



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS

Curso de Graduação Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia

ISADORA BRAZ DE ALMEIDA

**ANÁLISE DO CRESCIMENTO DE INVESTIMENTOS EM AGTECHS
DA ÁREA DE BIOTECNOLOGIA E SUA CONTRIBUIÇÃO PARA O
AGRONEGÓCIO BRASILEIRO**

Araraquara, SP

2024

ISADORA BRAZ DE ALMEIDA

**ANÁLISE DO CRESCIMENTO DE INVESTIMENTOS EM AGTECHS
DA ÁREA DE BIOTECNOLOGIA E SUA CONTRIBUIÇÃO PARA O
AGRONEGÓCIO BRASILEIRO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia da Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Araraquara, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, para obtenção do grau de Engenheira de Bioprocessos e Biotecnologia.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Lucas Primo

Araraquara, SP

2024

A447a Almeida, Isadora Braz de.
Análise do crescimento de investimentos em Agtechs da área
de biotecnologia e sua contribuição para o agronegócio brasileiro /
Isadora Braz de Almeida. – Araraquara, 2024.
37 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação – Engenharia de
Bioprocessos e Biotecnologia) – Universidade Estadual Paulista
"Júlio de Mesquita Filho". Faculdade de Ciências Farmacêuticas.

Orientador: Fernando Lucas Primo.

1. Agronegócio. 2. Startup. 3. Biotecnologia. 4. Agtech. 5.
Inovação. I. Primo, Fernando Lucas, orient. II. Título.

ISADORA BRAZ DE ALMEIDA

**ANÁLISE DO CRESCIMENTO DE INVESTIMENTOS EM AGTECHS DA ÁREA DE
BIOTECNOLOGIA E SUA CONTRIBUIÇÃO PARA O AGRONEGÓCIO
BRASILEIRO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Araraquara, para obtenção do título de Bacharela em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia.

Data da defesa: 28/05/2024

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Fernando Lucas Primo
UNESP – Faculdade de Ciências Farmacêuticas - Campus de Araraquara

MSD. Stéphanie Rochetti do Amaral
UNESP – Faculdade de Ciências Farmacêuticas

MSD. Fernanda Borges de Almeida
UNESP – Faculdade de Ciências Farmacêuticas

Prof. Dr. Prof. Dr. Alvaro de Baptista Neto
UNESP – Faculdade de Ciências Farmacêuticas

MSD. Débora Caroline Marques de Souza
UNESP – Faculdade de Ciências Farmacêuticas

Agradecimentos

Gostaria de expressar a minha profunda gratidão aos meus pais, Cristiane e Adriano, que se esforçaram tanto quanto eu para que essa conquista fosse possível e me acolheram com encorajamento e empatia em todos os meus momentos mais desafiadores.

Agradeço à minha amiga de infância, Júlia, que mesmo distante nunca deixou de torcer por mim em cada passo da minha jornada universitária. Agradeço também a todos os meus amigos da UNESP, pelas experiências e desafios que vivenciamos e que tornaram essa experiência ainda mais valiosa e inesquecível.

Meu muito obrigada a todos os professores do curso de EBB, que transmitiram conhecimentos inestimáveis ao longo de 5 anos e que exerceram um esforço exemplar para nos garantir uma formação de qualidade, mesmo em meio aos desafios da pandemia.

E por último, um agradecimento especial ao meu orientador, Prof. Dr. Fernando L. Primo, que além de excelentes ensinamentos, forneceu também inspiração e suporte essenciais para o desenvolvimento deste trabalho.

Resumo

A participação do agronegócio no Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro se mantém em crescimento há quase duas décadas, chegando a 23,8% em 2023. Além disso, o Brasil se destaca como um dos maiores exportadores de produtos e insumos agrícolas no mundo. O sucesso deste setor da economia é possibilitado, em grande parte, pelo investimento em tecnologias aplicadas ao campo, cujo advento é extremamente importante para o aumento da produtividade, qualidade e sustentabilidade da produção agrícola e pecuária. As startups do agronegócio, conhecidas como Agtechs representam um importante papel no desenvolvimento de tais tecnologias e têm recebido crescentes investimentos nos últimos anos, sendo que muitas Agtechs têm a biotecnologia como base de seus negócios. A expansão do ecossistema Agtech torna importante o entendimento do seu impacto e influência na economia brasileira, bem como das oportunidades que constituem para o setor e como elas podem impulsionar o crescimento econômico através da inovação tecnológica. O presente trabalho tem como objetivo fornecer um panorama atual do ecossistema de inovação Agtech, com foco no setor de biotecnologia e descrever suas principais contribuições para o agronegócio do ponto de vista tecnológico, além de identificar desafios, oportunidades e perspectivas futuras para o setor. Para isso, foram utilizadas as principais bases de dados de Agtechs, a partir das quais foi possível identificar as Agtechs de biotecnologia operantes no mercado e realizar uma análise descritiva sobre as mesmas. Os resultados, junto à revisão da bibliografia, indicaram que a biotecnologia é, atualmente, uma importante fonte de inovações para a agropecuária brasileira e tem grande representatividade no cenário Agtech, mas ainda enfrenta desafios para o seu crescimento, como distribuição geográfica desigual, obstáculos infraestruturais e investimentos ainda incipientes quando comparados ao cenário internacional, especialmente aqueles provenientes da esfera privada, que apresenta cautela diante de investimentos de maior risco.

Palavras-chave: agronegócio; startup; biotecnologia; agtech; inovação.

Abstract

The participation of agribusiness in the Brazilian Gross Domestic Product (GDP) has been steadily increasing for almost two decades, amounting to 23.8% in 2023. Moreover, Brazil stands out as one of the top exporters of agricultural products in the world. The success of this economic sector is mainly due to investments in technologies, which are extremely important for increasing productivity, quality, and sustainability of agricultural and livestock production. Agribusiness startups, known as Agtechs, play an important role in the development of such technologies and have been receiving increasing investments in recent years, with many Agtechs having biotechnology as the core of their businesses. The expansion of the Agtech ecosystem makes it important to understand its impact and influence on the Brazilian economy, as well as the opportunities it brings to the sector and how it can drive economic growth through technological innovation. The present work aims to provide an overview of the Agtech innovation ecosystem, focusing on the biotechnology sector, and to describe its main contributions to agribusiness from a technological perspective, as well as to identify challenges, opportunities, and future perspectives for the sector. For this purpose, the main databases of Agtechs were it was possible to identify the biotechnology Agtechs operating in the market and conduct a descriptive analysis of them. The results, along with the literature review, indicated that biotechnology is currently an important source of innovations for Brazilian agriculture and holds significant representation in the Agtech ecosystem. However, it still faces challenges in its development, such as uneven geographical distribution, infrastructural issues, and still incipient investments compared to the international scenario, especially those from the private sector, which shows caution towards higher-risk investments.

Keywords: agribusiness; startup; biotechnology; agtech; innovation.

Lista de figuras

Figura 1 – Os Objetivos de desenvolvimento sustentável definidos pela ONU.....	9
Figura 2 – Classificação das Agtechs de biotecnologia quanto à categoria	12
Figura 3 – Relatório Global Farmer Insights, publicado pela empresa McKinsey & Company (2022)	14
Figura 4 – Distribuição de Agtechs de Biotecnologia quanto à região	19
Figura 5 – Polos de inovação associados ao agronegócio identificados pela Embrapa	21
Figura 6a – Distribuição de investimentos privados arrecadados por Agtechs Brasileiras em 2022, segundo a plataforma Distrito.....	24
Figura 6b – Total em investimentos privados arrecadados por Agtechs Brasileiras em 2022, segundo a plataforma Distrito.....	24
Figura 7 – Diferenças entre o ciclo de vida de uma startup de biotecnologia e startup comum	25

Sumário

1. INTRODUÇÃO	8
2. OBJETIVOS	10
3. METODOLOGIA	10
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
4.1. Análise de Agtechs quanto à aplicação	12
4.1.1. Agtechs de Bioinsumos Agrícolas.....	13
4.1.2. Agtechs de Genômica Animal e Vegetal.....	15
4.1.3. Agtechs de Nutrição e Saúde Animal	16
4.1.4. Agtechs de Análise Laboratorial	16
4.1.5. Agtechs de Bioenergia	17
4.1.6. Agtechs de Sustentabilidade, Gestão de Resíduos e Bioembalagens	18
4.2. Análise de Agtechs quanto à distribuição regional.....	19
4.3. Investimentos e pesquisas no setor	22
5. CONCLUSÃO	28
REFERÊNCIAS.....	29

1. INTRODUÇÃO

O Brasil se encontra entre os cinco maiores exportadores de alimentos do mundo sendo que somente em 2023, arrecadou 165 bilhões de dólares com a exportação de commodities agrícolas, como milho, soja, café, carne, açúcar e etanol. O agronegócio representou 23,8% do Produto Interno Bruto (PIB) do país no ano, o que demonstra a importância dessa atividade para a economia brasileira (Faculdade de Gestão e Inovação, 2022; Cepea, 2024; Ipea, 2024).

