

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**EWERTON BARBOSA LIMA**

**SISTEMAS DIGITAIS DE GESTÃO NA AGRICULTURA:  
BENEFÍCIOS E DESAFIOS NA PERSPECTIVA DOS PRODUTORES**

SÃO CARLOS - SP

2025

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**EWERTON BARBOSA LIMA**

**SISTEMAS DIGITAIS DE GESTÃO NA AGRICULTURA: BENEFÍCIOS E  
DESAFIOS NA PERSPECTIVA DOS PRODUTORES**

Defesa ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do São Carlos/UFSCar, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção. Linha de Pesquisa: Gestão das Cadeias Agroindustriais.

Orientador: Prof<sup>o</sup>. Dr. Mário Otávio Batalha

SÃO CARLOS - SP

2025

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**FOLHA DE APROVAÇÃO**

Assinatura dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Mestrado do candidato Ewerton Barbosa Lima realizada em 26/11/2025.

---

**Prof. Dr. Mário Otávio Batalha**  
**UFSCar - Universidade Federal de São Carlos**

---

**Prof. Dr. Marcelo José Carrer**  
**UFSCar - Universidade Federal de São Carlos**

---

**Prof. Dr.<sup>a</sup> Catarina Barbosa Careta**  
**USP – Universidade de São Paulo**

Dedico aos meus pais Jovelina Barbosa Lima e Elho Aparecido Lima, pelo incentivo em minha vida acadêmica e pelo apoio em todas as áreas da minha vida. Cada conquista minha é também de vocês.

Obrigado por tudo!

## AGRADECIMENTO

Gostaria de iniciar meu agradecimento a pessoa que nesses quase quatro anos se mostrou um exemplo de profissional e de ser humano com a maior empatia que já encontrei na vida. Homem íntegro, um profissional de excelência, que esteve sempre disposto a me motivar, a me engajar, a tirar todas as minhas dúvidas, a me dar segurança, me mostrar o caminho a ser seguido dentro dessa jornada acadêmica e o mais importante alguém que acreditou em mim desde o início mesmo quando eu mesmo deixei de acreditar que seria possível realizar esse sonho. Talvez você tenha me ensinado mais do que ser um bom profissional, você também me ensinou como ser fator de mudança positiva na vida das pessoas. Obrigado pelo apoio, pelo respeito e pela dedicação, Prof. Batalha! Lhe Tenho uma estima enorme e uma admiração que levo para a vida.

Preciso agradecer a uma das pessoas mais importantes da minha vida, que mudou ela para sempre, mas que fez com o amor e o carinho deixasse tudo mais leve. Meu filho Pedro Feitoza Barbosa, obrigado por entender o papai pelos momentos de ausência e obrigado por me fazer melhor todos os dias.

Ao meu maior exemplo na vida, meu ponto de apoio, minha segurança nessa vida. A pessoa que mais admiro no mundo, pela dedicação, pelo exemplo, pelo caráter, pela doçura em me ensinar minhas primeiras letras na pré-escola e pelo carinho que sempre cuidou de cada um de nós. Se hoje chego a esse degrau é porque você me mostrou como chegar até aqui. Obrigado minha irmã Jaqueline Barbosa Lima.

Ao professor Marcelo José Carrer, pelo conhecimento compartilhado em estatística, paciência, disponibilidade e por ser um dos responsáveis por me fazer chegar até aqui, serei grato sempre.

Agradeço também a Mônica Giorgino pela paciência, resiliência, empatia e respeito comigo. Pelos ensinamentos, pelas trocas de conhecimento e pela amizade. Você foi parte dessa engrenagem para que eu pudesse realizar esse sonho, meu muito obrigado.

Aos professores, Glauco Henrique de Souza Mendes, Hildo Meirelles de Souza Filho, Herick Fernando Moralles, Sérgio Luis da Silva e Fabiane Letícia Lizarelli pelas ótimas aulas no mestrado e que me ajudaram nesse processo de aprendizagem.

Aos meus colegas de turma Naiara Calife, Felipe, Djeiniffer Juliane, Lucas Deliberador, Anderson Rodolfo e Lucas Toniolo com quem compartilhei conhecimento, boas conversas, dúvidas, alegrias e parcerias.

Ao Robson que sempre com muita paciência foi um interlocutor facilitando esse contato Universidade/ Aluno. Obrigado pelo apoio.

À minha avó Osmarina, que sempre trouxe leveza, conforto e apoio em cada conversa e momento compartilhado. E à minha tia Rosilene, minha maior motivadora, que sempre acreditou em mim e, mesmo à distância, me recolocou no caminho quando eu me perdia.

Aos agricultores que me receberam com respeito e dedicaram parte de seu tempo para contribuir com esta pesquisa — sem vocês, nada disso seria possível.

E ao meu amigo e parceiro Jhonny Felipe, obrigado pelo apoio sempre.

## RESUMO

A Agricultura 4.0 tem o potencial de promover a redução de custos, otimização de recursos e aumento da produtividade por meio da incorporação de novas tecnologias. No entanto, muitos produtores rurais ainda demonstram resistência à adoção dessas inovações. Entre elas, os *Farm Management Information Systems (FMIS)* destacam-se por possibilitarem uma gestão integrada das atividades agropecuárias, contribuindo para a eficiência operacional. Diante disso, esta dissertação buscou identificar os fatores que influenciam a adoção dos *FMIS* pelos produtores rurais, analisando tanto os benefícios percebidos quanto as barreiras que dificultam sua implementação. Entre agosto e novembro de 2023, realizou-se um levantamento de campo com 103 produtores rurais. As propriedades estavam distribuídas nas macrorregiões de Dourados — abrangendo os municípios de Dourados, Maracaju, Rio Brilhante e Aral Moreira — e de Corumbá — incluindo Bonito, Guia Lopes da Laguna, Jardim e Nioaque. A análise dos dados foi conduzida por meio de regressão PROBIT. Os resultados indicaram que variáveis como suporte técnico, infraestrutura e capacidade de investimento têm impacto positivo e significativo na adoção dos *FMIS*, reforçando a necessidade de políticas públicas e estratégias de incentivo para ampliar sua implementação. Por outro lado, barreiras como aversão ao risco e falta de confiança na tecnologia reduziram a probabilidade de adoção, alinhando-se à literatura que aponta a incerteza sobre os benefícios e a percepção de complexidade como entraves relevantes. Entre as características individuais dos produtores, a escolaridade apresentou um impacto positivo significativo, enquanto a idade não demonstrou relevância estatística no modelo. Além disso, a percepção dos produtores quanto à melhoria da produtividade e à qualidade do produto não foi um fator determinante para a adoção dos *FMIS*, indicando que aqueles que buscam ganhos produtivos podem recorrer a outras inovações tecnológicas, como mecanização agrícola e biotecnologia. O modelo ajustado apresentou medidas estatísticas robustas, demonstrando a adequação dos fatores analisados. Espera-se que os achados desta pesquisa contribuam para um melhor entendimento sobre os desafios e oportunidades na adoção de *FMIS*, fornecendo subsídios para pesquisadores, desenvolvedores de tecnologia e formuladores de políticas públicas. A partir dessas informações, torna-se possível elaborar estratégias mais eficazes para aumentar a adesão a essas ferramentas, garantindo que os *FMIS* sejam desenvolvidos de maneira alinhada às necessidades e realidades dos produtores rurais.

Palavras -chave: *FMIS*, Agricultura Digital, adoção de tecnologia, Agronegócio, gestão rural, benefícios.

## ABSTRACT

Agriculture 4.0 holds the potential to reduce costs, optimize resource allocation, and increase productivity through the incorporation of emerging technologies. However, many farmers still display resistance to adopting such innovations. Among them, Farm Management Information Systems (FMIS) stand out for enabling integrated management of agricultural activities, thereby contributing to operational efficiency. In this context, the present dissertation sought to identify the factors influencing farmers' adoption of FMIS, analyzing both the perceived benefits and the barriers that hinder their implementation. Between August and November 2023, a field survey was conducted with 103 farmers. The farms were located in the macro-regions of Dourados—including the municipalities of Dourados, Maracaju, Rio Brillhante, and Aral Moreira—and Corumbá—including Bonito, Guia Lopes da Laguna, Jardim, and Nioaque. Data analysis was performed using a PROBIT regression model. The results indicated that variables such as technical support, infrastructure, and investment capacity exerted a positive and significant effect on FMIS adoption, reinforcing the importance of public policies and incentive strategies to expand their implementation. Conversely, barriers such as risk aversion and lack of trust in the technology reduced the likelihood of adoption, in line with the literature highlighting uncertainty regarding benefits and perceptions of complexity as critical obstacles. Among the individual characteristics of farmers, education level showed a positive and significant impact, whereas age exhibited no statistical relevance in the model. Furthermore, farmers' perceptions regarding improvements in productivity and product quality were not decisive factors for FMIS adoption, suggesting that those seeking productivity gains may instead turn to other technological innovations, such as agricultural mechanization and biotechnology. The adjusted model presented robust statistical measures, demonstrating the adequacy of the factors analyzed. The findings of this research are expected to contribute to a better understanding of the challenges and opportunities in FMIS adoption, providing valuable insights for researchers, technology developers, and policymakers. Based on this knowledge, it becomes possible to design more effective strategies to enhance adoption, ensuring that FMIS are developed in alignment with the needs and realities of farmers.

