



Ecossistema de Inovação: empreendedorismo tecnológico em controle biológico no Brasil¹

Innovation Ecosystem: entrepreneurship technology in biological control in Brazil

Autor(as): Renata Martins Sampaio; Instituto de Economia Agrícola (IEA); rmsampaio@sp.gov.br e **Gillyene Bortoloti;** Programa de Pós-Graduação em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio, Instituto Biológico, gillyenebiologa@gmail.com

Grupo de Trabalho (GT): 12. Temas emergentes no agronegócio

Resumo: O artigo tem por objetivo identificar estruturas de evolução das empresas de base tecnológica em controle biológico no Brasil. Dessa forma, explora discussão teórica e conceitual sobre ecossistemas de inovação e empreendedorismo tecnológico que estruturam metodologia conduzida em duas etapas. A primeira, apoiada nos aportes dos exercícios de enquadramento que caracterizam o contexto de desenvolvimento tecnológico do controle biológico no Brasil e, a segunda, trabalha bases secundárias de informações sobre o empreendedorismo tecnológico e suas características no recorte das *startups* dedicadas ao agronegócio brasileiro e, em especial, do controle biológico. Os resultados apontam que os bioinsumos para controle biológico já representam 17% do total brasileiro de produtos fitossanitários formulados registrados, porém enfrenta desafios, como questões regulatórias e a ampliação e difusão do conhecimento científico e tecnológico, condição em que as *startups* são posicionadas como organizações capazes de contribuir promovendo o desenvolvimento tecnológico e os processos de inovação. No cenário, a Região Sudeste e o estado de São Paulo concentram o maior número de *startups* que tem na educação, as *Edtechs*, o principal segmento de atuação. Para o agronegócio, as *Agtechs*, tem destaque a categoria alimentos inovadores e novas tendências alimentares com 46% do total dessas *startups*. Já no recorte do controle biológico e manejo integrado de pragas foi possível observar o incremento no número de *startups* dedicadas a essa atividade, linhas de investimentos e a presença de incubadoras e aceleradoras vinculadas a organizações de ensino e pesquisa.

Palavras-chave: Bioinsumos, Biotecnologias, Sustentabilidade, *Startups*.

Abstract: *The article aims to identify structures of evolution of technology-based companies in biological control. In this way, it explores theoretical and conceptual discussion about innovation ecosystems and technological entrepreneurship that structure a methodology conducted in two stages. The first is based on contributions from the framing exercises that characterize the context of biological control development and, the second, works on secondary bases of information on technological entrepreneurship in Brazil and its characteristics in the selection of startups dedicated to Brazilian agribusiness and, in particular, to biological control. The results indicate that bioinputs for biological control already represent 17% of the total Brazilian phytosanitary products formulated, but it faces challenges, such as regulatory issues and the expansion and dissemination of scientific and technological knowledge, a condition in which startups are positioned as organizations capable of contribute by promoting technological development and innovation processes. In the Brazilian scenario, the Southeast Region and the state of São Paulo concentrate the largest number of startups in education, the Edtechs, the main segment of activity. For agribusiness, the Agtechs, the innovative food category and new food trends stand out with 46% of the total, while in the biological control and integrated pest management it was possible to observe the increase in the number of startups dedicated to this activity, lines of investments and the presence of incubators and accelerators linked to teaching and research organizations*

Key words: *Bioinputs, Biotechnologies, Sustainability, Startups*

¹ Agradecemos o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).



1. Introdução

A evolução da agropecuária brasileira tem no progresso da ciência e no desenvolvimento tecnológico estruturas fundamentais para os processos de inovação pautados por dinâmicas sociotécnicas, institucionais, socioeconômicas e ambientais distintas em recortes regionais, setoriais, locais e outros. A visão de integração entre essas pautas e agentes envolvidos perpassa as construções relacionadas aos ecossistemas de inovação e sua interação com o empreendedorismo. Nela, as *startups* podem ser vistas como o instrumento de junção entre empreendedorismo e inovação com potencial significativo no desenvolvimento de novos produtos, processos e modelos de negócios centrais na criação de valor (BAMBINI, 2021; FREIRE, et al., 2017).

O espaço que vem sendo ocupado pelas *startups* nos processos de transformação e desenvolvimento tecnológico tem posicionado discussões importantes em diferentes frentes de estudos. Dentre elas está a preocupação das universidades na construção de mecanismos de promoção da integração entre atividades de ensino, pesquisa e interação com parceiros externos para mobilização, construção e transferência do conhecimento, envolvendo o apoio a empreendedores e suas relações no cumprimento da chamada terceira missão (ETZKOWITZ, 2013; OCDE, 2022).

No mesmo contexto, também, tem destaque os esforços conceituais e institucionais, a exemplo, da Lei Complementar nº 182/2021, central no Marco Legal das *Startups* no Brasil e, a investigação do posicionamento, movimentação e atuação das *startups* em segmentos econômicos específicos, como são as *Agtechs* no universo de produção e comercialização da ampla gama de atividades que permeiam a agropecuária e seus processos agroindustriais, especialmente, vinculando tecnologias e inovações que apresentam rupturas técnico-científicas distintas das que norteiam padrões tecnológicos difundidos e dominantes.

Nessa condição estão os bioinsumos para controle biológico² e a importante atuação das *Agtechs* na criação de novas oportunidades para ampliar a produção e uso dessas tecnologias inserido em estratégias e ações na busca por sistemas de produção agrícola mais sustentáveis. O controle biológico são tecnologias construídas a partir de microrganismos como fungos e bactérias e de macrorganismos como vespas e ácaros aplicados no controle de pragas e doenças das produções agrícolas. Nas últimas duas décadas, essas tecnologias, apontadas como instrumentos essenciais para a redução dos impactos causados pelo amplo uso dos agrotóxicos químicos, já representam 15% dos produtos fitossanitários formulados registrados para uso no Brasil e, em 2020, movimentou R\$1,2 bilhão³ de faturamento em 2022 (ARAUJO, 2022; PARRA, 2014; EMBRAPA, 2021; BORTOLOTTI; SAMPAIO, 2022).

A interação entre a construção de novos mercados integrados à inovação tecnológica no campo das biotecnologias no segmento de insumos agrícolas e a participação das *startups* posiciona a questão condutora desse artigo: quais características podem ser identificadas no ambiente de atuação das *startups* voltadas ao controle biológico? Dessa forma, esse estudo tem por objetivo identificar estruturas de evolução das empresas de base tecnológica em controle biológico. Para tanto, parte da discussão teórica e conceitual sobre ecossistemas de inovação e

² Também são colocados como biopesticidas, bioinseticidas, bioprodutos e biodefensivos dentro outros.

³ Projeções indicam que as vendas dos bioinsumos no mercado brasileiro deverão crescer 300% até 2030, para cerca de US\$ 1,8 bilhão. Na safra 2021/22 o faturamento do ramo chegou a R\$ 2,9 bilhões (LOPES, 2023). Importante pontuar que os bioinsumos estão vinculados ao controle biológico, aos fertilizantes biológicos ou biofertilizantes, aos inoculantes e também à sanidade animal.



avança para a análise do mapeamento das *startups* do agronegócio brasileiro, explorando as principais iniciativas envolvidas e seus desdobramentos.

O artigo está organizado em cinco seções além dessa introdutória, seguida da discussão teórica que apoia esse estudo e da apresentação da metodologia. A quarta e a quinta seções discutem os resultados alcançados, seguidos das considerações finais.

