

Universidade Estadual Paulista

Glauce Lunardelli Trevisan

FATORES CONDICIONANTES PARA A
ADOÇÃO DE DEFENSIVOS BIOLÓGICOS
POR PRODUTORES RURAIS

Jaboticabal

2023

GLAUCE LUNARDELLI TREVISAN

FATORES CONDICIONANTES PARA A
ADOÇÃO DE DEFENSIVOS BIOLÓGICOS
POR PRODUTORES RURAIS

Dissertação apresentada à Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”,
como exigência parcial para obtenção do grau de Mestre em Administração.
Área de Concentração: Gestão de Organizações Agroindustriais
Orientador: Prof. Dra. Sheila Farias Alves Garcia

Jaboticabal

2023

Verso da Folha de Rosto

T814f	Trevisan, Glauce Lunardelli Fatores condicionantes para a adoção de defensivos biológicos por produtores rurais / Glauce Lunardelli Trevisan. -- Jaboticabal, 2023 130 p. : tabs. Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal Orientadora: Sheila Farias Alves Garcia 1. Marketing. 2. Controle biológico de pragas. 3. Comportamento do Consumidor. 4. Aceitação de tecnologia. 5. Agricultura. I. Título.
-------	--

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

Impacto Potencial da Pesquisa

Os defensivos biológicos são produtos utilizados na agricultura para controlar insetos pragas, doenças e plantas daninhas, mas diferentemente dos defensivos químicos tradicionais, eles são baseados em organismos vivos, substâncias naturais ou processos biológicos. Esses produtos são projetados para oferecer alternativas mais sustentáveis e amigáveis ao meio ambiente em comparação com os defensivos químicos. Os defensivos biológicos oferecem várias vantagens em comparação com os defensivos químicos tradicionais, tais como menor impacto ambiental, segurança para a saúde humana e animal, menor desenvolvimento de resistência, preservação da biodiversidade, integração mais eficaz no manejo integrado de pragas, menor impacto nas populações benéficas, conformidade com padrões de produção orgânica e potencial de sustentabilidade a longo prazo.

Embora as vantagens dos defensivos biológicos sejam significativas, a sua adoção ainda não está totalmente incorporada no dia a dia dos produtores rurais. Torna-se importante, pois, compreender as motivações dos produtores quanto à sua adoção e os fatores que afetam esta intenção de uso.

Esta pesquisa contribui para a literatura ao promover conhecimento sobre os fatores que influenciam a adoção de defensivos biológicos por produtores rurais. Do ponto de vista acadêmico, o modelo teórico aqui proposto pode servir para estudar comportamentos futuros quanto à adoção desse tipo de tecnologia por produtores rurais. Na perspectiva gerencial, o conhecimento a respeito do comportamento do produtor rural pode auxiliar na pesquisa e desenvolvimento de produtos que atendam as necessidades específicas de acordo com diferentes perfis de segmentação. Para a indústria e fornecedores de tecnologia, o estudo pode mostrar quais barreiras e preocupações eles podem enfrentar para aumentar a adoção de seus produtos. Para as agências e executivos de marketing, contribui para a compreensão dos fatores que influenciam a adoção e o emprego de novas tecnologias, o que pode levar a melhores decisões para o marketing de produto/serviço. Do ponto de vista social, um melhor entendimento da aceitação de defensivos biológicos e suas consequências podem contribuir para uma produção agrícola mais sustentável e para alimentos mais saudáveis.

Potential Impact of Research

Biological pesticides are products used in agriculture to control insect pests, diseases and weeds, but unlike traditional chemical pesticides, they are based on living organisms, natural substances or biological processes. These products are designed to offer more sustainable and environmentally friendly alternatives to chemical pesticides. Biological pesticides offer several advantages compared to traditional chemical pesticides, such as lower environmental impact, safety for human and animal health, lower resistance development, preservation of biodiversity, more effective integration into integrated pest management, lower impact on beneficial populations, compliance with organic production standards and long-term sustainability potential.

Although the advantages of biological pesticides are significant, their adoption has not yet been fully incorporated into farmers' daily lives. It is therefore important to understand producers' motivations for adopting them and the factors that affect their intention to use them.

This research contributes to the literature by promoting knowledge about the factors that influence the adoption of biological pesticides by rural producers. From an academic point of view, the theoretical model proposed here can be used to study future behavior regarding the adoption of this type of technology by rural producers. From a managerial perspective, knowledge of farmers' behavior can help in the research and development of products that meet specific needs according to different segmentation profiles. For the industry and technology suppliers, the study can show what barriers and concerns they may face in order to increase the adoption of their products. For marketing agencies and executives, it contributes to understanding the factors that influence the adoption and use of new technologies, which can lead to better decisions for product/service marketing. From a social point of view, a better understanding of the acceptance of biological pesticides and their consequences can contribute to more sustainable agricultural production and healthier food.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: FATORES CONDICIONANTES PARA A ADOÇÃO DE DEFENSIVOS BIOLÓGICOS POR PRODUTORES RURAIS

AUTORA: GLAUCE LUNARDELLI TREVISAN
ORIENTADORA: SHEILA FARIAS ALVES GARCIA

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em Administração, área: Gestão de Organizações Agroindustriais pela Comissão Examinadora:

 Documento assinado digitalmente
SHEILA FARIAS ALVES GARCIA
Data: 14/11/2023 15:48:55-0300
Verifique em <https://validar.jil.gov.br>

Profa. Dra. SHEILA FARIAS ALVES GARCIA (Participação Virtual)
Departamento de Economia Administração e Educação / FCAV UNESP Jaboticabal

 Documento assinado digitalmente
DIRCEU DA SILVA
Data: 14/11/2023 15:38:38-0300
Verifique em <https://validar.jil.gov.br>

Prof. Dr. DIRCEU DA SILVA (Participação Virtual)
Departamento de Educação / Universidade de Campinas (UNICAMP) - Campinas/SP

 Documento assinado digitalmente
PEDRO LUIS DA COSTA AGUIAR ALVES
Data: 14/11/2023 16:00:25-0300
Verifique em <https://validar.jil.gov.br>

Prof. Dr. PEDRO LUÍS DA COSTA AGUIAR ALVES (Participação Virtual)
Departamento de Biologia / FCAV UNESP Jaboticabal

Jaboticabal, 31 de outubro de 2023

Dedicatória

Para Madalena.

Agradecimentos

Agradeço aos meus pais, meu porto-seguro.

Agradeço meu parceiro de vida, Raul Otuzi, com quem divido as dores, alegrias, conquistas e projetos de futuro.

Agradeço minha orientadora, Profa. Sheila Farias Alves Garcia, pela disposição, troca de ideias e, sobretudo, pela paciência com as “idas e vindas”.

Aos Professores Pedro Luís da Costa Aguiar Alves e Dirceu da Silva, que muito colaboraram na finalização desse trabalho, com grandes sugestões e discussões.

Ao Professor Sérgio Rangel Fernandes Figueira, sempre atencioso em todas as solicitações ao longo do percurso do curso.

Aos meus colegas de disciplinas.

Aos docentes do Curso do Mestrado em Administração da FCAV, se houvesse tempo, teria feito todas as disciplinas ofertadas!

Aos funcionários da Sessão de Pós-Graduação e de Comunicação da FCAV, acolhedores e “socorristas dos percalços”.

Aos respondentes da pesquisa.

Aos colegas da Markestrat Group, que colaboraram compartilhando o questionário de pesquisa com produtores rurais.

Grata por fazerem parte de mais essa conquista!

Epígrafe

“Educar é mostrar a vida a quem ainda não a viu”.

Rubem Alves_

Conversas sobre educação. São Paulo: Verus, 2010.

RESUMO

Objetivo

Este trabalho teve por objetivo investigar os fatores condicionantes da atitude favorável, da intenção de uso e da aceitação da tecnologia de defensivos biológicos agrícolas por produtores rurais.

Metodologia / Procedimentos de Pesquisa

Por meio da construção de um modelo teórico baseado na Teoria do Comportamento Planejado (TPB) de Ajzen & fishbein (1980) e do Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM) de Davis (1989), foi realizada uma pesquisa quantitativa (survey), utilizando um instrumento de coleta de dados estruturado, composto por escalas métricas validadas por outros autores e adaptadas para o estudo. O levantamento dos dados ocorreu através da aplicação de um questionário para autopreenchimento, por meio eletrônico em uma amostra composta por produtores ou decisores de compra de insumos em todo território brasileiro. Os dados foram analisados por meio de estatística descritiva e da aplicação da Modelagem de Equações Estruturais (SEM), com Mínimos Quadrados Parciais e Modelos de Caminhos (PLS-PM) utilizando o software SmartPLS 2.0.

Resultados e Discussões

Os construtos do modelo TPB (atitude, norma subjetiva e controle comportamental percebido) foram responsáveis por 41,3% da variância na intenção de uso de defensivos biológicos na produção. No modelo TAM, a atitude, mediada pela utilidade percebida e pela facilidade de uso percebida capturou 31,4% da variância na intenção. Os resultados apontam que o modelo TPB apresenta maior poder de explicação da intenção em relação ao TAM; porém, em relação aos impactos das variáveis endógenas, o TAM apresenta melhor resultado para explicar a intenção de uso dos defensivos, por meio da mediação completa na facilidade de uso percebida. Dessa forma, ações que mostrem ao produtor as facilidades de uso que os defensivos biológicos oferecem e favoreçam a percepção de utilidade do insumo, são estratégias para motivar uma atitude positiva em relação à intenção de uso e à sua adoção da tecnologia.

Implicações Gerenciais

Os consumidores passaram a exigir produtos cada vez mais alinhados às questões de sustentabilidade. Para a agricultura e seus setores atenderem à essa demanda, a produtividade e a sustentabilidade das práticas agrícolas devem ser melhoradas e novas estratégias devem ser encontradas. O uso de defensivos biológicos na agricultura cumpre esse papel, permitindo aos agricultores produzirem de maneira sustentável, tanto em relação ao meio ambiente quanto em relação à saúde. Apesar de oferecerem tais vantagens, há fatores que limitam sua adoção plena, como conscientização insuficiente sobre a tecnologia, especialmente entre os pequenos produtores, investidores e formuladores de políticas públicas. A aplicação do conhecimento e das teorias desenvolvidas no Estudo do Comportamento do Consumidor podem contribuir para explicar o que influencia o comportamento de adoção dessa tecnologia e quais são as principais barreiras, inclusive possibilitando calcular o impacto que cada fator de influência tem na formação de atitude e na aceitação dos defensivos biológicos.

Conclusões e Limitações da Pesquisa

Os modelos teóricos testados neste estudo permitiram concluir que a aceitação dos defensivos biológicos pelos produtores rurais depende da criação de um ambiente favorável que forneça informações sobre o insumo, elucidando as facilidades de seu uso e as vantagens em sua utilização na fazenda. Nesse sentido, sugere-se que as empresas de defensivos biológicos desenvolvam estratégias que possibilitem oferta contínua de serviços de suporte técnico, extensão e treinamento e de produtos para os agricultores, de modo a garantir um maior acesso desse tipo de insumo para uma produção agrícola sustentável e de qualidade e um consumo saudável. Como limitação, o estudo investigou as variáveis clássicas dos modelos TPB e TAM em uma amostra pequena de produtores rurais brasileiros, o que pode não ter sido suficientes para explicar o comportamento de adoção dos defensivos biológicos, uma vez que a adoção de tecnologia depende não só das características do indivíduo, mas também das características da tecnologia ao longo do tempo.

Originalidade

Publicações sobre os fatores que influenciam a adoção de defensivos biológicos agrícolas por produtores rurais brasileiros são escassas ou têm abordagens descritivas. Este estudo contribui no sentido de fornecer dados a respeito das características sociais dos produtores e suas percepções a respeito da tecnologia.

Palavras-chaves: Comportamento do consumidor, Controle biológico, Aceitação de tecnologia, Marketing, Agricultura

Abstract

Purpose

This study aimed to investigate the conditioning factors of the favorable attitude, the intention to use and the acceptance of the technology of agricultural biological pesticides by rural producers.

Design/methodology

Through the construction of a theoretical model based on the Theory of Planned Behavior (TPB) of Ajzen & Fishbein (1980) and the Technology Acceptance Model (TAM) of Davis (1989), a quantitative survey was carried out, using a structured data collection instrument, composed of metric scales validated by other authors and adapted for the study. Data collection occurred through the application of a questionnaire for self-completion, by electronic means in a sample composed of producers or decision-makers of purchase of inputs throughout the Brazilian territory. Data were analyzed using descriptive statistics and the application of Structural Equation Modeling (SEM), with Partial Least Squares and Path Models (PLS-PM) using the SmartPLS 2.0 software.

Findings and Discussions

The constructs of the BPD model (attitude, subjective norm and perceived behavioral control) were responsible for 41.3% of the variance in the intention to use biological pesticides in production. In the TAM model, attitude, mediated by perceived utility and perceived ease of use, captured 31.4% of the variance in intention. The results indicate that the TPB model has greater power to explain the intention in relation to the TAM; however, in relation to the impacts of the endogenous variables, the TAM presents a better result to explain the intention to use the pesticides, through complete mediation in the perceived ease of use. Thus, actions that show the producer the ease of use that biological pesticides offer and favor the perception of usefulness of the input, are strategies to motivate a positive attitude towards the intention of use and its adoption of the technology.

Management Implication

Consumers began to demand products that were increasingly aligned with sustainability issues. For agriculture and its sectors to meet this demand, the productivity and sustainability of agricultural practices must be improved, and new strategies must be found. The use of biological pesticides in agriculture fulfills this role, allowing farmers to produce in a sustainable way, both in relation to the environment and in relation to health. Despite offering such advantages, there are factors that limit their full adoption, such as insufficient awareness of the technology, especially among small producers, investors and policymakers. The application of the knowledge and theories developed in the Study of Consumer Behavior can contribute to explain what influences the adoption behavior of this technology and what are the main barriers, including making it possible to calculate the impact that each influence factor has on the formation of attitude and the acceptance of biological pesticides.

Conclusion and Research limitations

The theoretical models tested in this study allowed us to conclude that the acceptance of biological pesticides by rural producers depends on the creation of a favorable

environment that provides information about the input, elucidating the ease of its use and the advantages of its use on the farm. In this sense, it is suggested that biological pesticide companies develop strategies that enable the continuous supply of technical support, extension and training services and products for farmers, in order to guarantee greater access to this type of input for sustainable agricultural production, quality and healthy consumption. As a limitation, the study investigated the classic variables of the TPB and TAM models in a small sample of Brazilian rural producers, which may not have been sufficient to explain the adoption behavior of biological pesticides, since the adoption of technology depends not only the characteristics of the individual, but also the characteristics of technology over time.

Originality

Publications on the factors that influence the adoption of agricultural biological pesticides by Brazilian rural producers are scarce or have descriptive approaches. This study contributes to providing data about the social characteristics of producers and their perceptions about technology.

Keywords: consumer behavior, biological control, technology acceptance

Lista de Abreviaturas

UNESP – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

FAO - Food and Agriculture Organization (faz parte da Organização das Nações Unidas - ONU)

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária

ABRASCO - Associação Brasileira de Saúde Coletiva

D.O.U. Diário Oficial da União

MIP- manejo integrado de pragas

MID - manejo integrado de doenças

TRA - Theory of Reasoned Action - Teoria da Ação Racional

TPB - Theory of Planned Behavior ou Teoria do Comportamento Planejado

TAM - Technology Acceptance Model ou Modelo de Aceitação de Tecnologia

IDT- Teoria da Difusão da Inovação

SCT - Teoria Cognitiva Social

MPU - Modelo de Utilidade Percebida

MM - Modelo Motivacional

UTAUT- Teoria Unificada de Aceitação e Uso de Tecnologia

SEM - Modelagem de Equações Estruturais

PLS-PM - Mínimos Quadrados Parciais e Modelos de Caminhos

DOI, Digital Object Identifier (Identificador de Objeto Digital)

ATT - Atitude

INT - Intenção

NS - Norma subjetiva

CCP - Controle Comportamental percebido

UP - Utilidade percebida

FACP - Facilidade de uso percebida

Lista de Figuras

Figura 1. Etapas do desenvolvimento e produção de defensivos biológicos.

Figura 2. Mercado de defensivos biológicos.

Figura 3. Pesquisa sobre defensivos biológicos no Brasil.

Figura 4. Relação integrada entre modelos de aceitação de tecnologia anterior.

Figura 5. Teoria da Ação Planejada – TRA.

Figura 6. Teoria do Comportamento Planejado.

Figura 7. Teoria da Aceitação de tecnologia - TAM (Davis *et al.*, 1992).

Figura 8. Modelos teóricos propostos para explicar os fatores determinantes de adoção de defensivos biológicos por produtores rurais. a) TPB; b) TAM

Figura 9. Conhecimento sobre o que são defensivos biológicos (frequência em porcentagem).

Figura 10. Distribuição geográfica das propriedades cujos dos participantes utilizam defensivos biológicos na produção.

Figura 11. Principais culturas produzidas por produtores usuários de defensivos biológicos

Figura 12: Modelo da Equação Estrutural Ajustado - TPB.

Figura 13: Modelo da Equação Estrutural Ajustado - TAM

Lista de Quadros

Quadro 1. Classificação dos produtos de controle biológico no Brasil, segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2020).

Quadro 2. Definição de Comportamento do consumidor por diferentes autores.

Quadro 3. Modelos teóricos de estudo do comportamento de aceitação de tecnologias.

Quadro 4. Artigos científicos envolvendo o estudo do comportamento do produtor rural em relação à adoção de tecnologias sustentáveis de manejo integrado de pragas/controle biológico.

Quadro 5. Estudos que analisaram o comportamento do agricultor utilizando a TPB e agricultores.

Quadro 6: Etapas e características da pesquisa

Quadro 7. Construtos TPB e TAM variáveis com escalas validadas, selecionados para a pesquisa.

Lista de Tabelas

Tabela 1. Perfil da amostra estudada.

Tabela 2. Produtores rurais da amostra que fazem uso de defensivos biológicos.

Tabela 3. Defensivos microbiológicos apresentados na pesquisa e identificados pelos respondentes da amostra estudada.

Tabela 4: Estatísticas descritivas das variáveis analisadas neste estudo.

Tabela 5: Análise do modelo de mensuração -TPB: Matriz de correlações entre as variáveis latentes; Variâncias Médias Extraídas (Average Variance Extracted – AVEs); Confiabilidade dos indicadores: pelo alfa de Cronbach (AC) e pela confiabilidade composta (CC - Rho de Dillon-Goldstein).

Tabela 6: Resultados do Modelo estrutural TPB

Tabela 7: Análise do modelo de mensuração -TAM: Matriz de correlações entre as variáveis latentes; Variâncias Médias Extraídas (Average Variance Extracted – AVEs); Confiabilidade dos indicadores: pelo alfa de Cronbach (AC) e pela confiabilidade composta (CC - Rho de Dillon-Goldstein).

Tabela 8: Resultados do Modelo estrutural TAM

Tabela 9: Relações Indireta (mediações)

Tabela 10: Efeito Total (Direto +Indireto)

Tabela 11: Análise Comparativa dos Modelos TPB e TAM

Lista de Anexos

ANEXO 1. Cargas fatoriais cruzadas (TPB)

ANEXO 2. Cargas fatoriais cruzadas (TPB)

ANEXO 3. Termo de Consentimento Livre Esclarecido – TCLE

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	17
1.1. PROBLEMA DE PESQUISA.....	19
1.2. OBJETIVOS.....	20
1.2.1. <i>Objetivo geral</i>	20
1.2.2. <i>Objetivos específicos</i>	21
1.2.3. <i>Justificativa</i>	21
1.2.4. <i>Estrutura do trabalho</i>	25
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	27
2.1. DEFENSIVOS BIOLÓGICOS.....	27
2.1.1. <i>Categorias de Defensivos Biológicos</i>	28
2.1.2. <i>Defensivos biológicos vs defensivos químicos</i>	31
2.1.3. <i>Produção de defensivos biológicos</i>	33
2.1.4. <i>Registro e aspectos legais</i>	34
2.1.5. <i>Exploração comercial de defensivos biológicos</i>	35
2.1.6. <i>Mercado de defensivos biológicos no Brasil</i>	37
2.1.7. <i>Produtores Rurais e a agricultura sustentável: o caso brasileiro</i>	40
2.2. ESTUDO DO COMPORTAMENTO DO CONSUMIDOR.....	41
2.2.1. <i>Determinantes de Adoção de Comportamento</i>	44
2.2.2. <i>Os modelos de aceitação de tecnologia derivados da TRA</i>	46
2.2.3. <i>Análise do comportamento do produtor rural e adoção de tecnologias</i>	49
2.3. ELABORAÇÃO DOS MODELOS CONCEITUAIS PARA A PESQUISA.....	59
3. MATERIAL E MÉTODOS	67
3.1. POPULAÇÃO E AMOSTRA.....	68
3.2. INSTRUMENTO DE PESQUISA.....	69
3.3. COLETA DE DADOS.....	73
3.4. ANÁLISE DE DADOS.....	73
4. RESULTADOS.....	74
4.1. PERFIL DA AMOSTRA.....	74
4.2. ANÁLISE DESCRITIVA DAS VARIÁVEIS OBSERVÁVEIS DE CADA CONSTRUTO.....	78
4.2.1. <i>Análise do Modelo TPB</i>	81
4.2.1.1. <i>Análise do modelo de mensuração</i>	81
4.2.1.2. <i>Análise do modelo estrutural</i>	83
4.2.2. <i>Análise do Modelo TAM</i>	85
4.2.2.1. <i>Análise do modelo de mensuração</i>	85
4.2.2.2. <i>Análise do modelo estrutural</i>	86
4.3. ANÁLISE COMPARATIVA.....	90
5. DISCUSSÃO.....	91
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	103
6.1. CONCLUSÃO.....	103
6.2. LIMITAÇÕES DA PESQUISA E ESTUDOS FUTUROS.....	104
7. REFERÊNCIAS	106
8. ANEXOS.....	126

1. INTRODUÇÃO

A agricultura é uma das práticas mais importantes desenvolvidas pela humanidade para sua sobrevivência. Graças à agricultura, os humanos deixaram o estilo de vida nômade e se estabeleceram em agrupamentos como cidades, vilas e vilarejos. Porém, com o aumento das populações nesses agrupamentos, a pressão sobre a agricultura também aumentou. Com a limitação de terras férteis disponíveis, houve a necessidade de se “transformar” espaços férteis usando meios, tais como fertilizantes químicos e de se evitar a infestação da lavoura por insetos ou microrganismos patógenos, por meio do uso de defensivos químicos, resultando em um boom no setor agrícola, o que possibilitou alimentar a maior parte da população humana em constante crescimento (FAO, 2020).

A introdução, em grande escala, de defensivos e de fertilizantes químicos constitui um importante indicador da insustentabilidade do modo de produção. O uso de defensivos químicos está associado a problemas de saúde pública, sendo frequentemente causa de intoxicação de agricultores e trabalhadores rurais (ABRASCO, 2012), além de deixarem resíduos acima do permitido nos alimentos consumidos em quase todas as capitais brasileiras (ANVISA, 2015).

O uso excessivo de produtos químicos no setor agrícola também levou a problemas ambientais deletérios, como poluição do solo, ar e água, salinidade do solo, desenvolvimento de resistência de pragas, perda de fertilidade do solo, representando sérias ameaças à segurança alimentar, à biodiversidade e à saúde humana (ARORA, 2018). Os fertilizantes e, em particular, os defensivos químicos, agravaram as taxas de extinção nos últimos 50 anos, causando a eliminação de espécies que afetam especialmente a diversidade microbiana e aumentam a taxa de gases de efeito estufa, causando o aquecimento global e mudanças climáticas. Para remediar estes problemas, tornou-se indispensável a busca de abordagens sustentáveis no setor agrícola, para melhorar a segurança alimentar e qualidade nutricional (ARORA, 2018).

Um dos grandes desafios da agricultura mundial para os próximos anos diz respeito à gestão das áreas de cultivo, principalmente no que diz respeito ao desenvolvimento de novas tecnologias que otimizem a exploração das áreas de plantio. Além da necessidade da especialização agrícola, existe uma maior exigência do

consumidor pela qualidade dos alimentos, o que interferirá, cada vez mais, diretamente nos sistemas produtivos (FONTES & VALADARES-INGLIS, 2020).

O uso de insumos de origem biológica, os chamados bioinsumos é uma dessas abordagens sustentáveis.

O conceito de bioinsumos é bastante amplo. Com base no Decreto nº 10.375, de 2020:

“considera-se bioinsumo o produto, o processo ou a tecnologia de origem vegetal, animal ou microbiana, destinado ao uso na produção, no armazenamento e no beneficiamento de produtos agropecuários, nos sistemas de produção aquáticos ou de florestas plantadas, que interfiram positivamente no crescimento, no desenvolvimento e no mecanismo de resposta de animais, de plantas, de microrganismos e de substâncias derivadas e que interajam com os produtos e os processos físico-químicos e biológicos.”

(D.O.U, DECRETO Nº 10.375, DE 26 DE MAIO DE 2020).

Assim, são diversos os tipos e as finalidades de bioinsumos incluídos nessa definição, tais como biofertilizantes, bioestimulantes, promotores de crescimento de plantas, ingredientes para nutrição de plantas e animais, substâncias bioativas, extratos de plantas, agentes de controle biológico de pragas e doenças, e outros.

Entre os vários bioinsumos existentes, destacamos o foco de interesse desse estudo: os produtos biológicos para controle de pragas e doenças presentes na agricultura, também chamados de defensivos biológicos, produtos de controle biológico, biopesticidas ou biodefensivos. A fim de evitar confusões nas definições ao longo dessa dissertação, adotaremos, por definição, o termo “defensivos biológicos” quando nos referirmos a esses insumos.

Os agentes de controle biológico são macrorganismos (como ácaros, insetos e nematóides) ou microrganismos (vírus, bactérias e fungos) que agem como defensivos biológicos naturais contra insetos ou microrganismos que causam danos agrícolas, agindo diretamente sobre o alvo (por meio de parasitismo e/ou predação), ou produzindo metabólitos que agem quimicamente contra os agentes nocivos, na forma de defensivos semioquímicos (feromônios) ou bioquímicos (hormônios) (MAPA, 2022).

Desde a Antiguidade, agricultores já usavam, intuitivamente, certos organismos para suprimir pragas. Registros feitos no Egito há cerca de 4 mil anos retratam gatos sendo mantidos para proteger grãos armazenados contra roedores. Ao proteger o suprimento de alimentos dos humanos contra as pragas, esses animais estariam entre os primeiros agentes de controle biológico usados no mundo (SMITH & KENNEDY, 2009).

O controle biológico ocorre naturalmente em qualquer ecossistema sem a necessidade da ação humana, mas o homem pode interferir, manipular e facilitar a ação do agente de controle biológico (FONTES & VALADARES-INGLIS, 2020).

Dessa forma, a ação humana usa o controle biológico na agricultura por meio de práticas de manejo, como o manejo integrado de pragas (MIP) e de manejo integrado de doenças (MID) (MARRONE *et al.*, 2019). O desenvolvimento do controle biológico na América Latina foi amplamente abordado por Alves e Lopes (2008) e, no Brasil, por Parra (2014).

O controle e o manejo integrado de pragas por meio do uso de defensivos biológicos têm crescido no Brasil (BETTIOL & MEDEIROS, 2023). A adoção dos defensivos biológicos na agricultura tem várias vantagens sobre os defensivos químicos convencionais: são ambientalmente amigáveis, específicos e não deletérios para organismos não-alvo, portanto, suficientemente potentes para substituir os defensivos sintéticos para o manejo de pragas (SABERI *et al.*, 2020).

1.1. PROBLEMA DE PESQUISA

Apesar de oferecerem vantagens em relação aos defensivos químicos, como ambiente seguro e alimentos saudáveis para consumo humano, há fatores que limitam a adoção plena dos defensivos biológicos como opções de manejo de pragas e doenças por parte dos agricultores.

Os fatores que influenciam na decisão de adotar um produto ou serviço, do ponto de vista racional e teórico, podem ser avaliados a partir do estudo do comportamento do consumidor. O estudo dos consumidores, de suas atitudes e decisões de compra pode levar a uma maior eficiência no desenvolvimento, produção e distribuição de produtos e/ou serviços (GALALAE & VOICU, 2013).

A aplicação do conhecimento e teorias desenvolvidas na Escola do Comportamento do Consumidor têm sido aplicadas nas mais diversas áreas, como a medicina, o esporte, a educação, a política e por que não, o agronegócio. Em qualquer área em que houver troca baseada na percepção de valor, para suprir necessidades e gerar benefícios a ambas as partes, o marketing, apoiado em suas teorias e técnicas, pode estar presente.

No caso específico desta pesquisa, a adoção do uso de defensivos biológicos pelos produtores rurais, constitui-se em um comportamento que pode ser estudado pelo foco do consumo. O aporte teórico do Estudo do Comportamento do Consumidor pode contribuir para explicar o que influencia o comportamento de adoção dessa tecnologia e quais são as principais barreiras. Pode-se, inclusive, calcular o impacto que cada fator de influência tem na formação de atitude e na intenção de uso dos defensivos biológicos.

Assim, formulou-se o seguinte problema de pesquisa:

“identificar quais os fatores determinantes da atitude favorável, da intenção de usar e do uso de defensivos biológicos agrícolas por produtores rurais?”

Compreender os elementos que compõem o perfil dos produtores rurais e identificar os fatores que afetam a intenção e a adoção de defensivos biológicos na sua produção seria um primeiro passo para um planejamento de ações de incentivo ao uso dessas tecnologias, podendo contribuir na formulação de políticas públicas com vistas a estimular os agricultores a aumentar a qualidade dos alimentos produzidos, bem como contribuir para a elaboração de estratégias que visem melhorar a segurança e estimular uma produção agrícola mais sustentável (BONDORI *et al.*, 2018; BAGHERI *et al.*, 2018; BAGHERI *et al.*, 2019, SAVARI *et al.*, 2020).

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo geral

Considerando o cenário apresentado, este trabalho tem por objetivo analisar os fatores que condicionam a intenção de produtores rurais em adotar o uso da tecnologia dos defensivos biológicos em suas culturas agrícolas.

1.2.2. Objetivos específicos

Visando a consecução do objetivo geral, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

1. Compreender o estado da arte sobre os defensivos biológicos, identificando na literatura os principais atributos, benefícios, vantagens e desvantagens percebidos no processo de adoção desse tipo de tecnologia.
2. Construir modelos conceituais que sirvam para explicar o comportamento de adoção de defensivos biológicos por produtores rurais, a partir dos referenciais teóricos da Teoria do Comportamento Planejado – TPB (Theory of Planned Behavior) e do Modelo de Aceitação de Tecnologia – TAM (Technology Acceptance Model).
3. Avaliar o poder de explicação dos modelos conceituais propostos, que possibilitem compreender o comportamento do produtor frente à adoção dos defensivos biológicos contra controle de pragas.

1.2.3. Justificativa

O Brasil tornou-se o maior produtor e consumidor de bioinsumos para a agricultura, sobretudo produtos direcionados ao controle biológico de pragas (BETTIOL & MEDEIROS, 2023). Esse posicionamento diz respeito à extensão de áreas cultivadas, à ocupação constante dessas áreas e às condições climáticas características do País (BETTIOL & MEDEIROS, 2023).

Durante muitos anos, devido à baixa concorrência com os defensivos químicos e ao desinteresse das grandes empresas, os produtos biológicos eram, em sua maioria, produzidos pelos próprios agricultores (produção *on farm*) ou vendidos sem registro. Esse cenário passou a mudar no início dos anos 2000, quando as empresas de produtos biológicos foram pressionadas a registrar seus produtos seguindo a legislação de agrotóxicos.

Sob os aspectos da legislação brasileira, muitos bioinsumos são enquadrados como agrotóxicos. Por conceito, agrotóxicos são os produtos e os agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de

florestas, nativas ou implantadas, e de outros ecossistemas e também de ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos (BRASIL, 1989).

Embora o controle biológico se baseie em processos e recursos de ocorrência natural, a sua utilização e comercialização no Brasil se dá por meio de produtos enquadrados e regulados pela Lei de Agrotóxicos, Componentes e Afins – Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989.

Dessa forma, do ponto de vista regulatório, produtos utilizados para o controle biológico de pragas (defensivos biológicos) que se enquadram no conceito de agrotóxicos devem ser registrados para fins de comercialização, pois o Decreto nº 4.074, de 04 de janeiro de 2002, regulamentador da Lei de Agrotóxicos, determina que os produtos abarcados pelo escopo da norma só poderão ser produzidos, manipulados, importados, exportados, comercializados e utilizados no território nacional se previamente registrados no órgão federal competente (BRASIL, 2002).

Com o crescimento do mercado de defensivos biológicos e com os problemas observados pelo uso dos agrotóxicos, a legislação foi alterada para priorizar o registro dos produtos biológicos. Outra melhoria importante na legislação foi o registro desses defensivos por alvo, e não por cultura, como ocorre com os agrotóxicos. Esse aprimoramento regulatório, fomentou o registro e adoção de biológicos (BETTIOL & MEDEIROS, 2023).

Além das questões legais que favoreceram a oferta de defensivos biológicos registrados, o Brasil validou as diretrizes para a produção agrícola tropical e se tornou o maior fornecedor das commodities importantes (café, soja, cana-de-açúcar, laranja e muitas outras) e que são produzidas o ano todo, com duas ou até três safras anuais. Embora o clima tropical favoreça o crescimento das plantas, também permite que patógenos, insetos e plantas daninhas se multipliquem ao longo do ano. Com um número limitado de moléculas químicas e cultivares resistentes, o surgimento de populações de pragas resistentes é frequentemente notificado. Dessa forma, o controle biológico se firma como a estratégia plausível para as abordagens de *Manejo Integrado de Pragas* (MIP) (BETTIOL & MEDEIROS, 2023).

Embora tenha havido um aumento no número de registros de produtos para controle biológico (defensivos biológicos), no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) isso não representa a realidade de adoção pelos produtores.