**Keywords:** FMIS, Digital Agriculture, technology adoption, Agribusiness, farm management, benefits.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ABES – Associação Brasileira de Empresas de Software
- AIS – Automação Industrial de Software
- AP – Agricultura de Precisão
- CEPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada
- DOI– *Diffusion Of Innovations* (Teoria da Difusão da Inovação)
- DSS – *Decision Support System* (Sistema de Suporte a Decisão)
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
- ERP – *Enterprise Resource Planning* (Planejamento de recurso empresarias)
- FMIS – *Farm Management Information System* (Sistemas de Informação de gerenciamento de fazendas)
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- IFAD – *International Fund For Agricultural Development* (Fundo Internacional para desenvolvimento da Agricultura)
- INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
- IOR – Inter-Relações Organizacionais
- IOT – *Internet Of Things* (Internet das Coisas)
- KPIS – *Key Performance Indicator* (Indicador Chave de Desempenho)
- PA – *Precision Agriculture* (Agricultura de Precisão)
- PIB – Produto Interno Bruto
- RSL – Revisão Sistemática de Literatura
- SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
- SEM – *Structural Equation Modeling* (Modelagens de Equações Estruturais)
- SF – *Smart Farming* (Agricultura inteligente)
- SGC – Softwares de Gestão de Campo
- SI – Sistemas de Informação
- SIGF – Sistemas de Informação Gerencial de Fazendas
- SMS – *Short Message Service* (Serviço de Mensagens Curtas)
- TI – Tecnologia da Informação
- TIC – Tecnologia da Informação e Comunicação
- TOE – *Technology, Organization and Environment* (Tecnologia, Organização, Ambiente)

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Conceito de sistema de informação gerencial.....	25
Figura 2 – Constructos da revisão sistemática da literatura.....	42
Figura 3 – Disposição dos artigos por ano .....	49
Figura 4 – Artigos por países .....	50
Figura 5 - Protocolo de uma <i>survey</i> .....	62
Figura 6 - Modelo conceitual de análise.....	86

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Síntese dos principais conteúdos e achados do Capítulo 2.....	38
Quadro 2 – Estágios, descrições, fases e etapas da RSL.....	41
Quadro 3 – Constructos e Palavras-chave.....	43
Quadro 4 - Protocolo da Revisão Sistemática de Literatura.....	44
Quadro 5 - Protocolo de pesquisa para uma Revisão Sistemática de Literatura.....	45
Quadro 6 - Critério de inclusão e exclusão .....	46
Quadro 7 – Formulário de extração de dados da RSL.....	47
Quadro 8 - Disposição dos artigos de acordo com o periódico de publicação.....	49
Quadro 9 – Os trabalhos e técnicas mais citados .....	53
Quadro 10 - benefícios esperados com a adoção dos FMIS .....	59
Quadro 11 – Síntese das hipóteses de pesquisa.....	67
Quadro 12 – Justificativas das hipóteses .....	86
Quadro 13 - Descrição das variáveis que impulsionam ou dificultam a adoção dos FMIS ....	89
Quadro 14 – Estatística descritiva para as variáveis do modelo .....	90
Quadro 15 - Resultados do modelo PROBIT. Fatores determinantes de adoção dos <i>FMIS</i> ...	92
Quadro 16 – Métricas de ajuste do modelo PROBIT.....	93
Quadro 17 – Diagnóstico de multicolinearidade (VIF).....	93
Quadro 18 - Efeitos marginais médios (AME).....	94
Quadro 19 - Matriz de Confusão do modelo .....	94

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Métodos de pesquisa utilizados.....	51
Gráfico 2 – Idade do produtor.....	69
Gráfico 3 – Tempo de estudo.....	63
Gráfico 4 - Tempo na agricultura.....	70
Gráfico 5 – Área plantada das propriedades entrevistadas.....	71
Gráfico 6 – Tipo de cultura.....	71
Gráfico 7 – Estrutura de gestão das propriedades entrevistadas .....	72
Gráfico 8 – Assistência Técnica das propriedades entrevistadas.....	72
Gráfico 9 – Empresas que oferecem assistência técnica.....	73
Gráfico 10 – Finalidade de Assistência Técnica.....	73
Gráfico 11 – Aversão ao Risco.....	74
Gráfico 12 – Autoconfiança e tomada de decisão.....	74
Gráfico 13 – Inovação (Uso de Novas Tecnologias) .....	75
Gráfico 14 – Adotantes FMIS.....	76
Gráfico 15 – Lucratividade Financeira.....	76
Gráfico 16 – Melhor operacionalização das atividades.....	76
Gráfico 17 – Documentos e exigências legais.....	77
Gráfico 18 – Funcionalidades .....	77
Gráfico 19 – Motivos para uso dos FMIS .....	78
Gráfico 20 – Propósitos para Uso dos <i>FMIS</i> .....	79
Gráfico 21 – Perfil do sistema em uso.....	80
Gráfico 22 – Integração entre os dados .....	80
Gráfico 23 – Tecnologias digitais utilizadas .....	81
Gráfico 24 – Limitantes da adoção .....	82

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
1.1 OBJETIVOS .....	18
<b>1.1.1 Objetivo Geral</b> .....	<b>18</b>
<b>1.1.2 Objetivos Específicos</b> .....	<b>18</b>
1.2 JUSTIFICATIVA .....	18
1.3 ESTRUTURAÇÃO E DESCRIÇÃO DOS CAPÍTULOS .....	20
<b>2. TECNOLOGIAS DE GESTÃO AGRÍCOLA: DEFINIÇÕES, DESAFIOS E BENEFÍCIOS ESPERADOS PERCEBIDOS</b> .....	<b>21</b>
2.1 AGRICULTURA 4.0: ALGUMAS DEFINIÇÕES INICIAIS. ....	21
2.2 SISTEMAS DIGITAIS DE GERENCIAMENTO E SUAS APLICAÇÕES NA PRODUÇÃO RURAL.....	22
<b>2.2.1 Transformação digital, Smart Farming e Agricultura de Precisão</b> .....	<b>22</b>
<b>2.2.2 Evolução dos sistemas: SGC, FMIS e integração/arquitetura</b> .....	<b>24</b>
<b>2.2.3 ERP e integração FMIS–ERP na gestão agropecuária</b> .....	<b>27</b>
<b>2.2.4 Benefícios esperados, suporte à decisão e gestão por indicadores</b> .....	<b>28</b>
2.3 FATORES DETERMINANTES À ADOÇÃO DE TECNOLOGIAS DE GESTÃO NA AGRICULTURA .....	33
<b>2.3.1 Fatores que influenciam a adoção ao uso de Tecnologia de Informação</b> 35	
<b>2.3.2 Fatores que obstaculizam a adoção de Tecnologia da Informação</b> .....	<b>36</b>
<b>3. TECNOLOGIAS DIGITAIS DE GESTÃO NA AGRICULTURA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA</b> .....	<b>40</b>
3.1 CONTEXTUALIZAÇÃO .....	40
<b>3.1.1 Estágio I: Planejamento</b> .....	<b>41</b>
<b>3.1.2 Estágio II: Condução</b> .....	<b>46</b>
<b>3.1.3 Estágio III: Documentação e Resultado</b> .....	<b>48</b>
3.2 DISCUSSÃO SOBRE OS AS FERRAMENTAS DIGITAIS DE GESTÃO RURAL 51	
3.3 DISCUSSÃO SOBRE OS BENEFÍCIOS DO USO DESSAS FERRAMENTAS DIGITAIS 56	
<b>4.METODOLOGIA</b> .....	<b>60</b>
4.1 PESQUISA EMPÍRICA .....	60
<b>4.1.1 Abordagem da pesquisa</b> .....	<b>60</b>
<b>4.1.2 Condução da Pesquisa - parâmetros e amostra</b> .....	<b>62</b>
<b>5. ANÁLISE DOS RESULTADOS</b> .....	<b>68</b>
5.1 ESTATÍSTICA DESCRITIVA DOS RESULTADOS .....	68
5.2 FATORES DE ADOÇÃO DAS <i>FMIS</i> PELOS AGRICULTORES ENTREVISTADOS: MODELO CONCEITUAL.....	82
5.3 RESULTADO DA ANÁLISE ECONOMÉTRICA .....	86
<b>5.3.1 Variáveis explicativas do modelo econométrico</b> .....	<b>88</b>
5.4 ANÁLISE DO MODELO PROBIT EM RSTUDIO.....	90

<b>5.4.1 Critérios de ajuste do modelo empregado.....</b>	<b>90</b>
<b>5.5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DAS HIPÓTESES .....</b>	<b>94</b>
<b>5.5.1 Hipótese H1 – Características pessoais do produtor (idade e escolaridade).....</b>	<b>95</b>
<b>5.5.2 Hipótese H2 – Benefícios percebidos .....</b>	<b>97</b>
<b>5.5.3 Hipótese H3 – Aversão ao risco e resistência à mudança .....</b>	<b>99</b>
<b>5.5.4 Hipótese H4 – Barreiras percebidas .....</b>	<b>100</b>
<b>5.5.5 Considerações finais da seção de Resultados e Discussão.....</b>	<b>102</b>
<b>6. CONCLUSÃO.....</b>	<b>103</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>106</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>120</b>
<b>A) QUESTIONÁRIO .....</b>	<b>120</b>
<b>B) MATRIZ DE CORRELAÇÃO .....</b>	<b>126</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A crescente complexidade dos sistemas de produção agrícola e a intensificação das pressões oriundas de mercados globalizados têm impulsionado o setor agropecuário rumo a uma nova era de transformação digital (BAI *et al.*, 2023; SLOB *et al.*, 2023). Nesse contexto, as tecnologias digitais de gestão deixam de ser ferramentas opcionais para se configurarem como ativos estratégicos essenciais à garantia de eficiência, sustentabilidade e competitividade no agronegócio moderno (SENTURK *et al.*, 2023).

