemplados com produtos fitossanitários para atender

suas demandas, a exemplo, das culturas atreladas Programa de *Minor Crops*, Cultura de Suporte Fitossanitário Insuficiente (CSFI).

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMA. **Nossa História**. 2020. Disponível em: <https://www.adama.com/brasil/pt/nossa-historia>. Acesso em: 26 jun. 2021.

ADAPAR. Agência de Defesa Agropecuária do Paraná - Adapar. Secretaria da Agricultura e do Abastecimento. **A Adapar**. [2013]. Disponível em: <http://www.adapar.pr.gov.br/Pagina/Adapar>. Acesso em: 15 abr. 2021.

ADEGAS, F. S.; VARGAS, F.; GAZZIERO, D. L. P.; KARAM, D. Impacto econômico da resistência de plantas daninhas a herbicidas no Brasil. IN: **CIRCULAR TÉCNICA 132**, p. 12, 2017. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/162704/1/CT132-OL.pdf>. Acesso em: 01 mar. 2020.

AGÊNCIA CÂMARA DE NOTÍCIAS. Agropecuária. Câmara aprova projeto que altera regras de registro de agrotóxicos. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/noticias/849479-camara-aprova-projeto-que-altera-regras-de-registro-de-agrotoxicos/>. Acesso em: 10 fev. 2022.

AGROFIT. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. MAPA. Coordenação-Geral de Agrotóxicos e Afins/DFIA/SDA. **AGROFIT CONSULTA ABERTA**. 2021. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em 7 maio 2021.

AGRORECEITA (Santa Catarina). **Registro de novos produtos biológicos no Brasil**. 15 jun. 2021. Instagram: @agroreceita. Disponível em: https://www.instagram.com/p/CQJS9sbnSrN/?utm_source=ig_web_copy_link. Acesso em: 24 jun. 2021.

ALAVANJA, M. C. BONNER, M. R. Occupational pesticide exposures and cancer risk: a review. **Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B**, Critical reviews, 15(4), p. 238–263. 2012. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10937404.2012.632358>. Acesso em: 01 mar. 2020.

BERKHOUT, F.; SMITH, A.; STIRLING, A. Socio-technological regimes and transition contexts. In: ELZEN, Boelie et al (ed.). **System Innovation and the Transition to Sustainability: theory, evidence and policy**. Camberley: Edward Elgar Publishing, 2004. p. 1-31.

BETTIOL, W.; MORANDI, M. A. B. (ed.). Biocontrole de doenças de plantas: usos e perspectivas. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2009. 341 p.

BORTOLOTI, G.; SAMPAIO, R. M.; FREDO, C. E. A inserção dos biodefensivos no mercado brasileiro de agrotóxicos e afins, no período de 2014 a 2018. **Anais do 58º Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural (SOBER)**, 26 a 28 de outubro de 2020, Foz do Iguaçu-PR: Cooperativismo, inovação e sustentabilidade para o desenvolvimento rural. Foz do Iguaçu (PR) UNIOESTE, 2020. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/sober2020/245158-a-insercao-dos->

biodefensivos-no-mercado-brasileiro-de-agrotoxicos-e-afins-no-periodo-de-2014-a-2018/. Acesso em: 12 dez. 2020. DOI 10.29327/125209.58-3.

BRASIL. Ato n.º 6, de 23 de janeiro de 2014. O secretário de defesa agropecuária do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, no uso da atribuição que lhe confere o inciso V, art. 29, do Anexo da Portaria N.º 45 de 22 de Março de 2007, tendo em vista o disposto na Lei N.º 7.802, de 11 de julho de 1989, no Decreto N.º 4.074, de 4 de janeiro de 2002 e considerando as conclusões do Comitê Técnico para Assessoramento para Agrotóxicos - CTA, em reunião realizada em 04 de dezembro de 2013 **Diário Oficial da União**, Brasília, 31 jan. 2014. Seção 1, p. 4.

BRASIL. Congresso Nacional. Senado Federal. **Projeto de Lei n.º 6.299, de 12 de março de 2002**. 2002. Altera os arts. 3º e 9º da Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. Disponível em: https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=1654426. Acesso em: 25 nov. 2019.

BRASIL. Congresso. Câmara dos Deputados. **Projeto de Lei n.º 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. Disponível em: https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=1968716. Acesso em: 5 maio 2021.

BRASIL. Congresso. Câmara dos Deputados. **Projeto de Lei n.º 6.670, de 13 de dezembro de 2016**. Institui a Política Nacional de Redução de Agrotóxicos – PNARA, e dá outras providências. Disponível em: https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra;jsessionid=node0u6a2jspk7eyw17vftfaeilccs13641459.node0?codteor=1516582&filename=PL+6670/2016. Acesso em: 25 nov. 2019.

BRASIL. Decreto n.º 10.375, de 26 de abril de 2020. Institui o Programa Nacional de Bioinsumos e o Conselho Estratégico do Programa Nacional de Bioinsumos. **Diário Oficial da União**, Brasília, 27 maio 2020. Seção 1, p. 105. 2020a.

BRASIL. Decreto n.º 6.913, de 23 de julho de 2009. Acresce dispositivos ao decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002, que regulamenta a lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins. **Diário Oficial da União**, Brasília, 24 jul. 2009. Seção 1, p. 8.

