# A inserção dos biodefensivos no mercado brasileiro de agrotóxicos e afins, no período de 2014 a 2018[1]

## *The insertion of biodefensives in the Brazilian pesticide and related market, from 2014 to 2018*

**Gillyene Bortoloti; Renata Martins Sampaio; Carlos Eduardo Fredo**
**Pós-graduação do Instituto Biológico (IB), Instituto de Economia Agrícola (IEA)**
**gillyenebiologa@gmail.com**

**Grupo de Trabalho (GT): GT8. Pesquisa, inovação e extensão rural**

**Resumo**
Esta pesquisa tem por objetivo analisar a participação dos biodefensivos no universo de consumo dos produtos fitossanitários na agricultura brasileira. Os biodefensivos, tecnologias essenciais para superar os limites das tecnologias agroquímicas, são exemplos da dinâmica, em que nichos tecnológicos imersos em um ambiente amplamente dominado por um regime sociotécnico distinto enfrentam obstáculos para a sua expansão. Para tanto, discute os conceitos e argumentos tratados na abordagem dos regimes tecnológicos a fim de posicionar as características do domínio das tecnologias químicas e as lacunas que oferecem espaço para os biodefensivos. Dessa forma, foram coletas e analisadas a informações disponibilizadas por órgãos oficiais responsáveis pelo registro e comercialização dos insumos fitossanitários e também de organização representante da indústria. Os resultados apontam que na relação dos dez ingredientes ativos mais vendidos, todos são agrotóxicos, sendo destaque a classe de herbicidas. Quando consideradas as dez principais culturas são destaque nas vendas de agrotóxicos a soja e cana-de-açúcar. Para os biodefensivos não foi identificado nenhum produto registrado na classe herbicida, por outro lado, o fungicida microbiológico *Trichoderma asperellum* é o ingrediente ativo com maior representatividade, com 36%, seguido de outros ingredientes ativos classificados como inseticidas microbiológicos. Os resultados também permitem apontar a necessidade de uma melhor organização e integração de dados, o incremento de pesquisas em desenvolvimento que atendam aos interesses ambientais e socioeconômicos, assim, como indicações da insuficiência na legislação brasileira para acomodar as características dos biodefensivos e incentivar uma transição positiva entre regimes tecnológicos.
**Palavras-chave**: *Regime tecnológico, agrotóxico, controle biológico, manejo integrado de pragas e ingredientes ativos.*

***Abstract***
*This research aims to analyze the participation of biodefensivos in the universe of consumption of phytosanitary products in Brazilian agriculture. Biodefensives, essential technologies to overcome the limits of agrochemical technologies, are examples of the dynamics, in which technological niches immersed in an environment largely dominated by a distinct socio-technical regime face obstacles to its expansion. To this end, it discusses the concepts and arguments dealt with in the approach to technological regimes in order to*

[1] Resultados de projeto de pesquisa financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)

*position the characteristics of the domain of chemical technologies and the gaps that offer space for biodefensives. In this way, the information made available by official agencies responsible for the registration and commercialization of phytosanitary inputs and also from an organization representing the industry were collected and analyzed. The results show that in the list of the ten best-selling active ingredients, all are pesticides, with emphasis on the class of herbicides. When considering the ten main crops, soy and sugar cane pesticide sales are highlighted. For biodefensives, no product registered in the herbicide class was identified, on the other hand, the microbiological fungicide Trichoderma asperellum is the most representative active ingredient, with 36%, followed by other active ingredients classified as microbiological insecticides. The results also point to the need for better organization and integration of data, the increase in research in development that meets environmental and socioeconomic interests, as well as indications of the insufficiency in Brazilian legislation to accommodate the characteristics of biodefensives and encourage a positive transition. between technological regimes.*
***Key words**: Technological regime, pesticides, biological control, integrated pest management and active ingredients.*

## 1. Introdução

A discussão sobre a comercialização dos agrotóxicos tem de um lado a ideia de modernização da agricultura, ganhos em produtividade e aumento da oferta de alimentos. Do outro lado, está também diante do reconhecido impacto negativo do seu uso intensivo que prejudica trabalhadores, produtores e consumidores mediante a contaminação do solo, água e alimentos, além disso, o aumento e ressurgimento de pragas, resistência de insetos e ácaros aos agrotóxicos, desequilíbrios ecológicos, efeitos nocivos estendidos a inimigos naturais de pragas, peixes e outros animais não visados no manejo, além dos resíduos químicos persistentes em alimentos. Nesse contexto, o agrotóxico, insumo dominante na agricultura brasileira, tem nos impactos adversos do seu uso, o espaço para a busca por práticas agrícolas sustentáveis e atualizações no âmbito legislativo (BETTIOL; MORANDI, 2009; SAMPAIO, 2013; PARRA, 2014; PELAEZ et al., 2012).

Os biodefensivos são colocados como tecnologias importantes na redução do amplo uso dos agrotóxicos no controle fitossanitário das produções agrícolas. A busca pela menor participação desses insumos na agricultura tem como motivadores os seus impactos sociais, ambientais e econômicos, que relacionam a limitada eficiência dos agrotóxicos no controle de pragas e doenças demandado mais aplicações e a combinação de diferentes moléculas, assim como resultados percebidos no aumento do custo de produção, nos efeitos de contaminação e comprometimento da manutenção da biodiversidade.

Conforme colocado por Da Cunha e Soares (2019), possuímos duas vertentes na atividade agrícola que são divergentes, de um lado a agricultura convencional marcada por monoculturas no qual o agrotóxico é o insumo mais utilizado no controle de pragas e doenças e, do outro lado, a agricultura alternativa com suas ramificações e vertentes como agricultura biológica, natural, orgânica e biodinâmica. A adoção de novas tecnologias, em especial, aquelas vinculadas a premissas sociotécnicas distintas das verificadas no regime tecnológico dominante, como são os agrotóxicos, está sujeita a diferentes obstáculos e desafios para que

se viabilizem como inovações no contexto de produção e de seus processos, como pode ser observado no recorte dos biodefensivos.

A realidade brasileira também tem como lacuna a disponibilidade e análise das séries estatísticas de dados sobre produção, comercialização e consumo dos biodefensivos e da sua participação no cenário nacional de comercialização de insumos fitossanitários, em especial, os agrotóxicos. Dessa forma, este estudo tem por objetivo analisar a participação dos biodefensivos no universo de consumo dos produtos fitossanitários na agricultura brasileira. Para tanto, discute os conceitos e argumentos tratados na abordagem dos regimes tecnológicos a fim de posicionar as características do domínio das tecnologias químicas e as lacunas que oferecem espaço para os biodefensivos.

A coleta e análise das séries de dados disponibilizadas por órgãos oficiais responsáveis pela comercialização dos fitossanitários, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e também informações consolidadas pelo Sindicato Nacional da Indústria de Produtos em Defesa Vegetal (SINDIVEG), configuram o caminho explorado para atingir o objetivo proposto e contribuir para a discussão sobre o uso de agrotóxicos e a evolução de tecnologias alternativas e complementares na agricultura, como os biodefensivos.