O desenvolvimento do agronegócio brasileiro se deu, inicialmente, pelas características climáticas e geográficas de seu território, que permitiram a produção de uma alta diversidade de commodities para a exportação. No entanto, o fator que mais impulsionou a expansão do setor agropecuário brasileiro foram os significativos investimentos em ciência e tecnologia realizados pelo governo brasileiro desde meados dos anos 70. Entre os anos de 1976 e 2016, houve um ganho de 80% de produtividade no campo, decorrente de investimentos em pesquisa e desenvolvimento voltados para a implementação de novos sistemas produtivos e a integração de tecnologias em maquinário, equipamento e sementes. Nesse contexto, a biotecnologia promoveu importantes avanços, possibilitando o melhoramento genético de espécies vegetais nas lavouras através de técnicas de edição genética (Bambini; Bonacelli, 2019; Neves; Cambaúva; Marques, 2020; Cepea, 2021).

No contexto atual, novos desafios se apresentam. As mudanças climáticas, a destruição ambiental e o esgotamento de recursos naturais colocam em risco a segurança alimentar no Brasil e no mundo, demandando novas soluções para um agronegócio mais sustentável e produtivo. Essa conjuntura está impulsionando uma nova revolução tecnológica no campo, mostrando que a continuidade do agronegócio brasileiro se tornou indissociável do progresso da ciência (Radar Agtech, 2022). A Organização das Nações Unidas definiu a agenda global, conhecida como Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (Figura 1), que norteia a adoção de um viés mais sustentável na agricultura (Nações Unidas Brasil, 2023).

Figura 1. Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável definidos pela ONU.



Fonte: Nações Unidas Brasil (2023)

Diante disso, emergem startups de base tecnológica que se propõem a contribuir na superação desses desafios. As startups são definidas como empresas emergentes que desenvolvem soluções inovadoras para atender as necessidades do mercado, possuindo um modelo de negócios repetível e escalável (Sebrae, 2022). As startups inseridas no agronegócio são referidas como Agtechs (ou Agritechs) e se originam nas mais diversas áreas do conhecimento, trazendo uma série de tendências para o agro no futuro, como a biorrevolução, que propõe a intensificação do uso da biotecnologia e recursos genéticos objetivando o ganho de produtividade, controle de pragas e doenças e geração de energia através de fontes renováveis. Esse cenário demonstra que as Agtechs de biotecnologia podem desempenhar um papel importante no agronegócio brasileiro, contribuindo para solucionar os problemas atuais (Embrapa, 2022; Neves; Cambaúva; Marques, 2020).

De uma forma geral, os investimentos em Agtechs no Brasil têm demonstrado um crescimento constante, até mesmo no período da pandemia. Somente no primeiro semestre de 2022, foi estimado um aporte de mais de 54 milhões de dólares e cerca de 1125 Agtechs operantes (RadarAgtech, 2022). Diante da relevância deste setor na atualidade, este trabalho apresenta um estudo do cenário das Agtechs de biotecnologia no Brasil quanto à sua relevância para o ecossistema

de inovação e para a economia do país, bem como as projeções que podem ser feitas quanto ao futuro deste setor no agronegócio.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

O presente trabalho tem como principal objetivo fornecer uma visão geral do ecossistema Agtech (com foco nas Agtechs de base biotecnológica) e evidenciar sua importância do ponto de vista econômico e tecnológico.

2.2. Objetivos específicos

- a) Descrever o crescimento do ecossistema Agtech nos últimos anos, com foco no setor de biotecnologia, analisando suas características regionais e atuação na indústria agropecuária
- b) Descrever os investimentos realizados no setor
- c) Identificar e descrever as principais tecnologias oferecidas pelas Agtechs de biotecnologia no mercado atual
- d) Identificar possíveis desafios ou oportunidades encontrados no setor, do ponto de vista tecnológico e econômico

3. METODOLOGIA

A metodologia foi dividida em duas etapas. A primeira etapa se baseou na coleta de dados relativa às Agtechs de Biotecnologia operantes no Brasil. A construção da base de dados teve como referência o relatório mais recente publicado a respeito do ecossistema Agtech, de autoria do Radar Agtech (2022). O relatório dispõe de um total de 33 categorias, dentre as quais foram selecionadas as

categorias de relevância para a área de biotecnologia, tendo sido 10 categorias selecionadas:

- 1) Análise Laboratorial
- 2) Biodiversidade e Sustentabilidade
- 3) Bioenergia e Energia Renovável
- 4) Controle Biológico e Manejo Integrado de Pragas
- 5) Embalagem, Meio Ambiente e Reciclagem
- 6) Fertilizantes Inoculantes e Nutrição Vegetal
- 7) Genômica e Reprodução Animal
- 8) Gestão de resíduos agrícolas
- 9) Nutrição e Saúde Animal
- 10) Sementes, Mudas e Genômica Vegetal

Foram coletadas informações das Agtechs pertencentes a cada categoria, sendo elas: (1) nome da empresa; (2) cidade e estado sede da empresa e (3) site da empresa ou outra rede social. A partir dos sites fornecidos por cada Agtech, foi realizada uma busca na internet para determinar quais os serviços e produtos oferecidos pela mesma, e se estes possuem ou não biotecnologia incorporada em alguma etapa do processo.

Ao fim, a base de dados construída passou por análises quantitativas através do *Microsoft Excel* (365), fornecendo informações mais precisas a respeito das Agtechs encontradas como a distribuição regional e características quanto à atuação dessas empresas.

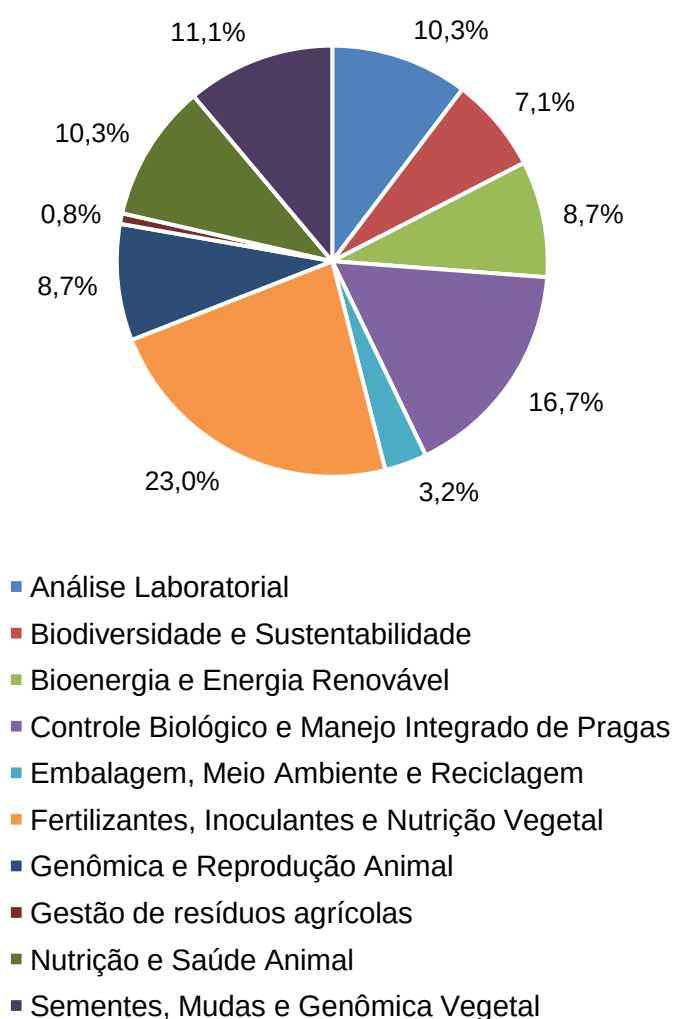
A segunda etapa da metodologia consistiu em uma revisão da literatura para a identificação de tecnologias-chave, conforme item c da seção de Objetivos. Foram utilizados como referência os principais serviços e produtos oferecidos pelas Agtechs encontradas na coleta de dados. Assim, através da consulta a repositórios de artigos científicos, foi possível elucidar melhor o viés tecnológico das Agtechs catalogadas. Por fim, foram consultados veículos e relatórios especializados no ecossistema Agtech (como RadarAgtech, Agfunder, StartupBase, Distrito entre outros) para identificar investimentos aplicados no setor e determinar seus desafios e tendências para os próximos anos, conforme itens b e c da seção de objetivos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análise de Agtechs quanto à aplicação

As categorias selecionadas no relatório 2022 compreendem 410 Agtechs, dentro das quais 191 incorporam biotecnologia em algum de seus produtos ou serviços, 46,6% do total. A partir desta amostra de 191 Agtechs, foi calculado o percentual representativo de cada categoria de aplicação, conforme mostra a Figura 2.