BRASIL. Decreto nº 10.833, de 7 de outubro de 2021. Altera o Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002, que regulamenta a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o

armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins. **Diário Oficial da União**, Brasília, 08 out. 2021. Seção 1, p. 4.

BRASIL. Instrução Normativa Conjunta n.º 1, de 24 de maio de 2011. O secretário de defesa agropecuária do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA, o secretário de desenvolvimento agropecuário e cooperativismo, o presidente do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA e o diretor presidente da Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA, no uso das suas atribuições legais, tendo em vista o disposto na Lei n.º 10.831, de 23 de dezembro de 2003, no Decreto n.º 6.323, de 27 de dezembro de 2007, na Lei n.º 7.802, de 11 de julho de 1989, no Decreto n.º 4.074, de 4 de janeiro de 2002, e no Decreto 6.913, de 23 de julho de 2009, e o que consta do Processo n.º 02001.002610/2010- 43, resolvem: Art. 1º Estabelecer os procedimentos para o registro de PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS COM USO APROVADO PARA A AGRICULTURA ORGÂNICA, na forma dos Anexos I e II a presente Instrução Normativa. Art. 2º Esta Instrução Normativa entra em vigor na data da sua publicação. **Diário Oficial da União**, Brasília, 25 maio 2011. Seção 1, p. 25.

BRASIL. Instrução Normativa Conjunta n.º 1, de 28 de novembro de 2017. O secretário de defesa agropecuária e o secretário de mobilidade social, do produtor rural e do cooperativismo, ambos do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, no uso das atribuições que lhes conferem os arts. 18, 25 e 53 do Anexo I do Decreto n.º 8.852, de 20 de setembro de 2016, tendo em vista o disposto na Lei n.º 7.802, de 11 de julho de 1989, na Lei n.º 10.831, de 23 de dezembro de 2003, no Decreto n.º 4.074, de 4 de janeiro de 2002, no Decreto 6.323, de 27 de dezembro de 2007, no art. 7º do Anexo I da Instrução Normativa Conjunta n.º 01, de 24 de maio de 2011, e o que consta do Processo SEI n.º 1000.031197/2017-55, resolvem: Art. 1º Acrescentar os itens 28 e 29 no Anexo II da Instrução Normativa Conjunta SDA/SDC n.º 2, de 12 de julho de 2013. Art. 2º Esta Instrução Normativa entra em vigor na data de sua publicação. **Diário Oficial da União**, Brasília, 1 dez. 2017. Seção 1, p. 32

BRASIL. Instrução Normativa Conjunta SDA/SDC n.º 2, de 12 de julho de 2013. O secretário de defesa agropecuária e o secretário de desenvolvimento agropecuário e cooperativismo, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, no uso das atribuições que lhe conferem os arts. 10, 17 e 42 do Anexo I do Decreto n.º 7.127, de 4 de março de 2010, na Instrução Normativa Conjunta n.º 1, de 24 de maio de 2011, tendo em vista o disposto na Lei no 7.802, de 11 de julho de 1989, na Lei n.º 10.831, de 23 de dezembro de 2003, no Decreto n.º 4.074, de 4 de janeiro de 2002, no Decreto n.º 6.323, de 27 de dezembro de 2007, no Decreto no 6.913, de 23 de julho de 2009, e o que consta do Processo n.º 21000.005413/2011-11, resolvem: Art. 1º Estabelecer as especificações de referência de produtos fitossanitários com uso aprovado para a agricultura orgânica, na forma do Anexo à presente Instrução Normativa Conjunta. Art. 2º Ficam revogadas as Instruções Normativas Conjuntas SDA/SDC n.º 2, de 2 de junho 2011, n.º 2, de 4 de abril 2012, e n.º 3, de 11 de maio 2012. Art. 3º Esta Instrução Normativa Conjunta entra em vigor na data de sua publicação. **Diário Oficial da União**, Brasília, 15 jul. 2015. Seção 1, p. 6.

BRASIL. Instrução Normativa Conjunta SDA/SPRC no 01, de 06 de novembro de 2015. O secretário de defesa agropecuária e o secretário do produtor rural e cooperativismo, ambos do ministério da agricultura, pecuária e abastecimento, no uso das atribuições que lhes conferem

os arts. 13, 28 e 45 do Anexo I do Decreto no 8.492, de 13 de julho de 2015, tendo em vista o disposto na Lei no 7.802, de 11 de julho de 1989, Lei no 10.831, de 23 de dezembro de 2003, no Decreto no 4.074, de 4 de janeiro de 2002, no Decreto no 6.323, de 27 de dezembro de 2007, no Decreto no 6.913, de 23 de julho de 2009, no art. 7º do Anexo I da Instrução Normativa Conjunta no 01, de 24 de maio de 2011, e o que consta do Processo no 21000.005413/2011-11, resolvem: Art. 1º O item 9 do Anexo I e o item 20 do Anexo II, ambos da Instrução Normativa Conjunta SDA/SDC no 2, de 12 de julho de 2013, passam a vigorar com as alterações constantes desta Instrução Normativa. Art. 2º Acrescentar os itens 21, 22, 23, 24, 25, 26 e 27 no Anexo II da Instrução Normativa Conjunta SDA/SDC no 2, de 12 de julho de 2013. Art. 3º Esta Instrução Normativa entra em vigor na data da sua publicação. **Diário Oficial da União**, Brasília, 20 nov. 2015. Seção 1, p. 36. 2015.

