



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIOS

ANNA CLARA SOUSA OLIVEIRA

**PRODUÇÃO ON FARM DE BIOINSUMOS:UM ESTUDO DE
CASO NO CERRADO BRASILEIRO**

PUBLICAÇÃO: /2024

BRASÍLIA/DF
SETEMBRO/2024

2024	A.C. SOUSA OLIVEIRA	PRODUÇÃO ON FARM DE BIOINSUMOS: UM ESTUDO DE CASO NO CERRADO BRASILEIRO	000.000 N651p
------	---------------------	---	------------------



ANNA CLARA SOUSA OLIVEIRA

**PRODUÇÃO ON FARM DE BIOINSUMOS: UM ESTUDO DE CASO NO CERRADO
BRASILEIRO**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Agronegócios, da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília (UnB), como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Agronegócios.

Orientador(a): Prof. Dr. Armando Fornazier

**Brasília/DF
Setembro/2024**

OLIVEIRA, A. C. S. **Produção *On Farm* de bioinsumos: um estudo de caso no cerrado brasileiro**. 2024. 84 f. Dissertação (Mestrado em Agronegócio) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2024.

Documento formal, autorizando reprodução desta dissertação de mestrado/tese de doutorado para empréstimo ou comercialização, exclusivamente para fins acadêmicos, foi passado pelo autor à Universidade de Brasília e acha-se arquivado na Secretaria do Programa. O autor reserva para si os outros direitos autorais, de publicação. Nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor. Citações são estimuladas, desde que citada a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA

Oliveira, Anna Clara Sousa
Produção *On Farm* de bioinsumos: um estudo de caso no cerrado brasileiro. / Anna Clara Sousa Oliveira. – Brasília: [s.n.], 2024. 84 f.

Orientador: Prof. Dr. Armando Fornazier.
Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2024.

1. Bioinsumos. 2. Multiplicação de Microrganismos. 3. Sustentabilidade. I. Fornazier, Armando; II. Universidade de Brasília. III. Mestrado em Agronegócios. IV. Título.

CDD ou CDU
Agris / FAO

ANNA CLARA SOUSA OLIVEIRA

**PRODUÇÃO ON FARM DE BIOINSUMOS: UM ESTUDO DE CASO NO CERRADO
BRASILEIRO**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado/Doutorado do Programa de Pós-graduação em Agronegócios da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília (UnB), como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Agronegócios.

Aprovada pela seguinte Banca Examinadora:

Prof. Dr. Armando Fornazier – Propaga/UnB

Prof. Dr. João Paulo Guimarães Soares- Propaga/UnB e Embrapa

Dra. Simone Silva Vieira - SoluBio

Brasília/DF, 19 de setembro de 2024

Dedico este trabalho a minha mãe Jercineide Amorim e ao meu querido avó Gercino (*in memoriam*), pelo incentivo em todos os momentos. Em especial, minha mãe, por trilhar caminhos que permitiram que eu chegasse até aqui.

Gostaria de agradecer a Deus pelo dom da vida e a todas as pessoas que contribuíram de alguma forma para o fechamento desse ciclo.

Com carinho ao meu orientador, Dr. Armando Fornazier, pela paciência e por toda a empatia durante todo o processo do meu mestrado. Sendo peça fundamental para a concretização desse momento.

Agradeço a minha mãe Jercineide Amorim e ao meu padrasto Marcos Amorim por todo suporte, cuidado e, por sempre, embarcarem nas minhas aventuras. É muita coragem para pouco juízo!

Aos meus amigos de mestrado, em especial, a Juliane Alves, por ter me encorajado a perseverar desde o momento da entrevista até a conclusão do trabalho.

Aos meus chefes e amigos de trabalho, em especial, ao Elias Borba, pela compreensão nessa trajetória, desde a liberação para cursar o mestrado até o conhecimento prático do assunto.

A toda banca examinadora, pela disponibilidade de estarem contribuindo para o enriquecimento deste trabalho.

RESUMO

Até 2050, a população mundial deverá atingir 9,8 bilhões de pessoas, o que exigirá um aumento de cerca de 70% na produtividade agrícola para atender à demanda por alimentos, rações, fibras e bioenergia. Para alcançar essa produção, são necessários diversos insumos, como fertilizantes, combustíveis e agrotóxicos. Nesse contexto, os bioinsumos emergem como um marco biotecnológico, podendo ser produzidos tanto em indústrias quanto diretamente nas fazendas. A produção On Farm está se tornando cada vez mais popular, impulsionada por fatores como rentabilidade, maior autonomia na produção, melhoria biológica do solo e o desejo de reduzir a dependência da indústria química convencional. A pesquisa visou caracterizar o uso de bioinsumos por meio de um questionário aberto semiestruturado aplicado a dez produtores de uma empresa que comercializa bioinsumos On Farm e que produzem o próprio bioinsumo na região do Cerrado brasileiro. Na classificação das repostas dos produtores, revelou que a classe mais representativa (29,7%) foi relacionada ao Incremento e Manejo de Bioinsumos Microbianos para Culturas Vegetais no Cerrado. Seguida de Uso de Bioinsumos e Redução de Pragas no Cerrado (27,72%), Parcerias Empresariais e Produção de Bioinsumos no Cerrado (25,74%) e Desafios e Qualificação Profissional na Produção de Bioinsumos (16,83%), evidenciando impactos na redução de custos, aumento da autonomia dos produtores e diminuição da dependência de insumos importados, contudo havendo necessidade de organização de parcerias e de qualificação técnica dos produtores e técnicos.

Palavras-chave: bioinsumos, controle biológico, sustentabilidade, multiplicação on-farm, biodiversidade, biofábricas.

ABSTRACT

By 2050, the world population is expected to reach 9.8 billion people, which will require an increase of around 70% in agricultural productivity to meet the demand for food, feed, fiber and bioenergy. To achieve this production, several inputs are needed, such as fertilizers, pesticides and fuels. In this context, bioinputs emerge as a biotechnological milestone, which can be produced both in industries and strictly on farms. On Farm production is becoming increasingly popular, driven by factors such as profitability, greater autonomy in production, biological improvement of the soil and the desire to reduce dependence on the conventional chemical industry. The research aims to characterize the use of bioinputs through an open, semi-structures questionnaire applied to ten producers from a company that adopted this technology in the Brazilian Cerrado region. In the classification of the producers' responses, it was revealed that the most representative class (29,7%) was related to the Increase and Management of Microbial Bioinputs for Vegetable Crops in the Cerrado. Followed by Use of Bioinputs and Reduction of Pests in the Cerrado (27.72%), Business Partnerships and Production of Bioinputs in the Cerrado (25.74%) and Challenges and Professional Qualification in the Production of Bioinputs (16.83%), evidencing impacts on cost reduction, increased autonomy of producers and decreased dependence on imported inputs, however there is a need to organize partnerships and technical qualification of producers and technicians.

Keywords: bioinputs, biological control, sustainability, on-farm multiplication, biodiversity, biofactories.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Projeções de Crescimento dos Biodefensivos	32
Figura 2 - Resumo de Organograma de Classificação Hierárquica Descendente com Porcentagens de Representatividade das Classes	44
Figura 3 - Classificação Hierárquica Descendente - CHD.....	45
Figura 4 - Análise de Similitude mostrando as conexões entre as formas textuais no corpus.....	49
Figura 5 - Análise Fatorial de Correspondência mostrando a distribuição das palavras e suas associações no corpus textual.....	52
Figura 6 - Nuvem de Palavras.....	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Produtos fitossanitários formulados e registrados no Brasil, totais, por classe agrônômica no ano de 2021.....	26
Tabela 2 – Produtos fitossanitários formulados e registrados no Brasil, totais, por classe agrônômica no ano de 2024.....	27
Tabela 3 – Cenário do desenvolvimento de mercado dos Defensivos Biológicos no Brasil.....	33
Tabela 4 – Características e Critérios de Seleção dos Entrevistados na Pesquisa...	38
Tabela 5 – Tabela de análise dos participantes que empregam a multiplicação On Farm.....	39

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Metodologia Proposta para a Dissertação.....	36
---	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 Formulação do Problema de Pesquisa	16
1.2 Objetivo Geral.....	17
1.3 Objetivos Específicos.....	17
1.4 Justificativa.....	17
1.5 Estrutura do Trabalho.....	18
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	20
2.1 Contextualização da Agricultura Brasileira.....	20
2.2 Bioinsumos e sua Potencialidade no Manejo Sustentável.....	23
2.3 Cenário Regulatório.....	28
2.4 O Mercado de Biodefensivos e Projeção de Mercado de Bioinsumos	31
3 MÉTODOS	34
3.1 Coleta de Dados.....	34
3.2 Instrumento.....	37
3.3 Os Participantes da Pesquisa	37
3.3.1 Perfil dos Entrevistados	37
3.4 Análise De Dados.....	38
3.4.1 Procedimentos de Análise da Entrevista Semiestruturada: Análise de Conteúdo...	40
3.4.2 Ferramenta Utilizada: IramuteQ.....	40
3.5 Etapas da Metodologia.....	41
3.5.1 Coleta de Dados.....	41
3.5.2 Preparação dos Dados.....	41
3.5.3 Análise com IramuteQ.....	41
4 RESULTADOS.....	43
4.1 Análise de Conteúdo.....	43
4.2 Dendrograma de Classificação Hierárquica Descendente (CHD).....	43
4.2.1 Classe 1: Parcerias Empresariais e Produção de Bioinsumos no Cerrado (25,74%).....	45
4.2.2 Classe 2: Uso de Bioinsumos e Redução de Pragas no Cerrado (27,72%).....	46
4.2.3 Classe 3: Desafios e Qualificação Profissional na Produção de Bioinsumos (16,83%).....	47
4.2.4 Classe 4: Incremento e Manejo de Bioinsumos Microbianos para Culturas Vegetais no Cerrado (29,7%).....	47

4.3 ANÁLISE DE SIMILITUDE.....	49
4.3.1 <i>Cluster Verde: Multiplicação de Bioinsumos.....</i>	50
4.3.2 <i>Cluster Vermelho: Produtividade e Redução de Custos.....</i>	50
4.3.3 <i>Cluster Azul: Diversidade Microbiana.....</i>	51
4.3.4 <i>Cluster Roxo: Cultura da Soja e Outras Culturas.....</i>	51
4.3.5 <i>Cluster Amarelo: Manejo Biológico.....</i>	51
4.4 Análise Fatorial de Correspondência (AFC).....	52
4.4.1 <i>Quadrante Superior Esquerdo (Vermelho).....</i>	53
4.4.2 <i>Quadrante Superior Direito (Verde).....</i>	53
4.4.3 <i>Quadrante Inferior Direito (Roxo).....</i>	53
4.4.4 <i>Quadrante Inferior Esquerdo (Azul Claro).....</i>	54
4.5 Nuvem de Palavras.....	55
5 DISCUSSÃO.....	57
5.1 Benefícios dos Bioinsumos para uma Agricultura Sustentável e Regenerativa.....	57
5.2 Estratégias de Incorporação dos Bioinsumos.....	60
5.3 Viabilidade Econômica e Rentabilidade da Produção On Farm de Bioinsumos.....	64
5.4 Alternativas Sustentáveis para Atender às Demandas do Mercado Consumidor .	68
6 CONCLUSÃO.....	71
REFERÊNCIAS.....	73
ANEXO.....	81
Anexo 1 - Questionário para Identificação das Práticas Rurais em Relação à Produção On Farm.....	81

1 INTRODUÇÃO

A população mundial será de 9,8 milhões de pessoas até 2050, desse modo a produtividade agrícola deve aumentar em aproximadamente 70% para suprir a necessidade de alimentos, rações, fibras e bioenergia (SINGH et al., 2020). Assim, para essa produção agropecuária é necessária uma série de insumos como fertilizantes, combustíveis, agrotóxicos, entre outros. Dados da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), apontam que o Brasil está entre os países com um dos maiores consumo de adubos químicos e agrotóxicos no mundo (FAO, 2022) e a maioria são importados.

A busca pela sustentabilidade do Agronegócio Brasileiro ganha notoriedade, apresentando como objetivo ampliar o setor de produção sustentável agrícola, por meio de inovações, práticas e processos (VIDAL et al., 2021). As inovações agrícolas são amplamente conhecidas como a principal força motriz do desenvolvimento rural nos países em desenvolvimento (ADENLE, 2012).

O termo *Agricultura regenerativo* foi proposto por Gabel (1979) e, posteriormente, estruturado por Rodale (1983) como alternativas que visam o equilíbrio sustentável no sistema de produção, dando ênfase ao uso dos recursos renováveis ao invés de recursos energéticos importados, especialmente fertilizantes químicos e pesticidas.

Os futuros sistemas de produção agrícola serão concebidos, por meio de um maior aproveitamento dos recursos de produção encontrados na fazenda. Como exemplo uma maior eficiência da fixação de Nitrogênio, maior produção total de matéria orgânica, manejo integrado de pragas, genética tolerante a pragas, assim como, condições de estresse e, níveis mais elevados de atividade biológica, todos podem contribuir para uma otimização dos recursos naturais (RODALE, 1980).

Visto a escassez de insumos à base de combustíveis fósseis, precisamos explorar e desenvolver alternativas ligadas a fertilidade do solo e controle de pragas (YOUNGBERG et al., 1984)

Informações adequadas e habilidades de gerenciamento substituídos por fatores de produção onerosos poderá elevar a eficiência da ação, além de planos nacionais estruturados com diferentes estratégias para produção de alimentos e opções para agricultores com diferentes níveis de recursos (PARR et al.1986).

Segundo (HARWOOD, 1984), as seguintes práticas são comuns para a agricultura regenerativa: a rotação de cultura com o uso de culturas enraizadas, a diminuição de nutrientes altamente solúvel, mínimo preparo do solo, uso sazonal de culturas de cobertura a fim de melhorar a absorção e reciclagem de nutrientes solúveis, reduzindo perdas de nutrientes nas plantas, logo, promovendo um ciclo equilibrado pelo tecido vegetal, solo e matéria orgânica.

A redução de insumos agrícolas sintéticos como agrotóxicos e fertilizantes tem-se tornado uma pauta em diversos países, novas tecnologias são continuamente desenvolvidas para promover o desenvolvimento sustentável (BIERBAUM et al., 2020). Algumas das soluções que norteiam uma produção sustentável seria a redução do uso de pesticidas sintéticos, fertilizantes minerais, a rotação de cultura, o uso de plantas de cobertura e incremento da microbiologia presente no solo (OBERC E SCHENELL, 2020).

Desse modo, os bioinsumos são considerados um marco biotecnológico, sendo organismos vivos, como bactérias, insetos ou plantas, usados para melhorar a fertilidade do solo, e como biodefensivos para o controle de insetos-praga nas lavouras (VIDAL E DIAS, 2023). Uma gama de microrganismos habita a proximidade das raízes, utilizando de seus metabólitos exsudatos como fonte de carbono e nitrogênio (PORRAS-ALFARO E BAYMAN, 2011). Uma porcentagem vive em micro-*habitats* da rizosfera colonizando a superfície das raízes, e uma pequena população desses, os endofíticos, vivem nos tecidos vegetais (BRADER et al., 2014). Em áreas agrícolas, a microbiota tem grande importância operando na resistência do solo e, atuando de forma consistente para supressão de organismos exógenos (ELSAS et al., 2012).

Em um contexto amplo, a diversidade microbiana do solo disponibiliza os serviços ecossistêmicos para manutenção da saúde do solo. A pedogênese, ciclagem do nitrogênio, transformação da matéria orgânica, processos biotecnológicos, a biorremediação e o biocontrole compreendem tais serviços (Pimentel *et al.*, 1997).

Ainda dentro da microbiologia do solo, pode-se intitular duas características microbianas tidas como as mais relevantes dos microrganismos no desenvolvimento vegetal, a fixação biológica do nitrogênio e a formação de micorrizas (SIQUEIRA et al., 2010; CHAGNON et al., 2013).

Além de contribuir para a absorção de nutrientes pelas plantas, os fungos micorrízicos desempenham papel fundamental na redução de perdas dos nutrientes do solo por meio da lixiviação ou desnitrificação (ASGHARI et al., 2005).

Pesquisas evidenciam que os fungos micorrízicos levam a redução de forma significativa as perdas por lixiviação de N (até 70 kg N/ha/ano) e P (até 150g P/ha/ano), além de nutrientes minerais orgânicos e inorgânicos (BENDER et al., 2015).

De acordo com o Decreto nº. 10.375, de 26 de maio de 2020, Bioinsumo é instituído como processo de origem vegetal, animal ou microbiana, destinado ao uso na produção, armazenamento, beneficiamento de produtos agropecuários, sistemas de produção aquáticos ou de florestas plantadas, que interfiram positivamente no crescimento, desenvolvimento e no mecanismo de resposta de animais, plantas, microrganismos e de substâncias derivadas que interajam com produtos e processos físico-químicos e, biológicos (BRASIL, 2020).

Os bioinsumos podem ser fabricados em indústrias, mas também diretamente nas fazendas, ou seja, o *On Farm*. A produção *On Farm* está se tornando mais popular, com um aumento do interesse em produzir insumos biológicos nas propriedades para uso próprio. Esse crescimento é impulsionado pela preocupação com a sustentabilidade e o desejo de reduzir a dependência da indústria química convencional. Além disso, a perda da eficácia dos produtos existentes. O aumento da adoção em culturas extensivas é impulsionado devido ao baixo custo de implementação das biofábricas (EMBRAPA, 2021).

O mercado de insumos biológicos apresenta um crescimento exponencial em todo o mundo, com ênfase no Brasil pela dimensão da produção agrícola do país (Forbes, 2023). Essa expansão do mercado de biológicos ganhou impulso pela criação do Programa Nacional de Bioinsumos, ganhando notoriedade de centros de pesquisa, universidades e iniciativa privada (EMBRAPA, 2021).

Desse modo, a exploração consciente de todo o potencial da biodiversidade brasileira, aliada ao tripé do ensino, a pesquisa e a extensão e a visão empreendedora da produção *On Farm*, é a base para um modo de produção inovador e regenerativo ao agronegócio brasileiro (ALBUQUERQUE E SILVA, 2008).

Com isto, tem-se como objeto desta pesquisa analisar a potencialidade que o uso dos bioinsumos apresentam no contexto atual da produção brasileira. Pesquisando, os impactos positivos na rentabilidade produtiva, incremento na saúde

do solo, dimensionamento de mercado, cenário regulatório no Brasil, acesso ao mercado e projeções futuras.

1.1 Formulação do Problema de Pesquisa

A revisão de literatura consiste em uma etapa crucial para a elaboração de uma pesquisa científica, contextualizando o tema abordado através de embasamento teórico, identificação de lacunas, levantamento de problemática, permitindo assim, uma análise global do objeto estudado.

Nesse contexto, a referida pesquisa foi formulada a partir da alta demanda por uma agricultura regenerativa e sustentável. Segundo EHLERS (1996) a regeneração e a manutenção não apenas das culturas, mas de todo o sistema de produção alimentar (origem animal e vegetal), incluindo as comunidades rurais e os consumidores. A preocupação por uma produção sustentável e a busca pela diminuição da dependência da indústria química são fatores que levam ao crescimento do mercado de biológicos.

O mercado de produtos para controle biológico está se desenvolvendo rapidamente, mas ainda há diferenças na adoção entre os produtores, dependendo do tipo de cultura, da região do país e do nível de tecnologia da propriedade. Nesse contexto, percebe-se a necessidade de um melhor posicionamento dos bioinsumos em um ambiente ainda dominado por tecnologias baseadas em insumos químicos e agrotóxicos, destacando a necessidade de abordar lacunas em políticas públicas. Essas políticas deveriam promover a mudança tecnológica através de estruturas que ofereçam segurança e padrões regulatórios, conforme exposto por (Rodriguez, 2018; Blink, 2030), ações necessárias para o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis.

Dessa forma, a formulação do problema de pesquisa está relacionada ao segmento de produção nas próprias fazendas, com o objetivo de reduzir custos e diminuir a dependência dos grandes fornecedores de insumos agrícolas, através da produção *On Farm*. A agricultura regenerativa, conforme proposta por Rodale (1983), busca estabelecer sistemas agrícolas que sejam duradouros, produtivos e capazes de se regenerar, garantindo a sustentabilidade das práticas agrícolas a longo prazo. Assim, a presente pesquisa aspira ao crescente potencial do mercado de Bioinsumos no Brasil, com a seguinte questão: Quais as contribuições dadas a partir da terceira onda da Agricultura Tropical em busca de um Sistema Regenerativo?