O governo brasileiro vem realizando ações e políticas públicas com o objetivo de incentivar os agricultores a utilizarem produtos de base biológica (bioinsumos) na sua produção. O Programa Nacional de Bioinsumos, iniciado em 26 de maio de 2020 é um exemplo dessas ações, visando atender à crescente demanda do setor produtivo e da sociedade que buscam por produtos cada vez mais sustentáveis (BRASIL, 2020).

Um dos desafios para a real aplicabilidade dos produtos biológicos nas lavouras brasileiras é a conscientização do produtor rural de que esse tipo de técnica tem bons resultados tanto a curto, quanto a médio e longo prazo. Neste contexto, os defensivos biológicos são recursos poderosos, contribuindo positivamente para lavouras cada vez mais saudáveis e rentáveis, inclusive do ponto de vista financeiro.

Os defensivos biológicos, em geral, garantem um maior efeito residual que muitas das alternativas existentes no mercado. Ou seja, garantem um período maior de controle, em níveis de baixo impacto econômico, de pragas, doenças e nematóides. Além disso, é uma importante ferramenta para reduzir os problemas de resistência das plantações pelo uso irracional de defensivos químicos.

A tendência global de ampliação de demanda por alimentos produzidos de forma sustentável traz como consequência natural o crescimento do mercado, além de atender grandes culturas em complementação ao uso de defensivos químicos tradicionais (MAPA, 2020).

Alguns movimentos de empresas internacionais no mercado brasileiro vêm acelerando a produção e comercialização dos biológicos, como a entrada da Koppert no Brasil em 2011, a compra da empresa AgraQuest em 2012 por parte da Bayer Crop Science, a entrada da Lallemand através da aquisição do Laboratório Farroupilha em 2016, a chegada ao Brasil da australiana AgBitech no mesmo ano e a recente aquisição da Valagro por parte da Syngenta. Outras empresas tradicionais em produtos químicos vêm incluindo produtos biológicos em seu portfólio gradativamente. Além disso, várias empresas locais também vêm trabalhando no desenvolvimento deste mercado no Brasil.

Apesar de ser um segmento em franco crescimento, alguns desafios já começam a ser sentidos pelas empresas de biológicos. O portfólio de produtos das empresas é

semelhante e pouco diferenciado. Além disso, o mercado ainda está aberto com a entrada de muitos players, sendo que ainda ocorrerá um processo de seleção e consolidação e somente as empresas com maior poder de inovação (novas soluções, formulações inovadoras, *shelf life*, etc..) e acesso ao mercado permanecerão ativas.

O Brasil, com a sua extensão territorial, traz desafios logísticos relacionados a transporte e armazenagem. Além dos desafios logísticos tradicionais, alguns produtos biológicos são sensíveis, necessitando de câmaras frias para sua armazenagem, ou têm validade (tempo de prateleira ou *shelf life*) demasiadamente curta, requerendo utilização rápida. Soluções e tecnologias relacionadas ao monitoramento de qualidade dos produtos biológicos e extensão de sua validade são ainda oportunidades não endereçadas nesse mercado.

Embora as políticas públicas tenham estimulado os agricultores a buscarem alternativas de manejo nos insumos biológicos, estas ações têm sido incapazes de incentivar seu uso de forma maciça. Torna-se importante, pois, compreender as motivações dos produtores quanto à sua adoção e os fatores que afetam esta intenção de uso. O estudo neste tema torna-se pertinente e relevante na medida em que pode contribuir com o desenvolvimento rural, fortalecendo a visão de estilo de vida sustentável dos indivíduos, por meio das possibilidades de produção livre de resíduos químicos, mais segura, gerando um produto mais saudável e que atenda às expectativas do consumidor moderno. No Brasil, estudos pautados nessa temática com ênfase nas atitudes e comportamentos dos agricultores e pecuaristas em relação à mídia social, são cada vez mais necessários (EMBRAPA, 2018).

Esta pesquisa contribui para a literatura porque (i) promove conhecimento dos fatores que influenciam a adoção de defensivos biológicos por produtores rurais e (ii) desenvolve um modelo integrado para prever comportamentos futuros quanto à adoção desse tipo de tecnologia por produtores rurais.

Para beneficiar profissionais no desenvolvimento de boas práticas e pesquisadores interessados em desenvolver teorias relacionadas à adoção de produtos biológicos, o presente trabalho irá revisar as Teorias do Comportamento e avaliar qual o melhor modelo teórico que possibilite analisar quais os fatores que afetam o comportamento de agricultores em relação à adoção de defensivos biológicos. Esta será a contribuição teórica do trabalho.

Dentro de uma perspectiva gerencial, esta pesquisa é relevante para a pesquisa de novos insumos biológicos, para a indústria e fornecedores desse tipo de tecnologia, para agências e executivos de marketing. O conhecimento do comportamento do produtor rural pode auxiliar na pesquisa e desenvolvimento de produtos que atendam as necessidades específicas de acordo com diferentes perfis de segmentação. Para a indústria e fornecedores de tecnologia, o estudo pode mostrar quais barreiras e preocupações eles podem enfrentar para aumentar a adoção de seus produtos. Para as agências e executivos de marketing, contribui para a compreensão dos fatores que influenciam a adoção e o emprego de novas tecnologias, o que pode levar a melhores decisões para o marketing de produto/serviço.

Do ponto de vista social, um melhor entendimento da aceitação de defensivos biológicos e suas consequências podem contribuir para uma produção agrícola mais sustentável e para alimentos mais saudáveis.

Como se procurou demonstrar, sob os pontos de vista científico, prático e socioeconômico, esta pesquisa preenche lacunas que a tornam relevante. Na próxima seção, apresenta-se o modelo conceitual proposto, assim como a síntese dos aspectos metodológicos que nortearam a investigação empírica.

1.2.4. Estrutura do Trabalho

Para que os objetivos propostos sejam alcançados e buscando nortear os aspectos e variáveis a serem considerados neste trabalho, foi realizado, primeiramente, um levantamento bibliográfico que contemplou os conceitos chave para o desenvolvimento da pesquisa, apresentados na próxima subseção. Foram analisados os trabalhos encontrados na literatura que abordam a adoção de tecnologias sustentáveis, a aceitação de tecnologia e defensivos biológicos/manejo integrado de pragas, em busca de modelos teóricos integrativos capazes de explicar a adoção de defensivos biológicos e de analisar relações causais entre as variáveis estudadas, de modo a predizer comportamentos futuros. A fundamentação teórica possibilitou a proposição dos modelos conceituais apresentados neste trabalho.

Posteriormente, para a avaliação dos modelos propostos e das possíveis relações entre os constructos estabelecidos, foi realizada uma pesquisa quantitativa (survey), utilizando um instrumento de coleta de dados estruturado, composto por escalas

métricas validadas por outros autores e adaptadas para o estudo. O levantamento dos dados ocorreu através da aplicação de um questionário para autopreenchimento, por meio eletrônico. Além da estatística descritiva, para se chegar aos resultados e responder ao problema de pesquisa, os dados foram analisados por meio da estatística multivariada, com a aplicação da Modelagem de Equações Estruturais (SEM), com Mínimos Quadrados Parciais e Modelos de Caminhos (PLS-PM) utilizando o software SmartPLS 2.0.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A primeira etapa da elaboração da fundamentação teórica do trabalho consistiu em uma pesquisa exploratória, cujos objetivos foram proporcionar a familiaridade, o conhecimento e a compreensão do fenômeno estudado, permitindo a clarificação de conceitos relevantes para a evolução do trabalho e auxiliando no desenvolvimento da formulação mais precisa do problema de pesquisa (GIL, 2002). Inicialmente, foi realizada uma pesquisa bibliográfica em profundidade, a fim de construir um referencial teórico acerca do comportamento do consumidor frente ao uso de ferramentas sustentáveis para a produção no campo. Essa atividade possibilitou a identificação das principais teorias e conceitos relacionados à adoção de defensivos biológicos na agricultura.

A etapa exploratória propiciou a definição dos parâmetros a serem utilizados na etapa subsequente, o estudo bibliométrico, como as palavras-chave, que delimitou o foco da pesquisa e a base de dados que retornaram um maior número de estudos relacionados aos objetivos deste trabalho.

Este capítulo subdivide-se em quatro partes, que tem por finalidade apresentar as teorias e referências que fundamentaram teoricamente este trabalho. Na primeira parte, apresenta-se uma breve contextualização acerca dos defensivos biológicos e do perfil dos produtores rurais brasileiros. Em seguida, apresenta-se uma discussão sobre o comportamento do consumidor e os modelos utilizados para analisar a adoção de tecnologia. Na parte final, é apresentada fundamentação e construção das hipóteses e do modelo teórico proposto para avaliar os fatores que afetam o comportamento do produtor rural em adotar o uso de defensivos biológicos.

2.1. DEFENSIVOS BIOLÓGICOS

O interesse da pesquisa é estudar o comportamento do agricultor brasileiro em relação à adoção dos defensivos biológicos em sua produção. Esta seção será dedicada a caracterizar o produto defensivo biológico, sua produção, o mercado e o comportamento do agricultor em relação ao produto.

2.1.1. Categorias de Defensivos Biológicos

A Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (US EPA, 2013) descreve os defensivos biológicos como um termo amplo que inclui substâncias de ocorrência natural que controlam pragas, micro e macro organismos que controlam pragas e substâncias produzidas por plantas que contêm material transgênico. A ação dos defensivos biológicos pode ser direta ou indireta, dependendo do agente e da substância envolvida contra o alvo.

De acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), os defensivos biológicos (controle biológico) fazem parte das técnicas que buscam suprimir a população de uma determinada praga, tornando-a menos abundante ou menos nociva, por meio de organismos vivos. Esses organismos, os agentes de controle biológico, são insetos benéficos, predadores, parasitóides e microrganismos, que podem ser nativos ou exóticos (de outros países), com potencial patogênico contra insetos-praga. Em resumo, o controle biológico tem como premissa o controle de pragas e patógenos usando inimigos naturais que são inofensivos ao meio ambiente e à saúde da população humana (EMBRAPA 2020).

No Brasil, os defensivos biológicos são rotulados em duas grandes categorias, conforme mostrado no Quadro 1: as substâncias químicas naturais (semioquímicos e bioquímicos) e os agentes biológicos de controle (defensivos microbiológicos e defensivos macrobiológicos) (MAPA, 2019).

Quadro 1. Classificação dos produtos de controle biológico no Brasil, segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2020).

CATEGORIAS DOS DEFENSIVOS BIOLÓGICOS			
SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS NATURAIS Metabólitos produzidos por organismos vivos		AGENTES BIOLÓGICOS DE CONTROLE Organismos vivos que controlam populações de pragas e doenças	
Semioquímicos Compostos que induzem respostas comportamentais nos organismos-alvo	Bioquímicos Compostos de origem natural que controlam pragas e doenças	Microbiológicos	Macrobiológicos
• Feromônios • Aleloquímicos	• Hormônios reguladores de crescimento • Enzimas	• Vírus • Bactérias • Protozoários • Fungos	• Insetos • Ácaros • Nematóides

Fonte: adaptado pela autora a partir de MAPA (2020).

a) Substâncias químicas naturais

Os defensivos químicos naturais são produtos biológicos, usados para controlar pragas através de mecanismos não tóxicos, enquanto os defensivos químicos usam moléculas sintéticas que matam diretamente as pragas. Os defensivos químicos naturais são ainda classificados em diferentes tipos, dependendo se eles funcionam no controle de infestações de pragas: por meio da exploração de feromônios (semioquímicos), ou reguladores naturais de crescimento de insetos (bioquímicos).

Os feromônios são produtos químicos produzidos por insetos, sendo utilizados para evitar o sucesso do acasalamento, reduzindo, assim, o número de descendentes. Os feromônios de insetos não são verdadeiros 'inseticidas', pois não matam, mas afetam o comportamento dos insetos (revisto em KUMAR *et al.*, 2021).

Os defensivos bioquímicos são os reguladores do crescimento de insetos. Os reguladores de crescimento de insetos inibem certos processos fundamentais necessários para a sobrevivência dos insetos, matando-os de maneira seletiva, sendo menos tóxicos para organismos não-alvo (revisto em KUMAR *et al.*, 2021). Embora sejam de baixa toxicidade para os seres humanos, eles impedem a reprodução, a eclosão de ovos e a muda de um estágio para o outro nos insetos jovens.

Além dos defensivos semioquímicos e bioquímicos, uma outra categoria de defensivos biológicos inclui os **Protetores incorporados à Plantas** (PIPs), produzidos através da manipulação humana por meio de engenharia genética e biotecnologia. Os **Protetores incorporados à Planta** são proteínas produzidas por plantas a partir de material genético transgênico. Também são chamados de produtos não convencionais de controle de pragas (KUMAR *et al.*, 2021). Por exemplo, um gene para uma toxina Bt específica da bactéria *Bacillus thuringiensis* pode ser introduzida no material genético vegetal. Posteriormente, a planta, ao invés da bactéria, fabrica a proteína que a torna resistente ao ataque de pragas. Estas proteínas ou genes têm sido produzidos comercialmente e incorporados em algumas culturas. Exemplos dessas culturas incluem milho (*Zea mays*), arroz (*Oryza sativa*), soja (*Glycine max*), tabaco (*Nicotiana tabacum*), cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*), batata (*Solanum tuberosum*), alfafa (*Medicago sativa*), tomate (*Solanum lycopersicum*), brassica (*Brassica spp.*) e algodão (*Gossypium hirsutum*). Essa solução permite uma maior cobertura, alcançando locais em plantas inacessíveis por pulverizações foliares (USTA 2013).

b) Agentes biológicos de controle

Os agentes biológicos de controle são organismos vivos que controlam populações de pragas e doenças, sendo utilizados nas práticas de Manejo Integrado Pragas (MIP) e Manejo Integrado de Doenças (MID), respectivamente. São categorizados, de acordo com o agente, em defensivos microbiológicos ou defensivos macrobiológicos.

Os defensivos microbiológicos são aqueles que agem tendo microrganismos (por exemplo, bactérias, fungos, vírus, algas e protozoários) como agentes ativos. Estas classes de defensivos biológicos têm sido bem-sucedidas no controle de insetos, patógenos e plantas daninhas.

Embora cada agente microbiano ativo seja relativamente específico para sua praga alvo, defensivos microbiológicos são relativamente de amplo espectro e podem controlar muitos tipos de pragas (XIAOMAN *et al.*, 2021). Por exemplo, existem fungos que matam insetos específicos enquanto outros fungos podem controlar certas plantas daninhas, por meio da ação de toxinas específicas para o agente que causa a doença a ser controlada (USTA, 2013).

O defensivo microbiológico mais amplamente utilizado é uma toxina produzida pela bactéria patogênica *Bacillus thuringiensis* (Bt). A bactéria produz uma proteína cristal, denominado Bt δ -endotoxina, durante a formação de esporos bacterianos e este composto pode causar a lise das células intestinais quando consumidas por insetos suscetíveis (GILL *et al.* 1992).

Outros defensivos microbiológicos incluem bioprodutos à base de baculovírus entomopatogênicos e fungos. Os baculovírus são altamente seletivos, específicos do hospedeiro, infectando principalmente insetos. Cerca da metade de todos esses bioprodutos são desenvolvidos e fornecidos por empresas na América Central e do Sul, conforme documentado por Faria e Wraight (2007).

Já a utilização de macrorganismos é reconhecida como uma das primeiras práticas de controle biológico no campo. Há mais de 3.000 mil anos, agricultores chineses utilizavam ninhos de formigas da espécie *Oecophylla smaragdina* para protegerem as laranjeiras contra outros insetos-pragas, como as lagartas. No Brasil, os primeiros macrorganismos a serem utilizados como ferramentas de controle biológico

foram as vespas *Encarsia berlesei* e *Aphelinus mali*, capazes de parasitar a cochonilha-do-pessegueiro e o pulgão-da-macieira. Ambos os agentes biológicos foram eficientes no controle dessas pragas na década de 1920 (FONTES & VALADARES-INGLIS, 2020).

Entre os agentes macrobiológicos utilizados na agricultura, os mais populares são *Cotesia flavipes* e *Trichogramma galloi*, que controlam a principal praga da cana-de-açúcar, a broca-da-cana. Ambos os insetos são vespas que parasitam diferentes estágios da broca. Enquanto *C. flavipes* coloca seus ovos no interior da lagarta, a *T. galloi* deposita seus ovos dentro dos próprios ovos da praga alvo. Ao eclodirem dentro da lagarta ou do ovo da broca da cana, as larvas das vespas a matam. Assim, o produtor controla a lagarta em dois estágios diferentes do seu ciclo de vida: lagarta e ovo (FONTES & VALADARES-INGLIS, 2020).

Já o emprego de ácaros como agentes de controle biológico teve início na década de 1960 (FONTES & VALADARES-INGLIS, 2020). Também chamados de fitoseídeos, esses ácaros costumam ser maiores que outros ácaros que vivem nas plantas e se movimentam de forma mais rápida, sendo excelentes predadores. Esses macrorganismos têm sido produzidos e comercializados, principalmente para o controle do ácaro rajado. Uma grande vantagem desses agentes biológicos de controle é a sua alta resistência a defensivos químicos, permitindo sua liberação em campo mesmo quando esses produtos precisam ser usados para o controle de outros organismos.

Os nematóides (vermes) benéficos utilizados no controle biológico de pragas agrícolas também são chamados de nematoides entomopatogênicos (NEPs). São assim chamados porque causam doenças e a morte dos insetos e outros hospedeiros. Atualmente existem um pouco mais de 100 espécies de NEPs identificadas e descritas por pesquisadores (FONTES & VALADARES-INGLIS, 2020).

2.1.2. Defensivos biológicos vs defensivos químicos

Defensivos químicos ou biológicos se enquadram, em termos de legislação, na mesma categoria dos agrotóxicos. Segundo o art. 1º do Decreto nº 4.074/2002:

Art. 1o Para os efeitos deste Decreto, entende-se por:
(...)

IV - agrotóxicos e afins - produtos e agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, nativas ou plantadas, e de outros ecossistemas e de ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos, bem como as substâncias e produtos empregados como desfolhantes, dessecantes, estimuladores e inibidores de crescimento (...) (BRASIL, 2002).

A controvérsia sobre os defensivos químicos está no fato de que os reflexos da sua utilização não são percebidos em um curto prazo, não sendo possível dimensionar todas as consequências que sua utilização pode acarretar (NICOLOPOULOU-STAMATI, 2016).

Historicamente, os agroquímicos auxiliaram no aumento de rendimento na produção agrícola, mas em contrapartida, estão continuamente se acumulando no ambiente, prejudicando o ecossistema, causando poluição e doenças em níveis alarmantes em regiões com enfoque na produção agrícola (LOPES & ALBUQUERQUE, 2018). Os efeitos negativos dos defensivos químicos nos ecossistemas naturais e cultivados incluem a alteração da microbiologia do solo, a morte de polinizadores e de organismos que controlam as populações de pragas. Além disso, o uso excessivo de defensivos químicos na agricultura pode levar à eutrofização de cursos d'água, lagos e mananciais, acidificação dos solos, contaminação de aquíferos, geração de gases associados ao efeito estufa e destruição da camada de ozônio (GOMES, 2019).

Os defensivos biológicos, diferentemente dos químicos, têm modos de ação exclusivos, complexos e, geralmente, múltiplos, o que significa que pragas e patógenos causadores de doenças em plantas têm risco baixo de desenvolver resistência a eles (MARRONE, 2019). A maioria dos defensivos químicos atuais tem um único local de ação, atacando uma via metabólica vulnerável da praga. Portanto, após o uso repetido de um tipo de defensivo químico, as pragas desenvolvem resistência ao produto. Quando ocorre resistência, os defensivos deixam de apresentar o desempenho esperado na lavoura (MARRONE, 2019).

Os defensivos biológicos também oferecem a vantagem de maior seletividade e menor ou nenhuma toxicidade em comparação aos defensivos químicos convencionais (KUMAR *et al.*, 2021). Muitos microrganismos usados com defensivos biológicos oferecem uma série de benefícios adicionais além da virulência a um alvo primário. As espécies de *Trichoderma* são conhecidas por aumentar a absorção de macro e micronutrientes do solo pelas plantas e isolados específicos podem proporcionar benefícios substanciais ao crescimento das plantas na ausência de uma doença (HARMAN, 2011).

O uso de defensivos biológicos pode proporcionar aos agricultores e produtores a oportunidade de satisfazer as necessidades dos consumidores atuais, mais informados e esclarecidos sobre a qualidade e procedência dos alimentos que consomem. Embora o uso de defensivos químicos sintéticos na proteção de culturas continue, existe uma tendência de diminuição da intensidade do uso desses compostos, determinada por forças externas (consumidores, políticas públicas) que se preocupam com a saúde humana, animal e ambiental (KUMAR & SINGH, 2015).

Em resposta à crescente demanda por segurança e qualidade alimentar regulamentada, os produtores são encorajados a serem proativos e adotarem práticas conservadoras sem comprometer a produtividade e a qualidade das colheitas. Essas práticas e adoção de tecnologias aceitáveis são frequentemente apoiadas por pesquisas multidisciplinares financiadas pelo governo e pelo setor privado em várias jurisdições (KUMAR & SINGH, 2015).

2.1.3. Produção de defensivos biológicos

As regras e regulamentos que regem a comercialização de defensivos biológicos variam de acordo com o ingrediente ativo (microbiano ou bioquímico) e de país para país. Em vista disso, é importante estar ciente das regulamentações específicas que regem a comercialização desses produtos na própria região ou país.

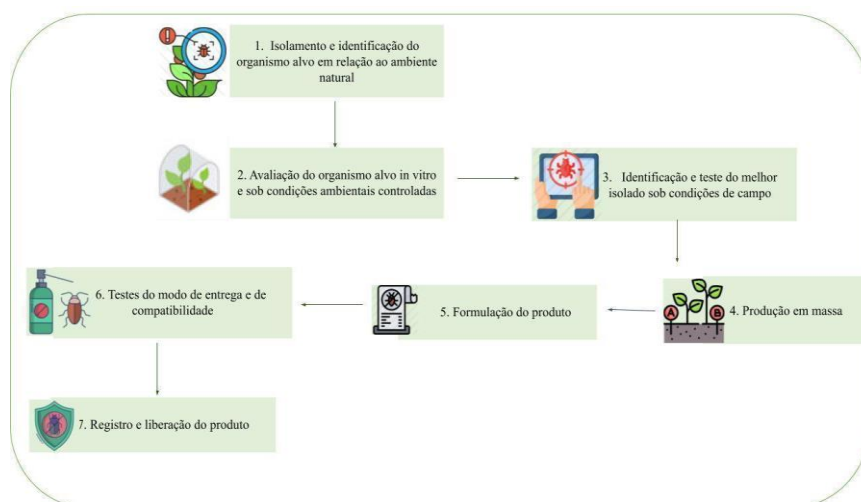
Segundo Junaid *et al.*, (2013), as atividades envolvidas na produção de defensivos biológicos estão representadas na Figura 1, a seguir:

No desenvolvimento de um novo defensivo biológico, são utilizadas estratégias que surgem do estudo e caracterização do que acontece nas diferentes interações das plantas com seu ambiente. A ideia é buscar na própria natureza, onde existem muitos

produtos, estratégias que podem ser utilizadas para o manejo sustentável de pragas e doenças de plantas (JUNAID *et al.*, 2013)

Mas o custo de fabricação e as barreiras de mercado devido à popularidade atual dos químicos estão se tornando um problema para a indústria. Outro grande problema que vem como um empecilho para a promoção de defensivos biológicos é que seu modo de ação, efeitos e questões regulatórias ainda são desconhecidos pelo público e formuladores de políticas públicas. Portanto, sua importância ainda não é amplamente compreendida, havendo necessidade de conscientizar os agricultores, legisladores, governo e fabricantes para entender a importância desses insumos (JUNAID *et al.*, 2013).

Figura 1. Representação das etapas do desenvolvimento e produção de defensivos biológicos.



Fonte: Elaborado a partir de Junaid *et al.* (2013).

2.1.4. Registro e aspectos legais

Os produtos biológicos para agricultura têm registro diferenciado com base em normativas específicas (Decreto nº 4.074/2002, RDC nº 216/2006, Portaria nº 03/1992 e Portaria Conjunta SDA/Mapa - Ibama - Anvisa nº 1/2023,) podendo ser classificados em três categorias: agentes microbiológicos (vírus, bactérias e fungos), agentes macrobiológicos (ácaros, insetos e nematóides) e substâncias químicas naturais (hormônios e feromônios) (ANVISA, 2020).

A Portaria Conjunta SDA/Mapa - Ibama - Anvisa nº 1/2023, que substitui Instrução Normativa Conjunta nº 3/2006 no estabelecimento de procedimentos a serem adotados para o registro de produtos microbiológicos empregados no controle de pragas ou como desfolhantes, dessecantes, estimuladores, inibidores de crescimento., tem como objetivo adequar a legislação às inovações que têm surgido nos últimos tempos como, por exemplo, permitir o registro de microrganismo inativado, o que antes era permitido apenas para os microrganismos vivos. A normativa também buscou trazer algumas desburocratizações, bem como esclarecer vários pontos sobre procedimento de registro desse tipo de produto.

Com a desburocratização, será possível agilizar ainda mais o processo de registro de produtos de origem microbiológica e permitir que os produtos cheguem mais rapidamente ao mercado. A segurança e a eficácia dos produtos são rigorosamente avaliadas antes da aprovação, além de também garantir a proteção da saúde pública e do meio ambiente (MAPA, 2023).

Os produtos biológicos para uso na agricultura têm duas possibilidades de submissão para avaliação toxicológica na ANVISA: (a) aqueles que apresentam dossiê completo de estudos toxicológicos, conforme as normas específicas vigentes e (b) aqueles que já tiveram seu registro aprovado para agricultura orgânica na forma da chamada Especificação de Referência (ER), ou seja, estão dispensados de apresentação de estudos toxicológicos em função de terem suas formulações comparáveis a uma ER (BRASIL, 2023).

2.1.5. *Exploração comercial de defensivos biológicos*

Segundo o relatório da Markets and Markets™ INC. (2022), o mercado global de defensivos biológicos tem como previsão crescer 14,7% entre 2022 e 2027, partindo de 4,3 bilhões de dólares em 2022, para atingir um valor estimado 8,5 bilhões de dólares em 2027. Essa previsão de aumento da demanda por defensivos biológicos pode ser atribuída à proibição do uso de defensivos químicos em alguns países, devido aos efeitos nocivos dos mesmos sobre o solo, às práticas agrícolas extensivas e à crescente preocupação com os níveis de resíduos em produtos alimentícios.

Os defensivos biológicos são usados principalmente em culturas de frutas, vegetais, cereais, grãos, oleaginosas e leguminosas. Recentemente, tem havido demanda por defensivos biológicos para controle de pragas em parques recreativos, parques temáticos e campos de golfe (Markets and Markets™ INC., 2022).

Os principais ingredientes ativos utilizados na produção de defensivos químicos são importados da China e de outras importantes empresas fabricantes na Europa e na América do Norte. Com a persistência da crise mundial, resultante da pandemia do COVID-19, existem previsões de baixa disponibilidade de matérias-primas e ingredientes químicos ativos, criando uma escassez de produtos em mercados de alto crescimento, tais como os EUA, Brasil, Espanha e Itália. Essa situação pode incentivar os agricultores a optarem pela adoção de soluções alternativas para o controle de pragas, impulsionando a demanda por defensivos biológicos (Markets and Markets™ INC., 2022).

A dinâmica do mercado de defensivos biológicos é inversamente proporcional à dos defensivos sintéticos tradicionais. O alto custo associado ao desenvolvimento de produtos de proteção de cultivos sintéticos, exigindo extensas atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D), aprovações regulatórias são um contraponto que estimulam a produção de defensivos biológicos agrícolas, que são relativamente menos dispendiosos e têm processos de desenvolvimento rápidos. Devido a sua relação custo-benefício, empresas menores ou iniciantes têm tomado espaço neste mercado, levando a uma concorrência intensa com os principais atores do mercado de defensivos biológicos agrícolas (Markets and Markets™ INC., 2022).

O mercado dos defensivos biológicos está consolidado, com alguns poucos atores, que ocupam uma fatia importante no mercado global. As principais razões para essa organização, com poucas empresas oferecendo uma grande variedade de produtos para as diversas tendências de mercado, são o forte valor de marca dessas companhias, com vasta presença geográfica em termos de fabricação, unidades de pesquisa e desenvolvimento (P&D) e parceiros de distribuição.

Entre os principais *players* nas principais tendências do mercado de controle biológico estão: BASF SE (Alemanha), Syngenta AG (Suíça), Bayer AG (Alemanha), Marrone Bio Innovation (EUA), Novozymes A/S (Dinamarca), Nufarm (Austrália), UPL Ltd (Índia), Koppert Biological Systems (Holanda), Vegalab S.A (EUA), Biobest Group NV (Bélgica), FMC Corporation (EUA), STK Bio-ag (Israel), Bionema (EUA),

International Panaacea Ltd (Índia), Som Phytopharma India Ltd (Índia), BioWorks, Inc. (EUA), Valent Biosciences LLC (EUA), Andermatt Biocontrol AG (Suíça), Isagro S.p.A (Itália), e Certis US L.L.C (EUA) (Markets and Markets™ INC., 2022) (Figura 2).

Figura 2. Mercado de defensivos biológicos: principais desenvolvedores e fornecedores..



Fonte: Elaborado a partir de Markets and Markets™ INC., 2022.

A previsão é que o mercado de defensivos biológicos tenha um boom até 2027, devido ao aumento da demanda por culturas de alta qualidade para manter a qualidade de exportação, a proibição regulamentar de ingredientes ativos chave e o surgimento de pragas e doenças devido às mudanças climáticas e à aquisição de resistência aos defensivos (Markets and Markets™ INC., 2022).

2.1.6. Mercado de defensivos biológicos no Brasil

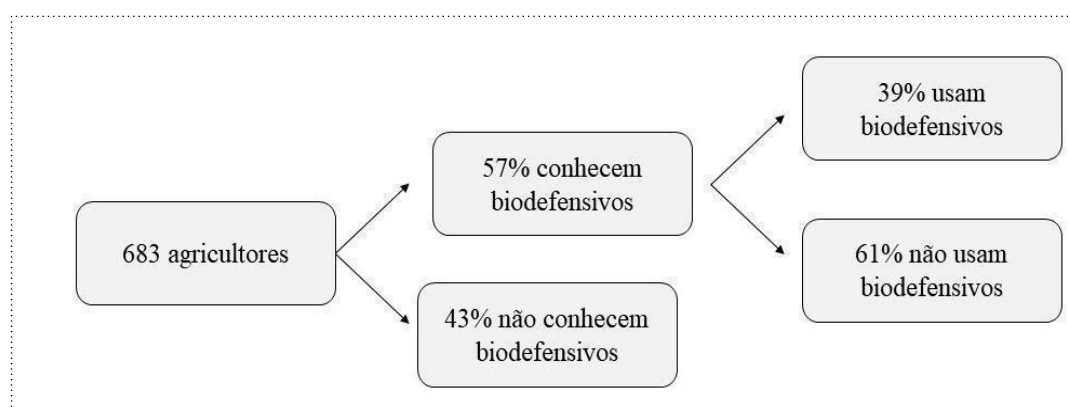
No Brasil, no início de 2018, o mercado de produtos biológicos movimentou quase R\$528 milhões (MAPA, 2019). Foram 52 produtos biológicos registrados em 2018 (BORSARI & CLAUDINO, 2018; MEDEIROS *et al.*, 2018), 92 produtos em 2021 e 15 produtos considerados de baixo impacto (biológicos e orgânicos), até maio de 2023, sendo considerado o maior número de registros de produtos desse perfil em um mesmo ano (MAPA, 2023). O Brasil tem incentivado o registro de produtos de origem microbiológica para o controle de pragas, que vem ganhando cada vez mais espaço na produção agrícola brasileira. Isso pode ser demonstrado pelo crescente

número de registros de produtos de origem biológica dos últimos anos. Em relação ao valor total do mercado brasileiro de defensivos biológicos, já em 2021/22, estimava-se a movimentação de R\$3,3 bilhões (US\$640 milhões) (S&P Global Consulting, 2022).

Dados oficiais do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2018) demonstram que entre 2014 e 2018 duplicou a quantidade de indústrias de defensivos biológicos, assim como o número de registros de produtos.

Borsari e Claudino (2018) realizaram um estudo sobre o mercado de defensivos biológicos no Brasil, sob a ótica de 683 agricultores usuários de produtos biológicos. Essa pesquisa abrangeu produtores rurais de onze culturas diferentes em quinze estados, representando 80% do mercado brasileiro. O resultado está resumido na Figura 3. Os produtores de soja, cana-de-açúcar e café correspondem à maior fatia do mercado de defensivos biológicos no Brasil. Apesar deste destaque, a taxa de adoção para estas culturas não chega a 20% (soja e café) e 40% (cana) nas principais regiões produtoras (BORSARI & CLAUDINO, 2018).

Figura 3. Pesquisa sobre defensivos biológicos no Brasil.



Fonte: Elaborado a partir de Borsari & Claudino (2018).

A área dos defensivos biológicos utilizados por esses produtores foi de 20% com macrobiológicos (insetos parasitoides e ácaros predadores) e de 80% com microbiológicos (fungos, bactérias, vírus e nematóides), sendo que 8% desses defensivos correspondiam à insumos não registrados. Dos usuários, 98% dos produtores afirmaram que usariam os mesmos produtos na próxima safra e que a tomada de decisão e motivação de uso pela maioria dos usuários estaria relacionada à eficiência do

controle, ao apoio no pós-venda do produto e a questão de maior segurança ao ambiente e à saúde humana.

O resultado dessa dinâmica leva a avanços e mudanças no comportamento dos envolvidos. Diante da intensificação na oferta de produtos e serviços para o controle biológico de culturas por parte da indústria, os agricultores se veem cercados e atraídos a testarem as novidades que surgem no mercado. Em relação aos defensivos biológicos, embora ainda sejam vistos como uma grande novidade, um desafio para esse mercado é justamente fazer com que os agricultores entendam as vantagens em aderir a essas tecnologias.