2. Ecossistemas de inovação e empreendedorismo

O processo de inovação como resultado da interação entre progresso científico, desenvolvimento tecnológico e das estruturas institucionais, socioeconômicas, culturais, ambientais e organizacionais, toma espaço, especialmente, a partir dos anos 1980, com argumentos que questionavam o chamado modelo linear de inovação com ênfase na pesquisa básica, no encadeamento de etapas e no equilíbrio entre oferta e demanda. Nesse recorte estão trabalhos fundamentais na discussão da inovação como Dosi (2006) e Freeman (1987) que fundamentam o processo de inovação como resultado de um conjunto de atividades interligadas que envolve aprendizado, uso, difusão, conhecimento técnico-científico e escolhas, em uma construção coletiva.

Alcântara et al. (2023), Bambini (2022) e Sampaio et al. (2013) posicionam as contribuições edificantes de Schumpeter na construção do debate sobre os processos de inovação como propulsores do desenvolvimento econômico: novos produtos, novos processos, novos mercados, novas formas organizacionais, ocupando novos espaços e eliminando modelos estabelecidos. Freeman (1987) explorou a realidade japonesa para posicionar o nível nacional de integração, pontuando a importância da interação das empresas, das organizações de pesquisa e desenvolvimento (P&D) e dos sistemas de educação e financiamento da ciência e tecnologia (C&T); alicerçando os estudos relacionados aos Sistemas Nacionais de Inovação.

A visão sistêmica também está no apoio a diferentes frentes de análise envolvendo a formação e desempenho de políticas de C&T, a exemplo, de regiões ou setores econômicos, como o Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNA), tecnologias específicas, a interação entre fornecedor e usuário dentre outros formatos e processos de aprendizado. As experiências vivenciadas e suas evidências contribuem para propostas e encaminhamento efetivo das estratégias de inovação públicas e privadas em diferentes recortes (LUNDVALL, 1988; DOSI; NELSON, 2009).

Da mesma forma, são fundamentais para o avanço dos construtos teóricos e conceituais, como os chamados ecossistemas de inovação. Conforme apontam Autio e Thomas (2022) o conceito é inspirado nas ciências biológicas em que ecossistema é uma comunidade ou assembleia biótica e seu ambiente um lugar particular não equilibrado, que concentra participantes interdependentes.

A concepção biológica do ecossistema tem sido adotada por estudiosos da engenharia e das ciências sociais que também tem interesse nas interdependências entre os participantes, sendo assim, adotado por uma ampla variedade de perspectivas acadêmicas como a engenharia industrial, o planejamento urbano e econômico, no empreendedorismo, na gestão da inovação e estratégia. Para os estudos em inovação e empreendedorismo, são verificadas outras denominações, ecossistemas de negócios, de tecnologia e de empreendedorismo (AUTIO; THOMAS, 2022).

O avanço na discussão conceitual sobre os ecossistemas está em boa medida vinculado aos argumentos explorados e previamente debatidos na tradição dos sistemas de inovação. Os estudos têm sido conduzidos com ênfase na unidade de análise individual quando concentrado



em uma empresa ou um novo empreendimento, pontuando a comunidade de organizações, instituições e indivíduos que impactam a empresa e seus clientes e suprimentos. Outra vertente é tratada com foco no conjunto de componentes em integração e vê o ecossistema como arranjos colaborativos que combinam ofertas individuais em busca de uma solução, sendo importante a compreensão de como atores interdependentes interagem, criam suas estruturas de coordenação para criar e comercializar inovações (JACOBIDES, et al., 2018; AUTIO; THOMAS, 2022).

A preocupação com a coordenação e cooperação está associada aos níveis de intensidade de interdependência entre os agentes envolvidos, à capacidade de adaptação à dinâmica da realidade e são distintas entre os ecossistemas e suas lideranças. A capacidade de adaptação e de coordenação dos ecossistemas dependerá da interdependência geral e suas interações multilaterais e bilaterais pautadas pelas necessidades impostas pelos caminhos necessários na busca incerta pela solução, sendo assim, a incerteza dos processos e suas interdependências são condicionantes fundamentais na capacidade de cooperação e coordenação dos ecossistemas e de seu sucesso (FOSS, et al. 2022).

A coordenação, formação e as diferentes características dos ecossistemas têm mobilizado esforços no sentido de conceituar e categorizar os ecossistemas. Autio e Thomas (2022)⁴ colocam os ecossistemas de conhecimento como aqueles que refletem processos abertos de PD&I que exploram em colaboração novo conhecimentos como atividade central, e formados por participantes não relacionados hierarquicamente, como universidades, instituições públicas de pesquisa e empresas. Já os ecossistemas de inovação são caracterizados pela presença de uma empresa focal e uma proposta de valor específica, sendo composto por participantes complementares e fornecedores imediatamente adjacentes. Ainda são relacionados os ecossistemas empreendedores em que os participantes desenvolvem modelos de negócios a partir de uma base de conhecimento compartilhada e estão focados em oportunidades dentro e fora do sistema, permeadas por capital de risco. Envolvem, assim, instituições de ensino e pesquisa, governo, experimentações, aceleradoras, incubadoras, espaços de *coworking* e as *startups*.

As *startups* são vinculadas ao empreendedorismo tecnológico e ao risco associado à busca por desenvolver e posicionar tecnologias, com consequente lucro ao transformar ideias em inovações. Essas atividades, permeadas pelo risco e por expectativas promissoras de sucesso, são fomentadas por estratégias e iniciativas públicas e privadas em todo o mundo, assim como são estabelecidos processos contínuos de monitoramento da evolução das *startups*, suas comunidades e interação nos ecossistemas. Quando observadas as discussões, conceituadas sobre as *startups*, são percebidos argumentos, como: as startups são empresas pequena feitas para crescer e não necessariamente precisam trabalhar com tecnologia ou tomar financiamento de risco; também são colocadas como organizações para oferecer novas formas de entrega de serviços e de captura de valor a partir de novos canais de distribuição ou fontes de receitas, sendo relevantes em termos de transformação do sistema de produção, como a inovação em modelos de negócios (SILVEIRA et al., 2023; FREIRE, et al. 2017; AZEVEDO, et al., 2022).

Para Freire, et al. (2017), as *startups* podem ser vistas como a materialização da junção entre empreendedorismo e inovação, representam novos atores dentro dos ecossistemas de inovação e sua presença, além de desenvolver novos produtos, processos e modelos de negócios, é central na criação de valor, influenciando o comportamento e o modo de operação

⁴ Os autores também investem na caracterização de outros recortes como o ecossistema urbano, industrial, de plataforma, de negócios, assim como, no esforço de criar categorias a partir do fluxo de participantes, objetivos e interação em materiais e energia, conhecimento e valor.



das empresas estabelecidas, tanto na competição direta quanto nas parcerias para o desenvolvimento tecnológico.

Nesse cenário de avanço da presença das *startups* nos ecossistemas e do seu potencial para de promoção de desenvolvimento e de interação com a dinâmica socioeconômica, em 2021, foi criada a Lei Complementar nº 182, que institui o marco legal das startups e do empreendedorismo inovador, estabelecendo os princípios e diretrizes para atuação da administração pública e as medidas de fomento ao ambiente de negócios e investimento em empreendedorismo inovador. A lei define as *startups* como organizações empresariais ou societárias, nascentes ou em operação recente, cuja atuação caracteriza-se pela inovação aplicada a modelo de negócios ou produtos, ou serviços ofertados (BRASIL, 2021)⁵.