1.2 Objetivo Geral

Caracterizar o uso dos bioinsumos e suas potencialidades, demonstrando, por meio de dados de propriedades que adotaram essa tecnologia na região do Cerrado, os impactos na redução de custos, aumento da autonomia dos produtores e diminuição da dependência de insumos importados, com foco na regeneração da vida no solo e na preservação da biodiversidade.

1.3 Objetivos Específicos

- Identificar as potencialidades que o uso de bioinsumos oferece para a agricultura, com foco em seus benefícios econômicos e ambientais.
- Analisar a integração de bioinsumos no manejo agrícola, visando reduzir a dependência de insumos convencionais.
- Avaliar o impacto do investimento em produção própria de bioinsumos nas fazendas, destacando o aumento da rentabilidade e a redução de custos com fornecedores externos.
- Propor uma alternativa sustentável de produção agrícola que atenda à demanda do mercado por produtos sem resíduos químicos.

1.4 Justificativa

O Brasil vem sendo o país com a maior aceitabilidade de controle biológico do mundo, o mercado cresce de forma exponencial sendo evidente um grande interesse por parte dos produtores no uso de produtos biológicos (VAN LENTEREN et al., 2020).

Dados da CropLife (2021) demonstraram que o mercado nacional de biológicos no ano de 2021 foi de R\$ 1,8 bilhão, representando um crescimento de 33% em relação ao ano de 2020.

O mercado brasileiro de pesticidas movimentou cerca de US\$ 13,7 bilhões em 2019 (AENDA, 2020). Ao passo que o mercado global de biopesticidas bateu a marca de US\$ 4 6,61 bilhões no ano de 2022, sendo estimado o crescimento até 2029 de 15,7% (FORBES, 2023).

Dentre os diversos fatores que contribuem para o crescimento do mercado de bioprodutos, destacamos: o custo de desenvolvimento de um biológico chega a cerca de 2 a 10 mil dólares, ao passo que o químico com custo estimado em 250 mil dólares, o controle biológico apresenta especificidade dos agentes que atuam apenas no alvo, a sustentabilidade na produção por apresentar menos impacto ambiental e aos seres vivos, além do ganho de rentabilidade, a seleção de pragas resistentes aos produtos químicos e aos cultivos transgênicos e, por fim, a exigência do mercado consumido, ganhando notoriedade os efeitos adversos dos produtos químicos e seus resíduos (MONNERAT et al., 2020).

Desta forma, é de extrema importância estudos a respeito de inovações tecnológicas que impulsionam de forma decisiva o mercado de Controle Biológico, existindo uma grande abertura por parte dos produtores na adoção de soluções biológicas.

Além disto, a preocupação por uma produção sustentável e a busca por uma maior autonomia na produção e uma menor dependência da indústria de químicos levam a esse crescimento desenfreado do mercado de Controle Biológico, outro fator marcante é a queda da eficiência dos atuais produtos, o manejo biológico entra como sendo uma alternativa viável.

1.5 Estrutura do Trabalho

Esta pesquisa está organizada em seis capítulos: o capítulo 1, a introdução em que se apresentam os pontos que embasam a potencialidade do uso dos bioinsumos, sua conceituação, os pontos que geram uma crescente demanda de uma agricultura com base regenerativa em que há o uso dos bioinsumos, as projeções de mercado, além da formulação do problema de pesquisa, os objetivos gerais, objetivos específicos e a justificativa.

Posteriormente, no capítulo 2, realiza-se a contextualização adentrando de forma referenciada ao tema, descrevendo de forma destrinchada o conceito, a legislação regulatória dos bioinsumos, as potencialidades de uso, o mercado e projeções futuras.

No capítulo 3, são apresentados os métodos e técnicas de pesquisa, concluímos essa seção com o questionário qualitativo a respeito do tema que norteará o capítulo referente aos resultados e discussões.

No capítulo 4 serão apresentados os resultados. Posteriormente, no capítulo 5 discutido os resultados. Concluindo com o sexto capítulo de considerações finais, em um formato claro e conciso a respeito da pesquisa em questão, e apontados contribuições futuras caso haja.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Contextualização da Agricultura Brasileira

O Brasil, historicamente, é considerado um país com vocação agrícola. Alguns atributos podem ser descritos neste cenário, como: condições climáticas, grande extensão territorial e ampla biodiversidade. O país passou por uma evolução no modo de produção, permeando como um dos mais importantes atores no cenário mundial quando tratamos de produtividade (ARIAS et al., 2017).

A evolução da agricultura brasileira é pautada a partir da transição de um modelo arcaico de produção, para o seu momento atual como importante player nos mercados internacionais e, atualmente, como sendo uma agricultura modelo base para demais países em desenvolvimento (MUELLER, 2014).

Sob o aspecto histórico da evolução na agricultura brasileira, Mueller & Mueller (2016), evidencia em ordem cronológica abaixo, com breve considerações:

- **Fase 1 (1946-1970):** *denominada de expansão horizontal, essa fase se inicia nos pós Segunda Guerra Mundial, na qual o recém-criado Ministério da Agricultura (1930) não liderava estratégias de políticas públicas para caminhar em convergência com a economia do país. Àquela época, basicamente, a produção agrícola era destinada à indústria fornecendo matéria-prima para fabricação de produtos comerciais acabados. Exceções seriam somente algumas culturas voltadas para exportação, como o café.*
- **Fase 2 (1965-1990):** *considerada a era da modernização conservadora - também inclui o que outras referências chamam de Revolução Verde, é marcada pelo uso intensivo das terras e alguma diversificação de culturas. Boa parte dela situada durante o regime militar, essa fase também é marcada pela pressão por incentivos e pelas reivindicações do setor para implementação de instrumentos de políticas públicas, tais como seguro rural e subsídios. Nessa mesma época é criada a Embrapa, importante ator nesse cenário e temos a publicação da Constituição Federal de 1988, com novas garantias de*

inclusão social e princípios democráticos, os quais terão implicações na próxima fase.

- **Fase 3 (1990 – atualidade):** *tida como agricultura moderna e dinâmica, com progresso científico e tecnológico, investimentos, uso de novas áreas antes inexploradas (exemplo: cerrado) e conversão de áreas degradadas em produtivas. Tudo isso se deu em virtude da grande demanda internacional por commodities agrícolas. Esse período marcado por modernização do setor e por políticas públicas mais consolidadas também levantou outras questões de alinhamento com tendências mundiais relacionadas com sustentabilidade e conservação da biodiversidade em paralelo ao desenvolvimento econômico.*

O agronegócio é considerado um dos setores produtivos mais dinâmicos em países que se encontram em desenvolvimento, como o Brasil (CRUZ et al., 2023). Sendo um dos setores de maior relevância para a economia mundial abrangendo diversos segmentos de atuação, cresce a busca por uma produção economicamente viável e ambientalmente sustentável (COSTA, 2013).

De acordo com (Jesus, 2005), a partir dos anos 1990, as Nações Unidas deram início as iniciativas com a pauta sobre o desenvolvimento sustentável. No entanto, o movimento com ênfase por formas não convencionais de agricultura começou no início do século XX, com diversas abordagens que podem ser classificadas como agricultura sustentável.

Dentre os modelos de agricultura existentes, há três possíveis sistemas os quais podem coexistir ou serem transpostos. Sendo eles: sistema baseado em insumos químicos, sistema baseado em insumos biológicos e sistema baseado na biodiversidade.

O primeiro dentre os três, se caracteriza pela monocultura, é dependente de insumos químicos e busca uma alta performance em campo, o segundo sistema, objetiva a mitigação do uso dos insumos químicos, através da reestruturação do solo com o uso dos insumos de base biológica e, por fim, o último sistema preconiza o desenvolvimento da biodiversidade (THEROND et al., 2017).

Nesse contexto, Goulet (2021) afirma projeções que, em 2025, no Brasil, o controle biológico alcançará uma fatia de 14% de todo o mercado no controle de pragas, enquanto mundialmente a perspectiva é de cerca de 10%.

Em 2023, segundo pesquisadores do Cepea/CNA indicam que, o PIB do agronegócio brasileiro alcançou parcialmente a marca de R\$ 2,65 trilhões, o que corresponde a 24,1% do PIB do país, representando um exponencial aumento de 35,9% mais que o ano de 2022 (CEPEA, 2023).

No Brasil, a agricultura está demandando por práticas sustentáveis para uma maior eficiência da produção agrícola. Temos evidenciado o número de biopesticidas registrados no Brasil, apresentando um salto significativo de 107 produtos em 2013 para mais de 400 em 2023, enquanto para o controle de insetos e ácaros, há uma estimativa de pelo menos 225 produtos microbianos (AGROFIT, 2023).

A expansão de área com o uso de produtos de base biológica, principalmente os microrganismos visando o controle de insetos-praga, aumentaram exponencialmente na última década, sendo estimada em 13,3 milhões de hectares quando considerado o ano agrícola 2019/2020 (IHS MARKIT, 2021).

Nesse contexto, Goulet (2021), visualiza uma tendência de desenvolvimento para o mercado de bioinsumos e biodiversidade, apresentando um crescente interesse por parte das grandes indústrias do agronegócio, com altos investimentos em pesquisa e desenvolvimento. Além do interesse por parte das grandes indústrias que aquecem o agronegócio na *produção “On farm”*, sendo bem regulamentada e gerenciada, a fim de que haja qualidade no microrganismo multiplicado (Goulet, 2021a).

Culturas como, a soja e a cana-de-açúcar se destacam no uso de produtos biológicos, representando um percentual próximo a 60% do mercado de controle biológico no Brasil (IHS MARKIT, 2021).

Considerando esse conjunto de práticas e processos inovadores, os quais terão relevância crescente na transição dos sistemas de produção atuais em busca de uma agricultura sustentável e regenerativa (EMBRAPA, 2018).

2.2 Bioinsumos e sua Potencialidade no Manejo Sustentável

A lei 14.785 de 2023, no Brasil, regula o desenvolvimento, registro, comercialização e uso de insumos fitossanitários, químicos e biológicos, como agroquímicos e bioinsumos (Moraes, 2019).

O Decreto nº 10.375, de 26 de maio de 2020, define bioinsumos como produtos, processo ou tecnologias de base biológica que melhoram o crescimento e desenvolvimento de animais, plantas, microrganismos e suas interações em sistemas agropecuários, aquáticos ou florestais (Brasil, 2020b).

Entre esses os bioinsumos, os inoculantes, biofertilizantes, produtos para nutrição vegetal e animal, defensivos biológicos, associado ao controle biológico, e fitoterápicos, incluindo produtos que agem no crescimento, desenvolvimento em mecanismos de respostas no metabolismo de animais, plantas e microrganismos. (BRASIL, 2020).

Moraes (2019) destaca que os bioinsumos, no controle biológico, reduzem a necessidade de agroquímicos, oferecendo soluções eficazes que ajudam a mitigar problemas sociais, ambientais e econômicos associados ao uso excessivo desses produtos.

O Programa tem como objetivo principal expandir e fortalecer o uso de bioinsumos no Brasil, além de valorizar a biodiversidade nacional, com potencial para exploração sustentável (Vidal et al., 2021). Lançado em 2020 pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), o Programa Nacional de Bioinsumos visa o desenvolvimento desse setor no Brasil. O programa estimula o uso de bioinsumos na agropecuária, diminuindo a dependência de insumos químicos e importados. Além disso, atua como um catalisador para as biofábricas, estabelecendo diretrizes para a regulamentação e avanço de produtos biológicos e ampliando sua disponibilidade (Brasil, 2020).

O Programa Nacional de Bioinsumos (PNB), estimula a implantação de biofábricas, sendo definidas como local destinada à produção de bioinsumos.

De acordo com o Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA, 2020) a definição para Biofábricas de Bioinsumos é que elas são:

Estruturas de produção de bioinsumos, conforme normas adequadas, a serem fomentadas nas diferentes regiões do país,

estimulando as inovações no agro, abrangendo os aspectos da bioeconomia, e envolvendo cooperativas, pequenos e médios agricultores e produtores, startups e empresas de médio porte.

A partir desse conceito, torna-se evidente que a produção *On Farm* é uma ferramenta tecnológica inovativa que impulsionará o futuro do agronegócio brasileiro que, de forma sustentável nós levará a uma exploração consciente da vasta biodiversidade existente no Brasil.

Um regime tecnológico é construído a partir de conhecimentos com base em aspectos sociais, políticos, infraestrutura, padrões de consumo, crenças e valores culturais, científicos e tecnológicos. Logo, essa transição ocorre moldada aos nichos tecnológicos em setores em que a dinâmica inovativa ainda baixa não permite competir de imediato e em condições equivalentes nos principais mercados ocupados pelo regime tecnológico dominante (Bermudez Rodriguez, 2018).

Portanto, os bioinsumos para controle biológico traçam uma trajetória de desenvolvimento nos processos produtivos. Em estudos Parra (2014), relata que desde o século III, os chineses usam formigas no controle de pragas em pomares de citrus (*Citrus spp*). Em 1888 na Universidade da Califórnia, Estados Unidos da América (EUA), o controle biológico afirma a sua eficiência quando entomologistas realizam pesquisa utilizando a joaninha *Rodolia cardinalis*, para o controle de cochonilha *Icerya purchasi* (NAVA, 2007). Desse modo, no mesmo ano, a partir de resultados positivos, a Califórnia torna-se berço do controle biológico (JORGE e SOUZA, 2017).

No Brasil, o primeiro histórico de adoção ao controle biológico foi dado a partir de registro de importação de um inimigo natural para o controle de pragas em 1921. Não apresentando resultado satisfatório com a aplicação da vespa parasita - *Encarsia berlese* para o controle da cochonilha-branca do pessegueiro – *Pseudaulacaspis pentagona*. Segundo o professor Parra, a entrada da lagarta *Helicoverpa Armígera* foi bem-sucedida entre 2011 e 2013 nas produções de algodão da Bahia, sendo um marco do uso de controle biológico no país (BRASIL, 2019).

Para a consolidação que temos atualmente referente ao controle biológico, foram importantes algumas iniciativas, a exemplo: a primeira reunião brasileira sobre controle biológico de doenças de plantas realizadas em Piracicaba/SP - 1986, o lançamento de um produto comercial à base de *Trichoderma viride* para controle de

Phytophthora cactorum em macieira, no ano de 1987, a publicação do primeiro livro intitulado “Controle Biológico de Doenças de plantas, no ano de 1991, assim como o registro do primeiro fungicida biológico comercial para o controle de doenças de plantas – Trichodermil (*Trichoderma harzianum*) e a estruturação de cursos de pós-graduação com temas e disciplinas voltados ao controle biológico de doenças de plantas (BETTIOL E MORANDI, 2009).

Os bioinsumos abrangem em diversos viés o seu uso, tendo os inoculantes para o tratamento de sementes, os biofertilizantes, os compostos orgânicos, as caldas naturais, o controle biológico, os fitoterápicos de uso veterinário, as práticas agrícolas, entre outros (VIDAL e DIAS, 2023).

Embora, haja um destaque na produção vegetal para o desenvolvimento tecnológico, os bioinsumos também são utilizados para sanidade vegetal; fertilidade do solo, nutrição de plantas e estresses abióticos e manejo de espécies (FAEDO et al., 2022).

Os sistemas agrícolas regenerativos é uma das discussões de uma agricultura mais sustentável, em síntese, eles são caracterizados pela capacidade produtiva ao mesmo tempo em que propicia condições para a natureza se recuperar, aumentando a saúde do solo e promovendo a biodiversidade, produzem alimentos nutritivos de forma lucrativa (FENSTER et al., 2021). Adaptabilidade e inovação são marcas registradas de agricultura regenerativa (Schmid e Lundgren, 2021). Desse modo, ainda de acordo com Fenster *et al.* (2021), um sistema regenerativo deve ser transparente, simples, escalável, transferível e replicável. (ADENLE, 2012).

A Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), mensura como estão sendo executadas ações no aspecto social, ambiental, econômico, através de indicadores ambientais que analisam a implementação quanto a adoção pelo país (THORTENSEN, 2019).

No Brasil, a implementação de sistemas agrícolas sustentáveis enfrenta desafios, como apontam Parra (2014) e Jesus (2005). Entre esses desafios estão o uso tradicional de agroquímicos e a falta de familiaridade com o controle biológico. É necessário investir na transferência de tecnologia, aumentar o conhecimento técnico e científico por meio da extensão rural, monitorar pragas e criar legislação específica para bioinsumos. A agroecologia inclui várias abordagens, como Permacultura, Biodinâmica, Agricultura Orgânico, Agricultura Biológica, Agricultura Ecológica, Agricultura Natural e Agricultura Regenerativa.

Nesse contexto, Bortoloti et al. (2019) entre as classes de bioinsumos para controle biológico, apresenta destaque os inseticidas microbiológicos com total de 185 produtos registrados cerca de 6%, seguido dos agentes de controle biológicos, somando 58 produtos registrados cerca de 2%. O registro de produtos em suas diferentes classes (acaricida microbiológico, agente de controle biológico, bactericida microbiológico, feromônio, fungicida microbiológico, inseticida microbiológico e nematicida biológico, somando 415 produtos registrado em torno de 15% do total dos dados registrados no Brasil no ano de 2021.

A classe de produtos fitossanitários formulados e registrados no Brasil no ano de 2021, com um demonstrativo quando comparado ao ano de 2024 pode ser observado na Tabela 1. Possibilitando a constatação da expansão de novos registros de produtor biológicos.

Tabela 1 – Produtos fitossanitários formulados e registrados no Brasil, totais, por classe agronômica no ano de 2021.

Classe	Nº de registros
Acaricida	195
Acaricida microbiológico	26
Agente de controle biológico	58
Bactericida	23
Bactericida microbiológico	04
Cupinicida	26
Feromônio	46
Formicida	22
Fungicida	612
Fungicida microbiológico	50
Herbicida	882
Inseticida	635
Inseticida fumigante	09
Inseticida microbiológico	185
Moluscicida	02
Nematicida	31
Nematicida microbiológico	46
Total	2.852

Fonte: Agrofit (2021)

Embora haja a predominância do padrão agroquímico, os bionsumos para controle biológico têm apresentado um crescimento de registro exponencial e, na média de registros anuais, houve aumentos com uma variação de aproximadamente 3 para 11 registros (Brasil, 2020c).

A expansão de novos registros de produtos de base biológica, de acordo com dados disponibilizados no banco de dados do Ministério da Agricultura e Pecuária – Agrofit, 2024 pode ser observado na Tabela 2 abaixo:

Tabela 2 – Produtos fitossanitários formulados e registrados no Brasil, totais, por classe agrônômica no ano de 2024.

Classe	Nº de registros
Acaricida	228
Acaricida microbiológico	53
Agente de controle biológico	94
Bactericida	25
Bactericida microbiológico	5
Cupinícida	41
Feromônio	47
Formicida	39
Fungicida	728
Fungicida microbiológico	111
Herbicida	1129
Inseticida	751
Inseticida fumigante	9
Inseticida microbiológico	293
Moluscicida	1
Nematicida	36
Nematicida microbiológico	76
Total	3.666

Fonte: Agrofit (2024).

O Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA) registrou de forma significativa nos bioinsumos, através dos inseticidas microbiológicos subindo de 185 para 293 registros, logo, um crescimento de 158%. Os agentes de controle biológico passaram de 58 para 94 registros, portanto, um acréscimo de 162%. Somando novos 676 registros, um aumento de 12% (Agrofit, 2024).

O fungo *Metarhizium anisopliae* compõe 31% dos produtos, com a cepa IBCB 425 em 89% das formulações. *Beauveria bassiana* representa 30% dos inseticidas microbiológicos, sendo a cepa IBCB 66 usada em 70% desses produtos (Bortoloti et al., 2019).

Os fungicidas microbiológicos, destacam-se entre o *Trichoderma harzianum* e o *Bacillus amyloliquefaciens*, compondo 72% dos produtos registrados, seguidos do fungo *Trichoderma asperellum* e pela bactéria bionematicida *Bacillus subtilis* (BORTOLOTTI et al. 2019).