O agronegócio brasileiro apresentou um cenário de recuperação em relação ao ano de 2024, após a retração observada em 2023. O PIB do setor registrou crescimento de 1,81%, totalizando aproximadamente R\$ 2,72 trilhões, com o ramo agrícola respondendo por R\$ 1,9 trilhão e o pecuário por R\$ 819,26 bilhões. Apesar da retração de 2,19% no ramo agrícola e da queda de 4,65% no segmento de insumos, o desempenho positivo da pecuária, que avançou 12,48%, e da agroindústria, com alta de 2,94%, sustentaram o setor. No quarto trimestre, o agronegócio teve crescimento expressivo de 4,48%, consolidando a reversão da tendência negativa registrada no ano anterior (CNA; CEPEA, 2025). Já no primeiro trimestre de 2025, o PIB do agronegócio brasileiro acelerou sua recuperação com um crescimento de 6,49%, sustentado por avanços marcantes tanto na agricultura (+5,59%) quanto na pecuária (+8,50%). Todos os elos produtivos registraram expansão: os insumos avançaram 4,45%, o setor primário registrou significativo aumento de 10,0%, a agroindústria cresceu 3,18%, e os agrosserviços tiveram alta de 6,27%. Esse desempenho permitiu projetar um PIB do agronegócio em 2025 de aproximadamente R\$ 3,79 trilhões, com cerca de R\$ 2,57 trilhões no ramo agrícola e R\$ 1,22 trilhão no pecuário, elevando sua participação na economia para cerca de 29,4% (CNA; CEPEA, 2025).

O desempenho positivo apresentado pelo agronegócio brasileiro nos anos de 2024 e 2025 está fortemente associado, dentre outros fatores, ao papel central das tecnologias no aumento da produtividade e na modernização das práticas agrícolas. Estudos apontam que a melhoria na produtividade, ligada ao uso de novas tecnologias, foi a principal responsável pelo salto do agronegócio nacional. No Brasil, essa variável é responsável por cerca de 90% do crescimento da produção, enquanto 10% se devem aos insumos (ANPG, 2019). Esse avanço reflete a consolidação de uma trajetória na qual o setor agrícola se tornou cada vez mais dependente da inovação tecnológica como importante instrumento de competitividade e sustentabilidade.

Além disso, observa-se que o setor atravessa uma verdadeira revolução tecnológica, marcada pela digitalização de processos e pela adoção de soluções como drones, sensores, imagens de satélite e biotecnologia, que permitem maior monitoramento, precisão no manejo e agregação de valor à produção (EMBRAPA, 2024). Dessa forma, a integração entre ganhos de produtividade e digitalização das práticas agropecuárias tem se mostrado essencial para sustentar o crescimento do setor e garantir sua resiliência em um cenário de desafios globais. A necessidade de informações cada vez mais precisas e rápidas tem exigido o desenvolvimento de tecnologias que auxiliem o produtor na obtenção, processamento e análise de dados ligados a produtos, processos e gestão. Para alguns autores, sistemas de gestão eficazes e eficientes podem auxiliar a garantir o sucesso e a sustentabilidade dos empreendimentos rurais (SANTOS; MARION; SEGATTI, 2002). Na última década, este processo de busca de novas ferramentas de gestão da produção rural pôde ser visto refletido nas transformações digitais ocorridas via o uso crescente de tecnologias inteligentes e automatizadas voltadas para captação e análises de dados e suas aplicações nos processos agrícolas (BOURSIANIS *et al.*, 2020). A agricultura digital não se refere somente a processos de tomada de decisão, segundo Klerkx e Jakku (2019) pode compreender também a integração de processos de digitalização e sistemas ciber-físicos como big data, internet das coisas, robótica, sensores, impressão 3D, integração de sistemas, conectividade ubíqua, inteligência artificial, aprendizado de máquina, que buscam a ampliação da produtividade, da lucratividade e a ecoeficiência produtiva. Ainda, pode ser definida como um conjunto de soluções técnicas que compõe uma estratégia de gerenciamento agrícola que utiliza as chamadas tecnologias digitais (também chamadas de tecnologias inteligentes ou 4.0). Estas tecnologias permitiriam maximizar os retornos econômicos e garantir a preservação de recursos, gerando menores prejuízos ao meio ambiente (KNIERIM *et al.*, 2019). Espera-se que, em função da adoção das tecnologias digitais, ocorra a melhoria na troca de conhecimentos por meio de dados, aprimorando o monitoramento de crises e a resolução de problemas em cadeias e setores agrícolas (KLERKX; JAKKU; LABARTHE, 2019). Essas tecnologias digitais vêm ao auxílio do produtor que precisa efetivamente de ferramentas gerenciais que integrem todas as operações da propriedade.

A evolução da tecnologia e a busca por produtos de melhor qualidade tem levado o produtor rural a utilizar técnicas mais apuradas de produção e de gerenciamento. Esta busca se reflete na utilização de empresas de assessoramento para a gestão das suas atividades que possam contribuir para tomadas de decisão rápidas e eficientes (MIRANDA, 2020). Profissionais extensionistas apontam que grande parte dos agricultores não possuem orientação e apoio necessários para desenvolverem sua produção de maneira sustentável e

economicamente rentável (SABBAG; GUAL; KOGA, 2016). Esse novo cenário aqueceu o mercado de empresas voltadas a gestão rural empregando softwares de gestão e meios digitais.

Conforme dados divulgados pela Embrapa por meio do Radar AgTech Brasil 2023, o número de startups voltadas ao agronegócio, conhecidas como *agritechs*, passou de 1.125 em 2019 para 1.953 em 2023, representando um crescimento acumulado de aproximadamente 74% no período, sendo que 14,7% desse aumento foi apenas entre 2022 e 2023 (EMBRAPA, 2023). Esse avanço evidencia a consolidação de um ecossistema inovador e dinâmico, impulsionado pela demanda por soluções tecnológicas no setor agropecuário.

Simultaneamente, o Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA), em parceria com a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA), apontam que o mercado de trabalho do agronegócio brasileiro também teve um crescimento expressivo, atingindo 28,34 milhões de pessoas empregadas em 2023, o que corresponde a 26,8% do total dos postos de trabalho no país; em 2024, esse crescimento dos postos de trabalho se manteve, alcançando 28,2 milhões de trabalhadores, representando 26,02% das ocupações nacionais (CEPEA; CNA, 2024). As *agritechs* desenvolvem novas tecnologias para uso agrícola, como novos equipamentos agrícolas, dispositivos de captação e uso de informações meteorológicas, fertilizantes, herbicidas, sensoriamento remoto e técnicas de gestão da propriedade que levem a melhorias de produtividade (TENG, 2017)

Os vários segmentos do agronegócio têm sido beneficiados com aumentos expressivos de produtividade aportados, em grande parte, por avanços tecnológicos importantes (REGHINI; CAVICHIOLI, 2020). Esta situação foi o resultado de melhorias em tecnologias de produto, processo e gestão. É importante destacar que organizações de qualquer ramo de atividade, inclusive do agronegócio, dependem da eficiência de sua capacidade administrativa e do aumento da produtividade para competir. Em empresas agrícolas, o controle e o acompanhamento dos custos estão entre os principais problemas gerenciais e qualitativos do setor (MARION e SEGATTI, 2005,).

À medida que a medição e a análise dos recursos empregados em um processo de produção permitem ao empresário rural verificar como está a rentabilidade das atividades econômicas exploradas os produtores e outro empresários se utilizam de métodos e técnicas de administração, contabilidade e economia para gerenciar seus empreendimentos e tomar decisões (ANTUNES e ENGEL, 1996). O agricultor está se transformando em empresário rural, em um administrador profissional que, além de se preocupar com a produção, busca a produtividade e a lucratividade, produzindo mais com menos recursos e necessitando, para isso, de informações para avaliar, controlar e decidir (VORPAGEL; HOFER; SONTAG, 2017). A

análise financeira, por intermédio do cálculo dos custos e das medidas de resultado econômico, fornece, por exemplo, importantes subsídios para a fundamentação na tomada de decisões, estabelecimento de prioridades, identificação de novos investimentos e avaliação da viabilidade de negócios (GOUVEIA *et al.*, 2006). Nesse sentido, as ferramentas de gestão digitais modernas têm sido cada vez mais adaptadas e difundidas às características deste setor, de forma a contribuir para o aumento da competitividade das empresas agrícolas.

É nesse cenário que surgem os chamados *Farm Management Information Systems* (*FMIS*). Eles podem ser definidos como sistemas de apoio à tomada de decisão voltados ao gerenciamento não só das práticas agrícolas, mas também das operações financeiras e gerenciais que as acompanham (SØRENSEN *et al.*, 2010). Ainda segundo Sorensen *et al.* (2010), os *FMIS* podem realizar de forma coordenada a coleta de dados, o processamento, o armazenamento e a disseminação desses dados, gerando informações utilizadas na gestão da propriedade.

Visando contribuir para a compreensão do processo de difusão e uso de tecnologias digitais de gestão na agricultura, este trabalho investiga como os agricultores percebem os benefícios do uso das *FMIS* nas suas atividades produtivas e quais os obstáculos que eles vislumbram para viabilizarem este uso. De forma mais específica, esta pesquisa foi conduzida entre agosto e novembro de 2023, onde realizou-se um levantamento de campo com 103 produtores rurais. As propriedades estavam distribuídas nas macrorregiões de Dourados — abrangendo os municípios de Dourados, Maracaju, Rio Brilhante e Aral Moreira — e de Corumbá — incluindo Bonito, Guia Lopes da Laguna, Jardim e Nioaque. A pesquisa pretende responder as seguintes questões:

1. Como as características estruturais das propriedades, o perfil dos proprietários e a aversão ao risco influenciam a adoção de *Farm Management Information System* (*FMIS*), considerando os benefícios percebidos pelo produtor rural na gestão operacional e administrativa?
2. Quais aspectos são percebidos como barreiras pelos produtores rurais da macrorregião de Maracaju (MS) para a adoção dos *FMIS*?