Figura 2. Classificação das Agtechs de biotecnologia quanto à categoria.



Fonte: Autora (2023)

Na análise do gráfico na Figura 2, é possível observar duas categorias em destaque, que apresentaram o maior número de Agtechs: a de Fertilizantes, Inoculantes e Nutrição Vegetal, que representa 23% do total e a categoria de Controle Biológico e Manejo Integrado de Pragas, que compõe 16,7% das Agtechs estudadas. Essas áreas compreendem as Agtechs de bioinsumos. Em seguida, aparece a área de genômica, correspondente às categorias de Sementes, Mudanças e Genômica vegetal e Genômica e Reprodução Animal”, que correspondem a 11,1%; 8,7%, respectivamente. As categorias “Nutrição e saúde animal” e “Análise Laboratorial” vêm em seguida, ambas possuindo 10,3% das Agtechs listadas. A categoria “Bioenergia e Energia Renovável”, por sua vez, compõe 8,7% das Agtechs de biotecnologia catalogadas em 2022. As categorias de “Biodiversidade e Sustentabilidade”, “Gestão de Resíduos” e “Embalagem, Meio Ambiente e Reciclagem” apresentaram os menores percentuais e compõem 7,1%, 0,8% e 3,2% das Agtechs catalogadas, respectivamente.

4.1.1. Agtechs de Bioinsumos Agrícolas

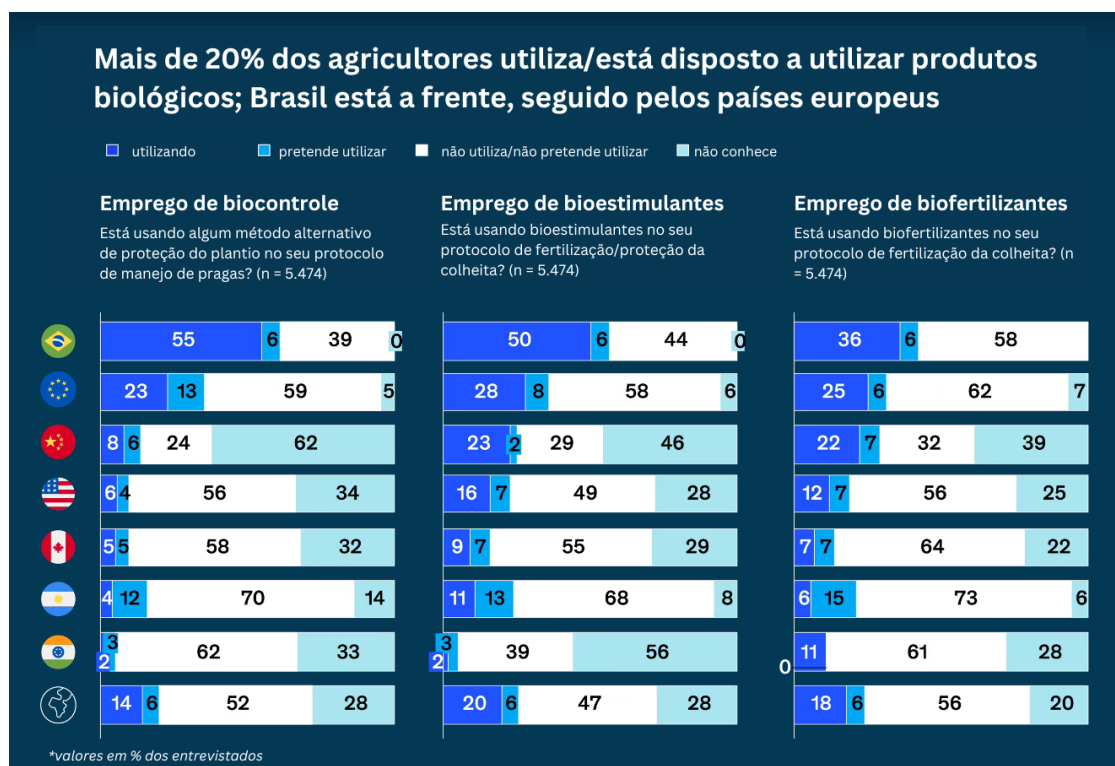
As vias biotecnológicas para o desenvolvimento de bioinsumos consistem em empregar micro-organismos de uma grande variedade de espécies como as do gênero *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Clostridium*, *Rhizobium*, entre outras, utilizando-as isoladamente ou em forma de consórcio. Esses micro-organismos atuam como bioestimulantes, auxiliando o metabolismo vegetal e modulando a síntese de hormônios de crescimento, promovendo, assim a expansão e crescimento de novos tecidos. Além disso, podem produzir substâncias que atenuam o efeito estressor de fatores abióticos (não proveniente de seres vivos), como temperaturas extremas, desequilíbrio químico do solo, baixa umidade ou umidade excessiva. Quando empregados como biofertilizantes, aumentam a disponibilidade de nutrientes necessários ao crescimento, como nitrogênio, fósforo e ferro (Lopes *et al.*, 2021).

Os micro-organismos também podem ser aplicados no biocontrole de pragas e doenças nas plantações, sendo referidos comercialmente como biopesticidas. Regulam a proliferação de bactérias, fungos, insetos, nematoides e vegetais nocivos. Isso ocorre por diversos mecanismos, como a competição por nutrientes, antagonismo e formação de filmes protetores nas raízes da planta (Lopes *et al.*, 2021).

O Brasil é um país bastante favorável para inovações na área de bioinsumos para a agricultura, à medida que cresce a demanda por alimentos mais saudáveis e mais sustentabilidade nas práticas agrícolas em detrimento da continuidade do uso em larga escala de fertilizantes e defensivos agrícolas produzidos por via sintética (Silva *et al*, 2019). Além de ser favorável ao aspecto sustentável da produção, o desenvolvimento do setor nacional de bioinsumos também representa uma oportunidade de reduzir a dependência brasileira de outros países quanto à importação desse tipo de matéria-prima, o que incentivou a criação de políticas públicas para estabelecer estratégias de pesquisa e desenvolvimento nesta área, caso do Programa Nacional de Bioinsumos (Embrapa, 2020; Ministério da Agricultura e Pecuária, 2020).

Apesar da presença de insumos agrícolas biotecnológicos ser relativamente recente no Brasil, seu uso já possui alta aceitação, especialmente no caso dos biopesticidas e bioestimulantes, segundo o relatório publicado pela McKinsey & Company (2022) (Figura 3).

Figura 3. Relatório Global Farmer Insights, publicado pela empresa McKinsey & Company (2022).



Fonte: Adaptado de McKinsey & Company (2022)

É possível observar na Figura 3 que 55% dos produtores brasileiros já utiliza alguma forma de controle biológico, 50% utilizam bioestimulantes e 36% utilizam biofertilizantes em sua produção. Além disso, em todos os casos, 6% dos produtores consideram usar insumos biológicos como forma alternativa de melhorar o cultivo, demonstrando que existe um amplo mercado para a comercialização desses produtos biológicos (McKinsey & Company, 2022).

4.1.2. Agtechs de Genômica Animal e Vegetal

As empresas da área de genômica vegetal têm como foco o estudo genético do solo e das plantas, além da produção sob demanda de organismos ou proteínas com aplicações de interesse comercial. Os produtos de maior destaque nessa categoria são as sementes e mudas geneticamente modificadas ou transgênicas (OGMs).

A produção das OGMs consiste no melhoramento genético de espécies vegetais, seja pela manipulação de características existentes ou pela introdução de novas características (transgenia). Este melhoramento artificial atribui às espécies modificadas diversas vantagens em relação às espécies não-modificadas (selvagens) como resistência a pragas, resistência a condições ambientais hostis ou mesmo valor nutricional aumentado (Baccin *et al.*, 2019).

O cultivo e comercialização de OGMs foram fundamentais para ampliar a área cultivável e a produtividade do solo brasileiro, permitindo que alcançasse a sua autonomia no fornecimento interno e se tornasse um dos maiores exportadores agrícolas no mundo. Hoje, o Brasil é o segundo maior produtor de transgênicos e possui mais de 100 espécies comerciais autorizadas, como milho, soja e algodão transgênicos, tanto na sua forma *in natura* quanto incorporados em alimentos processados (Croplife, 2021). O desenvolvimento de OGMs ainda se apresenta como uma área com ótimo potencial de inovação para Agtechs no futuro, pois continuará sendo essencial para a economia brasileira diante da chegada de mudanças climáticas, que exigem espécies adaptadas a condições mais extremas de temperatura e disponibilidade de água (Croplife, 2022; Ramankutty *et al.*, 2018).