BRASIL. Lei n.º 7.802, de 11 de julho de 1989. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 12 jul. 1989. Seção 1, p. 372. 11459.

BRASIL. Resolução da Diretoria Colegiada - RDC n.º 294, de 29 de julho de 2019. Dispõe sobre os critérios para avaliação e classificação toxicológica, priorização da análise e comparação da ação toxicológica de agrotóxicos, componentes, afins e preservativos de madeira, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 31 jul. 2019. Seção 1, p. 78.2019a.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Marco regulatório: Publicada reclassificação toxicológica de agrotóxicos**. 2019b. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2019/publicada-reclassificacao-toxicologica-de-agrotoxicos>. Acesso em 19 abr. 2021.

BRASIL. Resolução - RDC n.º 441, de 2 de dezembro de 2020. Dispõe sobre a manutenção do ingrediente ativo Glifosato em produtos agrotóxicos no País, determina medidas de mitigação de riscos à saúde e alterações no registro decorrentes da sua reavaliação toxicológica. Resolução - RDC n.º 442, de 2 de dezembro de 2020. Dispõe sobre a manutenção do ingrediente ativo Abamectina em produtos agrotóxicos no País, determina medidas de mitigação de riscos à saúde e alterações no registro decorrentes da sua reavaliação toxicológica. **Diário Oficial da União**, Brasília, 09 dez. 2020. Seção 1, p. 372. 2020b.

BRESSAN, M. **AGROTÓXICOS (LEGISLAÇÃO FEDERAL)**. 2015. Elaborado por Engenheiro Agrônomo Fiscal Federal Agropecuário MAPA/SFA-PR. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1355202/1529289/Agrot%C3%B3xicos+-+Legisla%C3%A7%C3%A3o+Federal+-+Marcelo+Bressan.pdf/7fa2f519-2945-a6a6-dbe5-c141c487693c>. Acesso em: 23 nov. 2019.

CABANILLAS, Carmen, et al. Sustainable management strategies focused on native bio-inputs in *Amaranthus cruentus* L. in agro-ecological farms in transition. **Journal of Cleaner Production**, 2017, 142: 343-350.

CARVALHO, N. L.; BARCELLOS, A. L. Adoção do manejo integrado de pragas baseado na percepção e educação ambiental. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, [s. l], v. 5, n. 5, p. 749-766, 2012.

CASTELLACCI, F.; ZHENG, J. Technological Regimes, Schumpeterian Patterns of Innovation and Firm Level Productivity Growth. **Mpra - Munich Personal Repec Archive**, Norway, p. 1-54, 21 dez. 2010. Disponível em: https://mp.ra.ub.uni-muenchen.de/27588/1/MPRA_paper_27588.pdf. Acesso em: 16 nov. 2019.

CBMAI. Início. **Sobre a CBMAI**. [2002]. Disponível em: https://cbmai.cpqba.unicamp.br/?page_id=48. Acesso em: 12 maio 2021.

CELEPAR. ADAPAR. Agência de Defesa Agropecuária do Paraná - Adapar. Secretaria da Agricultura e do Abastecimento. **Pesquisa Agrotóxicos**. 2021. Disponível em: <http://celepar07web.pr.gov.br/agrotoxicos/pesquisar.asp>. Acesso em: 07 maio 2021.

CHAMBERS, Robert. Rapid rural appraisal: rationale and repertoire. **Public administration and development**, 1981, 1.2: 95-106.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Governo do Estado de São Paulo. **Conceitos básicos de toxicologia**. (2021). Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/emergencias-quimicas/aspectos-gerais/toxicologia/conceitos-basicos-de-toxicologia/>. Acesso em: 05 mar. 2021.

COLOMBIA. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. **Resolución 323N 187**. Colombia, agosto, 2006. Reglamento para la producción primaria, procesamiento, empaquetado, etiquetado, almacenamiento, certificación, importación y comercialización de Productos Agropecuarios Ecológicos. 48 p. Disponível em: https://www.minagricultura.gov.co/tramites-servicios/Documents/Reglamento_para_la_produccion_Organica.pdf#search=pesticida. Acesso em: 23 out. 2019.

COMEXSTAT. Ministério da Economia. Comex Stat. **Sobre**. 2020. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/sobre>. Acesso em: 15 jan. 2022.

COMEXSTAT. Ministério da Economia. Comex Stat. **Exportação e Importação Geral**. 2022. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral>. Acesso em: 10 fev. 2022.

COOK, R. J. Kenneth Frank Baker—Pioneer Leader in Plant Pathology. Annual Review of Phytopathology, Pullman, v. 43, n. 1, p. 25-38, set. 2005. **Annual Reviews**. Disponível em: <https://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev.phyto.42.040803.140334>. Acesso em: 15 jan. 2021.

CORPOICA. F. G. **Colombia, líder en control biológico de plagas**. Ciencia al día AUPEC/Univalle. Palmira, Colombia. [200-?]. Disponível em: <http://aupec.univalle.edu.co/informes/junio97/boletin41/plagas.html>. Acesso em: 15 fev. 2021.

CPQBA. **Centro Pluridisciplinar de Pesquisas Químicas, Biológicas e Agrícolas**. [2018]. Disponível em: <https://www.cpqba.unicamp.br/>. Acesso em: 12 maio 2021.