Nesse sentido, este artigo está organizado em cinco seções além dessa introdutória, seguida da discussão sobre os regimes tecnológicos na segunda seção e, da caracterização dos biodefensivos, vantagens e obstáculos no atual cenário da agricultura brasileira. Na quarta seção é apresentada a metodologia de pesquisa, na sequencia são discutidos os resultados alcançados e, por fim, a sexta seção traz as considerações finais.

## 2. Regimes tecnológicos

Na década de 1960, a agricultura brasileira iniciou amplo processo de transformação pautado no uso de cultivares melhoradas, fertilizantes, agrotóxicos e crédito governamental. Esse pacote tecnológico foi sendo aperfeiçoado ao longo dos anos e posicionaram o Brasil como um dos principais países produtores de alimentos do mundo, com posições de destaques em diferentes *commodities*, como soja, algodão, açúcar e suco de laranja. O final dos anos 1990 novas transformações são colocadas, o padrão construído questionado em diversos aspectos, dentre eles o domínio dos agrotóxicos como a principal tecnologia adotada no controle fitossanitário. O regime tecnológico agroquímico tem no avanço de tecnologias alternativas a construção de possibilidades para a formação de novas trajetórias tecnológicas alinhadas a um regime tecnológico distinto, em que o controle biológico e os biodefensivos são tecnologias colocadas como alternativas e complementares ao padrão agroquímico.

Essa condição pode ser percebida em indicadores construídos a partir estudos como o realizado pelo MAPA ao apontar que, nos anos de 2017 e 2018, ocorreu crescimento de 70% na comercialização de produtos fitossanitários no Brasil, um mercado estimado em R$ 465 milhões, do qual apenas 2% estão associados aos produtos biológicos, que corresponde a cerca de 10 milhões de hectares plantados com práticas agrícolas que incluem o controle biológico (BRASIL, 2019).

A convivência entre diferentes regimes tecnológicos, de acordo com Rodríguez (2018) está associada ao processo de transição que considera aspectos relacionados a três condições: queda de custos, aumento rápido da oferta e ampla aplicação em toda a economia. A adoção de uma norma técnico-econômica que permita alcançar a máxima eficiência e rentabilidade e,

sua difusão facilitando o entendimento mútuo entre diferentes agentes que participam da economia, de produtores a consumidores e governo.

O regime tecnológico é construído a partir de estruturas que envolvam ações e resultados sociais, crenças e valores culturais, científicos e tecnológicos, infraestrutura, padrões de consumo e políticos. Esse conjunto de estruturas sociotécnicas forma um regime dominante e estável, difícil de ser modificado, pois são necessárias alterações profundas do lado da oferta e da demanda, sendo um processo de longo prazo.

Nesse contexto e considerando a adoção do controle biológico, essas percepções podem estar relacionadas complementarmente ao avanço do conhecimento em toxicologia humana e ambiental, assim como à democratização do processo decisório em que se insere a construção, geração e difusão de novas tecnologias (RODRÍGUEZ, 2018; PELAEZ et al., 2012).

Segundo Vieira Filho (2010) o termo regime tecnológico é definido por padrões inovativos a partir de quatro condições: pesquisa e desenvolvimento (P&D), que é a oportunidade tecnológica como potencial inovativo; a capacidade de inovar pela cumulatividade de conhecimento, quando se tem como base as inovações passadas; a proteção contra imitações e, por fim, a transmissão desse conhecimento tecnológico, podendo ser codificado como processo mais ágil ou tácito.

O conceito de regime tecnológico inicialmente foi adotado por Nelson e Winter nos anos 1970 e por Dosi já na década de 1980, colocando que todo processo de inovação necessita de princípios e conhecimentos científicos e tecnológicos. Essa necessidade volta-se para a resolução de problemas tecnológicos a partir da seleção de um modelo ou padrão que deve ser seguido através de normas ou regras embasadas no processo de aprendizagem tecnológica (POEL, 2003; GEELS; SCHOT, 2007; IACONO; NAGANO, 2016; CASTELLACCI; ZHENG, 2010; BERKHOUT; SMITH; STIRLING, 2014).

No modelo padrão, frente à pressão exercida por fatores que envolvem os desafios encontrados é percebida a transição entre regimes diferentes. Em Rodríguez (2018) essa transição de regimes compreende as inovações de nicho, ou seja, pequenos segmentos envoltos no padrão dominante, indicando a natureza da dinâmica de vários níveis das transições. Nesse processo de transição, a tecnologia e o sistema em que é produzido e usado mudam por meio da coevolução e adaptação mútua.

Para Berkhout, Smith e Stirling (2014) essa abordagem compreende o processo de transformação entre regimes com ênfase no papel dos nichos tecnológicos como a principal transição entre 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, uma distinção mais investigativa ou até mesmo especulativa e esquemática pode ser considerada na coordenação da mudança de regime entre os agentes envolvidos, as redes e instituições, tendo ênfase nos recursos necessários para responder às pressões de seleção que atuam nesses regimes. Essas ações podem produzir quatro contextos distintos para que ocorra uma mudança: as transições intencionais, quando a mudança é definida por agentes externos; a renovação endógena, mudança promovida por membros do regime; orientação de trajetórias, quando surge mudança espontânea resultante da dinâmica dos relacionamentos internos de um regime; e por fim, as transformações emergentes, consequência não intencional de mudanças ocorridas fora dos regimes vigentes (BERKHOUT; SMITH; STIRLING, 2014).

Em se tratando de agrotóxicos, Pelaez, Da Silva e Araújo (2012) apontam que em função da grande complexidade de análise exigida na identificação dos efeitos combinados e

dos riscos associados à exposição simultânea a um conjunto de diferentes substâncias químicas, essas condições podem também ser consideradas desafios teórico-metodológicos e, consequentemente, favorecem o direcionamento de esforços para uma transição de regime tecnológico que atenda melhor tanto aos interesses econômicos, quanto socioambientais em que se inserem a preocupação com a saúde, o bem estar e preservação do meio ambiente.

Como exemplo, na indústria de agrotóxicos, quando tratadas estratégias de diversificação, como discutidos por Pelaez (2016) pode ocorrer à mobilização de capital por aquisições e acordos de cooperação que, por sua vez, permitem a obtenção de recursos necessários para a viabilidade, principalmente, de atividades pertinentes à inovação e tecnologia. Para o autor as atividades como marketing, redes de distribuição e assistência técnica e a alta capacidade de pesquisa e desenvolvimento (P&D) permitem que empresas como a Syngenta, Bayer, BASF, Dow, Monsanto e DuPont, controlem aproximadamente 68% das vendas mundiais no setor de agroquímicos.

Ainda segundo Berkhout, Smith e Stirling (2014) essa distinção investigativa produz uma rica discussão conceitual que envolve interações de diferentes formas de pressão de seleção, diferentes configurações de agentes, redes e instituições e recursos para responder às pressões por mudanças, todos operando em vários níveis no contínuo regime sociotécnico.