O impacto do uso intensivo de controle biológico na eficiência técnica do setor agrícola brasileiro foi analisado por Rodrigues *et al.* (2023). O estudo demonstrou que as áreas com uso intensivo de manejo biológico de pragas têm uma pontuação de eficiência técnica maior em relação às áreas não intensivas, implicando em maior eficiência de produção.

Portanto, torna-se interessante identificar quais fatores influenciam a percepção dos produtores rurais em relação à intenção de uso e adoção dos defensivos biológicos em sua produção, para o planejamento de ações que estimulem e potencializem seu uso pelos agricultores.

Em muitos países os agricultores enfrentam pressão para adotar práticas que promovam a sustentabilidade e a resiliência e, ao mesmo tempo, assegurem uma gestão empresarial eficiente para produzir alimentos e outros produtos agrícolas a um custo razoável. Na União Europeia, por exemplo, os formuladores de políticas estabeleceram nove objetivos para a política agrícola comum (PAC) após 2020 para "garantir o acesso a alimentos de alta qualidade e forte apoio ao modelo agrícola europeu único" (Comissão Europeia, 2020). Estes esquemas e medidas incentivam os agricultores a irem voluntariamente além dos requisitos obrigatórios para manter e melhorar as práticas agrícolas ecologicamente corretas (SOK & FISCHER, 2020).

No Brasil, foi criado o Programa Nacional de Bioinsumos, instituído por Decreto Nº 10.375, de 26 de maio de 2020, visando atender à crescente demanda do setor produtivo e da sociedade que buscam alternativas de insumos de base biológica aos sistemas agropecuários e por produtos cada vez mais sustentáveis.

Alinhado às necessidades de inovação nos segmentos agrícola, aquícola, florestal e pecuário, propõe ampliar e fortalecer o segmento de insumos de base biológica, ofertando ao usuário tecnologias, produtos, processos, conhecimento e informações sobre uma gama de bioinsumos aplicados à nutrição do solo; ao controle de pragas, parasitos e doenças; aos tratos culturais e zootécnicos; e à otimização de produtos e processos relacionados à pós-colheita e à agroindústria. Pretende-se, assim, consolidar uma visão contemporânea com os princípios da sustentabilidade para incrementar a produtividade, fortalecer a produção, adicionar valor aos produtos agrícolas e entregar valor para a sociedade brasileira (MAPA, 2020).

2.1.7. Produtores Rurais e a agricultura sustentável: o caso brasileiro

O propósito desta seção é apresentar um panorama do produtor rural brasileiro em relação a modelos sustentáveis de produção. A adesão de produtores rurais a práticas de agricultura sustentável e econômica, que utilizam mais insumos e organismos biológicos é crescente no Brasil. Estima-se que mais dois milhões de hectares de área plantada no País já utilizam algum tipo de defensivo biológico. Por exemplo, na região GO/DF, 16% da área cultivada de soja recebeu defensivo biológico na safra 2020/2021; assim como as áreas cultivadas de milho safrinha (22%), de feijão (42%) e de algodão (96%), todas com resultados expressivos de produção (SENAR, 2022).

O objetivo dos produtores, principalmente pequenos e médios, é reduzir a dependência de insumos químicos de preço elevado e garantir a rentabilidade da lavoura. Ou seja, produzir mais, gastando menos.

Para os pequenos produtores, os principais responsáveis pela produção dos alimentos que são disponibilizados para o consumo da população brasileira, o uso de defensivos biológicos pode ser um ponto chave para a produção (MAPA, 2020).

O levantamento do Censo Agropecuário de 2017, feito pelo IBGE, identificou mais de 5 milhões de propriedades rurais em todo o Brasil, sendo que 77% dos estabelecimentos agrícolas do país foram classificados como pequenos produtores de agricultura familiar. Em extensão de área, a agricultura familiar ocupava no período da pesquisa 80,9 milhões de hectares, representando 23% da área total dos estabelecimentos agropecuários brasileiros (IBGE, 2017).

Os insumos biológicos sempre estiveram presentes nas pequenas e médias propriedades agrícolas e na agricultura familiar, principalmente naquelas em que a agroecologia é adotada. Porém, o uso do controle biológico ainda é incipiente no Brasil. Segundo pesquisa realizada por Borsari et al. (2022), entre 2019/20, a taxa média de adoção de controle biológico estimada para o total da área plantada foi de 17%. Em 2021/22, a taxa média de adoção de controle biológico subiu para 28% do total da área plantada com lavouras no País, estimada pela Conab em 85,7 milhões de hectares. Apesar desse crescimento, o desenvolvimento e adoção das tecnologias em controle biológico ainda enfrentam desafios importantes.

Parra (2014) relaciona esses desafios com a cultura do produtor associada ao costume com a aplicação de agroquímicos e à não familiaridade com outras tecnologias como o controle biológico. Isso implica a necessidade de ações de transferência de tecnologia que incorporem a transmissão de conhecimento técnico e científico em combinação com os fatores de produção, por meio de serviços de extensão rural, o monitoramento de pragas em que a inexistência de métodos e técnicas para grandes áreas figura como um obstáculo, assim como o modelo de regulação que pauta o tratamento igualitário para tecnologias distintas, acarretando o estabelecimento de legislação própria para os defensivos voltados para controle biológico.

2.2. ESTUDO DO COMPORTAMENTO DO CONSUMIDOR

O comportamento do consumidor é um dos temas mais estudados pelos pesquisadores da área de marketing e sua compreensão impacta diretamente sobre o desempenho geral das empresas. Segundo a Associação Americana de Marketing - AMA (2022), o comportamento do consumidor refere-se ao

“estudo de como os clientes, tanto individuais quanto organizacionais, satisfazem suas necessidades e desejos, escolhendo, comprando, usando e descartando bens, ideias e serviços”.

No contexto da globalização, o estudo do consumo e o estudo do comportamento do consumidor não podem ser explicados somente como a mera interação entre um

número limitado de fatores pessoais e impessoais (ou externos), mas como um processo totalmente complexo e sem dúvida progressivo. O que hoje se refere como pesquisa de comportamento do consumidor, representa os resultados provenientes das descobertas e instrumentos de disciplinas de diferentes campos de pesquisas aplicadas, envolvidas com estratégia de marketing, planejamento financeiro, comportamento organizacional e análise de aplicação econômica (ENGEL et al, 1986).

O campo do comportamento do consumidor surgiu no início dos anos 1960, extraindo conceitos de diferentes paradigmas científicos (Quadro 2).

Jacoby (1976) define o comportamento do consumidor como um processo decisório a partir da disponibilidade de produtos/serviços, enquanto Engel *et al.* (1986) colocam mais ênfase na coesão interna do processo de decisão. Estudos mais recentes geralmente se baseiam nos trabalhos acima mencionados (SOLOMON *et al.*, 2010; HAWKINS & MOTHERSBAUGH, 2010).

Quadro 2. Definição de Comportamento do consumidor por diferentes autores.

Autor	Definição de comportamento do consumidor
Jacoby (1976)	<i>"a aquisição, consumo e disposição de bens, serviços, tempo e idéias por unidades de decisão"</i>
Engel et al. (1986)	<i>" representa os atos dos indivíduos diretamente envolvidos na obtenção e utilização de bens e serviços econômicos, incluindo os processos de decisão que precedem e determinam esses atos".</i>
Solomon et al. (2010)	<i>"os processos envolvidos quando indivíduos ou grupos selecionam, compram, usam ou dispõem de produtos, serviços, idéias ou experiências para satisfazer necessidades e desejos"</i>
Hawkins & Mothersbaugh. (2010)	consideram que o campo do comportamento do consumidor se concentra "no estudo de indivíduos, grupos ou organizações e nos processos que eles usam para selecionar, proteger, usar e dispor de produtos, serviços, experiências ou idéias para satisfazer necessidades e os impactos que esses processos têm sobre o consumidor e a sociedade".

Fonte: elaborado pela autora.

A Associação Americana de Marketing explica o mesmo conceito através da "interação dinâmica do efeito e da cognição, do comportamento e do ambiente pelo qual os seres humanos conduzem os aspectos de intercâmbio de suas vidas"; a essência desta

definição é reiterada por Kotler (2012), com ênfase nas principais fases de consumo - busca de informação, tomada de decisões, uso e descarte.

Cada definição é representativa do intervalo, ou contexto temporal, em que foi desenvolvida; assim, a construção dessas definições, sob a influência da expansão do conhecimento, ilustra o progresso do comportamento do consumidor como um domínio de pesquisa. Se entre os anos 70 e 80, o comportamento do consumidor foi percebido como um conjunto fechado de fatos predeterminados, perspectivas recentes colocam o processo de decisão sobre a aquisição e consumo de bens além do ato explícito de compra.

Além disso, processos menos óbvios e embutidos, tais como causalidade, influência ambiental, determinação social, etc., são incluídos na análise real do comportamento do consumidor, ao invés de serem tratados como fatores externos que apenas criam o início para as compras (GALALAE & VOICU, 2013).

Há dois aspectos principais que são comuns a todas essas definições. Em primeiro lugar, o consumidor é percebido como o principal ator que atua no cenário do mercado. No entanto, o consumidor interage com outros tipos de agentes durante o processo de decisão, atores que podem influenciar seu comportamento de compra. Por exemplo, o potencial consumidor de uma determinada compra e a pessoa que faz a compra são muitas vezes duas pessoas diferentes. Portanto, é preciso distinguir entre o que chamamos de "comportamento de compra" (quem compra) e "comportamento de consumo" (quem utiliza) (GALALAE & VOICU, 2013).

Um segundo ponto em comum das definições é representado pelo reconhecimento da natureza dinâmica e multidimensional das decisões e julgamentos que precedem e acompanham o ato de comprar um determinado bem. O processo começa quando um indivíduo identifica uma necessidade como resultado de sua exposição a estímulos internos ou externos (HAWKINS *et al.*, 1998), o que pode determiná-lo a ir em busca de informações sobre os meios para satisfazer essa necessidade, de forma ativa/ passiva/consciente.

O próximo passo natural é a avaliação de alternativas e processamento de informações, o que pode levar a um ato de compra; entretanto, o resultado das associações entre as avaliações e os estímulos que determinaram a busca em primeiro lugar não são uma previsão direta (JONES & FAZIO, 2008). Aquisição e consumo geram novos estímulos e atitudes que podem, por sua vez, servir como sementes para

outras compras feitas pelo mesmo indivíduo, ou pode determiná-lo a influenciar a percepção e o comportamento de outras pessoas. Há momentos em que essa transferência de experiência entre indivíduos ou os processos que ocorrem na memória de uma pessoa estão além do alcance do que pode ser observado ou do que pode ser controlado (JONES & FAZIO, 2008).

O consumidor passa por todas as cinco etapas com cada compra, mas no caso de algumas aquisições, como, por exemplo, a compras rotineiras, os consumidores podem pular ou reverter algumas dessas etapas (HAWKINS *et al.*, 1998).

A complexidade dos fatores internos/externos, assim como os processos envolvidos no processo de tomada de decisão e comportamento de compra/pós-compra, torna a observação direta inadequada como um meio para compreender e prever o comportamento dos consumidores. O estudo do comportamento do consumidor depende fortemente de pesquisas nos campos da economia, psicologia, antropologia e sociologia, tendo uma dimensão muito aplicada (GALALAE & VOICU, 2013).

Mais recentemente, pesquisadores argumentam que a compreensão dos consumidores não deveria ser direcionada apenas para o desenvolvimento de estratégias para empresas, mas sim para explicar aos próprios consumidores como as pessoas decidem alocar seus recursos para adquirir bens (SOLOMON *et al.*, 2010). Essa perspectiva surgiu como uma reação aos efeitos negativos de algumas estratégias de marketing, como por exemplo incentivo à vícios, consumo e despesas excessivas sobre consumidores individuais (O'GUINN & FABER, 1989), abrindo espaço para o desenvolvimento de dois outros subcampos de pesquisa de marketing, o marketing social e a pesquisa de comportamento do consumidor divergente.

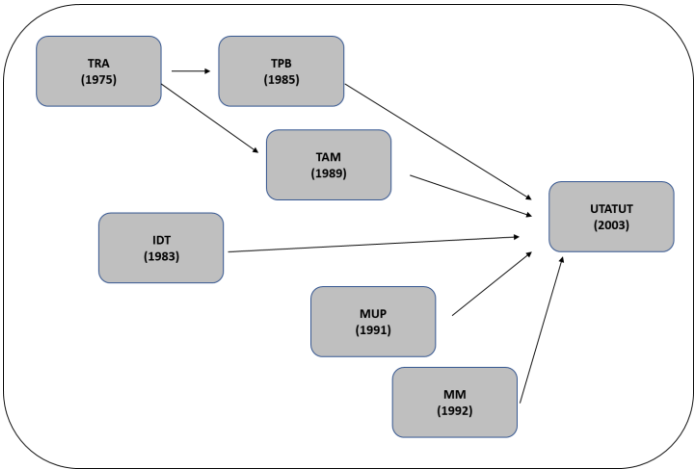
Independentemente da abordagem, o estudo dos consumidores, de suas atitudes e decisões de compra leva a uma maior eficiência, que pode ser alcançada na produção e distribuição de bens econômicos (GALALAE & VOICU, 2013).

2.2.1. Determinantes de Adoção de Comportamento

A partir dos anos 80, diferentes modelos teóricos sobre comportamentos de aceitação da tecnologia foram desenvolvidos (Figura 4). O modelo principal é a Teoria da Ação Racional (*Theory of Reasoned Action* - TRA) proposta por Fishbein e Ajzen (1975). A TRA sustenta que os comportamentos reais são afetados pela intenção

comportamental, que foi influenciada por atitudes comportamentais individuais e normas subjetivas. O TRA derivou uma série de modelos de comportamento de aceitação de tecnologia que incluem: Teoria do Comportamento Planejado (*Theory of Planned Behaviour* - TPB; AJZEN, 1985), o Modelo de Aceitação de Tecnologia (*Technology Acceptance Model* - TAM; DAVIS, BAGOZZI & WARSHAW, 1989). A TPB inclui o controle comportamental percebido à TRA; a TAM contém utilidade percebida e facilidade de uso percebida.

Figura 4. Relação integrada entre modelos de aceitação de tecnologia anterior.



Fonte: elaborado a partir de Jen *et al.* (2009).

Outros estudiosos apresentaram diferentes modelos de comportamentos de aceitação de tecnologia, conforme mostrado no Quadro 3.

Quadro 3. Modelos teóricos de estudo do comportamento de aceitação de tecnologias

Autor/Ano	Teoria	Variáveis
Rogers (1983)	Teoria da Difusão da Inovação (IDT)	Atitudes de inovação
Bandura (1986)	Teoria Cognitiva Social (SCT)	Combinação de variáveis ligadas ao behaviorismo e à aprendizagem social
Thompson, Higgins & Howell (1991)	Modelo de Utilidade Percebida (MPU)	Leva em consideração o efeito sobre o uso, fatores sociais e as condições de facilitação condições em comportamentos interpessoais
Davis, Bagozzi & Warshaw (1992)	Modelo Motivacional (MM)	Motivação de uso
Venkatesh, Morris, Davis, & Davis (2003)	Teoria Unificada de Aceitação e Uso de Tecnologia (UTAUT)	Integra modelos de comportamentos de aceitação de tecnologia anteriores.

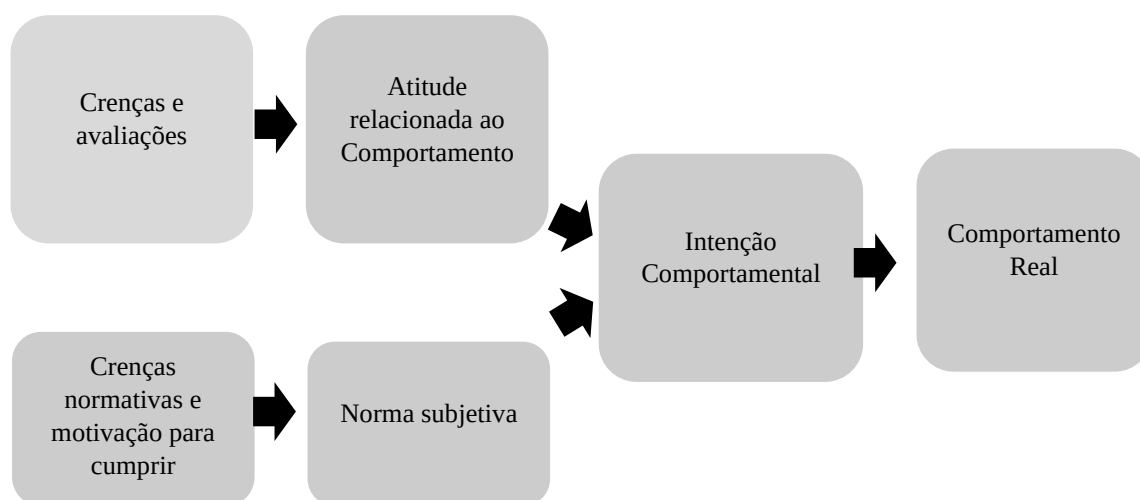
Fonte: elaborado pela autora.

Trataremos a seguir de três desses modelos, utilizados como base para o desenvolvimento deste trabalho.

2.2.2. Os modelos de aceitação de tecnologia derivados da TRA

A Teoria da Ação Racional (TRA), de Fishbein e Ajzen (1975), foi desenvolvida a partir de pressupostos da psicologia social. A TRA acredita que a força das intenções dos indivíduos afeta os comportamentos reais. As intenções comportamentais são afetadas por dois fatores principais - a atitude em relação ao comportamento e a norma subjetiva. O primeiro se refere ao sentimento de um indivíduo de certos comportamentos em comentários bons ou ruins. O segundo se refere à pressão social que se tem em certos comportamentos (Figura 5). Posteriormente, pesquisadores propuseram diferentes estruturas baseadas no TRA, conforme descrito a seguir.

Figura 5. Teoria da Ação Planejada – TRA.



Fonte: elaborada a partir de Fishbein e Ajzen (1975).

a) Teoria do Comportamento Planejado (TPB)

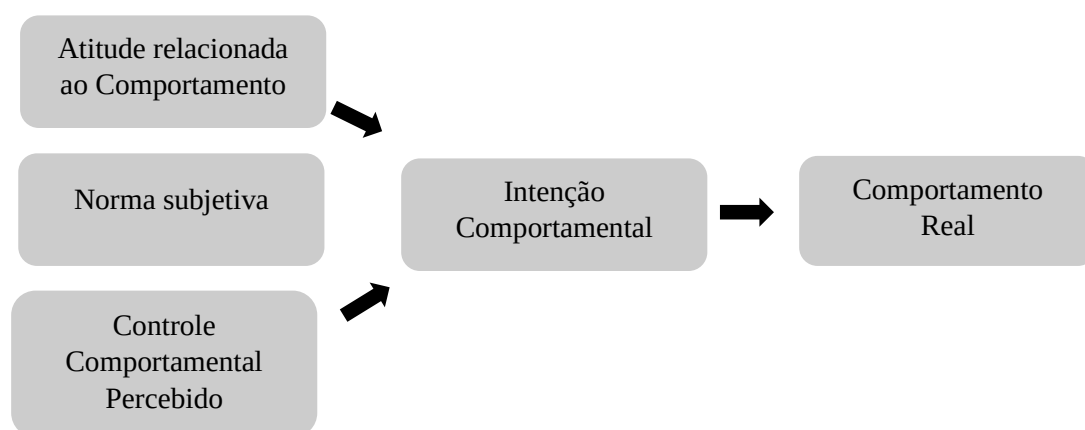
A Teoria do Comportamento Planejado é uma extensão da Teoria da Ação Racional, ou Theory of Reasoned Action (TRA) de Fishbein e Ajzen (1975). Na TRA,

o comportamento individual é determinado pela intenção da pessoa em desempenhar um comportamento e onde a intenção é função da atitude frente ao comportamento e normas subjetivas (Figura 6).

De acordo com Ajzen e Fishbein (1980), para que se compreenda os fatores que afetam o comportamento, é preciso olhar para os determinantes dos componentes normativos e de atitude, que são as crenças individuais que os consumidores têm sobre si próprios e o mundo em que vivem. As crenças são vistas como determinantes das atitudes e normas subjetivas do indivíduo e, normalmente, determinam as intenções e o comportamento.

Na TPB, além das variáveis já existentes na teoria anterior, a variável controle comportamental percebido foi incluída, pois influencia tanto a intenção quanto o comportamento de compra. Espera-se que a importância relativa da atitude, da norma subjetiva e do controle comportamental percebido na predição da intenção varie de acordo com os diferentes comportamentos e situações (AJZEN & FISHBEIN, 1980).

Figura 6. Teoria do Comportamento Planejado.



Fonte: elaborada a partir de Ajzen e Fishbein (1980).

A TPB sugere que o comportamento humano se baseia em três pontos: (i) nas crenças comportamentais; (ii) nas crenças normativas, e (iii) nas crenças sobre o controle. As crenças comportamentais tratam das possíveis consequências do comportamento humano. As crenças normativas referem-se às expectativas de comportamento percebido referentes às outras pessoas, como familiares e amigos

(pressão social) e, quando combinadas com a motivação pessoal em obedecer a diferentes regras, determinam a norma subjetiva por trás da compra. Por último, as crenças sobre o controle se referem aos fatores que podem facilitar ou impedir o desempenho do comportamento.

Dessa forma, assume-se que o poder exercido pela atitude, pela norma subjetiva e pelo controle percebido determina a intenção do comportamento (AZJEN, 2008). As crenças comportamentais são antecedentes que levam a uma atitude comportamental favorável ou não favorável; as crenças normativas são antecedentes que resultam na pressão social percebida ou normas subjetivas e as crenças sobre o controle são os antecedentes que induzem o controle sobre o comportamento percebido. Por sua vez, a intenção de comportamento será mais forte quanto maior for o controle percebido e quando as atitudes e normas subjetivas forem favoráveis (AZJEN, 2008).

A TBP se concentra nos aspectos controlados da tomada de decisões e nos comportamentos que são direcionados e orientados por processos conscientes de autorregulamentação, postulando que as decisões e ações são baseadas em alguma medida de raciocínio, ou seja, que as pessoas levam em conta várias considerações enquanto contemplam suas opções (SOK *et al.*, 2020).

b) Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM)

Com base na TRA, Davis *et al.* (1989) propuseram o Modelo de Aceitação de Tecnologia (Technology Acceptance Model - TAM), onde a aceitação de novas tecnologias teria influência de fatores externos intermediários de utilidade percebida e de facilidade de uso percebida, que afetariam a intenção comportamental dos usuários.

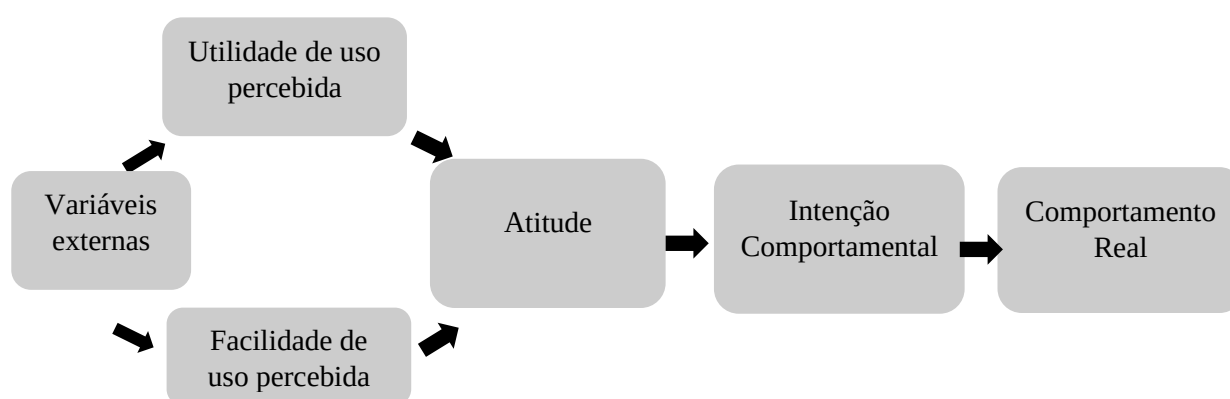
A utilidade percebida refere-se ao grau em que uma pessoa acredita que a utilização de um determinado sistema melhoraria seu desempenho no trabalho (por exemplo, reduzindo o tempo para completar o trabalho ou fornecendo informações em tempo). A facilidade percebida de uso refere-se ao grau em que uma pessoa acredita que o uso de um determinado sistema seria livre de esforço. A TAM sucede o espírito básico do TRA, onde as crenças que afetam as atitudes, que afetam a intenção comportamental, que afetam os comportamentos reais (Figura 7).

O TAM é um modelo popular e tem sido usado em numerosos estudos sobre a aceitação de tecnologia. No TAM, a aceitação da tecnologia e o uso efetivo são

determinados pela intenção comportamental de uso. A intenção comportamental, por sua vez, é afetada pela atitude em relação ao uso, bem como pelos efeitos diretos e indiretos da percepção da facilidade de uso e da utilidade percebida. Tanto a percepção da facilidade de uso como a percepção da utilidade afetam conjuntamente a atitude em relação ao uso, enquanto a percepção da facilidade de uso tem um impacto direto na percepção da utilidade (DAVIS *et al.*, 1992).

Comparando a TPB e o TAM, verifica-se que o modelo de aceitação de tecnologia não inclui a norma subjetiva. As variáveis da TPB se concentram principalmente nos traços pessoais dos usuários ou na consciência subjetiva (norma subjetiva), enquanto o TAM inclui características de tecnologia.

Figura 7. Teoria da Aceitação de tecnologia - TAM



Fonte: elaborada a partir de Davis *et al.* (1989).

2.2.3. Análise do comportamento do produtor rural e adoção de tecnologias

A segunda etapa do levantamento bibliográfico deste trabalho teve como objetivo central a compreensão do estado da arte acerca dos trabalhos voltados ao comportamento de adoção de defensivos biológicos agrícolas, tanto no cenário internacional, como no nacional. Foi utilizada a pesquisa bibliométrica, cuja principal finalidade consistiu em analisar a atividade científica por meio do estudo quantitativo das publicações no campo pesquisado. Por meio da bibliometria, pudemos mapear a evolução da produção científica sobre o tema, viabilizando a produção de dados para o direcionamento da argumentação teórica. Com base na Etapa 1 (pesquisa exploratória),

as buscas por artigos foram realizadas na base de dados SciVerse Scopus, por conta de sua relevância dentre as bases de dados científicas disponíveis.

A pesquisa foi realizada por meio das bases de dados de citações Scopus® para seleção dos artigos. Foram realizadas buscas com 2 critérios diferentes:

a) Busca 1 - Palavras-chaves:

“(TITLE-ABS-KEY (agriculture) OR TITLE-ABS-KEY (agricultural) OR TITLE-ABS-KEY (farm) OR TITLE-ABS-KEY (farmer) OR TITLE-ABS-KEY (farming) AND TITLE-ABS-KEY (theory AND planned AND behavior) OR TITLE-ABS-KEY (tpb) AND TITLE-ABS-KEY (thechnology acceptance model) OR TITLE-ABS-KEY (TAM) AND TITLE-ABS-KEY (innovation diffusion theory) OR TITLE-ABS-KEY (IDT) AND TITLE-ABS-KEY (biological AND control) OR TITLE-ABS-KEY (biocontrol) OR TITLE-ABS-KEY (sustainable AND agriculture))”

b) Busca 2: Palavras-chaves:

“TITLE-ABS-KEY (theory AND planned AND behavior) OR TITLE-ABS-KEY (TPB) AND TITLE-ABS-KEY (farmer) AND TITLE-ABS-KEY (PESTICIDE)”

Como critério de inclusão das publicações, foram selecionados apenas artigos escritos em inglês britânico ou americano, em combinação com suas principais construções, e em combinação com substantivos indicando o domínio comportamental. Selecionamos somente artigos de revista científica (excluídas revisões, publicações em livros e outros eventos) contendo resultados de pesquisas publicados a partir do ano 2010. A data de encerramento da pesquisa foi agosto de 2022.

As buscas contendo diferentes âncoras de palavras-chaves resultaram em 110 artigos (Busca 1 - 65 artigos; Busca 2 - 45 artigos). Os artigos foram selecionados em duas etapas com base em uma série de critérios de inclusão.

Na primeira etapa, os artigos foram selecionados para o comportamento estudado e apenas aqueles que testaram o comportamento do agricultor foram mantidos. Esse procedimento resultou em um total de 62 artigos, dos quais na segunda etapa 42 foram removidos porque não preenchiam um ou mais dos seguintes critérios de elegibilidade: foram escritos em uma língua diferente da inglesa, não tinham o status de publicação do DOI (24 artigos), tomaram uma abordagem analítica qualitativa.

Na terceira e última etapa, os 14 artigos resultantes tinham como enfoque a análise do comportamento do agricultor frente aos defensivos ou defensivos biológicos, manejo integrado de pragas utilizando a TPB e suas variantes. As referências para estes artigos estão no Quadro 4.

Quadro 4. Artigos científicos envolvendo o estudo do comportamento do produtor rural em relação à adoção de tecnologias sustentáveis de manejo integrado de pragas/controle biológico.

Tema	Autor	Teoria	Variáveis
Manejo sustentável de terras/produção	Lalani <i>et al.</i> (2016)	TPB	Explorou a intenção dos agricultores de usar agricultura sustentável em Moçambique. A atitude é forte previsora de intenção, mediada pelo aumento de produtividade, redução de mão-de-obra, melhoria na qualidade do solo e redução de ervas daninhas. A norma subjetiva (ou seja, a pressão social dos referentes) e o controle comportamental percebido também influenciaram significativamente a intenção dos agricultores. Análise de correlação identificou que fazendeiros membros de grupos ou organizações têm uma atitude positiva significativamente mais forte em relação à agricultura sustentável.
Controle Biológico	Sharifzadeh <i>et al.</i> (2017)	TAM +IDT	Investigou os fatores que afetam a aceitação e o uso do controle biológico em produtores de arroz da província de Mazandaran no norte do Irã. Com o TAM2, a adoção e uso a partir das intenções foram afetados pela percepção de auto-eficácia, condições facilitadoras, compatibilidade e percepção de utilidade. Entretanto, os efeitos diretos e indiretos previstos da percepção da facilidade de uso sobre a intenção comportamental dos agricultores não foram suportados.
Controle Biológico	Abdollahzadeh <i>et al.</i> (2017)	TAM	Examinou os fatores que afetam a adoção e a descontinuação do uso do controle biológico por produtores de arroz do Irã. Atributos do método de controle biológico e percepções como compatibilidade da tecnologia, percepção de auto-eficácia sobre o método, condições facilitadoras, percepção da utilidade e facilidade de

			uso da tecnologia foram fatores significativos para a adoção. A probabilidade de rejeição diminuiu com o aumento do nível de educação, percepção de auto-eficácia sobre o método, aumento da renda fora da fazenda e aporte de consultor técnico. A probabilidade de descontinuidade diminuiu entre os agricultores com grande área produzida.
Manejo sustentável de terras/produção	Adnan <i>et al.</i> (2018)	TPB	Análise da intenção de produtores de arroz da Malásia em adotar fertilizantes “verdes”, observando os efeitos diretos e indiretos do comportamento. A atitude, a norma subjetiva e o controle comportamental percebido têm uma influência positiva e na intenção de adoção de fertilizantes verdes. Identificação de crenças comportamentais, normativas e de controle que afetam a atitude, a norma subjetiva e o controle comportamental percebido.
Manejo integrado	Rezaei <i>et al.</i> (2019)	TPB+NAM	Examinou os fatores que afetam a intenção dos agricultores de usar as práticas de MIP no Irã comparando 2 modelos teóricos. Os três componentes de atitude, controle comportamental percebido e norma subjetiva influenciaram a intenção de uso (TPB), enquanto a norma subjetiva não teve efeito sobre a intenção (TPB-NAM). A norma subjetiva influenciou a atitude, o PBC e a norma pessoal (TPB-NAM). Efeito significativo da consciência das consequências sobre a norma pessoal, atribuição de responsabilidade, atitude e norma subjetiva. A integração (TPB-NAM) e a adição das inter-relações entre as dimensões volitivas, morais e cognitivas dos dois modelos aumentaram o poder preditivo, a utilidade e a abrangência da estrutura proposta para explicar a intenção dos agricultores de usar as práticas de MIP.
Adoção de tecnologias agrícolas	Caffaro <i>et al.</i> (2019)	TPB	Analizou como o ambiente de informação pode afetar a adoção de medidas sustentáveis por agricultores italianos através da mediação de atitudes, pressão social e controle comportamental frente a dois tipos de inovações sustentáveis - soluções

			tecnológicas e práticas organizacionais/gerenciais. As atitudes e o controle comportamental percebido foram os determinantes dominantes do comportamento de adoção dos agricultores e as fontes de informação pessoal-formal foram positivamente associadas ao controle comportamental percebido.
Uso de pesticidas	Bagheri <i>et al.</i> (2019)	TPB	Explorou a intenção de produtores de cereais em terras irrigadas do Irã, de deixar de usar pesticidas na agricultura. O conhecimento sobre os perigos dos pesticidas foi a variável mais importante que afetou a intenção dos agricultores de usar pesticidas. O conhecimento teve um impacto principalmente no controle comportamental percebido do uso de pesticidas e na atitude em relação aos mesmos. Por sua vez, o controle comportamental percebido do uso de agrotóxicos foi afetado por normas morais, normas subjetivas e atitudes em relação ao uso de agrotóxicos. Normas morais e normas subjetivas também afetaram as atitudes em relação aos agrotóxicos. A promoção do conhecimento sobre pesticidas é um passo fundamental para regular o uso de pesticidas entre os agricultores, provavelmente estabilizando e tornando as atitudes dos agricultores resistentes às mudanças. As normas morais e subjetivas podem desempenhar um papel principalmente ao afetar o controle comportamental percebido e as atitudes em relação aos agrotóxicos.
Manejo sustentável de terras/produção	Li <i>et al.</i> (2020)	TPB	Norma subjetiva (pressão social percebida) e o controle do comportamento percebido (capacidade ou risco percebido) aumentam significativamente a intenção de adoção de tecnologias sustentáveis (biofertilizantes) por agricultores chineses. O fator que influencia diretamente o comportamento real é a intenção comportamental. Além dos fatores sociais, econômicos e institucionais, as políticas destinadas a promover a produção agrícola sustentável devem abordar as dimensões psicológicas da adoção de tecnologia. Abordagens eficazes devem ser desenvolvidas para cultivar as atitudes

			positivas dos agricultores, a consciência das normas subjetivas, as habilidades percebidas, bem como reduzir os riscos percebidos para aumentar seus interesses na adoção da tecnologia.
Manejo integrado	Rezaei <i>et al.</i> (2020)	TAM	Avaliou a intenção de uso de MIP entre produtores de tomate na província de Zanjan, no Irã. Atitude, utilidade percebida e facilidade de uso percebida, explicaram 41,3% da variação no comportamento de conservação ecológica dos agricultores com relação à aplicação das práticas de MIP. As construções de influência social, demonstrabilidade de resultados, compatibilidade e auto-eficácia, aumentaram significativamente a estabilidade e o poder explicativo do modelo.
Manejo sustentável de terras/produção	Tama <i>et al.</i> (2021)	TPB	Fatores que afetam a intenção dos agricultores de continuar a Agricultura de Conservação (CA) em Bangladesh. O conhecimento dos agricultores (K) teve o maior impacto total na intenção da CA, enquanto a atitude teve o maior impacto direto na intenção. Os resultados indicaram que fatores como Atitude, Norma subjetiva e Controle comportamental percebido, Conhecimento (K) e a percepção de ameaças climáticas são positivamente significativos quando se tenta entender as intenções dos agricultores de adotar CA.
Manejo sustentável de terras/produção	Coulibaly <i>et al.</i> (2021)	TPB + NAT	Proposição de um framework para avaliar a Intenção-comportamento de adoção de Práticas de agricultura sustentável pelos agricultores. Pessoas com um alto nível de "consciência das consequências" e "norma subjetiva" também terão um alto nível de "normas ecológicas pessoais" e uma boa "atitude em relação ao SAP". Considerando que o alto nível de "normas ecológicas pessoais" juntamente com uma boa "atitude em relação ao SAP" e "controle comportamental percebido" levará a uma "intenção de adotar o SAP". Então, esta intenção pode pressioná-los a agir diretamente ou fazê-lo através de uma maior interação com os membros de sua rede e começar a utilizar práticas que

			sejam sustentáveis para o meio ambiente. A última proposta afirma que quanto maior for a confiança institucional do agricultor, melhor será a associação entre sua intenção e sua adoção do SAP. Uma hipótese virá das diferentes proposições e depois será testado empiricamente em pesquisas futuras.
Manejo sustentável de terras/produção	Sarkar <i>et al.</i> (2021)	TPB expandida	Avaliou a intenção de jovens agricultores de adotar agricultura sustentável no norte de Bangladesh. As atitudes em relação à agricultura sustentável, o controle comportamental percebido e a auto-identidade percebida têm impactos progressivos e fundamentais sobre o comportamento de adoção e afetam as intenções dos agricultores de adotar o mecanismo particular de produção sustentável. A Norma subjetiva não afeta a intenção de adoção de práticas agrícolas sustentáveis.
Controle biológico de pragas na agricultura	Ataei, <i>et al.</i> (2021)	TPB + HBM	Análise da intenção dos agricultores no Irã Ocidental. de usar defensivos verdes (MIP). As normas morais, atitude e auto-identidade tiveram efeitos significativos na intenção dos agricultores.
Uso de pesticidas	Sarma, (2022)	TPB	Investigou a intenção de agricultores de arroz de Bangladesh de reduzir os riscos de produção e a aplicação de pesticidas químicos. As construções de TPB e psicológicas mediarão a relação entre a redução do risco de produção e as intenções comportamentais em relação ao uso de pesticidas. O Controle Comportamental Percebido (PBC), as Metas Comportamentais (BGs), a Atitude Comportamental (BA) e normas subjetivas (SN) influenciaram positivamente as intenções dos agricultores de usar pesticidas para minimizar o risco de produção e maximizar os lucros.