Na área de genômica e reprodução animal o estudo genético de animais é voltado para a seletividade, oferecendo serviços de mapeamento genético de

embriões e gametas que são utilizados para detectar doenças hereditárias indesejadas, como forma de garantir o sucesso reprodutivo e a qualidade do rebanho. Algumas Agtechs também trabalham com cultura de células para fertilização *in vitro*, clonagem ou com a fabricação de bioprodutos que potencializam a fertilidade em bovinos (Rg Genética, 2023; Biomin Biotecnologia, 2023; Inpreha, 2023).

4.1.3. Agtechs de Nutrição e Saúde Animal

As tecnologias encontradas nesta categoria voltam-se para o aumento da qualidade e eficiência de insumos para o consumo animal, através do desenvolvimento de novos aditivos e suplementos alimentares que proporcionam mais saúde e contribuem para o desempenho da produção, favorecendo o ganho de peso em animais de corte, por exemplo. Muitas das Agtechs catalogadas se especializam em fontes alternativas de nutrientes para suplementação, como insetos e microalgas, propondo a substituição de fontes tradicionais de nutrientes. Essas alternativas são atrativas do ponto de vista comercial, por exigirem menos recursos naturais e área disponível utilizados na sua fabricação, sendo produzidas sem a necessidade da ocupação de áreas cultiváveis. Além disso, com o desenvolvimento de bioprocessos adequados para o seu cultivo e escalonamento, possuem a vantagem de dependerem menos de condições ambientais e clima favorável, garantindo uma produção consistente ao longo de todo o ano (Protin Biotech, 2023; Algabloom, 2023).

Um menor número de Agtechs de Saúde e Nutrição Animal desenvolvem produtos e soluções para a prevenção e controle de doenças e parasitas em animais de corte. Destaca-se entre elas o desenvolvimento de probióticos para a regulação da microbiota animal, que ajudam a prevenir doenças de origem metabólica. Também estão sendo aplicadas técnicas de controle biológico de parasitas, utilizando micro-organismos para a eliminação de carrapatos (Decoy, 2023; Global Biotecnologia, 2023).

4.1.4. Agtechs de Análise Laboratorial

A categoria de “Análise Laboratorial” possui um amplo espectro de atuação, muitas vezes complementar à outras empresas no desenvolvimento de produtos e soluções para a agricultura e pecuária, seja através da realização de análises ou do fornecimento de matérias-primas para esse objetivo, como diagnósticos moleculares, ensaios de estabilidade, proteínas recombinantes, anticorpos, entre outros (Fastbio, 2023; Nanocore, 2023).

As empresas de análise laboratorial têm papel importante no controle de qualidade de insumos como fertilizantes, pesticidas ou sementes e mudas modificadas geneticamente. Esses serviços, baseados em estudos de genômica e bioinformática, garantem a rastreabilidade, autenticidade e eficiência dos produtos usados na cadeia de produção, além de ajudarem no desenvolvimento de melhores formulações e dosagens (Ribeiro *et al.*, 2020; Myrtus Plant Biotech, 2023; MsBioscience, 2023).

Através da aplicação de análises microbiológicas, o setor também realiza a manutenção de biofábricas, fazendo a detecção de micro-organismos patógenos ou monitorando o metabolismo e estabilidade de micro-organismos em processos fermentativos de interesse. Essa atividade ainda pode ser direcionada para o desenvolvimento de biorreatores ou bioprocessos otimizados e personalizados para as necessidades dos clientes (Alsukkar, 2023; C4 Científica, 2023).

4.1.5. Agtechs de Bioenergia

A categoria “Bioenergia e Energia Renovável” compreende as empresas que fornecem soluções para a conversão de biomassa animal e vegetal ou mesmo resíduos domésticos e industriais em energia limpa e renovável, especificamente biodiesel, etanol e biogás (Bchem Solutions, 2023; Fermentec, 2023; Sulbiogás, 2023).

Embora a categoria não apresente um dos maiores percentuais na análise, o setor de bioenergia apresenta grande potencial de inovação Agtechs novas ou existentes, pois há uma urgente demanda por tecnologias que reduzam a dependência dos combustíveis fósseis e tornem a energia renovável mais barata e acessível. Esta é uma iniciativa global que visa zerar as emissões líquidas de

carbono até 2050, para combater o avanço da mudança climática e suas consequências econômicas e ambientais (Galvin; Healy, 2020).

O Brasil já está na vanguarda da transição energética possuindo 48,4% de sua matriz energética baseada em fontes renováveis. No entanto, existem alguns desafios a serem considerados para o crescimento do ecossistema neste setor. Agtechs de bioenergia requerem maiores investimentos, especialmente nos estágios iniciais. Além disso, dependem fortemente da formação de profissionais especializados: a maioria dos empreendedores da área são pesquisadores experientes ou ex-executivos. Por último, ainda são necessárias políticas de incentivo e investimento em novas tecnologias, de forma a tornar fontes alternativas mais eficientes e competitivas no mercado (Mendonça, 2017; Empresa de Pesquisa Energética, 2023; Centro Brasileiro de Relações Internacionais, 2023).

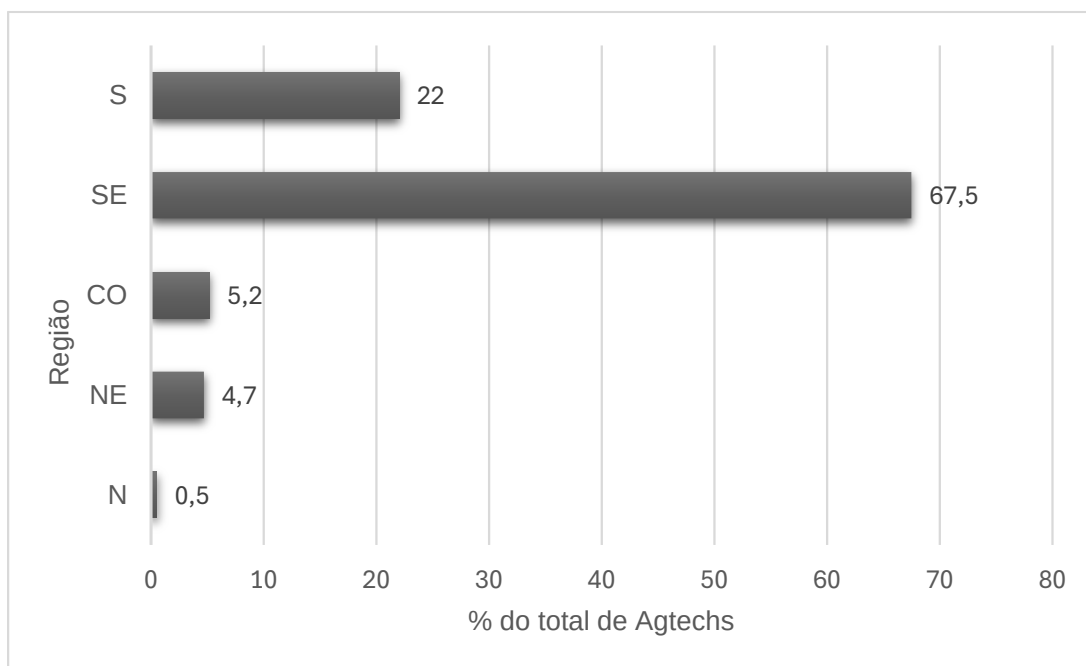
4.1.6. Agtechs de Sustentabilidade, Gestão de Resíduos e Bioembalagens

As categorias “Biodiversidade e Sustentabilidade”, “Gestão de Resíduos” e “Embalagem, Meio Ambiente e Reciclagem” estão ligadas com a promoção de práticas ambientais sustentáveis, sendo que na primeira categoria, as empresas desenvolvem principalmente produtos biológicos para a recuperação do meio ambiente como biorremediação de solos e águas ou efluentes contaminados. Na categoria de Gestão de Resíduos, o principal foco é o direcionamento de resíduos da cadeia produtiva para a geração de produtos de valor agregado. Por último, a categoria de embalagem e meio ambiente volta-se para o desenvolvimento de embalagens a partir de materiais sustentáveis e biodegradáveis. Embora não tenha números tão expressivos quando comparado com outras categorias de Agtechs, essa é uma área de grande importância para a atuação de empresas de biotecnologia, pois está associada a adoção de princípios de economia circular que permitem reduzir o impacto ambiental associado à atividade agropecuária e melhorar a geração de valor na cadeia produtiva (Biotecland, 2023; Ecobiotech, 2023, Biopolix, 2023).

4.2. Análise de Agtechs quanto à distribuição regional

A última análise realizada refere-se à distribuição regional das Agtechs catalogadas em 2022. Na Figura 4, as empresas foram categorizadas quanto à região, enquanto na Tabela 1, foi elencado um ranking com os estados brasileiros de acordo com o número de Agtechs de biotecnologia.