Segundo Dumont, Gasselin e Baret, esses níveis ocupam novos espaços caracterizados pela instabilidade de inovações pautadas em conteúdos divergentes dos regimes estáveis e dominantes. Esse campo de atrito faz com que as tecnologias que impulsionam os nichos estejam sujeitas a estruturas políticas e institucionais que não as favorecem.

Os biodefensivos são exemplos dessa dinâmica, em que nichos tecnológicos imersos em um ambiente amplamente dominado por um regime sociotécnico distinto enfrentam obstáculos para a sua expansão. Dessa forma, compreender que elementos permeiam as limitações de expansão dos nichos tecnológicos fomentam estudos essenciais para auxiliar no encaminhamento das transformações institucionais e favorecer a construções de novas frentes de inovação para a agricultura brasileira. A próxima seção apresenta o cenário atual de desenvolvimento das tecnologias associadas aos biodefensivos.

## 3. Controle biológico, biodefensivos e regulação

Segundo Parra et al. (2002), o controle biológico é o manejo da população de organismos vivos como as pragas agrícolas e os insetos portadores de bactérias, fungos e vírus transmissores de doenças, através do uso de seus inimigos naturais como os insetos parasitoides e predadores. É um método que depende de estudos sobre a interação destes indivíduos com o meio ambiente e, geralmente, estão atrelados a médios e altos custos em P&D. O controle biológico também pode ser empregado como uma das estratégias ou uma "tática" como citado por Gravena (1992) e Carvalho e Barcellos (2012) para a condução de sistemas de produção apoiados no Manejo Integrado de Pragas (MIP).

O MIP descrito por Dara (2019) é a tomada de decisão no processo sustentável em que ocorre a combinação de ferramentas biológicas, culturais, físicas e químicas na identificação e gerenciamento para a redução de riscos de pragas. Nesse processo são incluídas as pragas que atingem vertebrados e invertebrados, doenças e as comumente conhecidas ervas daninhas, em conjunto com a minimização dos riscos econômicos e ambientais. De forma geral entre os diversos conceitos de MIP, temos a diminuição da dependência do uso do controle químico com ênfase na saúde ambiental e humana.

Encontram-se muitas definições e conceitos para o MIP. Segundo a WWF (2019) o manejo integrado de pragas e doenças é uma estratégia de controle múltiplo de infestações fundamentado no controle ecológico e mortalidade natural, de forma a diminuir fatores que interfiram na adaptação desses insetos a práticas defensivas. Na ABCBio (2019) complementa-se como um conjunto de medidas que visem à diminuição das pragas para danos econômicos, aplicadas à densidade populacional da praga em níveis de controle e equilíbrio.

Para alguns profissionais o MIP é interpretado como um processo rotativo entre grupos diferentes de substâncias químicas como ações que reduzam a resistência a pesticidas para manutenção e eficiência no controle de pragas. Segundo Carvalho e Barcellos (2012) todas as técnicas disponíveis em um programa do MIP devem compreender a função do monitoramento constante, que considerem e em que se mantem a população de organismos nocivos abaixo do limiar de dano econômico (LED), de forma a minimizar os efeitos colaterais prejudiciais ao meio ambiente.

No MIP não existe um princípio único para a utilização de profissionais e técnicas aplicáveis para todas as situações 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; ferramentas mecânicas, como aspiradores de insetos e, como último recurso o uso de agrotóxicos que mesmo sendo discutido como não benéfico, é amplamente utilizado de forma controlada como principal alternativa no combate a pragas (DARA, 2019).

O MIP teve como principal transformação, historicamente, em 1972 nos Estados Unidos da América, a determinação do então presidente Richard Nixon da sua implementação 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 regulamente o planejamento e acompanhamento do MIP (GAZZONI, 2012).

A interação entre técnicas de produção como o MIP e as evidencias das vantagens do controle biológico frente ao regime tecnológico dos agrotóxicos tem imprimido a recente dinâmica colocada à agricultura no Brasil. Diferente de outros países, o controle biológico no Brasil reúne desafios importantes no desenvolvimento e ampliação do uso dessa tecnologia. Parra (2014) relaciona esses desafios, dentre eles, em destaque a necessidade de regras mais adequadas ao registro e uso dos biodefensivos.

Nesse sentido, o controle biológico na legislação brasileira se encontra regimentado pela Lei 7.802/1989 conhecida como a Lei dos Agrotóxicos (BRASIL, 1989) que é responsável por regulamentar desde a pesquisa até a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins e também, regulamentadas pelo Decreto 4.074/2002, que em suma tratam os agrotóxicos e os biodefensivos, sob mesmas condições. As discussões sobre a legislação têm fomentado iniciativas em distintas frentes, a exemplo, do polêmico Projeto de Lei 6299/2002 (BRASIL, 2002), conhecido pelos críticos como o PL do Veneno.

No momento é determinada a liberação de agrotóxicos para comércio mediante a autorização de três órgãos oficiais, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), com o referido Projeto de Lei, esse trâmite passaria a considerar a aprovação de apenas um desses órgãos.

Em corrente oposta, no ano de 2016 foi apresentado o Projeto de Lei 6.670/2016 (BRASIL, 2016) sobre a instituição da Política Nacional de Redução de Agrotóxicos

(PNARA), tendo como objetivo a ampliação da oferta de insumos de origem biológica e uma redução gradual e contínua do uso de agrotóxicos. Ambas as iniciativas regulatórias, até o presente momento, se encontram prontas em pauta no plenário.

Segundo informe da ANVISA (2019), há o registro diferenciado para os produtos biológicos com base em normativas específicas, que podem ser classificados em três categorias: agentes microbiológicos de controle, agentes biológicos de controle e semioquímicos. 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 (ANVISA, 2019; JORGE; SOUSA, 2017).

Para os agentes de controle biológico 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 irradicação de pragas. No caso de agentes microbiológicos de controle, a INC nº 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 (ANVISA, 2019; JORGE; SOUSA, 2017).

Recentemente foi publicado no Diário Oficial da União em 27/02/2020, a Portaria nº 43 que estabelece prazos para aprovação tácita de licença, autorização e registro de alguns atos públicos de liberação; dentre eles o registro de agrotóxicos e afins no prazo de 60 dias de responsabilidade do MAPA; esta medida atende ao disposto no Decreto 10.178, de dezembro de 2019, que regulamenta a Lei de Liberdade Econômica (Lei nº 13.874); entende-se que se não for realizada a avaliação dos produtos dentro do prazo determinado a sua aprovação será automática; segundo BRASIL (2020):

> "A Lei de Liberdade Econômica (Lei nº 13.874) instituiu a Declaração de Direitos de Liberdade Econômica, que trouxe inovações significativas como a retirada da necessidade de autorização prévia pelo Estado para exercício de atividades de baixo risco, o direito do interessado de conhecer previamente o prazo máximo para a análise de seu pedido pela autoridade competente e a aprovação tácita para todos os efeitos, em caso de inércia da administração pública (BRASIL, 2020)".