Legenda: MIP: manejo integrado de pragas; LR: logistic regression; TPB: Theory of Planned Behavior; TAM: Technology Acceptance Model; IDT: Innovation Diffusion Theory; NAM: Norm Activation Model; Health Belief Model (HBN); NAT: Norm activation theory.

Elaborado pela autora.

A análise bibliométrica em profundidade direcionou à escolha de 4 artigos, que foram julgados elegíveis para a construção do Modelo Teórico a ser testado neste trabalho (ATAEI, 2021; REZAEI *et al.*, 2020; BAGHERI, 2019 e SHARIFZADEH *et al.*, 2017). A partir da seleção de construtos validados nesses estudos, foram propostos os dois modelos teóricos, baseados na TPB e no TAM, para analisar qual deles melhor explicaria o comportamento dos agricultores frente à intenção de adotar a tecnologia de defensivos biológicos (Anexo 1). A seguir serão apresentadas as principais conclusões obtidas com a bibliometria e no levantamento bibliográfico inicial.

Devido à importância dos comportamentos ambientais e à necessidade de incentivar comportamentos de proteção ambiental, os pesquisadores nos últimos anos desenvolveram diferentes teorias em relação aos comportamentos ambientais para entender profundamente a raiz dos comportamentos inadequados do ser humano diante do meio ambiente e estimular a mudança de comportamento em prol do bem-estar social e ambiental (RASHID & MOHAMMAD, 2012).

Dentre elas, a teoria do comportamento planejado ou Theory of Planned Behaviour (TPB) é a mais consolidada, pois os constructos utilizados explicam uma parte importante da variação do comportamento em relação às boas práticas ambientais (SOK *et al.*, 2020).

Sok e colaboradores (2020) realizaram uma revisão sistemática da literatura, analisando como a teoria do comportamento planejado é aplicada no estudo do comportamento do agricultor. De 124 artigos selecionados para revisão, a TPB foi aplicada em uma ampla gama de aspectos de gerenciamento de fazendas, principalmente relacionados a questões de "terra e paisagem" e "biossegurança e controle de doenças".

Uma fração dos estudos avaliados (7%), não encontrou nenhuma medida (direta ou baseada em crenças) de atitude, norma subjetiva e controle de comportamento percebido. Dentre os estudos que avaliaram os preditores da teoria, as medidas diretas foram mais utilizadas do que as indiretas (baseadas em crenças) (70 vs. 48%). É preciso ressaltar que a avaliação das crenças de acordo com as medidas de modelos de atitude, norma subjetiva e controle de comportamento percebido requer um estudo piloto antes do estudo principal, sobretudo quando se deseja obter informações e explicações sobre um determinado comportamento que orienta as decisões dos agricultores (AJZEN, 2011).

A percepção dos agricultores sobre os benefícios e custos associados a uma prática agrícola específica está imediatamente relacionada à tomada de decisão em questão: algumas práticas podem ser vistas como geradoras de altos benefícios e baixos custos, enquanto outras podem ser percebidas como menos lucrativas. A maleabilidade dos fatores comportamentais, ou seja, a facilidade com que eles podem ser alterados através de intervenções políticas, aumenta com a proximidade da tomada de decisões (ALAMIAN & PARADIS, 2012).

Três tipos de fatores comportamentais têm relação com a tomada de decisões: disposição/intenção, social e cognitivo. Os fatores de disposição são variáveis internas relativamente estáveis relacionadas a um determinado indivíduo, tais como personalidade, motivações, valores, crenças, preferências gerais, objetivos e afetam muitas decisões (MALLE, 2011).

Os fatores sociais estão relacionados às interações dos agricultores com outros indivíduos (por exemplo, outros agricultores ou consultores) e incluem normas subjetivas e motivos de sinalização. Os fatores sociais podem ser proximais ou distais; por exemplo, as normas morais (o que os fazendeiros percebem que os outros esperam deles) podem pressionar os fazendeiros a adotarem uma prática específica ou práticas mais sustentáveis em geral (DESSERT *et al.*, 2019).

Os fatores cognitivos estão relacionados ao aprendizado e raciocínio; eles incluem a percepção dos agricultores sobre os benefícios relativos, custos e riscos associados a uma determinada prática sustentável ou se eles sentem que são suficientemente habilidosos para adotar esta prática (DESSERT *et al.*, 2019).

O Quadro 5 resume alguns fatores que afetam a adoção de práticas sustentáveis por produtores rurais determinados por meio da TPB.

Em relação à adoção de defensivos agrícolas, grande parte das publicações abordam a conscientização do uso seguro de defensivos químicos, redução no uso ou uso associado ao manejo integrado de pragas e doenças (KAHRAMANOGLU *et al.*, 2020; BAGHERI *et al.*, 2019).

Pesquisadores identificaram, nas amostras estudadas, os fatores que influenciam agricultores em atividades mais sustentáveis de produção agrícola (XIONG & ZHOU, 2019; GAN *et al.*, 2018; YU *et al.*, 2020) e qual a fonte da intenção dos agricultores. Além de avaliar o desempenho dos fazendeiros no campo cognitivo, explicando o efeito

de intervenção do comportamento psicológico dos agricultores. atividades sobre a tomada de decisões e os métodos de implementação, os estudos mostraram que a atitude é decidida por motivação intrínseca, onde o controle comportamental percebido representa o status de execução dos agricultores.

Quadro 5. Estudos que analisaram o comportamento do agricultor utilizando a TPB e agricultores.

Tema: Adoção de comportamento ligado à sustentabilidade	Autor/Ano	Efeito
Fatores que afetam a intenção/disposição de adotar comportamento sustentável		
Personalidade	AUSTIN <i>et al.</i> (2001); CRASE & MAYBERY (2004)	Positivo
Abertura a novas experiências	BURTON <i>et al.</i> (2008); RODRIGUEZ <i>et al.</i> (2009); HERMANN <i>et al.</i> (2016)	Positivo
Busca pelo risco	GARDEBROEK (2006); KALLAS <i>et al.</i> (2010); LÄPPLE & VAN RENSBURG (2011); MZOUGH (2011); TRUJILLO-BARRERA <i>et al.</i> (2016)	Positivo
Preocupação moral e ambiental	TOMA & MATHIJS (2007); BEST (2010); LÄPPLE & VAN RENSBURG (2011); PALM-FORSTER <i>et al.</i> (2017); GOSLING & WILLIAMS (2010); MICHEL-GUILLOU & MOSER (2006)	Positivo
Estilo de vida agrícola e os objetivos pessoais	GREINER & GREGG (2011); KALLAS <i>et al.</i> (2010); MZOUGH (2011); GREINER (2015)	Positivo
Resistência a mudanças e movido por objetivos econômicos	GREINER & GREGG (2011); GROLLEAU <i>et al.</i> (2015)	Negativo
Fatores sociais que afetam a adoção do comportamento sustentável		
Relações interpessoais dos agricultores	VANSLEMBROUCK <i>et al.</i> (2002); DEFRANCESCO <i>et al.</i> (2008); LÄPPLE & VAN RENSBURG (2011)	Positivo
Opinião de referências sociais e status social	MARRA <i>et al.</i> (2003); BARREIRO-HURLÉ <i>et al.</i> (2010)	Positivo
Fatores cognitivos que afetam a adoção do comportamento sustentável		
Relacionados à aprendizagem e raciocínio	LÄPPLE & KELLEY (2013); BEEDELL & REHMAN (1999); WAUTERS <i>et al.</i> (2010)	Positivo
Ações políticas de engajamento	DESSART <i>et al.</i> (2019)	Positivo

Fonte: elaborado pela autora.

No que diz respeito à adoção de tecnologia no contexto da agricultura brasileira, estudo indicam que fatores ligados às características socioeconômicas dos indivíduos, características da produção e da propriedade rural e características do ambiente institucional e organizacional em que o produtor rural está inserido influenciam no comportamento (SOUZA FILHO *et al.*, 2011).

Dentre as características do tomador de decisão que influenciam a adoção de tecnologias agrícolas estão a propensão ao risco, o tempo de dedicação à atividade agropecuária, o acesso a outras fontes de renda e fatores relacionados ao capital humano, como escolaridade e experiência (GIL *et al.*, 2016; VINHOLIS *et al.*, 2017; SOUZA FILHO *et al.*, 2021). Outros fatores estão relacionados ao acesso à informação, como a participação em cooperativas, associações de produtores e sindicatos rurais (CARRER *et al.*, 2013b), acesso à internet (SOUZA FILHO *et al.*, 2011; VINHOLIS *et al.*, 2017) e acesso aos serviços de assistência técnica e extensão rural (SOUZA FILHO *et al.*, 2021).

Destaca-se como obstáculo à adoção de tecnologias a indisponibilidade de recursos financeiros, entre eles, o acesso ao crédito rural e a fontes alternativas de financiamento é amplamente identificado como um determinante da adoção de tecnologias (CARRER *et al.*, 2013b; 2020a; SOUZA FILHO *et al.*, 2021). Características da produção e da propriedade rural também podem influenciar a adoção – a topografia do solo (SOUZA FILHO *et al.*, 2021), a localização, a disponibilidade de mão de obra e de máquinas agrícolas, bem como a adoção complementar de práticas agropecuárias e de gestão (VINHOLIS *et al.*, 2016, VINHOLIS *et al.*, 2022).

O estudo bibliométrico possibilitou a identificação dos construtos, que serviram de embasamento para a construção dos modelos teóricos propostos. Essas informações são apresentadas nas próximas seções.

2.3. ELABORAÇÃO DOS MODELOS CONCEITUAIS PARA A PESQUISA

Para garantir uma produção sustentável e a maximização do lucro dos agricultores, a produção agrícola necessita de tecnologias ambientalmente corretas. Os defensivos químicos protegem as culturas das infestações por praga, garantindo alto rendimento agrícola, mas também causam uma série de problemas ambientais e sociais (BAGHERI *et al.*, 2019; DAMALAS *et al.*, 2009; SHARIFZADEH *et al.*, 2019). Mesmo assim, os defensivos químicos continuam a ser amplamente utilizados na

maioria das áreas de produção agrícola, principalmente nos países em desenvolvimento, apesar de seus custos ambientais, econômicos, sanitários e sociais (YAZDANPANAHI *et al.*, 2015).

Embora os defensivos químicos desempenhem um papel vital na proteção das culturas e na redução das perdas de rendimento na produção que são causadas por insetos e pragas, se eles forem utilizados inadequadamente, podem ter sérias consequências para a saúde humana, o meio ambiente e o ecossistema. Existe a necessidade de transformar o sistema de produção de forma sustentável, aumentando a produção de alimentos e protegendo os agricultores, os consumidores, o meio ambiente e o ecossistema dos impactos negativos do uso não planejado dos defensivos químicos.

As pesquisas anteriores se concentraram principalmente em determinar os fatores que influenciam o uso excessivo de defensivos químicos. As intenções dos agricultores de garantir o excesso de pulverização das colheitas, bem como a falta de aplicação da regulamentação sobre defensivos químicos, são dois fatores principais que contribuíram para o seu uso excessivo pelos agricultores (STADLINGER *et al.*, 2011).

Por sua vez, o uso excessivo de defensivos químicos está relacionado ao status socioeconômico e às características dos agricultores, tais como educação, gênero e falta de acesso à assistência técnica (ABHILASH & SINGH, 2009; MATTHEWS, 2008) assim como pela percepção dos agricultores sobre os riscos dos defensivos químicos (ESCALADA *et al.*, 2006; KHAN *et al.*, 2015; LIU & HUANG, 2013).

O objetivo principal deste estudo é investigar, por meio da comparação de dois modelos teóricos (TPB e TAM), quais são os fatores que influenciam a intenção dos agricultores em adotar o uso de defensivos microbiológicos na agricultura.

A TPB (Ajzen, 1985) fornece estruturas para explicar um determinado comportamento em uma determinada situação. A principal suposição por trás desta teoria é que o comportamento dos indivíduos é influenciado por suas intenções, que, por sua vez, é influenciada pela atitude em relação ao comportamento, pelas normas subjetivas sobre o comportamento e pelo senso de controle do indivíduo sobre esse comportamento (em termos de facilidade ou dificuldade do trabalho), enquanto o determinante mais importante do comportamento é a intenção. (AJZEN, 1985).

Por meio da TPB, observou-se que a adoção de comportamentos ligados à sustentabilidade por produtores rurais está positivamente associada a indicadores

relacionados à atitude, às normas subjetivas e ao controle comportamental percebido (LALANI et al, 2016; DAXINI *et al.*, 2018; REZAEI *et al.*, 2018; BAGHERI *et al.*, 2019; VAZ *et al.*, 2020).

Por exemplo, Lalani *et al.* (2016) observaram que, em um grupo de agricultores de Moçambique, a intenção de adotar práticas de manejo sustentável de pragas foi fortemente influenciada pela atitude, mediada pelo aumento de produtividade, redução de mão-de-obra, melhoria na qualidade do solo e redução de ervas daninhas. A norma subjetiva (ou seja, a pressão social dos referentes) e o controle comportamental percebido também influenciaram significativamente a intenção dos agricultores, principalmente quando membros de grupos ou organizações têm uma atitude positiva mais forte em relação à agricultura sustentável.

Rezaei *et al.* (2018) investigaram os fatores que afetam a intenção de produtores de hortaliças de se engajar em práticas de segurança alimentar nas fazendas, no contexto cultural do Irã. Os resultados também revelaram que a atitude teve um impacto positivo no comportamento de adoção de práticas de manejo integrado de pragas - MIP. Segundo os autores, quando os produtores demonstram uma atitude favorável em relação a uma nova tecnologia, eles terão uma maior prontidão mental em relação a essa tecnologia e poderão responder a ela de forma mais correta. Esta prontidão mental, por sua vez, pode levar os agricultores a demonstrarem maior disposição para usar a tecnologia.

Com base nesses dados, foi feita a seguinte hipótese:

TPB/TAM_H1: A atitude tem um efeito significativo sobre a intenção dos agricultores de usar defensivos biológicos.

Nos trabalhos citados acima, a intenção dos agricultores frente ao comportamento sustentável foi ditada por três fatores-chave: atitude, normas subjetivas e controle comportamental percebido.

Entretanto, Ataei *et al.*, (2021) encontraram resultados contrários. O presente estudo examinou a intenção de agricultores de províncias do Irã ocidental de usar defensivos biológicos a partir de determinações governamentais. e descobriu-se que, quando a adoção do controle biológico é imposta por regulamentação governamental, o controle comportamental percebido e as normas subjetivas não apresentaram efeitos significativos na intenção dos agricultores de usar a tecnologia.

Em outras palavras, uma obrigação por parte de outros ou a opinião de terceiros não tiveram nenhum efeito sobre sua intenção. Nesse caso, as percepções dos agricultores sobre sua própria capacidade de utilizar defensivos biológicos e suas percepções sobre seu grau de controle sobre o uso não influenciaram suas intenções. A norma subjetiva, nesse caso, teria pouca influência sobre a intenção, sugerindo que os agricultores não são influenciados pela opinião de outros quanto às suas decisões de usar a tecnologia.

Talvez, a razão da falta de uma relação significativa entre o controle comportamental percebido e a variável dependente (intenção) seja a facilidade de uso e a disponibilidade de dispositivos utilizados por métodos (químicos) convencionais. Além disso, a falta de referência e de pessoas chave (influenciadores) na região para divulgar esta inovação não teriam sido capazes de afetar as intenções dos agricultores.

Outra pesquisa, também no Irã, foi realizada por Bagheri *et al.* (2019) em uma amostra de produtores de cereais em terras irrigadas. Os pesquisadores observaram que fortes normas morais e normas subjetivas afetam a intenção dos agricultores de usar defensivos químicos: a opinião negativa dos outros (geralmente familiares, amigos e profissionais da agricultura) diminui a intenção dos agricultores de usar defensivos químicos.

No contexto dos agricultores brasileiros, identificar como as normas subjetivas e o controle comportamental percebido afetam a intenção de utilizar defensivos biológicos poderia servir de suporte para estratégias de marketing por parte das empresas para acesso a esses agricultores.

Daí temos:

TPB_H2. As normas subjetivas têm um efeito significativo na intenção dos agricultores de usar defensivos biológicos.

TPB_H3. O controle comportamental percebido tem um efeito significativo sobre a intenção dos agricultores de usar defensivos biológicos.

O estudo do comportamento dos agricultores frente à adoção de uma nova tecnologia sofre uma limitação devido à falta de definições precisas e de medição de constructos, o que abre oportunidade para trabalhos adicionais para aumentar nossa compreensão sobre os fatores que interferem na adoção de inovações.

Especificamente em relação a esse trabalho, a lacuna na abordagem do comportamento do agricultor brasileiro em relação à produção sustentável e adoção de tecnologias agrícolas serviu de motriz para a construção do modelo teórico a seguir.

No modelo de aceitação de tecnologia (TAM), a aceitação e o uso efetivo da inovação também são determinados pela intenção comportamental de uso. A intenção comportamental, por sua vez, é afetada pela atitude em relação ao uso, bem como pelos efeitos diretos e indiretos da percepção da facilidade de uso e da utilidade percebida.

Tanto a percepção da facilidade de uso como a percepção da utilidade afetam conjuntamente a atitude em relação ao uso, enquanto a percepção da facilidade de uso tem um impacto direto na percepção da utilidade (DAVIS *et al.*, 1992).

Esse efeito, importante na fase inicial de introdução da tecnologia aos agricultores, diminui com o passar do tempo à medida que o conhecimento e o aprendizado sobre a tecnologia são adquiridos e, assim, a variável "facilidade de uso" pode perder a sua importância na explicação da adoção a longo prazo (VENKATESH *et al.*, 2003; SHARIFZADEH *et al.*, 2017).

A atitude de cada um em relação a adoção de uma nova tecnologia e, em última análise, a intenção de usar essa tecnologia é afetada pelas crenças do indivíduo em relação à facilidade de uso e à utilidade percebida. Davis (1993) argumenta que a percepção de facilidade de uso afeta diretamente a percepção de utilidade, enquanto a percepção de utilidade não tem impacto na percepção de facilidade de uso. Portanto, a formação do julgamento da utilidade percebida diz respeito a como o agricultor percebe a utilidade no uso dessa tecnologia.

Trabalhos anteriores constatarem importante papel da utilidade percebida no uso de tecnologias de manejo integrado de pragas (MIP), principalmente devido ao aumento das preocupações com os riscos dos defensivos químicos (ABDOLLAHZADEH *et al.*, 2016b). Além disso, o custo do uso de defensivos químicos, especialmente em tempos de aumento de preços através da remoção de subsídios governamentais, exercendo grande influência na percepção da utilidade de tecnologias de MIP como alternativa ao controle químico (ABDOLLAHZADEH *et al.*, 2015b; SHARIFZADEH *et al.*, 2017).

Os fatores que afetam a intenção de agricultores de adotar, rejeitar e descontinuar o uso de defensivos biológicos para o controle da broca do arroz foram explorados no norte do Irã por Abdollahzadeh *et al.* (2016a).

Os dados refletem as perspectivas dos agricultores sobre o que os motiva a continuar a implementação do controle biológico em suas fazendas de arroz, incluindo:

- i) atributos da tecnologia, tais como compatibilidade (ou seja, consistência com valores existentes, experiências anteriores e necessidades dos agricultores), percepção de autoeficácia sobre o método, facilitando as condições (ou seja, suporte técnico), percepção da utilidade, e percepção da facilidade de uso,
- ii) algumas percepções, tais como percepção dos inconvenientes, percepção dos prós, uso seguro dos defensivos biológicos, e confiança nos comerciantes de insumos agrícolas, e
- iii) características socioeconômicas dos agricultores.

Os autores observaram que, a probabilidade de descontinuidade do controle biológico diminuiu com altos índices de avaliação de compatibilidade, condições facilitadoras, percepção da utilidade, percepção da facilidade de uso e da área sob cultivo de arroz.

No trabalho de Abdollahzadeh *et al.* (2016a), os agricultores que avaliaram positivamente a utilidade e facilidade de uso do controle biológico apresentaram menor probabilidade de descontinuidade do que aqueles que avaliaram negativamente essas variáveis. Assim, a percepção da utilidade e a facilidade de uso foram fatores importantes na adoção da tecnologia, pois causaram rapidamente a descontinuidade do controle biológico nos campos de arroz, caso não atendessem às expectativas dos agricultores.

Desse resultado sugeriu-se que as políticas voltadas para promover o controle biológico nos campos de arroz da área de estudo deveriam apontar sua utilidade e facilidade de uso pelos agricultores para encorajar o uso contínuo e a longo prazo do controle biológico após a adoção inicial.

O aumento do tamanho da fazenda foi outra variável que diminuiu a probabilidade de descontinuidade das práticas de controle biológico. Portanto, deve-se prestar atenção especial aos pequenos agricultores no desenvolvimento de tecnologias de controle biológico. Isto porque a probabilidade de descontinuar o uso de uma nova tecnologia e retornar aos métodos tradicionais de controle de pragas foi maior entre este grupo de agricultores (ABDOLLAHZADEH *et al.*, 2017).

A facilidade de uso percebida também pode estar ligada às condições externas que facilitem o uso de uma determinada tecnologia. O conceito de condições facilitadoras é definido como a crença individual da existência de uma organização e a infraestrutura técnica satisfatória para apoiar o uso do sistema (VENKATESH *et al.*, 2003).

No contexto dos defensivos biológicos, as condições facilitadoras compreendem várias perspectivas das exigências dos agricultores, tais como consultores técnicos, programas de treinamento e oficinas, diretrizes técnicas adequadas e recursos suficientes relacionados ao uso da tecnologia.

Alguns estudos que examinaram condições facilitadoras encontraram associações positivas com a implementação bem-sucedida do uso de defensivos biológicos no campo (ABDOLLAHZADEH *et al.*, 2017).

A probabilidade de rejeição do uso do controle biológico no estudo de Abdollahzadeh *et al.* (2017) diminuiu quando houve a avaliação positiva da compatibilidade e da percepção de autoeficácia entre os agricultores. As percepções dos agricultores sobre os impactos dos defensivos biológicos são essenciais para apoiar métodos alternativos de controle de pragas (ABDOLLAHZADEH *et al.*, 2015a).

Com base nestes dados foram propostas as hipóteses:

TAM_H2a. A facilidade de uso percebida tem um efeito positivo sobre a atitude em relação ao uso de defensivos biológicos.

TAM_H2b. A facilidade de uso percebida tem efeito positivo sobre a percepção de utilidade dos defensivos biológicos

TAM_H3. A utilidade percebida tem um efeito positivo sobre a atitude em relação ao uso de defensivos biológicos.

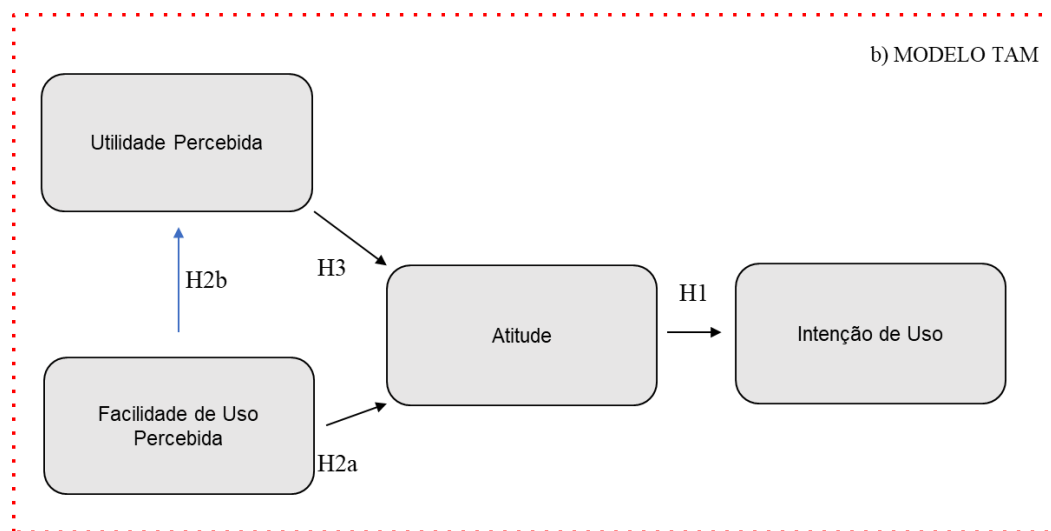
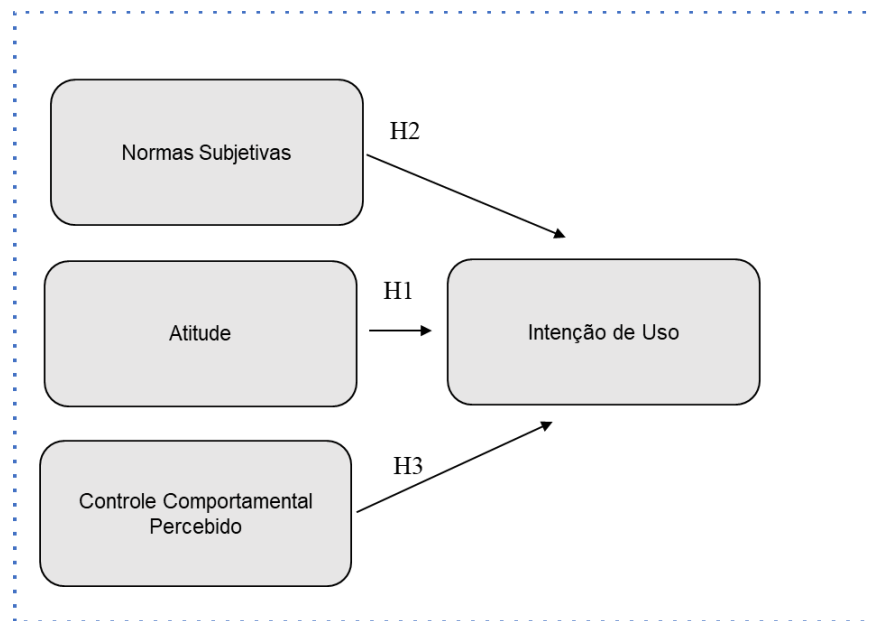
Por fim, de acordo com a TPB e com o TAM, a intenção indica como muito que uma pessoa está tentando fazer um comportamento específico. Como regra geral, uma intenção mais forte de um comportamento mostra que o comportamento é mais provável a ser praticado (AJZEN, 1985).

Logo, propomos:

_H4. A intenção comportamental de uso tem um efeito direto sobre o uso real.

A Figura 8 mostra os Modelos Conceituais propostos neste estudo.

Figura 8. Modelos conceituais propostos para explicar os fatores determinantes de adoção de defensivos biológicos por produtores rurais. a) TPB b) TAM



Fonte. elaborado pela autora.

Legenda: Atitude: sentimento negativo ou positivo de um indivíduo em relação ao comportamento em questão; Norma Subjetiva: pressão social que se tem em certos comportamentos; Controle Comportamental Percebido: fatores que podem facilitar ou impedir o desempenho do comportamento; Utilidade percebida: grau em que uma pessoa acredita que a utilização de um determinado sistema melhoraria seu desempenho no trabalho; Facilidade de uso percebida: grau em que uma pessoa acredita que o uso de um determinado sistema seria livre de esforço.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Este capítulo apresenta os aspectos metodológicos da pesquisa empírica. Primeiramente, apresentam-se brevemente as etapas e características da pesquisa (Quadro 6).

Quadro 6: Etapas e características da pesquisa

Atividades	Descrição	Justificativa	Resultados esperados
Etapa 1	Levantamento bibliográfico	Proporcionar a familiaridade, o conhecimento e a compreensão do fenômeno estudado	Identificação das principais teorias e conceitos relacionados à adoção de controle biológico de pragas na agricultura
Etapa 2	Estudo bibliométrico	Analisar a atividade científica por meio do estudo quantitativo das publicações no campo pesquisado	Compreensão do estado da arte acerca dos trabalhos voltados ao comportamento de adoção de controle biológico de pragas, tanto no cenário internacional como no nacional.
Etapa 3	Pesquisa Quantitativa	Avaliar as possíveis relações de interdependência entre a atitude dos frente aos defensivos biológicos, a intenção de compra e a adoção desses insumos, com base no modelo da Teoria do Comportamento Planejado de Ajzen e Fishbein (1980).	Proposição e teste do modelo conceitual.

Elaborado pela autora.

Os resultados das etapas 1 e 2 já foram incorporados na fundamentação teórica. Serão apresentados os métodos seguidos na terceira etapa, que corresponde à fase empírica realizada por meio de uma pesquisa do tipo *Survey*, também conhecida por levantamento de dados de campo. Caracteriza-se como uma pesquisa aplicada, de caráter descritivo e abordagem do problema por métodos quantitativos de análise.

A pesquisa quantitativa teve por objetivo analisar os fatores que condicionam a intenção de produtores rurais em adotar o uso da tecnologia dos defensivos biológicos em suas culturas agrícolas. Para isso, os dois modelos que mais se destacaram na literatura foram selecionados para uma análise comparativa dos resultados atingidos em

cada modelo, a fim de identificar o que apresenta maior poder explicativo: a Teoria do Comportamento Planejado - TPB de Ajzen e Fishbein (1980) ou o Modelo de Aceitação de Tecnologia -TAM (Davis *et al.*, 1992)

Ajzen e Fishbein (1980), autores do TPB, recomendam que se defina inicialmente qual o comportamento que se deseja analisar. Neste caso, a intenção dos produtores rurais em adotar o uso de defensivos biológicos nas suas lavouras. A fundamentação teórica possibilitou a proposição dos modelos conceituais e a elaboração das hipóteses propostas para essas relações. Nesta seção, apresentam-se todos os aspectos relacionados à execução do estudo, identificando a técnica de amostragem realizada, detalhando os componentes do instrumento de pesquisa e caracterizando os métodos de coleta, tabulação e análise de dados.

3.1 POPULAÇÃO E AMOSTRA

A população de interesse consistiu em residentes no Brasil, com 18 anos ou mais, proprietários de fazendas, agricultores ou agentes responsáveis pela decisão de uso de defensivos biológicos em suas lavouras. Especificamente, focou-se na segmentação da investigação em defensivos microbiológicos.