Dados da Forbes (2023), lembram que na última safra de verão, cerca de 40 milhões de hectares, especialmente de grãos, utilizaram no manejo microrganismos que auxiliam na fixação biológica de nitrogênio, o *Azospirillum brasiliense* e *Bradyrhizobium japonicum*.

O agronegócio visa a redução de custos e a adoção de práticas mais sustentáveis, e a produção On Farm tem sido uma alternativa promissora ao desenvolvimento de mercados, especialmente na fabricação de produtos para Controle Biológico. Isso beneficiou empresas que produzem meios de cultura, tanques, biofábricas, produtos de higienização e oferecem assistência técnica. A Solubio, atualmente, possui a fábrica de produção dos bioinsumos, sendo considerada a mais moderna da América Latina (SoluBio, 2021).

Seguida da Agrobiológica empresa sediada em Leme no interior de São Paulo, destacando-se pela produção do produto Multibacter, um meio de cultura que é indicado para a multiplicação bacteriana (Blink, 2030).

Quando considerada a produção “On Farm”, a multiplicação de bactérias se destaca devido à menor possibilidade de contaminação. Dentre as bactérias sobressaem-se as do gênero *Bacillus* (*Bacillus thuringiensis*, *Bacillus subtilis* e *Bacillus pumilus*, além das bactérias inoculantes e que promovem uma maior fixação biológica de Nitrogênio, sendo o caso dos gêneros *Azospirillum* e *Bradyrhizobium*) (MONNERAT et al., 2018).

2.3 Cenário Regulatório

A legislação brasileira para produtos fitossanitários, fundamentada na Lei nº 7.802/1989, fica responsável pela pesquisa até a fiscalização de agrotóxicos e afins. Segundo o Decreto nº 4.074/2002, que regulamenta os bioinsumos para controle biológico, inicialmente mantinham as condições para agrotóxicos e biológicos. No entanto, Jorge e Souza (2020) destacam que, após o decreto, foi possível diferenciar produtos biológicos dos agrotóxicos convencionais, com priorização nos registros devido à baixa toxicidade e periculosidade desses produtos.

Em análise sobre a Lei dos Agrotóxicos, tramita discussões a respeito de registro dos fitossanitários. Em estudo realizado por Bressan (2015), aborda pontos importantes sobre a referida Lei, em destaque ao artigo quarto, referente ao registro de pessoas físicas e jurídicas que sejam prestadoras de serviços na aplicação de

agrotóxicos. Entre os usuários, temos produtoras, exportadoras, importadoras, comercializadoras e prestadoras de serviço que aplicam o agrotóxico, seus componentes e afins, porém, o agricultor, não é citado, logo, não sendo necessário o seu registro, esta situação, porém, promove uma adoção maior por parte dos produtores, alavancando a produção na propriedade, a conhecida multiplicação on farm.

De acordo com Bressan (2015), a Lei dos Agrotóxicos determina que todos os agrotóxicos, seus componentes e produtos relacionados sejam devidamente registrados. Esse registro é um pré-requisito para que possam ser fabricados, exportados, importados, comercializados e utilizados, estando sob responsabilidade de registro aos órgãos federais dos setores de saúde, meio ambiente e agricultura.

Os agrotóxicos para registro passam por uma rigorosa avaliação tripartite, envolvendo o Ministério da Saúde, o Ministério do Meio Ambiente e o Ministério da Agricultura. Entre as atribuições, o Ibama fica responsável pelas questões ambientais, analisando os laudos ecotoxicológicos. O ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) valida a eficiência agronômica, por fim, a Anvisa realiza a emissão dos laudos toxicológicos. Jorge e Souza (2017) destacam a dificuldade que pequenas empresas e produtores enfrentam para se regularizarem devido aos elevados custos dos trâmites burocráticos.

É importante mencionar que os registros de agroquímicos são feitos com base na cultura em que serão utilizados, enquanto os bioinsumos são registrados conforme o alvo biológico. De acordo com o Ato nº 6, de 23 de janeiro de 2014, o registro de agentes de controle microbiológico permite seu uso para alvos biológicos em qualquer cultura.

O Ato nº 7, de 12 de março de 2010, permite o registro de semioquímicos para monitoramento populacional e coleta massal de pragas, desde que não sejam aplicados em partes da planta destinadas ao consumo e sejam os únicos ingredientes ativos usados (Brasil, 2020c).

A INC nº 16, de 18 de maio de 2017, estabelece diretrizes para a elaboração de rótulos e bulas de agrotóxicos e para a inserção de dados no Sistema Agrofit, conforme as competências do MAPA definidas pelo Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002.

O inciso II da instrução destaca que, para bulas de agentes biológicos e microbiológicos de controle, semioquímicos e produtos fitossanitários para agricultura

orgânica, devem constar apenas os alvos biológicos aprovados, com a indicação das culturas sendo opcional, ao contrário dos ingredientes ativos tóxicos, que devem mencionar as culturas com eficácia comprovada (Brasil, 2020c).

O registro de produtos de base biológica é regulado por instruções normativas conjuntas (INCs) e abrange três categorias: agentes microbiológicos de controle, agentes biológicos de controle e semioquímicos, regulamentado desde 2005 (ANVISA, 2020).

A INC nº 1, de 23 de janeiro de 2006, define produtos semioquímicos como substâncias químicas usadas para detecção, monitoramento e controle de organismos vivos que induzem respostas comportamentais ou fisiológicas. Eles podem ser classificados como feromônios ou aleloquímicos (ANVISA, 2020).

Visto que, a Instrução Normativa nº 3 de 10 de março de 2006, define agentes microbiológicos de controle como microrganismos vivos de ocorrência natural ou modificados por técnicas naturais, excluindo organismos geneticamente modificados (ANVISA, 2020).

Para os Agentes Biológicos de Controle, a Instrução Normativa Conjunta (INC), nº 2, de 23 de janeiro de 2006, caracteriza como organismos vivos, de ocorrência natural ou obtidos por manipulação genética, introduzidos no ambiente para o controle de uma população ou de atividades biológicas de outro organismo considerado nocivo, abrangendo aos inimigos naturais, dentre eles os parasitóides, predadores e nematóides entomopatogênicos e de Técnica de Inseto Estéril (TIE), em que consiste na liberação de machos que foram esterilizados por radiação ionizante como método de controle visando a supressão ou erradicação de pragas (ANVISA, 2020).

Cabe o destaque para o Programa Nacional de Bioinsumos (PNB) lançado em maio de 2020, que tem impulsionado o uso de recursos biológico em prol da otimização da agricultura, aproveitando o potencial da biodiversidade brasileira possibilitando a redução da dependência dos produtores brasileiros em relação aos insumos importados e a ampliação da oferta de matéria-prima para o setor. Permeando a discussão entre o marco regulatório e o incentivo ao desenvolvimento tecnológico por meio de comitês e comissões, como o Conselho Estratégico de Programa Nacional e a Gestão Estratégica Nacional, em pauta, além do controle biológico, os biofertilizantes e os bioinsumos para a produção animal (BRASIL, 2020c).

2.4 O Mercado de Biodefensivos e Projeção de Mercado de Bioinsumos

A expansão da indústria de bioinsumos tomou rumo específico nos últimos anos, tornando-se uma fronteira tecnológica emergente, desse modo, apresenta como objetivo o desenvolvimento de uma bioeconomia com ênfase na utilização de recursos biológicos em sistemas de produção intensivos (GOULET, 2021).

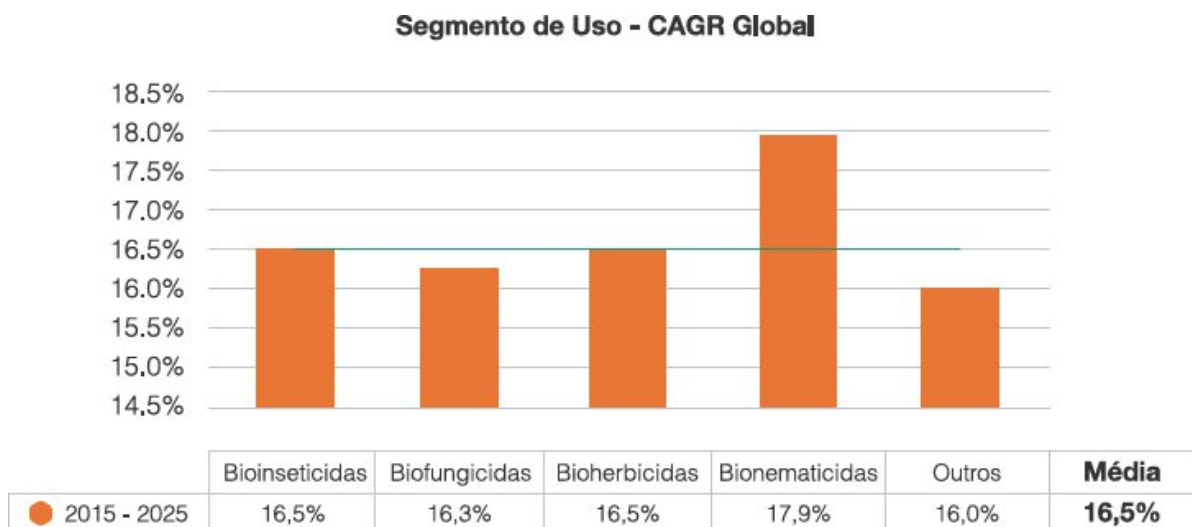
Nesse contexto, o mercado global de biopesticidas foi estimado em US\$ 6,51 bilhões em 2022, os biofertilizantes chegam a uma estimativa de US\$ 2,02 bilhões, os bioestimulantes apresentaram uma estimativa de US\$ 3,14 bilhões, crescimento mensurado até o ano de 2029 de 15,77%, 12,04% e 11,43% respectivamente (FORBES, 2023).

A inovação tecnológica contribui para uma transição sustentável de base biológica, os bioinsumos dialogam com o novo, o moderno, e molda um modelo de Bioeconomia no Brasil (Mazzaro et al., 2021). As empresas multinacionais voltadas ao mercado de agroquímicos têm investido no setor de bioinsumos, desfrutando de um crescimento exponencial nos últimos anos (Goulet, 2021).

Estima-se, uma economia através do uso de microrganismos responsáveis pela fixação biológica de nitrogênio (FBN) na cultura da soja de aproximadamente US\$ 15 bilhões (EMBRAPA, 2021). Num contexto de aumento populacional desenfreado, escassez de recursos fósseis, de terras, alterações climáticas, a busca por diferentes estratégias sustentáveis ganha impulso em busca de um desenvolvimento sustentável para as gerações futuras (D'AMATO, 2017).

O Relatório Global de Mercado de Biocontrole (Dunham Trimmer de 2023), possibilita uma visão geral do mercado, embasado no contexto de suas tendências, até 2029, projetando que o mercado de produtos microbianos e bioquímicos permanecerão dominando o mercado, totalizando 90 % da receita global. Bioinseticidas e biofungicidas representarão cerca de 70% da receita global. O segmento em destaque é o dos bionematicidas. A figura 1 aborda as projeções de Crescimento dos Biodefensivos, com destaque para os bionematicidas com crescimento de 17,9% comparado aos demais Biodefensivos.

Figura 1 – Projeções de Crescimento dos Biodefensivos



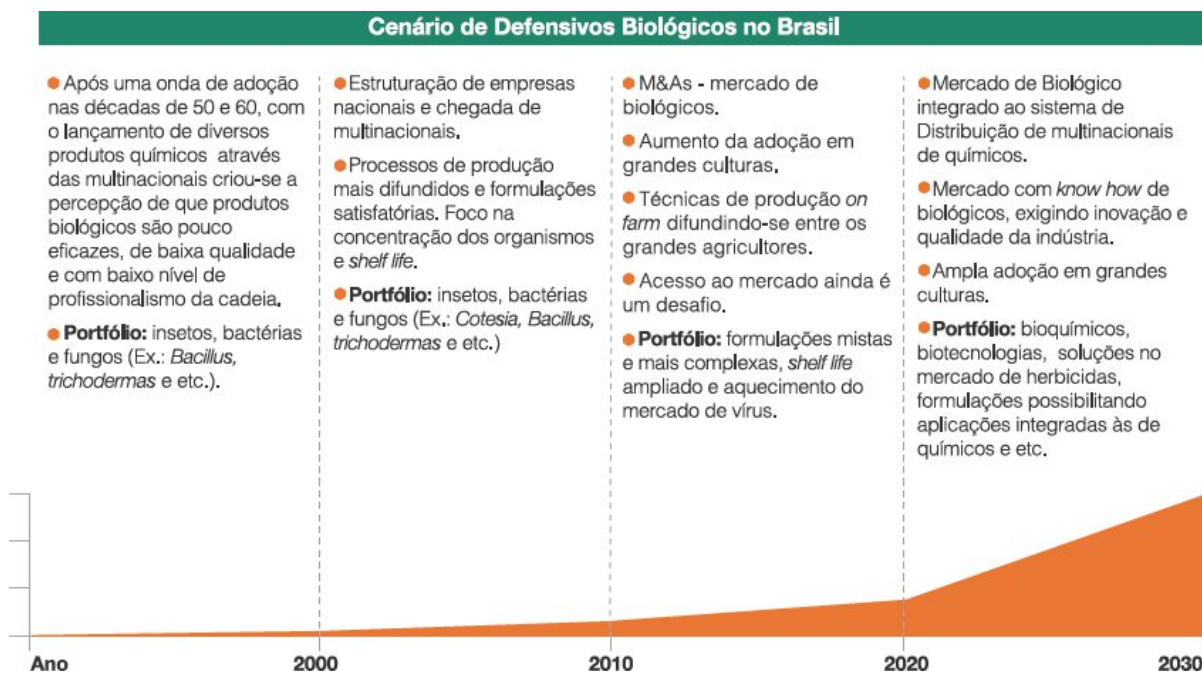
Fonte: DunhamTrimmer – International Bio Intelligence

O mercado brasileiro de biológicos para controle de pragas e doenças viveu uma onda exponencial de crescimento a partir dos anos 2000, permanecendo intensa, e com perspectivas de crescimento elevadas até o ano de 2029.

Diante do exposto, seguem alguns dos fatores que apoiam a expansão do mercado de biológicos, como: a procura por soluções alternativas como opção no manejo para tratamentos com baixa eficiência, retirada de produtos do mercado, o investimento na produção própria na fazenda, manejo *On Farm*, com o objetivo de reduzir custos e diminuir a dependência de fornecedores externos e, por fim, o crescimento da demanda por produtos com baixos resíduos e orgânicos (Blink, 2030). A tabela 3 demonstra o quadro evolutivo dos anos de 2000 a 2030, evidenciando o desenvolvimento do mercado dos Defensivos Biológicos no Brasil. Demonstrando sua evolução por meio do desenvolvimento científico, a estruturação de empresas nacionais e a chegada de multinacionais, o investimento nos produtos shelf life

. Com perspectivas positivas para o ano de 2030. Possibilitando uma ampla adoção em grandes culturas.

Tabela 3 – Cenário do desenvolvimento de mercado dos Defensivos Biológicos no Brasil.



Fonte: Blink Projetos Estratégicos

3 MÉTODOS

Como método de pesquisa optou-se pela abordagem qualitativa. Segundo Bogdan e Biklen (1994), a pesquisa qualitativa foca no ganho de informações descritivas através da troca de informações entre o pesquisador com os participantes, utilizando metodologias como entrevistas, grupos focais ou etnografias. Ainda de acordo com os mesmos autores, tal abordagem resulta em uma coleta e análise detalhada de narrativa e observações abertas (Bodgan; Biklen, 1994). Prodanov e Freitas (2013) afirmam que a pesquisa qualitativa se baseia através de uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, logo, temos um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números. Ainda de acordo com este autor, a pesquisa qualitativa é descritiva, isso é possível com o a aplicação do questionário e da observação sistemática.

A abordagem envolveu a classificação de fontes_secundárias da bibliografia relevante e a análise dos instrumentos utilizados para a coleta de dados primários (Ahmad *et al.*, 2019). Sendo de natureza aplicada, a pesquisa possui uma abordagem prática e orientada para resultados concretos (Córdova; Silveira, 2009). O procedimento metodológico adotado é exploratório e descritivo que, ainda de acordo com o mesmo autor, “oferece maior intimidade com o problema, com objetivo a torná-lo mais explícito” (Córdova; Silveira, 2009 p.35). A integração de técnicas qualitativas, como entrevistas em profundidade, e quantitativas, como questionários estruturados, facilita a captura de nuances complexas e dados estatisticamente robustos (Ahmad *et al.*, 2019).

3.1 Coleta de Dados

A coleta de dados qualitativos apresenta desafios únicos, incluindo a necessidade de estabelecer uma boa relação com os participantes e garantir que suas narrativas sejam capturadas de forma fiel e detalhada (Bauer; Gaskell, 2002). No presente estudo, a coleta de dados primária foi realizada por meio de um roteiro de entrevistas com produtores do cerrado brasileiro, abrangendo a potencialidade que o uso dos Bioinsumos *On Farm* proporciona a propriedade, além de uma ampla gama de conhecimentos e perspectivas sobre o Mercado de Biológicos *On Farm* que consta no Apêndice 1. Ao escolher uma ferramenta para a coleta de dados, é importante considerar fatores como a capacidade de organizar e separar informações, aumentar a eficiência do processo, facilitar a localização de segmentos de texto e agilizar a

codificação, em comparação com métodos manuais (Creswell, 2013). Além disso, a entrevista é uma ferramenta que, ao permitir uma interação direta com os participantes, oferece funcionalidades que facilitam a análise dos dados coletados, proporcionando soluções mais ágeis e detalhadas (Bowling, 2005). O autor (Yin, 2018), afirma que as entrevistas são valorizadas por sua flexibilidade e capacidade de adaptar-se às necessidades do estudo, o que as torna um método altamente eficaz para a coleta de dados qualitativos, conforme apresentado no quadro 1.

Quadro 1 – Metodologia Proposta para a Dissertação

Título			
CONTRIBUIÇÃO DOS BIOINSUMOS DE PRODUÇÃO ON FARM NA BUSCA DE UMA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL E REGENERATIVA: ESTUDO DE CASO NO CERRADO BRASILEIRO			
Objetivo Geral	Objetivo específico	Metodologia	
Caracterizar o uso dos bioinsumos e suas potencialidades, demonstrando, por meio de dados de propriedades que adotaram essa tecnologia na região do Cerrado, os impactos na redução de custos, aumento da autonomia dos produtores e diminuição da dependência de insumos importados, com foco na regeneração da vida no solo e na preservação da biodiversidade	a) Identificar as potencialidades que o uso de bioinsumos oferece para a agricultura, com foco em seus benefícios econômicos e ambientais. b) Analisar a integração de bioinsumos no manejo agrícola, visando reduzir a dependência de insumos convencionais. c) Avaliar o impacto do investimento em produção própria de bioinsumos nas fazendas, destacando o aumento da rentabilidade e a redução de custos com fornecedores externos. d) Propor uma alternativa sustentável de produção agrícola que atenda à demanda do mercado por produtos sem resíduos químicos.	Lócus	Cerrado Brasileiro - Regiões agrícolas específicas que adotam práticas sustentáveis.
		Abordagem	Qualitativa
		Procedimento técnico	Estudo de caso com aplicação de entrevistas semiestruturadas pela plataforma Teams
		Natureza	Exploratória e Descritiva
		Estratégia e Aparatoteórico	Estudo de práticas agrícolas sustentáveis e uso de bioinsumos
		Instrumentos	Entrevistas com produtores agrícolas, especialistas e representantes de organizações. Análise de documentos técnicos do MAPA, Embrapa e outras instituições.
		Levantamento e coleta de dados	Coleta de Dados: 10 entrevistas com especialistas, transcritas integralmente. Preparação dos Dados: Revisão e segmentação das transcrições em UCEs. Análise com Iramuteq: CHD, Análise de Similitude, AFC, e Análise de Conteúdo.
		Análise	Análise de conteúdo
		Fonte	Primária
		Ferramenta	Software IRAMUTEQ

Fonte: elaborado pela autora (2024)

3.2 Instrumento

Foram realizadas a coleta de dados utilizando a técnica de entrevista semiestruturada, conforme descrito no Apêndice 1. Esse método foi composto de perguntas abertas e fechadas, permitindo uma exploração abrangente dos tópicos de interesse, enquanto mantém a consistência necessária para comparações qualitativas. A utilização de entrevistas semiestruturadas permite a coleta de dados que podem ser analisados qualitativamente e quantitativamente, oferecendo uma visão mais completa do fenômeno investigado (Guest; Namey; Mitchell, 2013).