As lacunas existentes na Lei dos agrotóxicos, a aprovação de portarias como esta na lei n° 13.874, que permite a liberação de agrotóxico sem análise, caso a administração pública não consiga realizá-lo e, a falta de outras INCs, além de considerada por muitos preocupantes, permitem situações como o enquadramento do registro de produtos a base de extratos vegetais que podem ser inseridos tanto na INC nº 1, para óleos essenciais que estimulam respostas específicas de alguns insetos, quanto na INC nº 32, de 26 de outubro de 2005 sobre produtos bioquímicos.

Relacionado ao registro de produtos biológicos com base em especificação de referência de produto fitossanitário, temos também o uso aprovado para a agricultura orgânica, com a seguinte instrução:

> "[...] 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 CTA (Comitê Técnico de Agrotóxicos) 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 analise simplificada e priorizada. [...]" (ANVISA, 2019).

Ou seja, o tipo de registro previsto com base em especificação de referência, pode ser requerido se já existir a especificação e se o produto for comparável a esta; o que significa que poderão ser dispensados para o registro os estudos toxicológicos, ecotoxicológicos e estudos de eficiência e, quando não houver a especificação, tem como pedir o estabelecimento da especificação de referência com base em outro produto similar.

Portanto, diante dos conflitos de interesse em que temos, 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 dos agrotóxicos. Por outro, o beneficiamento econômico para aqueles que buscam flexibilidade na legislação para o registro e uso dos agrotóxicos. Pelaez, Terra e Da Silva (2010) citam que esse conflito de interesses, "não está apenas entre agentes reguladores e empresas reguladas, mas também entre as próprias empresas, em função da sua capacidade de adaptação aos critérios mais rígidos de registro de substâncias tóxicas".

Mesmo com dificuldades no qual técnicas de produção de controle biológico se encontram diante da legislação e, da sua utilização pela agricultura brasileira, é essencial para tomada de decisão tanto de formuladores de políticas públicas quanto de produtores e empresas que atuam nesse segmento, o entendimento da posição e participação dos biodefensivos no mercado de produtos fitossanitários.

## 4. Metodologia

A metodologia proposta apoia-se em estudo exploratório que toma como base as séries estatísticas, divulgadas por órgãos oficiais do Brasil sobre registro e comercialização de agrotóxicos e afins, considerando diferentes períodos. As informações trabalhadas foram coletadas junto ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) que organiza e divulga informações sobre a comercialização de agrotóxicos, por meio de boletins anuais sobre produção, importação, exportação e vendas de agrotóxicos, componentes e afins no Brasil.

Nesse sentido, por meio dos seus relatórios de comercialização de agrotóxico, foram tratados o histórico de vendas de semioquímicos e microbiológicos, os dez ingredientes ativos mais vendidos, assim com sua quantidade em volume comercializada, a partir de 2014 até 2018. Já para histórico de vendas de agrotóxicos e afins foi trabalhado considerando o período de 2000 a 2018.

Para observar o recorte dos biodefensivos, foi considerada a disponibilização de dados para os produtos comercializados nessa categoria. A partir de então, foram reunidas informações associadas aos semioquímicos "substâncias químicas que evocam respostas comportamentais ou fisiológicas nos organismos receptores [...]" e microbiológicos "microrganismos vivos de ocorrência natural, bem como aqueles resultantes de técnicas que impliquem na introdução natural de material hereditário [...]" (IBAMA, 2019). Esse grupo de produtos possuem informações apenas para o período de 2014 a 2018. Cabe destacar que não foram utilizadas as outras categorias, como agentes de controle biológico disponibilizados pelo IBAMA, devido à descontinuidade de informações, com informações localizadas apenas para ao ano de 2014.

Também junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), através da sua ferramenta de consulta pública o AGROFIT, uma base de dados que traz

registros de produtos agrotóxicos e afins registrados tanto no MAPA, quanto no IBAMA e ANVISA. Completando o conjunto de informações reunido, foram trabalhados dados disponibilizados pelo Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal (SINDIVEG), entidade representativa do setor de defensivos agrícolas no Brasil que relacionam assuntos econômicos e regulatórios, junto a órgãos de governo, poderes públicos, entidades de classe, associações rurais e sociedade civil (AGROFIT, 2020; IBAMA, 2019; SINDIVEG, 2020).

Foi obtido pelo MAPA através do seu sistema AGROFIT; informações complementares que possibilitaram a integração de informações das 10 culturas mais produzidas e comercializadas no Brasil fornecidos pelo SINDIVEG com os 10 ingredientes ativos mais vendidos segundo o IBAMA, o percentual de participação dos produtos fitossanitários registrados no Brasil por classe toxicológica e ambiental; sendo todos os dados reunidos e tratados no *MSOffice –Excell*.

O recorte destas informações consolidadas permite a compreensão da evolução do consumo, comercialização de agrotóxicos e biodefensivos e de suas necessidades. Para complementar a análise foram trabalhadas informações coletadas por meio de revisão bibliográfica a partir de bases de publicações científicas, possibilitando a discussão dos resultados apresentados. Assim, abordando as características atuais da comercialização dos biodefensivos e a evolução do uso desses produtos e possíveis caminhos a serem explorados para que seja viável a criação de instrumentos favoráveis ao crescimento do uso das tecnologias biológicas promovendo a redução do uso dos agrotóxicos e a efetiva construção de um novo regime tecnológico pautado no uso dos biodefensivos.

## 5. Resultados e discussão

A comercialização de agrotóxicos e afins no Brasil, assim como o uso de biodefensivos continuam em crescimento regulamentado pela Lei 7.802/1989 (Lei dos Agrotóxicos) e, pelo Decreto 4.074/2002 (BRASIL, 1989).

Temos alcançados no histórico de vendas a partir de 2014 até 2018, como exemplo na Tabela 1, segundo o IBAMA (2019) a somatória total de 3,9 toneladas de Ingredientes ativos; o agrotóxico com 67%, microbiológicos 33% e, semioquímicos com apenas 1% deste total.

**Tabela 1:** Histórico de vendas de agrotóxicos, semioquímicos e microbiológicos no Brasil, 2014-2018 (Unidade: tonelada de ingrediente ativo)

| **PRODUTOS** | **VALORES** |
|---|---|
| AGROTÓXICOS | 2,7 milhões |
| SEMIOQUÍMICOS | 27 mil |
| MICROBIOLÓGICOS | 1,3 milhões |
| **TOTAL** | 4 milhões |

Fonte: Elaborada a partir do IBAMA, 2020.

Conforme as Figuras 1 e 2 é possível observar um contínuo crescimento nas vendas de agrotóxicos desde 2006, com ressalva da não sistematização das informações pelo IBAMA

dos dados fornecidos pelas empresas nos anos 2007 e 2008 e, um intermitente crescimento para os semioquímicos e microbiológicos com início em 2014.