As diferentes frentes de atuação das *startups* direcionam as suas denominações, a exemplo, de edtech para a educação, fintech nas finanças, healthtech na saúde e bem-estar e de agtech no agronegócio com atuação na ampla gama de produtos, processos e serviços demandados, dentre eles os bioinsumos para controle biológico.

3. Metodologia de pesquisa

A discussão dos ecossistemas em seus recortes da inovação e do empreendedorismo, posicionaram a interação entre instituições, organizações e variáveis socioeconômicas e ambientais. Os mecanismos de coordenação e cooperação também são colocados como importantes, assim como, o posicionamento das *startups* nesse ambiente. Dessa forma, para tratar o objetivo de identificar estruturas de evolução das empresas de base tecnológica, as *startups*, em controle biológico, a metodologia foi estruturada em duas etapas de pesquisa.

A primeira etapa encontra apoio nas construções propostas por Turnhout (2019) ao apresentar os exercícios de enquadramento destinados a caracterizar o contexto de inserção do objeto, tecnologia, em estudo. Dessa forma, foram coletadas informações junto a documentos, artigos científicos, planos, relatórios, programas, políticas, leis, decretos e outros instrumentos capazes de posicionar a evolução tecnológica e institucional do controle biológico. No segundo conjunto de informações, foram trabalhados dados disponibilizados pelo Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), sobre registro de produtos formulados para controle biológico no Brasil e sobre especificações de referência que vincula microrganismos e macrorganismos para uso na agricultura orgânica.

A segunda etapa buscou tratar na inserção agtechs no universo total das *startups* no Brasil. Assim como em Silveira et al., (2023), tomou como base de informação o mapeamento do ecossistema, edição 2022, sendo um estudo de atualização anual realizado pela Associação Brasileira de Startups (ABSTARTUPS) desde 2018, cujo objetivo é registrar dados demográficos e o perfil das *startups*, identificando atividades e agentes de fomento à inovação e ao empreendedorismo.

Ainda na segunda etapa, foi trabalhada a base de informações sobre as *agtechs* reunidas em diferentes segmentos de atuação, tomando como instrumento de análise os resultados alcançados nas três edições, 2019, 2020/21 e 2022, do mapeamento das *startups* do agro

⁵ Cabe ainda destacar o parágrafo primeiro do artigo 4º em que são colocadas como elegíveis para o enquadramento na modalidade de tratamento especial destinada ao fomento de *startup* o empresário individual, a empresa individual de responsabilidade limitada, as sociedades empresariais, as sociedades cooperativas e as sociedades simples, com receita bruta de até R\$16 milhões e com até dez anos de inscrição no Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica (CNPJ), dentre outras condições (BRASIL, 2021).



brasileiro, Radar Agtech, realizado pela parceria entre a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), a SP Ventures e a Homo Ludens.

A experiência Radar Agtech adota categorias de classificação das *startups* para cada segmento da cadeia agropecuária, organizados em três grupos: *i*) antes da fazenda com, análise laboratorial, controle biológico, economia compartilhada, fertilizantes, inoculantes e nutrientes, genômica e biotecnologia, nutrição e saúde animal, sementes e mudas e serviços financeiros; *ii*) dentro da fazenda com, agropecuária de precisão, aquicultura, conteúdo, educação e rede social, diagnóstico de imagem, gestão de resíduos e água, internet das coisas, meteorologia e irrigação, máquinas e equipamentos, monitoramento, sensoriamento remoto, sistema de gestão agropecuária, telemetria e automação e *vant*; e *iii*) depois da fazenda com, alimentos inovadores e novas tendências alimentares armazenamento, infraestrutura e logística, bioenergia e biodiversidade, consultoria/aceleração/associação, fábrica de plantas e novas formas de plantio, indústria 4.0, loja autônoma e gestão de varejo, mercearia online, plataforma de negociação e marketplace de vendas, restaurante online e kit refeição, segurança alimentar e rastreabilidade, sistema de embalagem, meio ambiente e reciclagem⁶.

Para esse estudo foram trabalhados os resultados classificados no segmento antes da fazenda, categoria controle biológico para o mapeamento de 2019 e segmento dentro da fazenda, categoria controle biológico e manejo integrado de pragas para as edições de 2020/2021 e 2021/2022. Esses segmentos e a categoria relacionada agrupam as *startups* que comercializam e/ou desenvolvem variantes químicas e biológicas (macroscópicas ou microscópicas) voltadas para o controle de pragas e doenças por meio da substituição de agentes químicos tradicionais.

4. O controle biológico no Brasil

O controle biológico envolve o uso milenar de tecnologias presente nas produções agrícolas. Os chineses utilizavam formigas para o controle de pragas em pomares de laranjas. Porém, a seleção e experimentação de microrganismos, fungos, bactérias e vírus e, de macrorganismos, vespas, joaninhas e outros para o controle ou supressão de organismos, específicos⁷, o controle biológico, toma forma em 1919 com Harry Scott Smith (PARRA, et al., 2002). O conhecimento avança e o controle biológico ganha espaço com casos de sucesso em todo mundo e inúmeras iniciativas em pesquisa, empreendedorismo tecnológico, capacitação e

⁶ Aqui cabe mencionar que a distribuição das categorias por segmentos foi sendo trabalhada e ajustada ao longo do período e dos arranjos necessários visando o aprimoramento metodológico das edições do mapeamento. Dessa forma, novas categorias foram incluídas assim como novos critérios de distribuição entre os segmentos que reúnem as *agtechs* e as *foodtechs*.

⁷ O controle biológico é abordado no contexto de redução de populações de organismos indesejáveis que ocorrem nos agroecossistemas nos quais inimigos naturais, como predadores, parasitoides, parasitas, herbívoros, competidores e patógenos, mantenham sob controle qualquer população com potencial nocivo à atividade humana, como as pragas da agricultura. Esse grupo de organismos nocivos inclui artrópodes (insetos e ácaros), nematoides e microrganismos patogênicos às plantas cultivadas e plantas daninhas. Complementarmente, são incluídos os semioquímicos, em razão da importância da comunicação química entre organismos na mediação dos diferentes tipos de interações tróficas que compõem o controle biológico (FONTES, et al., 2020).



fomento⁸. Segundo Gottens (2022), essas ações estão construindo mercado de insumos biológicos estimado em US\$18,5 bilhões até 2026, 74% superior ao registrado em 2020.

O controle biológico vem posicionando suas perspectivas no debate sobre sustentabilidade nos sistemas de produção agrícola, envolvendo o manejo adequado dos recursos naturais, evitando a degradação ambiental e, especialmente, os impactos do padrão tecnológico dominante pautado no uso intensivo de agrotóxicos de origem química/sintética⁹. Na realidade brasileira, esses impactos são abordados por Bettiol e Morandi (2009) que apontam o uso intensivo de agrotóxicos tem promovido problemas de ordem ambiental e socioeconômica, como a contaminação do solo, água, dos animais, dos alimentos, intoxicação dos produtores, além da resistência de pragas e patógenos, o comprometimento do equilíbrio biológico e a redução da biodiversidade.

No Brasil, o controle biológico é trabalhado desde a década de 1920, porém, toma força a partir de meados dos anos 1980 com uma série de eventos, ações e atividades, em que se destacam, as reuniões sobre Controle Biológico de Doenças e Plantas, a apresentação oral de trabalhos sobre controle biológico no Congresso Brasileiro de Fitopatologia, a criação de disciplinas sobre a temática em cursos de pós-graduação e o início das atividades da primeira empresa especializada na produção massal e comercialização de um bioinsumo para controle biológico, a Bioagro Alam Ltda., incubada no Departamento de Fitossanidade da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Nos anos 2000 se destaca o incremento das atividades e o surgimento de novas empresas especializadas na produção e comercialização de bioinsumos para controle biológico, assim como, a criação da Associação Brasileira das Empresas de Controle Biológico (ABCBio) que, atualmente, tem suas atividades incorporadas à Croplife Brasil e, o incremento no registro de produtos biológicos formulados disponíveis aos produtores (BETTIOL, MORANDI, 2009).