O processo de amostragem foi o não probabilístico, por julgamento, já que a base de respondentes foi constituída a partir da captação de contatos e da disseminação de convites, utilizando o método “bola de neve”.

Para garantir maior representação dos produtores distribuídos pelas principais mesorregiões, com diferentes culturas, observaram-se os seguintes critérios: tamanho da propriedade (áreas plantadas) e tipos de culturas nas diferentes regiões. Para a segmentação por tamanho foram definidos três estratos: pequenos, médios e grandes produtores, segundo critérios estabelecidos pelo IBGE (2017) para classificação das áreas cultivadas. Convites foram enviados levando em consideração os estratos, a fim de garantir boa representação na amostra.

Ressalta-se que amostras não probabilísticas não permitem a generalização das informações coletadas e a realização de inferências para toda a população. Entretanto, como o objetivo desta pesquisa é avaliar as possíveis relações de interdependência entre

as variáveis estudadas, a técnica amostral não probabilística por conveniência é aplicável (HAIR Jr. *et al*, 2019).

Para o cálculo amostral, seguindo as recomendações de Ringle, Silva e Bido (2014), foi utilizado o software G*Power 3.1, adotando as especificações determinadas por Hair et al. (2022), com um Tamanho do Efeito Médio (0,15) e Poder do Teste equivalente à 0,80. A partir dessas premissas, o cálculo da amostra resultou em um número mínimo de 68 respondentes, suficientes para detectar os efeitos desejados da Modelagem de Equações Estruturais com o Método de Mínimos Quadrados Parciais (Partial Least Square – PLS).

A amostra bruta atingiu 95 respostas e, após a análise de possíveis *outliers* a partir da distância de Mahalanobis, concluiu-se não seria necessária nenhuma exclusão. Também não foram localizados questionários inválidos (por valores ausentes e padrões suspeitos), assim os 95 questionários foram mantidos. Para avaliar possíveis vieses surgidos no processo de coleta de dados, foi calculado o Viés do Método Comum (Common Method Bias - CMB). Para tanto, foi utilizado o teste de fator único de Harman, com análise fatorial exploratória sem rotação e com um único fator, cuja variância extraída deve ser inferior a 40% (HAIR et al., 2019, p. 744). Como resultado, obteve-se um valor de variância explicada 33,5%, indicando que os dados podem ser considerados sem CMB.

3.2 INSTRUMENTO DE PESQUISA

O instrumento de coleta de dados mais adequado à abordagem quantitativa é o questionário, que se caracteriza pela interrogação direta de um grupo cujo comportamento se deseja conhecer (GIL, 2002). Tal instrumento apresenta como objetivos: (1) produzir descrições quantitativas de determinados aspectos da população estudada; e (2) coletar informações, a partir de um roteiro estruturado, cujos resultados obtidos serão suscetíveis à análise.

O questionário foi elaborado com questões fechadas, categóricas e métricas. Os construtos analisados foram medidos utilizando uma escala métrica intervalar do tipo Likert que mensura o grau de concordância dos respondentes mediante afirmações, com facilidade e confiabilidade. As escalas do tipo *Likert* foram estabelecidas com cinco pontos de mensuração, sendo ‘1’ para ‘discordo totalmente’ e ‘5’ para ‘concordo

totalmente'. O uso da escala Likert é apropriado para a realização de levantamentos auto aplicados ou aplicados *online* (AJZEN, 2008; HAIR *et al.*, 2014).

Para a mensuração dos construtos analisados, partiu-se de escalas já validadas em outros contextos (BAGHERI *et al.*, 2019; ATAIE *et al.*, 2021; SHARIFZADEH *et al.*, 2017 e RAZAEI *et al.*, 2020). A validação em português das escalas seguiu uma série de etapas (HAIR *et al.*, 2019a, HAIR *et al.*, 2019b, DEVELLIS, 2021): 1) definição clara do constructo em português com base na pesquisa bibliográfica; 2) busca na literatura de escalas para mensurar o constructo; 3) submissão da escala adotada à técnica de tradução reversa; 4) validação teórica ou de face por três especialistas de marketing, que contribuíram para ajustar o fraseado e avaliaram o enquadramento dos itens nos respectivos constructos; 5) validação semântica com 20 respondentes da população-alvo, num pré-teste presencial; 6) validação estatística por meio de análise confirmatória composta associada à modelagem de equações estruturais de mínimos quadrados parciais (PLS-SEM). O Quadro 7 apresenta a escala principal com os construtos (variáveis latentes) analisados e seus respectivos indicadores (variáveis observáveis).

Quadro 7. Construtos e variáveis da pesquisa.

CONSTRUTOS COMUNS AOS MODELOS TPB E TAM	VARIÁVEL		REFERÊNCIAS
INTENÇÃO	INT_1	Tenho intenção de usar defensivos biológicos em minha lavoura	Bagheri <i>et al.</i> (2019)
	INT_2	Vou usar defensivos biológicos em minhas culturas na próxima safra	Bagheri <i>et al.</i> (2019)
	INT_3	Vou aplicar defensivos biológicos na minha produção com base nas instruções de especialistas técnicos	Bagheri <i>et al.</i> (2019)
	INT_4	Vou recomendar o uso de defensivos biológicos para outros produtores rurais	Bagheri <i>et al.</i> (2019)
ATITUDE	ATT_1	O uso de defensivos biológicos na agricultura diminui as ameaças à saúde humana	Bagheri <i>et al.</i> (2019)
	ATT_2	Acho que o uso de defensivos biológicos prejudica a produtividade (escala inversa corrigida)	Bagheri <i>et al.</i> (2019)
	ATT_3	O uso de defensivos biológicos na agricultura pode evitar a degradação ambiental	Bagheri <i>et al.</i> (2019)
	ATT_4	Tenho uma visão positiva sobre os defensivos biológicos.	Ataei <i>et al.</i> (2021)
	ATT_5	Acredito que o uso de defensivos biológicos é essencial para produzir alimentos com mais qualidade.	Ataei <i>et al.</i> (2021)
	ATT_6	Vou usar defensivos biológicos, mesmo que meus custos de produção aumentem inicialmente.	Ataei <i>et al.</i> (2021)

	ATT_7	Na minha opinião, o uso de defensivos biológicos ainda é um assunto polêmico, sendo necessário aumentar a conscientização dos agricultores a esse respeito.	Ataei <i>et al.</i> (2021)
	CCP_2	O processo de uso dos defensivos biológicos é fácil para mim	Bagheri <i>et al.</i> (2019)
	CCP_3	Acredito que usar os defensivos biológicos na produção depende apenas de mim.	Bagheri <i>et al.</i> (2019)
	CCP_4	O uso de defensivos biológicos não me preocupa financeiramente	Bagheri <i>et al.</i> (2019)
CONSTRUTOS TPB	VARIÁVEL		
Norma subjetiva	NS_1	A forma como outros agricultores fazem o controle de pragas é importante para mim.	Bagheri <i>et al.</i> (2019)
	NS_2	Minha família e amigos me incentivam a usar os defensivos biológicos na produção	Bagheri <i>et al.</i> (2019)
	NS_3	Acho que os agricultores que aplicam defensivos biológicos nas suas culturas obtêm produtos de melhor qualidade	Bagheri <i>et al.</i> (2019)
	NS_4	Sinto-me pressionado pelas pessoas para usar defensivos biológicos na produção.	Ataei <i>et al.</i> (2021)
	NS_5	Os produtores que eu respeito aprovarão se eu usar defensivos biológicos.	Ataei <i>et al.</i> (2021)
CONTROLE COMPORTAMENT AL PERCEBIDO	CCP_1	Acho que os preços dos defensivos biológicos são razoáveis, quando se leva em conta a produtividade	Bagheri <i>et al.</i> (2019)
	CCP_2	O processo de uso dos defensivos biológicos é fácil para mim	Bagheri <i>et al.</i> (2019)
	CCP_3	Acredito que usar os defensivos biológicos na produção depende apenas de mim.	Ataei <i>et al.</i> (2021)
	CCP_4	O uso de defensivos biológicos não me preocupa financeiramente	Bagheri <i>et al.</i> (2019)
CONSTRUTOS TAM	VARIÁVEL		
FACILIDADE DE USO PERCEBIDA	FACP_1	Tenho conhecimento e informações suficientes sobre como aplicar os defensivos biológicos na lavoura.	Razaei <i>et al.</i> (2020)
	FACP_2	É fácil, para mim, aprender a usar diferentes tipos de defensivos biológicos	Razaei <i>et al.</i> (2020)
	FACP_3	Há revendas de defensivos biológicos próximas à minha propriedade com produtos disponíveis para mim	Razaei <i>et al.</i> (2020)
	FACP_4	Acredito que é tecnicamente fácil usar defensivos biológicos em minha fazenda	Razaei <i>et al.</i> (2020)
UTILIDADE PERCEBIDA	UTIL_1	O uso de defensivos biológicos em minha propriedade pode proteger minha plantação contra pragas de forma eficaz	Razaei <i>et al.</i> (2020)
	UTIL_2	O uso de defensivos biológicos em minha fazenda reduziria as perdas causadas pelas pragas	Razaei <i>et al.</i> (2020)
	UTIL_3	O uso de defensivos biológicos em minha fazenda reduziria o custo de produção	Sharifzadeh <i>et al.</i> (2017)
	UTIL_4	Acredito que usar defensivos biológicos em minha propriedade pode melhorar a qualidade e a segurança do que produzo e sua comercialização	Razaei <i>et al.</i> (2020)

Fonte: elaborado pela autora.

3.3 COLETA DE DADOS

A partir da determinação da amostra e da estruturação do instrumento de pesquisa, foi realizado pré-teste com 20 respondentes, com o propósito de testar o instrumento, buscando eliminar problemas de formulação, adequando o instrumento aos objetivos do estudo e ao tempo médio de aplicação (MALHOTRA, 2006). Os resultados do pré-teste orientaram pequenas alterações no formulário, com base nos feedbacks recebidos, para chegar à sua versão final.

O questionário eletrônico para autopreenchimento foi desenvolvido na ferramenta “Google Forms” e aplicado, com apresentação randomizada, pela plataforma Google Forms. Para acessar os respondentes, foi compartilhado em redes sociais de grupos fechados de produtores rurais, em e-mails de cooperativas agrícolas, ou de produtores rurais cadastrados em bancos de dados de “Pessoa Jurídica” com acesso livre. A quantidade de respostas válidas obtidas foi de 95 produtores e o questionário foi aplicado durante o período de 01 de maio de 2023 até 31 de agosto de 2023.

Inicialmente, foram apresentados aos participantes o propósito da pesquisa e a estimativa do tempo para preenchimento do questionário (aproximadamente 5 minutos), com a finalidade reduzir o índice de abandono do questionário. Posteriormente, os entrevistados responderam a uma questão filtro declarando a maioridade e a disposição para participar do estudo, seguindo o Código de Ética em Pesquisa com Seres Humanos. Neste momento, todos os participantes que não se adequaram ao requisito de idade, ou decidiram não participar, foram direcionados ao encerramento da pesquisa.

3.4 ANÁLISE DE DADOS

A análise descritiva das escalas foi feita por meio do SPSS (frequências, média, desvio padrão e coeficiente de variação). Os resultados dos modelos foram analisados a partir da equação estrutural que, de acordo com Hair *et al.* (2021), é uma das formas de confirmar as relações obtidas da teoria, testando simultaneamente um conjunto de relações de dependência, conectando assim os constructos hipotetizados do modelo (Figura 8). O método de análise foi o PLS-SEM, com o uso do software SmartPLS, versão 4.0. Primeiro foram realizados os testes e avaliações de consistência interna do

modelo, seguido dos testes de sua capacidade preditiva. Para tanto, foi utilizado o *software* SmartPLS 4.0, por sua capacidade de estimar modelos complexos, compostos por muitos construtos, variáveis, relações causais entre constructos, pois é robusta à falta de normalidade multivariada e é viável para amostras pequenas (BIDO e SILVA, 2019).

A utilização do SEM-PLS justifica-se por: (1) características dos dados, (2) características do modelo, (3) estimação do modelo e (4) avaliação do modelo. O PLS-SEM trabalha eficientemente com amostras pequenas e modelos complexos (CASSEL, HACKL e WESTLUND, 1999; HAIR, SARSTEDT e RINGLE, 2019). Diferente do CB-MEV baseado em máxima verossimilhança, que requer dados normalmente distribuídos, o PLS-SEM não faz suposições distribucionais (ou seja, não é paramétrico). O PLS-SEM apresenta alta eficiência na estimação dos parâmetros, que se manifesta no maior poder estatístico do método em comparação ao CB-SEM. Maior poder estatístico significa que PLS-SEM é mais provável de tornar uma relação específica significativa quando ela está de fato presente na população. Isso vale para a comparação com a regressão usando dados de escore somatório, que também é caracterizado por menor poder estatístico do que PLS-SEM (HAIR *et al.*, 2017). Sua natureza causal-preditiva torna o PLS-SEM particularmente atraente para pesquisas em campos que visam derivar recomendações para a prática. Por exemplo, as recomendações em seções de implicações gerenciais em revistas de pesquisa de negócios sempre incluem declarações preditivas ("nossos resultados sugerem que os gerentes devem..."). Fazer tais afirmações requer um foco de previsão na estimação e avaliação do modelo (SARSTEDT e DANKS, 2021). O PLS-SEM enfatiza perfeitamente essa necessidade, pois o método lança luz sobre os mecanismos (i.e., as relações do modelo estrutural) através dos quais as previsões são geradas (HAIR, 2020; HAIR e SARSTEDT, 2019, 2021).

4. RESULTADOS

O capítulo se estrutura com a descrição do perfil da amostra, prossegue com os resultados da análise da equação estrutural e a interpretação dos dados foi realizada a partir de comparação/extrapolação com dados disponíveis na literatura. Destaca-se que, como o problema de pesquisa requer uma análise comparativa entre os modelos selecionados (TPB e TAM) para explicar o comportamento dos produtores rurais, em relação à adoção de defensivos biológicos. Cada modelo é analisado separadamente e, depois, comparativamente. A análise de cada modelo seguiu a seguinte sequência: primeiramente é realizada a análise do modelo de mensuração - validades convergentes (variância média extraída), validade discriminante (cargas cruzadas e correlação desatenuada) e confiabilidade do modelo (alfa de Cronbach e confiabilidade composta). Em seguida, a análise do modelo estrutural: avaliação da porção da variância das variáveis endógenas explicadas pelo modelo (coeficiente de determinação de Pearson), avaliação de quanto cada construto é útil para o ajuste do modelo (tamanho do efeito), avaliação das significâncias das correlações e regressões (teste *t de Student*) e avaliação das relações causais (coeficiente de caminho).

4.1. PERFIL DA AMOSTRA

A amostra investigada consistiu em 95 respondentes, sendo 82% do sexo masculino, com idade entre 30 e 61 anos e 88% concluíram o ensino superior. Quanto ao tamanho da propriedade, 52,6% declararam possuir/atuar em propriedades de médio porte, sendo a maior parte pertencente à região sudeste (36,8% no estado de São Paulo e 20% no estado de Minas Gerais). O tipo predominante de cultivo foi a produção de grãos (soja, milho, café, amendoim - 50% do total).

O perfil da amostra está representado na Tabela 1.

Tabela 1. Perfis da amostra estudada.

Fatores demográficos	Amostra (%)	Fatores demográficos	Amostra (%)
Gênero		Tamanho da propriedade	
Masculino	82	Pequena (Até 10 hectares)	12,63
Feminino	7	Média (10 a 999 hectares)	52,63
Prefiro não responder	6	Grande (Mais de 1000 hectares)	34,74
Faixa etária		Tipo de cultura produzida	
Entre 18 e 30 anos	11,	Cana-de-açúcar	22,11
Entre 31 e 40 anos	27,4	Grãos	49,47
Entre 41 e 50 anos	22,1	Hortifruti	22,11
Entre 51 e 60 anos	25,3	Floresta/ornamentais	3,16
Entre 61 e 70 anos	13,7	Não cultiva	3,16
Nível de escolaridade		Distribuição territorial das propriedades	
Ensino Fundamental Incompleto	1,05	SP	36,84
Ensino Médio Incompleto	3,16	MG	20,00
Ensino Médio Completo/Superior Incompleto	7,37	MT	7,37
Superior Completo	33,68	PR	7,37
Pós-graduação Completa	51,58	BA	6,32
Pós-graduação incompleta	3,16	*Outros	22,11

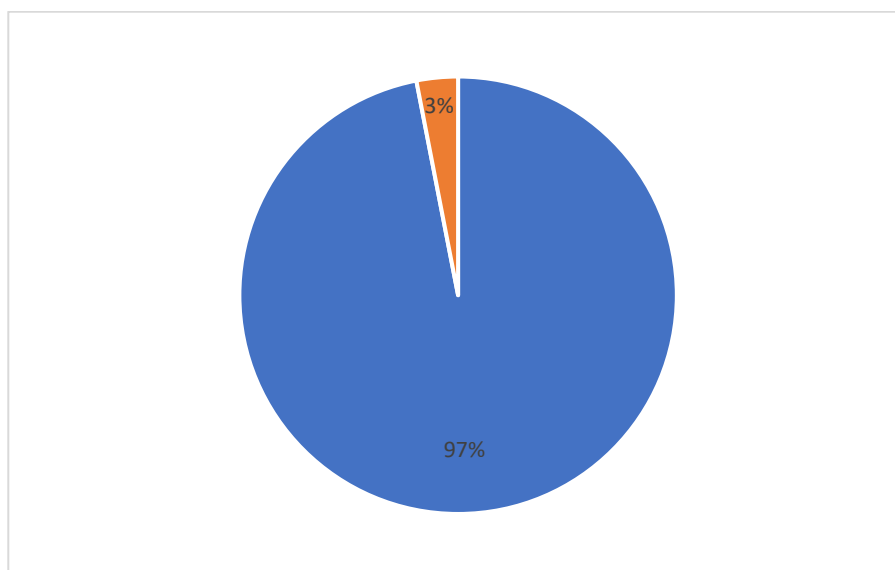
* GO; MS; ES; RJ; RS; SC; DF; PE; RO; TO.; Distribuição Nacional.

Amostra: 95 respondentes.

Os participantes foram questionados se tinham conhecimento ou não sobre o que são defensivos biológicos: 97% (n=92) da amostra responderam ter ciência sobre o que são e 3% (n=3) declararam não saber sobre o que são esses produtos (Figura 9).

Entre os que declararam conhecer o que são defensivos biológicos, 69,57% fazem uso na propriedade de, pelo menos, um dos tipos de defensivos microbiológicos (Tabela 2), em propriedades localizadas principalmente na região sudeste e centro-oeste (Figura 10), com foco de produção em Cana-de-açúcar, Grãos e Hortifrutis (Figura 11).

Figura 9. Conhecimento sobre o que são defensivos biológicos (frequência em porcentagem).



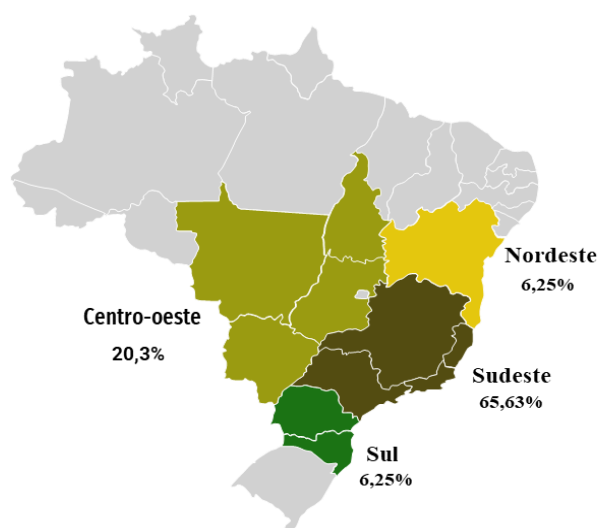
Fonte: dados da pesquisa

Tabela 2. Produtores rurais da amostra que fazem uso de defensivos biológicos.

Usam defensivos	Número absoluto	Frequência (%)
SIM	64	69,57
NÃO	28	30,43
Total	92	100,00

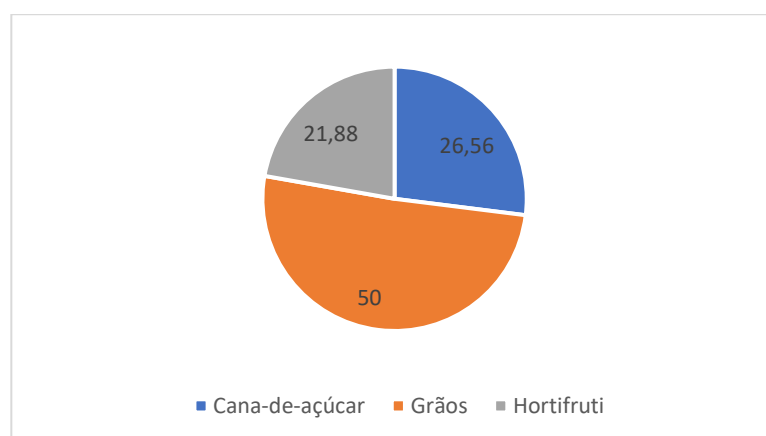
Fonte: dados da pesquisa

Figura 10. Distribuição geográfica das propriedades cujos dos participantes utilizam defensivos biológicos na produção.



Fonte: dados da pesquisa

Figura 11. Principais culturas produzidas por produtores usuários de defensivos biológicos



Fonte: dados da pesquisa

Os participantes foram questionados se conheciam os defensivos biológicos citados na pesquisa. Foi apresentado aos participantes uma relação de defensivos biológicos e as seguintes alternativas: a) não conheciam o defensivo biológico citado; b) conheciam o defensivo biológico, mas nunca o utilizaram e c) conheciam e já tinham usado na lavoura. O conhecimento variou bastante em relação aos diferentes produtos. Entre os defensivos microbiológicos citados na pesquisa, os mais conhecidos e utilizados nas lavouras, segundo os respondentes, foram: *Beauveria*, *Bacillus*, *Metarhizium* e *Trichoderma* (Tabela 3).

Tabela 3. Defensivos microbiológicos apresentados na pesquisa e identificados pelos participantes.

Defensivo microbiológico	Conhece, mas não usou	Não conhece	Conhece e já usou
<i>Beauveria</i>	n = 35 (33,2%)	n = 12 (11,4%)	n = 48 (45,6%)
<i>Bacillus</i>	n = 36 (34,2%)	n = 6 (5,7%)	n = 53 (50,3%)
<i>Metarhizium</i>	n = 41 (38,9%)	n = 8 (7,6%)	n = 46 (43,7%)
<i>Paecilomyces</i>	n = 21 (19,9%)	n = 57 (54,1%)	n = 17 (16,1%)
<i>Baculovirus</i>	n = 48 (45,6%)	n = 23 (21,8%)	n = 24 (22,8%)
<i>Neoseiulus</i>	n = 22 (20,9%)	n = 68 (64,6%)	n = 5 (4,7%)
<i>Trichoderma</i>	n = 38 (36,1%)	n = 8 (7,6%)	n = 49 (46,5%)
<i>Isaria</i>	n = 25 (23,7%)	n = 47 (44,6%)	n = 23 (21,8%)
<i>Pochonia</i>	n = 28 (26,6%)	n = 48 (45,6%)	n = 19 (18,0%)
<i>Purpureocillium</i>	n = 19 (18,0%)	n = 67 (63,6%)	n = 9 (8,5%)

Fonte: dados da pesquisa.

4.2. ANÁLISE DESCRITIVA DAS VARIÁVEIS OBSERVÁVEIS DE CADA CONSTRUTO

A análise descritiva apresentada a seguir considera cada um dos construtos utilizados para a elaboração dos modelos teóricos propostos: intenção, atitude, normas subjetivas, controle comportamental percebido, utilidade e facilidade de uso percebida.

Primeiramente foi realizada uma tabulação simples dos resultados da pesquisa para a análise das estatísticas de tendência central, ou seja, a média, o desvio padrão e o coeficiente de variação. O coeficiente de variação refere-se a uma medida de dispersão empregada para estimar a precisão de experimentos e representa o desvio-padrão expresso como percentual da média (MOHALLEM *et al.*, 2008). A classificação sugerida por Gomes (1990) considera que os coeficientes de variação são baixos quando inferiores a 10%, médios entre 10% e 20%, altos entre 20% e 30% e muito altos se superiores a 30%. Observando as variáveis observáveis com maiores médias apresentada na tabela 4, podemos inferir que, os respondentes têm intenção de usar defensivos biológicos nas suas culturas (“INT_1”) e de recomendar o uso de defensivos

biológicos para outros produtores rurais (INT_4), acreditam que “o uso de defensivos biológicos melhora a produtividade” (“ATT_2”) e têm “uma visão positiva sobre os defensivos biológicos” (“ATT_4”).

Muitos construtos apresentam itens com coeficientes de variação entre 10% e 20%, indicando um grau de variabilidade média entre os dados, ou seja, o comportamento dos respondentes quanto à aceitação e adoção dos defensivos biológicos é levemente diverso dentro da amostra.

Tabela 4. Estatísticas descritivas das variáveis analisadas neste estudo.

Variáveis latentes		Variáveis observáveis	Média ponderada	Desvio Padrão	Coeficiente de variação (%)
Intenção	INT_1	Tenho intenção de usar defensivos biológicos em minha lavoura	4,66	0,709	0,502 (10,04)
	INT_2	Vou usar defensivos biológicos em minhas culturas na próxima safra	4,21	1,166	1,360 (27,2)
	INT_3	Vou aplicar defensivos biológicos na minha produção com base nas instruções de especialistas técnicos	4,45	1,008	1,016 (20,3)
	INT_4	Vou recomendar o uso de defensivos biológicos para outros produtores rurais	4,39	0,949	0,899 (17,9)
Atitude	ATT_1	O uso de defensivos biológicos na agricultura diminui as ameaças à saúde humana	4,38	0,958	0,219 (4,37)
	ATT_2	Acho que o uso de defensivos biológicos melhora a produtividade	4,54	0,932	0,868 (17,36)
	ATT_3	O uso de defensivos biológicos na agricultura pode evitar a degradação ambiental	4,09	1,168	1,363 (27,26)
	ATT_4	Tenho uma visão positiva sobre os defensivos biológicos.	4,61	0,704	0,495 (9,9)
	ATT_5	Acredito que o uso de defensivos biológicos é essencial para produzir alimentos com mais qualidade.	4,06	1,165	1,357 (27,14)
	ATT_6	Vou usar defensivos biológicos, mesmo que meus custos de produção aumentem inicialmente.	3,36	1,237	1,530 (30,6)
	ATT_7	Na minha opinião, o uso de defensivos biológicos ainda é	3,57	1,427	2,035 (40,7)

		um assunto polêmico, sendo necessário aumentar a conscientização dos agricultores a esse respeito.			
Normas subjetivas	NS_1	A forma como outros agricultores fazem o controle de pragas é importante para mim.	3,88	1,147	1,316 (26,3)
	NS_2	Minha família e amigos me incentivam a usar os defensivos biológicos na produção	3,39	1,274	1,63 (32,6)
	NS_3	Acho que os agricultores que aplicam defensivos biológicos nas suas culturas obtêm produtos de melhor qualidade	3,73	1,224	1,499 (29,9)
	NS_4	Sinto-me pressionado pelas pessoas para usar defensivos biológicos na produção.	2,08	1,136	1,291 (25,8)
	NS_5	Os produtores que eu respeito aprovarão se eu usar defensivos biológicos.	3,64	1,202	1,445 (28,9)
Controle comportamental percebido	CCP_1	Acho que os preços dos defensivos biológicos são razoáveis, quando se leva em conta a produtividade	3,26	1,150	1,324 (26,5)
	CCP_2	O processo de uso dos defensivos biológicos é fácil para mim	3,45	1,236	1,527 (30,5)
	CCP_3	Acredito que usar os defensivos biológicos na produção depende apenas de mim.	3,24	1,269	1,611 (32,2)
	CCP_4	O uso de defensivos biológicos não me preocupa financeiramente	2,62	1,196	1,429 (25,8)
Utilidade percebida	UTIL_2	O uso de defensivos biológicos em minha propriedade pode proteger minha plantação contra pragas de forma eficaz	3,95	0,949	0,901 (18,2,)
	UTIL_2	O uso de defensivos biológicos em minha fazenda reduziria as perdas causadas pelas pragas	4,06	1,009	1,017 (20,3)
	UTIL_3	O uso de defensivos biológicos em minha fazenda reduziria o custo de produção	3,24	1,218	1,483 (29,6)
	UTIL_4	Acredito que usar defensivos biológicos em minha propriedade pode melhorar a qualidade e a segurança do que produzo e sua comercialização	4,07	1,013	1,026 (20,5)

Facilidade de uso percebida	FACP_1	Tenho conhecimento e informações suficientes sobre como aplicar os defensivos biológicos na lavoura.	3,59	1,250	1,564 (31,3)
	FACP_2	É fácil, para mim, aprender a usar diferentes tipos de defensivos biológicos	4,09	1,011	1,023 (20,5)
	FACP_3	Há revendas de defensivos biológicos próximas à minha propriedade com produtos disponíveis para mim	3,51	1,344	1,806 (36,1)
	FACP_4	Acredito que é tecnicamente fácil usar defensivos biológicos em minha fazenda	3,58	1,154	1,331 (26,6)

Fonte: dados da pesquisa.

4.2.1. Análise do Modelo TPB

4.2.1.1. Análise do modelo de mensuração

A validade convergente dos construtos foi analisada por meio das Variâncias Médias Extraídas (Average Variance Extracted – AVEs). Na primeira rodada do Algoritmo PLS, o construto ‘Atitude’ não atingiu o critério de qualidade de Fornell-Larcker (1981), apresentando AVE um pouco abaixo de 0,50 (AVE=0,4). Nesse caso, eliminou-se os indicadores de menor carga fatorial: ATT_7 (“*Na minha opinião, o uso de defensivos biológicos ainda é um assunto polêmico, sendo necessário aumentar a conscientização dos agricultores a esse respeito*”) e ATT_2 (“*Acho que o uso de defensivos biológicos prejudica a produtividade*”), separadamente, até a AVE do construto ‘Atitude’ atingir o critério de qualidade. Outro construto cuja AVE não atingiu o padrão foi “normas subjetivas” (AVE=0,45) e foi necessário excluir NS_4 (“*Sinto-me pressionado pelas pessoas para usar defensivos biológicos na produção*”) para atingir AVE=0,563. Ao final, o modelo ajustado atingiu o critério de qualidade de Fornell-Larcker (1981), apresentando AVE > 0,5, para todos os construtos. Os resultados obtidos encontram-se na Tabela 5.

Tabela 5: Análise do modelo de mensuração -TPB: Matriz de correlações entre as variáveis latentes; Variâncias Médias Extraídas (Average Variance Extracted – AVEs); Confiabilidade dos indicadores: pelo alfa de Cronbach (AC) e pela confiabilidade composta (CC - Rho de Dillon-Goldstein).

Matriz de Correlação entre Variáveis Latentes	1	2	3	4
1. Atitude	0,739			
2. Controle Comportamental	0,599	0,714		
3. Intenção	0,569	0,520	0,846	
4. Normas Subjetiva	0,642	0,503	0,548	0,750
Variância Média Extraída (AVE)	0,545	0,510	0,716	0,563
Alfa de Cronbach	0,792	0,692	0,867	0,744
CC -rho_a	0,816	0,764	0,881	0,780
CC -rho_c	0,855	0,801	0,910	0,837

Nota 1: Os valores na diagonal são a raiz quadrada da AVE.

Nota 2: Todas as correlações são significantes a 1%.

Fonte: resultados da pesquisa.

A validade convergente no nível dos indicadores, pelo critério de Chin (1998), apontou que os construtos são diferentes uns dos outros, já que todos os indicadores apresentaram cargas fatoriais mais altas em seus respectivos construtos. Observou-se, porém, que nem todos os indicadores apresentaram carga fatorial superior a 0,7, mas considerando a validade convergente dos construtos-indicadores e garantida a validade discriminante, pelo critério Fornell-Larcker ($\sqrt{AVE} > r_{VL}$), optou-se por não excluir os indicadores com cargas fatoriais abaixo de 0,70. A tabela das cargas fatoriais cruzadas encontra-se no Anexo 1.

Há duas maneiras de analisar a confiabilidade dos indicadores: pelo alfa de Cronbach (AC) e pela confiabilidade composta (CC). A literatura recomenda, como critério de qualidade, valores superiores a 0,7 em ambos os indicadores (Hair *et al.* 2014). Os resultados apontaram que o controle comportamental percebido apresentou

um valor um pouco mais baixo no alfa de Cronbach (0,692), porém na confiabilidade composta os valores estão acima de 0,7.

O teste AC assume que todas as variáveis são igualmente confiáveis (ou seja, todas têm “cargas fatoriais iguais” para com seus respectivos constructos). Mas o Método de Equações Estruturais pelos Mínimos Quadrados Parciais (PLS-SEM) prioriza os indicadores de acordo com a sua confiabilidade individual. Além disso, o AC é sensível ao número de itens da escala e, geralmente, tende a subestimar a confiabilidade. Assim, recomenda-se a utilização da confiabilidade composta - CC (Rho de Dillon-Goldstein) como critério de análise de consistência interna, por ser mais adequada a esse tipo de estudo (HAIR *et al.*, 2014b).

Como a confiabilidade composta é o critério de análise de consistência interna mais adequado para PLS-SEM nenhuma ação se faz necessária. Assim, a análise da consistência interna - alfa de Cronbach (AC) e confiabilidade composta (CC) - mostrou que a amostra está livre de vieses e as respostas, como um todo, são confiáveis, pois os valores da AC são maiores que 0,60 e do CC os valores são maiores que 0,70, (Hair Jr *et al.*, 2014), conforme mostrado na Tabela 5.

Os resultados da avaliação do modelo de mensuração validam, satisfatoriamente, a confiabilidade e as validades convergente e discriminante dos construtos, logo, eles podem ser usados para testar o modelo estrutural.