As entrevistas foram conduzidas em dez clientes de uma empresa que comercializa bioinsumos *On Farm* e que produzem o próprio bioinsumo. A pesquisa foi conduzida no Cerrado brasileiro, especificamente nas regiões do oeste da Bahia, leste de Goiás e noroeste de Minas Gerais. A coleta de dados foi realizada entre junho e julho de 2024, dependendo da disponibilidade dos entrevistados. Foram conduzidas entrevistas utilizando um roteiro semiestruturado composto por dezenove perguntas. O estudo focou em etapas como o controle de qualidade no processo de multiplicação *On Farm*, os objetivos das espécies multiplicadas no manejo e o impacto da produção de microrganismos na propriedade.

Todas as entrevistas foram gravadas e transcritas, com uma duração média de 60 minutos. Os resultados revelam experiências práticas do dia a dia na propriedade, destacando os desafios, benefícios e conhecimentos aprendidos por meio de uma inovação tecnológica.

Posteriormente, todas as entrevistas foram transcritas na íntegra, oferecendo um material detalhado e textual para análise qualitativa. A transcrição é um passo crucial, pois possibilita a codificação e categorização dos dados, facilitando a identificação de padrões e temas recorrentes (Bauer; Gaskell, 2002).

3.3 Os Participantes da Pesquisa

3.3.1 Perfil dos Entrevistados

Todos os entrevistados possuem o projeto de Multiplicação de Microrganismos *On Farm* em sua propriedade, sendo caracterizados em médios e grandes produtores. As entrevistas foram orientadas por questões norteadoras, buscando investigar a região de atuação, conhecimento sobre o uso dos bioinsumos e suas aplicações, a

capacidade de fornecer dados e insights sobre o uso de bioinsumos no manejo agrícola. Além de evidenciar a redução de custo e o incremento microbiano no solo em um menor tempo, devido a dose de inundação. De acordo com (Van Elsas et., 2007, p.56) o incremento e a multiplicação de microrganismos no ambiente agrícola têm um impacto significativo na fertilidade do solo e na saúde das plantas, promovendo um ambiente mais equilibrado e produtivo. Tais entrevistas foram aplicadas com o mesmo roteiro por meio de perguntas abertas e fechadas, conforme descrito na Tabela 4.

As entrevistas foram conduzidas de forma aberta, utilizando dezenove perguntas através da plataforma Microsoft Teams e, em alguns casos, de modo presencial. Cada entrevista teve duração média de quarenta minutos a uma hora todos os entrevistados da pesquisa estavam cientes do intuito da pesquisa dando tal consentimento para o progresso do estudo, conforme os princípios éticos da pesquisa.

Seguindo das transcrições, o que gerou insights que no momento da conversa passam despercebidos resultando em um material textual completo para análise qualitativa. O processo de transcrição das entrevistas é fundamental para análise de conteúdo, pois facilita a codificação, categorização e a interpretação dos dados qualitativos (Hennink; Hutter; Bailey, 2020).

Tabela 4 – Características e Critérios de Seleção dos Entrevistados na Pesquisa

Perfil	Critérios de Seleção	Abordagem	Relevância para a Pesquisa
<div>Produtores Rurais</div>	<ul style="list-style-type: none">• Propriedades de 100 hectares e acima de 10 mil hectares.• Médios e grandes produtores.• Região de atuação: oeste baiano, Goiás e Minas Gerais.• Conhecimento profundo sobre bioinsumos e suas aplicações.• Capacidade de fornecer dados e insights sobre o uso de bioinsumos no manejo agrícola.	<ul style="list-style-type: none">• Entrevistas abertas e fechadas para explorar as práticas agrícolas específicas da região do cerrado.• Discussões sobre a sustentabilidade e práticas agrícolas.• Análise da incorporação dos bioinsumos no manejo agrícola visando menor dependência de insumos convencionais.	<ul style="list-style-type: none">• Esses produtores fornecem informações cruciais sobre as práticas agrícolas sustentáveis no cerrado brasileiro, facilitando a compreensão das barreiras e facilitadores para a incorporação de bioinsumos.• Potencialidades do uso de bioinsumos na agricultura e seu impacto na redução da dependência de insumos agrícolas convencionais.

Fonte: elaborada pela autora (2024).

3.4 Análise De Dados

Tabela 5 – Tabela de análise dos participantes que empregam a multiplicação On Farm

Título				
CONTRIBUIÇÃO DOS BIOINSUMOS DE PRODUÇÃO ON FARM NA BUSCA DE UMA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL E REGENERATIVA: ESTUDO DE				
Tabela de análise dos participantes que empregam a multiplicação On Farm em suas propriedades				
	Qual a região em que produz?	Quantos hectares possui a área cultivada?	Quais culturas cultiva e em que ano começou o projeto On Farm?	Quais os microrganismos utilizam na fazenda?
E1	Coopertinga/For moso MG	1000ha	Soja, milho safrinha e como cultura perene a laranja e o café. Safra 21/22.	Bionematicida, bioinseticida, inoculantes (produto prateleira), solubilizador de nutrientes e fungo (<i>Trichoderma harzianum</i>)
E2	Jaborandi/BA	815ha	Soja, milho e feijão. Safra 19/20.	Biofungicida, bionematicida, bioinseticida, inoculantes (produto prateleira) e fungos produto prateleira (<i>Metarhizium anisopliae/Bouveria bassiana</i>).
E3	Cristalina/GO	1300 ha	Soja, milho, milho semente, trigo, sorgo e feijão. Safra 22/23.	Biofungicida, bionematicida, bioinseticida, inoculantes (produto prateleira), solubilizador de nutrientes e estimulante vegetal à base de alga.
E4	Coopertinga/For moso MG	1000 ha	Soja em sequeiro, milho e laranja. Safra 20/21.	Bionematicida, bioinseticida, inoculantes (produto prateleira) e solubilizador de nutrientes.
E5	Unaí/MG	6500ha	Soja, milho, milho sementes, trigo, arroz, girassol e plantas de cobertura. Safra 20/21.	Fungo On Farm (<i>Bouveria bassiana</i>), inoculantes (produto prateleira), bionematicida, bioinseticidas e condicionador de solo, estimulante vegetal à base de alga.
E6	Unaí/MG	3000ha	Soja, milho semente, milho safrinha, sorgo, feijão e café. Safra 22/23.	Bionematicida, bioinseticida, inoculantes (produto prateleira) e solubilizador de nutrientes e multiplicação de fungo.
E7	São João D' Aliança/GO	3500ha	Soja, milho, feijão, sorgo e HF (batata). Safra 22/23.	Bionematicida, inoculantes (produto prateleira) e condicionador de solo.
E8	Cristalina/GO	2000ha	Tomate mesa, tomate indústria, soja e milho. Safra 21/22.	Inoculantes (produto prateleira), bionematicidas, bioinseticidas, solubilizadores de fósforo, condicionadores de solo e fungos (<i>Bouveria bassiana</i> e <i>Metarhizium anisopliae</i>).
E9	Uruaçu/GO	1600ha	Soja, milho, crotalaria e braquiaria. Safra 22/23.	Inoculantes (produto prateleira), bionematicidas, biofungicida, bioinseticidas bioestimulante, solubilizadores de fósforo e condicionadores de solo e fungo (<i>Trichoderma harzianum</i>).
E10	Jataí/GO	6.500ha	Cana-de-açúcar, soja e milho safrinha.	Inoculantes (produto prateleira), bionematicidas, biofungicidas, bioestimulante, bioinseticidas, fungos (<i>Trichoderma harzianum</i> , <i>metarhizium anisopliae</i> e <i>Bouveria bassiana</i>).

. Fonte: elaborada pela autora (2024).

3.4.1 Procedimentos de Análise da Entrevista Semiestruturada: Análise de Conteúdo.

Os dados primários das entrevistas aplicados foram analisados utilizando análise de conteúdo com o objetivo de identificar problemas fundamentais e obter concepções relevantes, afirma Bardin (2011) para a análise de conteúdo três etapas são fundamentais: pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados. O tratamento dos resultados, que inclui a inferência e a interpretação, é a etapa final da análise de conteúdo. Aqui, o pesquisador interpreta os dados categorizados, tirando conclusões que respondem às hipóteses e objetivos estabelecidos na pré-análise. Esta fase é crucial para transformar os dados brutos em conhecimento significativo (Bardin, 2011).

3.4.2 Ferramenta Utilizada: IramuteQ

Para a análise detalhada das transcrições, foi elaborado o corpus de cada entrevista e utilizado o software Iramuteq (*Interface de R pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires*). O Iramuteq facilita a análise de conteúdo ao propor recursos para a classificação hierárquica descendente e a análise de similitude, o que enriquece a interpretação dos dados textuais (Ratinaud, 2009).

O Iramuteq é uma ferramenta poderosa baseada no software R, sendo gratuita e de código aberto. Essa ferramenta permite a realização de análises lexicais e estatísticas detalhadas (Souza et al., 2018). O Iramuteq é amplamente empregado em pesquisas qualitativas devido à sua capacidade de facilitar a exploração e interpretação de grandes volumes de dados textuais, identificando padrões e relações entre os dados (Souza et al., 2018).

Uma de suas principais vantagens é a possibilidade de realizar análises complexas, como a análise de similitude, a classificação hierárquica descendente e a análise de correspondências, o que contribui para uma compreensão mais profunda dos dados textuais. Além disso, o Iramuteq permite a criação de nuvens de palavras e gráficos, tornando os resultados mais visualmente compreensíveis (Souza et al., 2018).

A utilização do Iramuteq é fundamental para a validação dos dados da pesquisa, como destacado por Mozzato e Grzybovski (2011), pois aumenta a

rigorosidade e a confiabilidade dos resultados. Essa ferramenta não apenas apoia a identificação de temas e padrões recorrentes, mas também contribui significativamente para a estruturação e organização das informações coletadas, permitindo que os pesquisadores obtenham insights mais precisos e detalhados a partir dos seus dados textuais.

3.5 Etapas da Metodologia

3.5.1 Coleta de Dados

Realizou-se um total de 10 entrevistas com produtores com diferentes realidades de cultivo e culturas na região do cerrado brasileiro. As entrevistas foram conduzidas através de um questionário semiestruturado, registradas em áudio e, em seguida, transcritas integralmente para garantir precisão (Bauer; Gaskell, 2002).

3.5.2 Preparação dos Dados

As transcrições das entrevistas foram cuidadosamente revisadas para assegurar a integridade e exatidão das respostas fornecidas. Os textos foram preparados de forma a estarem prontos para análise, sendo segmentados em unidades de contexto elementares (UCEs), que são os segmentos básicos de texto analisados pelo Iramuteq (Mozzato; Souza *et al.*, 2018). As UCEs foram então codificadas para facilitar a identificação de temas e padrões recorrentes. Este processo envolveu a utilização de técnicas de análise de conteúdo para garantir que todas as nuances e detalhes importantes fossem preservados (Mozzato; Souza *et al.*, 2018).

3.5.3 Análise com IramuteQ

Classificação Hierárquica Descendente (CHD): As UCEs foram agrupadas em classes temáticas com base em suas similaridades lexicais. Cada classe representa um conjunto de segmentos textuais que compartilham um vocabulário comum e estão associados a um tema específico (Ratinaud; Marchand, 2012). Esse método permite uma organização sistemática dos dados, facilitando a identificação de

temas centrais e subtemas, e proporcionando uma visão clara das principais tendências e questões emergentes no corpus analisado (Ratinaud; Marchand, 2012).

Análise de Similitude: Esta análise gera uma representação gráfica das relações de proximidade entre palavras dentro de um corpus textual, revelando padrões de concorrência e interações lexicais entre os termos (Ratinaud; Marchand, 2012). A análise de similitude é particularmente útil para visualizar as conexões entre diferentes conceitos e como eles se relacionam dentro do contexto geral do texto, oferecendo insights sobre a estrutura e organização dos discursos (Ratinaud; Marchand, 2012).

Análise Fatorial de Correspondência (AFC): Utilizada para entender as relações entre categorias e variáveis presentes nos textos, esta técnica oferece uma visualização gráfica das interações e associações entre os diferentes elementos (Sousa *et al.*, 2020). A AFC permite explorar as dimensões subjacentes dos dados textuais, revelando como diferentes categorias se agrupam e se relacionam, o que pode ser essencial para interpretar os resultados de forma mais abrangente (Sousa *et al.*, 2020).

Análise de Conteúdo: A análise de conteúdo foca na identificação da frequência e significância das palavras e temas dentro do texto, permitindo uma avaliação detalhada das narrativas e discursos presentes (Bardin, 2011). Esta técnica envolve a codificação manual e automática dos dados textuais, garantindo que todos os aspectos relevantes sejam capturados e analisados, proporcionando uma compreensão profunda dos significados implícitos e explícitos nos textos.

4 RESULTADOS

4.1 Análise de Conteúdo

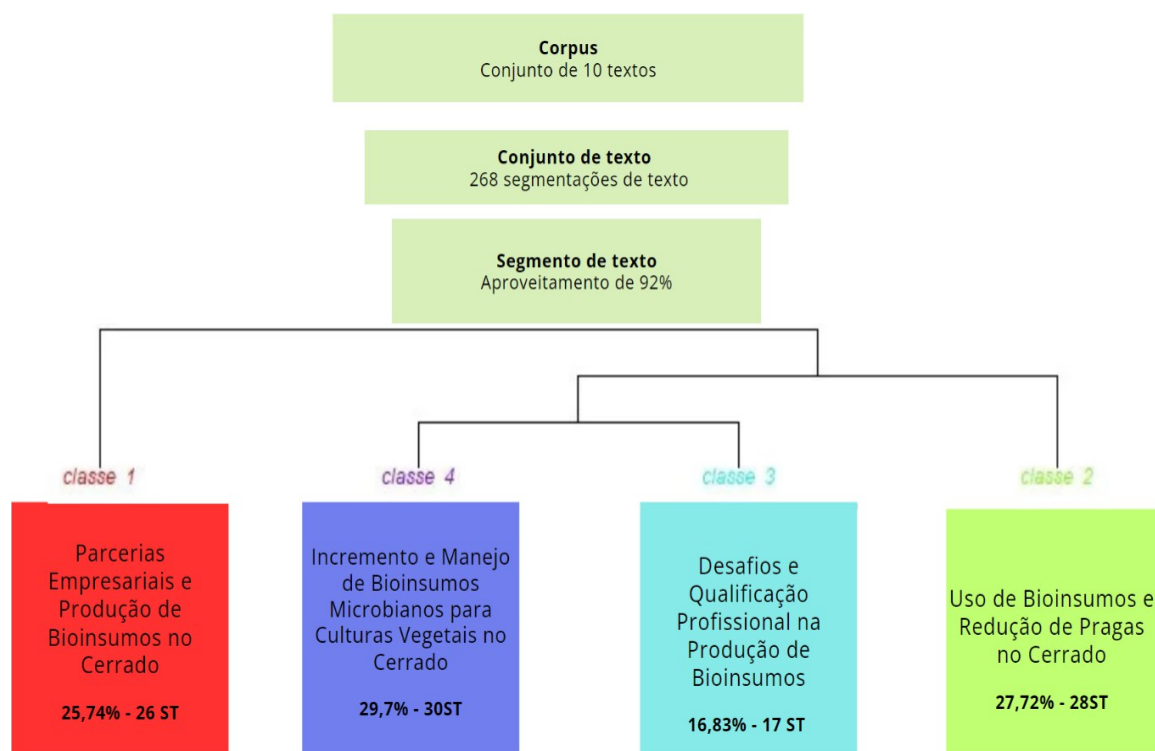
4.2 Dendrograma de Classificação Hierárquica Descendente (CHD)

O corpus textual foi analisado empregando a técnica de Classificação Hierárquica Descendente (CHD) utilizando o software Iramuteq, uma ferramenta poderosa para análise lexicográfica. Esta técnica estrutura um esquema hierárquico das classes de vocabulário presentes no corpus, conforme destacado por Ratinaud e Marchand (2012). Através da CHD, é possível definir o conteúdo específico de cada classe gerada, permitindo nomeá-las de forma a refletir os temas e ideias centrais do corpus (Salviati, 2017).

Segundo as análises realizadas pelo Iramuteq, as descrições iniciais são apresentadas na Figura 1. Notavelmente, em um curto intervalo de 20 segundos, o corpus foi classificado em 1.049 Segmentos de Texto (ST), conforme documentado por Souza et al. (2020). O corpus completo consistiu em 10 textos, dos quais 268 STs foram considerados válidos para a análise, representando um aproveitamento de 92%. Dentro deste corpus, foram registradas 35.994 ocorrências de palavras, formas ou vocábulos, incluindo 4.109 palavras distintas. Destas, 1.822 palavras apareceram uma única vez e foram incorporadas na análise final (Souza *et al.*, 2020).

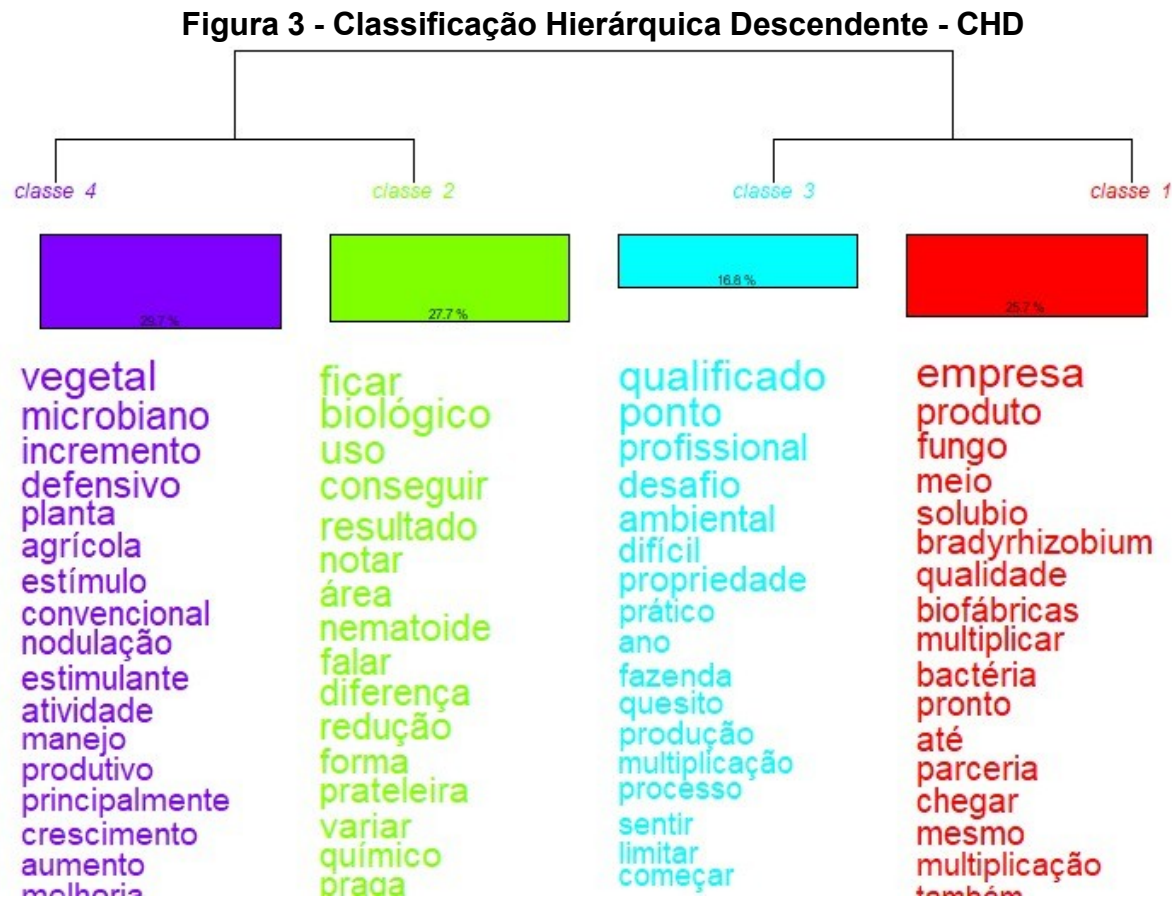
O Iramuteq permite a extração precisa das palavras que constituem cada classe e a investigação dos segmentos de texto (ST) que formam essas classes. Isso capacita os pesquisadores a explorarem e formular proposições, além de interpretar as relações entre e dentro das classes dos segmentos derivados do corpus total (Salviati, 2017). Para facilitar a visualização, um organograma de Classificação Hierárquica Descendente foi elaborado (Figura 2), ilustrando as classes derivadas do corpus e suas respectivas porcentagens. Esta análise meticulosa busca correlacionar cada classe ao tema da dissertação "Produção *On Farm* de Bioinsumos: Um Estudo de Caso no Cerrado Brasileiro", resultando na identificação de quatro classes principais (Ratinaud; Marchand, 2012).