Nos últimos anos, cresce o total de registro de produtos formulados a partir de ingredientes ativos biológicos, atingindo 17% do total de produtos fitossanitários registrados junto ao MAPA¹⁰. Dentre as classes agronômicas, a de maior representatividade é a de inseticidas microbiológicos, com 274 produtos registrados, total que corresponde a 38% do somatório de 722 inseticidas químicos registrados. Segundo AGROFIT (2023), nos últimos três anos foram registrados 152 produtos biológicos, sendo 42 em 2020, 44 em 2021 e 66 em 2022; já para os químicos, no mesmo período, foram registrados 185 produtos, assim distribuídos: 2020 (53); 2021 (70) e 2022 (62).

Quando observadas outras classes como de fungicidas e acaricidas, os produtos biológicos são representativos, mas em relação aos químicos, atingem 12% e 24%, respectivamente. Os nematocidas biológicos são destaque e superam os produtos de origem química em 84%, da mesma forma os agentes de controle biológico, os macrorganismos, destinados ao controle de pragas, que somam 73 produtos registrados. Por outro lado, a classe

⁸ Aqui importante mencionar a atuação de organizações como a *International Organisation for Biological Control* (IOBC).

⁹ Pealez et al. (2015; 2016) posicionam a estruturação da indústria brasileira de agrotóxicos impulsionada pelo avanço da produção das *commodities*, da agroindústria e dos incentivos tributários e de crédito pontuados por políticas públicas. Os autores indicam ainda que, no período de 2000 a 2013 o comércio mundial de agrotóxicos cresceu 220% impulsionado pelo aumento da produção de *commodities* agrícolas, como soja, milho, algodão e cana-de-açúcar. E ainda, que nesse período a China se tornou o maior exportador, e o Brasil, o maior importador e consumidor mundiais.

¹⁰ Em 2018 eram quase 300 produtos registrados e atualmente, quase 600, sendo que os bioinseticidas e inseticidas microbiológicos lideravam os registros (SAMPAIO, 2018).



com maior número de produtos registrados é a de herbicidas, com 30% do total, sendo registrados nos últimos três anos 342 produtos e nenhum produto biológico disponível (TABELA 1).

Tabela 1 Produtos fitossanitários formulados registrados para uso no Brasil, por classe agrônômica e totais.

Classe	Total
Acaricida	216
Acaricida microbiológico	53
Agente de controle biológico	73
Bactericida	23
Bactericida microbiológico	5
Cupinicida	41
Feromônio	46
Formicida	34
Fungicida	721
Fungicida microbiológico	84
Herbicida	1.027
Inseticida	722
Inseticida fumigante	9
Inseticida microbiológico	274
Nematicida	31
Nematicida microbiológico	57
Outros	4
Total	3.420

Fonte: Elaborada a partir de Agrofit (2023)

Apesar do aumento importante no registro de produtos biológicos, são pertinentes os desafios pontuados por Parra (2014) e por Vivian e Querino (2020), destacando, a construção do conhecimento e transferência tecnológica associada às características e complexidade técnica no uso do controle biológico pelo produtor em contraponto ao domínio das tecnologias químicas, às embalagens, logística e armazenamento. Em especial, também são pontuadas as lacunas no desenvolvimento e ampliação da disponibilidade de ingredientes ativos biológicos, da integração desses com práticas de produção que podem ser associadas aos produtos químicos, presentes nas estratégias do Manejo Integrado de Pragas (MIP) e no marco regulatório das atividades de pesquisa, produção, comercialização e uso dos bioinsumos para controle biológico.

Para os questionamentos relacionados à limitada oferta de ingredientes ativos, em consulta ao AGROFIT (2023), foi possível observar que dentre os 274 registros de inseticidas microbiológicos, 40 deles tem em sua composição como ingrediente ativo a bactéria *Bacillus thuringiensis*, outros 87 tem o fungo *Metarhizium anisopliae*, sendo 84 produzidos a partir do isolado IBCB 425, e 93 o fungo *Beauveria bassiana*, sendo 73 produtos formulados a partir do



isolado IBCB 66. Esses indicadores pontuam que mais de 60% dos inseticidas biológicos têm em sua composição pelo menos um desses ingredientes ativos relacionados.

Cabe ainda destacar que esse cenário é verificado para os bioinsumos registrados em outras classes agrônômicas, a exemplo, dos agentes de controle biológico com 50% dos produtos registrados formulados a partir do macrorganismo *Cotesia flavipes*. Essa realidade tem relação com as Especificações de Referência (ER), amparadas pelo Decreto nº 6913/2009, correspondem às especificações e garantias mínimos que os produtos fitossanitários com uso aprovado para agricultura orgânica deverão seguir para obtenção de registro, sendo assim, o estabelecimento de uma especificação de referência precede o pleito de registro de um produto fitossanitário com uso aprovado para a agricultura orgânica. Essa condição de ER está, atualmente, com 53 especificações publicadas e dentre elas presentes o *Bacillus thuringiensis*, *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana*.

O desenvolvimento de novos produtos biológicos está vinculado à identificação e triagem de isolados de microrganismos e de macrorganismos a partir de coleções mantidas e ampliadas pelos centros de pesquisa agropecuária, especialmente, públicos, a exemplo, do Instituto Biológico e seus isolados IBCB 425 e IBCB 66. A construção de conhecimento sobre os macros e microrganismos precisa estar acompanhada do desenvolvimento das demais etapas de produção e uso dos bioinsumos para controle biológico, demandando por ações de fortalecimento dos mercados e de empresas capazes de empreender em plataformas de produção apoiadas em sistemas de controle de qualidade (VIVIAN; QUERINO, 2020).

Nesse cenário tomam forma as *startups* voltadas ao controle biológico e também ações como a criação do Programa Nacional de Bioinsumos (PNB), pelo Decreto 10.375/2020, com objetivo de aproveitar o potencial da biodiversidade brasileira para reduzir a dependência dos produtores rurais em relação aos insumos importados e ampliar oferta de matéria-prima para o setor. Para organizar as atividades, o programa conta com o Conselho Estratégico composto por representantes do setor público e privado para a condução dos seguintes objetivos estratégicos: propor novo marco regulatório, fomentar a ciência, tecnologia e inovação; articular instrumentos de crédito; incentivar a implementação de biofábricas; promover a capacitação; formação de competência técnica e gerar conhecimentos e informações qualificadas sobre o desenvolvimento, produção e uso de bioinsumos (MAPA, 2023).

As ações envolvendo os objetivos estratégicos permeia as atividades do Conselho Estratégico, a exemplo das discussões e proposituras do Projeto de Lei (PL) 658/2021, que tramitou com aprovação em diferentes Comissões junto à Câmara dos Deputados e dispõe sobre a classificação, tratamento e produção de bioinsumos por meio do manejo biológico *on farm* e ratifica o PNB. Outra iniciativa, em tramitação no Senado, é o PL3668/2021, que dispõe sobre a produção, registro, comercialização, uso, destino final dos resíduos e embalagens, inspeção e fiscalização, a pesquisa e experimentação e os incentivos à produção de bioinsumos para agricultura.