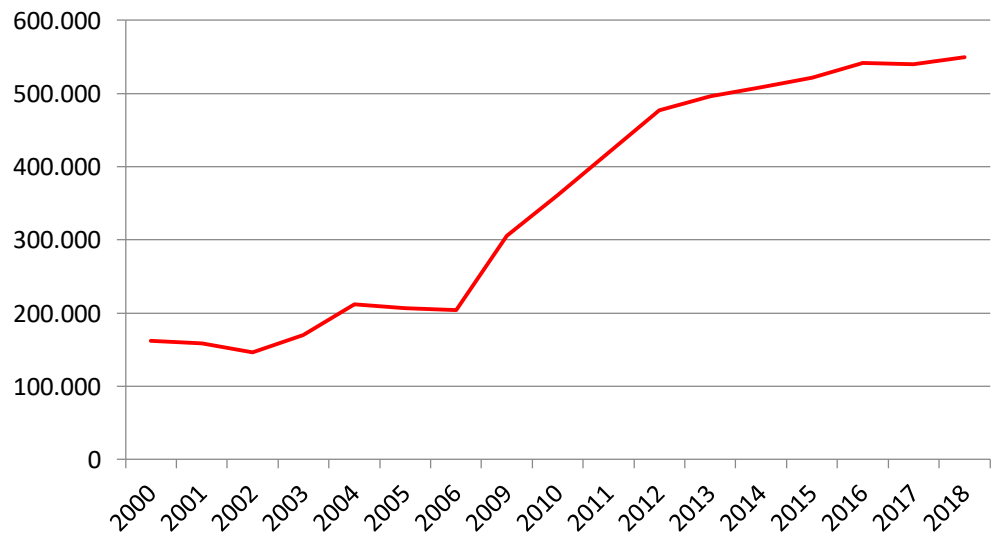
Especificamente no caso dos microbiológicos, referente à queda brusca em 2015, é explicada , segundo o próprio IBAMA (2019) devido ao surto da praga *Helicoverpa armigera* (lagarta), no qual foi declarada emergência fitossanitária em vários estados brasileiros em que o controle biológico foi adotado como umas das medidas de combate a esta praga em 2013 e 2014.

Com relação ao aumento de microbiológicos em 2018, foi informado pelo IBAMA (2019) esta ocorrência devido ao aumento em 63% na produção, 200% na importação e 73% em vendas nacionais associadas ao aumento no número de registro do mercado nacional de novos ingredientes ativos como: os inseticidas microbiológicos *Autographa californica multiple nucleopolyhedrovirus (AcMNPV), baculovirus chrysodeixis includens (ChinNPV)* e, nematicida microbiológico *Trichoderma koningiopsis.*

As categorias de semioquímicos, microbiológicos e agentes biológicos de controle começaram a aparecer nos registros no início de 2014 quando segundo o próprio IBAMA (2019):

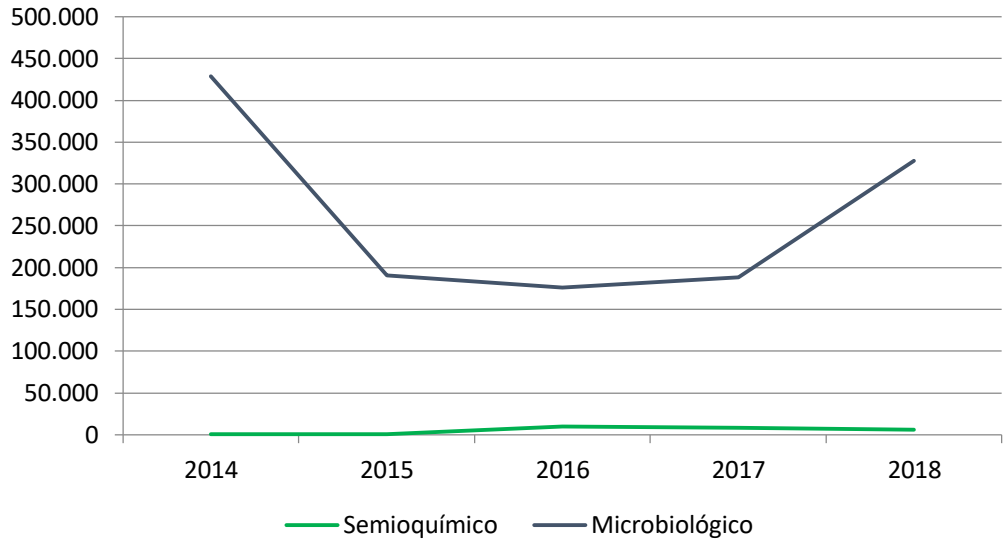
> "[...] três novas planilhas, referentes à produção, importação, exportação e à comercialização de Semioquímicos, Microbiológicos e Agentes Biológicos de Controle. Nos últimos anos, os pedidos de registro e a comercialização desse último grupo de produtos aumentaram significativamente no Brasil, o que nos leva a dar um destaque para esse segmento" (IBAMA, 2019).

**Figura 1:** Vendas de agrotóxicos e afins no Brasil no período de 2000 a 2018, em tonelada de ingrediente ativo




Fonte: Elaborada a partir de IBAMA, 2020.

**Figura 2:** Vendas de agrotóxicos e afins no Brasil no período de 2014 a 2018, em tonelada de ingrediente ativo




Fonte: Elaborada a partir de IBAMA, 2020.

Ainda considerando as informações de IBAMA (2019), no período de 2014 a 2018, os 10 ingredientes ativos mais vendidos, na somatório do período, temos a classe dos herbicidas em destaque. A Tabela 2 apresenta os principais ingredientes ativos e classes, tendo o glifosato e seus sais ocupando o primeiro lugar, seguido de outro herbicida, o 2,4-D, no qual curiosamente se mantiveram respectivamente nestas posições nos cinco anos consecutivos e, o Mancozene em terceiro lugar.

Cabe destacar que a somatória somente destes três ingredientes corresponde a 71% do total de vendas de ingredientes ativos. Esses ingredientes ativos, relacionados na Tabela 2, são todos agrotóxicos, ou seja, não se enquadram nas classes de controle biológico, como os semioquímicos, microbiológicos e agentes biológicos de controle.

**Tabela 2:** Posição dos dez ingredientes ativos fitossanitários mais vendidos no Brasil, por classe, em R$, 2014-2018

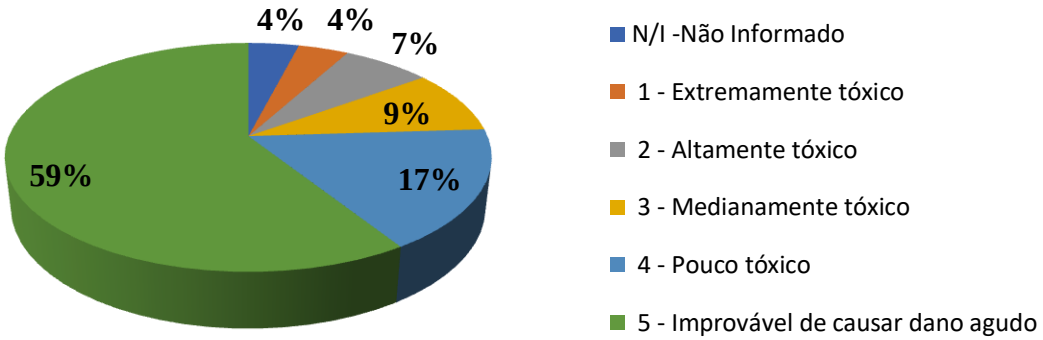
| Ranking | Classe | Ingrediente Ativo | Vendas (R$) |
|---|---|---|---|
| 1º | Herbicida | Glifosato E Seus Sais | 944 mil |
| 2º | Herbicida | 2,4-D | 244 mil |
| 3º | Acaricida, Fungicida | Mancozebe | 138 mil |
| 4º | Acaricida, Inseticida | Acefato | 122 mil |
| 5º | Inseticida, Acaricida, Fungicida, Adjuvante e Espalhante Adesivo | Óleo Mineral | 115 mil |
| 6º | Herbicida | Atrazina | 115 mil |
| 7º | Inseticida, Adjuvante | Óleo Vegetal | 65 mil |
| 8° | Herbicida | Dicloreto de Paraquate | 47 mil |
| 9° | Inseticida | Imidacloprido | 37 mil |
| 10° | Acaricida, Formicida, Inseticida | Clorpirifós | 33 mil |