Estes resultados contribuem ao estabelecimento de políticas públicas e privadas que impulsionem o desenvolvimento exitoso e a difusão de ferramentas digitais de gestão voltadas às atividades agrícolas. O objetivo último sendo sempre o desenvolvimento sustentado do agronegócio brasileiro e mundial.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo geral desta pesquisa é investigar como fatores estruturais das propriedades e características dos proprietários influenciam a adoção de sistemas de gestão agrícola (*FMIS*). Além disso, busca-se compreender a percepção dos produtores rurais da macrorregião de Maracaju (MS) sobre os benefícios operacionais e administrativos desses sistemas, destacando as barreiras relacionadas à infraestrutura, suporte técnico, mão-de-obra, integração, capacidade de investimento e confiança.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

A consecução do objetivo geral pressupõe o cumprimento dos seguintes objetivos específicos:

- Realizar uma Revisão Sistemática da Literatura sobre os benefícios na produção agropecuária com a adoção das ferramentas digitais de gestão, bem como as barreiras para seu uso;
- Realizar uma Survey junto aos agricultores da região estudada para levantamento de dados sobre a adoção de ferramentas digitais de gestão, seus benefícios percebidos e as barreiras existentes;
- Analisar a utilização das ferramentas e tecnologias de gestão digitais voltadas às propriedades rurais;
- Verificar os principais benefícios associados a adoção de tecnologias digitais de gestão na percepção dos agricultores;
- Verificar as possíveis barreiras existentes quanto à adoção de ferramentas digitais de gestão segundo os agricultores;

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Qualquer empreendimento que deseje alcançar sucesso financeiro deve contar com uma administração eficiente que possa garantir condições competitivas dentro da atividade produtiva na qual atua. Como auxílio no processo de tomada de decisão por parte dos produtores rurais, os modelos de gestão surgem como ferramentas que possibilitam a alavancagem do

desempenho dos resultados das propriedades rurais, proporcionando maior retorno financeiro, que se traduz em uma melhoria na qualidade de vida dos produtores rurais e seus familiares e em maior investimento na propriedade (QUEIROZ; BATALHA, 2005; EDERER, 2015).

Dessa forma, pode-se observar a importância de sistemas digitais de gestão para o efetivo gerenciamento das propriedades rurais. Sobre essa necessidade, Marion (2004) coloca que existem vantagens importantes na utilização de sistemas de gestão como aqueles que utilizam Enterprise Resource Planning (ERP) para o gerenciamento de empreendimentos agropecuários. De acordo com O'Brien e Marakas (2008); Moller (2005), um sistema ERP trata-se de um sistema de informação que possibilita a integração das várias áreas do negócio de dada empresa, o que possibilita a seus usuários uma vantagem competitiva dentro do seu nicho de mercado.

Segundo Sabbag, Gual e Koga (2016), o uso da Tecnologia da Informação (TI) nos empreendimentos visa possibilitar ao gestor estar diretamente ligado aos dados do seu negócio, podendo utilizá-los para tomar decisões estratégicas. Ainda, a aplicação de softwares de gestão poderia fazer com que o produtor conseguisse visualizar em que estão concentradas as suas maiores fontes de renda e custos dentro das atividades da propriedade. A partir desse conceito e do apoio técnico, seria possível ao produtor criar novas possibilidades de distribuição dos investimentos, o que remete à ideia de maior facilidade e acuracidade na tomada de decisões (SABBAG; GUAL; KOGA, 2016).

Contudo, há estudos que apontam dificuldades para a utilização de tecnologias digitais no campo, sendo a falta de integração entre sistemas uma delas (PIVOTO *et al.*, 2018; KLERKX; JAKKU; LABARTHE, 2019). Segundo Nantes e Scarpelli (2013), há poucas pesquisas focadas em ferramentas digitais de gestão voltadas às atividades de produção agropecuária.

Neste contexto, parece claro que importa conhecer quais barreiras os agricultores veem como as mais importantes à adoção e ao uso de sistemas digitais de gestão voltados aos seus negócios. Esse conhecimento é fundamental para as empresas que pretendem trabalhar com sucesso no desenvolvimento e na distribuição desses produtos. De posse dessas informações, os desenvolvedores podem traçar estratégias que levem à superação dos obstáculos identificados. Por outro lado, como outra face da mesma moeda, é fundamental conhecer como os agricultores percebem os benefícios que o uso dessas ferramentas pode trazer aos seus empreendimentos. Reforçar os benefícios percebidos e revelar outros menos evidentes também faz parte da mesma estratégia que organizações interessadas na intensificação do uso de FMIS devem gestar e implementar.

Adicionalmente, a escolha da região de Dourados, no estado de Mato Grosso do Sul, como área empírica deste estudo justifica-se por sua relevância produtiva e pelo dinamismo do agronegócio local, marcado pela forte presença da produção de grãos e da pecuária, bem como pela crescente incorporação de inovações tecnológicas. Dados do IBGE (2023) e de levantamentos da CNA; CEPEA (2024) reforçam a centralidade econômica da região no contexto estadual e nacional.

Além disso, a atuação de cooperativas, empresas de insumos, tradings agrícolas e instituições de pesquisa e extensão, associada a políticas públicas estaduais e federais de estímulo à inovação (MAPA, 2023; SEMADESC-MS, 2023), cria um ambiente favorável à difusão de sistemas digitais de gestão. Esse conjunto de fatores torna o recorte territorial particularmente adequado para investigar os determinantes da adoção de FMIS e as percepções dos produtores quanto a benefícios e barreiras, fortalecendo a pertinência científica e aplicada desta pesquisa.

### 1.3 ESTRUTURAÇÃO E DESCRIÇÃO DOS CAPÍTULOS

Essa dissertação está estruturada em sete capítulos. O primeiro apresenta a introdução, contextualizando o tema a ser estudado, os objetivos e a justificativa do estudo. O segundo capítulo traz uma revisão teórica inicial sobre o tema da pesquisa. Ele está estruturado em três seções: (1) Agricultura 4.0: algumas definições iniciais; (2) Sistemas digitais de gerenciamento e suas aplicações na produção rural; (3) Fatores determinantes à adoção de tecnologias de gestão na agricultura.

O terceiro capítulo apresenta uma revisão teórica sobre a percepção dos agricultores acerca dos benefícios do uso de sistemas digitais de gestão rural. Já o quarto capítulo contempla uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) sobre a utilização dos sistemas digitais de gestão rural, os FMIS e os obstáculos ao uso e à adoção de tecnologias digitais de gestão, bem como os benefícios percebidos com o uso dessa ferramenta de gestão rural.

Os aspectos metodológicos estão dispostos no quinto capítulo. Neste capítulo é abordado como foi realizada a pesquisa de caráter quantitativo, com a aplicação de um guia de entrevista estruturada. O sexto capítulo trata da análise da estatística descritiva dos dados coletados e do tratamento dos dados utilizando o modelo PROBIT, trazendo os resultados apresentados conforme as hipóteses levantadas no trabalho.

Já o sétimo capítulo contempla a conclusão, com a discussão dos resultados da pesquisa, trazendo quais fatores influenciam a decisão do produtor de adotar ou não os FMIS.

## 2. TECNOLOGIAS DE GESTÃO AGRÍCOLA: DEFINIÇÕES, DESAFIOS E BENEFÍCIOS ESPERADOS PERCEBIDOS

Esse capítulo apresenta uma revisão de escopo sobre conceitos, desafios, importância e utilização dos sistemas de gestão digitais na abordagem do gerenciamento de atividades de produção agropecuária. O estudo de escopo (*scoping study ou scoping review*), segundo Menezes *et al.* (2015), tem como objetivos identificar os principais conceitos que apoiam determinada área de conhecimento, examinar a extensão, o alcance e a natureza da investigação, sumarizar e divulgar os dados de uma investigação e identificar as lacunas de pesquisas existentes sobre o tema principal da pesquisa.

### 2.1 AGRICULTURA 4.0: ALGUMAS DEFINIÇÕES INICIAIS.

A agricultura tem se tornado cada vez mais moderna, integrada de forma a automatizar os processos, buscando torná-los mais econômicos, mecanizados, inteligentes, de alta qualidade e alto desempenho (ANDERSEN; JENSEN; SKOVSGAARD, 2016). Bolfe e Massruhá (2020) destacam que o processo de transformação digital nas propriedades rurais não é mais uma opção; é um caminho imprescindível para tornar a agricultura brasileira mais competitiva e com maior agregação de valor.

Conforme a EMBRAPA (2021), contribuir para uma agricultura cada vez mais integrada e digital é um dos principais desafios das pesquisas nesse campo de estudo. O uso de tecnologias digitais tem sido a maior aposta nesse novo cenário da agricultura no Brasil. Em breve, as fazendas inteligentes farão parte do dia a dia do produtor brasileiro, trazendo um mix de tecnologia de ponta, conectividade e integração.

A agricultura inteligente envolve a integração de tecnologias de informação e comunicação em máquinas, equipamentos e sensores utilizados em sistemas de produção agrícola. Novas tecnologias, como a Internet das Coisas, Big Data e a Computação em Nuvem, devem avançar nesse desenvolvimento, introduzindo mais robôs e inteligência artificial na agricultura (PIVOTO *et al.*, 2018).

Dentro dessa ótica, a agricultura digital, também denominada agricultura “4.0”, é composta por tecnologias, já operacionais ou em desenvolvimento, como robótica, nanotecnologia, proteína sintética, agricultura celular, tecnologia de edição de genes, inteligência artificial, blockchain e aprendizado de máquina, que podem ter seus efeitos transformadores difundidos para o futuro desenvolvimento da agricultura e dos sistemas agroalimentares (KLERKX; ROSE, 2020).

Weltzien (2016) conceitua a Agricultura 4.0 como a tecnologia capaz de integrar e automatizar sistemas por meio de redes e máquinas diferentes, com o objetivo de agregar várias plataformas e tornar os sistemas inter-relacionados. Ela envolve, portanto, a integração de ferramentas e sistemas para atender aos requisitos de produção e apoiar a sua gestão (LIANG; HONG; FEN XIANG, 2005).

Husemann e Novkovic (2014) argumentam que, por meio da utilização dessas tecnologias, o agricultor se torna capaz de perceber rapidamente as divergências entre o desempenho planejado e o real do negócio e pode aplicar tempestivamente eventuais contramedidas de correção estratégica, além de economizar tempo na coleta e na organização de dados, segundo os autores.