CROPLIFE BRASIL. **Como são produzidos os bio defensivos de base microbiológica**. Home. Notícias. 2020a. Disponível em: <https://croplifebrasil.org/noticias/como-sao-produzidos-os-bio-defensivos-de-base-microbiologica/>. Acesso em: 10 jun. 2021.

CROPLIFE BRASIL. **O manejo integrado de pragas é parte essencial da agricultura moderna.** Home. Notícias. 2020b. Disponível em: <http://croplifebrasil.org/noticias/o-manejo-integrado-de-pragas-e-parte-essencial-da-agricultura-moderna/>. Acesso em: 17 jan. 2021.

CROPLIFE BRASIL. **Cresce a adoção de produtos biológicos pelos agricultores brasileiros.** Home. Notícias. 2021. Disponível em: <https://croplifebrasil.org/noticias/cresce-adoacao-de-produtos-biologicos-pelos-agricultores-brasileiros/>. Acesso em: 07 out. 2021

CUNHA, L. N.; SOARES, W. L. Os Incentivos Fiscais aos Agrotóxicos: Estimativa da Renúncia de ICMS em 2006. **REVISTA IBEROAMERICANA DE ECONOMIA ECOLÓGICA**, Campinas, v. 31, p. 46-66, 2019. Disponível em: <https://redibec.org/ojs/index.php/revibec/article/view/355>. Acesso em: 12 fev. 2020.

DARA, S. K. The New Integrated Pest Management Paradigm for the Modern Age. **Journal Of Integrated Pest Management**, San Luis Obispo, v. 10, n. 1, p. 1-9, 1 jan. 2019. Disponível em: <https://academic.oup.com/jipm/article/10/1/12/5480541>. Acesso em: 21 out. 2019.

DE SOUZA MOTTA, C. M. et al. Micoteca URM da UFPE: uma fonte de recursos biológicos do Brasil. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**, 2016, 13 p. 47-56.

DI SALVO, Luciana P., et al. The drop plate method as an alternative for *Azospirillum spp* viable cell enumeration within the consensus protocol of the REDCAI network. **Revista Argentina de Microbiología**, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0325754121000560>. Acesso em: 23 set. 2021.

DOMICIANO, F. **Instituto Biológico comemora 90 anos.** 2017. Disponível em: <http://www.biologico.sp.gov.br/noticia/instituto-biologico-comemora-90-anos>. Acesso em: 19 fev. 2021.

EGEA, Francisco J., et al. Bioeconomy as a transforming driver of intensive greenhouse horticulture in SE Spain. **New Biotechnology**, 2021, 61: 50-56. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1871678420302053>. Acesso em: 23 set. 2021.

EICHLER, Sarah E., et al. Rapid appraisal using landscape sustainability indicators for Yaqui Valley, Mexico. **Environmental and Sustainability Indicators**, 2020, 6: 100029. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2665972720300118>. Acesso em: 23 set. 2021.

ELLMAN, Antony. Rapid appraisal for rural project preparation. **Agricultural Administration**, 1981, 8.6: 463-471.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Quem somos: empresa brasileira de pesquisa agropecuária.** [2000]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/quem-somos>. Acesso em: 19 fev. 2021.

EMBRAPA. Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira. Brasília, DF: **Embrapa**, 2018. 212 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/10180/9543845/Vis%C3%A3o+2030+-+o+futuro+da+agricultura+brasileira/2a9a0f27-0ead-991a-8cbf-af8e89d62829>. Acesso em: 04 março 2022.

FONTES, M. G. **Potencial de isolados de Trichoderma e de leveduras no biocontrole da murcha-de-fusário do tomateiro**. 2013. 66 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2013. Disponível em: http://ppgf.ufrpe.br/sites/ww3.ppgf.ufrpe.br/files/documentos/maria_geane_fontes_-_dissertacao.pdf. Acesso em: 14 jan. 2021.

FOSTER, R. Inativação do vírus do mosaico comum do fumo pelo filtrado de culturas de *Trichoderma sp.* **Bragantia**, Campinas, v. 10, n. 5, p. 139-148, mar. 1950. ISSN 0006-8705. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87051950000500002&lng=pt&tlng=pt. doi: 10.1590/S0006-87051950000500002. Acesso em: 25 set. 2019.

GAZZONI, D.L. **Perspectivas do manejo de pragas**. Soja: Manejo Integrado de Insetos e Outros Artrópodes-Praga. Embrapa, Brasília, p. 791-829, 2012.

GEDAVE. Coordenadoria de Defesa Agropecuária do Estado de São Paulo. GEDAVE. Gestão de Defesa Animal e Vegetal. **Consultas e Pesquisas**. 2021. Consultar Fabricante, formulador, manipulador, importador, exportador de Agrotóxicos e Afins. Disponível em: <https://gedave.defesaagropecuaria.sp.gov.br/>. Acesso em: 07 maio 2021.

GEDAVE. Coordenadoria de Defesa Agropecuária do Estado de São Paulo. GEDAVE. Gestão de Defesa Animal e Vegetal. **Consultas e Pesquisas**. 2021. Consultar Fabricante, formulador, manipulador, importador, exportador de Agrotóxicos e Afins. Disponível em: <https://gedave.defesaagropecuaria.sp.gov.br/>. Acesso em: 15 jan. 2022

GEELS. The dynamics of transitions in socio-technical systems: A multi-level analysis of the transition pathway from horse-drawn carriages to automobiles (1860–1930), **Technology Analysis & Strategic Management**, 17:4, 445-476. 2005. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09537320500357319>. Acesso em 12 jan. 2021.