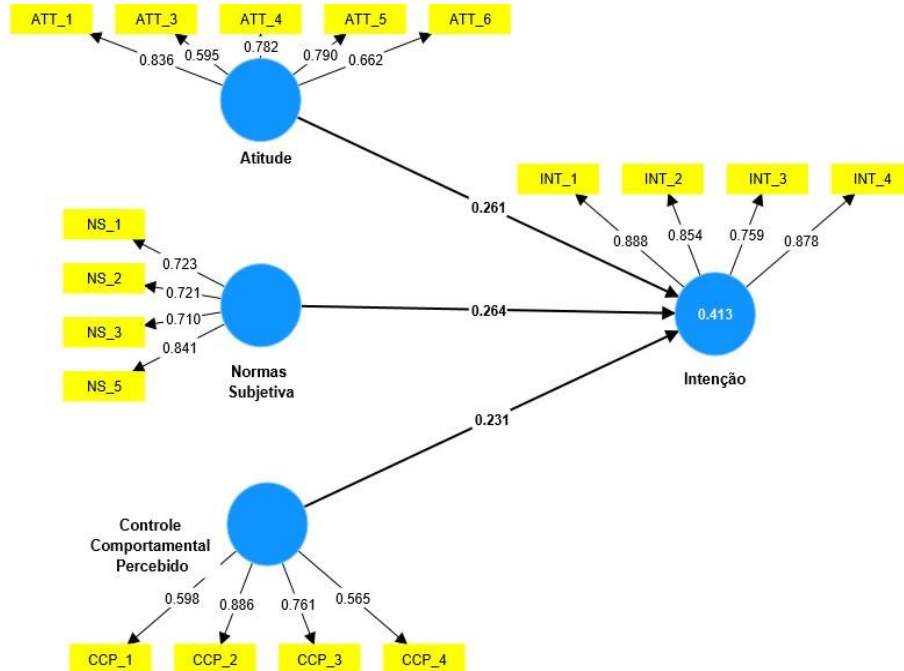
4.2.1.2. Análise do modelo estrutural

A significância das relações (correlações e regressões) entre as variáveis foi realizada por meio da reamostragem (bootstrapping, com 5000 casos). O valor de referência para análise é $t \geq 1,96$ e a técnica é o teste t de Student (Hair *et al.*, 2014a). Todas as relações são significantes com alfa $\leq 1\%$. As correlações entre os construtos e seus respectivos indicadores (variáveis observáveis) também foram confirmadas (todos os coeficientes ficaram acima de 1,96, com alfa $\leq 1\%$).

As correlações entre os construtos e seus respectivos indicadores (variáveis observáveis) também foram confirmadas (todos os coeficientes ficaram acima de 1,96, com alfa $\leq 1\%$). A Figura 12 apresenta o modelo de equação estrutural ajustado, com os valores das correlações entre os construtos e as variáveis de mensuração; o valor do Coeficiente de Determinação de Pearson (R^2 = avalia a porção da variância das variáveis

endógenas, que é explicada pelo modelo estrutural) e o coeficiente de caminho da regressão linear entre os construtos.

Figura 12: Modelo da Equação Estrutural Ajustado - TPB.



Legenda: INT: Intenção comportamental. ATT: Atitude, CCP: Controle Comportamental Percebido; NS: Norma Subjetiva.

O modelo ajustado apresenta boa qualidade estrutural: R^2 de 41,3% para intenção de uso. Para a área de ciências sociais e comportamentais, Cohen (1988) sugere que $R^2=2\%$ sejam classificados como efeito pequeno, $R^2=13\%$ como efeito médio e $R^2=26\%$ como efeito grande (RINGLE, SILVA, E BIDO, 2014). Os valores citados podem ser conferidos na Tabela 6.

Tabela 6: Resultados do Modelo estrutural TPB (n=95).

	Hipótese	f²	Coefficiente Estrutural	Valor-p	R² ajustado	Resultado
Atitude > Intenção	H1(TPB)	0,056	0,261	0.032		Aceita
Normas > Intenção	H2	0,067	0,264	0.012	0,394	Aceita
Controle > Intenção	H3	0,056	0,231	0.025		Aceita

Nota: o maior valor de VIF foi 2,061
Fonte: resultados da pesquisa.

A análise do tamanho do efeito foi realizada por meio do Indicador de Cohen (f^2). Valores de 0,02, 0,15 e 0,35 são considerados pequenos, médios e grandes, respectivamente (HAIR *et al*, 2014a). A análise dos resultados demonstrou que o tamanho do efeito dos antecedentes atitude, norma subjetiva e controle comportamental classificam-se como pequeno (vide Tabela 6).

O teste *t* de *Student* confirmou todas as hipóteses: todas as relações são significativas, porém com diferentes valores de *p* (Tabela 6). A intensidade das relações representadas nas hipóteses estão muito próximas e apresentam intensidade média. Os resultados apontam que o modelo estrutural ajustado explicou 39,4% da intenção (Tabela 6).

4.2.2 Análise do Modelo TAM

4.2.2.1. Análise do modelo de mensuração

A validade convergente dos construtos, medida pelas AVE's revelou, na primeira rodada do Algoritmo PLS, que o construto 'Atitude' não atingiu o critério de qualidade de Fornell-Larcker (1981), apresentando AVE um pouco abaixo de 0,50 (AVE=0,462). Como correção, foi eliminado o indicador de menor carga fatorial (ATT_2, "*Acho que o uso de defensivos biológicos prejudica a produtividade (escala inversa corrigida)*") e a AVE do construto 'Atitude' atingiu o critério de qualidade. Os resultados obtidos encontram-se na Tabela 7.

A validade convergente no nível dos indicadores, pelo critério de Chin (1998), apontou que os construtos são diferentes uns dos outros, já que todos os indicadores apresentaram cargas fatoriais mais altas em seus respectivos construtos. Observou-se, porém, que nem todos os indicadores apresentaram carga fatorial superior a 0,7, mas considerando a validade convergente dos construtos-indicadores e garantida a validade discriminante, pelo critério Fornell-Larcker ($\sqrt{AVE} > r_{VL}$), optou-se por não excluir os indicadores com cargas fatoriais abaixo de 0,70. A tabela das cargas fatoriais cruzadas encontra-se no Anexo 2.

Tabela 7: Análise do modelo de mensuração -TAM: Matriz de correlações entre as variáveis latentes; Variâncias Médias Extraídas (Average Variance Extracted – AVEs); Confiabilidade dos indicadores: pelo alfa de Cronbach (AC) e pela confiabilidade composta (CC - Rho de Dillon-Goldstein).

Matriz de Correlação entre Variáveis Latentes	1	2	3	4
1. Atitude	0,741			
2. Facilidade	0,489	0,746		
3. Intenção	0,560	0,696	0,846	
4. Utilidade	0,692	0,530	0,592	0,815
Variância Média Extraída (AVE)	0,549	0,557	0,717	0,664
Alfa de Cronbach	0,792	0,742	0,867	0,831
CC- rho_a	0,816	0,788	0,879	0,846
CC- rho_c	0,857	0,830	0,910	0,887

Nota 1: Os valores na diagonal são a raiz quadrada da AVE.

Nota 2: Todas as correlações são significantes a 1%.

Fonte: resultados da pesquisa.

Os resultados apontaram que, em todos os indicadores, os valores obtidos para confiabilidade: pelo alfa de Cronbach (AC) e pela confiabilidade composta (CC) são superiores a 0,7, mostrando que a amostra está livre de vieses e as respostas, como um todo, são confiáveis, conforme mostrado na Tabela 7.

Os resultados da avaliação do modelo de mensuração validam, satisfatoriamente, a confiabilidade e as validades convergente e discriminante dos construtos, logo, eles podem ser usados para testar o modelo estrutural.

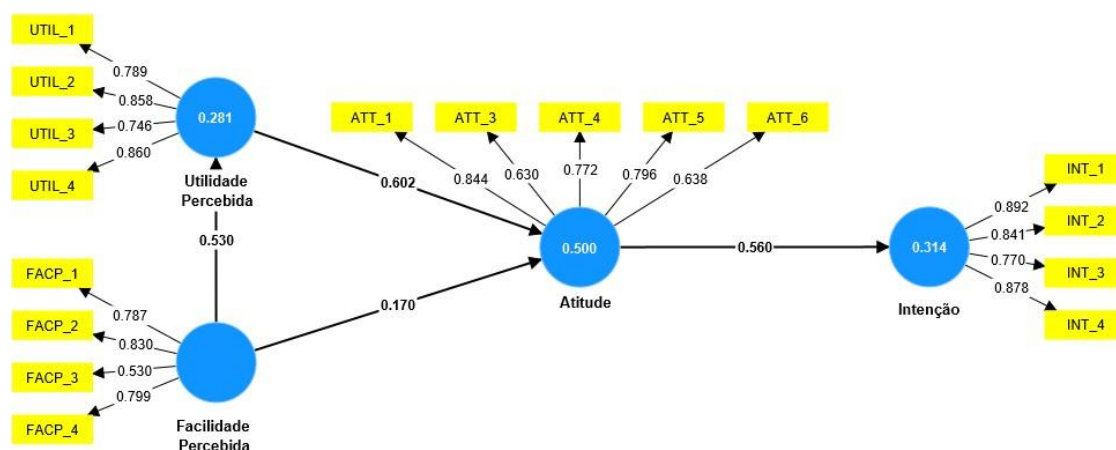
4.2.2.2. Análise do modelo estrutural

A significância das relações (correlações e regressões) entre as variáveis foi realizada por meio da reamostragem (bootstrapping, com 5000 casos). O valor de

referência para análise é $t \geq 1,96$ e a técnica é o teste t de Student (Hair et al, 2014a). Todas as relações são significantes com $\alpha \leq 1\%$. As correlações entre os construtos e seus respectivos indicadores (variáveis observáveis) também foram confirmadas (todos os coeficientes ficaram acima de 1,96, com $\alpha \leq 1\%$).

A Figura 13 apresenta o modelo de equação estrutural ajustado, com os valores das correlações entre os construtos e as variáveis de mensuração; o valor do Coeficiente de Determinação de Pearson (R^2 = avalia a porção da variância das variáveis endógenas, que é explicada pelo modelo estrutural) e o coeficiente de caminho da regressão linear entre os construtos.

Figura 13: Modelo da Equação Estrutural Ajustado – TAM



Legenda: ATT: Atitude; INT: Intenção comportamental, FACP: Facilidade de uso percebida; UTIL: Utilidade de uso percebida.

O modelo ajustado apresenta boa qualidade estrutural: R^2 de 50% para atitude e de 31,4% para intenção de uso. Para a área de ciências sociais e comportamentais, Cohen (1988) sugere $R^2=2\%$ como efeito pequeno, $R^2=13\%$ como efeito médio e $R^2=26\%$ como efeito grande (RINGLE, SILVA E BIDO, 2014). Os valores citados podem ser conferidos na Tabela 8.

A análise do tamanho do efeito foi realizada por meio do Indicador de Cohen (f^2). Valores de 0,02, 0,15 e 0,35 são considerados pequenos, médios e grandes, respectivamente (HAIR et al, 2014a). A análise dos resultados demonstrou que o tamanho do efeito dos antecedentes sobre a utilidade e a intenção classificam-se como

médio, sendo classificado como grande o efeito sobre a atitude. Portanto, pode-se afirmar que o modelo tem acurácia e que os construtos são importantes para o ajuste do modelo (vide Tabela 8).

Tabela 8: Resultados do Modelo estrutural (n=95)

	Hipótese	f ²	Coefficiente Estrutural	Valor-p	R ² ajustado	Resultado
Facilidade > Atitude	H2a	0,041	0,170	0,057		Refutada
Facilidade > Utilidade	H2b	0,391	0,530	< 0.001	0,281	Aceita
Utilidade > Atitude	H3	0,521	0,602	< 0.001	0,50	Aceita
Atitude > Intenção	H1 (TAM)	0,458	0,560	< 0.001	0,314	Aceita

Fonte: resultados da pesquisa.

O teste *t* de *Student* não confirmou a Hipótese 2a (Facilidade > Atitude). Todas as demais hipóteses foram confirmadas: todas as relações são significantes, $p < 0,001$ (Tabela 5). As hipóteses confirmadas apresentam relações fortes: H2b (Facilidade > Utilidade: $\beta = 53,0\%$), H3 (Utilidade > Atitude: $\beta = 60,2\%$) e, novamente H1 (Atitude > Intenção: $\beta = 56,0\%$). Os resultados apontam que o modelo estrutural ajustado explicou 31,4% da intenção (Figura 11).

O modelo analisado também apontou relações indiretas, isto é, relações mediadas entre os construtos. A Tabela 9 apresenta os efeitos indiretos específicos. Destaca-se que a Facilidade sozinha não impacta a Atitude, mas quando mediada pela Utilidade apresenta um impacto significativo ($p < 0,001$) e intenso de 31,9%, comprovando mediação total. A Atitude exerce mediação parcial na relação Utilidade-Intenção, com impacto de 33,7% ($p < 0,001$).

Tabela 9: Relações Indireta (mediações)

	Amostra	Média	Desvio Padrão	t-valor	p-valor
Facilidade> Utilidade> Atitude> Intenção	0,179	0,195	0,055	3,231	<0,001
Facilidade> Utilidade> Atitude	0,319	0,333	0,074	4,290	<0,001
Utilidade> Atitude > Intenção	0,337	0,355	0,069	4,857	<0,001
Facilidade > Atitude > Intenção	0,095	0,101	0,058	1,640	0,101

Fonte: resultados da pesquisa

Considerando os efeitos diretos e indiretos, a mediação dos construtos “Facilidade> Utilidade> Atitude> Intenção” por meio da Utilidade percebida demonstra a importância dessa variável sobre a intenção de uso de defensivos biológicos. Os resultados sugerem que se não houver percepção de Utilidade não há percepção de Facilidade (Tabela 10).

Tabela 10: Efeito Total (Direto +Indireto)

	Amostra	Média	Desvio Padrão	p-valor
Atitude -> Intenção	0,560	0,583	0,078	<0,001
Facilidade > Atitude	0,489	0,502	0,081	<0,001
Facilidade > Intenção	0,274	0,296	0,075	<0,001
Facilidade > Utilidade	0,530	0,545	0,081	<0,001
Utilidade > Atitude	0,602	0,608	0,086	<0,001
Utilidade > Intenção	0,337	0,355	0,069	<0,001

Fonte: resultados da pesquisa

4.3. ANÁLISE COMPARATIVA

O fenômeno estudado neste trabalho é a adoção de defensivos biológicos. O objetivo geral da pesquisa é examinar o poder de explicação do fenômeno estudado, a partir de dois modelos clássicos do Estudo do Comportamento do Consumidor: o TPB e o TAM. A Tabela 11 traz resultados de cada modelo, a fim de se estabelecer uma comparação entre o poder de explicação – medido pelo R^2 ajustado – e o tamanho do efeito – avaliado pelo Coeficiente de Caminho.

Tabela 11. Análise Comparativa dos Modelos TPB e TAM.

R2 ajustado	TPB	TAM	Efeito Direto (Path)	TPB	TAM	Efeito total	TPB	TAM
Atitude		0,489	Normas - Intenção	0,264		Normas - Intenção	0,264	
Intenção	0,394	0,307	Controle - Intenção	0,231		Controle - Intenção	0,231	
Utilidade		0,273	Atitude - Intenção	0,261	0,560	Atitude - Intenção	0,261	0,560
			Facilidade - Utilidade		0,530	Facilidade - Utilidade		0,530
			Utilidade - Atitude		0,602	Utilidade - Atitude		0,602
						Utilidade-Intenção		0,337
						Facilidade - Atitude		0,489
						Facilidade - Intenção		0,274

Fonte: resultados da pesquisa

Os resultados apontam que o modelo TPB ajustado explica 39,4% da variável endógena (atitude), enquanto o TAM, apresenta três variáveis endógenas com os seguintes poderes de explicação 48,9% da atitude, 30,7% da intenção e 27,3% da utilidade.

Apesar do modelo TPB apresentar maior poder de explicação da intenção, a diferença não é grande: TPB=39,45 x TAM=30,7. Por outro lado, o TAM atingiu um valor maior de explicação e foi na variável atitude (48,9%). Quando se analisa o impacto medido pelo coeficiente de caminho (β), os impactos são bem mais intensos no TAM, acima de 50% sobre todas as variáveis endógenas, enquanto no TPB atingem no máximo 26%. Se levarmos em consideração as relações mediadas, o TAM apresenta melhor resultado, já que o TPB não tem mediação. Assim, descobre-se no TAM que a utilidade exerce mediação completa na facilidade (Tabela 8).

Na próxima seção os resultados serão interpretados e comparados com resultados encontrados na literatura.

5. DISCUSSÃO

O presente estudo teve por objetivo identificar os fatores que afetam a intenção dos agricultores de usar defensivos biológicos com base nos modelos teóricos clássicos da TPB e do TAM, com a finalidade de explicar a adoção do comportamento.

A TPB baseia-se no pressuposto de que o comportamento individual é derivado da intenção do indivíduo de agir com um determinado comportamento (FISHBEIN & AJZEN, 1975). A intenção, por sua vez, é determinada pela atitude, norma subjetiva e controle comportamental percebido (PBC). Cada construto tem uma influência positiva sobre a intenção. Em outras palavras, uma atitude positiva, uma norma subjetiva positiva e um PBC positivo levam a uma intenção maior de realizar o comportamento (FISHBEIN & AJZEN, 1975). O TPB tem sido amplamente utilizado por pesquisadores para identificar os fatores que contribuem para a adoção de tecnologia agrícola ou práticas inovadoras em todo o mundo. A maioria dos estudos analisou as características sociopsicológicas dos agricultores como um dos determinantes importantes da adoção, juntamente com as características da fazenda e as considerações financeiras (ADNAN *et al.*, 2018).

Baseado nessas premissas, foram construídas as hipóteses que fazem parte do modelo TPB, onde se propôs que, a Atitude (H1), a Norma subjetiva (TPB_H2) e o Controle comportamental percebido (TPB_H3) influenciam positivamente a intenção do uso de defensivos biológicos. O instrumento de medição foi confirmado com confiabilidade, validade convergente e validade discriminante adequadas (Tabela 5). O modelo estrutural do TPB demonstrou a relação direta entre as variáveis independentes Atitude ($\beta = 0,261$), Normas sociais ($\beta = 0,264$), Controle comportamental percebido ($\beta = 0,231$) e a variável dependente da pesquisa, ou seja, a intenção dos produtores na adoção do uso de defensivos biológicos nas culturas (Tabela 6).

Os resultados encontrados na pesquisa apoiam as hipóteses derivadas do modelo TPB, conforme estudos empíricos anteriores, onde a intenção dos agricultores frente ao comportamento sustentável foi ditada pelos três fatores-chave: atitude, normas subjetivas e controle comportamental percebido (LALANI *et al.*, 2016; ADNAN *et al.*, 2018; REZAEI *et al.*, 2018, LI *et al.*, 2020, BAGHERI *et al.*, 2019, VAZ *et al.*, 2020).

Neste estudo, a atitude foi um dos principais antecedentes da intenção de uso de defensivos biológicos (Hipótese 1). As atitudes referem-se à avaliação global que um

indivíduo tem a respeito de um determinado comportamento – positivo ou negativo, útil ou inútil, etc. Por exemplo, se o produtor acredita que o uso de uma determinada técnica agrícola resultará em maiores rendimentos e lucros, é mais provável que adote essa técnica. Por outro lado, se acredita que a técnica é demorada ou dispendiosa, pode ser menos propenso a adotá-la.

De acordo com os resultados (Tabela 4), os respondentes da pesquisa afirmaram ter conhecimento sobre a) os benefícios para a saúde do uso dos defensivos biológicos, b) que seu uso melhora a produtividade e c) contribui para a produção de alimentos mais saudáveis, levando à formação de uma atitude favorável ao uso desses produtos. A necessidade de maior conscientização por parte dos produtores para a adoção de defensivos biológicos apresentou baixo grau de concordância, o que sugere que os respondentes partem do princípio que já existe a consciência do produto. Entretanto, há que se destacar que a amostra é composta por indivíduos com alto grau de escolaridade (a maioria tem curso superior completo e 52% têm pós-graduação). Esse perfil não representa a totalidade de produtores rurais, especialmente nas pequenas propriedades. Assim, desenvolver a conscientização dos benefícios do produto pode impactar, favoravelmente, sua adoção.

A atitude dos agricultores tem sido constantemente considerada como um determinante substancial das intenções em diferentes áreas (Quadro 4). Relacionado ao controle biológico, Lalani *et al.* (2016) observaram que a intenção de adotar práticas de manejo sustentável de pragas foi fortemente influenciada pela atitude, mediada pelo aumento de produtividade, redução de mão-de-obra, melhoria na qualidade do solo e redução de plantas daninhas. No mesmo caminho, Rezaei *et al.* (2018) também identificaram que, quando os produtores demonstram uma atitude favorável em relação a uma nova tecnologia, no caso práticas de manejo integrado de pragas - MIP, eles terão uma maior prontidão mental em relação a essa tecnologia e poderão responder a ela de forma mais correta. Esta prontidão mental, por sua vez, pode levar os agricultores a demonstrarem maior disposição para usar a tecnologia.

Dessa forma, compreender como a atitude influencia na adoção dos defensivos biológicos pode ser particularmente útil para entender os pontos-chaves para mobilizar estratégias que sejam facilitadoras da mudança de comportamento, para promover a adoção de novas práticas agrícolas. Em relação às atitudes, se os agricultores têm atitudes negativas em relação a uma determinada prática, as empresas fornecedoras de

defensivos biológicos podem atuar fornecendo-lhes mais informações sobre os benefícios da prática, por exemplo, através de treinamentos de demonstração ou dias de campo.

O uso de abordagens pontuais, como palestras e eventos, pode ser útil para explicar como usar os defensivos biológicos, respeitando o perfil de cada agricultor, ou seja, seu nível educacional e formação, a sua personalidade, o seu grau de resistência à mudança, a tolerância ao risco, o nível de preocupação moral e ambiental e os objetivos agrícolas. Outra estratégia seria oferecer incentivos econômicos direcionados aos agricultores que valorizam o lucro como objetivo agrícola, porque os agricultores com motivações intrínsecas para proteger o meio ambiente podem, em alguns casos, reagir negativamente aos pagamentos (GREINER & GREGG, 2011; GROLLEAU *et al.*, 2015).

O outro antecedente importante que influenciou a intenção de adotar os defensivos biológicos pelos respondentes deste estudo foi a norma subjetiva (Hipótese TPB-H2). As normas subjetivas referem-se à percepção que o indivíduo tem a respeito da pressão social para realizar um determinado comportamento – em outras palavras, se acredita que os outros esperam que execute o comportamento. Para os agricultores, isso pode significar sentir pressão de outros agricultores em sua comunidade para adotar certas práticas ou sentir pressão de suas famílias ou consultores agrícolas, ou até mesmo da sociedade.

Os respondentes demonstraram que a opinião de terceiros a respeito do uso de defensivos biológicos e a sua adoção por outros produtores influenciam na intenção de adotar a tecnologia (Tabela 4). A maior influência vem da família, seguida da opinião e comportamento de outros produtores. A pressão social teve menor impacto na intenção dos respondentes em adotar os defensivos biológicos na produção. Quanto a esse último é necessário refletir sobre o nível de conscientização da população sobre os defensivos biológicos. Não pode haver pressão social sem a conscientização.

Para promover maior conscientização ambiental, programas de marketing social, incluindo a educação e formação agrícola através de serviços de aconselhamento e campanhas nos meios de comunicação social, podem, a longo prazo, suscitar as preocupações ambientais dos agricultores e aumentar a importância que dão à conservação como objetivo agrícola (DESSART *et al.*, 2019). Dependendo da

abrangência, se a comunicação for dirigida ao consumidor final pode gerar a pressão social.

Bagheri *et al.* (2019) observaram que a opinião negativa dos outros (geralmente familiares, amigos e profissionais da agricultura, ou seja, normas subjetivas) diminui a intenção dos agricultores de usar defensivos químicos e os motiva a adotar alternativas mais sustentáveis. Isso significa que esses importantes referentes podem motivar os agricultores a adotarem práticas menos agressivas ao meio ambiente mesmo que apresentem uma atitude negativa em relação ao comportamento. O contrário também é válido: se a pressão social for forte, pode inibir determinados comportamentos, mesmo que o agricultor tenha uma atitude favorável: quanto mais próximos os indivíduos estão de outros agricultores, mais influência eles têm em suas decisões (SENGER *et al.*, 2017).

Várias recomendações podem ser feitas para abordar os fatores sociais que influenciam a adoção de práticas sustentáveis pelos agricultores e a estratégia a ser seguida depende essencialmente do nível de adoção de práticas sustentáveis dentro de uma determinada área. Se o nível for elevado, uma opção política valiosa seria comunicar aos agricultores que a maioria dos agricultores vizinhos adotou práticas sustentáveis. Em áreas onde a adoção de práticas sustentáveis é particularmente baixa, os incentivos econômicos podem ser mais apropriados, justamente para mudar essa norma descritiva baixa de autoalimentação (DESSART *et al.*, 2019).

Se os agricultores sentem pressão de outros agricultores de sua comunidade para adotar uma prática específica, pode-se trabalhar com líderes de opinião na comunidade para promover os benefícios da prática e incentivar uma adoção mais generalizada. Também pode-se tentar criar um sentimento de propriedade da comunidade e orgulho em torno da prática, como por meio de sessões de treinamento em grupo ou programas de reconhecimento em cooperativas. Uma estratégia vigente são programas de certificação, como rótulos de produção sustentável, que podem dar aos agricultores que adotam práticas sustentáveis a oportunidade de enviar um sinal da sua gestão ambiental tanto à sua comunidade local, como aos consumidores (DESSART *et al.*, 2019).

O último antecedente que influenciou a intenção dos respondentes em adotar o uso dos defensivos biológicos, de acordo com a TPB, foi o Controle comportamental

percebido (Hipótese TPB-H3). O controle comportamental percebido refere-se à capacidade percebida que o indivíduo tem de executar um comportamento – se acredita que tem os recursos, conhecimentos e habilidades necessárias para realizar o comportamento. Por exemplo, se um agricultor acredita que não tem conhecimento ou recursos para adotar uma nova prática, pode ser menos provável que o faça.

Aqui, os respondentes indicaram ter confiança em sua capacidade e habilidade para usar defensivos biológicos, que o engajamento para utilizar defensivos biológicos depende deles, e não de imposição. Os custos financeiros dos defensivos biológicos são razoáveis, quando se leva em conta a produtividade. Porém, o grau de concordância em relação à falta de preocupação financeira no uso do defensivo biológico foi baixo, indicando que, entre os fatores analisados, o controle de preços pode significar uma barreira para a adesão ao produto (Tabela 4).

Estes resultados estão alinhados com os observados por Rezaei *et al.* (2019); Li *et al.* (2020); Sarkar *et al.* (2021) e Senger *et al.* (2017). Se o agricultor acredita ter segurança e confiança nos resultados que os defensivos biológicos irão proporcionar no campo e, que os recursos financeiros para seu uso não acarretam maiores custos de produção, mais provável será a adoção da tecnologia.

O controle comportamental percebido teve efeito negativo no estudo de Ataei *et al.*, (2021). Nesse estudo, a adoção de defensivos biológicos pelos produtores foi imposta a partir de norma estabelecida por imposição governamental. Tanto o controle comportamental percebido e as normas subjetivas não apresentaram efeitos significativos na intenção dos agricultores de usar a tecnologia, pois a imposição ou a opinião de terceiros e suas percepções sobre seu grau de controle sobre o uso não influenciaram suas intenções. A norma subjetiva, nesse caso, teve pouca influência sobre a intenção, sugerindo que os agricultores não são influenciados pela opinião de outros quanto às suas decisões de usar a tecnologia. Ataei *et al.* (2021) explicam que, a falta de uma relação significativa entre o controle comportamental percebido e a variável dependente (intenção) pode ter sido causada pela facilidade de uso e a disponibilidade de dispositivos utilizados por métodos (químicos) convencionais, ou à falta de referência e de pessoas chave (influenciadores) na região para divulgar esta inovação não teriam sido capazes de afetar as intenções dos agricultores.

Várias estratégias podem ser utilizadas para modificar a percepção negativa do controle comportamental na adoção de práticas sustentáveis pelos agricultores. Em relação à questão do controle de habilidades e aquisição de conhecimento, uma recomendação é aumentar a conscientização dos agricultores sobre essas práticas através dos serviços de extensão ou de consultoria. Sobre a percepção dos agricultores de que eles não têm controle ou que é difícil implementar práticas sustentáveis, uma abordagem possível é dotar os agricultores das competências necessárias para evitar esquemas agroambientais complexos (DEFRANCESCO *et al.*, 2008). Para diminuir os riscos percebidos da adoção, uma opção é a criação de políticas adequadas dos regimes de subvenção pelo governo, com oferta de seguros, ou seja, proteção contra perda de rendimento decorrente da adoção de práticas sustentáveis (GREINER & GREGG, 2011). A questão da aversão a perdas pode ser abordada combinando programas de incentivo a práticas agrícolas sustentáveis com ferramentas de gestão de risco (DESSART *et al.*, 2019). No que diz respeito aos custos e benefícios financeiros da adoção, os agricultores se perceberão mais recompensados se os consumidores forem mais bem informados dos benefícios ambientais destas práticas agrícolas e, por conseguinte, estiverem dispostos a pagar um preço diferenciado por esses produtos. As percepções dos agricultores sobre os custos e benefícios das práticas sustentáveis também podem ser trabalhadas por meio da educação e da informação (TRUJILLO-BARRERA *et al.*, 2016).

Na agricultura, estudos empíricos sugerem que um conjunto amplo de fatores que influenciam a adoção (Quadro 4), independentemente das especificidades da tecnologia, que incluem características socioeconômicas dos indivíduos, características da produção e da propriedade rural e características do ambiente institucional e organizacional em que o produtor rural está inserido (SOUZA FILHO *et al.*, 2011).

Dentre as características do tomador de decisão que influenciam a adoção de tecnologias agrícolas estão a propensão ao risco, o tempo de dedicação à atividade agropecuária, o acesso a outras fontes de renda e fatores relacionados ao capital humano, como escolaridade e experiência (GIL *et al.*, 2016; VINHOLIS *et al.*, 2017; SOUZA FILHO *et al.*, 2021).

Na amostra avaliada neste estudo, a maioria dos agricultores possui bom nível de instrução e encontra-se na faixa de idade entre 30-50 anos. Liu et al (2018) revisou estudos do comportamento do produtor rural e captou a recorrência de que agricultores

com maior escolaridade tendem a demandar mais informações e são capazes de avaliar melhor os benefícios do uso de inovações tecnológicas. Consequentemente, é mais provável que eles as adotem do que os agricultores com um nível de escolaridade mais baixo. De acordo com os autores, quando os fatores são pesquisados profundamente, eles revelam que a maioria está interconectada, como por exemplo, a idade, a experiência e o nível educacional. Os agricultores mais velhos têm mais experiência na agricultura, consequentemente, devem ter sido expostos a muitas tecnologias novas durante sua vida. Portanto, eles podem tender a adotar a tecnologia com muito mais facilidade do que os agricultores jovens e menos experientes. Por outro lado, o jovem agricultor pode ter uma formação educacional mais elevada do que os agricultores mais velhos, portanto, eles podem adotar a tecnologia muito prontamente do que os mesmos.

Se as características da tecnologia não estiverem de acordo com as expectativas dos agricultores, a adoção nunca ocorrerá. Mesmo quando a tecnologia é muito boa, se as informações relacionadas à tecnologia não atenderem às expectativas do usuário, podem afetar o processo de adoção. Um outro fator importante é a disponibilidade da infraestrutura necessária e de outros recursos de capital necessários. Ainda que a tecnologia seja adequada e o usuário final esteja disposto a adotá-la, se o capital financeiro necessário não estiver presente, a adoção será prejudicada (Liu *et al.*, 2018).

O perfil de amostra aqui estudado englobou produtores responsáveis por pequenas, médias e grandes propriedades, distribuídas principalmente nas regiões Sudeste e Centro-oeste. A comparação dos dados dos Censos Agropecuários de 2006 e 2017 revela que a estrutura rural brasileira mudou. No topo da pirâmide, concentram-se grandes produtores rurais com no mínimo 500 hectares, com acesso à tecnologia de ponta, conectados remotamente e usuários dos benefícios da chamada “Agricultura 4.0”. Seu ganho se dá em escala e, normalmente, atuam nas cadeias de grandes commodities. Essa categoria concentra-se geograficamente na região Centro-Oeste do país e no MATOPIBA (Mato Grosso, Piauí, Bahia), bem como em parte da região Sul e na porção centro-oeste de São Paulo (Brasil, 2021).

Logo abaixo desse público na pirâmide, estão os produtores com áreas semelhantes à da elite produtiva, mas que geram menor valor líquido por produção por área plantada. Geograficamente, essa categoria encontra-se dispersa por todo o país, com menor concentração na região Sul. Em seguida, estão os 98% dos estabelecimentos brasileiros (< 500 ha), que geram 50% do valor líquido de produção e ocupam 42% da

área produtiva. Essa categoria, com propriedades < 500 ha é altamente heterogênea, abrangendo tanto agricultores familiares como médios produtores rurais inseridos, em grande maioria, no mercado de cadeias de commodities, assim como produtores inseridos em cadeias produtivas de alto valor agregado, como fruticultura e café. Estão conectados remotamente e buscam aplicar a chamada Agricultura 4.0. e, geograficamente, essa categoria se concentra nas regiões Sul e Sudeste (BRASIL, 2021).

Observa-se, pois, que existem comportamentos bastante distintos dos produtores rurais quanto ao uso de tecnologias, aproveitamento da terra, área e inserção em cadeias produtivas, que nem sempre se alinham aos limites clássicos definidos pelo tamanho da propriedade (VIEIRA FILHO, 2021). Pode-se supor, então, que a adoção de defensivos biológicos na produção agrícola desses diversos perfis de propriedades exige estratégias diferentes para estimular o uso dessas tecnologias.