Conforme Massruhá e Leite (2017), a Agricultura 4.0 emprega métodos computacionais de alto desempenho, conectividade entre dispositivos móveis, computação em nuvem e soluções analíticas para processar grandes volumes de dados e construir sistemas de suporte à tomada de decisões de manejo. Ela contribui para elevar os índices de produtividade, da eficiência do uso de insumos, da redução de custos com mão de obra, para melhorar a qualidade do trabalho e a segurança dos trabalhadores e diminuir os impactos ao meio ambiente (MASSRUHÁ; LEITE, 2017).

A Agricultura 4.0 faz uso de tecnologias inovadoras com o objetivo de modificar a forma como os processos produtivos são implementados e gerenciados, buscando atender às demandas de gestão da atividade agropecuária (KOLBE JUNIOR; SANTOS, 2019). Ainda, a agricultura 4.0 faz menção ao desenvolvimento técnico e tecnológico de algoritmos e ferramentas que automatizam alguma parte dos processos produtivos (Shamshiri *et al.*, 2018), identificando-se com a Agricultura Digital.

## 2.2 SISTEMAS DIGITAIS DE GERENCIAMENTO E SUAS APLICAÇÕES NA PRODUÇÃO RURAL

### 2.2.1 Transformação digital, Smart Farming e Agricultura de Precisão

As TI são ferramentas importantes e que possuem alta eficiência, especialmente na atividade de planejamento e controle. A partir desse avanço tecnológico, surgiu um grande número de tecnologias digitais disponíveis aos intervenientes das cadeias agroalimentares. Entre os precursores desse avanço tecnológico estão os “*advanced decision support systems*” (ADSS) ou sistemas avançados de apoio à decisão, que permitiam que os agricultores tomassem

decisões com base não apenas nas práticas agrícolas, mas também em operações financeiras e gerenciais (FOUNTAS *et al.*, 2015).

Vaz *et al.* (2017) consideram que a transformação digital ocorre por meio da utilização de tecnologias que possibilitam a oferta de produtos e serviços inovadores, que revitalizam e incrementam a competitividade sustentada em um novo cenário agrícola. Esse novo cenário possibilita oportunidades de se possuir uma produção mais eficiente e novos conceitos para sistemas agrícolas futuros (HERLITZIUS, 2017).

Esse conjunto de novas tecnologias, capaz de contribuir para o ganho de produtividade e que atraiu o interesse de pesquisadores, agricultores e gestores do agronegócio, contribuiu para o surgimento do conceito denominado *Smart Farming* (SF) ou Agricultura Inteligente. Trata-se de um novo conceito referente à tecnologia da informação e comunicação na gestão de fazendas (Wolfert *et al.*, 2017), focando simultaneamente em produtividade, lucratividade e conservação de recursos naturais. De maneira geral, esse conceito surgiu a partir de três áreas do conhecimento: agricultura de precisão (AP), tecnologia da informação (TI) e sistemas de informações de gestão agrícola (FMIS) (Wolfert *et al.*, 2017). Enquanto a AP leva em conta apenas a variabilidade em campo, a SF integra o gerenciamento de dados em tempo real associados aos eventos em campo, o que permite maior assertividade quanto ao processo de produção e à tomada de decisão (PIVOTO *et al.*, 2017; WOLFERT *et al.*, 2017).

A agricultura 4.0 tem como objetivo principal reduzir custos e aumentar a eficiência produtiva nas propriedades rurais, promovendo avanços significativos nos *FMIS*. A adoção de novas tecnologias oferece benefícios como controle na aplicação de defensivos e fertilizantes, redução nos custos de produção, rastreamento e monitoramento do rebanho, entre outros. Muitas propriedades já se utilizam de sensores, máquinas agrícolas e softwares de gestão integrados, permitindo que os produtores administrem com eficiência todas as etapas da produção (SANTANA *et al.*, 2019; OLIVEIRA *et al.*, 2022).

No novo marco do agronegócio, ocorreram mudanças importantes com o uso massivo de várias tecnologias, tais como a internet das coisas (IOT), rede de sensores, conectividade entre dispositivos móveis e métodos para processar grandes volumes de dados (Big Data) (MEKALA; VISWANATHAN, 2017). Os dados coletados necessitam ser analisados de forma a contribuir significativamente para os desenvolvimentos de processos inteligentes, decisões otimizadas e o aperfeiçoamento da produção buscando associar a qualidade dos processos ao melhor uso dos recursos e do meio ambiente (MASSRUHÁ; LEITE, 2017). Neste cenário, os *FMIS* vêm contribuir com o papel de transformar dados em informações concisas com o intuito de contribuir com a tomada de decisão.

### 2.2.2 Evolução dos sistemas: SGC, FMIS e integração/arquitetura

As TI permitem equilibrar algumas desvantagens econômicas entre as empresas rurais e empresas de outros segmentos de negócio, pois proporcionam a redução das barreiras de tempo e de distância entre mercados. Por isso, a TI, por interligar pessoas, processos e empresas, vem sendo considerada um importante agente de reestruturação do ambiente e das funções dentro e fora das organizações. Vale dizer que, no campo administrativo, os produtores vêm realizando mudanças a partir da contratação de funcionários mais qualificados, do controle dos custos de produção, da alocação mais adequada de recursos, da padronização dos processos e do estabelecimento de fluxos de produção de acordo com as épocas de maior retorno e da melhoria da qualidade dos produtos (FIGUEIRA *et al.*, 2004).

Um passo importante da Agricultura Digital na aplicação das TI dentro do cenário rural está na criação de bancos de armazenamento de informações mais acessíveis. Essas bases de dados contêm informações úteis aos usuários e que são de interesse e pertinência a eles (ALENCAR *et al.*, 2017). Aplicativos de alto desempenho promovem a recuperação de dados após seu processamento e disponibilizam a visualização via web, permitindo que os dados, independentemente das plataformas que os originam ou processam, sejam acessados em tempo real e compartilhados entre agricultores (WANG *et al.*, 2019).

A utilização da tecnologia da informação permite o monitoramento e a avaliação dos resultados das principais operações de uma propriedade rural de forma ágil. Ela fornece suporte para setores envolvidos com a gestão científica e eficiente da agricultura (YAO; WU, 2011).

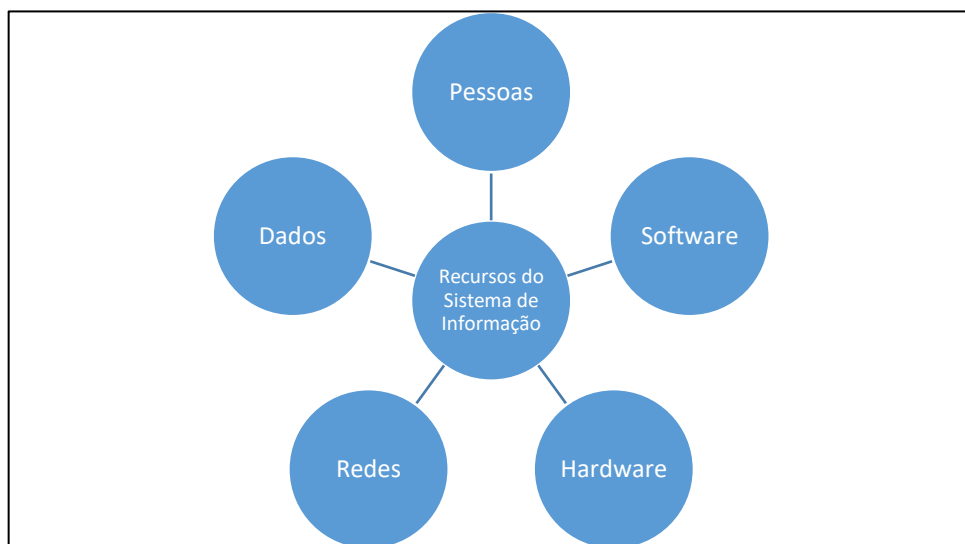
Nesse sentido, o termo agricultura inteligente (Smart Farming) traz a utilização das tecnologias de informação e comunicação como facilitadoras das atividades de organizações agrícolas, tornando-as mais eficientes, produtivas e rentáveis (O'GRADY; O'HARE, 2017). A partir desse ponto, começam a ser desenvolvidos modelos específicos de “fazendas inteligentes”, em que o agricultor pode planejar suas atividades em resposta às diversas mudanças nas circunstâncias e condições, o que facilita o processo de tomada de decisão e o gerenciamento das informações (O'GRADY; O'HARE, 2017).

Com o desenvolvimento dessas tecnologias, houve uma adaptação de algumas ferramentas com o intuito de facilitar o processo de gestão, como os softwares contábeis e de gestão de custos agropecuários. Esses deram lugar aos Softwares de Gestão de Campo (SGC), sistemas precursores dos atuais FMIS disponíveis, responsáveis por ajudar o produtor a ter uma visão macro dos processos e possibilitar acompanhar o manejo integrado de pragas, o controle biológico, o uso racional de defensivos agrícolas, o controle produtivo das pessoas, melhorando

a tomada de decisão com o objetivo de reduzir os riscos e os custos desnecessários da lavoura (OLIVEIRA, 1998). Nesse contexto, alguns autores, como Sørensen *et al.* (2010), utilizam o termo “*farm management information systems*” (FMIS), ou sistemas de informação e gerenciamento de fazendas, como um sistema planejado de coleta, processamento, armazenamento e disseminação de dados na forma de informações necessárias para o desempenho das funções dentro da unidade produtora.

Ammam, Water e Benni (2022) afirmam que os FMIS são tecnologias promissoras dentro da agricultura por poderem auxiliar os agricultores a lidarem com as tarefas administrativas. Eles são importantes para a interconectividade de dados e tecnologias em uma fazenda, independentemente do setor de produção ao qual ela se dedique (p. ex., produção agrícola ou pecuária). Além disso, os FMIS podem ser considerados “parte integrante do sistema de gestão geral de uma empresa e, concomitantemente, parte de ferramentas como o *Enterprise Resource Planning* (ERP) e sistemas de informação gerais (SI)” (SØRENSEN *et al.*, 2010, p. 38). Segundo O’Brien e Marakas (2008), um sistema de informação é um conjunto organizado de pessoas, hardware, software, redes de comunicação e recursos de dados que coletam, transformam e disseminam informações em uma organização (Figura 1).