Além disso, os temas e discussões envolvendo os bioinsumos também estão presentes nas atividades da Frente Parlamentar da Bioeconomia que está organizada em oito coordenações temáticas, em especial, as de economia circular, biodiversidade, inovação e produtividade. A próxima seção explora o posicionamento das *startups* no desenvolvimento tecnológico e econômico dos bioinsumos para controle biológico e as possíveis interações com a pauta de discussão colocada.



5. Empreendedorismo a partir dos bioinsumos para controle biológico

Para tratar explorar a participação das *startups* no ecossistema de inovação dos bioinsumos para controle biológico, inicialmente, foram trabalhadas as informações disponibilizadas pelo Mapeamento de *Startups* no Brasil, realizado pela ABSTARTUPS. O mapeamento tomou como metodologia o levantamento de informações por meio do preenchimento autodeclaratório de formulário online em coleta realizada no período de agosto a outubro de 2022, sendo consolidadas informações de 1.753 *startups* participantes, localizadas em 266 municípios¹¹.

Os totais consolidados indicam que 53,2% das *startups* estão localizadas na Região Sudeste e 23,6% na Região Sul, sendo concentradas nos estados de São Paulo com 36,3%, Santa Catarina e Minas Gerais, com 9,4%, e Paraná e Rio Grande do Sul em torno de 7%; para os municípios são destaque: São Paulo (23%) e Curitiba e Rio de Janeiro com 5% cada, e Belo Horizonte e Florianópolis com 4% (TABELA 2).

Tabela 2 Distribuição de *startups*, por Região e principais estados e municípios, Brasil, em percentuais

Região	%	Estados	%	Municípios	%
Sudeste	53,2	São Paulo	36,3	São Paulo	23,0
Sul	23,6	Santa Catarina	9,4	Curitiba	4,7
Nordeste	13,1	Minas Gerais	8,8	Rio de Janeiro	4,5
Centro-Oeste	5,1	Paraná	7,4	Belo Horizonte	4,0
Norte	5,0	Rio Grande do Sul	6,8	Florianópolis	3,9
		Outros	31,3	Outros	59,9

Fonte: Elaborada a partir de ABSTARTUPS (2022)

Quando considerados os segmentos principais de atuação das *startups*, são 14,5% voltadas para a educação, finanças e; saúde e bem-estar com 9,1%, desenvolvimento de software com 6,7%, varejo e recursos humanos com 5%, na sequência, marketing e agronegócio com 4% e logística e indústria com 3% do total (TABELA 3). Também foi possível observar que o principal modelo de negócios é o SaaS (*Software as a Service*) com 40%, seguido da venda direta com 16% e do marketplace com 11%.

Da mesma forma, o mapeamento permitiu observar que 75% das *startups* participantes apontaram como ambiente de relacionamento, os Hubs de inovação (conexões, programas e eventos), 54% indicaram a Academia (universidades, grupos de formação, programas de inovação), 49% Corporate (compra de solução, POC, testes e programas), 39% com Líder de comunidade (conheço e me relaciono com as lideranças locais) e 33% com o Setor Público (seleção em edital, venda de solução, desafio, Pitch. Gov.) (ABSTARTUPS, 2022).

Outra observação importante é a da capacidade de empregabilidade do setor, as respostas sobre o principal motivo para não realizar as contratações, foram: não encontramos uma pessoa com todas as *skills* necessárias para a vaga, 41,8% e quando; encontramos candidatos com as *skills*, mas que não estavam alinhados com a cultura da *startup*; foi de 15,5%;

¹¹ O mapeamento de 2022 organizou as informações em cinco eixos: perfil das pessoas fundadoras; perfil das *startups*; investimentos em *startups*; diversidade no time de colaboradores e empregabilidades nas *startups*.



além de; incompatibilidade na pretensão salarial/oferta, 20,1% e a; vaga precisou ser adiada/encerrada por motivos internos, 16,5%, o que demonstra desafios presentes também na formação de capital humano¹²(ABSTARTUPS, 2022).

Tabela 3 Dez principais segmentos de atuação de *startups*, Brasil, em percentuais

Segmento	%
Edtech (Educação)	14,5
Fintech (Finanças)	9,1
Healthtech e Life Science (Saúde e Bem-estar)	8,9
Tech (Desenvolvimento de Software)	6,7
Retailtech (Varejo)	5,1
HRTech (Recursos Humanos)	4,8
Martech (Marketing)	4,2
Agtech (Agronegócio)	4,1
Logtech (Logística)	3,4
Indtech (Indústria)	2,9
Outros	36,3

Fonte: Elaborada a partir de ABSTARTUPS (2022)

No recorte das *agtech*, *startups* que se dedicam ao atendimento de demandas do agronegócio, foram trabalhados os resultados alcançados com o mapeamento realizado pelo Radar Agtech, em suas três edições, de 2019, 2020/2021 e 2022. Conforme mencionado, o mapeamento adota critério de classificação das *agtechs* considerando os segmentos da cadeia de produção. Para a coleta de dados a metodologia está apoiada em fontes secundárias disponibilizadas por centros de pesquisa, programas de aceleração e instituições de financiamento, tratadas em conjunto de critérios de inserção das *startups* na base de dados compilada, como existência de website vinculada à disposição de informações sobre a atuação da empresa.

Essa estrutura metodológica foi sendo aprimorada durante a elaboração dos três mapeamentos aqui considerados, sendo assim, os resultados entre cada um deles não são passíveis de comparação e tomam como princípio a ampliação da base que a partir do mapeamento 2020/2021 incluiu a possibilidade de cadastramento voluntário. Para o mapeamento de 2021/2022 foram ajustados os critérios de inclusão das *agtechs* e a integração entre as informações coletadas em bases secundários e aqueles provenientes do cadastro voluntário.

Apesar do cuidado com a apresentação da metodologia e das ressalvas com os exercícios comparativos, é possível observar o incremento no total de *agtech* mapeadas que ficou em torno de 8% entre os dois últimos mapeamentos. Quando observadas a evolução entre os segmentos, as *startups* dedicadas às atividades depois da fazenda são destaque, tanto assim, que na edição de 2022, representaram 44% do total das *agtechs* mapeadas. Da mesma forma, o segmento antes

¹² Capital humano é um termo usado para se referir às competências e habilidades pessoais que permitem indivíduos gerarem renda (BEGNIS; VANIA DE FÁTIMA; DA SILVA, 2007). Assim, mesmo com importantes benefícios gerados pela inovação no agronegócio, como citado por Teixeira Neto (2022), a modernização e o uso de tecnologia no agronegócio brasileiro, também trouxeram algumas dificuldades, como a falta de capacitação do capital humano e para que o agronegócio brasileiro mantenha seu protagonismo nos próximos anos, será fundamental que a gestão pública esteja sempre atenta às demandas regulatórias.



da fazenda registra a menor participação, 14% do total de *agtechs* mapeado e sua evolução entre os dois últimos levantamentos em 21% (TABELA 4).

Tabela 4 Número de Agtech por segmento no Brasil.