Figura 4. Distribuição de Agtechs de Biotecnologia quanto à região



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Tabela 1. Concentração de Agtechs por estado no Brasil

Estados	Quantidade de Agtechs
São Paulo	109
Santa Catarina	17
Rio Grande do Sul	13
Rio de Janeiro	12
Paraná	12
Minas Gerais	8
Goiás	5
Ceará	4
Mato Grosso	3
Bahia	2
Distrito Federal	2
Paraíba	2

Tocantins	1
Rio Grande do Norte	1

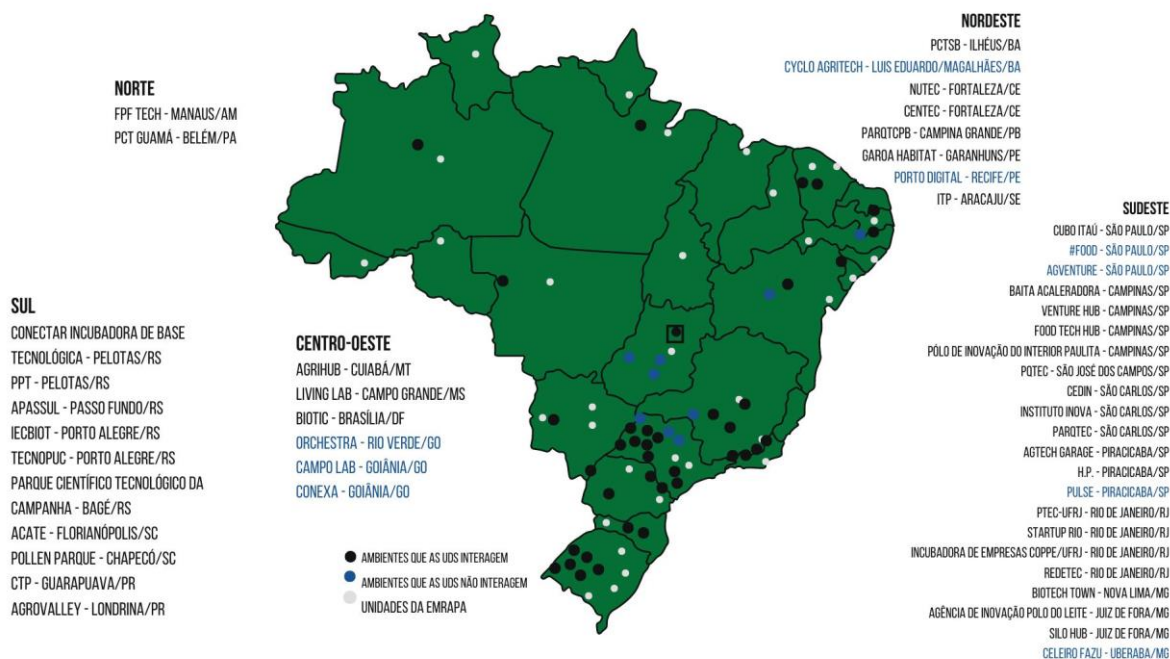
Fonte: Elaborado pela autora (2023)

A partir da observação da Figura 4, é notável que existe grande predominância das regiões Sudeste e Sul na criação de novas Agtechs no segmento de biotecnologia, que correspondem a 67,5% e 22% do total, respectivamente. Além disso, a tabela 1 mostra que o estado de São Paulo ocupa a posição de destaque, contendo 109 das 191 Agtechs catalogadas (57,1%). Essa distribuição desequilibrada pode ser justificada pela maior concentração de polos de inovação (comumente chamados de *hubs* de inovação) nessas regiões.

Hubs de inovação são espaços físicos ou plataformas virtuais que promovem uma filosofia de inovação aberta. São constituídos por Agtechs e instituições de ensino concentrados em uma determinada região, agregando também empresas maiores, bem como investidores em potencial. Somente no estado de São Paulo, existem 154 instituições e centros tecnológicos atuando em pesquisa e desenvolvimento em ciências agrárias. Dois polos que podem ser citados são o Vale do Piracicaba ou *Ag Valley* em Piracicaba, SP, associado à Escola Superior de Agricultura da Universidade de São Paulo-ESALQ/USP e o *Agro Valley* em Londrina, PR. No entanto, existem mais de 30 *hubs* conhecidos até o momento que estão diretamente associados com o setor agro, ilustrados na Figura 5 (Hub Piracicaba, 2023; Sebrae, 2023).

Os Hubs de inovação são um importante elemento do ecossistema empreendedor, pois constituem ambientes de colaboração e impulsionam não somente a fundação de novas empresas como também o desenvolvimento tecnológico através da divulgação científica. Além disso, proporcionam maior visibilidade e acesso às grandes corporações, facilitam a aquisição de novos clientes e a validação de produtos e serviços (Hub Piracicaba, 2023; Radar Agtech, 2019).

Figura 5. Polos de inovação associados ao agronegócio identificados pela Embrapa



Fonte: RadarAgtech (2022)

Dessa forma, a disponibilidade de recursos e infraestrutura para a inovação é um fator determinante para o desenvolvimento de novos empreendimentos. As regiões Sudeste e Sul tiveram um desenvolvimento muito mais pronunciado no que se refere ao acesso à infraestrutura e incentivos necessários para empreender, enquanto outras regiões como Norte e Nordeste ainda têm obstáculos para obter mais visibilidade, arrecadação de recursos financeiros e formar recursos humanos qualificados para a criação de novas Agtechs (Moser e Theis, 2014; Luz, 2022).

A maior dificuldade enfrentada pelo ecossistema de inovação em biotecnologia nas regiões Norte/Nordeste atualmente é o recebimento de investimentos e a formação de uma rede de apoio favorável à criação de novas Agtechs, contando com incubadoras e aceleradoras, o que permitiria que as diversas tecnologias que já estão sendo criadas, principalmente nas universidades, possam ser lançadas para o mercado (Luz, 2022). No caso da região Norte, também existe o fator populacional e logístico, sendo essa uma região com baixa densidade populacional, conectividade limitada e grandes distâncias entre os principais centros tecnológicos (Bambini, Bonacelli, 2019).

Tudo isso se reflete nos recursos arrecadados pelos estados. Dados da Distrito (2022) mostram que o estado de São Paulo recebeu 65% de todos os investimentos de capital de risco destinados a startups no Brasil em 2021 enquanto 68,3% das startups nordestinas não receberam nenhum investimento no ano, seja de investidores-anjo ou de programas de aceleração (Luz, 2022). Essa desigualdade regional consiste, portanto, em um desafio de difícil superação, mas que apresenta grande potencial não apenas para o crescimento econômico como também para o desenvolvimento tecnológico dessas regiões através da descentralização da atividade empreendedora.

4.3. Investimentos e pesquisas no setor

Como abordado anteriormente, o desenvolvimento do ecossistema Agtech está atrelado à presença de *hubs* de inovação que facilitam a criação de novas Agtechs através da colaboração entre as instituições pertencentes e dá a visibilidade necessária para a arrecadação de recursos. Por esse motivo, o financiamento das atividades de uma Agtech pode vir de múltiplas fontes, tanto públicas, como privadas (Radar Agtech, 2022).

Os investimentos recebidos por Agtechs podem ser classificados de acordo com a sua origem e com o estágio de desenvolvimento em que foram aplicados. Nos estágios iniciais (ou *early stage*), atuam principalmente os investidores-anjo e o capital semente (*seed capital*). O investidor-anjo é caracterizado como um profissional com experiência no mercado, que investe seus próprios recursos e conhecimento em troca de ações ou cotas da empresa. Geralmente, esse é o primeiro aporte de investimentos recebido por Agtechs. Por sua vez, o *seed capital* não vem de recursos próprios, mas de empresas de fundos de investimento que administram recursos financeiros de outros investidores (Carvalho, 2023.; Sebrae, 2021).

Quando uma Agtech sai do estágio inicial e entra no seu período de crescimento (*growth stage*), pode passar a receber investimentos de risco ou *venture capital*, esse tipo de investimento é administrado por empresas de capital de risco ou por empresas que destinam parte dos seus fundos para o investimento em

startups (Carvalho, 2023). Nos estágios mais avançados de crescimento, as Agtechs ainda podem contar com os investimentos de *private equity*. Estes investimentos são mais robustos e se voltam para a expansão do negócio, visando a posterior abertura do capital da empresa na bolsa de valores (Carvalho, 2023; Sebrae, 2023).

Muitas vezes, os estágios de desenvolvimento das Agtechs são classificados em séries ou rodadas de investimento. Nesta classificação, as séries consistem em: anjo, pré-*seed*, *seed*, série A, série B e série C, nesta sequência. A série A corresponde ao estágio de desenvolvimento, em que o modelo de negócios já foi validado e a Agtech já está gerando receita. Sendo assim, a série A é o momento em que fundos de capital de risco passam a ser aplicados. A série B, por sua vez, é definida como estágio de crescimento, onde a Agtech passa a receber investimentos mais robustos e se consolidar no mercado. Por fim, a série C é uma fase focada na expansão do negócio e dos lucros, com a aplicação de investimentos de *venture capital* e *private equity* até chegar no seu estágio final (abertura do capital) (Distrito, 2022).