GEELS, F. W; SCHOT, J. Typology of sociotechnical transition pathways. **Research Policy**. ISSN 0048-7333, Volume 36, Issue 3, 2007, p. 399-417.

GOVERNO FEDERAL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Acesso à Informação - Ações e Programas - Cartas de Serviço - Defesa Agropecuária: Agrotóxicos. **Registro de produto fitossanitário para uso na agricultura orgânica**. 31 nov. 2016. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/cartas-de-servico/defesa-agropecuaria-agrotoxicos/registro-de-produto-fitossanitario-para-uso-na-agricultura-organica>. Acesso em: 12 abr. 2021.

GOVERNO FEDERAL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Assuntos. **Especificações de Referência**. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/agrotoxicos/produtos-fitossanitarios/especificacao-de-referencia>. Acesso em: 05 maio 2021.

GOVERNO FEDERAL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Notícias. **Programa Nacional de Bioinsumos é lançado e vai impulsionar uso de recursos biológicos na agropecuária.** 2020a. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/programa-nacional-de-bioinsumos-e-lancado-e-vai-impulsionar-uso-de-recursos-biologicos-na-agropecuaria-brasileira>. Acesso em: 22 jan. 2021.

GOVERNO DO BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Assuntos. **Valor Bruto da Produção de 2021 é estimado em R\$ 1,119 trilhão.** 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/agricultura-e-pecuaria/2021/11/valor-bruto-da-producao-de-2021-e-estimado-em-r-1-119-trilhao>. Acesso em: 10 fev. 2022.

GOVERNO FEDERAL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Assuntos. **Controle Biológico.** 2020c. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inovacao/bioinsumos/o-programa/marco-regulatorio-1/controle-biologico>. Acesso em: 11 maio 2021

GOVERNO FEDERAL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Notícias. Controle biológico. **Mercado de biodefensivos cresce mais de 70% no Brasil em um ano.** Brasília, DF, março. 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/feffmercado-de-biodefensivos-cresce-em-mais-de-50-no-brasil>. Acesso em: 12 nov. 2019.

GRAVENA, S. CONTROLE BIOLOGICO NO MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.27, s/n, p.281-299, abr.1992. Área de Informação da Sede- Artigo em periódico indexado (ALICE), 1992. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/105594/1/pab24abresp92.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2019.

GRAVENA, S. História do controle de pragas na citricultura brasileira. **Citrus Research & Technology**, v. 32, n. 2, p. 85-92, 2011.

GUARALDO, M. C. **Especialistas destacam crescimento de registros de bioinsumos no país, durante webinar promovida pela Frente Parlamentar Ambientalista.** 2020. Disponível em: https://www.embrapa.br/en/recursos-geneticos-e-biotecnologia/busca-de-noticias?p_p_id=buscanoticia_WAR_pcebusca6_1portlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=pop_up&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=2&_buscanoticia_WAR_pcebusca6_1portlet_groupId=10180&_buscanoticia_WAR_pcebusca6_1portlet_articleId=56518749&_buscanoticia_WAR_pcebusca6_1portlet_viewMode=print. Acesso em: 24 jun. 2021.

IACONO, A.; NAGANO, M. S. Determinantes externos e internos da acumulação de capacidade tecnológica em empresas de bens de capital. Regime tecnológico e sistema setorial de inovação. **Revista de GESTÃO dos Países de Língua Portuguesa.** 2016. Disponível em: <http://www.scielo.mec.pt/pdf/rpbg/v15n3/v15n3a04.pdf>. Acesso em: 24 out. 2019.

IBAMA. Ministério do Meio Ambiente, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Sobre o IBAMA.** 12 dez. 2019. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/institucional>. Acesso em: 14 abr. 2021.

IBAMA. Ministério do Meio Ambiente. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA. **Relatórios de comercialização de agrotóxicos**. 2022. Disponível em: <http://ibama.gov.br/agrotoxicos/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxicos>. Acesso em: 15 jan. 2022.

IRAC. Comitê de Ação a Resistência a Inseticidas Brasil. **Institucional**. Disponível em: <https://www.irac-br.org/institucional>. Acesso em: 19 jun. 2020.

JORGE, D. M.; SOUZA C. A. V. de. O PAPEL DA REGULAMENTAÇÃO DOS PRODUTOS DE ORIGEM BIOLÓGICA NO AVANÇO DA AGROECOLOGIA E DA PRODUÇÃO ORGÂNICA NO BRASIL. 2017. **Repositório do IPEA**. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8810/1/O%20Papel%20da%20regulamenta%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 23 set. 2019.

KUMAR, Krishna (ed.). Rapid Appraisal Methods: World Bank Regional and Sectorial Studies. **World Bank**, 1993. Disponível em: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/888741468740959563/pdf/multi0page.pdf>. Acesso em: 23 set. 2021.

LARA, F. F. **A indústria automotiva em transição? análise do posicionamento das subsidiárias nacionais das montadoras frente aos desafios da mobilidade urbana sustentável no Brasil**. 2016. 197 f. Tese (Doutorado) – Produção, Universidade de São Paulo - USP, 2016. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3136/tde-18012017-155610/publico/FelipeFerreiradeLaraCorr16.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2021.