Figura 2 - Resumo de Organograma de Classificação Hierárquica Descendente com Percentagens de Representatividade das Classes



Fonte: elaborado pela autora (2024).

Além disso, a CHD não apenas segmenta e organiza o vocabulário, mas também permite uma compreensão mais profunda das dinâmicas internas do corpus. Essa técnica auxilia na identificação de padrões linguísticos e na formação de hipóteses sobre os tópicos discutidos, oferecendo uma visão abrangente e detalhada das questões centrais abordadas nos textos (Souza et al., 2018). Através da CHD, conforme Figura 3, pode-se mapear com precisão as interconexões e as influências mútuas entre os diversos elementos do corpus, proporcionando insights valiosos para a análise crítica e a formulação de conclusões substanciadas (Souza et al., 2018).



Fonte: Elaborado pelo software IramuteQ (2024).

4.2.1 Classe 1: Parcerias Empresariais e Produção de Bioinsumos no Cerrado
(25,74%):

Descrição: Esta classe engloba termos relacionados às parcerias empresariais e a produção de bioinsumos. As palavras mais frequentes incluem "empresa", "produto", "fungo", "meio", "bactéria", "multiplicar" e "biofábricas".

Análise: A presença de palavras como "empresa" e "parceria" destaca a importância das colaborações entre produtores rurais e empresas no desenvolvimento e produção de bioinsumos. Essas parcerias são fundamentais para a inovação no setor, permitindo a criação de bioinsumos de alta qualidade que beneficiam a agricultura do Cerrado. A análise das correlações entre os termos identificados e o tema central destaca a interconexão entre parcerias empresariais e o desenvolvimento sustentável no Cerrado, com base nos resultados. A inovação tecnológica demanda pesquisas contínuas, caracterizadas por oportunidades e

desafios. Quando tais transições estão ligadas à sustentabilidade envolvem a participação de diversos setores.

- a) **Foco nas Parcerias:** As parcerias empresariais proporcionam acesso a tecnologias avançadas e conhecimentos técnicos, essenciais para a produção de bioinsumos *On Farm*.
- b) **Desenvolvimento Sustentável:** Empresas e produtores colaboram para criar soluções sustentáveis, reduzindo a dependência de insumos químicos e promovendo uma agricultura mais verde e regenerativa.
- c) **Exemplificação da presença da palavra:** *“Pensando na multiplicação de bactérias, seguimos esse protocolo de qualidade, a própria empresa que temos parceria na produção de Bacillus fornece esses equipamentos em comodato que nos possibilita o controle de aeração, temperatura dos microrganismos de interesse multiplicado (...)”*

4.2.2 Classe 2: Uso de Bioinsumos e Redução de Pragas no Cerrado (27,72%)

Descrição: Esta classe foca no uso de bioinsumos para o controle de pragas. As palavras-chave incluem "biológico", "uso", "conseguir", "redução", "químico" e "praga".

Análise: Os termos presentes indicam que o uso de bioinsumos é uma prática significativa para a redução de pragas no Cerrado, substituindo os métodos tradicionais de controle químico. Isso não só contribui para a sustentabilidade, mas também melhora a saúde do solo e das plantas. As correlações entre os termos identificados e o tema principal, destacando como o uso de bioinsumos no Cerrado está diretamente ligado à sustentabilidade e à autossuficiência dos produtores rurais:

- a) **Sustentabilidade:** O uso de bioinsumos biológicos para controle de pragas reduz a necessidade de pesticidas químicos, minimizando os impactos ambientais negativos.
- b) **Autossuficiência:** Produtores podem produzir seus próprios bioinsumos, aumentando a independência de fornecedores externos e melhorando a resiliência agrícola.
- c) **Exemplificação da presença da palavra:** *“Mas na prática vimos um maior estímulo à atividade microbiana, o crescimento radicular mais bem*

desenvolvido, o vegetativo da planta bem melhor do que antes, mas a redução de custo em si, vejo como o benefício principal (...)"

4.2.3 Classe 3: Desafios e Qualificação Profissional na Produção de Bioinsumos (16,83%)

Descrição: Esta classe trata dos desafios e da necessidade de qualificação profissional na produção de bioinsumos. Palavras frequentes incluem "qualificado", "profissional", "desafio", "ambiental", "difícil" e "produção".

Análise: A produção de bioinsumos enfrenta desafios significativos que exigem uma força de trabalho qualificada. A formação e a capacitação profissional são essenciais para superar esses desafios e garantir a eficácia na produção e uso de bioinsumos. Apresenta-se a correlação entre esses desafios e a necessidade de qualificação, destacando como a formação profissional e a sustentabilidade na produção de bioinsumos:

- a) **Educação e Treinamento:** A qualificação profissional é vital para implementar práticas de produção *On Farm* de bioinsumos, garantindo a qualidade e a eficiência.
- b) **Superação de Desafios:** Com profissionais bem treinados, é possível enfrentar e superar os obstáculos na produção de bioinsumos, promovendo uma agricultura mais sustentável.
- c) **Exemplificação da presença da palavra:** *"Começamos com as multiplicações no ano de 2021, com os principais desafios no processo de multiplicação podemos citar a questão de conseguir profissional qualificado no mercado. Atualmente quem cuida das demandas de nossas multiplicações está sendo um técnico da fazenda que também têm outras demandas, temos a carência de alguém qualificado para apenas focar na multiplicação (...)"*

4.2.4 Classe 4: Incremento e Manejo de Bioinsumos Microbianos para Culturas Vegetais no Cerrado (29,7%)

Descrição: Esta classe é a mais representativa e se concentra no incremento e manejo de bioinsumos microbianos. As palavras-chave incluem "vegetal", "microbiano", "incremento", "defensivo", "nodulação" e "atividade".

Análise: Os bioinsumos microbianos são cruciais para o incremento da produtividade agrícola. Eles promovem a saúde do solo e das plantas, estimulando o crescimento e a resistência das culturas vegetais no Cerrado. Explorando a correlação entre esses termos e o tema principal de aumento da produtividade e na sustentabilidade regenerativa:

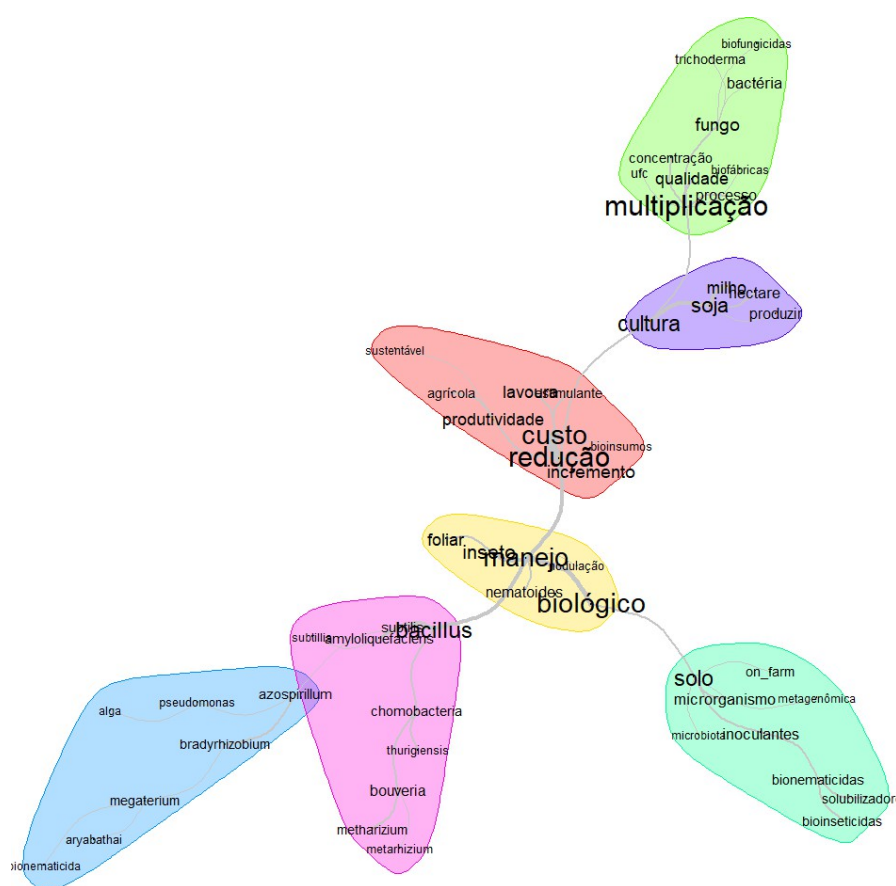
- a) Aumento da Produtividade:** O manejo adequado de bioinsumos microbianos melhora a saúde do solo, aumenta a produtividade e a resiliência das culturas por meio do enriquecimento da microbiota local. Fica claro que a produção *On Farm* é uma tecnologia inovadora que impulsionará o futuro do agronegócio brasileiro. De maneira sustentável, ela permitirá um uso consciente da rica biodiversidade do Brasil,
- b) Sustentabilidade Regenerativa:** O uso de bioinsumos microbianos contribui para práticas agrícolas regenerativas, promovendo a sustentabilidade a longo prazo no Cerrado. Esses bioinsumos são vistos como tecnologias que permitem a redução do uso intensivo de agroquímicos, apresentando resultados positivos que ajudam a mitigar problemas sociais, ambientais e econômicos associados a eles. Os sistemas agrícolas regenerativos fazem parte da discussão sobre uma agricultura mais sustentável, sendo caracterizados por manterem a capacidade produtiva enquanto permitem a recuperação da natureza, melhorando a saúde do solo e promovendo a biodiversidade. Além disso, esses sistemas produzem alimentos nutritivos de forma lucrativa. Assim, a adaptabilidade e a inovação são características marcantes da agricultura regenerativa.
- c) Exemplificação da presença da palavra:** *“Possibilitou o incremento produtivo, houve a diminuição de modo pontual de aplicação dos químicos, não dá para dizer quantas ao todo, mas deu para trocar ativos, buscar ativos mais baratos e menos eficientes, visto a menor necessidade, (E2)”*

Portanto, a classificação hierárquica destaca a ampla contribuição dos bioinsumos produzidos na própria fazenda no Cerrado brasileiro. As quatro categorias identificadas evidenciam a relevância das parcerias empresariais, do uso de bioinsumos para o controle de pragas e a melhoria da microbiota do solo, da qualificação profissional, e do manejo com aplicações intensivas de microrganismos que promovem uma agricultura regenerativa e sustentável.

4.3 ANÁLISE DE SIMILITUDE

A análise de similitude é uma metodologia que examina as conexões entre as diferentes formas linguísticas presentes em um corpus textual. Essa técnica possibilita a dedução da construção e da estrutura do texto, bem como a identificação dos temas principais abordados no corpus (Salviati, 2017). Ao explorar as relações entre palavras e expressões, a análise de similitude fornece uma visão detalhada da coesão e coerência textual, permitindo inferências sobre a organização e os padrões subjacentes do texto (Salviati, 2017).

Figura 4 - Análise de Similitude mostrando as conexões entre as formas textuais no corpus.



Fonte: Elaborado pelo software IramuteQ (2024).

De acordo com Salviati (2017), a análise de similitude é uma ferramenta valiosa na pesquisa qualitativa, pois permite a identificação de padrões de linguagem e a interpretação das dinâmicas textuais. Esta técnica complementa outras metodologias, como a Classificação Hierárquica Descendente (CHD), oferecendo uma abordagem

mais integrada para a análise de dados. A análise de similitude é particularmente útil na exploração das redes semânticas e na visualização das relações entre os elementos do corpus, proporcionando insights significativos sobre a construção e os temas do texto (Salviati, 2017).

4.3.1 Cluster Verde: Multiplicação de Bioinsumos

Descrição: Este cluster inclui palavras como "multiplicação", "fungo", "bactéria", "biofábricas", "trichoderma" e "qualidade". O foco aqui está na multiplicação e qualidade dos bioinsumos microbianos, como fungos e bactérias, que são essenciais para a saúde do solo e das plantas. A seguir, apresentam-se as correlações dos termos evidenciados:

- a) Multiplicação e Qualidade:** A multiplicação de bioinsumos como fungos e bactérias é crucial para garantir um fornecimento constante e de alta qualidade desses insumos biológicos.
- b) Biofábricas:** A presença de biofábricas no Cerrado contribui para a produção local de bioinsumos, promovendo a sustentabilidade e a autossuficiência dos produtores rurais.

4.3.2 Cluster Vermelho: Produtividade e Redução de Custos

Descrição: Inclui palavras como "produtividade", "custo", "redução", "incremento", "sustentável" e "lavoura". Este cluster destaca a relação entre o uso de bioinsumos e a melhoria da produtividade agrícola, além da redução de custos. Nesse contexto, as seguintes correlações são apresentadas:

- a) Produtividade:** O uso de bioinsumos pode aumentar a produtividade das culturas, resultando em colheitas mais abundantes e saudáveis.
- b) Redução de Custos:** A produção *On Farm* de bioinsumos ajuda a reduzir os custos com insumos agrícolas, tornando a agricultura mais econômica e sustentável.

4.3.3 Cluster Azul: Diversidade Microbiana

Descrição: Este cluster é composto por palavras como "pseudomonas", "bradyrhizobium", "megaterium" e "algas". O foco está na diversidade de microrganismos utilizados como bioinsumos. A seguir, apresentam-se as correlações entre esses termos e o tema central:

- a) **Diversidade de Microrganismos:** A presença de diferentes microrganismos como pseudomonas e bradyrhizobium é fundamental para a saúde do solo e das plantas.
- b) **Benefícios Específicos:** Cada micro-organismo tem benefícios específicos, como fixação de nitrogênio ou controle de pragas, que contribuem para a sustentabilidade agrícola.

4.3.4 Cluster Roxo: Cultura da Soja e Outras Culturas

Descrição: Inclui palavras como "soja", "milho", "cultura" e "produzir". Este cluster está relacionado às principais culturas agrícolas no Cerrado que utilizam bioinsumos. Nesse sentido, apresenta-se correlações:

- a) **Cultura da Soja:** A soja é uma das principais culturas no Cerrado, e o uso de bioinsumos pode melhorar sua produtividade e sustentabilidade.
- b) **Diversificação:** Além da soja, outras culturas como milho também se beneficiam do uso de bioinsumos, promovendo a diversificação agrícola.

4.3.5 Cluster Amarelo: Manejo Biológico

Descrição: Este cluster engloba palavras como "manejo", "biológico", "foliar" e "nematoides". O foco está nas práticas de manejo biológico utilizando bioinsumos. A seguir, apresentam-se as correlações entre os termos destacados e o tema principal:

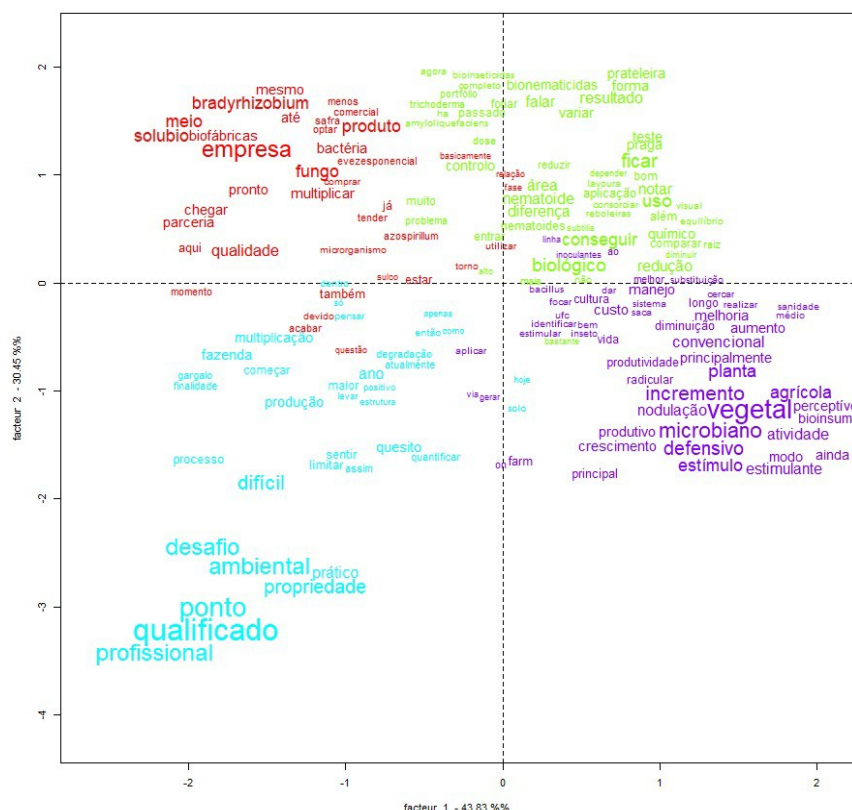
- a) **Manejo Biológico:** As práticas de manejo biológico são essenciais para controlar pragas e doenças de forma sustentável, sem o uso de produtos químicos.
- b) **Controle de Nematoides:** O uso de bioinsumos no controle de nematoides é uma prática eficaz para melhorar a saúde das plantas e aumentar a produtividade.

4.4 Análise Fatorial de Correspondência (AFC)

A Análise Fatorial de Correspondência (AFC) é uma técnica estatística que permite associar palavras e textos com base na frequência de ocorrência e nas classes em que estão inseridas. Esta metodologia possibilita a representação dessas associações em um plano cartesiano, proporcionando uma visualização clara das relações entre os elementos textuais (Souza et al., 2018).

Souza *et al.* (2018) destacam a importância da AFC na pesquisa qualitativa, ressaltando sua capacidade de esclarecer as relações complexas entre palavras e classes no corpus. Esta técnica não apenas aprimora a compreensão dos dados textuais, mas também apoia a formulação de hipóteses e a interpretação dos resultados de pesquisa.

Figura 5 - Análise Fatorial de Correspondência mostrando a distribuição das palavras e suas associações no corpus textual.



Fonte: Elaborado pelo software IramuteQ (2024).

A Análise Fatorial de Correspondência pode ser observada na Figura 5, onde as palavras são mapeadas em um plano cartesiano de acordo com sua frequência e

associação às classes. Esta representação gráfica facilita a interpretação das relações semânticas e permite aos pesquisadores identificarem clusters de palavras que compartilham significados ou contextos similares (Souza *et al.*, 2018).

4.4.1 Quadrante Superior Esquerdo (Vermelho):

- a) **Descrição:** Este quadrante é dominado por termos relacionados a parcerias empresariais e produção de bioinsumos, como "empresa", "produto", "fungo", "meio", "biofábricas", "bradyrhizobium", e "parceria"
- b) **Interações e Conexões:** Palavras como "qualidade" e "pronto" também aparecem, indicando a preocupação com a qualidade dos produtos e a prontidão das parcerias empresariais; A interação com outros quadrantes é mínima, mas há uma conexão com o termo "bactéria", que é relevante tanto para a produção empresarial quanto para o uso biológico (quadrante superior direito).

4.4.2 Quadrante Superior Direito (Verde):

- a) **Descrição:** Este quadrante inclui palavras relacionadas ao uso de bioinsumos biológicos e suas aplicações, como "biológico", "conseguir", "uso", "redução", "diferença", "área", "prateleira" e "químico".
- b) **Interações e Conexões:** As palavras "manejo" e "microrganismo" aparecem neste quadrante, indicando a importância do manejo biológico no uso de bioinsumos; Sobreposição com o quadrante inferior direito, especialmente com termos como "vegetal" e "incremento", sugerindo uma ligação entre o uso biológico e o incremento de produtividade.