**Fonte:** Elaborada a partir do IBAMA e AGROFIT, 2020.

No sistema de registro de informações sobre fitossanitários, o AGROFIT do MAPA, o glifosato que pertence à classe dos herbicidas 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 Monsanto do Brasil Ltda, São Paulo, aparece como a maior detentora com 18% do total destes produtos. Conforme Pelaez (2016) foi a empresa pioneira entre os anos 1980 e 1990, no desenvolvimento de um cultivar de soja resistente a herbicidas com base no glifosato; seguida pela Nufarm Indústria Química e Farmacêutica S.A. – Maracanaú com 11% e Albaugh Agro Brasil Ltda.- São Paulo, com 10%, as outras empresas estão distribuídas com variações entre 6% e 1%.

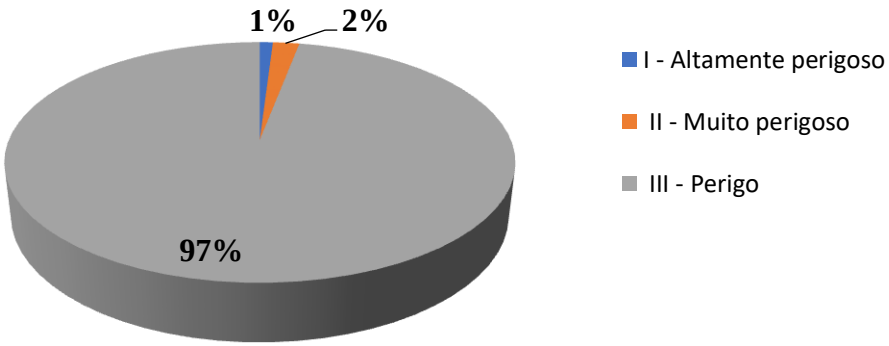
No mesmo sistema da AGROFIT está disponibilizada a classificação toxicológica e ambiental, sendo 59% do total de produtos classificados como improváveis de causar dano agudo; porém pode ser observado que 4% são considerados extremamente e altamente tóxicos e 97% em produto perigoso ao meio ambiente, como representado nas Figuras 3 e 4.

**Figura 3**: Percentual de participação dos produtos fitossanitários registrados no Brasil por classe toxicológica




**Fonte:** Elaborada a partir da AGROFIT, 2020.

**Figura 4**: Percentual de participação dos produtos fitossanitários registrados no Brasil por classe ambiental




**Fonte:** Elaborada a partir da AGROFIT, 2020.

Considerando as informações coletadas e disponibilizadas pelo SINDIVEG (2018), quando reunida a somatória do total de vendas no período de 2010 a 2017 temos nesta ordem demonstrada, Tabela 3, a soja em primeiro lugar com vendas em U$$ 39 bilhões; seguida pela cana-de-açúcar, algodão e o milho em duas safras. Ao integrarmos as informações das dez culturas mais produzidas e comercializadas no Brasil com os dez ingredientes ativos mais vendidos, concluímos que o glifosato e o dicloreto de paraquete estão registrados para o uso em todas as dez culturas mais comercializadas (FIGURA 5) e, somente, o óleo mineral se encontra presente nas culturas de café, citros e o óleo vegetal presente somente na cultura dos citros (AGROFIT, 2020).

**Tabela 3:** Ranking das 10 culturas com maiores volumes de vendas em US$, 2010 a 2017.

| Ranking | Cultura | Total em US$ |
|---|---|---|
| 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 bilhão |
| 8° | Pastagem | 1,7 bilhão |
| 9° | Feijão | 1,6 bilhão |
| 10° | Citros | 1,6 bilhão |

Fonte: Elaborada a partir do SINDIVEG, 2018.

Com relação aos herbicidas temos também os resultados obtidos no estudo de Costa, Sampaio e Fredo (2019) em que o demonstra como a classe mais comercializada com 58% do volume total de ingredientes ativos no período de 2014 a 2017, tendo o glifosato relacionado com o aumento na produção da soja, o que corrobora com os dados das Tabelas 2 e 3.

Sendo a soja posicionada como cultura em primeiro lugar no ranking de vendas, temos na base de dados para consulta do AGROFIT na busca de opções em controle biológico, um total de 14 produtos distribuídos em nove empresas, sendo o fungo *Trichoderma asperellum* o ingrediente ativo com maior representatividade em 36% (Tabela 4), classificado como um fungicida microbiológico e o restante dos ingredientes ativos como inseticidas microbiológicos.

Segundo Bortoloti, Sampaio e Fredo (2019) de um total obtido de 650 registros pelo MAPA no AGROFIT em que foram considerados os biodefensivos para diversas culturas diferentes, o maior número registrado foi de bioinseticidas e inseticidas microbiológicos com 26% ambos, tendo por ingredientes ativos o *Bacillus thurngiensis* com 55%, fungos *Beauveria bassiana* com 8% e *Metarhizium anisopliae* com 10% do total registrado.

Essa lacuna entre os agrotóxicos mais vendidos, os herbicidas, e os biodefensivos com maior numero de registros, os bioinseticidas e os inseticidas, pode estar relacionada à limitada efetividade das ações motivadoras da redução do uso de agrotóxicos. Como exemplo dos efeitos dessa baixa efetividade, são colocado os resultados do trabalho de Adegas et al. (2020), ao relatar que a planta daninha *Euphorbia heterophylla*, conhecida no Brasil como leiteiro, amendoim-bravo, leiteira, café-do-diabo, diabo do leiteiro; se tornou resistente ao

glifosato na produção de soja e, incorrendo no possível aumento dos custos de produção das lavouras de soja causados por plantas daninhas resistentes ao glifosato de 42% para 222% em função de gastos com herbicidas.