LAURENTINO, E.; COSTA, J. N. M. **Descrição e caracterização biológica da broca-do-café (*Hypothenemus hampei*, Ferrari 1867) no Estado de Rondônia - Porto Velho: Embrapa Rondônia**. 2004. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/54341/1/doc90-brocadocafe.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2021.

LONDRES, F. **Agrotóxicos no Brasil: um guia para ação em defesa da vida**. Rio de Janeiro: As-Pta – Assessoria e Serviços A Projetos em Agricultura Alternativa, 2011. 190 p. Disponível em: <https://br.boell.org/sites/default/files/agrotoxicos-no-brasil-mobile.pdf>. Acesso em: 04 mar. 2021.

LUNA, Luan Costa de; GUIMARÃES, Gilda Lisbôa. O que Livros Didáticos de Matemática Propõem para a Aprendizagem de Amostragem? **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, v. 35, p. 815-839, 2021.

MALISZEWSKI, E. **Aplicação de biológicos por drone gera lucro**. AGROLINK. Brasil. 07 maio 2020. Notícias. Entrevista. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/noticias/aplicacao-de-biologicos-por-drone-gera-lucro_433593.html?utm_source=agrolink-clipping&utm_medium=email&utm_campaign=clipping_edicao_6655&utm_content=noticia&ib=y. Acesso em: 12 nov. 2020a.

MALISZEWSKI, E. **Biológicos crescem em ritmo acelerado**. AGROLINK. Brasil. 08 maio 2020. Notícias. Defensivos. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/noticias/biologicos-crescem-em-ritmo-acelerado_433661.html?utm_source=agrolink-

clipping&utm_medium=email&utm_campaign=clipping_edicao_6656&utm_content=noticia &ib=y. Acesso em: 11 nov. 2020b.

MALISZEWSKI, E. **Estudo avalia controle biológico em café**. AGROLINK. Brasil. 27 abr. 2020. Notícias. Broca e bicho mineiro. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/noticias/estudo-avalia-controle-biologico-em-cafe_433113.html?utm_source=agrolink-clipping&utm_medium=email&utm_campaign=clipping_edicao_6648&utm_content=noticia&ib=y. Acesso em: 13 nov. 2020c.

MALTSOGLOU, Irini, et al. Combining bioenergy and food security: An approach and rapid appraisal to guide bioenergy policy formulation. **Biomass and Bioenergy**, 2015, 79: 80-95.

MARQUES, R. M.; FARIA, L. S. **Avaliação do controle de nematóides fitopatogênicos do cafeeiro com nematicida de origem biológica na região de Monte Carmelo, Minas Gerais**. 2018. Disponível em: <http://repositorio.fucamp.com.br/bitstream/FUCAMP/324/1/Avalia%20a7%20a3onemat%20b3idesfitopatog%20aanicos.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2020.

MERLADETE, A. **Mapa registra defensivos biológicos inéditos para combater ácaros e nematoides**. AGROLINK. Brasil. 03 mar. 2020. Notícias. Registro. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/noticias/mapa-registra-defensivos-biologicos-ineditos-para-combater-acaros-e-nematoides_432124.html?utm_source=agrolink-clipping&utm_medium=email&utm_campaign=clipping_edicao_6634&utm_content=noticia&ib=y. Acesso em: 11 nov. 2020.

MERLADETE, A. **67 novos registros de defensivos agrícolas**. AGROLINK. Brasil. 25 fev. 2021. Notícias. Controle. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/noticias/67-novos-registros-de-defensivos-agricolas_446523.html. Acesso em: 01 mar. 2021.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Registro de Produtos Biológicos**. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/setorregulado/regularizacao/agrotoxicos/registro-de-produtos-biologicos#:~:text=Os%20produtos%20biol%C3%B3gicos%20para%20agricultura,biol%C3%B3gicos%20de%20controle%20e%20semioqu%C3%ADmicos>. Acesso em: 12 maio 2021.

MORAES, R. F. AGROTÓXICOS NO BRASIL: PADRÕES DE USO, POLÍTICA DA REGULAÇÃO E PREVENÇÃO DA CAPTURA REGULATÓRIA. **TEXTO PARA DISCUSSÃO 2506**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, Rio de Janeiro, p. 1-76, 2019. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9371/1/td_2506.pdf. Acesso em: 15 jan. 2021.

MOREIRA, R. J. Críticas ambientalistas à revolução verde. **Estudos sociedade e agricultura**, p. 39-52. 2000. Disponível em: <https://revistaesa.com/ojs/index.php/esa/article/view/176/172>. Acesso em: 21 jan. 2021.

MURAKAMI, Y. et al. Intoxicação crônica por agrotóxicos em fumicultores. **Saúde em Debate**, 2017, 41: 563-576. SciELO Saúde Pública. Disponível em: <https://www.scielo.org/article/sdeb/2017.v41n113/563-576/>. Acesso em: 03 mar. 2021.

MWONGERA, Caroline, et al. Climate smart agriculture rapid appraisal (CSA-RA): A tool for prioritizing context-specific climate smart agriculture technologies. **Agricultural Systems**, 2017, 151: 192-203. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308521X16301202>. Acesso em: 23 set. 2021.

NAVA, D. E. Documentos 208. Controle biológico de insetos-praga em frutíferas de clima temperado: uma opção viável, mas desafiadora. Pelotas: **Embrapa Clima Temperado**, 2007. 20 p. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/15435318.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2021.