4.4.3 Quadrante Inferior Direito (Roxo):

- a) **Descrição:** Este quadrante é dominado por termos relacionados ao incremento e manejo de bioinsumos microbianos para culturas vegetais, como "vegetal", "microbiano", "incremento", "defensivo", "nodulação" e "atividade".

- b) Interações e Conexões:** Termos como "crescimento" e "produtivo" indicam a ênfase no aumento da produtividade agrícola; Interação com o quadrante superior direito (verde) através de termos como "biológico" e "manejo", sugerindo que o incremento de produtividade é alcançado por meio de práticas biológicas.

4.4.4 Quadrante Inferior Esquerdo (Azul Claro):

- a) Descrição:** Este quadrante foca nos desafios e na qualificação profissional necessária para a produção de bioinsumos, incluindo termos como "qualificado", "profissional", "desafio", "ambiental", "difícil" e "produção".
- b) Interações e Conexões:** A palavra "fazer" e "começar" indicam a necessidade de ação e início de projetos de qualificação; A interação com outros quadrantes é limitada, mas palavras como "ambiental" podem ter relevância para todas as áreas, destacando a importância de práticas sustentáveis em todos os aspectos dos bioinsumos.

As palavras que dialogam entre os quadrantes do mapa de AFC revelam uma complexa interconexão entre diferentes aspectos da produção e uso de bioinsumos no Cerrado. O termo "biológico" se destaca tanto no contexto de uso (quadrante verde) quanto no manejo e incremento da produtividade (quadrante roxo), sublinhando sua importância em diversas áreas da agricultura sustentável. "Bactéria" aparece como um elemento-chave, conectando a produção empresarial (quadrante vermelho) com o manejo biológico (quadrante verde), o que evidencia seu papel central em diferentes estágios dos bioinsumos, desde a produção até a aplicação. A palavra "qualidade" permeia tanto o contexto empresarial (quadrante vermelho) quanto a produtividade agrícola (quadrante roxo), mostrando que a preocupação com a qualidade dos bioinsumos é uma prioridade transversal que afeta várias dimensões do setor. O manejo também é um termo crucial, essencial tanto para o uso biológico (quadrante verde) quanto para o incremento da produtividade (quadrante roxo), destacando a necessidade de práticas de manejo bem estruturadas para alcançar resultados eficazes.

Em suma, o foco na qualificação profissional, localizado no quadrante azul claro, ressalta a importância de investigar os desafios e as necessidades de formação,

conceitos centrais no conjunto de dados analisado. A multiplicação de microrganismos, como *Bacillus* e *Trichoderma*, está fortemente associada ao controle de pragas e doenças. Segundo a Food and Agriculture Organization (FAO, 2020), a multiplicação de agentes biológicos como *Bacillus thuringiensis* (Bt) e *Trichoderma spp.* têm sido amplamente utilizada para o controle de pragas e doenças em culturas.

A aplicação correta desses produtos está diretamente ligada a práticas de manejo eficientes e contribui para a redução de custos a longo prazo. Assim, termos como "multiplicação" e "manejo" sugerem que há um foco significativo em práticas de aumento de quantidade e gestão, possivelmente de microrganismos ou outros elementos biológicos. "Controle" e "redução" indicam uma preocupação com a gestão de pragas ou doenças, bem como com a minimização de custos e danos. Já "custo" e "produto" sugerem um interesse em aspectos econômicos e na eficácia dos produtos biológicos, especialmente no contexto agrícola. Termos como "aplicação", "produtividade", "biofábricas" e "inoculantes" mostram um interesse em técnicas de aplicação e produção de agentes biológicos para melhorar a produtividade agrícola.

Palavras como "desafio", "estratégia" e "treinamento" apontam discussões sobre as dificuldades enfrentadas e as estratégias necessárias para implementar essas práticas. Essas inter-relações reforçam a necessidade de práticas integradas e eficientes para maximizar os benefícios econômicos e ambientais. Entre os temas principais identificados, como "Multiplicação e Manejo", "Controle e Redução", e "Custo e Produto", sugerem um foco significativo nas práticas de aumento de quantidade e gestão, especialmente no contexto de microrganismos ou outros elementos biológicos.

O manejo integrado de pragas (MIP), conforme o relatório do Integrated Pest Management (IPM) Practices (2019), combina várias estratégias de controle, incluindo o uso de agentes biológicos, para reduzir a dependência de pesticidas químicos. Estudos mostram que a implementação do MIP pode reduzir significativamente os custos de produção e os impactos ambientais. Isso reforça a importância de práticas de manejo eficientes, que não só aumentam a produtividade do solo, mas também promovem uma agricultura mais sustentável e economicamente viável. Em suma, as inter-relações entre esses termos reforçam a necessidade de práticas integradas e eficientes para maximizar os benefícios econômicos e ambientais.

5 DISCUSSÃO

Os resultados foram organizados conforme descrito na metodologia e apresentados em quatro seções dos bioinsumos. A primeira discute os benefícios dos bioinsumos para promover uma agricultura sustentável e regenerativa. A segunda subseção explora estratégias de incorporação dos bioinsumos. A terceira analisa a viabilidade econômica e a rentabilidade da produção de bioinsumos na própria fazenda. Finalmente, a quarta subseção examina alternativas sustentáveis para atender às exigências do mercado consumidor.

5.1 Benefícios dos Bioinsumos para uma Agricultura Sustentável e Regenerativa

A adoção de bioinsumos tem sido amplamente incentivada como uma alternativa aos insumos químicos convencionais, principalmente em regiões agrícolas sensíveis como o Cerrado brasileiro (Mapa, 2020). Segundo a (FAO, 2017) pesquisas indicam que a expansão agrícola destinada à produção de alimentos deve ocorrer em regiões de alto potencial produtivo, como o Cerrado brasileiro, posicionando o país como o principal fornecedor para atender à crescente demanda global por alimentos. Dados do MAPA mostram que o Cerrado abriga 30% da biodiversidade do país, destacando a necessidade de práticas agrícolas que preservem esse ecossistema único.

O cerrado é uma região de importância estratégica para o Brasil devido às suas características únicas, físicas, bióticas, sociais e econômicas, sendo crucial para a segurança alimentar, a agricultura sustentável e a preservação da biodiversidade. O bioma apresenta um gradiente de vegetação que varia entre árvores, arbustos e estruturas herbáceas (Eiten, 1972).

Os bioinsumos, fundamentais para a agricultura regenerativa, mantêm a saúde do solo e da água, garantindo sustentabilidade a longo prazo. Considerados a nova fronteira agrícola, eles aproveitam a matriz biológica natural, possibilitando um incremento microbiológico da área. (Vidal, 2019). Essa afirmação dialoga com o resultado da análise obtido através da Classificação Hierárquica Descendente (CHD), que mapeia e identifica padrões linguísticos, oferecendo uma visão detalhada das questões centrais discutidas nos textos.

De acordo com a Classificação Hierárquica Descendente (CHD), revelou que a classe mais representativa (29,7%) foi relacionada ao Incremento e Manejo de Bioinsumos Microbianos para Culturas Vegetais no Cerrado – Classe 4, destacando termos como “vegetal”, “microbiano”, “incremento”, “defensivo” e “atividade”. O manejo adequado de bioinsumos fortalece a saúde do solo e a produtividade das culturas. Evidenciando que a produção *On Farm*, como tecnologia sustentável e inovadora, tem o potencial de impulsionar o agronegócio brasileiro, aproveitando conscientemente a biodiversidade do país.

Na exemplificação da presença da palavra, o participante da pesquisa (E2), relata que através da incorporação dos bioinsumos em seu manejo *“Possibilitou o incremento produtivo, houve a diminuição de modo pontual de aplicação dos químicos, não dá para dizer quantas ao todo, mas deu para trocar ativos, buscar ativos mais baratos e menos eficientes, visto a menor necessidade.”* Esta afirmação dialoga com o texto de Fenster (2021), onde afirma que os sistemas agrícolas regenerativos são caracterizados pela capacidade produtiva e, ao mesmo tempo, promovem a recuperação da natureza, melhorando a saúde do solo e a biodiversidade.

Segundo o MAPA (2020), biofábricas de bioinsumos são estruturas que seguem normas adequadas e incentivam inovações no agronegócio, envolvendo cooperativas, agricultores, startups e empresas. A produção *On Farm* é uma tecnologia inovadora que impulsionará o futuro sustentável do agronegócio brasileiro, aproveitando conscientemente a biodiversidade do país, tal sentença também é observado por Adenle (2012), que relata as inovações agrícolas como sendo a principal força motriz do desenvolvimento rural nos países em desenvolvimento.

Fica evidente na classe 1 relacionada a Parceria Empresariais e Produção de Bioinsumos no Cerrado com (25,74%), através da presença de palavras como “empresa” e “parceria” destaca a importância da colaboração entre ambas as partes no desenvolvimento e produção de bioinsumos de com alta qualidade que beneficiam a agricultura do Cerrado.

Os desafios para expandir o uso de bioinsumos no controle biológico incluem a familiaridade dos produtores com agrotóxicos e a carência de informações sobre as ferramentas biológicas, de acordo com Parra (2014). Também foi possível observar por meio das entrevistas a extrema importância de investir na transferência de

tecnologia através de treinamentos eficazes, junto à validação dos microrganismos a campo.

Esta afirmação se baseia em respostas como a do entrevistado: *“Começamos com as multiplicações no ano de 2021, com os principais desafios no processo de multiplicação podemos citar a questão de profissional qualificado no mercado. Atualmente quem cuida das demandas de nossas multiplicações está sendo um técnico da fazenda que também têm outras demandas, temos a carência de alguém qualificado para apenas focar na multiplicação (E4).”* A legislação precisa buscar alternativas para tratar os bioinsumos de forma diferenciada esta observação também foi constatada nas pesquisas de Parra (2014) e Jesus (2005).

Ainda sobre o tema, Di Salvo et al. (2021) ressaltam a importância da validação de métodos para garantir a qualidade do bioinsumo. A logística de armazenamento e transporte deve proteger inimigos naturais, e a seletividade de bioinsumos é vital para preservar aliados naturais no manejo de pragas. Além disso, é necessário desenvolver tecnologias de aplicação, como drones, a fim de potencializar o uso do produto.

Embrapa tem sido fundamental no desenvolvimento e adaptação de bioinsumos para o Cerrado. Estudos indicam que o uso de microrganismos nativos pode aumentar a produtividade das culturas em até 25% e melhorar a resistência das plantas ao estresse hídrico. Essas bactérias tolerantes à seca colonizam as raízes das plantas sob estresse abiótico e produzem substâncias chamadas exopolissacarídeos, que ajudam a manter as raízes hidratadas (Embrapa, 2018).

Os bioinsumos oferecem benefícios econômicos significativos, com potencial para economizar até R\$ 10 bilhões por ano na agricultura brasileira, devido à redução de custos com insumos importados e ao aumento da produtividade. Espera-se que a adoção dessas práticas alcance mais de 50% até 2025. (Forbes, 2023). Já para Maliszewski (2020b) relata que a produção aumentou quase 80%, com 39% dos produtores rurais no Brasil utilizando essa forma de manejo em parte de suas áreas de plantio.

Em suma, a adoção de bioinsumos no Cerrado brasileiro não só oferece benefícios ecológicos e econômicos significativos, mas também se alinha com as políticas públicas nacionais que promovem a sustentabilidade e a autonomia agrícola. Esta afirmação dialoga com o texto de Vidal (2020), onde afirma que levar em conta as inovações locais, a produção própria e o potencial de desenvolvimento dessas tecnologias, além de implementar políticas públicas que incentivem e difundam o

conhecimento, junto com avanços em pesquisas e inovação, pode aumentar o uso dos bioinsumos e promover uma mudança significativa nos sistemas de produção. A agroecologia e a produção orgânica continuarão sendo inovadoras, disruptivas e estratégicas, desse modo, a integração dessas práticas com as necessidades locais e as mudanças climáticas em andamento reforça a importância de continuar investindo em bioinsumos como uma estratégia central para a agricultura sustentável no Brasil.

5.2 Estratégias de Incorporação dos Bioinsumos

No contexto do controle fitossanitário agrícola, os bioinsumos para controle biológico são vistos como uma tecnologia chave para a sustentabilidade ambiental, econômica e agronômica, como destacado por Moraes (2019). O panorama do controle biológico e do MIP, juntamente com as premissas sociotécnicas dos regimes tecnológicos, reflete um esforço significativo para identificar caminhos e ferramentas que possam apoiar essa agenda. Isso envolve tanto redes de pesquisa e ambientes técnico-científicos quanto consultas e orientações no legislativo, órgãos reguladores, e no setor de produção e consumo de insumos agrícolas (Faria, 2023).

A legislação brasileira avançou com o Decreto nº 10.375/2020, que criou a Política Nacional de Bioinsumos (PNB) para promover a pesquisa e o uso de bioinsumos, reduzindo a dependência de insumos químicos importados. A classe 2, que aborda o uso de bioinsumos para controle de pragas no Cerrado (27,72%), está alinhada aos objetivos do PNB. O uso de bioinsumos é essencial para reduzir pragas, consorciando aos métodos químicos tradicionais, promovendo sustentabilidade e melhorando a saúde do solo e das plantas, beneficiando a autossuficiência dos produtores rurais.

Iniciativas anteriores desempenharam um papel importante na formação do ambiente de desenvolvimento tecnológico atual conforme os estudos de Bettiol e Morandi (2009).

- O surgimento de uma praga devastadora nos cafezais paulistas em 1924, conhecida como broca-do-café, levou à criação do Instituto

Biológico de Defesa Agrícola e Animal que passou a se chamar Instituto Biológico (IB) e, desde então, tem realizado grandes contribuições no campo da pesquisa.

- O surgimento do primeiro produto comercial de *Trichoderma viridae* para controle de *Phytophthora cactorium* em macieira do Centro Nacional de Pesquisa de Fruteiras de Clima Temperado da EMBRAPA, desenvolvido pela pesquisadora Rosa Maria Valdebenito-Sanhueza em 1987;
- As primeiras reuniões com pauta em Controle Biológico de Doenças de Plantas realizado em Piracicaba, SP no ano de 1987, sendo um marco na estruturação dos biológicos.
- A publicação do primeiro livro sobre Controle Biológico de Doenças de Plantas editado por Wagner Bettiol em 1991.
- A Bioagro Alam Ltda, primeira empresa incubada no Departamento de Fitossanidade da Faculdade de Agronomia da UFRGS, foi fundada em 1992, especializada na produção e comercialização de Trichoderma.
- O Trichodermil (*Trichoderma harzianum*), primeiro fungicida biológico registrado pela Itaforte Bioinsumos Ltda, foi lançado em 2008.
- Em 2009, mais de vinte marcas de produtos com agentes de controle biológico de fitopatógenos foram lançadas, e vários cursos de pós-graduação começaram a incluir a disciplina de controle biológico de doenças de plantas.
- Em junho de 2017, foi lançado o Programa de Inovação e Transferência de Tecnologia em Controle Biológico (PROBIO), estabelecendo o IB como referência no Brasil em serviços e tecnologias nessa área.

O livro Controle Biológico de Pragas da Agricultura, foi lançado no ano de 2020 com o foco em práticas sustentáveis na produção agrícola, a utilização de novas tecnologias e agentes biológicos como parasitas e predadores. No mesmo ano foi lançado o PNB instituído pelo Decreto nº 10.375, de 26 de maio de 2020 junto ao MAPA (Brasil, 2020).

A legislação brasileira sobre produtos fitossanitários é regida pela Lei 7.802/1989, conhecida como Lei dos Agrotóxicos, que regula desde a pesquisa até a fiscalização desses produtos e seus componentes. O Decreto 4.074/2002, atualizado pelo Decreto nº 10.833/2021, regulamenta os bioinsumos para controle biológico, tratando-os de forma semelhante aos agrotóxicos. No entanto, conforme Jorge e Souza (2017), devido à natureza específica dos bioinsumos, os órgãos reguladores têm desenvolvido, ao longo dos anos, normas especiais que os diferenciam, priorizando o registro de produtos com baixa toxicidade e periculosidade.

Ainda de acordo com Jorge e Sousa (2017), a regulamentação brasileira apresenta tantas variações e especificidades que dificultam a expansão do uso de bioinsumos, como os microbiológicos na agricultura. Entre os obstáculos estão a falta de orientação clara sobre os procedimentos de registro, o custo elevado dos estudos necessários e as altas taxas de registro, que podem impactar negativamente a adoção desses produtos. Corroborando com a pesquisa de Parra (2014), onde ressalta que a legislação é um desafio para o controle biológico, devido ao tratamento igualitário dado a tecnologias distintas.

Nas discussões sobre legislação, Bressan (2015) destaca que a Lei dos Agrotóxicos exige o registro de prestadores de serviços com agrotóxicos, mas não menciona agricultores, o que pode facilitar a compra de bioinsumos ou o investimento em biofábricas e produções *On Farm*.

Embora, o Senado Federal, ao redigir o Projeto de Lei nº 1.459/2022, que originou a Nova Lei dos Agrotóxicos (Lei nº 14.785/2023), cometeu um erro ao remover partes que beneficiavam os agricultores, a sociedade e o meio ambiente, mantendo apenas trechos que favorecem as indústrias de agrotóxicos e algumas empresas de produtos biológicos com a exclusão do 22 do Artigo 3º, o Senado retirou um direito dos agricultores garantido pelo Decreto nº 6.913 de 23 de julho de 2009. Desse modo, a partir da Nova Lei dos Agrotóxicos, todos os agricultores que produzem seus próprios bioinsumos precisam de autorização ou registro, assim como as indústrias (Abbins, 2024).

Segundo o MAPA, a adoção do MIP pode reduzir em até 50% o uso de pesticidas químicos, diminuindo os custos para os agricultores e os impactos

negativos na saúde humana e no meio ambiente. (Brasil, 2020). Dialogando de forma positiva com a fala de um dos entrevistados *“Mas na prática vimos um maior estímulo à atividade microbiana, o crescimento radicular mais bem desenvolvido, o vegetativo da planta bem melhor do que antes, mas a redução de custo em si, vejo como o benefício principal (...)”*.

A classe 2, referente ao uso de bioinsumos e à redução de pragas no Cerrado, representou 27,2% na Classificação Hierárquica Descendente (CHD), evidenciando a importância dos bioinsumos na substituição dos métodos químicos tradicionais. Isso promove a sustentabilidade, melhora a saúde do solo e das plantas, e está diretamente relacionado à autossuficiência, além da rentabilidade dos produtores rurais.

Outra estratégia importante para promover o MIP é a integração de plantas de cobertura e a rotação de culturas, que são práticas agroecológicas que complementam o uso de bioinsumos. Essas práticas melhoram a saúde do solo, aumentam a biodiversidade e ajudam a controlar pragas de forma natural, reduzindo a necessidade de intervenções químicas (Brader et al. 2014). A Embrapa tem promovido essas práticas através de programas de pesquisa e extensão, destacando sua importância para a sustentabilidade a longo prazo da agricultura brasileira.

A classe 1, referente as parcerias empresariais e produção de bioinsumos no Cerrado, representou 25,74% na Classificação Hierárquica Descendente (CHD), evidenciando a presença de termos como “empresa” e “parceria” destaca a importância das colaborações entre produtores rurais e empresas no desenvolvimento dos bioinsumos. Essas parcerias são essenciais para a inovação no setor, permitindo a criação de bioinsumos de alta qualidade que beneficiam a agricultura no Cerrado. A análise das correlações entre os termos e o tema central ressalta a ligação entre parcerias empresariais e o desenvolvimento sustentável na região. A inovação tecnológica exige pesquisas contínuas e envolve tanto oportunidades quanto desafios, especialmente quando vinculada à sustentabilidade e à participação de diversos setores.

Desse modo, as discussões sobre bioinsumos para controle biológico corrobora com a pesquisa de Bortoloti (2022), em que evidencia a importância das interações entre atores sociais, instituições e políticas públicas, além de um marco regulatório seguro. Investimentos em pesquisas, parcerias público-

privadas e o envolvimento de produtores e consumidores são essenciais para estabelecer um novo regime tecnológico, coexistindo com as tecnologias dominantes.