**Figura 5:** Representação dos 10 ingredientes ativos presentes nas 10 culturas mais vendidas




**Fonte:** Elaborada a partir do AGROFIT, 2020 e SINDIVEG, 2018

**Tabela 4:** Ingredientes ativos registrados para cultura de soja, para controle biológico

| Classe | Ingrediente Ativo | % |
|---|---|---|
| Inseticida Microbiológico | *Autographa californica multiple nucleopolyhedrovirus* (AcMNPV) + *Baculovirus Spodoptera frugiperda* + *Baculovirus Chrysodeixis includens* + *Baculovirus Helicoverpa armigera* | 7% |
| Inseticida Microbiológico | *Baculovirus Anticarsia* | 29% |
| Inseticida Microbiológico | *Baculovirus Chrysodeixis includens* + *Baculovirus Helicoverpa armigera* | 14% |
| Inseticida Microbiológico | *Baculovirus Chrysodeixis includens* | 14% |
| Fungicida Microbiológico | *Trichoderma asperellum* | 36% |

**Fonte:** Elaborada a partir da AGROFIT, 2020.

Portanto, mesmo com este recorte de dados, podemos ter uma perspectiva do posicionamento dos biodefensivos no regime tecnológico dominado por agrotóxicos. Sendo assim, cabe destacar que no estudo não foi encontrado nenhum registro de herbicida de origem natural para controle biológico no sistema AGROFIT, sendo a classe mais atendida para o uso de agrotóxicos. Por outro lado, os biodefensivos estão mais presentes na classe de inseticidas e fungicidas.

Esse cenário pode construir realidades como a relatada em estudo de Botelho e Monteiro (2011) sobre sensibilidade de fungos entomopatogênicos a agroquímicos usados no manejo da cana-de-açúcar, ao verificar que alguns ingrediente ativos agroquímicos utilizados no manejo da cana-de-açúcar, a exemplo do glifosato, têm efeito tóxico sobre os fungos usados no mesmo manejo como controle biológico; a exemplo, os fungos *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae*, e outros foram compatíveis ao glifosato, podendo ser usados como estratégia no manejo integrado desta cultura em conjunto com estes fungos de controle biológico. Porém alguns herbicidas e um dos ingredientes ativos mais vendidos, o 2,4 diclorofenoxiacético, é considerado tóxico para estes fungos.

Este é um exemplo de estudo de análise das interações ambientais a serem aplicados em outras diversas culturas, agroquímicos e biodefensivos. Tais estudos permitem analisar a compatibilidade de estratégias de manejo integrado de pragas para o seu controle e com talvez o uso simultâneo em casos em que não existam outras opções tanto de agroquímicos quanto de biodefensivos.

## 6. Conclusão

As discussões sobre os impactos ambientais, sociais e econômicos do amplo uso de agrotóxicos fomentam a busca por tecnologias alternativas, a exemplo daquelas associadas ao controle biológico, os biodefensivos e o manejo integrado de pragas e doenças. Esse cenário motivou o estudo aqui apresentado que buscou analisar a participação dos biodefensivos no universo de consumo dos produtos fitossanitários na agricultura brasileira. Para tanto, tratou da abordagem teórica sobre os regimes tecnológicos, caracterizou os biodefensivos e trabalhou séries de informações sobre o mercado de produtos fitossanitários no Brasil.

Os resultados permitiram identificar a inserção dos biodefensivos e as possibilidades de reforçar estratégias de diversificação de opções de produtos fitossanitários, assim como a necessidade de investimentos em P&D para ampliar ações que possam fortalecer a oferta de produtos em outras classes, para além dos bioinseticidas, com destaque para os herbicidas, classe de produtos que abriga o maior volume de consumo de ingredientes ativos no campo dos agrotóxicos. Da mesma forma, a maior participação de instituições de pesquisas e de ensino com foco especial sobre interações entre pragas e doenças, voltadas na identificação de novos ingredientes ativos abrangendo as classes inexistentes, poderão intensificar as práticas de produção apoiadas no manejo integrado de pragas e doenças e na interação entre os agrotóxicos e os biodefensivos.

Cabe ainda destacar a necessidade de imprimir esforços no sentido de cuidar das séries de dados, como observado nas lacunas apresentadas entre os anos 2007 e 2008 do total de registro de agrotóxicos comercializados disponibilizados pelo IBAMA. A disponibilidade de informações sequenciadas e contínuas constituem tecnologias importantes para a compreensão da realidade de consumo dos agrotóxicos e biodefensivos, para apoio na estruturação e formulação de políticas públicas, especialmente as regulatórias que possam

colaborar para a redução do uso a de agrotóxicos mantendo a eficiência e a qualidade da produção agrícola. Sendo assim, o uso dessas informações consolidadas para consulta pública e sua integração entre todos os agentes de interesse sobre inovações e tecnologias podem tornar viável a criação de instrumentos favoráveis ao crescimento do uso das tecnologias biológicas.

Nesse sentido, os resultados aqui apresentados abrem espaço para outros que possam abordar os obstáculos para a sua expansão do uso dos biodefensivos, a exemplo, da ausência de uma legislação específica, sendo atualmente, tratados junto à mesma regulamentação dos agrotóxicos, limite essencial para tomada de decisão tanto de formuladores de políticas públicas quanto de produtores e empresas que atuam nesse segmento. E também, estudos que possam trabalhar as diferenças e integrações entre os biodefensivos e os agrotóxicos na busca pela construção de um novo regime tecnológico na fitossanidade da agricultura brasileira.

## 7. Referências

ABCBIO. **MIP – Manejo Integrado de Pragas é a melhor estratégia para proteção da lavoura**. Associação Brasileira de Empresas de Controle Biológico. Disponível em: <https://www.abcbio.org.br/blog/mip-manejo-integrado-de-pragas/>. Acesso em: 23/10/2019.

ADEGAS, F. S., et al. **Euphorbia heterophylla: um novo caso de resistência ao glifosato no Brasil**. Embrapa Soja-Comunicado Técnico (INFOTECA-E), 2020. Disponível em: < https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/211648/1/ComTec-98.pdf>. Acesso em: 19/03/2020.

AGROFIT, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. **Consulta de ingredientes ativos**. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons> Acesso em: 05/02/2020.

ANVISA. **Regularização de Produtos – Agrotóxicos. Registro de Produtos Biológicos**. Agência de Vigilância Sanitária. 2019. Disponível em <http://portal.anvisa.gov.br/registros-e-autorizacoes/agrotoxicos/produtos/registro-produtos-biologicos>. Acesso em: 23/10/2019.

BERKHOUT, F.; SMITH, A.; STIRLING, A. **Socio-technological regimes and transition** contexts. Scientia Agricola. v. 71, n. 5, p. 345-355, set./ out. de 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10. 1590/0103-9016-2014-0167>. Acesso em: 23/10/2019.

BETTIOL, W.; MORANDI, M. A. B. **Biocontrole de Doenças de Plantas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2009. 341 p.

BOTELHO, A. A. A.; MONTEIRO, A. C. **Sensibilidade de fungos entomopatogênicos a agroquímicos usados no manejo da cana-de-açúcar**. Bragantia, Campinas, v. 70, n. 2, p. 361-369, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S000687052011000200016&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 27/02/2020.