Segmentos	Mapeamento		
	2019	2020/2021	2021/2022
Antes da Fazenda	196	200	242
Dentro da Fazenda	397	657	705
Depois da Fazenda	532	717	756
Total	1.125	1.574	1.703

Fonte: Dias, et al. (2019); Dias et al. (2021) e Nogueira et al. (2022)

O olhar sobre a distribuição regional das *agtechs* mantém cenário próximo ao já comentado para o universo nacional das *startups*. No mapeamento de 2022 é destaque a Região Sudeste, com 61% do total, seguida da Região Sul com 26% e da Região Centro-Oeste com 6%. A distribuição colocada reflete os resultados dos mecanismos de geração de empreendimentos inovadores no Brasil, especialmente, as incubadoras e as aceleradoras de *startups*, assim como a presença de infraestrutura de apoio à inovação, formação de pessoas em áreas tecnológicas e de investimentos, localizados, principalmente, nas regiões Sudeste e Sul do Brasil (FIGUEIREDO, 2022).

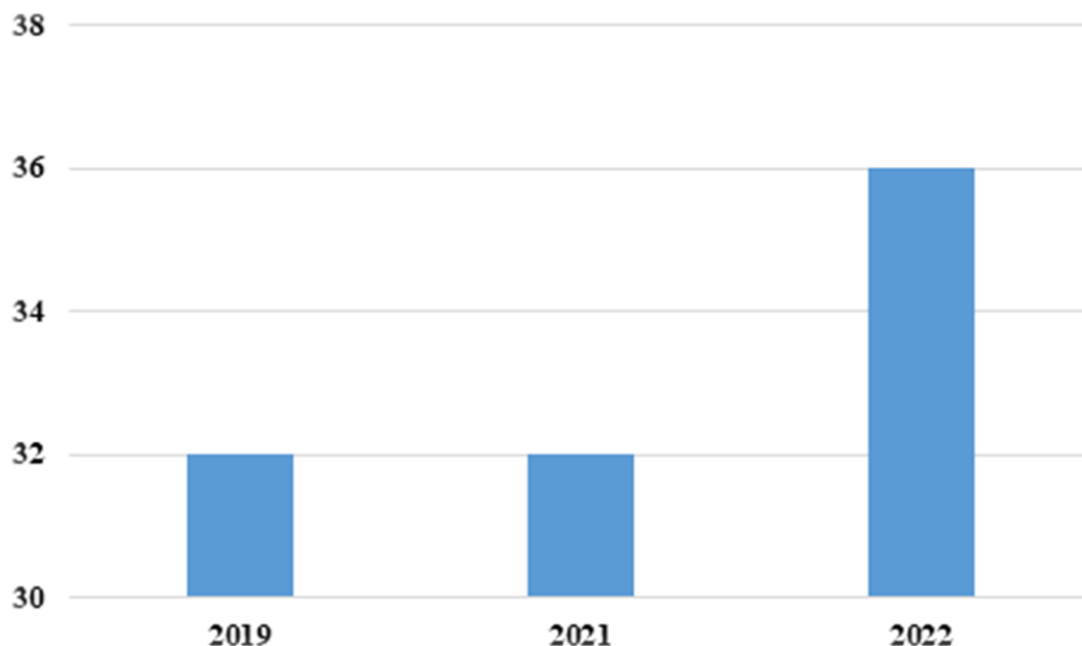
No recorte dos segmentos da agropecuária por categorias, quando consideradas as atividades antes da fazenda em 2019, as categorias fertilizantes, inoculantes e nutrientes, e genômica e biotecnologia atingiam cada uma em torno de 20%, seguidas da categoria controle biológico com 16%. Ainda em 2019, no segmento dentro da fazenda foi destaque a categoria sistemas de gestão agropecuária com 31% de participação e, para o segmento depois da fazenda, a categoria alimentos inovadores e novas tendências alimentares com 46% do total.

Para o mapeamento 2020/2021 foram relatadas mudanças no segmento antes da fazenda, quando as categorias *marketplace* de insumos para o agronegócio e crédito, permuta, seguro, créditos de carbono e análise fundiária foram as que mais reuniram *agtechs*, 45% do total. Para os outros dois segmentos, dentro da fazenda a categoria sistemas de gestão de propriedade rural, manteve a liderança, como 23%, e no depois da fazenda, alimentos inovadores e novas tendências alimentares atingiu 41% de participação. Nessa edição o controle biológico passou a ser representado na categoria controle biológico e manejo integrado de pragas e agrupado no segmento dentro da fazenda, com participação de 5% do total.

A terceira edição do mapeamento apontou a manutenção das principais categorias nos três segmentos trabalhados. Para o controle biológico e manejo integrado de plantas, o percentual de participação no segmento dentro da fazenda ficou em 5%. Quando observados os totais de *agtechs* atuantes com controle biológico e manejo integrado de pragas é possível notar incremento no número de *agtechs* em 2022, totalizando 36 startups dedicadas ao desenvolvimento dessas tecnologias (FIGURA 1). Desse total, 45% estão localizadas no estado de São Paulo, 14% no Paraná, 12% no Rio Grande do Sul, sendo destaque o município de Piracicaba com 10% do total de *agtech* classificadas nessa categoria.



Figura 1 Número de *agtechs* classificadas na categoria controle biológico, Brasil



Fonte: Dias, et al. (2019); Dias et al. (2021) e Figueiredo et al. (2022)

O cenário das *agtechs* em controle biológico e manejo integrado de pragas tem como ingrediente a saída dos investidores com a venda de *startups* para empresas de maior porte que atuam no setor¹³. Nesse sentido, cabe destacar casos emblemáticos, ocorridos em 2016, como a incorporação do Laboratório Farroupilha Soluções Biopoderosas, *startup* especializada em tecnologias para o controle de pragas do solo, pela empresa canadense Lallemand, que atua nos segmentos de bioinsumos para controle biológico em mais de 40 países. Em 2017, a incorporação da Bug Agentes Biológicos, *agtech* com origem da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz e voltada aos microrganismos, pela Koppert Biological Systems, empresa holandesa, líder mundial no mercado de proteção biológica, atuando com macros e microrganismos¹⁴ (DIAS, et al. 2019).

Esses movimentos estão diretamente relacionados com os arranjos de investimento e seus mecanismos de acesso que constituem particularidades importantes na formação, desenvolvimento e amadurecimento das *agtechs* que atuam na categoria de controle biológico e manejo integrado de pragas. Em 2021, segundo a AgFunder, essa categoria levantou investimentos da ordem US\$ 2,6 bilhões, um crescimento de mais de 30% no volume investido

¹³ O mesmo cenário pode ser percebido em outros ambientes de atuação das *agtechs*, como a compra da Agfintech Gira pelo Santander, considerando o mercado de recebíveis e a aquisição da Brain Agriculture pela Serasa Experian, com foco no mercado de crédito (DIAS, et al., 2021).

¹⁴ Conforme Figueiredo et al. (2022) ainda é considerado baixo o número de aquisições no ecossistema. Para os autores existem duas hipóteses para isso: um relativo distanciamento entre os setores tradicionais da agroindústria com as empresas de tecnologia e inovação, e a possibilidade de que as *startups* ainda estão amadurecendo seus produtos e soluções e que, portanto, há poucas fusões ainda no ecossistema. Espera-se que nos próximos anos, dado o aumento de fluxo de capital, o movimento de fusões e aquisições (do inglês *mergers and acquisitions* – M&A) passe a ser mais expressivo, fechando assim o ciclo de investimentos, demonstrando assim a consolidação e maturidade do segmento das *agtechs*.



frente ao ano anterior. Entre as principais rodadas, destacam-se: Pivot Bio (US\$ 430 milhões), Inari (US\$ 208 milhões), DNA Script (US\$ 165 milhões), Inscripta Inc. (US\$ 150 milhões) e Mojia Bioscience (US\$ 120 milhões) (DIAS, et al. 2021).