Os investimentos privados em Agtechs brasileiras totalizaram 18,1 milhões de dólares em 2022, englobando as áreas de insumos biológicos, biomateriais, bioenergia e genética agropecuária, o que pode ser considerado um investimento ainda incipiente considerando os aportes recebidos por outros países. Observa-se que Agtechs de biotecnologia agrícola ocupam uma posição de maior destaque no cenário econômico internacional, principalmente nos Estados Unidos e China, que juntos receberam mais de 1,84 bilhão de dólares investidos em 2022 (Agfunder, 2023).

Além disso, comparando-se os diferentes setores do ecossistema Agtech brasileiro, o setor de biotecnologia também possui financiamento inferior, conforme dados disponibilizados pela Distrito (2022) (Figuras 6a e 6b).

Figura 6a. Distribuição de investimentos privados arrecadados por Agtechs Brasileiras em 2022, segundo a plataforma Distrito

	Anjo	Pré-Seed	Seed	Series A	Series B	Series C	Total
Biotecnologia	0,61	0,22	9,02	3,81	4,44		18,10
Marketplace Agtech	0,83	0,41	9,42	2,60			13,26
Automação e robotização		1,60	11,75	27,12			40,47
Midstream technologies			1,75				1,75
Agricultura de precisão	0,56	1,77	16,66	18,64	102,16	30,39	170,18
Novel farming	0,03	0,19					0,22
Miscelânea	0,07	0,88	7,47	73,48			81,90

Fonte: Distrito (2022)

Figura 6b. Total em investimentos privados arrecadados por Agtechs Brasileiras em 2022, segundo a plataforma Distrito.

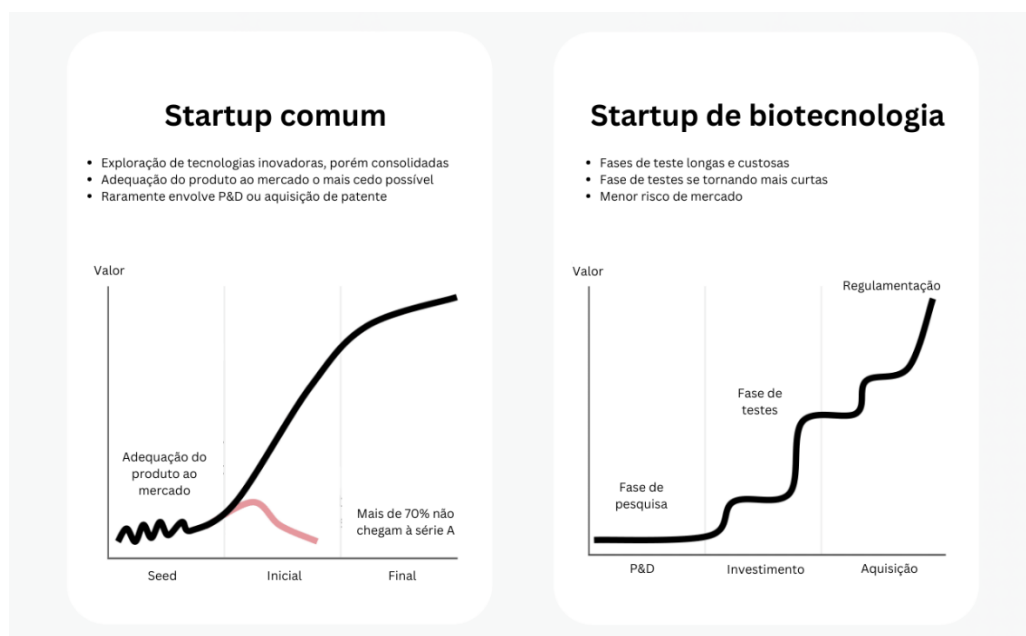
Categoria	Investimentos recebidos (US\$ milhões)
Agricultura de precisão	170,18
Automação e Robotização	40,47
Biotecnologia	18,1
Marketplace Agtech	13,26
Midstream Technologies	1,75
Novel farming	0,22
Miscelânea	81,9

Fonte: Autora (2024)

Na Figura 6a, os investimentos encontram-se distribuídos em cinco das seis rodadas de investimento, desde o investimento-anjo até a série B. Na figura 6b, observa-se que existem menores investimentos totais recebidos pelo setor de biotecnologia em contraste com as categorias de “Agricultura de Precisão” e “Automação e Robotização”, por exemplo.

Essa disposição de investimentos é característica do setor brasileiro de biotecnologia, já que ele é considerado um setor de alto risco. Embora o investimento em qualquer startup apresente risco devido à própria natureza de uma empresa nascente, o ciclo de vida de uma empresa de biotecnologia possui particularidades relacionadas ao processo de desenvolvimento, validação e aprovação de produtos de origem biológica que têm impacto direto no risco associado e no tempo de retorno de investimentos, conforme apresentado na Figura 7 (Dealroom, 2021).

Figura 7. Diferenças entre o ciclo de vida de uma startup de biotecnologia e startup comum.



Fonte: Adaptado de Dealroom (2021)

Na Figura 7, observa-se que as startups comuns que conseguem obter sucesso no mercado possuem seus produtos/serviços validados ainda nos seus estágios iniciais de desenvolvimento, e a partir daí, apresentam um crescimento

estável até os estágios finais. Por outro lado, o desenvolvimento de um produto em uma Agtech de biotecnologia envolve períodos prolongados de estudos e testes antes que o produto possa ser validado, que costumam durar entre 4 e 6 anos. Em muitos casos, também são necessários processos de garantia de propriedade intelectual (patenteamento). Além de todos esses fatores, existe o risco de não se obter um produto viável (Dealroom, 2021; Startups, 2022).

Ainda, após a validação do produto, é necessário passar por processos de regulamentação do produto perante os órgãos competentes. Todo esse processo implica um longo tempo para obter retorno sobre os investimentos. No Brasil, esse é um obstáculo para os investidores de risco, que favorecem empreendimentos com retornos mais seguros e rápidos, principalmente na presença de altas taxas de juros e cenários econômicos de grande incerteza (Dealroom, 2021; Infomoney, 2023).

Não obstante, o investimento em ciência e tecnologia influencia diretamente no tempo de desenvolvimento de produtos biotecnológicos. Investimentos consistentes garantem a formação de uma sólida base científica, acesso a melhores infraestruturas de pesquisa e melhores ferramentas tecnológicas, bem como a formação de equipes de profissionais altamente qualificados. A soma desses fatores garante um cenário favorável para que o tempo de desenvolvimento seja otimizado (Ribeiro, 2021; Dealroom, 2021).

Embora os investimentos privados ainda precisem de avanços, a colaboração entre instituições públicas e privadas têm sido um dos principais fatores de sucesso para as Agtechs na área de biotecnologia, principalmente devido ao compartilhamento dos riscos atrelados à inovação. Os investimentos governamentais frequentemente assumem a maior parte dos riscos quando uma Agtech está em fase de ideação ou nas fases iniciais de pesquisa e desenvolvimento, enquanto as empresas privadas são fundamentais para o impulsionamento infra estrutural e tecnológico da Agtech depois da etapa de validação (Valenti; Bueno, 2020; Infomoney, 2023).

As instituições públicas de pesquisa também agregam valor ao ambiente de inovação através de pesquisa e desenvolvimento em tecnologia. Uma das empresas em destaque no Brasil é a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). A Embrapa se coloca como um dos principais institutos brasileiros especializados na área agrícola, com 46 centros espalhados por todo o Brasil. Além da contribuição através de P&D em biotecnologia agrícola, a Embrapa também promove parcerias

com a finalidade de aumentar a interação entre outros atores do ecossistema e fomentar a inovação aberta através de desafios de inovação como *hackatons*, *bootcamps* e eventos de *matchmaking*, por exemplo, conectando os participantes com possíveis investidores ou aceleradoras de startups (Radar Agtech, 2021).

É importante também citar o papel de órgãos públicos de fomento à pesquisa e ao empreendedorismo, como aceleradoras e incubadoras que oferecem financiamento a projetos inovadores na área. Alguns órgãos importantes a serem citados são a Associação Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento das Empresas Inovadoras (ANPEI), o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos) além de instituições de alcance regional, como é o caso da FAPESP em São Paulo, responsável pelo PIPE (Programa Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas) (Embrapa, 2023).