5.3 Viabilidade Econômica e Rentabilidade da Produção On Farm de Bioinsumos

A demanda por bioinsumos no Brasil tem crescido, seguindo uma tendência global com a entrada de novos produtos e o surgimento de empresas, desde pequenas até grandes multinacionais. Essa expansão é impulsionada pelo Programa Nacional de Bioinsumos e pelo foco em instituições como a Embrapa e universidades. Recentemente, há um aumento no interesse pela produção de bioinsumos diretamente nas propriedades agrícolas para uso próprio, o *On Farm* (Embrapa, 2023).

A produção on farm de bioinsumos tem se mostrado uma alternativa economicamente viável para agricultores brasileiros, atendendo às necessidades locais e reduzindo o uso de pesticidas químicos, o que favorece um ambiente mais equilibrado. Além de reduzir os custos de produção, ao evitar a compra de insumos importados, essa prática utiliza recursos e mão de obra nacionais, tornando os produtos mais acessíveis (CROPLIFE, 2021).

Contudo, críticos alertam sobre a necessidade de controle de qualidade rigoroso para evitar riscos de contaminação e garantir a eficácia. No campo ambiental, os bioinsumos promovem práticas sustentáveis e reduzem a contaminação por químicos sintéticos (FARIA, 2023).

A fermentação de *Bacillus thuringiensis* é comum, mas a produção de fungos entomopatogênicos tem crescido rapidamente nos últimos cinco anos, com ênfase para o controle de insetos sugadores de seiva, como a mosca-branca (*Bemisia tabaci*) e a cigarrinha do milho (*Dalbus maidis*), de acordo com Faria (2023).

Em um estudo com amostras de produtos à base de Bt coletadas em propriedades rurais de Goiás que produzem bioinsumos *On farm*, foi constatada falta de controle e padronização na produção. Quase todas as colônias analisadas (97,5%) não eram Bt, indicando que microrganismos contaminantes cresceram mais rapidamente sob condições de cultivo utilizadas. Esses contaminantes incluíam bactérias patogênicas, como *Enterococcus faecium* e *E. faecalis*, que podem causar

infecções graves em humanos, como septicemia, infecções urinárias, de feridas, meningite e endocardite (Lana et al., 2019). Segundo Faria (2023), os críticos alertam que, sem um rigoroso controle de qualidade, as preparações produzidas nas propriedades rurais podem ser contaminadas com micróbios patogênicos ou conter doses insuficientes de ingredientes ativos, comprometendo sua eficácia. Portanto, fica evidente a importância do tema e a necessidade de um rigoroso controle de qualidade no processo de produção de bioinsumos, pois a falta desse controle pode comprometer a saúde humana, animal, das lavouras e causar desequilíbrios ambientais.

A Classificação Hierárquica Descendente (CHD) indica que a classe 3, com 16,83% trata dos desafios na produção de bioinsumos e da necessidade de qualificação profissional. Termos como “qualificado”, “desafio” e “produção” enfatizam a importância da capacitação para superar esses desafios e garantir a sustentabilidade na produção de bioinsumos.

A formação profissional é crucial para enfrentar as dificuldades e assegurar a eficácia na produção e uso desses insumos. Ao longo das entrevistas ficou evidenciado o gargalo de mão de obra qualificada para a produção *On Farm*. Ainda de acordo com Faria (2023), grandes áreas de produção de cultivo contínuo tendem a produzir bioinsumos com baixos níveis de contaminação, devido às suas instalações avançadas e ao acesso a conhecimento especializado e pessoal qualificado. Tal afirmação dialoga com estudos de (Vidal, Amaral, et al., 2021), de uma forma geral, os produtores que multiplicam os microrganismos em sua propriedade, possuem grandes áreas de produção, notam os resultados positivos do uso de bioinsumos relacionando a diminuição das aplicações dos insumos químicos na redução de custos, incremento produtivo e melhoria das condições de solo.

A adoção de biopesticidas nas fazendas deve continuar, mas a velocidade dessa adoção dependerá da escolha de cepas microbianas seguras e eficazes, além da implementação de rigorosas medidas de controle de qualidade que atendem às regulamentações brasileiras emergentes e aos padrões internacionais. Este quadrante é dominado por termos relacionados a parcerias empresariais e produção de bioinsumos, como "empresa", "produto", "fungo", "meio", "biofábricas", "bradyrhizobium" e "parceria"

Palavras como "qualidade" e "pronto" também aparecem, indicando a preocupação com a qualidade dos produtos e a prontidão das parcerias empresariais; A interação com outros quadrantes é mínima, mas há uma conexão com o termo "bactéria", que é relevante tanto para a produção empresarial quanto para o uso biológico.

O estímulo à implementação das biofábricas corrobora com o terceiro sistema sugerido por Therond et al. (2017), visando reduzir a dependência de insumos externos, fortalecer a economia local e minimizar possíveis impactos negativos. Atualmente, a postura dos stakeholders e governantes brasileiros sugere uma coexistência entre produtos químicos e bioinsumos. Além disso, há um esforço significativo por parte dessas empresas para garantir que a produção de bioinsumos próprios (*On farm*) seja bem regulada e gerida, assegurando produtos confiáveis e protegendo a reputação da tecnologia, o que é crucial para a expansão do mercado (Goulet, 2021). O desafio dessa transição é encontrar maneiras eficazes de conduzir essa transformação.

Confirmando o resultado obtido por meio da Análise Fatorial de Correspondência, onde as palavras são distribuídas em um plano cartesiano de acordo com sua frequência e associação às classes. O quadrante inferior esquerdo destaca os desafios e a qualificação profissional necessária para a produção de bioinsumos, com termos como "qualificado", "profissional", "desafio", "ambiental", "difícil" e "produção". As interações e conexões sugerem os termos "fazer" e "começar", indicando a necessidade de ações e de iniciar projetos de qualificação. Embora a interação com outros quadrantes seja limitada, palavras como "ambiental" podem ter relevância para todas as áreas, sublinando a importância de práticas sustentáveis em todos os aspectos dos bioinsumos

A análise de Classificação Hierárquica Descendente (CHD) mostrou que a classe 3, que trata dos desafios e da qualificação profissional na produção de bioinsumos, representou 16,83%. Isso destaca os desafios significativos na produção de bioinsumos, onde mão de obra qualificada, formação e capacitação profissional são fundamentais para superar esses obstáculos e assegurar a eficácia na produção e utilização de bioinsumos.

De acordo Maliszewski (2020c), a técnica de controle biológico indutivo contempla a aplicação de uma quantidade elevada de inimigos naturais para o

controle de pragas e patógenos, enquanto a técnica inoculativa busca a conservação do ambiente, logo, consiste em adotar medidas para preservar esses inimigos naturais por meio de restabelecimento regulares. Assim, a produção *On Farm* se mostra como uma tecnologia inovadora que impulsionará o futuro do agronegócio brasileiro. De maneira sustentável, ele permitirá um uso consciente da rica biodiversidade brasileira. De tal modo, o uso de bioinsumos contribui para práticas agrícolas regenerativas, promovendo a sustentabilidade a longo prazo no Cerrado. Esses bioinsumos possibilitam a diminuição do uso intensivo dos agrotóxicos, viabilizando um sistema agrícola regenerativo que mantém a capacidade produtiva enquanto favorece a recuperação do meio ambiente, melhora a saúde do solo e incentiva a biodiversidade.

A Embrapa tem sido um parceiro chave nesse processo, oferecendo suporte técnico e desenvolvendo tecnologias que permitem a produção on farm de bioinsumos de alta qualidade. Cabe destacar uma Nota Técnica a respeito da multiplicação de microrganismos, que apresenta três princípios básicos para a produção de insumos biológicos por produtores na modalidade *On Farm*: usar apenas microrganismos que estejam nas listas oficiais do MAPA ou tenham especificação de referência, adquiridos em bancos de germoplasma oficialmente reconhecidos pelo Ministério para garantir a confiabilidade e eficácia; manter um cadastro dos estabelecimentos produtores de bioinsumos junto ao MAPA para assegurar a rastreabilidade em caso de problemas; e a necessidade de um responsável técnico qualificado e capacitado nas fazendas para a produção de bioinsumos (Embrapa, 2021).

No entanto, segundo Rodriguez (2018), essa transição para uma agricultura regenerativa deve cumprir três requisitos: redução de custos, rápido aumento da oferta e ampla aplicação em toda a atividade econômica envolvida. Portanto, ela dependerá da adoção de uma norma regulatória que maximize a eficiência, a rentabilidade e a difusão, promovendo um entendimento mútuo entre os diferentes agentes envolvidos na atividade, desde produtores até consumidores e governos.

Em suma, a produção on farm de bioinsumos é uma estratégia economicamente viável e ambientalmente sustentável para os agricultores brasileiros, especialmente em um contexto de aumento nos custos dos insumos agrícolas convencionais. No entanto, sua implementação bem-sucedida requer investimentos em capacitação, gestão eficiente dos recursos e suporte governamental contínuo.

5.4 Alternativas Sustentáveis para Atender às Demandas do Mercado

Consumidor

A crescente demanda por alimentos produzidos de forma sustentável tem impulsionado a adoção de bioinsumos na agricultura brasileira. De acordo com a Associação Brasileira de Orgânicos (Organis), o mercado de produtos orgânicos no Brasil registrou um crescimento de 10% em 2021, com vendas estimadas em R\$ 5,8 bilhões. Esse aumento reflete uma mudança nas preferências dos consumidores, que estão cada vez mais conscientes dos impactos ambientais de seus hábitos de consumo e dispostos a pagar mais por produtos cultivados de forma sustentável (Moraes, 2019)

A Lei nº 10.831/2003, que regulamenta a agricultura orgânica no Brasil, estabelece critérios rigorosos para a produção, processamento, distribuição e certificação de produtos orgânicos, incluindo o uso de bioinsumos como alternativa aos insumos químicos convencionais. A certificação desses produtos é fundamental para garantir a confiança dos consumidores na origem e nos métodos de produção dos alimentos. A Instrução Normativa nº 64/2008 do MAPA detalha os requisitos para a certificação, incluindo a obrigatoriedade de práticas agrícolas que promovam a saúde do solo e a biodiversidade, como o uso de bioinsumos (Mapa, 2020).

A legislação brasileira sobre produtos fitossanitários é baseada na Lei 7.802/1989, conhecida como Lei dos Agrotóxicos, que regula desde a pesquisa até a fiscalização desses produtos. O decreto 4.074/2002 inclui bioinsumos para controle biológico sob as mesmas condições que os agrotóxicos. No entanto, Jorge e Souza (2017) observam que, devido às características dos bioinsumos, os órgãos reguladores criaram disposições que os diferenciam na legislação, por meio do Decreto 4.074/2002, que prioriza a avaliação de registro para produtos de baixa toxicidade e periculosidade.

O crescimento do mercado de produtos sustentáveis e orgânicos também é impulsionado por políticas públicas que incentivam a produção e o consumo desses produtos. O Programa Nacional de Produção e Uso de Bioinsumos, lançado em maio de 2020, apoia a pesquisa e o desenvolvimento de bioinsumos para a produção orgânica, promovendo inovação e sustentabilidade na agricultura brasileira. Campanhas de conscientização e educação do consumidor, promovidas por organizações governamentais e não governamentais, têm aumentado a

conscientização sobre os benefícios dos produtos sustentáveis e a importância de práticas agrícolas responsáveis (Vidal, Amaral, et al., 2021).

No entanto, enquanto políticas públicas como o Programa Nacional de Produção e Uso de Bioinsumos fomentam práticas sustentáveis, o cenário se complica quando se analisa a concessão de benefícios fiscais, particularmente no caso dos agrotóxicos (Silva, 2019). A constitucionalidade desses incentivos fiscais tem sido questionada, como na Ação Direta de Inconstitucionalidade (ADI) nº 5553, ajuizada pelo Partido Socialismo e Liberdade (PSOL) no Supremo Tribunal Federal (STF). Movimentos sociais e organizações como Terra de Direitos, Campanha Nacional Permanente Contra os Agrotóxicos e pela Vida, Associação Brasileira de Agroecologia (ABA) e FIAN Brasil se manifestaram a favor desta ação, ressaltando a necessidade de reavaliar tais incentivos sob a ótica dos princípios constitucionais.

Os benefícios fiscais concedidos aos agrotóxicos, embora justificados pela essencialidade e seletividade tributária, levantam preocupações quando comparados ao apoio crescente dado aos bioinsumos (Silva, 2019). A ausência de justificativas claras por parte do governo, como observado na falta de resposta do Ministério da Fazenda ao STF sobre os fundamentos desses benefícios, questiona a transparência e a equidade das políticas fiscais, especialmente quando se considera o impacto ambiental e social desses produtos. Por outro lado, a promoção de bioinsumos, alinhada com políticas de sustentabilidade, aponta para um futuro em que a agricultura brasileira pode equilibrar produtividade com responsabilidade ambiental (Rodriguez, 2018).

Para atender plenamente às demandas do mercado consumidor por produtos sustentáveis, é essencial continuar investindo em sistemas de certificação e rastreabilidade que garantam a integridade dos produtos ao longo de toda a cadeia de valor. A Instrução Normativa Conjunta (INC) nº 1 de 23 de janeiro de 2006 e a INC nº 3 de 10 de março de 2006 estabelecem diretrizes para o registro e certificação de semioquímicos e agentes microbiológicos de controle, criando um ambiente regulatório favorável ao desenvolvimento e à comercialização desses produtos (Mapa, 2020).

Segundo Rodriguez (2018), é crucial continuar investindo em tecnologias e sistemas que tornem esses processos mais eficientes e acessíveis para todos os produtores. Portanto, a adoção de bioinsumos na agricultura brasileira representa uma resposta eficaz às crescentes demandas por produtos sustentáveis no mercado

consumidor (Silva, 2019). Para garantir a viabilidade econômica e a aceitação desses produtos, é imprescindível continuar investindo em sistemas de certificação, rastreabilidade e educação do consumidor. A integração dessas práticas com políticas públicas que incentivem a produção e o consumo sustentáveis é essencial para o sucesso a longo prazo desse mercado, ao mesmo tempo que se reavaliam e ajustam os incentivos fiscais concedidos a insumos que não promovem a sustentabilidade.

Ainda de acordo com Rodriguez (2018), a realidade dos bioinsumos para o controle biológico reflete as discussões teóricas e conceituais sobre regimes tecnológicos, destacando as interações entre os atores sociais, a importância das instituições, políticas públicas que incentivam o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis, e um marco regulatório que assegure a segurança dos negócios.

Portanto, a adoção de bioinsumos na agricultura brasileira é uma resposta eficaz às demandas crescentes por produtos sustentáveis no mercado consumidor (Silva, 2019). No entanto, para garantir a viabilidade econômica e a aceitação desses produtos, é crucial continuar investindo em sistemas de certificação, rastreabilidade e educação do consumidor. A integração dessas práticas com políticas públicas que incentivem a produção e o consumo sustentáveis é fundamental para o sucesso a longo prazo desse mercado.

6 CONCLUSÃO

Este estudo analisou a relevância dos bioinsumos de produção on farm na promoção de uma agricultura sustentável e regenerativa no Cerrado brasileiro. Essa prática reduz a dependência de pesticidas químicos e atende às demandas por sustentabilidade. O uso de bioinsumos integra eficiência econômica e ambiental, diminuindo a necessidade de insumos convencionais e os custos com fornecedores externos, além de oferecer produtos livres de resíduos químicos, proporcionando uma alternativa sustentável de produção.

A prática de produzir bioinsumos diretamente nas fazendas revelou-se uma estratégia promissora para aumentar a rentabilidade dos produtores e minimizar a dependência de insumos externos. Contudo, essa transição não é isenta de desafios. A necessidade de qualificação profissional emergiu como um fator crítico, ressaltando a importância de capacitar a força de trabalho para a produção eficiente e segura de bioinsumos. Ademais, a formação de parcerias estratégicas com empresas, instituições de pesquisa e organizações governamentais é vital para fomentar a inovação, disseminar conhecimento e garantir a eficácia dessas práticas sustentáveis.

A produção de bioinsumos diretamente nas fazendas tem se mostrado uma alternativa viável para aumentar a rentabilidade dos produtores e reduzir a dependência de insumos externos, apesar dos desafios relacionados à qualificação profissional e à necessidade de parcerias estratégicas.

Entretanto, apesar dos avanços e benefícios identificados, o estudo enfrentou limitações que merecem destaque. O acesso restrito a documentos detalhados impediu uma análise mais minuciosa de certos aspectos, enquanto o tempo limitado dificultou a avaliação dos impactos em longo prazo da implementação dos bioinsumos. Essas restrições enfatizam a necessidade de abordagens investigativas mais abrangentes no futuro.

Para enriquecer o entendimento e a aplicação dos bioinsumos, duas direções principais para pesquisas futuras são propostas: primeiro, uma ampliação da pesquisa teórica que explore profundamente o pilar social do ESG (Environmental, Social, and Governance) em relação aos bioinsumos no contexto do Cerrado; segundo, a condução de estudos de caso detalhados que avaliem os impactos econômicos, sociais e ambientais dessas práticas ao longo do tempo, incorporando análises quantitativas e qualitativas para uma compreensão holística.

Em suma, este trabalho não apenas reafirma a importância dos bioinsumos on farm como uma estratégia essencial para promover a sustentabilidade agrícola no Cerrado brasileiro. Apesar das limitações enfrentadas, os achados reforçam o potencial transformador dessas práticas, tanto no aumento da produtividade quanto na preservação ambiental. Ao mesmo tempo, as sugestões para pesquisas futuras abrem caminhos para um entendimento mais aprofundado e uma aplicação mais ampla dessas soluções sustentáveis. O compromisso contínuo com a inovação, educação e colaboração entre produtores, empresas e pesquisadores será fundamental para concretizar os benefícios que os bioinsumos prometem para uma agricultura regenerativa, capaz de responder aos desafios ambientais e sociais do século XXI.

REFERÊNCIAS

ADENLE, A. A.; SOWE, S. K.; PARAYIL, G.; AGINAM, O. **Análise de biotecnologia de código aberto em países em desenvolvimento: uma estrutura emergente para agricultura sustentável.** *Technological Forecasting and Social Change*, v. 34, n. 3, pp. 256–269, agosto de 2012. DOI: 10.1016/j.techsoc.2012.07.004.

AGROFIT. **Sistema de agrotóxicos fitossanitários.** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 7 de fevereiro de 2024.

AIBA RURAL. **A evolução da logística no agronegócio brasileiro.** Report: ano VIII - 4º trimestre, 2022. Disponível em: <https://aiba.org.br/revista-aiba-rural/>. Acesso em: 18 de janeiro de 2024.

ALEXANDER, P.; MORAN, D.; ROUNSEVELL, M. D. A.; SMITH, P. **Modelando o mercado de cultivo de energia perene: o papel da difusão espacial.** *Journal of the Royal Society Interface*, v. 10, 2013. Disponível em: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84896591461&origin=inward&txGid=4a7e477196ad5530a6e444a772ebeaf3>. Acesso em: 07 de janeiro de 2024.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Registro de Produtos Biológicos. 2020.** Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/setorregulado/regularizacao/agrotoxicos/registro-de-produtos-biologicos>. Acesso em: 08 de fevereiro de 2024.

ARIAS, D.; VIEIRA, P. A.; CONTINI, E.; FARINELLI, B.; MORRIS, M. **Agriculture productivity growth in Brazil: recent trends and prospects.** S.1: World Bank Group Agriculture, 2017. World Bank Group Agriculture, 2017.

Asghari, HR, Chittleborough, DJ, Smith, FA, Smith. **Influência da simbiose micorrízica arbuscular (AM) na lixiviação de fósforo através de núcleos de solo.** *Planta e Solo* 275: 181–193, 2005.

BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo.** Lisboa: Edições 70, 2011.

BAUER, M. W.; GASKELL, G. Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático. Petrópolis: Vozes, 2002.

Bender SF, Conen, F., van der Heijden. **Efeitos micorrízicos na ciclagem de nutrientes, lixiviação de nutrientes e produção de N₂O em pastagens experimentais.** *Biol do solo. E Bioquímica.* 80: 283-292, MGA 2015.

BERMUDEZ RODRIGUEZ, L. T. B. **Transiciones socio-técnicas hacia una movilidad de bajo carbono: un análisis del nicho de los buses de baja-emisión**

para el caso de Brasil. 2018. 322p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

BETTIOL, W.; MORANDI, M. A. B (Ed). **Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas.** Jaraguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2009. 341p.