O ordenamento das estruturas de governança dos ecossistemas inovação e empreendedorismo tecnológico, os quais são reconhecidas e reforçadas, a exemplo do chamado do Agtech Valley, ou Vale do Piracicaba, localizado em Piracicaba, no estado de São Paulo, que agrupa ambientes de inovação como o Agtech Garage e o Pulse, além de diversos outros atores que compõem um ecossistema altamente empreendedor com a participação de universidades e outras organizações de pesquisa públicas e privadas. Outras experiências podem ser observadas, como o Agro Valley, localizado em Londrina, no estado do Paraná, que procura criar condições para atrair e fortalecer atores do ecossistema local, dentre outras iniciativas estaduais. Em âmbito federal tem destaque o Programa Agro Hub Brasil, vinculado à Secretaria de Inovação, Desenvolvimento Sustentável e Irrigação (SDI) do MAPA¹⁵.

Dentre as estruturas e formas organizacionais de apoio ao desenvolvimento das *agtechs* estão as aceleradoras, como a Ace Startups, a Cyclo Aceleradora, Darwin Startups dentre outras; e incubadoras, a exemplo, da Cietec, Food Tech Hub, Startup Fram, a Venture Hub e a Esalq Tech, dentre outras. Além dos programas de aceleração e incubação, em 2021 foram listados 337 eventos, incluindo as rodadas de investimentos, distribuídos em 223 *agtechs* associadas à categoria controle biológico e manejo integrado de pragas, realizados principalmente no estado de São Paulo (60%), Minas Gerais (11%) e Rio Grande do Sul (7%).

6. Considerações finais

No Brasil, o processo de inovação agropecuária é discutido em diferentes frentes, a exemplo das propostas de análise construídas a partir das abordagens dos sistemas de inovação. O avanço dessas discussões posiciona os ecossistemas de inovação e seus diferentes olhares que oferecem os contornos para os ecossistemas empreendedores, as *startups*, *agtechs* e *foodtechs* quando atuantes em frentes agropecuárias e agroindustriais, em especial, aquelas portadoras de oportunidades para o desenvolvimento e difusão de novos produtos, processos e modelos de negócios, a exemplo, das tecnologias associadas aos bioinsumos no recorte do controle biológico.

Essa discussão contemporânea tanto do ponto de vista dos ecossistemas de inovação quanto das biotecnologias no manejo da produção agropecuária, posicionou o objetivo desse estudo que objetivou identificar estruturas de evolução das empresas de base tecnológica em controle biológico. Para tanto, foram mobilizadas e analisadas informações secundárias que caracterizaram o controle biológico no Brasil e permitiram mapear o universo brasileiro das *startups*, com ênfase nas *agtechs* que atuam com controle biológico e manejo integrado de pragas.

¹⁵ Essa iniciativa, formalizada pela Portaria nº 461, de 26 de julho de 2022 e visa incentivar e promover a criação e o amadurecimento de *startups* por intermédio de iniciativas de inovação para a agropecuária, como o apoio a eventos e desafios e, a oferta de oportunidades de captação de recursos públicos e privados, nacional e internacionalmente. Outra frente desse programa é a inserção do produtor rural em ambientes de inovação para a agropecuária, a fim de aproximar os desenvolvedores de tecnologias de seus potenciais usuários, fomentando a adoção de novas soluções tecnológicas, aprimorando a qualidade dos processos e produtos agropecuários, reduzindo custos e ampliando receitas no agronegócio.



Os resultados posicionaram o contexto de desenvolvimento do controle biológico no Brasil marcado pela ampliação da oferta de produtos formulados a partir de ingredientes ativos biológicos e nas perspectivas de ampliação da participação no mercado de insumos, assim como, desafios importantes associados ao modelo regulatório, limitada disponibilidade de macros e microrganismos, acesso do produtor e investimento em PD&I.

Esse cenário é pontuado pelo incremento e amadurecimento das estruturas de formação e desenvolvimento de *startups* no Brasil, porém formando ecossistemas concentrados na área de educação e na Região Sudeste, especialmente, no estado de São Paulo. A participação das *startups* ligadas ao agronegócio está em torno de 4%, as *agtechs*. Quando da análise das informações desse delineamento foi possível observar a concentração das *agtechs* atuantes na categoria de sistemas de gestão da propriedade rural e de alimentos inovadores e novas tendências alimentares.

As *agtechs* da categoria controle biológico e manejo integrado de pragas com 5% do total do segmento dentro da fazenda. No recorte dessa categoria, foi possível pontuar a incorporação dessas *agtechs* por grandes empresas dedicadas aos bioinsumos, as estruturas de apoio e financiamento, assim como, as atividades concentradas no estado de São Paulo e no município de Piracicaba, porém, com outros polos e ecossistemas em evolução, com destaque para os estados de Minas Gerais e Rio Grande do Sul.

O caminho percorrido e resultados alcançados permitiram explorar aspectos interessantes sobre a formação dos ecossistemas de inovação e sobre empreendedorismo em controle biológico, deixando espaço futuros estudos que explorem as realidades regionais, suas virtudes e seus desafios para a formação dos ecossistemas de inovação e na integração entre as atividades ensino e pesquisa e de empreendedorismo tecnológico.

7. Referências

ABSTARTUPS, Associação Brasileira de Startups, **Mapeamento de Startups**, 2022. Disponível em: <http://abstartups.bitflag.systems/Home/Dashboard>. Acesso em 08/02/2023.

AGROFIT, Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários, Coordenação de Fiscalização de Agrotóxicos, Departamento de Defesa e Inspeção Vegetal, Secretaria de Defesa Agropecuária. Ministério de Agricultura e Abastecimento. Disponível em: https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 01/02/2023.

ARAUJO, R.M. **Análise da conjuntura atual, desafios e oportunidades do uso do controle biológico no manejo de resistência de pragas às plantas geneticamente modificadas de algodão, milho e soja com tecnologia BT no Brasil**. Mestrado Profissional MPAGRO, Fundação Getúlio Vargas (FGV), Escola de Economia de São Paulo, 2022. Disponível em: https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/31901/2022.04.29_Dissertac%c%a7a%cc%83o%20Roberto%20Arau%cc%81jo%20FGV-MPAgro.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 19/01/2023.

AUTIO, E. THOMAS, L.D.W. Researching ecosystems in innovation contexts. **Innovation & Management Review**, Vol. 19, n. 1, 2022, p. 12-25. Disponível em:



<https://www.revistas.usp.br/rai/article/view/195915#:~:text=DOI%3A%20https%3A//doi.org/10.1108/INMR%2D08%2D2021%2D0151>. Acesso em: 01/02/2023.

AZEVEDO, P.H.D.A.M.; VIVEIROS, J. M.; SOUZA, S.H. Startup Lab: uma nova estrutura de empreendedorismo nas universidades brasileiras. **Revista Empreendedorismo, Negócios e Inovação**, v.07, n.1, janeiro-junho, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.36942/reni.v7i1.458>. Acesso em: 27/01/2023.

BAMBINI, M. D. **Transformação digital do campo**: contribuição dos ecossistemas de inovação agrícola e das agtechs no estado de São Paulo. Campinas, SP, Tese Doutorado, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Instituto de Geociências, 2022. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/acervo/detalhe/1236473?guid=1674131822603&returnUrl=%2fresultado%2fflistar%3fguid%3d1674131822603%26quantidadePaginas%3d1%26codigoRegistro%3d1236473%231236473&i=4>. Acesso em: 19/01/2023.