**FIGURA 1 - Conceito de sistema de informação gerencial**



**Fonte:** Componentes básicos dos sistemas de informação computadorizados. Adaptado de O’Brien e Marakas (2008).

Para melhorar as funcionalidades do *FMIS* várias arquiteturas e design de softwares foram implantados com um maior nível de sofisticação usando, por exemplo, aplicativos e tecnologias emergentes na produção agrícola como a PA. Assim os sistemas de gerenciamento

de fazendas passaram a facilitar a integração de informações conectando equipes geograficamente dispersas (SCHWEIK *et al.*, 2005).

A aplicação e utilização de um sistema de informação na agricultura é um campo emergente que surge no intuito de melhorar os processos agrícolas através da melhoria na comunicação das informações entre as diversas atividades realizadas no campo e também de planejamento e gestão (BARMPOUNAKIS *et al.*, 2015; EITZINGER *et al.*, 2019).

Logo, os *FMIS* passaram a permitir conectividade das informações de dados e armazenamento, bem como o gerenciamento dos dados de sistemas de informação geográfica com as informações captadas da PA. A ideia era poder utilizar o fluxo de dados em diferentes níveis do planejamento para o gerenciamento das atividades de produção (NIKKILÄ *et al.*, 2010; NASH *et al.*, 2009).

Além das informações geradas com os dados de PA, os *FMIS* também passaram a realizar o gerenciamento das informações das máquinas agrícolas no intuito de acomodar e processar as informações geradas por tratores e colheitadeiras sobre o funcionamento e as operações realizadas por esses implementos (FOUNTAS *et al.*, 2015). Assim, o *FMIS* passou a integrar todas as atividades em um sistema holístico que incorpora informações sobre cultura, clima, solo permitindo o planejamento e o gerenciamento das atividades rurais. Os *FMIS* podem significar ao usuário final (agricultor) a resolução das deficiências analíticas como a gestão de processos, gestão do custo de operações e gestão das informações de campo transformando dados brutos por meio de análise e interpretação especializada em informações úteis em informações que auxiliem a tomada de decisão (FOUNTAS *et al.*, 2015; DOLUSCHITZ e SCHMISSEUR, 1988).

De fato, mesmo que os aplicativos *FMIS* e ERP tenham tido origens diversas e seguido caminhos evolutivos diferentes, hoje eles se comunicam e colaboram dentro dos sistemas de tecnologia da informação (TI) das empresas agropecuárias. Os *FMIS* modernos foram desenvolvidos para organizar a crescente quantidade de dados gerados pelas tecnologias de agricultura de precisão e combiná-los com uma perspectiva de gestão econômica e holística (FOUNTAS *et al.*, 2015a; VERDOUW *et al.*, 2015). Por outro lado, os ERPs derivam de sistemas de planejamento de recursos de manufatura e da necessidade de integração entre e dentro dos vários silos funcionais encontrados na manufatura moderna (JACOBS E WESTON, 2007).

### 2.2.3 ERP e integração FMIS–ERP na gestão agropecuária

As tecnologias ERP são definidas como pacotes de *software* padronizados que incorporam sistemas de informação para várias funções de negócios a fim de criar um único sistema integrado (Verdouw *et al.*, 2015). Em várias empresas agropecuárias, já houve a adoção dos ERP's (*Enterprise Resource Planning*) que possibilitam o planejamento e o controle dos recursos produtivos (SANTOS *et al.*, 2009). Há vários motivos importantes que pressionam por esta adoção, como: (i) a ação governamental quanto ao controle fiscal e contábil; (ii) a alta competitividade que leva a redução das margens e, portanto, exige mais controle e; (iii) as relações trabalhistas e ambientais (SANTOS *et al.*, 2009).

Um sistema de ERP (*Enterprise Resource Planning*) é uma plataforma integrada que gerencia e automatiza as operações diárias de uma empresa, abrangendo desde atividades administrativas e financeiras até o controle de produção e manutenção de equipamentos. Ele proporciona uma visão unificada das operações, o que aumenta a eficiência e a precisão nos processos, auxiliando na tomada de decisões estratégicas e melhorando a competitividade (SILVA, 2023).

Augelli (2017) destaca que os Sistemas ERP permitem às empresas gerenciar e fornecer informações de forma integrada, auxiliando no planejamento organizacional. Esses sistemas automatizam atividades como controle de estoque, custos, prazos e pessoal, oferecendo uma gestão centralizada e especializada. Ao conectar dados e processos em um único ambiente, o ERP possibilita que colaboradores de diferentes setores utilizem a ferramenta para gerenciar informações e avaliar, em tempo real, os resultados de cada operação em todas as áreas do negócio, sejam elas agrícolas ou industriais.

Nesse sentido, Machado e Nantes (2000) afirmam que os softwares de gestão como os ERP são ferramentas de gestão, que possibilita ao produtor um controle mais rigoroso dos custos e receitas, permitindo também, via internet às informações de produção e de mercado mesmo a distância. Assim percebe-se que há ferramentas para auxílio gerencial que podem ser usadas em propriedades rurais, no entanto, os agricultores não as utilizam para melhorar seu processo de tomada de decisão, seja por falta de conhecimento ou por apresentarem altos custos.

Santos (2012), define os softwares de gestão em dois grupos: os ERP utilizados na gestão administrativa, financeira, contábil e patrimonial e os softwares de controle de produção que são usados para melhorar a informação do campo:

Um software de gestão rural deve procurar atender as necessidades do produtor, solucionando problemas e facilitando a gestão rural, visto que a propriedade rural possui peculiaridades. Desse modo, na área de estudo, são encontradas outras duas classificações de software utilizados nos negócios rurais: (a) softwares administrativos, que são similares aos encontrados em empresas de outros setores, e geralmente são utilizados para controle de fluxo de caixa, estoque, pagamentos entre outras funções; (b) softwares de controle de produção, que são softwares mais específicos que visam atender cada atividade agrícola ou pecuária. Por exemplo: software para planejamento e controle de área cultivada. Logo, ambos os softwares se propõem a suprir as necessidades da gestão na propriedade, principalmente, os softwares administrativos, que possuem foco no controle das produções, vendas, receitas e despesas possíveis num negócio rural (SANTOS, 2012).

Contudo, é importante que não se confunda simples programas de computador com softwares de gestão. Afinal a noção de software é um pouco mais abrangente do que a do simples programa de computador. O software compreende não apenas programas de computador, indo muito além disso e atingindo a sua apresentação verbal ou esquemática, e também os materiais descritivos e instruções para os usuários” (CRUZ, 2008; MACHADO, 2008; MACHADO NANTES, 2011). Um software de gestão rural precisa procurar atender todas as necessidades do produtor, proporcionando soluções e facilitando a gestão rural, considerando todas as particularidades das propriedades rurais. Softwares administrativos são amplamente usados para funções como controle de fluxo de caixa, estoque e pagamentos, enquanto os softwares voltados para o controle de produção atendem atividades operacionais de produção agrícola ou pecuárias específicas, adaptando-se às necessidades de cada caso em questão (SANTOS, 2012).

#### **2.2.4 Benefícios esperados, suporte à decisão e gestão por indicadores**

A partir de um sistema de informação gerencial é possível gerar informações mais concisas, possibilitando ao produtor rural utilizar relatórios e ferramentas gerenciais de avaliação como os indicadores de desempenho, com o intuito de acompanhar o que foi planejado e executado e a partir daí trabalhar com soluções planejadas e precisas. Logo, os problemas poderão ser identificados e diagnosticados, com o desenvolvimento de ações preventivas e/ou corretivas, permitindo uma melhor gestão agrícola (BATALHA, 2001; CORDEIRO *et al.*, 2019).

O uso de tecnologias digitais na agricultura pode facilitar o registro de dados e apoiar o uso sustentável de recursos a fim de facilitar o trabalho diário dos agricultores (GROHER, *et al.*, 2020). O uso do *FMIS* pode trazer muitos benefícios aos agricultores de uma forma geral. Um benefício percebido da utilização dessas ferramentas é a melhora no processo de tomada de decisão, importante elemento para a eficiência da gestão das propriedades rurais, também para a otimização e a alocação de recursos ajudando os agricultores a lidar com exigências dentro do processo de produção (CARRER *et al.*, 2015, 2017; KNUTH *et al.*, 2018).

O uso de *FMIS*, portanto, pode ser um fator importante na geração de ganhos de produtividade. A rentabilidade dos fornecedores depende de uma gestão financeira e produtiva competente dos seus ativos. Do ponto de vista macroeconômico, a adoção de tecnologias de *FMIS* deve ser incentivada dadas às características dos mercados de commodities de grãos, os agricultores atuam como tomadores de preços nesses mercados (WAQUIL *et al.*, 2010). Na visão microeconômica, a permanência do agricultor na atividade de produção de grãos exige ganhos de produtividade ou redução de custos, o que os levaria a avançar na adoção de tecnologias que levem nessa direção. Do ponto de vista econômico e social, os *FMIS* são ferramentas que podem proporcionar eficiência aos processos gerenciais, o que pode acabar promovendo a exclusão do mercado de agricultores que não as adotarem (PIVOTO, *et al.*, 2019). Soresen *et al.* (2010) consideram que os *FMIS* realizam a coleta, o processamento, o armazenamento e a disseminação dos dados de forma a abarcar a estrutura das operações e funções da fazenda. Um *FMIS* pode possuir componentes essenciais que atendem a projetos específicos voltados às necessidades do agricultor. OS *FMIS* possuem interface de usuário dedicada, funções automatizadas de processamento de dados, comunicação de dados padronizada e escalabilidade (MURAKAMI *et al.*, 2007). Na prática proporcionou os Softwares de gestão rural integrada a integração de novas tecnologias, como programas e aplicativos inteligentes (NIKKILÄ *et al.*, 2010).