Daí a importância de levar em conta outras variáveis ao analisar a intenção de uso dos defensivos biológicos - não apenas as características do usuário, mas também fatores relacionados à tecnologia, uma vez que as decisões que os agricultores tomam sobre a adoção variam de acordo com as características da tecnologia, com as limitações/facilidades e outras condições situacionais que o agricultor enfrenta (DESSART *et al.*, 2019).

Neste caso, avaliar a percepção do produtor rural, a partir desse foco pode ser de grande valia para se entender o comportamento de adoção dos defensivos biológicos. Para atender a esse propósito, foi feita a inclusão do **Modelo de Aceitação de Tecnologia - TAM** neste estudo.

O TAM foi desenvolvido por Fred Davis em 1986 e baseia-se na ideia de que as atitudes de um indivíduo em relação à tecnologia são moldadas por dois fatores principais: Utilidade percebida e Facilidade de uso percebida. A Utilidade percebida refere-se ao grau em que se acredita que o uso de uma tecnologia melhora o desempenho ou que atinja as metas, enquanto a Facilidade de uso percebida refere-se ao grau em que se acredita que o uso de uma tecnologia será fácil e direto. De acordo com o TAM, esses dois fatores são os principais determinantes da intenção de usar uma tecnologia, o que, por sua vez, prevê o comportamento real de uso. Em outras palavras, se há a crença de que uma tecnologia é útil e fácil de usar, é mais provável que seja adotada e a utilizada.

Baseado nessas premissas, foram construídas as hipóteses que fazem parte do modelo TAM, onde se propôs que, a Facilidade de uso percebida tem um efeito positivo sobre a atitude em relação ao uso de defensivos biológicos (TAM_H2a) e sobre a percepção de utilidade da tecnologia (TAM_H2b) e que a utilidade percebida tem um efeito positivo sobre a atitude em relação ao uso de defensivos biológicos (TAM_H3).

Conforme os resultados apresentados anteriormente, o modelo de mensuração (Tabela 7) e o modelo estrutural ajustado (Figura 11) foram adequados para explicar o comportamento de intenção de uso de defensivos biológicos pelos respondentes da pesquisa. A hipótese H2a não foi confirmada, ou seja, a Facilidade de uso percebida não influencia diretamente a atitude frente à intenção de uso dos defensivos biológicos, porém, as demais hipóteses foram confirmadas (Tabela 8). Porém, o modelo analisado apontou relações mediadas entre os construtos, destacando que a Facilidade sozinha não impacta a Atitude, mas quando mediada pela Utilidade apresenta um impacto significativo e intenso comprovando mediação total, conforme proposto em H2b. Considerando os efeitos diretos e indiretos, a mediação dos construtos “Facilidade> Utilidade> Atitude> Intenção” por meio da Utilidade Percebida demonstra a importância dessa variável sobre a intenção de uso de defensivos biológicos (Tabela 9). Esses resultados podem indicar que, se não houver percepção de Utilidade, não há percepção de Facilidade.

Essa constatação é diferente de estudos anteriores utilizando o TAM, onde a facilidade de uso percebida influenciou direta e indiretamente a intenção comportamental de adotar uma tecnologia (DAVIS, 1989, DAVIS *et al.*, 1992). Entretanto, este achado está de acordo com os resultados de outros autores (VENKATESH *et al.*, 2003; SHARIFZADEH *et al.*, 2017), que apontaram que a facilidade de uso percebida não foi um determinante significativo da intenção de adotar tecnologias no campo.

Em alguns casos, a facilidade de uso percebida tem um efeito direto e significativo sobre a intenção comportamental de uso apenas na fase de pré-implementação da tecnologia (onde há pouca ou nenhuma experiência direta com um sistema específico), mas teve pouca influência sobre as intenções de uso em um período de tempo (após a experiência com o sistema específico), ou seja, o efeito é importante no estágio inicial da introdução da tecnologia aos agricultores, mas tende a diminuir com o tempo (SHARIFZADEH *et al.*, 2017).

Uma possível explicação para a diferença entre esse achado do estudo atual e os de estudos semelhantes em outros setores pode ser dada pela composição da amostra. Mais especificamente, a maioria dos produtores do presente estudo tem bom nível de escolaridade, o que pode ser um indicativo de facilidade para aprender habilidades e adquirir conhecimentos relacionados ao uso dos defensivos biológicos, a variável "facilidade de uso" perde sua importância na explicação da adoção a longo prazo.

Neste estudo, a maioria dos entrevistados (97%) conhece o que são defensivos biológicos e, entre os que conhecem, quase 70% já utilizaram pelo menos um tipo desse bioinsumo. Esses dados divergem dos observados por Borsari e Claudino (2018), onde 57% dos entrevistados conheciam os defensivos biológicos e apenas 39% já haviam utilizado na produção. Essa diferença observada pode ser resultado da concentração dos respondentes em níveis mais elevados de educação, idade e renda. Outra explicação pode ser que, devido à regulamentação e incentivo que o Programa Nacional de Bioinsumos vem proporcionando desde 2020, o registro de produtos biológicos pelas empresas tem sido facilitado e, com isso, o número de produtos ofertados ao produtor e com controle de qualidade assegurado aumentou. Isso gera confiabilidade e segurança para o produtor utilizar o produto em sua safra, diminuindo os riscos de eficiência na produtividade.

Nesse sentido, de acordo com os respondentes desta pesquisa, se o produtor acredita ter conhecimento e informações suficientes sobre como aplicar os defensivos biológicos na lavoura será fácil aprender a usar diferentes tipos de defensivos biológicos, pois acredita que é tecnicamente fácil usar defensivos biológicos no campo. Porém, se não há facilidade para adquirir o produto próximo a sua propriedade, ele acaba usando alternativas mais acessíveis, como os defensivos químicos. O produtor tem consciência que o uso de defensivos biológicos pode proteger contra pragas de forma eficaz e reduzir as perdas, diminuindo o custo de produção e melhorando a qualidade e a segurança do que produz (Tabela 4).

Pode-se supor que produtores que não encontram suporte para continuar a usar defensivos biológicos após sua implementação, podem desistir de usá-lo. Dessa forma, a facilidade de uso poderia ser percebida como garantia, pós-venda, suporte e treinamento nos serviços ofertados pelas empresas responsáveis (ABDOLLAHZADEH *et al.*, 2015b; SHARIFZADEH *et al.*, 2017). A adoção de tecnologias modernas é mais provável entre os produtores que contratam consultores. Essa condição é

particularmente relevante no Brasil, onde os governos reduziram consideravelmente os investimentos em serviços públicos de extensão rural (VINHOLIS *et al.*, 2022).

A percepção de utilidade foi consistentemente um forte determinante da intenção de uso em estudos anteriores (VENKATESH & DAVIS, 2000) e resultados semelhantes foram encontrados neste estudo. O uso de defensivos biológicos é uma solução útil para o controle de pragas devido às preocupações crescentes com os riscos dos pesticidas químicos (ABDOLLAHZADEH *et al.*, 2016b). A aplicação extensiva e o uso descontrolado de pesticidas químicos podem causar contaminação do solo e da água e, conseqüentemente, podem ter efeitos negativos sobre a vida selvagem e a saúde humana (DAMALAS, 2009, DAMALAS & ELEFTHEROHORINOS, 2011). Além disso, o custo do uso de pesticidas químicos, especialmente em tempos de aumento de preços pela remoção de subsídios governamentais, é uma das principais preocupações (ABDOLLAHZADEH *et al.*, 2015b). Em tal situação, os benefícios do uso dos defensivos biológicos refletem a vantagem de sua utilidade em relação aos métodos de controle químicos.

O modelo TAM aqui validado pode servir para orientar a elaboração de programas de treinamento sobre os defensivos biológicos. Por exemplo, se a facilidade de uso percebida é um fator importante para a percepção de utilidade dos defensivos biológicos, pode-se criar materiais de treinamento que enfatizem que, por ser fácil de manejar no campo, de encontrar assistência técnica e disponibilidade em revendas, a sua utilização se torna mais vantajosa. Da mesma forma, se a percepção de utilidade é um fator importante, pode-se destacar os benefícios dos defensivos biológicos (redução do dano ambiental, segurança de aplicação no campo, produção de alimentos livre de resíduos químicos tóxicos, melhor retorno custos vs produtividade) e fornecer estudos de caso ou depoimentos de outros agricultores que o utilizaram com sucesso para melhorar seus rendimentos.

Outra estratégia é monitorar as taxas de adoção e uso dos defensivos ao longo do tempo e acompanhar as mudanças nas atitudes dos agricultores em relação a uma tecnologia. Com isso, pode-se identificar os fatores que podem estar contribuindo para o aumento ou a diminuição da adoção. Por exemplo, se percebe-se que as taxas de adoção dos defensivos biológicos estão estagnadas, é necessário identificar quais são as barreiras específicas à adoção e desenvolver intervenções direcionadas para enfrentá-las. A Utilidade dos defensivos biológicos, em termos de aumento da lucratividade,

melhoria das práticas de manejo de nutrientes, vantagens de mão de obra e economia de tempo, deveria ser destacada e claramente comunicada aos agricultores. Isso ajudaria a perceber a tecnologia de forma positiva e, portanto, melhorar a probabilidade de adoção futura.

Concatenando as validações das hipóteses e fazendo a comparação dos dois modelos aqui analisados para explicar os fatores que influenciam a intenção de adotar defensivos biológicos por parte dos respondentes deste estudo, confirma-se que tanto o modelo TPB quanto o TAM são estruturas de pesquisa úteis para explicar a intenção dos agricultores de usar defensivos biológicos. Porém, as relações mediadas no modelo TAM oferecem maior poder explicativo para a identificação dos fatores que afetam a adoção de defensivos biológicos, por meio de efeitos indiretos na variável “atitude” (Tabela 11: TAM >50%; TPB < 26%).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo resgata-se aspectos importantes da análise dos dados, buscando fazer relações e conclusões. Além disso, apresenta-se limites do estudo realizado e possibilidades de pesquisas futuras.

6.1. CONCLUSÕES

A TPB e o TAM são teorias bem conhecidas de adoção de comportamento e aceitação de tecnologia, respectivamente, e se aplicam bem ao contexto agrícola. Neste estudo, a TPB e o TAM foram usados com sucesso para explicar a aceitação e o uso dos defensivos biológicos para o controle de pragas. A análise do caminho mostrou que cinco das seis hipóteses iniciais foram confirmadas. De forma semelhante à literatura, constatou-se que o construto do modelo conceitual TAM "utilidade percebida" exerce uma influência forte e significativa sobre a atitude e, conseqüentemente, na intenção dos agricultores de usar defensivos biológicos. A percepção de Utilidade dos defensivos biológicos é mais forte quando há percepção de Facilidade percebida de uso.

Com base nos resultados acima, a primeira constatação deste estudo é que a aceitação dos defensivos biológicos pelos produtores rurais que participaram do estudo depende da criação de um ambiente favorável que esclareça principalmente a facilidade de uso e as vantagens em sua utilização na fazenda. Em segundo lugar, sugere-se que as empresas de defensivos biológicos desenvolvam estratégias que possibilitem oferta contínua de serviços de suporte técnico, extensão e treinamento e de produtos para os agricultores, de modo a garantir um maior acesso desse tipo de insumo para uma produção agrícola sustentável e de qualidade e um consumo saudável.

6.2. LIMITAÇÕES DA PESQUISA E ESTUDOS FUTUROS

As principais contribuições científicas deste estudo incluem uma amostra qualificada, que conhece o que são os defensivos biológicos, a validação das escalas dos dois modelos (TPB e do TAM) em língua portuguesa, adaptada para produtos agrícolas e a entrega de dois modelos conceituais validados e com poder de explicação para o comportamento de intenção de uso ou adoção de tecnologia por produtores rurais.

Entretanto, o estudo tem várias limitações que também devem ser reconhecidas. O estudo limitou-se a analisar a intenção comportamental de usar defensivos biológicos, utilizando os fatores tradicionais da TPB e do TAM (ou seja, normas subjetivas, controle comportamental percebido, utilidade percebida e facilidade de uso percebida). Existem outros fatores, como as características demográficas dos agricultores (por exemplo, sexo, idade, escolaridade etc.) e as características da estrutura da fazenda (tamanho da propriedade, produção agrícola etc.) que podem interferir na adoção de uma tecnologia. A intenção original era utilizá-los como variáveis de controle. Porém, o número alcançado de respondentes e a impossibilidade de trabalhar com uma amostra mais heterogênea impediu que essas análises fossem realizadas. Também se imaginou trabalhar com multigrupos (os que conhecem e os que não conhecem os defensivos biológicos), mas pelas mesmas razões citadas acima não foi viável. Portanto, sugere-se que em pesquisas futuras esses fatores sejam controlados para proporcionar uma análise mais abrangente e, ao mesmo tempo, manter a concisão dos modelos.

O estudo explorou a intenção dos produtores em ambos os modelos, ao invés de explorar o comportamento (uso ou adoção do produto) dos agricultores. Embora a intenção possa prever o comportamento com certa precisão, os dois construtos são distintos e muitos fatores podem impedir que a intenção de adotar um comportamento se materialize nesse comportamento. Por exemplo, a facilidade de uso percebida pode ser fundamental nas primeiras etapas e menos importante com o passar do tempo (VENKATESH *et al.*, 2003). Apesar da lacuna entre intenção e ação, também é importante não perder de vista o valor que a construção das intenções tem para os profissionais e formuladores de políticas preocupados em promover o uso dos defensivos biológicos, já que este construto é conhecido como o principal antecedente do comportamento.

Como continuidade dessa pesquisa, estudos futuros poderiam examinar: (i) o impacto da legislação (por exemplo, limitações no uso de pesticidas de alto risco) introduzida por alguns governos, (ii) o impacto de um novo programa de extensão (por exemplo, escolas de campo para agricultores) que pode desempenhar um papel fundamental para a extensão e a inovação da prática de aplicação dos defensivos biológicos e (iii) outros tipos de defensivos biológicos em diferentes sistemas de cultivo com base na estrutura e nas medidas apresentadas nesta pesquisa.

Por fim, o modelo proposto ignora a influência das diferenças de indivíduos, cultura e contextos. Este estudo se baseou numa amostra de agricultores de uma ampla área geográfica como amostra: não se sabe até que ponto os resultados podem ser generalizados para agricultores de diferentes culturas e áreas. Nesse sentido, a validade dos modelos testados neste estudo pode não ser replicada para outras áreas, onde diferentes variáveis podem ser mais úteis para explicar o comportamento.

As novas tecnologias agrícolas possibilitaram um aumento consistente na produção de alimentos. Mesmo assim, o nível de adoção e difusão das tecnologias ainda é heterogêneo entre produtores e regiões no Brasil. Dessa forma, para a adoção de tecnologias agrícolas, são necessárias não apenas características apropriadas dos indivíduos e das propriedades rurais, mas também a existência de agentes ou organizações que promovam a interação entre atores e serviços de apoio.

A TPB é uma teoria oriunda da psicologia, cuja vertente é guiada pelo comportamento do consumidor, suas características pessoais, a influência do meio externo, e, ainda, atitude, intenção e motivação do indivíduo perante à decisão de compra, com dimensão de ação, como atitudes e crenças individuais, divididas em categorias como pessoal, normativo e controle. Como o modelo TAM teve origem a partir da aceitação da tecnologia pelos usuários, Davis *et al.* (1989) estavam preocupados em entender os fatores que faziam com que esses usuários aceitassem ou não a nova tecnologia. Por isso, as dimensões previstas para essa teoria estão voltadas para a facilidade e utilidade percebida. Dessa forma, consumidores que não encontram suporte para continuar a usar determinado produto após sua implementação podem desistir de usá-lo e essa decisão pode impactar na imagem dos defensivos biológicos e das empresas que os fornecem. Neste caso, considerar o estudo de possíveis correlações entre a adoção, a continuidade do uso e a intenção de recompra pode ser de extrema valia para disseminar o uso dos defensivos biológicos na agricultura.

7. REFERÊNCIAS

- ABDOLLAHZADEH, G., DAMALAS, C.A., SHARIFZADEH, M.S. Understanding adoption, non-adoption, and discontinuance of biological control in rice fields of northern Iran. **Crop Protect.** 93, 60–68, 2017.
- ABDOLLAHZADEH, G., DAMALAS, C.A., SHARIFZADEH, M.S., Ahmadi-Gorgi, H. Attitude towards and intention to use biological control among citrus farmers in Iran. **Crop Protect.** 108, 95–101, 2018.
- ABDOLLAHZADEH, G., SHARIFZADEH, M.S., AHMADI-GORGI, H. Factors affecting usage of pest biological control practices by farmers in rice farms of Sari County. **Iran. J. Agric. Econ. Dev. Res.** 46e2, 655e688, 2016a.
- ABDOLLAHZADEH, G., SHARIFZADEH, M.S., AHMADI-GORGI, H., NAMJOYAN SHIRAZI, Z., DEHGHANPOUR, M. Barriers to use of biological control in rice farms of Sari County (case of *Trichogramma* spp. to control stem borer). **Iranian Agric. Ext. Educ. J.**, v.11, 211e227, 2015b.
- ABDOLLAHZADEH, G., SHARIFZADEH, M.S., DAMALAS, C.A. Motivations for adopting biological control among Iranian rice farmers. **Crop Prot.**, v.80, 42e50, 2016b.
- ABDOLLAHZADEH, G., SHARIFZADEH, M.S., DAMALAS, C.A. Perceptions of the beneficial and harmful effects of pesticides among Iranian rice farmers influence the adoption of biological control. **Crop Prot.**, v. 75, 124e131, 2015a.
- ABHILASH, P.C., SINGH, N. Pesticide use and application: an Indian scenario. **J. Hazard. Mater.**, v.165 (1–3), 1–12, 2009. doi: 10.1016/j.jhazmat.2008.10.061, Issues <https://doi.org/>
- ADNAN N., NORDIN S.M., ALI M. A solution for the sunset industry: Adoption of Green Fertiliser Technology amongst Malaysian paddy farmers, **Land Use Policy**, v. 79, p. 575-584, 2018. ISSN 0264-8377, <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.08.033>.

AJZEN, I. Behavioral Interventions: **Design and Evaluation Guided by the Theory of Planned Behavior, Social Psychology and Evaluation** (New York, NY: Guilford Press, 2011).

AJZEN, I. **Constructing a TpB Questionnaire**. Disponível em: <https://people.umass.edu/aizen/pdf/tpb.measurement.pdf>.

AJZEN, I. Consumer attitudes and behavior. In: C.P. Haugtvedt; P.M. Herr; F.R. Cardes (eds.), **Handbook of consumer psychology**. New York, Lawrence Erlbaum Associates, p.525-548, 2008.

AJZEN, I. From intentions to actions: A theory of planned behaviour', in Kuhl Julius and Bechmann Jurgen (eds.), **Action Control from Cognition to Behaviour**, Springer, New York, p. 309-330, 1985.

AJZEN, I.; FISHBEIN, M. Understanding attitudes and predicting social behavior. Englewood Cliffs, **Prentice-Hall**, p. 278, 1980.

ALAMIAN, A.; PARADIS, G. Individual and social determinants of multiple chronic disease behavioral risk factors among youth. **BMC Public Health**, v.12., p.224, 2012. <http://doi.org/10.1186/1471-2458-12-224>.

ALVES, S. B.; LOPES, R. B. (Ed.). Controle microbiano de pragas na América Latina: avanços e desafios. **Piracicaba: Fealq**, 2008. 414 p. (Biblioteca de Ciências Agrária Luiz de Queiroz, 14).

AMA. **American Marketing Association**, 2022. hANVISA. **Programa de análise de resíduos de agrotóxicos em alimentos (PARA): Relatório de atividades de 2011 e 2012**. Brasília, DF. 2013. Disponível em: . Acesso em: 20 jul. 2015.

ANVISA. **Registro de produtos biológicos** Publicado: 21/10/2020. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/setorregulado/regularizacao/agrotoxicos/registro-de-produtos-biologicos>

ARORA, N.K. Agricultural sustainability and food security. **Environmental Sustainability**, v.1, p.217–219, 2018. <https://doi.org/10.1007/s42398-018-00032-2>

ABRASCO _ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SAÚDE COLETIVA. **Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde**. Elaborado por CARNEIRO, F. F.; ATAIE P, GHOLAMREZAI S, MOVAHEDI R, ALIABADI V. An analysis of farmers' intention to use green pesticides: The application of the extended

theory of planned behavior and health belief model. **Journal of Rural Studies**, v.81, p.374-384, 2021. ISSN 0743-0167, <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2020.11.003>.

ATAEI, P; GHOLAMREZAI, S.; MOVAHEDI, R.; ALIABADI, V. An analysis of farmers' intention to use green pesticides: The application of the extended theory of planned behavior and health belief model, **Journal of Rural Studies**, v.81, p. 374-384, 2021.

AUSTIN, E. J., DEARY, I. J.; WILLOCK, J. Personality and intelligence as predictors of economic behaviour in Scottish farmers. **European Journal of Personality** 15(S1): S123–S137. <http://doi.org/10.1002/per.421>, 2001.

BAGHERI, A, BONDORI, A, ALLAHYARI, MS, DAMALAS CA Modeling farmer's intention to use pesticides: An expanded version of the theory of planned behavior. **Journal of Environmental Management**, v.248, p.109291, 2019.

BAGHERI, A., EMAMI, N., ALLAHYARI, M.S., DAMALAS, C.A. Pesticide handling practices, health risks, and determinants of safety behavior among Iranian apple farmers. **Hum. Ecol. Risk Assess.** v.24, p.2209–2223, 2018.

BARREIRO-HURLÉ, J., ESPINOSA-GODED, M.; DUPRAZ, P. Does intensity of change matter? Factors affecting adoption of agri-environmental schemes in Spain. **Journal of Environmental Planning and Management** v.53(7): p.891–905, 2010. <http://doi.org/10.1080/09640568.2010.490058>.

BEEDELL, J.; REHMAN, T. Explaining farmers' conservation behaviour: why do farmers behave the way they do? **Journal of Environmental Management**, v.57(3): p. 165–176, 1999. <http://doi.org/10.1006/jema.1999.0296>.

BEST, H. Environmental concern and the adoption of organic agriculture. **Society & Natural Resources**, v.23(5): p.451–468, (2010). <http://doi.org/10.1080/08941920802178206>.

BETTIOL, W & MEDEIROS, FHV. Como o Brasil se tornou o maior produtor e consumidor de produtos de biocontrole. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - **EMBRAPA. Agroecologia e produção orgânica - Manejo Integrado de Pragas**. Publicado em de 17/03/23. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/79156418/artigo-como-o-brasil-se-tornou-o-maior-produtor-e-consumidor-de-produtos-de-biocontrole>

BONDORI, A., BAGHERI, A., DAMALAS, C.A., ALLAHYARI, M.S. Use of personal protective equipment towards pesticide exposure: farmers' attitudes and determinants of behavior. **Sci. Total Environ.** v.639, p.1156–1163, 2018.

BONDORI, A., BAGHERI, A., SOOKHTANLOU, M., ALLAHYARI, M.S., DAMALAS, C.A. Pesticide use in cereal production in Moghan Plain, Iran: risk knowledge and farmers' attitudes. **Crop Protection**, v.110, 117e124, 2018.

SENGER, I.; BORGES, JAR.; MACHADO, JAD. Using the theory of planned behavior to understand the intention of small farmers in diversifying their agricultural production. **Journal of Rural Studies**, v. 49, p.32-40, 2017,

BORSARI, A. P.; CLAUDINO, M. Mercado e percepção do produtor brasileiro. **AgroANALYSIS**, v. 38(10), p.32-37, 2018.

BORSARI, A.P.; CANTOS, C.; DIAS, R. Sumário executivo Biodefensivos. Mercado Brasileiro | Safra 2021/22. **S&P Global Commodities Insights**, Croplife Brasil. 2022. Disponível em https://croplifebrasil.org/wp-content/uploads/2023/05/Mercado_de_biodefensivos_21_22_SPGlobal_CroplifeBrasil-1.pdf. Acesso em 20 novembro 2023.

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

BRASIL. Decreto n. 4.074, de 4 de janeiro de 2002. Regulamenta a Lei n. 7.802, de 11 de julho de 1989, Brasília, **DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO**, 04 Janeiro 2002.

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 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**, publicado em: 27/05/2020 | Edição: 100 | Seção: 1 | Página: 105., Órgão: Atos do Poder Executivo.

BRASIL. Lei n. 7.802, de 11 de julho de 1989. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o

destino final dos r, **DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO**, Publicado em 11 de julho de 1989. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7802.htm .

BRASIL. **Decreto n. 4.074, de 4 de janeiro de 2002**. Regulamenta a Lei n. 7.802, de 11 de julho de 1989, Brasília, 04 janeiro 2002. **DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO**, Publicado em 04 de janeiro de 2002.

BRASIL. **Decreto nº 6.913, de 23 de julho de 2009**. Acresce dispositivos ao Decreto no 4.074, de 4 de janeiro de 2002, que regulamenta a Lei n. 7.802, de 11 de julho de 1989, 2009. **DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO**. Publicado em 23 de julho de 2009.,

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. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Programa Nacional de Bioinsumos é lançado e vai impulsionar uso de recursos biológicos na agropecuária, Publicado em 27/05/2020, atualizado em 23/11/2022. 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>.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Mapa bate recorde de registros de defensivos agrícolas de controle biológico. Publicado em Publicado em 11/01/2021, atualizado em 03/11/2022. Disponível em <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/Mapa-registra-recorde-de-95-defensivos-biologicos-em-2020>.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Novos produtos de baixo impacto para o controle de pragas têm registro publicado em 2021. Publicado 31/12/2021, atualizado em 31/10/2022 Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/novos-produtos-de-baixo-impacto-para-o-controle-de-pragas-tem-registro-publicado>.

BRASIL. **Resolução nº 1, de 5 de agosto de 2021**. Institui Grupo de Trabalho do Conselho Estratégico do Programa Nacional de Bioinsumos no âmbito do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento com a finalidade

BRASIL. **PORTARIA CONJUNTA SDA/MAPA - IBAMA - ANVISA Nº 1, DE 10 DE ABRIL DE 2023**. Estabelece procedimentos a serem adotados para o registro de

produtos microbiológicos empregados no controle de pragas ou como desfolhantes, dessecantes, estimuladores, inibidores de crescimento, além de revogar os atos normativos vigentes, pertinentes à esta matéria: Instrução Normativa Conjunta Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento/Anvisa/Ibama nº 03 de 10 de março de 2006 e o Ato CGAA/DSV/SDA nº 06, de 23 de janeiro de 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Potencialidades e desafios do agro 4.0 : GT III “Cadeias Produtivas e Desenvolvimento de Fornecedores” Câmara do Agro 4.0 (MAPA/MCTI) / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Secretaria de Inovação, Desenvolvimento Sustentável e Irrigação.** – **Brasília : Mapa/ACES**, 2021. 66 p. ISBN: 978-65-86803-67-9

BURTON, R. J. F., KUCZERA, C.; SCHWARZ, G. Exploring farmers’ cultural resistance to voluntary agri-environmental schemes. **Sociologia Ruralis** v.48(1): p.16–37, 2008. <http://doi.org/10.1111/j.1467-9523.2008.00452.x>.

CAFFARO F, ROCCATO M, CREMASCO MM, CAVALLO M. An ergonomic approach to sustainable development: The role of information environment and social-psychological variables in the adoption of agri-environmental innovations. **Sustainable Development**, v.27(6), p.1049-1062, 2019. DOI: 10.1002/sd.1956

CARRER, M. J., MAIA, A. G., VINHOLIS, M. M. B., & SOUZA FILHO, H. M. Assessing the effectiveness of rural credit policy on the adoption of integrated crop-livestock systems in Brazil. **Land Use Policy**, 92, 104468, 2020a. <http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104468>

CARRER, M. J., SOUZA FILHO, H. M., & VINHOLIS, M. M. B. Determinantes da demanda de crédito rural por pecuaristas de corte no estado de São Paulo. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, 51(3), 455-478, 2013b. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-20032013000300003>.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA – CEPEA. **PIB do agronegócio, 2020**. Recuperado em 14 abril, 2021, de https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/Cepea_CNA_relatorio_2020.pdf

COOPER, D.R. & SCHINDLER, P.S. Business Research Methods. 8th Edition, **McGraw-Hill Irwin**, Boston, 2003.

COLMENAREZ, Y.; WYCKHUYS, K.; CIOMPERLIK, M.; REZENDE, D. Uso do Manejo Integrado de Pragas e Controle Biológico pelos Agricultores na América Latina

e no Caribe: Desafios e Oportunidades. In: HALFELD-VIEIRA, B. A.; MARINHO-PRADO, J. S.; NECHET, K. L.; MORANDI, M. A. B.; BETTIOL, W. (Org.). Defensivos agrícolas naturais: uso e perspectivas. 1. ed. Embrapa Meio Ambiente, 2020. p. 51-66.

CONTE, A. The evolution of the literature on technological change over time: a survey (Discussion Papers on Entrepreneurship, Growth and Public Policy). **Germany: Group Entrepreneurship, Growth and Public Policy**, 2006. Recuperado em 15 abril de 2021, de <https://www.econstor.eu/handle/10419/24926>

COULIBALY TP, DU J, DIAKITÉ D, ABBAN OJ, KOUAKOU E. A proposed conceptual framework on the adoption of sustainable agricultural practices: The role of network contact frequency and institutional trust (2021) **Sustainability** (Switzerland), v.13(4), art. no. 2206, p. 1-12, 2021. DOI:10.3390/su13042206

CRASE, L.; MAYBERY, D. Personality and landholders' management of remnant bush and revegetation in the Murray catchment. **Australasian Journal of Environmental Management**, v.11(1):p. 21–33, 2004. <http://doi.org/10.1080/14486563.2004.10648595>.

CDAMALAS, C.A. Eleftherohorinos, I.G. Pesticide exposure, safety issues, and risk assessment indicators. **Int. J. Environ. Res. Public Health** v.8, 1402e1419, 2011.

DAMALAS, C.A.,. Understanding benefits and risks of pesticide use. **Sci. Res. Essays** v.4, 945e949, 2009.

DAMALAS, C.A.; KOUTROUBAS, S.D. Current status and recent developments in biopesticide use. **AGRICULTURE**, v.8, p.13, 2018.

DAVIS, F.D. Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. **MIS Quarterly**, v.13(3), p. 319-339, 1989.

DAVIS, F.D., BAGOZZI, R.P.; WARSHAW, P.R. Extrinsic and intrinsic motivation to use computers in the workplace. **Journal of Applied Social Psychology**, v.22(14), p. 1111-1132, 1992.

DAVIS, F.D., BAGOZZI, R.P.; WARSHAW, P.R. User acceptance of computer technology: A comparison of two theoretical models. **Management Science**, v.35(8), p. 982-1003, 1989.

DAXINI, A., O'DONOGHUE, C., RYAN, M., BUCKLEY, C., BARNES, A.P., DALY, K. Which factors influence farmers' intentions to adopt nutrient management planning? **J. Environ. Manag.** v.224, p.350–360, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.07.059>.

DEFRANCESCO, E., GATTO, P., RUNGE, F.; TRESTINI, S. Factors affecting farmers' participation in agri-environmental measures: a Northern Italian perspective. **Journal of Agricultural Economics**, v.59(1): 114–131, (2008). <http://doi.org/10.1111/j.1477-9552.2007.00134.x>.

DESSART FJ, BARREIRO-HURLÉ J.; VAN BAVEL R. Behavioural factors affecting the adoption of sustainable farming practices: a policyoriented review. **European Review of Agricultural Economics**, v.46(3), p. 417–471, 2019. doi:10.1093/erae/jbz019

DESSART, F. J. Farmers' views on EU agri-environmental policies. Contributing to the Common Agricultural Policy Impact Assessment with evidence from focus groups. **Publications Office of the European Union, Luxembourg**, (2019). ISBN 978-92-76-01439-3, doi:10.2760/049327.

DEVELLIS, R. F. Scale development: theory and applications. **Thousand Oaks: Sage Publications**, 2003.

EMBRAPA. **Secretaria de Inteligência e Relações Estratégicas**. O futuro da agricultura brasileira. 2018. Brasília, DF. 212 p.

ENGEL, J.F., BLACKWELL, R.D.; MINIARD, P.W. **Consumer Behaviour**, 5th edition. Dryden, 1986.

ESCALADA, M.M. , HEONG, K.L. , SENGSOULIVONG, V. , SCHILLER, J.M. , Determinants of Insecticide-Use Decisions of Lowland Rice Farmers in Laos, **Book Chapter 18. International Rice Research Institute**, 2006.

FAO and INRAE. **Enabling sustainable food systems: Innovators' handbook**. Rome, 2020. <https://doi.org/10.4060/ca9917en>

FAOSTAT. Pesticides. **Food and Agriculture Organization**, Rome. Available online: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/RP> (accessed on 10 May 2021).

FARIA, M.; WRAIGHT, S.P. Mycoinsecticides and Mycoacaricides: A comprehensive list with worldwide coverage and international classification of formulation types. **Biological Control**, v.43, p. 237-256, 2007.

FEDER, G., JUST, R. E., & ZILBERMAN, D. Adoption of agricultural innovations in developing countries: a survey. **Economic Development and Cultural Change**, 33(2), 255-298, 1985. Recuperado em 15 abril de 2021, de <https://www.journals.uchicago.edu/doi/abs/10.1086/451461>

FISHBEIN, M.; AJZEN, I. Belief, attitude, intention, and behavior: An introduction to theory and research. **Reading, Addison-Wesley**, 1975. Disponível em: www.people.umass.edu/aizen/f&a1975.html. Acesso em: 10/06/2009.

FORNELL, C., & LARCKER, D. F. Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. **Journal of Marketing Research**, 18(1), 39–50, 1981. <https://doi.org/10.2307/3151312>

GALALAE, C; VOICU, A. Consumer Behaviour Research: Jacquard Weaving in the Social Sciences. **Management Dynamics in the Knowledge Economy**. v.1(2), p. 277-292, 2013.