BORTOLOTTI, G; SAMPAIO, R.M. Demandas tecnológicas: os bioinsumos para controle biológico no Brasil. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 39, n. 1, e26927, 2022. DOI: <https://10.35977/0104-1096.cct2022.v39.26927>.

BRASIL, Lei Complementar, N° 182, de 1° de junho de 2021. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/Lcp182.htm. Acesso em: 27/01/2023.

BEGNIS, H.S.M.; VANIA DE FÁTIMA, B. E.; DA SILVA, T. N. Formação e qualificação de capital humano para o desenvolvimento do agronegócio no Brasil. **Informe Gepec**, 2007, 11.1.

DIAS, C. N.; JARDIM, F.; SAKUDA, L.O. (Orgs.) **Radar AgTech Brasil 2019: Mapeamento das Startups do Setor Agro Brasileiro**. Embrapa, SP Ventures e Homo Ludens: Brasília e São Paulo, 2019. Disponível em: <www.radaragtech.com.br>. Acesso em 16 de fevereiro de 2023.

DIAS, C.N. et al. **Radar Agtech Brasil 2020/2021**: mapeamento das startups do setor agro brasileiro, Brasília, DF, Embrapa, 2021. Disponível em: <https://radaragtech.com.br/wp-content/uploads/2022/05/livro-radar-agtech-2020-2021-ptbr.pdf>. Acesso em: 16 de fevereiro de 2023.

DOSI, G.; NELSON, R. R. Technical change and industrial dynamics as evolutionary processes. **LEM Working Paper Series**, Italy, 2009, 89 p. (Laboratory of Economics and Management, Sant'Anna School of Advanced Studies).

EMBRAPA, Produção de microrganismos para uso próprio na agricultura (on-farm) – esclarecimentos oficiais. Empresa de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Brasília, 2021. Disponível em: https://www.embrapa.br/esclarecimentos-oficiais/-/asset_publisher/TMQZKu1jxu5K/content/nota-tecnica-producao-de-microrganismos-para-uso-proprio-na-agricultura-on-farm-?inheritRedirect=false. Acesso em: 19/01/2023.

ETZKOWITZ, H. Anatomy of the entrepreneurial university, **Social Science Information**, Vol. 52/3, pp. 486-511, 2013, <https://doi.org/10.1177/0539018413485832>.



FIGUEIREDO, S. S. S.; JARDIM, F.; SAKUDA, L. O. (Orgs.) **Radar AgTech Brasil 2022: Mapeamento das Startups do Setor Agro Brasileiro**. Embrapa, SP Ventures e Homo Ludens: Brasília e São Paulo, 2022. Disponível em: <www.radaragtech.com.br>. Acesso em 16 de fevereiro 2023.

FONTES, E.M.G.; PIRES, C. S. S.; SUJII, E. R. Estratégias de uso e histórico. In: FONTES, E.M.G.; VALADARES-INGLIS, M. C. (Eds.) **Controle biológico de pragas da agricultura**, Brasília, DF, Embrapa, 2020, p. 21-43.

FOSS, N. J.; SCHMIDT, J. TEECE, D.J. Ecosystem leadership as a dynamic capability, **Long Range Planning**, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2022.102270>. Acesso em: 23/01/2023.

FREEMAN, C. **Technology policy and economic performance: lessons from Japan**. Londres: Frances Press, 1987.

FREIRE, C.T.; MARUYAMA, F. M.; POLLI, M. Inovação e Empreendedorismo/; políticas públicas e ações privadas. **Novos Estudos**, CEBRAP, São Paulo, v. 36, n. 03, 51-76, novembro, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.25091/S0101-3300201700030004>. Acesso em: 23/10/2022.

GOTTEMS, L. Mercado de biológicos deve disparar 74% em 4 anos: setor tradicional de proteção química de cultivos terá crescimento mais lento. **AGROLINK**. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/noticias/mercado-de-biologicos-deve-disparar-74--em-4-anos-461025.html?utm_source=agrolink-clipping&utm_medium=email&utm_campaign=clipping_edicao_7082&utm_content=noticia&ib=y. Acesso em: 31/01/2023.

JACOBIBES, M. G.; CENNAMO, C.; GAWER, A. Towards a theory of ecosystems. **Strategic Management Journal**. Disponível em: <https://10.1108/INMR-08-2021-0151>. Acesso em: 23/01/2023.

LOPES, F. LDC faz parceria com Koppert na área de biológicos. **Valor Econômico**, Agronegócio. Disponível em: <https://valor.globo.com/agronegocios/noticia/2022/12/23/ldc-faz-parceria-com-koppert-na-area-de-biologicos.ghtml>. Acesso em 19/01/2023.

LUNDEVALL, B. Innovation as na interactive process: from user-producer interaction to the national innovation system. In: DOSI, C. (Ed.). **Technological change and economic theory**. London: Printer Publishers, 1988.

MORANDI, M.A.B. BETTIOL, W. Controle biológico de doenças de plantas no Brasil. In: BETTIOL, W; MORANDI, M. A. B (ed.). **Biocontrole de Doenças de Plantas: usos e perspectivas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, Cap. 1, 2009, p. 7-14.



OCDE, **Innovative and entrepreneurial universities in Latin America**, OECD, 2022. Disponível em: <https://www.oecd.org/publications/innovative-and-entrepreneurial-universities-in-latin-america-ca45d22a-en.htm>. Acesso em: 19/01/2023.

PARRA, J. R. P. Biological Control in Brazil: an overview. **Scientia Agricola**, (Piracicaba, Braz.). Piracicaba, v. 71, n. 5, pág. 420-429. 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0103-9016-2014-0167>. Acesso em: 02/02/23.

PEALEZ, V. M. et al. A (des)coordenação de políticas para a indústria de agrotóxicos no Brasil. *Rev. Bras. Inov.*, Campinas (SP), 14, n. esp., p. 153-178, julho, 2015. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/rbi/article/view/8649104/15653>. Acesso em: 02/02/23.

PELAEZ; V. at al. A dinâmica do comércio internacional de agrotóxicos. **Revista de Política Agrícola**, 2, 39- 52, 2016.

SAMPAIO, R.M. Controle Biológico: tecnologias na construção de oportunidades no Brasil. **Análise e Indicadores do Agronegócio**. V.13, n. 3, março de 2018. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/ftp/iea/AIA/AIA-09-2018.pdf>. Acesso em: 01/02/2023.

SILVEIRA, G. B., FARINA, M. C., SANTOS, I. C. High-technology based startup in agribusiness sector: mapping linkages, products and services. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, 61(1), 2023, e246210. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2021.246210>. Acesso em: 27/01/2023.

TEIXEIRA NETO, Arthur Palhares. **O “tech” do agro: uma revisão bibliográfica sobre o impacto da aplicação de tecnologias no agronegócio brasileiro**. 2022. 18 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Administração) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2022.

TURNHOUT, E. Interdisciplinarity and the Challenge of Knowledge Integration. In: TURNHOUT, E.; TUINSTRA, W.; HALFFMAN, W. **Environmental expertise: connecting science, policy and society**. Cambridge University Press, 2019, 290 p. Disponível em: www.cambridge.org Information on this title: www.cambridge.org/9781107098749. DOI: <https://10.1017/9781316162514>. Acesso em: 06/12/2022.

VIVIAN, R.; QUERINO, R. B. Mercado de agentes de controle biológico. In: FONTES, E.M.G.; VALADARES-INGLIS, M. C. (Eds.) **Controle biológico de pragas da agricultura**, Brasília, DF, Embrapa, 2020, p. 501-510.