Kok e Gauthier (1986) tiveram um papel importante na trajetória do desenvolvimento dos *FMIS*. Eles apresentaram um *FMIS* com algoritmos de apoio à decisão, incorporados na manutenção dos registros e planejamento estruturados em quatro pilares: o processamento de dados permanentes, dados anuais vinculados às safras, dados diários das operações agrícolas e dados de inventário de estoques e de estoques em armazéns de terceiros. Contudo, esse modelo de *FMIS* era determinístico não lidando com as incertezas relacionadas aos problemas da gestão agrícola (ENGEL *et al.*, 2003; BANGE *et al.*, 2004; HARWOOD *et al.*, 2010).

Segundo Lawson *et al.* (2011), houve benefícios na introdução e uso dos *FMIS* nas propriedades rurais também em relação aos procedimentos orçamentários, planejamento de

campo e documentação solicitada por instituições financeiras e órgãos governamentais. Steffe (2000), apontou que os benefícios da integração entre a PA em um *FMIS* proporcionariam gerar automaticamente dados gerenciais, reduzindo o tempo da tarefa e sendo capaz de fornecer uma melhor qualidade das informações e atender aos órgãos reguladores com informações mais precisas e específicas.

No gerenciamento rural e agrícola, o uso de softwares permite que as informações sejam geradas e gerenciadas com maior eficiência e rapidez, dando suporte à empresa rural para a tomada de decisões (SANTOS, 2012).

Uma estrutura de gestão informatizada se faz necessário, assim como em qualquer outra empresa, para a gestão da atividade. Logo, os softwares de gerenciamento rural se tornaram uma ferramenta de auxílio administrativo, para norteamento de ações gerenciais reduzindo a possibilidade de tomada de decisões erradas (BATALHA, 2001).

Ferramentas gerenciais, que integrem a gestão administrativa com controles técnicos são importantes para a competitividade do negócio. Elas destacam os indicadores de desempenho e os sistemas de custeio, garantindo o sucesso e a sustentabilidade dos pequenos empreendimentos rurais, os quais são de vital importância ao conglomerado agroindustrial do país (SANTOS; MARION; SEGATTI, 2002).

Nesse sentido, os *softwares* de gestão de campo são ferramentas digitais que procuram atender as necessidades do produtor rural solucionando problemas e facilitando a gestão respeitando a peculiaridades de cada propriedade (BUAINAIN *et al.*, 2014). Entre as vantagens esperadas com o uso de um *software* na agricultura, podemos citar a redução de custos na produção agrícola, aumento da produtividade, maior lucratividade da safra e crescimento da produção (CAVALHEIRO *et al.*, 2018).

Os *softwares* ajudam a complementar a experiência dos administradores na agricultura, fornecendo informações concisas. Um *software* que auxilie na avaliação do operacional e também no planejamento agrícola pode se tornar cada vez mais um elemento indispensável no agronegócio. Poder planejar e acompanhar as atividades operacionais sem descuidar da gestão financeira, contas a pagar e receber, fluxo de caixa e outras, são tarefas que dependem de ferramentas eficientes para que possam ser realizadas de forma rápida e sem retrabalhos ou etapas desnecessárias (MENDES; OLIVEIRA; SANTOS, 2011).

Uma das principais dificuldades relatadas pelos vários gestores de pequenas propriedades rurais está ligada a mensuração dos resultados dentro de cada área do negócio o que traz reflexo na projeção de caixa da propriedade. (SAGGIN *et al.*, 2018). Existem ferramentas de auxílio gerencial que são utilizadas na agricultura familiar, contudo existe uma carência nos controles

de gestão de custos e de relatórios gerenciais, assim as pequenas propriedades familiares rurais demonstram uma maior vulnerabilidade neste sentido (ZANIN *et al.*, 2014; COSTA *et al.*, 2015; LIZOT *et al.*, 2016).

Com essa mesma visão Marion (2004), destaca que há necessidade de um sistema com a vantagem de obter o controle de custos totalmente integrado, e por meio de um simples lançamento financeiro gerar a movimentação do estoque, o controle de maquinários e implementos, os cálculos de depreciação, os custos de mão-de-obra, os custos operacionais totais e o valor unitário de cada segmento da propriedade rural, permitindo maior rapidez na tomada de decisão. Essa estrutura citada pelo autor, dinamiza os processos e também as tomadas de decisões, refletindo em resultados financeiros e operacionais positivos a empresa. Quando se analisa o custo que os produtores rurais possuem com o não controle de seus estoques, fica clara a importância da implantação de tecnologias de gestão dos processos de controle e das unidades de produção.

Um ponto chave para o desenvolvimento e até mesmo de adoção do *FMIS* está ligado a lucratividade que o sistema proporciona (VERSTEGEN *et al.*, 1995). Os indicadores de rentabilidade são importantes não apenas para os agricultores poderem avaliar o benefício percebido do uso da tecnologia, mas também para as empresas que projetam e comercializam os *FMIS*.

A utilização de ferramentas e tecnologias proporcionem a maximização dos resultados produtivos e financeiros, em especial nas propriedades de pequeno porte (POSSENTI, 2010).

O processo da medição de desempenho começa pela escolha dos indicadores chaves que estão atrelados com o objetivo das empresas agrícolas. As medidas de desempenho são responsáveis por impulsionar melhorias e mudanças com ações estratégicas, tornando mais forte a eficiência e eficácia da organização. A definição dos indicadores que serão adotados como métricas dos processos deve ser desenhada buscando atender aos elementos estabelecidos para que seja possível analisar o desempenho da atividade agrícola (JUNIOR; CAMARA, 2017).

Alguns autores trazem métricas e indicadores que são responsáveis por acompanhar a qualidade nos processos e também nos resultados operacionais das propriedades rurais criados a partir das informações geradas pelos *FMIS*. Nesse sentido Rosado Junior *et al.* (2011) trazem indicadores consolidados de desempenho para empresas do agronegócio, para alcançar metas estratégicas propostas, usando a hierarquia analítica de processos como ferramenta para auxiliar a tomada de decisão. A técnica usada cria indicadores de desempenho capaz de desenvolver um sistema que identifica o desempenho dos processos de uma forma global.

Andia *et al.* (2011) desenvolveram um modelo de análise do desempenho econômico e financeiro, onde a influência dos fatores estruturais no desempenho financeiro, demonstraram como é importante a integração da “análise contábil de balanços com a teoria de cadeias produtivas para avaliar e planejar o desempenho financeiro e econômico de empresas do agronegócio brasileiro” o que é proporcionado pelo uso do *FMIS* enquanto ferramenta de gestão rural (ANDIA *et al.*, 2011,).

Artuzo *et al.* (2018) realizaram um estudo com o objetivo de identificar e analisar a relação existente entre elementos que compõem os custos de produção do milho e da soja, com a receita destas atividades produtivas utilizando indicadores nacionais de soja e milho, como: média nacional de produtividade, custo de produção e preço de mercado, entre os anos de 1997 e 2016. De acordo com o estudo, foi possível “predizer a receita da soja e do milho a partir do custo das variáveis que fazem parte do custo de produção das respectivas *commodities*” (ARTUZO *et al.*, 2018,). Nesse sentido, os *FMIS* conseguem integrar os custos de várias áreas do negócio gerando relatórios concisos que propiciam análise holísticas dos custos dos processos.

Ainda segundo Callado, Callado, e Machado (2007), os indicadores de desempenho são agrupados obedecendo às variáveis relacionadas ao processo operacional da atividade-fim, bem como vinculados com as atividades comerciais. Os indicadores para avaliar o desempenho operacional utilizados foram: (a) o ganho sobre o preço que reflete a relação diferencial entre o preço pago pelo insumo adquirido de um associado e um insumo adquirido de terceiros; e (b) o fator de conversão de matéria-prima, que representa a relação entre o volume de insumos e o volume produzido. Essa gestão entre o comercial e a produção descrita pelo autor é ajustada perfeitamente a operacionalidade do *FMIS* que faz a gestão dos custos de aquisição, preço e receita de venda, margem operacional, auxiliando o produtor a mensurar melhor seus resultados econômicos e com isso verificando a viabilidade de determinadas culturas em decorrência do seu desempenho.

A agricultura tem passado por grandes mudanças e enfrentado grandes desafios como mudanças climáticas, aumento dos preços dos alimentos, cadeias de abastecimento ineficientes, acesso precário a mercados, mão-de-obra pouco qualificada instituições fracas em governanças e políticas ineficazes (FAO, 2017; DUNCOMBE, 2018).

Diante desses desafios, um sistema de informação para o gerenciamento das atividades na agricultura pode facilitar a disponibilidade da informação de forma mais assertiva. Com a chegada dos *FMIS* fazendas em países desenvolvidos e em desenvolvimento puderam inovar e melhorar a qualidade de seus processos resultando em benefícios e vantagens ao agricultor.

A Associação Brasileira de Empresas de Software - ABES (2020), indica que o uso desses *softwares* de gestão aumentou no setor agroindustrial em 2020, assim como observou-se um crescimento na ordem de 10,5% dos investimentos nas empresas de *softwares* brasileiras e uma movimentação superior de R\$ 161,7 bilhões em relação ao ano anterior. Segundo a ABES (2020), a participação dos *softwares* de gestão específicos ao agronegócio representa somente 1,8% do mercado brasileiro de softwares, embora os investimentos neste segmento terem sido na ordem de 2,3% do PIB brasileiro

### 2.3 FATORES DETERMINANTES À ADOÇÃO DE TECNOLOGIAS DE GESTÃO NA AGRICULTURA

Segundo Tidd e Brassant (2015), pode-se afirmar que o processo de escolha de uma tecnologia a ser adotada depende em grande parte das opções disponíveis para o usuário e das razões que ele percebe e usa para elegê-las como alternativas passíveis de adoção. As disponibilidades, por sua vez, resultam de processos mais amplos e, de certo modo, mais complexos, como os de substituição e difusão.