OLIVEIRA, A. M. et al. Controle biológico de pragas em cultivos comerciais como alternativa ao uso de agrotóxicos. **Revista Verde**, Mossoró, v. 2, n. 1, p. 1-9, 2006.

OLIVEIRA, M. F.; BRIGHENTI, A. M. (ed.). Controle de Plantas Daninhas: Métodos físico, mecânico, cultural, biológico e alelopatia. DF: **Embrapa** - Livro Técnico (Infoteca-E), Brasília, p. 1-196, 2018. Coleções: Livro técnico (CNPMS). Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1103281/control-de-plantas-daninhas-metodos-fisico-mecanico-cultural-biologico-e-alelopatia>. Acesso em: 14 jan. 2021.

OLIVEIRA-FILHO, E. C.; FARIA, M. de R.; CASTRO, M. L. M. P de. **Regulamentação de produtos biológicos para o controle de pragas agrícolas**. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia-Documents (INFOTECA-E), 2004.

PARRA, J. R. P. Biological Control in Brazil: an overview. **Sci. agric.** (Piracicaba, Braz.), Piracicaba, v. 71, n. 5, pág. 420-429. 2014. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90162014000500012&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 20 fev. 2019.

PELAEZ, V. M. et al. A (des)coordenação de políticas para a indústria de agrotóxicos no Brasil. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 14, p. 153-178, 2015. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/rbi/article/view/8649104/15653>. Acesso em: 21 nov. 2019.

PELAEZ, V. M.; DA SILVA, L.; ARAÚJO, E. REGULAÇÃO DE AGROTÓXICOS: uma análise comparativa. **Anais do 13º Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia**, v. 13, 2012. Disponível em: https://www.13snhct.sbh.org.br/resources/anais/10/1356022660_ARQUIVO_RegulacaoAgrtoxicosSBHC.pdf. Acesso em: 21 nov. 2019.

PELAEZ, V. M.; MIZUKAWA, G. Diversification strategies in the pesticide industry: from seeds to biopesticides. **Cienc. Rural**, Santa Maria, v. 47, n. 2, e20160007, 2017. Epub Dec 08, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/35RHkwSmVRrtKP4fTypP39R/?lang=en>. Acesso em: 21 nov. 2021.

PELAEZ, V. M.; TERRA, F. H. B.; SILVA, L. R da. A regulamentação dos agrotóxicos no Brasil: entre o poder de mercado e a defesa da saúde e do meio ambiente. **Revista de**

Economia, v. 36, n. 1, 2010. Editora UFPR. Disponível em:
<https://revistas.ufpr.br/economia/article/view/20523/13714>. Acesso em: 21 nov. 2019.

POEL, I.V. The transformation of technological regimes. **Research Policy**, v. 32, n. 1, p. 49-68, 2003.

RANGEL, L. E. P. **Fica instituído o Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários - AGROFIT, como sistema oficial de cadastro dos agrotóxicos, produtos técnicos e afins**. 2016.

Disponível em:

https://contas.tcu.gov.br/ords/f?p=9577:2:::NO::P2_ID_NOTICIA:122250%2C. Acesso em: 18 fev. 2021.

RODRIGUEZ, L. T. B. **Transiciones socio-técnicas hacia una movilidad de bajo carbono: un análisis del nicho de los buses de baja emisión para el caso de Brasil**. 2018. 322 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2018.

SAMPAIO, R. M. Controle Biológico: tecnologias na construção de oportunidades no Brasil. **Análises e Indicadores do Agronegócio**, v. 3, n. 3, p. 4, 07 mar. 2018. ISSN 1980-0711.

Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/ftp/iea/AIA/AIA-09-2018.pdf>. Acesso em: 23 set. 2019.

SAMPAIO, R. M.; FREDO, C. E. Tecnologias Agrícolas: a adoção do manejo integrado de pragas na agricultura paulista. **Revista Electrónica Mensual: Debates sobre innovación**, Medellín, v. 3, n. 2, p. 1-16. 2019. Disponível em:

https://www.cdrs.sp.gov.br/projetolupa/estudos_lupa/ALTEC_2019_m12_paper_169.pdf. Acesso em: 21 jan. 2021.

SANHUEZA, R. M. V; MELO, I. S. (Ed.). **Métodos usados no biocontrole de fitopatógenos. Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves**, p. 109-115. 2007. Disponível em:

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/101656/1/2007CL-021.pdf>. Acesso em: 01 mar. 2021.

SÃO PAULO (Estado). Coordenadoria de Defesa Agropecuária do Estado de São Paulo - CDA. Serviços. Detalhes: agrotóxicos e afins - cadastro de produto. **Agrotóxicos e afins - cadastro de produto**. [2021]. Disponível em:

<https://www.defesa.agricultura.sp.gov.br/www/servicos/?/agrotoxicos-e-afins-cadastro-de-produto/&cod=40>. Acesso em: 18 fev. 2021.

SAUSEN, D. et al. Agrotecnologias disruptivas. **Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar**, v. 6, n. 2, p. 41-68. 2020. Disponível em:

<https://owl.tupa.unesp.br/recodaf/index.php/recodaf/article/view/126>. Acesso em: 21 jan. 2021.

SCHUT, Marc, et al. RAAIS: Rapid Appraisal of Agricultural Innovation Systems (Part I). A diagnostic tool for integrated analysis of complex problems and innovation capacity. **Agricultural Systems**, 2015, 132: 1-11. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308521X14001115>. Acesso em: 23 set. 2021.