GAN, C.L.; TANG, Y.H.; CHEN, L.; CHEN, Y.R.; REN, L. Effects of the farmers' cognition on the farmland transfer based on theory of planned behavior framework. **China Popul. Resour. Environ.** v.28, p.152–159 2018,

GARDEBROEK, C. Comparing risk attitudes of organic and non-organic farmers with a Bayesian random coefficient model. **European Review of Agricultural Economics**. v.33(4), p.485–510, 2006.

GIL, A.C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: **Atlas**, 2002.

GIL, J. D. B., GARRETT, R., & BERGER, T. Determinants of crop-livestock integration in Brazil: evidence from the household and regional levels. **Land Use Policy**, 59, 557-568. 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.09.022>

GILL, S.S., COWLES, E.A.; PIETRANTONIO, P.V. The mode of action of *Bacillus thuringiensis* endotoxins. **Annu. Rev. Entomol.** v.37, p.615-636, 1992.

GOSLING, E.; WILLIAMS, K. J. H. Connectedness to nature, place attachment and conservation behaviour: testing connectedness theory among farmers. **Journal of**

Environmental Psychology, v.30(3): p.298–304, 2010.
<http://doi.org/10.1016/j.jenvp.2010.01.005>.

FONTES, E.M.G. & VALADARES-INGLIS MC. **Controle biológico de pragas da agricultura** – Brasília, DF: Embrapa, 510 p. :2020.

GREINER, R. Motivations and attitudes influence farmers' willingness to participate in biodiversity conservation contracts. **Agricultural Systems.**, v.137: p.154–165, 2015.
<http://doi.org/10.1016/j.agsy.2015.04.005>.

GREINER, R.; GREGG, D. Farmers' intrinsic motivations, barriers to the adoption of conservation practices and effectiveness of policy instruments: empirical evidence from northern Australia. **Land Use Policy.**, v.28(1): p.257–265, (2011)..
<http://doi.org/10.1016/j.landusepol.2010.06.006>.

GROLLEAU, G., MZOUGH, N. AND THOYER, S. Les incitations monétaires dans la politique agro-environnementale: peut-on faire mieux avec moins? **Revue d'Études En Agriculture et Environnement.**, v.96(02): p.241–257, 2015.

HAIR JR, J. F.; HULT, G. T. M.; RINGLE, C. M.; SARSTEDT, M. A Primer on Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM). **Thousand Oaks: Sage Publications**, 2014a.

HAIR, J., RINGLE, C. AND SARSTEDT, M. PLS-SEM: Indeed a Silver Bullet. **Journal of Marketing Theory and Practice**, 19, 139-151, 2011.
<https://doi.org/10.2753/MTP1069-6679190202>

HAIR, J.F. “Next-generation prediction metrics for composite-based PLS-SEM”, **Industrial Management and Data Systems**, Vol. 121 No. 1, pp. 5-11, 2021.

HAIR, J.F., RISHER, J.J., SARSTEDT, M. AND RINGLE, C.M. “When to use and how to report the results of PLS-SEM”, **European Business Review**, Vol. 31 No. 1, pp. 2-24, 2019a.

HAIR, J.F., SARSTEDT, M. AND RINGLE, C.M. “Rethinking some of the rethinking of partial least squares”, **European Journal of Marketing**, Vol. 53 No. 4, pp. 566-584, 2019b.

HAIR, J.F., HULT, G.T.M., RINGLE, C.M. AND SARSTEDT, M. (2022), A Primer on Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM), Sage, Thousand Oaks, CA, 2022.

HAIR JR., J.F., *et al.* Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM): An Emerging Tool in Business Research. **European Business Review**, 26, 106-121, 2014.<https://doi.org/10.1108/EBR-10-2013-0128>

HAIR JR, J. F.; ORTINAU, D. J.; CELSI, M. W.; BUSH, R. P. Fundamentos de pesquisa de marketing. 3. ed. **Porto Alegre: AMGH**, 2014b.

HAIR JR., J.F., BLACK, W.C., BABIN, B.J., ANDERSON, R.E. Multivariate Data Analysis, seventh ed. **Prentice Hall**, New Jersey, NJ, USA, 2010.

HAWKINS, D.I., AND MOTHERSBAUGH, D.L. Consumer Behavior: Building Marketing Strategy, 11th Edition. **Boston: Irwin/McGraw-Hill**, 2010.

HERMANN, D., MUßHOFF, O. AND AGETHEN, K. Investment behavior and status quo bias of conventional and organic hog farmers: an experimental approach. **Renewable Agriculture and Food Systems**., v.31(4): p.318–329, 2016. <http://doi.org/10.1017/S1742170515000265>.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário de 2017**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017.

JACOBY, J.. Consumer Psychology: An Octennium, in Mussen, P., and Rosenzweig, M. **Annual Review of Psychology**. p.331–358, 1976.

JEN, W., LU, T., & LIU, P. An Integrated Analysis of Technology Acceptance Behaviour Models: Comparison of Three Major Models. **MIS Review**, 15(1), 89-121, 2009.

JONES, C.R.M., AND FAZIO, R.H. Associative Strength and Consumer Choice behaviour. in HAUGTVEDT, C.P., HERR, P.M., AND HARDES, F.R. (eds.). **Handbook of Consumer Psychology**, Lawrence Erlbaum Associates, 2008.

JUNAID, J.M.; DAR, N.A.; BHAT, T.; BHAT, M.A. Commercial Biocontrol Agents and Their Mechanism of Action in the Management of Plant Pathogens. **Int J Modern Plant & Anim Sci.** v.1. p. 39-57, 2013.

KAHRAMANOGLU I , USANMAZ S AND ALAS T. Reasons Behind the Farmer's Behaviour About the Implementation of Sustainable Farming Practices. **J Sociology Soc Anth**, v.11(1-3): 67-77, 2020. DOI: 10.31901/24566764.2020/11.1-3.344

KALLAS, Z., SERRA, T. AND GIL, J. M. Farmers' objectives as determinants of organic farming adoption: the case of Catalanian vineyard production. **Agricultural**

Economics v.41(5): p.409–423, 2010. <http://doi.org/10.1111/j.1574-0862.2010.00454.x>.

KHAN, M., MAHMOOD, H.Z., DAMALAS, C.A. Pesticide use and risk perceptions among farmers in the cotton belt of Punjab, Pakistan. **Crop Protect.** v.67(1), p.184–190, 2015. doi: 10.1016/j.cropro.2014.10.013 .

KOTLER, P. Administração de marketing / Philip Kotler, Kevin Lane Keller; tradução Sônia Midori Yamamoto; revisão técnica Edson Crescitelli. – 14. ed. – São Paulo: **Pearson Education do Brasil**, 2012.

KUMAR J, RAMLAL A, MALLICK D, MISHRA V. An Overview of Some Biopesticides and Their Importance in Plant Protection for Commercial Acceptance. **Plants.** v.10(6): p.1185, 2021. <https://doi.org/10.3390/plants10061185>

KUMAR, S.; SINGH, A. Biopesticides: Present Status and the Future Prospects. **Journal of Fertilizers & Pesticides**, v.2, p. 1-2, 2015. <https://doi.org/10.4172/2471-2728.1000e129>

LALANI, B., DORWARD, P., HOLLOWAY, G., WAUTERS, E. Smallholder farmers' motivations for using Conservation Agriculture and the roles of yield, labour and soil fertility in decision making. **Agric. Syst.** v.146, p.80–90, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2016.04.002>.

LÄPPLE, D.; KELLEY, H. Understanding the uptake of organic farming: accounting for heterogeneities among Irish farmers. **Ecological Economics.**, v.88 (Supplement C): p.11–19, 2013. <http://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.12.025>.

LÄPPLE, D.; VAN RENSBURG, T. Adoption of organic farming: Are there differences between early and late adoption? **Ecological Economics.**, v.70(7): p.1406–1414, 2011. <http://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2011.03.002>.

LI J, FENG S, LUOB L, GUANBC Z. What drives the adoption of sustainable production technology? Evidence from the large-scale farming sector in East China. **Journal of Cleaner Production**, v.257, 120611, 2020. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.120611

LIU, E.M., HUANG, J.K. Risk preferences and pesticide use by cotton farmers in China. **J. Dev. Econ.** v.103(1), p. 202–215, 2013. doi: 10.1016/j.jdeveco.2012.12.005.

LIU, T., BRUINS, R.J.F., HEBERLING, M.T. Factors influencing farmers' adoption of best management practices: a review and synthesis. **Sustainability**, v.10, p.432, 2018.

LOPES, C. V. A., & ALBUQUERQUE, G. S. C. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. **Saúde Em Debate**, 42(117), 518–534, 2018. <https://doi.org/10.1590/0103-1104201811714>

MALHOTRA, N. K. Pesquisa de Marketing: Uma orientação aplicada. 4 ed. Porto Alegre: Bookman 2006.

MALLE, B. F. Attribution theories: how people make sense of behavior. D. Chadee (eds) Theories in Social Psychology. **Wiley-Blackwell**, p.72–95, 2011.

MAPA. Ministério da Agricultura e Pecuária (2020). <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/mapa-registra-16-defensivos-agricolas-genericos-incluindo-tres-produtos-biologicos>.

MAPA. **Ministério da Agricultura e Pecuária** (2020). https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/bioinsumos/material-para-imprensa/pt-release-04-programanacionalbioinsumos_divulgacao

MAPA. **Ministério da Agricultura e Pecuária**. (2019). Agricultura familiar. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/agricultura-familiar/agricultura-familiar-1>; Acesso em 28 de outubro de 2021.

MAPA. **Ministério da Agricultura e Pecuária**. Resumo de Registro de Agrotóxicos, Componentes e Afins. Brasília, setembro, 2020.

MAPA. **Ministério da Agricultura e Pecuária**. Brasil moderniza procedimentos para registro de produtos biológicos. Publicado em 04/05/2023 14h14, Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/brasil-moderniza-procedimentos-para-registro-de-produtos-biologicos>

MARKETSANDMARKETS. Top Trends in the Agricultural Biologicals Market by Agricultural Biologicals, Biocontrols, Biofungicides, Bioinsecticides, Bionematicides, Biostimulants, Biofertilizers, Agricultural Inoculants, Agricultural Pheromones, Biological Seed Treatment - Global Forecast to 2025. Disponível em: <https://www.marketsandmarkets.com/ResearchInsight/top-10-trend-agricultural-biological-market.asp>. Acesso em 30 de outubro de 2022.

MARRA, M., PANNELL, D. J. AND GHADIM, A. A. (2003). The economics of risk, uncertainty and learning in the adoption of new agricultural technologies: where are we on the learning curve? **Agricultural Systems**, v.75(2–3): p.215–234, 2003. [http://doi.org/10.1016/S0308-521X\(02\)00066-5](http://doi.org/10.1016/S0308-521X(02)00066-5).

MARRONE PG. Barriers to adoption of biological control agents and biological pesticides CAB Reviews: **Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources**, v.2, p. 051, 2007. DOI: 10.1079/PAVSNNR20072051

MARRONE PG. Pesticidal natural products – status and future potential. **Pest Manag Sci.**, v.75: p. 2325–2340, 2019.

MATHIESON, K. Predicting user intentions: Comparing the technology acceptance model with the theory of planned behaviour. **Information Systems Research**, vl(2), 3, p. 173-191, 1991.

MATTHEWS, G.A. Attitudes and behaviours regarding use of crop protection products- A survey of more than 8500 smallholders in 26 countries. **Crop Prot.** v.27(3–5), p. 834–846, 2008. doi: 10.1016/j.cropro.2007.10.013

MEDEIROS, F. H. V.; SILVA, J. C. P.; PASCHOLATI, S. F. Controle Biológico de Doenças de Plantas. In: AMORIM, L.; REZENDE. J. A. M.; BERGAMIM FILHO, A. (org.). **Manual de Fitopatologia**, v.I, 5ªEdição. Ouro Fino-MG: Agronômica Ceres, 2018.

MICHEL-GUILLOU, E.; MOSER, G. Commitment of farmers to environmental protection: from social pressure to environmental conscience. **Journal of Environmental Psychology**, v.26(3): p.227–235, 2006. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvp.2006.07.004>.

MZOUGH, N. Farmers adoption of integrated crop protection and organic farming: do moral and social concerns matter? **Ecological Economics**, v.70(8): p.1536–1545, (2011). <http://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2011.03.016>.

NICOLOPOULOU-STAMATI, P.; MAIPAS, S.; KOTAMPASI, C.; STAMATIS, P.; HENS, L. Chemical Pesticides and Human Health: The Urgent Need for a New Concept in Agriculture. **Front. Public Health**, v.4, p.148, 2016.

O'GUINN, TC; FABER, RJ. Compulsive Buying: A Phenomenological Exploration. **Journal of Consumer Research**, v.16(2), p.147–157, September 1989. <https://doi.org/10.1086/209204>

PARRA, J. R. P. Biological Control in Brazil. **Scientia Agricola**, v. 71, n. 5, p. 420-429, Sept./Oct. 2014. DOI: 10.1590/0103-9016-2014-0167.

RASHID, N.R.N.A., MOHAMMAD, N. A discussion of underlying theories explaining the spillover of environmentally friendly behavior phenomenon. **Procedia Soc. Behav. Sci.** v.50, 1061e1072, 2012.

REZAEI R, SAFA L, DAMALAS CA, GANJKHANLOO MM. Drivers of farmers' intention to use integrated pest management: Integrating theory of planned behavior and norm activation model. **J Environ Manage.**, v.15(236): p.328-339, 2019. doi: 10.1016/j.jenvman.2019.01.097. Epub 2019 Feb 7. PMID: 30738304.

REZAEI R. *et al.* Understanding farmers' ecological conservation behavior regarding the use of integrated pest management- an application of the technology acceptance model. **Global Ecology and Conservation**, v.22, e0094, 2020.

REZAEI, R., MIANAJI, S., GANJLOO, A. 2018. Factors affecting farmers' intention to engage in on-farm food safety practices in Iran: extending the theory of planned behavior. **J. Rural Stud.** v.60, 152e166, 2018.

RINGLE, C. M.; SILVA, D.; BIDO, D. Modelagem de Equações Estruturais com utilização do SmartPLS. ReMark - **Revista Brasileira de Marketing**, v. 13(2), p. 54-71, 2014.

RODRIGUES, L.C.C., FORTINI, R.M. & C. R. NEVES, M. Impacts of the use of biological pest control on the technical efficiency of the Brazilian agricultural sector. **Int. J. Environ. Sci. Technol.** v. 20, p.1–16, 2023. <https://doi.org/10.1007/s13762-022-04032-y>

RODRIGUEZ, J. M., MOLNAR, J. J., FAZIO, R. A., SYDNOR, E. AND LOWE, M. J. Barriers to adoption of sustainable agriculture practices: change agent perspectives. **Renewable Agriculture and Food Systems**, v.24(1), p.60–71, 2009. <http://doi.org/10.1017/S1742170508002421>.

ROGERS, E. M. Diffusion of innovations (5th ed.). **New York: Free Press**, 1983.

- ROGERS, E. M., & SHOEMAKER, F. F. Communication of innovations: A cross-cultural approach. **New York: Free Press.**, 1971.
- ROGERS, E.M. The Diffusion of Innovation, fifth ed. **Free Press, New York, NY, USA**, 2003.
- RÖLING, N. Conceptual and methodological developments in innovation. In P. C. Sanginga, A. Waters-Bayer & S. Kaaria (Eds.), *Innovation Africa: Enriching farmers' livelihoods* (pp.9–34). **London: Earthscan.**, 2009.
- SABERI, F.; MARZBAN, R.; ARDJMAND, M.; PAJOU, S.F.; TAVAKOLI, O. Optimization of culture media to enhance the ability of local *Bacillus thuringiensis* var. *tenebrionis*. **J. Saudi Soc. Agric. Sci.**, v.19, p.468–475, 2020.
- SALES, M.D.C., COSTA, H.B., FERNANDES, P.M.B., VENTURA, J.A., MEIRA, D.D.) Antifungal Activity of Plant Extracts with Potential to Control Plant Pathogens in Pineapple. **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine**, v.1, p.26-31, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.apjtb.2015.09.026>
- SALOMON, D. V. Como fazer uma monografia. 2. ed. São Paulo: **Martins Fontes**, 1991.
- SARKAR, A., WANG H, RAHMAN A, AZIM JA, MEMON WH, QIAN S. Structural equation model of young farmers intention to adopt sustainable agriculture: A case study in Bangladesh. **Renewable Agriculture and Food Systems**, 2021. DOI: 10.1017/S1742170521000429
- SARMA K. Farmer behavior towards pesticide use for reduction production risk: A Theory of Planned Behavior. **Cleaner and Circular Bioeconomy**, v.1, 100002, 2022.ISSN 2772-8013, <https://doi.org/10.1016/j.clcb.2021.100002>.
- SENAR. Serviço Nacional de Aprendizagem rural. O futuro é biológico. 4 de fevereiro de 2022. Disponível em: <https://cnabrazil.org.br/noticias/o-futuro-e-biologico>.
- SENGER, I; BORGES, J. & MACHADO, J.A. Using the theory of planned behavior to understand the intention of small farmers in diversifying their agricultural production. **Journal of Rural Studies**. 49. 32-40, 2017.
- SHARIFZADEH M.S., DAMALAS C.A. , ABDOLLAHZADEH G., AHMADI-GORGI H. Predicting adoption of biological control among Iranian rice farmers: an

application of the extended technology acceptance model (TAM2). **Crop Prot.**, v.96, p. 88-96, 2017.

SHARIFZADEH, M.S., ABDOLLAHZADEH, G., DAMALAS, C.A., REZAEI, R., AHMADYOUSEFI, M. Determinants of pesticide safety behavior among Iranian rice farmers. **Sci. Total Environ.**, v.651,p. 2953–2960, 2019. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.10.179

SMITH, E. H.; KENNEDY, G. G. History of entomology. In: RESH, V. H.; CARDÂE, R. T. **Encyclopedia of insects**. 2. ed. Amsterdam: Elsevier/Academic Press, 2009. p. 449-585.

SOK J, BORGES JR , SCHMIDT P AND AJZEN I. Farmer Behaviour as Reasoned Action: A Critical Review of Research with the Theory of Planned Behaviour. **Journal of Agricultural Economics** published by John Wiley & Sons Ltd on behalf of Agricultural Economics Society. p1-24, 2020. doi: 10.1111/1477-9552.12408

SOK, J. AND FISCHER, E. A. J. Farmers' heterogeneous motives, voluntary vaccination and disease spread: an agent-based model. **European Review of Agricultural Economics**, v.47(3), p. 1201–1222, 2020.

SOLOMON M., BAMOSSY G., ASKEGAARD S., AND HOGG, M.K. Consumer Behaviour. A European Perspective. **Harlow: Pearson Education**, 2010.

SOUZA FILHO, H. M., BUAINAIN, A. M., SILVEIRA, J. M. F. J., & VINHOLIS, M. M. B. Condicionantes da adoção de inovações tecnológicas na agricultura. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, 28(1), 223-255, 2011. Recuperado em 15 abril de 2021, de <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile>.

SOUZA FILHO, H. M., VINHOLIS, M. M. B., CARRER, M. J., & BERNARDO, R. Determinants of adoption of integrated systems by cattle farmers in the State of Sao Paulo, Brazil. **Agroforestry Systems**, 95(1), 103-117, 2021. <http://dx.doi.org/10.1007/s10457-020-00565-8>

STADLINGER, N., MMOCHI, A.J., DOBO, S., GYLLBÄCK, E., KUMBLAD, L. Pesticide use among smallholder rice farmers in Tanzania. **Environ., Dev. Sustain.** v.13 (3), p.641–656, 2011. doi: 10.1007/s10668-010-9281-5 .

STONEMAN, B. Challenges to Commercialization of Biopesticides. **Proceedings Microbial Biocontrol of Arthropods, Weeds and Plant Pathogens: Risks, Benefits and Challenges**. National Conservation Training Center, Shepherdstown, WV., 2010.

SUNDING, D., & ZILBERMAN, D. The agricultural innovation process: research and technology adoption in a changing agricultural sector. In B. Gardner & G. C. Rausser (Eds.), *Handbook of agricultural economics* (pp. 207-261). **Amsterdam: Elsevier**, 2001.

TAMA, RAZ, YING L, YU M, HOQUE MM, ADNAN KMM, SARKER SA. Assessing farmers' intention towards conservation agriculture by using the Extended Theory of Planned Behavior. **Journal of Environmental Management**, v.280, 111654, 2021. ISSN 0301-4797, <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111654>.

TOMA, L. AND MATHIJS, E. Environmental risk perception, concern and propensity to participate in organic farming programmes. **Journal of Environmental Management**, v. 83(2): p.145–157, 2007. <http://doi.org/10.1016/j.jenvman.2006>.

TRUJILLO-BARRERA, A., PENNINGS, J. M. E. AND HOFENK, D. Understanding producers' motives for adopting sustainable practices: the role of expected rewards, risk perception and risk tolerance. **European Review of Agricultural Economics**, v.43(3), p.359–382, 2016. <http://dx.doi.org/10.1093/erae/jbv038>

UNESP. Normas para publicações da UNESP. São Paulo: UNESP, v. 2, 2010.

UNITED NATIONS. The Sustainable Development Goals Report 2018. <https://unstats.un.org/sdgs/report/2018>

USEPA (United States Environmental Protection Agency) Regulating biopesticides. USEPA. US Environmental Protection Agency – What are Biopesticides?, 2013 <http://www.epa.gov/opp00001/biopesticides/whatarebiopesticides.htm>

USTA, C. Microorganisms in Biological Pest Control — A Review (Bacterial Toxin Application and Effect of Environmental Factors). A Review (Bacterial Toxin Application and Effect of Environmental Factors). In: Marina Silva-Opps (Eds.), *Current Progress in Biological Research* - April 2013. <https://doi.org/10.5772/55786>

VANSLEMBROUCK, I., VAN HUYLENBROECK, G. AND VERBEKE, W. Determinants of the willingness of Belgian farmers to participate in agri-environmental

measures. **Journal of Agricultural Economics**, v.53(3), p. 489–511, 2002. <http://doi.org/10.1111/j.1477-9552.2002.tb00034.x>.

VAZ, E.D., GIMENES, R.M.T., BORGES, J.A.R. Identifying socio-psychological constructs and beliefs underlying farmers' intention to adopt on-farm silos. *NJAS - Wageningen. J. Life Sci.*, v.92, 100322, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2020.100322>.

VELIVELLI, L. S. S.; DE VOS, P.; KROMANN, P.; DECLERCK, S.; PRESTWICH, B. D. Biological control agents: from field to market, problems, and challenges. **Trends in Biotechnology**, v. 32(10), p. 493-496, 2014. DOI: 10.1016/j.tibtech.2014.07.002.

VENKATESH, V. Determinants of perceived ease of use: Integrating control, intrinsic motivation, and emotion into the technology acceptance model. **Information Systems Research**, v. 11(4), p. 342-365, 2000.

VENKATESH, V., DAVIS, F.D. A theoretical extension of the Technology Acceptance Model: four longitudinal field studies. **Manag. Sci.**, v.46, 186e204, 2000.

VENKATESH, V., MORRIS, M.G., DAVIS, G.B.; DAVIS, F.D. User acceptance of information technology: Toward a unified view. **MIS Quarterly**, v.27(3), p. 425-478, (2003).

VIEIRA FILHO, J. E. R. SANTOS, G. R., & FORNAZIER, A. Distribuição produtiva e tecnológica da agricultura brasileira e sua heterogeneidade estrutural. (**Textos para Discussão CEPAL-IPEA**, No. 54, 2013. Recuperado em 15 abril de 2021, de <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/36848>

VINHOLIS, M. M. B., CARRER, M. J., & SOUZA FILHO, H. M. Adoption of beef cattle traceability at farm level in São Paulo State, Brazil. **Ciência Rural**, 47(9), 2017), <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20160759>

VINHOLIS, M. M. B., CARRER, M. J., SOUZA FILHO, H. M., & BERNARDO, R. Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no estado de São Paulo: estudo multicaseiros com adotantes pioneiros. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, 60(1), 2022. <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9479.2021.234057>

VINHOLIS, M. M. B., SOUZA FILHO, H. M., CARRER, M. J., BARIONI JUNIOR, W., & CHADDAD, F. R. Complementarity in the adoption of traceability of beef cattle

in Brazil. **Production**, 26(3), 540-550, 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6513.193615>

WAUTERS, E., BIELDERS, C., POESEN, J., GOVERS, G. AND MATHIJS, E. Adoption of soil conservation practices in Belgium: an examination of the theory of planned behaviour in the agri-environmental domain. **Land Use Policy**, v.27(1), p. 86–94, 2010. <http://doi.org/10.1016/j.landusepol.2009.02.009>.

XIAOMAN LIU, AOCHENG CAO, DONGDONG YAN, CANBIN OUYANG, QIUXIA WANG & YUAN LI. Overview of mechanisms and uses of biopesticides, **International Journal of Pest Management**, v.67(1), p,65-72, 2021. DOI: 10.1080/09670874.2019.166478

XIONG, S.Y.; ZHOU, K. Study on the Influencing Mechanism of Farmers ‘Participation in the Utilization of Straw Resources. **Rural Econ.**, v.4, p,110–115, 2019.

YAZDANPANA, M., FOROUZANI, M. Application of the theory of planned behaviour to predict Iranian students’ intention to purchase organic food. **J. Clean. Prod.**, v.107, p.342–352, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.02.071>.

YU L. LIU H. DIABATE A; QIAN Y; SIBIRI H AND YAN B. Assessing Influence Mechanism of Green Utilization of Agricultural Wastes in Five Provinces of China through Farmers’ Motivation-Cognition-Behavior. **Int. J. Environ. Res. Public Health**, v.17, 3381, 2020, doi:10.3390/ijerph17103381

8. ANEXOS

ANEXO 1. Cargas cruzadas - Modelo TPB

Cargas Fatoriais Cruzadas	Atitude	Controle Comportamental Percebido	Intenção	Normas Subjetiva
ATT_1	0,836	0,499	0,444	0,490
ATT_3	0,595	0,332	0,197	0,311
ATT_4	0,782	0,468	0,515	0,529
ATT_5	0,790	0,462	0,444	0,519
ATT_6	0,662	0,425	0,397	0,465
CCP_1	0,402	0,598	0,271	0,441
CCP_2	0,528	0,886	0,498	0,488
CCP_3	0,453	0,761	0,428	0,250
CCP_4	0,282	0,565	0,160	0,269
INT_1	0,505	0,419	0,888	0,476
INT_2	0,452	0,499	0,854	0,502
INT_3	0,419	0,273	0,759	0,390
INT_4	0,540	0,531	0,878	0,475
NS_1	0,373	0,197	0,336	0,723
NS_2	0,389	0,266	0,367	0,721
NS_3	0,724	0,524	0,356	0,710
NS_5	0,470	0,482	0,538	0,841

ANEXO 2. Cargas cruzadas - Modelo TAM

Cargas Fatoriais Cruzadas	Atitude	Facilidade Percebida	Intenção	Utilidade Percebida
ATT_1	0,844	0,357	0,443	0,589
ATT_3	0,630	0,114	0,200	0,423
ATT_4	0,772	0,464	0,519	0,559
ATT_5	0,796	0,389	0,443	0,582
ATT_6	0,638	0,409	0,397	0,371
FACP_1	0,329	0,787	0,590	0,459
FACP_2	0,486	0,830	0,600	0,460
FACP_3	0,135	0,530	0,322	0,144
FACP_4	0,394	0,799	0,505	0,406
INT_1	0,502	0,590	0,892	0,536
INT_2	0,443	0,598	0,841	0,464
INT_3	0,408	0,503	0,770	0,389
INT_4	0,532	0,656	0,878	0,591
UTIL_1	0,453	0,514	0,615	0,789
UTIL_2	0,531	0,445	0,462	0,858
UTIL_3	0,488	0,350	0,432	0,746
UTIL_4	0,742	0,419	0,435	0,860

ANEXO 3. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CÂMPUS DE JABOTICABAL



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Você está sendo convidado (a) a participar da pesquisa: **“A Percepção dos pequenos produtores rurais do Estado de São Paulo sobre o uso de defensivos agrícolas biológicos”**.

Será informado (a) verbalmente e por escrito sobre o estudo, de forma suficiente e clara, pela pesquisadora Glauce Lunardelli Trevisan do **Programa de Pós-graduação em Administração**, que está sob orientação do (a) Profa Dra Sheila Farias Alves Garcia, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/FCAV/UNESP, Jaboticabal.

Esta pesquisa foi avaliada pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos, da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal - UNESP, que tem como função defender os interesses dos participantes das pesquisas, em sua integridade e dignidade, contribuindo para o desenvolvimento da ciência dentro dos padrões éticos.

O objetivo deste estudo é identificar os fatores que influenciam na aceitação dos defensivos biológicos pelos produtores rurais. Defensivos biológicos são produtos que contêm organismos naturais ou substâncias derivadas de materiais naturais (plantas, animais, microorganismos, alguns minérios) utilizados para o controle de pragas. O principal objetivo dos defensivos biológicos é eliminar a praga alvo, permitindo a manutenção de insetos benéficos na lavoura e diminuindo a dependência de aplicações constantes de outros insumos, como os defensivos químicos. Neste estudo, buscamos saber o que os produtores sabem sobre esse tipo de produto, se o usam ou já o usaram em suas lavouras ou se pretendem usá-lo no futuro.

O estudo será realizado por meio de um questionário eletrônico, cujo link será enviado por e-mail ou via redes sociais, para preenchimento *online* (via formulário). O questionário contém perguntas para conhecer a percepção dos produtores sobre os defensivos biológicos. As perguntas específicas sobre os defensivos biológicos estão em forma de afirmações com escalas de 1 a 5 para resposta, onde o entrevistado dará a nota conforme discordar ou concordar com a afirmação, sendo: 1= discordo totalmente 2= discordo 3= indiferente 4= concordo 5= concordo totalmente. Ao final serão coletados dados sobre gênero, idade, tamanho da propriedade, tipo de cultura produzida, apenas para classificação sociodemográfica dos resultados (perfil da amostra). Os dados pessoais não serão publicados individualmente. Estima-se um tempo médio de 5 minutos para o preenchimento completo do questionário. O participante não terá custos ao participar da pesquisa.

O material será utilizado para apresentação de **Dissertação de Mestrado**, observando os princípios éticos da pesquisa científica e seguindo procedimentos de sigilo e discrição. Nenhum dado será apresentado isoladamente, apenas de forma acumulada. Informa-se que não haverá contribuições financeiras decorrentes da participação na pesquisa. Garante-se a plena liberdade

Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Unesp – Campus de Jaboticabal
Via de Acesso Paulo Donato Castellane s/n CEP: 14.884-300 Jaboticabal – SP
Telefone: (16) 3209-7168 E-mail: comiteetica@fcav.unesp.br

do(a) participante da pesquisa de recusar-se a participar ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma.

Toda pesquisa oferece riscos. No caso desta pesquisa os riscos são mínimos. O fato da pesquisa ocorrer no ambiente virtual poderia trazer riscos de violação da confidencialidade e do sigilo. A fim de evitar tais riscos as pesquisadoras sustentam que os registros da pesquisa serão acessados por senha, apenas pelos pesquisadores; as identidades dos respondentes serão substituídas por códigos que não permitam sua identificação; após completada a coleta de dados, será realizado download dos dados coletados para um dispositivo eletrônico local, apagando todo e qualquer registro de qualquer plataforma virtual, ambiente compartilhado ou "nuvem". Os dados serão armazenados em equipamentos protegidos e preservados em total segurança, assegurando total sigilo e confidencialidade das informações do (da) participante. Se ainda assim algum problema vier a acontecer, durante ou ao término da pesquisa, serão tomadas as providências necessárias para reparação ou solução do problema.

Como benefícios para a comunidade científica o estudo amplia a compreensão dos determinantes do uso de defensivos biológicos. Tais conhecimentos podem ter reflexos na elaboração de políticas públicas de incentivo ao uso desses produtos na agricultura brasileira, com impactos na saúde humana e no meio ambiente. Aos participantes, como benefício direto de sua participação, será enviada uma prévia dos resultados da pesquisa, além de documento informativo sobre os defensivos biológicos. O participante que desejar receber o informativo e os resultados da pesquisa, como benefício direto de sua participação no estudo, deverá indicar, no final do questionário, a opção desejada. Neste caso, deverá fornecer nome e e-mail de contato para o envio do material. Serão assegurados os direitos do(a) participante ao sigilo e ao anonimato.

Dessa forma, você foi esclarecido sobre os objetivos da pesquisa, os procedimentos que serão utilizados e riscos, a garantia do anonimato e de esclarecimentos constantes, e de ter em mãos uma cópia deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Deve ficar claro que, caso concorde em participar, será considerado anuência quando responder ao questionário da pesquisa.

Além disso, está ciente do direito assegurado de não participar, ou de interromper a participação no momento que achar necessário, além da garantia de indenização por eventuais danos decorrentes da participação nesta pesquisa, nos termos da legislação civil (Código Civil Lei 10.406 de 10/01/2002).

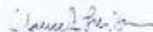
Depois de refletir sobre sua participação na pesquisa, caso decida participar, recomenda-se que salve este termo durante todo o processo de coleta da pesquisa até sua finalização.

Depois, entre no link a seguir, para ter acesso ao questionário.

Link para acesso ao questionário:

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CÂMPUS DE JABOTICABAL



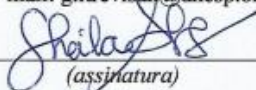
Pesquisador Responsável

Nome: Glauce Lunardelli Trevisan

Endereço: Rua Benedito Miani, 268 0 Ribeirão Preto

Tel: 16 981127146

E-mail: g.ltrevisan@unesp.br



(assinatura)

Orientador

Prof. (a) Dr. (a) Sheila Farias Alves Garcia.

Endereço: Departamento de Economia, Administração e Educação

FCAV - UNESP JABOTICABAL

VOIP 16. 3209-7268

E-mail: sheila.garcia@unesp.br

OBS.: Termo apresentado eletronicamente, destinada ao participante. Todas as vias devem ser rubricadas pelo pesquisador (a).