BORTOLOTI, G.; SAMPAIO, R.M.; FREDO, C.E. **O controle biológico diante da legislação sobre agrotóxicos, seus componentes e afins**. Instituto de Economia Agrícola (IEA), São Paulo, SP, Brasil. DOI:10.31368/1980-6221r00292019. Biológico/Suplemento, São Paulo, v.81, n.2, nov., p. 41. 2019. Disponível em: < http://www.biologico.sp.gov.br/uploads/docs/bio/suplementos/V81_2/624b9492-7edb-4b1d-9897-243f1cb4f37f.pdf>. Acesso em: 08/02/2020.

BRASIL. Congresso Nacional. Lei 7802.1989 – **Lei dos Agrotóxicos**. 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. Brasília, DF, jul. 1989. Disponível em: < https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra;jsessionid=614EC16F7D8D7AE269B05055528F1B7D.proposicoesWebExterno1?codteor=356265&filename=LegislacaoCitada+-PL+6189/2005 >. Acesso em: 18/09/2019.

BRASIL. Câmara dos Deputados. **Projeto de Lei 6299/2002**. Altera a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e a 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; tendo parecer da Comissão de Seguridade Social e Família, pela aprovação deste, com emenda, e pela rejeição dos de nºs 1388/1999 e 7564/2006, apensados (relatora: DEP. CIDA DIOGO). Brasília, DF, mar. 2002. Disponível: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra;jsessionid=F6D898DA1BBE6779C678F35A2327AFE7.proposicoesWebExterno1?codteor=1672866&filename=PL+6299/2002>. Acesso em: 25/09/2019.

BRASIL. Câmara dos Deputados. **Projeto de Lei 6670/2016**. Institui a Política Nacional de Redução de Agrotóxicos – PNARA, e dá outras providencias. Brasília, DF, dez. 2016. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=1516582&filename=PL+6670/2016>. Acesso em: 20/09/2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Mercado de biodefensivos cresce mais de 70% no Brasil em um ano**. Controle biológico. Comportamento segue tendência mundial de redução do uso de agroquímicos para combater pragas e doenças nas lavouras Brasília, DF, Março. 2019. Disponível em:< http://www.agricultura.gov.br/noticias/feffmercado-de-biodefensivos-cresce-em-mais-de-50-no-brasil>. Acesso em: 12/11/2019

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Secretaria de Defesa Agropecuária publica prazos para aprovação de processos**. Desburocratização. A medida atende à regulamentação da Lei 13.874, a Lei de Liberdade Econômica. Brasília, DF, Fevereiro. 2020. Disponível em:< http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=27/02/2020&jornal=515&pagina=4 >. Acesso em: 02/03/2020

CASTELLACCI, F.; ZHENG, J. **Technological regimes, Schumpeterian patterns of innovation and firm-level productivity growth**. Industrial and Corporate Change, v. 19, n. 6, p. 1829-1865, 2010.

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, v. 5, n. 5, p. 749-766, 2012.

COSTA, A.R. SAMPAIO, R.M.; FREDO, C.E. **Levantamento do histórico da comercialização dos agrotóxicos e de biodefensivos no Brasil**. Instituto de Economia Agrícola (IEA), São Paulo, SP, Brasil. DOI: 10.31368/1980-6221r00222019. Biológico/Suplemento, São Paulo, v.81, n.2, nov., 2019, p. 34. Disponível em: <

http://www.biologico.sp.gov.br/uploads/docs/bio/suplementos/V81_2/624b9492-7edb-4b1d-9897-243f1cb4f37f.pdf>. Acesso em: 27/02/2020.

DA CUNHA, L. N.; SOARES, W. L. **Os Incentivos Fiscais aos Agrotóxicos**. Revibec-Revista Iberoamericana De Economía Ecológica, 2019, 46-66. Disponível em: <https://redibec.org/ojs/index.php/revibec/article/view/355>. Acesso em: 12/02/2020.

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

DARA, S. K. **The New Integrated Pest Management Paradigm for the Modern Age**, Journal of Integrated Pest Management, Volume 10, Issue 1, 2019, 12. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/jipm/pmz010>. Acesso em: 21/10/2019.

DUMONT, A. M.; GASSELIN, P.; BARET, P. V. **Transitions in agriculture: Three frameworks highlighting coexistence between a new agroecological configuration and an old, organic and conventional configuration of vegetable production in Wallonia (Belgium)**, Geoforum, v.108, 2020, p. 98-109, ISSN 0016-7185. Disponível em<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016718519303367> Acesso em: 10/02/2020.

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

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

GRAVENA, S. **Controle Biologico no Manejo Integrado de Pragas**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 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: 12/11/2019.

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. Setembro de 2016. Disponível em: <http://www.scielo.mec.pt/pdf/rpbg/v15n3/v15n3a04.pdf>. Acesso em: 24/10/2019.

IBAMA, Ministério do Meio Ambiente, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Relatórios de comercialização de agrotóxicos**, 01 de 11 de 2019. Disponível em: <http://ibama.gov.br/agrotoxicos/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxicos> Acesso em: 25/01/2020.

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 23/10/2019.

PARRA, J. R. P. **Biological Control in Brazil: An overview**. Piracicaba: Sci. Agric. v.71, n.5, p.420-429, set./out. 2014.

PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M., CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. **Controle biológico: terminologia. Controle Biológico no Brasil: parasitóides e predadores.** São Paulo. Manole editora, p. 1-16, 2002.

PELAEZ, V.; TERRA, F. H. B.; DA SILVA, L. R.. **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. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/economia/article/view/20523/13714>. Acesso em: 25/11/2019.
PELAEZ, V.; DA SILVA, L.; ARAÚJO, E. **Regulação de agrotóxicos: uma análise comparativa. Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia**, v. 13, 2012. Disponível em: < http://www.sbhc.org.br/resources/anais/10/1356022660_ARQUIVO_RegulacaoAgrotoxicosSBHC.pdf>. Acesso em: 25/11/2019.
PELAEZ, V.; 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. http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20160007
Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782017000200152&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 06/02/2020.
RODRÍGUEZ, 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. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/333639/1/BermudezRodriguez_LadyTatiana_D.pdf> Acesso em: 12/11/2019.
SAMPAIO, R. M. **Controle Biológico: tecnologias na construção de oportunidades no Brasil**. Analises e Indicadores do Agronegócio, v. 3, n. 3, p. 4, 07 mar. 2013. ISSN 1980-0711. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/ftpiea/AIA/AIA-09-2018.pdf>. Acesso em: 23/09/2019.
SINDIVEG. **Planilha do SINDIVEG** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por < renata@iea.sp.gov.br> em 05/12/ 2019.
SINDIVEG. Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal (Sindiveg). **O SINDIVEG**. Disponível em: < https://sindiveg.org.br/o-sindiveg/> Acesso em: 19/03/2020.
VIEIRA FILHO, J. E. R.. **Trajetória tecnológica e aprendizado no setor agropecuário**. A agricultura brasileira: desempenho, desafios e perspectivas, 2010. 31 p. 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 21/09/2019.
WWF Brasil. **Manejo Integrado de Pragas. Controlando pragas e cuidando do meio ambiente**. World Wide Fund for Nature. Disponível em <https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/reducao_de_impactos2/agricultura/agr_acoes_resultados/controlando_pragas_de_maneira_ambientalmente_correta/>. Acesso em: 23/09/2019.