O recebimento de recursos de órgãos públicos de fomento é um processo complexo e criterioso, que exige grande planejamento e preparo por parte dos fundadores de Agtechs. Para a qualificação da empresa, é necessário passar por um processo de seleção através dos editais publicados pelas agências de fomento. Em primeiro lugar, é fundamental a apresentação de um projeto de pesquisa bem elaborado que seja compatível com os requisitos do programa de incentivo em questão. Também são levados em consideração o nível de maturidade do negócio e a disponibilidade de resultados concretos que mostrem a viabilidade do produto proposto e a base tecnológica da empresa. Além disso, a partir do recebimento dos recursos, é necessária a prestação de contas e relatório de atividades desenvolvidas (Carvalho, 2023).

Apesar de evidenciar a forte participação do setor público no desenvolvimento do ecossistema inovador, a literatura não apresentou informações quantitativas abrangentes sobre investimentos públicos. A plataforma Abstartups (2022) divulgou um relatório em que 8 de 16 startups de biotecnologia foram financiadas por programas de fomento público (50%). No entanto, essa não é uma amostra significativa comparada às 191 Agtechs estudadas neste trabalho. Por esse motivo, é pertinente que a coleta de dados sobre Agtechs de biotecnologia seja ampliada no futuro, de forma a entender melhor como os investimentos públicos impactam no desenvolvimento das Agtechs brasileiras na área.

5. CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou uma análise introdutória sobre o cenário atual do ecossistema Agtech na área de biotecnologia e ofereceu alguns *insights* a respeito da atuação dessas empresas e quais tecnologias elas estão empregando atualmente. Foi observado que a biotecnologia no contexto da agropecuária pode oferecer diversas vantagens econômicas para os produtores, como maior produtividade e precisão. Além disso, muitas dessas tecnologias estão em evidência como alternativas sustentáveis às práticas adotadas atualmente na agricultura, o que indica que a área de biotecnologia será uma área crucial para o agronegócio nos próximos anos.

Também foram identificados alguns desafios que as Agtechs de biotecnologia enfrentam atualmente, como a concentração da atividade empreendedora em uma pequena região do país (eixo Sudeste-sul), a abordagem conservadora dos investidores de risco em relação a essas empresas devido ao alto risco associado ao processo de P&D. Esses desafios devem ser priorizados pela comunidade científica e por órgãos públicos para impulsionar o desenvolvimento tecnológico e colocar o Brasil em uma posição mais competitiva no cenário internacional de inovação.

Por último, é pertinente que estudos posteriores ampliem a coleta de dados a respeito de biotecnologia agrícola no país, tanto quanto aos investimentos recebidos como quanto à lucratividade das suas atividades, pois esses dados são um importante termômetro do desenvolvimento do setor, além de oferecer perspectivas sobre o potencial econômico de exploração de tecnologias e necessidades observadas no mercado.

REFERÊNCIAS

ABSTARTUPS. **Mapeamento do Ecossistema Brasileiro de Startups**. 2022. Disponível em: <https://abstartups.com.br/mapeamento-de-comunidades/>. Acesso em: 04. jul. 2023.

AGFUNDER. **2022 AgFunder AgriFoodTech Investment Report**. 2022. Disponível em: <https://agfunder.com/research/2022-agfunder-agrifoodtech-investment-report/>. Acesso em: 04. jul. 2023.

AGFUNDER. **AgFunder Global AgriFoodTech Investment Report 2023**. 2023. Disponível em: <https://agfunder.com/research/agfunder-global-agrifoodtech-investment-report-2023/>. Acesso em: 04. jul. 2023.

AGFUNDER. **Latin America AgriFoodTech Investment Report 2023**. 2023. Disponível em: <https://agfunder.com/research/latin-america-agrifoodtech-investment-report-2023/>. Acesso em: 04. Jul. 2023.

ALGABLOOM. **Página Inicial**. 2023. Disponível em: <https://algabloom.com.br/>. Acesso em: 12 abr. 2023.

ALSUKKAR. **Quem somos**. 2023. Disponível em: <https://www.alsukkar.com.br/institucionais/quem-somos/>. Acesso em: 12. abr. 2023

BAMBINI, M. D.; BONACELLI, M. B. M. Ecossistemas Agtech no Brasil: localização, caracterização e atores envolvidos. *In*: WORKSHOP ANPROTEC; INNOVATION SUMMIT BRASIL, 2019. Florianópolis. **Anais eletrônicos** [...]. Brasília, DF: Anprotec, 2019. p. 789-802. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/205957/1/Ecossistemas-Agtech-Anprotec.pdf>. Acesso em: 20. mai. 2023.

BCHEM SOLUTIONS. **Óleo vivo**. 2023. Disponível em: <https://bchem.com.br/portfolio-item/oleo-vivo/>. Acesso em: 09 abr. 2024.

BIOMIN BIOTECNOLOGIA. **Produtos**. 2023. Disponível em: <https://www.biomin.com.br/produtos.php>. Acesso em: 12 abr. 2023.

BRASIL. Decreto nº 10.375, de 26 de maio de 2020. Institui o Programa Nacional de Bioinsumos e o Conselho Estratégico do Programa Nacional de Bioinsumos. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, n. 100, p. 105, 2020. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-10.375-de-26-de-maio-de-2020-258706480>. Acesso em: 10. ago. 2023.

C4 CIENTÍFICA. **Institucional**. 2023. Disponível em: <https://c4cientifica.com.br/>. Acesso em: 12 abr. 2023

CARVALHO, A. G. **Caracterização do perfil de startups de base tecnológica que obtiveram investimento**: estudo de caso em um parque tecnológico. 2023. Dissertação (Mestrado em Administração de Organizações) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, University of São Paulo, Ribeirão Preto, 2024. doi:10.11606/D.96.2024.tde-02042024-091848. Acesso em: 14. jun. 2024.

CENTRO BRASILEIRO DE RELAÇÕES INTERNACIONAIS (org.). **Caderno executivo do Programa de Transição Energética**. 2023. Disponível em: <https://www.cebri.org/br/doc/310/caderno-executivo-do-programa-de-transicao-energetica>. Acesso em: 5 jun. 2023.

CEPEA (org.). **PIB do Agronegócio Brasileiro**. 2024. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx#:~:text=Cepea%2C%2026%2F03%2F2024,no%20quarto%20trimestre%20de%202023>. Acesso em: 04 abr. 2024.

CROPLIFE. **O cultivo de plantas transgênicas no Brasil**. 2021. Disponível em? <https://croplifebrasil.org/noticias/plantas-transgenicas-no-brasil/>. Acesso em: 02 mai. 2023.

CROPLIFE. **Os impactos da biotecnologia agrícola**. 2022. Disponível em: <https://croplifebrasil.org/noticias/os-impactos-da-biotecnologia-agricola/>. Acesso em: 02. mai. 2023.

DEALROOM. **2021: The year of Deep Tech**. 2021. Disponível em: <https://dealroom.co/reports/2021-the-year-of-deep-tech>. Acesso em: 9 out. 2023.

DECOY. **Decoy Bovinos Pasto e RS.** 2023. Disponível em: <https://decoysmart.com/tecnologias/decoy-bovinos-pasto-e-rs/>. Acesso em: 12 abr. 2023.

DISTRITO. **Distrito Agtech Report.** 2022. Disponível em: <https://materiais.distrito.me/report/agtech-report>. Acesso em: 10. jul. 2023

EMBRAPA (org.). **Investimentos em bioinsumos geram benefícios à agropecuária brasileira.** 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/58287621/investimentos-em-bioinsumos-geram-beneficios-a-agropecuaria-brasileira>. Acesso em: 04. jul. 2023

EMBRAPA (org.). **Visão de Futuro do Agro Brasileiro.** 2022. Disponível em: https://www.embrapa.br/documents/10180/69784985/VISAO_FUTURO_AGRO_BRASILERO_s%C3%ADntese.pdf/7a895909-4a8e-3caf-bb2e-440e8c7003ba. Acesso em: 15. mai. 2023.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Matriz Energética e Elétrica.** 2023. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>. Acesso em: 13. Ago. 2023

FACULDADE DE GESTÃO E INOVAÇÃO. **Conheça os maiores exportadores agrícolas do mundo.** 2022. Disponível em: <https://www.faculdadefgi.com.br/post/conheca-os-maiores-exportadores-agricolas-do-mundo>. Acesso em: 19 set. 2022.

FASTBIO. **Página Inicial.** 2023. Disponível em: <https://fastbio.com.br/#>. Acesso em: 12 abr. 2023.

FERMENTEC. **Página Inicial.** 2023. Disponível em: <https://fermentec.com.br/>. Acesso em: 09. abr. 2024.