SILVA, A. F. C. Uma campanha contra uma broca-do-café em São Paulo (1924-1927). **Hist. cienc. saude-Manguinhos**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 4, pág. 957-993. 2006. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-59702006000400010&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 20 fev. 2021.

SILVA, R. A. et al. **Padrão de ocorrência de espécies de insetos associados à cultura da aveia-branca *Avena sativa* (L.) em Dourados visando a produção de forragem ou palhada para plantio direto**. 2014. Disponível em: <http://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/bitstream/prefix/3605/1/RafaelAzevedodaSilva.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2019.

SINDIVEG. **Levantamento dos principais números do setor de defensivos agrícolas no Brasil**. 2022. Disponível em: <https://sindiveg.org.br/mercado-total/>. Acesso em: 09 fev. 2022.

SPARCBIO. **São Paulo Advanced Research Center for Biological Control**. 2020. Disponível em: <http://www.sparcbio.com.br/>. Acesso em: 19 fev. 2021.

TAITSON, B. WWF-Brasil. **Relatório da Política Nacional de Redução de Agrotóxicos é apresentado na Câmara**. World Wide Fund for Nature. 2018. Disponível em https://www.wwf.org.br/informacoes/sala_de_imprensa/?uNewsID=68342. Acesso em: 23 set. 2019.

TEIXEIRA, G.; VIZENTIN, R. **AGROTÓXICOS Posição na União Europeia dos Ingredientes Ativos Liberados no Brasil**. 2019. LIDERANÇA DA BANCADA DO PT NA CÂMARA DOS DEPUTADOS. Disponível em: <https://apublica.org/wp-content/uploads/2020/06/agrotoxicos-brasil-ue-jul-2019.pdf>. Acesso em: 29 jan. 2020.

TESSMANN, D. J. Controle Biológico: Aplicações na Área de Ciência das Plantas Daninhas. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax, p. 79-94, 2011. Disponível em: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/34267941/Biologia_e_Manejo_de_Plantas_Daninhas-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1649100893&Signature=DgknElMroiEl5NORy4Eva9CbUo34ulgDaDJWINOWby6ny-9BrL26EJHVSSQ4yWiqvSWmty64IU4ZWoxN~rYhFfWpw6~R7zjfBq3Ljcd1YWqF0a~Zz4KthlzdbAgibkRsVCuxMZRGulj1-frelX4VHwwdEZM6TWjNkmRQnfZxSJ-EbQh1W~H5sDrzlnUy-t7AmwXSKZXCQ6UmA1howWFDuvcjpfhT56MDwCUCO4mclg91nhyC5EddebnG7lRvRe6zk2NEhIzKu20z1P8R5GNRSgwuvO62Zn1ZHMLdku9~w-Jh7J85cqHUVFk99PI2ZuAAfWZIVUqp7-iJABj0t3JonQ__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA#page=92. Acesso em: 14 jan. 2019.

TOFFANO, L. **Efeito dos extratos do albedo de *Citrus sinensis*, *Lentinula edodes*, *Agaricus blazei* e dos compostos orgânicos voláteis produzidos por *Saccharomyces cerevisiae* no controle da mancha preta dos citros**. 2010. 78 f. Tese (Doutorado) Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11135/tde-20042010-081935/publico/Leonardo_Toffano.pdf. Acesso em: 14 jan. 2021.

USDA. Animal and Plant Health Inspection Service. **Biological Control Program**. The USA. Disponível em: <https://www.aphis.usda.gov/aphis/ourfocus/planthealth/plant-pest-and-disease-programs/biological-control-program>. Acesso em: 15 fev. 2021.

VAIL, P. V. COULSON, J. R. KAUFFMAN, W. C. DIX, M. E. History of Biological Control Programs in the United States Department of Agriculture. **American Entomologist**. 47. DOI: 10.1093/ae/47.1.24. 2001.

VICENTE, P. O uso de simulação como metodologia de pesquisa em ciências sociais. **Cad. EBAPE. BR**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 1, p. 01-09, Mar. 2005. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-39512005000100008&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 26 jan. 2021.

VIEIRA FILHO, J. E. R. Trajetória tecnológica e aprendizado no setor agropecuário. A agricultura brasileira: desempenho, desafios e perspectivas, 2010. 31 p. **ResearchGate**. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Jose_Eustaquio_Vieira_Filho/publication/235987090_Trajetoria_tecnologica_e_aprendizado_no_setor_agropecuario/links/00463515c3daef061d000000/Trajetoria-tecnologica-e-aprendizado-no-setor-agropecuario.pdf. Acesso em: 21 set. 2019.

VIEIRA FILHO, J. E. R.; SILVEIRA, J. M. F. J. Mudança tecnológica na agricultura: uma revisão crítica da literatura e o papel das economias de aprendizado. **Rev. Econ. Sociol. Rural**, Brasília, v. 50, n. 4, p. 721-742. 2012. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20032012000400008&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 21 jan. 2021.

WWF. Brasil. **Manejo Integrado de Pragas**. Controlando pragas e cuidando do meio ambiente. World Wide Fund for Nature. [2021?]. Disponível em: https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/reducao_de_impactos2/agricultura/agr_acoes_resultados/controlando_pragas_de_maneira_ambientalmente_correta/. Acesso em: 23 set. 2019.