BIERBAUM, R.; LEONARD, S. A.; REJESKI, D.; WHALEY, C.; BARRA, R. O.; LIBRE, C. **Novel entities and technologies: Environmental benefits and risks.** *Environmental Science and Policy*, v. 105, p. 134-143, 2020.

BLINK. **Relatório Biodefensivos 2030. Panorama, Projeções e Tendências para o Mercado de Defensivos Biológicos no Brasil.** Report 2019/2020. Acesso em: 04 janeiro de 2024.

BORTOLOTI, G.; SAMPAIO, R. M.; FREDO, C. E. **O controle biológico diante da legislação sobre agrotóxicos, seus componentes e afins.** Instituto de Economia Agrícola (IEA), São Paulo, SP, Brasil. *Biológico/Suplemento*, São Paulo, v.81, n.2, nov., p. 41, 2019.

Bortoloti, Gillyene. **Características da inserção dos bioinsumos para controle biológico no mercado fitossanitário brasileiro.** / Gillyene Bortoloti. São Paulo, 2022. 123p. Dissertação (Mestrado). Instituto Biológico (São Paulo). Programa de Pós-graduação.

BRASIL, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Mercado de biodifensivos cresce mais de 70% no Brasil em um ano. 2019.** Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/feffmercado-de-biodefensivos-cresce-em-mais-de-50-no-brasil>. Acesso em: 10 fev. 2024.

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*, 13 mai 2020.

BRASIL. **Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002.** Regulamenta a Lei n. 7.802, de 11 de julho de 1989. Brasília, 04 de janeiro de 2002.

BRASIL. **Lei 7.802 de 11 de junho de 1989.** Dispõe sobre a pesquisa, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, à importação, à exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, à inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. Brasília: Presidência da República; 1989. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/17802.htm. Acesso em: 08 de fevereiro 2024.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Controle Biológico**. 2020b. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inovacao/bioinsumos-o-programa/marco-regulatorio-1/controle-biologico>. Acesso em: 07 de fevereiro de 2024.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Programa Nacional de Bioinsumos é lançado e vai impulsionar uso de recursos biológicos na agropecuária**. 2020c. 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: 07 de fevereiro de 2024.

BRESSAN, M. **Agrotóxicos (Legislação Federal)**. 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1355202/1529289/Agror%C3%B3xicos+Legisla%C3%A7%C3%A3o+Federal+Marcelo+Bressan.pdf>. Acesso em: 08 fev. 2024.
Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA-ESALQ/USP). **PIB do agronegócio**. 2023. Disponível em: <https://cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/CNA-PIB-DO-AGRO-21DEZ2023.pdf>. Acesso em: 26 de janeiro de 2024.

CHAGNON, P. L.; BRADLEY, R. L.; MAHERALI, H.; KLIRONOMOS, J. N. **A trait-based framework to understand life history of mycorrhizal fungi**. Trends in Plant Science, Oxford, v. 18, p. 484-491, 2013.

Charles A. Francis, Richard R. Harwood and James F. Parr (1986). The potential for regenerative agriculture in the developing world. American Journal of Alternative Agriculture, 1, pp 65-74

Charles A. Francis, Richard R. Harwood and James F. Parr (1986). The potential for regenerative agriculture in the developing world. American Journal of Alternative Agriculture, 1, pp 65-74

científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico-2ª Edição. Editora

CRUZ, J. E.; MEDINA, G. S.; JÚNIOR, J. R. O. **Brazil's Agribusiness Economic Miracle: Exploring Food Supply Chain Transformations for Promoting Win-Win Investments**. Logistics, v. 6, p. 23, 2022.

D'AMATO, D.; DROSTE, N.; ALLEN, B.; KETTUNEN, M.; LÄHTINEN, K.; KORHONEN, J.; TOPPINEN, A. **Green, circular, bioeconomy: A comparative analysis of sustainability avenues**. Journal of Cleaner Production, v. 168, p. 716-734, dez. 2017.

DI SALVO, Luciana P., et al. The drop plate method as an alternative for *Azospirillum spp* viable cell enumeration within the consensus protocol of the REDCAI network. **Revista Argentina de Microbiologia**, 2021.

DOMICIANO, F. **Instituto Biológico comemora 90 anos**. 2017. Disponível em: <http://www.biologico.sp.gov.br/noticia/instituto-biologico-comemora-90-anos>. Acesso em: 10 mai. 2024.

EITEN, G. **The cerrado vegetation of Brazil**. Botanical review, v. 38, n. 2, p. 201-341, 1972. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/4353829>>. Acesso em: 15 ago. 2024.

EMBRAPA. Embrapa – Esclarecimentos Oficiais. **Produção de microrganismos para uso próprio na agricultura (on-farm) - Esclarecimentos Oficiais, 2021**. Disponível em: https://www.embrapa.br/esclarecimentos-oficiais//asset_publisher/TMQZKuljxu5K/content/nota-tecnica-producao-de-microrganismos-para-uso-proprio-na-agricultura-on-farm-inheritRedirect=false&redirect=https%3A%2F%2Fwww.embrapa.br%2Fesclarecimentos-oficiais%2F. Acesso em: 19 dezembro de 2023.

EMBRAPA. **Fome zero e agricultura sustentável: contribuições da Embrapa**. Embrapa. Brasília, DF, p. Carlos Alberto Barbosa Medeiros. (et al), editores técnicos. 2018.

EMBRAPA. **Notícias**, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/66275700/embrapa-divulga-recomendacoes-tecnicas-sobre-a-producao-de-bioinsumos-on-farm>. Acesso em: 12 dez. 2023.

EUROPEAN COMMISSION. **The Cost-Effectiveness of Biofertilizers and Biopesticides**. European Commission, 2018. Disponível em: <https://ec.europa.eu/biofertilizers-biopesticides-cost>. Acesso em: 2 ago. 2024.

FAEDO, L. F.; VERDI, R.; PINTO, F. A. M. F.; KRETSZCHMAR, A. A.; BOFF, P. **Use of Trichoderma spp. And high-dynamized dilutions in the control of Botrytis cinerea and strawberry growth**. Revista Brasileira de Agroecologia, v. 17, n. 1, p. 6-19, 2022.

FAO. **The future of food and agriculture trends and challenges: food and agriculture**. 2017. Disponível em: Acesso em: 14 dez. 2023.

FAO. **World Food and Agriculture – Statistical Yearbook 2022**. Rome, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.4060/cc2211en>. Acesso em: 26 de janeiro de 2024. Faria, M., Mascarin, G.M., Butt, T. et al. On-farm Production of Microbial Entomopathogens for use in Agriculture: Brazil as a Case Study. Neotrop Entomol 52, 122–133 (2023).

FENSTER, T. L.; LACANNE, C. E.; PECENKA, J. R.; SCHMID, R. B.; BREDESON, M. M.; BUSENITZ, K. M.; LUNDGREN, J. G. **Defining and validating regenerative farm systems using a composite of ranked agricultural practices**. *F1000Research*, 2021.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **Biological Control: Benefits and Risks**. FAO, 2020. Disponível em: <https://www.fao.org/biological-control>. Acesso em: 2 ago. 2024.

FORBES. **O mercado de bioinsumos: para onde vai no Brasil.** Disponível em: <https://forbes.com.br/forbesagro/2023/01/o-mercado-de-bioinsumos-vai-para-onde-no-brasil/>. Acesso em: 08 de fevereiro de 2024.

G1 – BA. **Com menos de 25 anos de emancipação, Luís Eduardo Magalhães, no oeste baiano, detém um dos maiores PIBs do estado.** [S.l.], 08 jun. 2023. Disponível em: <https://g1.globo.com/ba/bahia/bahia-farm-show/noticia/2023/06/08/emancipada-em-2000-conheca-luis-eduardo-magalhaes-cidade-destaque-na-producao-agricola-na-bahia.ghtml>. Acesso em: 16 de janeiro de 2024.

Gabel, Ho-Ping: **A world scenario for food production.** World Game Institute, Philadelphia, PA, 1979.

GOULET, F. **Biological bio-inputs and agricultural policies in South America: between disruptive innovation and continuity.** Perspective – The CIRAD policy brief, Montpellier, v.55, Maio 2021.

GOULET, F. **Characterizing alignment in socio-technical transitions. Lessons from agricultural bio-inputs in Brazil.** Technology in Society, 65, 2021a.

GUEST, Greg; NAMEY, Emily; MITCHELL, Melanie. **Collecting Qualitative Data: A Field Manual for Applied Research.** Thousand Oaks, CA: Sage Publications, 2013.

Harwood, R. R. 1984b. **The integration efficiencies of cropping systems.** In: Sustainable Agriculture and Integrated Farming Systems. Michigan State Univ. Press, E. Lansing, MI.

IHS MARKIT. **Riscos e impactos da produção on farm de biodefensivos.** Report, 2021.

INTERNATIONAL JOURNAL OF AGRICULTURAL SUSTAINABILITY. **Effectiveness of Foliar Application of Biofertilizers on Crop Yield.** IJAS, v. 19, n. 3, p. 215-230, 2021. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/ijas-biofertilizers-foliar>. Acesso em: 2 ago. 2024.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR BIOLOGICAL CONTROL. **Biological Control Methods: Cost Reduction and Sustainability.** IOBC, 2019. Disponível em: <https://www.iobc-global.org/biological-control-methods>. Acesso em: 2 ago. 2024.

JESUS, E. L. Diferentes abordagens de agricultura não-convencional: história e filosofia. In: AQUINO, A. M.; ASSIS, R. L. **Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. pp.23-48.

JORGE, D. M.; SOUZA, C. A. V. **O papel da regulamentação dos produtos de origem biológica no avanço a agroecologia e da produção orgânica no Brasil.**

In: SAMBUICH, R. H. R.; MOURA, I. F.; MATTOS, L. M.; AVILA, M. L.; SPINOLA, P. A. C.; SILVA, A. P. M. (Org). *A política nacional de agroecologia e produção orgânica no Brasil: uma trajetória de luta pelo desenvolvimento rural sustentável*. Brasília: Ipea, 2017. p. 229-252.

LANA, U. G. D. P. et al. **Avaliação da qualidade de biopesticidas à base de *Bacillus thuringiensis* produzidos em sistema “on farm”**. Embrapa Milho e Sorgo. Sete Lagoas. 2019.

MALISZEWSKI, E. **Biológicos crescem em ritmo acelerado**. AGROLINK. Brasil. 10 jul 2024. Notícias. Defensivos. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/noticias/biologicos-crescem-em-ritmo-acelerado_433661.html?utm_source=agrolink-

MAPA. **Programa Nacional de Bioinsumos – Nota Técnica, 2020**. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inovacao/bioinsumos/material-para-imprensa/pt/release-04programanacionalbioinsumos>. Acesso em: 19 dezembro de 2023.

MONNERAT, R.; PRAÇA, L. B.; SILVA, E. S.; MONTALVÃO, S. C. L.; MARTINS, E. S.; SOARES, C. M. S.; QUEIROZ, P. R. **Produção e controle de qualidade de produtos biológicos à base de bactérias do gênero *Bacillus* para uso na agricultura**. Brasília - DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2020. 46 p.

MORAES, R. F. **Agrotóxicos no Brasil: padrões de uso. Políticas da regulação e prevenção da captura regulatória**. Brasília: Ipea, 2019. 76p. (Ipea. Texto para discussão, 2506).

NAVA, D. E. **Controle biológico de insetos-praga em frutíferas de clima temperado: uma opção viável, mas desafiadora**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007. 21p. (Embrapa Clima Temperado. Documento, 2018). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/33948/1/documento-208.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2024.

OBERC, B. P.; SCHNELL, A. A. **Approaches to sustainable agriculture: Exploring the pathways towards the future of farming**. Brussels, Belgium: IUCN Euro, 2020.

PARRA, J. R. P. **Biological control in Brazil: an overview**. Scientia Agricola. V.71, p.420-429, 2014.

PARR, J. F.; PAPENDICK, R. I.; HORNICK, S. B.; MEYER, R. E. **Soil quality: Attributes and relationship to alternative and sustainable agriculture**. American Journal of Alternative Agriculture, v. 1, n. 1, p. 5-11, 1986.

PIMENTEL, D.; WILSON, C.; MCCULLUM, C.; HUANG, R.; DWEN, P.; FLACK, J.; CLIFF, B. **Economic and environmental benefits of biodiversity**. BioScience, Washington, v. 47, p. 747-757, 1997.

PRODANOV, Cleber Cristiano; DE FREITAS, Ernani Cesar. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico** - 2ª Edição. Editora Feevale, 2013.

Rodale, R. 1983. **Breaking new ground. The search for sustainable agriculture**. The Futurist 17(I):15-20.

RODALE, Robert. **Regenerative Agriculture: A Strategy for Sustainable Farming**. Emmaus, PA: Rodale Institute, 1983.

SCHMID, R. B.; LUNDGREN, J. G. **Regenerative and conventional cattle management on dung beetle performance and parasite management**. PeerJ submitted, 2021.

SILVA, Emanuelle Gonçalves da. **Agrotóxicos no Brasil: comparativo da atual legislação com o Projeto de Lei nº 6.299/2002**. 2019.

SINGH, B. K.; TRIVEDI, P.; EGIDI, E.; MACDONALD, C. A.; DELGADO-BAQUERIZO, M. **Crop microbiome and sustainable agriculture**. Nature Reviews Microbiology, v. 18, p. 601-602, 2020.

SIQUEIRA, J. O.; SOUZA, F. A. D.; CARDOSO, E. J. B. N.; TSAI, S. M. **Micorrizas: 30 anos de pesquisa no Brasil**. Lavras: Ed. UFLA, 2010. 716 p.

SOUZA, E. M.; RATINAUD, P. **IRAMUTEQ: Interface de R pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires**. In: RATINAUD, P.; MARCHAND, P. (Eds.), *Análise estatística textual com o IRAMUTEQ*. São Paulo: USP, 2018.

SOUZA, Ronaldo et al. **Corpus textual e sua análise no Iramuteq: uma abordagem prática**. Revista de Metodologia e Pesquisa em Ciências Sociais, 2020.

SOUZA, Ronaldo et al. **Métodos e técnicas de análise de dados qualitativos com o Iramuteq**. Revista Brasileira de Ciências Sociais, 2018.

THEROND, O.; DURU, M.; ROGER-ESTRADE, J.; RICHARD, G. **A new analytical framework of farming system and agriculture model diversities**. A review. Agronomy for sustainable development, v.37, P.1-24, 2017.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Integrated Pest Management (IPM) Practices**. USDA, 2019. Disponível em: <https://www.usda.gov/ipm>. Acesso em: 2 ago. 2024.

VAN ELSAS, J. D. et al. **Microbial diversity determines the invasion of soil by a bacterial pathogen**. Proceedings of the National Academy of Science of United States of America, New York, v. 109, n. 4, p. 1159-1164, 2012.

VAN ELSAS, Jan Dirk; JAFFÉ, Roy; MCDERMOTT, John. **Modern Soil Microbiology: Processes and Semantics**. 2nd ed. New York: CRC Press, 2007.

VIDAL, C.M.; DIAS, R.P. **Bioinsumos a partir das contribuições da agroecologia**. Revista Brasileira de Agroecologia, v. 18, n. 1, p. 171-192, 2023.

VIDAL, M. C.; AMARAL, D. F. S.; NOGUEIRA, J. D.; MAZZARO, M. A. T.; LIRA, V. M. C. **Bionsumos: A construção de um programa nacional pela sustentabilidade do Agro Brasileiro**. Economic Analysis of Law Review, v. 12, n. 3, p. 557-574, set-dez. 2021.

Workshop on Regenerative Farming Systems. Rodale Institute, presented to USAID, Washington, DC.

Youngberg, I. G., J. F. Parr, and R. I. Papendick. 1984. **Potential benefits of organic farming practices for wildlife and natural resources**. Trans. North Amer. Wildlife and Natural Res. Conf. 49:141-153

ANEXO

Anexo 1 - Questionário para Identificação das Práticas Rurais em Relação à Produção *On Farm*.

Etapa 1 – Identificação da Propriedade Rural

1. Qual o nome da propriedade rural?

2. Qual a região em que produz?

3. Quantos hectares possui a área cultivada?

a) 0 - 500 ha.

b) 500 -1.000 ha.

c) 1.000 – 3.000 ha.

d) 3.000 – 5.000 ha

e) 5.000 – 10.0000

f) Acima de 10.000 (descrever o tamanho da área).

4. Qual a cultura predominante?

5. Os microrganismos multiplicados são aplicados em qual (is) a (s) cultura (s) agrícola (s)?

Etapa 2 – Multiplicação de Microrganismos na Propriedade (*On Farm*)

6. Em que ano se iniciou a produção *On Farm* na Propriedade?

7. Quais são os maiores problemas e desafios da multiplicação de microrganismo na propriedade?

a) Estrutura física.

b) Profissional qualificado.

c) Validação de protocolos à campo;

d) Uso de produto comercial. Caso sim, qual a empresa? Pontos que levam a preferência do produto formulado?

- e) Investimento Inicial.
 - f) Outro(s).
8. Os bioinsumos produzidos na propriedade são aplicados com qual a finalidade?
- a) Para estimular o crescimento vegetal
 - b) Para manejo de biológico nematoides
 - c) Para manejo biológico de insetos-pragas
 - d) Para solubilizar nutrientes
 - e) Outros (especificar)
9. Quais os microrganismos ou insumos biológicos utiliza na propriedade?
- a) Inoculantes
 - b) Bionematicidas
 - c) Bioinseticidas
 - d) Solubilizadores
 - e) Condicionadores de solo
 - f) Todos
10. Quais foram as melhorias identificadas ao longo do tempo?
- a) Aumento de produtividade agrícola
 - b) Redução de custos
 - c) Estímulo à atividade microbiana
 - d) Aumento de resistência de plantas
 - e) Diminuição dos defensivos agrícolas
11. Foi perceptível a redução de custo comparado ao manejo convencional?
- () Sim () Não

a) Manejo Biológico de Estimulantes Vegetais.

✓ Utilizam quais os microrganismos?

✓ Quais as melhorias foram identificadas ao longo do tempo?

✓ Houve redução de custo comparando ao manejo convencional?

b) Manejo Biológico de Nematoides.

✓ Utilizam quais os microrganismos?

✓ Quais as melhorias foram identificadas ao longo do tempo?

✓ Houve redução de custo comparando ao manejo convencional?

c) Manejo Biológico de Insetos Praga.

✓ Utilizam quais os microrganismos?

✓ Quais as melhorias foram identificadas ao longo do tempo?

✓ Houve redução de custo comparando ao manejo convencional?

Etapa 3 – Controle de Qualidade no Processo de Multiplicação (*On Farm*)

12. Quais os parâmetros são monitorados durante a multiplicação *on farm*?

- a) Temperatura
- b) pH do multiplicado
- c) Aeração do multiplicado
- d) Concentração do microrganismo
- e) Presença de contaminantes

13. Quais os procedimentos realizados para evitar a contaminação do bioinsumo?

- a) Evitar a entrada de pessoas no local da multiplicação
- b) Adquirir meios de culturas e inóculos de boa qualidade
- c) Realização de testes laboratoriais para validação do produto multiplicado
- d) Utilização de EPI's no local de multiplicação
- e) Outros (especificar)

14. Qual a média de unidades formadoras de colônia (UFC) alcançada?

Etapa 4 – Impacto da Produção de Microrganismos na Propriedade (*On Farm*)

15. O uso dos bioinsumos gerou incremento produtivo?

() Sim () Não

16. Houve diminuição da aplicação de insumos químicos? Caso sim, em quantas aplicações e para quais os alvos biológicos?

17. No quesito ambiental, os fatores ambientais como limitar a degradação biológica, química, física do solo, foram levados em consideração na adoção da prática *On Farm* na propriedade?

18. No quesito ambiental, há definição de metas para restauração do ecossistema degradado?

19. Quais as medidas adotadas para o uso racional de recursos renováveis e não renováveis na propriedade.

- a) Adoção do processo de compostagem, a fim de tornar o sistema produtivo em um sistema circular de produção.
- b) Produção de Biogás.
- c) Estratégias de captação e manejo eficiente da água.
- d) Outras adoções (exemplifique).
- e) _____

20. No quesito acesso ao emprego, houve geração de empregos?