FERREIRA, D.; SOUZA JÚNIOR, J. R. C. **Comércio exterior do agronegócio em 2023.** 2024. Disponível em: [https://www.ipea.gov.br/cartadeconjuntura/index.php/2024/01/comercio-exterior-do-agronegocio-em-2023/#:~:text=Por%20Diego%20Ferreira%20e%20Jos%C3%A9,ano%20anterior%20\(tabela%201\)](https://www.ipea.gov.br/cartadeconjuntura/index.php/2024/01/comercio-exterior-do-agronegocio-em-2023/#:~:text=Por%20Diego%20Ferreira%20e%20Jos%C3%A9,ano%20anterior%20(tabela%201).). Acesso em 04. Abr. 2024.

FINEP. **Seleção Pública MCTI/FINEP/FNDCT**. 2022. Disponível em: http://www.finep.gov.br/images/chamadas-publicas/2022/19_09_2022_Bio_Edital_Rerratificado.pdf. Acesso em: 17. set. 2023.

GALVIN, R.; HEALY, N. The Green New Deal in the United States: What it is and how to pay for it. **Energy Research & Social Science**, v. 67 p.1-9, set. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101529>. Acesso em: 15. jun. 2023.

GLOBAL BIOTECNOLOGIA. **Pecuária**. 2023. Disponível em: <https://www.globalbio.com.br/pecuaria>. Acesso em: 12 abr. 2023.

HUB PIRACICABA. **AgtechValley Vale do Piracicaba: Tecnologia na Agricultura**. 2023. Disponível em: <https://www.hubpiracicaba.com/valedopiracicaba>. Acesso em: 10. mai. 2023.

INFOMONEY. **Biotecnologia atrai capital de risco, mas fatia do Brasil ainda é pequena**. 2023. Disponível em: <https://www.infomoney.com.br/negocios/biotecnologia-atrai-fundos-de-investimento-mas-investimentos-no-brasil-ainda-sao-limitados/>. Acesso em: 5. ago. 2023.

INPRENHA. **Produtos e serviços**. 2023. Disponível em: <https://www.inprenha.com.br/produtos-servicos.html>. Acesso em: 12. abr. 2023

LOPES, M. J. S. et al. Biotecnologia microbiana: inoculação, mecanismos de ação e benefícios às plantas. **Research, Society and Development**, [S.L.], v. 10, n. 12, n.p, 24 set. 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i12.20585>. Acesso em: 6 jun. 2023.

LUZ, M. V. P. **Desafios de empreender além do eixo Sul-Sudeste**. 2022. Disponível em: <https://biominas.org.br/blog/desafios-de-empreender-alem-do-eixo-sul-sudeste/>. Acesso em: 4. jun. 2023.

MCKINSEY & COMPANY. **Global Farmer Insights 2022**. 2022. Disponível em: <https://globalfarmerinsights2022.mckinsey.com/#d05>. Acesso em: 12. ago. 2023

MEDEIROS, J.; ACAYABA, R.; MONTAGNER, C. A Química na Avaliação do Impacto à Saúde Humana Diante da Exposição aos Pesticidas. **Química Nova**,

[S.L.], v. 44, n. 5, p. 584-598, jan. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170699>. Acesso em: 4 jun. 2023.

MENDONÇA, H. L. **O Impacto das Startups no Setor de Energia**. 2017. Disponível em: <https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/19278/Coluna%20Opinio%20Setembro%20-%20Hudson.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2023

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA (org.). **Exportações do agronegócio fecham 2022 com US\$ 159 bilhões em vendas**. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/exportacoes-do-agronegocio-fecham-2022-com-us-159-bilhoes-em-vendas>. Acesso em: 13. ago. 2023

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA (org.). **Programa Nacional de Bioinsumos é lançado e vai impulsionar uso de recursos biológicos na agropecuária**. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/programa-nacional-de-bioinsumos-e-lancado-e-vai-impulsionar-uso-de-recursos-biologicos-na-agropecuaria-brasileira>. Acesso em: 20. jul. 2023

MOSER, A. C.; THEIS, I. M. Investimentos em C&T e desigualdades socioespaciais no Brasil. **Tempo social**. v. 26, n. 2, p. 187-207. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/ts/article/view/97977/96777>. Acesso em: 4. jun. 2023.

MS BIOSCIENCE. **Página Inicial**. 2023. Disponível em: <https://www.msbioscience.com.br/>. Acesso em: 15. abr. 2023.

MYRTUS PLANT BIOTECH. **Página Inicial**. 2023. Disponível em: <https://myrtus.com.br/>. Acesso em: 15. abr. 2023.

NANOCORE. **Serviços**. 2023. Disponível em: <https://www.nanocore.com.br/site/>. Acesso em: 12. abr. 2023.

NEVES, M. F.; CAMBAÚVA, V.; MARQUES, V. N. **Revolução Tecnológica e a Sustentabilidade do Agronegócio**. 2022. Disponível em: <https://doutoragro.com/2020/11/27/revolucao-tecnologica-e-a-sustentabilidade-do-agronegocio/>. Acesso em: 07. jul. 2023.

ONU. **Organização das Nações Unidas. Ministério do Meio Ambiente**, 1992. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/textoconvenoportugus.pdf>. Acesso em: 02. set. 2023.

PROTIN BIOTECH. **Descubra a revolução na alimentação animal com a Mosca Soldado Negra**. 2023. Disponível em: <https://protinbiotech.com.br/>. Acesso em: 12 abr. 2023

RADAR AGTECH. **Radar Agtech Brasil 2020/2021**: Mapeamento das Startups do Setor Agro Brasileiro. 2022. Disponível em: <https://radaragtech.com.br/wp-content/uploads/2022/05/livro-radar-agtech-2020-2021-ptbr.pdf>. Acesso em: 21. mar. 2023.

RADAR AGTECH. **Radar Agtech Brasil 2022**: Mapeamento das Startups do Setor Agro Brasileiro. 2023. Disponível em: https://radaragtech.com.br/wp-content/uploads/2022/11/relatorio_Radar-Agtech-2022_Embrapa_HomoLudens_SPVentures.pdf. Acesso em: 21. mar. 2023.

RG GENÉTICA. **Nossos Serviços**. 2023. Disponível em: <https://rggenetica.com.br/servicos-e-solucoes/>. Acesso em: 12. abr. 2023.

RAMANKUTTY, N. et al. Trends in Global Agricultural Land Use: Implications for Environmental Health and Food Security. **Annual Review of Plant Biology**, v.69, p. 789-815, fev. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-042817-040256>. Acesso em: 15. mai. 2023.

RIBEIRO, M. C. et al. Tecnologias de rastreabilidade, segurança e controle de resíduos de agrotóxicos na cadeia produtiva de alimentos de origem vegetal: um estudo de revisão. **Research, Society and Development**, v. 9, n.12, não p., dez. 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i12.10780>. Acesso em: 10. ago. 2023.

RIBEIRO, W. **Por que a vacina contra Covid-19 foi desenvolvida em tempo recorde**. 2021. Disponível em: <https://ictq.com.br/farmacia-clinica/2636-por-que-a-vacina-contracovid-19-foi-desenvolvida-em-tempo-recorde#>. Acesso em: 14. jun. 2024.

SEBRAE. **Capital empreendedor: estágios de investimentos**. 2023. Disponível em: <https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/sebraeaz/capital-empendedor-estagios-de-investimentos,464ce3796beaf410VgnVCM1000004c00210aRCRD#:~:text=Venture%20Capital%20significa%2C%20literalmente%2C%20capital,recursos%20na%20expans%C3%A3o%20do%20neg%C3%B3cio..> Acesso em: 11. jun. 2024.

SEBRAE. **Entenda o que é um Hub de Inovação e como funciona**. 2022. Disponível em: <https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/entenda-o-que-e-um-hub-de-inovacao-e-como-funciona,32b22cb3509c4810VgnVCM100000d701210aRCRD>. Acesso em: 6. jun. 2023.

SEBRAE. **O que é uma Startup?** 2022. Disponível em: <https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-que-e-uma-startup,6979b2a178c83410VgnVCM1000003b74010aRCRD#:~:text=O%20significad o%20literal%20seria%20%E2%80%9Cempresa,explicar%20muito%20bem%20qual%20era>. Acesso em 11. jun. 2024.

SILVA, A. C. M. et al. Biofertilizantes e Entraves na Legislação Brasileira. *In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA E INOVAÇÃO DE BIODIESEL*, 7., 2019, Florianópolis. **Anais eletrônicos** [...]. Florianópolis, 2019. p. 846 – 847. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/210837/1/LETICIA-SEG-Biofertilizantes-e-Entraves-na-Legislacao.pdf>. Acesso em: 10. ago. 2023.

STARTUPS. **O Brasil está preparado para investir no segmento de biotechs?**. 2022. Disponível em: <https://startups.com.br/coluna/o-brasil-esta-preparado-para-investir-no-segmento-de-biotechs/>. Acesso em: 5. ago. 2023.

SULBIOGÁS. **Página inicial**. 2023. Disponível em: <https://sulbiogas.com/>. Acesso em 7 abr. 2023.