De acordo com Rogers (1995), os fatores que influenciam a adoção de tecnologias de gestão podem ser reunidos em três grupos: fatores socioeconômicos; variáveis de personalidade; e canais de comunicação. Ainda segundo Rogers (1995), dentro dos fatores socioeconômicos encontram-se aspectos de: educação; cultura; *status* social mais elevado; mobilidade social progressiva; unidades de tamanho maior; orientação comercial, em vez de subsistência (adotantes atrasados); atitude mais favorável ao crédito; e operações mais especializadas. Os produtores inovadores, em geral, possuem propriedades maiores e maior contato com os agentes de mudança. Além disso, agricultores com condições econômicas favoráveis adotam antes uma inovação, que geralmente possui maior custo e, por isso, demanda maior investimento inicial. Como variáveis de personalidade, o autor cita as principais generalizações positivas como a empatia; racionalidade; inteligência; atitude favorável à mudança; habilidade para lidar com incertezas e riscos; e atitude favorável em relação à educação. Finalmente, os canais de comunicação que evidenciam as principais generalizações em relação ao comportamento de comunicação, segundo o autor, incluem a participação social; contato com os agentes de mudança; exposição aos canais de comunicação interpessoais e em massa; busca por informações sobre inovações; conhecimento sobre inovações; e liderança de opinião.

A adoção de uma tecnologia refere-se à aceitação de um grupo ou indivíduo para usar um novo produto ou inovação (DOBRE *et al.*, 2009). Ao começar a utilizar uma tecnologia, em qualquer contexto, é determinante a percepção do usuário quanto às características referentes à facilidade de uso e aos seus benefícios para que ela seja adotada definitivamente. Isso porque é por intermédio de tal percepção que se passa a reconhecer o seu valor e, então, tomar a decisão entre a sua adoção ou rejeição (MIN; JI; QU, 2008).

Souza Filho *et al.* (2011) traz uma revisão de literatura sobre quatro conjunto de fatores relacionados sobre a decisão de alguns produtores em adotar tecnologias que sejam importantes no desempenho econômico-financeiro do estabelecimento rural. Os fatores estudados pelos autores foram as condicionantes socioeconômicas e características do produtor; características do produtor e da propriedade rural; características da tecnologia e fatores sistêmicos. A interação entre estes fatores promove, segundo os autores, a adoção da tecnologia, porém, o efeito de diferentes variáveis depende do contexto geral no qual essa inovação é introduzida. É necessário também desenhar políticas públicas abertas e flexíveis, adaptáveis às particularidades e demandas (SOUZA FILHO *et al.*, 2011).

Carrer *et al.* (2015) investigaram os impactos de variáveis pessoais dentro do processo decisório sobre a eficiência técnica da citricultura no Brasil. Na pesquisa conduzida, uma variável mede a adoção de Sistemas de informação e Gestão Agrícola (SIGF) e os resultados apresentados mostraram que as pontuações de eficiência técnica em fazendas de citros variam de 28% a 97%. O trabalho trazia dois objetivos complementares: estimar uma fronteira de produção buscando entender as características da tecnologia de produção e calcular os escores das fazendas e identificar o efeito dos aspectos pessoais bem como, aspectos sobre a tomada de decisão relacionado a eficiência técnica nas fazendas. Foi possível constatar que as fazendas mais eficientes da amostra já estão adiantadas no processo de adoção do *FMIS* para planejamento de produção e ao controle (CARRER *et al.* 2015).

Carrer, Souza Filho e Batalha (2017) identificaram um efeito positivo da confiança na adoção e uso do *FMIS*, confirmando a hipótese baseada no comportamento financeiro dos agricultores em que, os que possuem um grau maior de confiança são mais propensos a investir e tendem a superestimar os resultados de suas decisões. Esses fatores, por sua vez, aumentam a probabilidade de adoção e uso de novas tecnologias, especialmente, as relacionadas com a TI e gerenciamento de dados agrícolas.

### 2.3.1 Fatores que influenciam a adoção ao uso de Tecnologia de Informação

O'Grady e O'Hare (2017), ressaltam que o avanço das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) fornece aos produtores rurais e gestores informações valiosas para o gerenciamento de fazendas. As tecnologias relacionadas à Agricultura de Precisão (PA) permitem um monitoramento detalhado das propriedades em diversas dimensões e quase em tempo real. Quando combinados com dados administrativos, esses recursos possibilitam uma análise abrangente da propriedade rural.

Para Foster e Rosenzweig (2010), a adoção de novas tecnologias de gestão agrícolas pode gerar vantagens competitivas para os agricultores em comparação com aqueles que não adotam e aqueles que só as adotam posteriormente. Observa-se, contudo, que a adoção de tecnologia na agricultura é um processo caracterizado por um certo grau de heterogeneidade (FOSTER E ROSENZWEIG, 2010).

Segundo Rogers (2023), o processo da adoção da tecnologia inicia-se quando uma pessoa faz uso da tecnologia (vive a experiência) por meio de demonstração. A confirmação ocorre quando o usuário repensa a decisão de adoção, por exemplo, ao ser exposto a informações contraditórias sobre a inovação ou ao avaliar os resultados da sua aceitação. Nesta fase, a pessoa ainda pode optar por adotar a inovação ou rejeitá-la.

Beier e Ackerman (2005) afirmam que a adoção de tecnologias depende do aprendizado, influenciado pelas habilidades cognitivas individuais. Eles destacam dois tipos de conhecimento: a inteligência fluida, relacionada à velocidade de processamento, raciocínio e memória; e a inteligência cristalizada, que se refere ao conhecimento acumulado ao longo da vida por meio da educação e experiência. Os autores alertam que embora essas duas inteligências estejam correlacionadas, elas apresentam diferentes relações com a idade. Diversos estudos mostram que a inteligência fluida declina com o aumento da idade já os níveis de inteligência cristalizada permanecem estáveis ou aumentam durante a vida (BEIER; ACKERMAN, 2005).

Compreender melhor os fatores que influenciam a adoção de tecnologias podem facilitar e antecipar esse processo. Estudos mostram que variáveis sociodemográficas, como idade, gênero e nível de escolaridade, têm um impacto significativo na adoção de tecnologias digitais (ADRIAN *et al.*, 2005; PFEIFFER, 2021; PIERPAOLI *et al.*, 2013). Além disso, fatores como a facilidade de uso percebida, a aceitação da tecnologia e o nível de conhecimento também são decisivos para o processo de adoção (ADRIAN *et al.*, 2005; MICHELS; BONKE *et al.*, 2019; MOHR; KÜHL, 2021).

### 2.3.2 Fatores que obstaculizam a adoção de Tecnologia da Informação

Um fator limitador importante para a aplicação das soluções tecnológicas propostas pela agricultura 4.0 é a qualificação dos produtores, colaboradores, consultores, extensionistas e técnicos para esses novos modelos de produção calcados na digitalização de processos (KAMILARIS; ARTAKOULLIS; PRENAFETA-BOLDÚ, 2017; PIVOTO *et al.*, 2018).

Outros fatores são apontados na literatura como barreiras à adoção de tecnologias digitais, por exemplo: integração com sistemas pré-existentes nas propriedades; acesso de lugares remotos; estrutura complexa; custo; e elevado consumo de energia (TERENCE; PURUSHOTHAMAN, 2020).

A implantação de tecnologias digitais em substituições aos sistemas já existentes pode trazer um alto custo de investimento, o que torna essa mudança uma decisão que não é tomada facilmente. Autores apontam que mesmo nos Estados Unidos, as novas tecnologias possuem um custo elevado para a maioria dos agricultores (KLERKX; JAKKU; LABARTHE, 2019; LIOUTAS; CHARATSARI, 2020).

Segundo dados do IFAD - *International Fund for Agricultural Development* (2020) cerca de 63% das pessoas mais pobres do mundo trabalham na agricultura, sendo a grande maioria em pequenas propriedades rurais. No Brasil, de acordo com o Censo Agropecuário (IBGE, 2017), dos cinco milhões de estabelecimento rurais brasileiros, 4,5 milhões possuem área agrícola inferior a 100 ha, o que representa cerca de 90% dos agricultores.

Pesquisa realizada pela EMBRAPA, SEBRAE e INPE com 753 produtores rurais, empresas e prestadores de serviços em agricultura digital de todas as regiões brasileiras (Bolfé *et al.*, 2020), observa que 67% desses agricultores e 58% dos prestadores de serviços indicam que o valor do investimento para aquisição de máquinas, equipamentos e/ou *softwares* ainda é o principal desafio para a implantação e a manutenção da transformação digital na propriedade.

Existem algumas situações reais e que devem ser encaradas como um desafio nesse novo contexto digital e que são, pré-requisitos para a transformação digital do setor agrícola (BOURSIANIS *et al.*, 2020) como a infraestrutura e conectividade), acessibilidade, capacitação do usuário e o apoio institucional (UBS, 2018; TERENCE; PURUSHOTHAMAN, 2020). No cenário brasileiro existem as limitações ligadas à de infraestrutura digital no campo, com a dificuldade do produtor ter cobertura de sinal de internet nas zonas rurais. Além disso, o acesso ao sinal de internet dentro das zonas rurais é considerado limitado (JAKKU *et al.*, 2018; PIVOTO *et al.*, 2018). No Brasil, segundo o Censo Agro realizado pelo IBGE (2017), apenas 1.430.156 produtores declararam ter acesso à internet, o que corresponde à 28% do total. Desse

total, 659 mil produtores utilizam a banda larga e 909 mil produtores via internet móvel (BRASIL, 2017). Ainda segundo o IBGE (2017), mais de 70% das propriedades rurais não possuem conexão (3,64 milhões de propriedades), o que prejudica o uso e adoção de novas tecnologias digitais. Segundo Massruhá (2018), há dificuldades nas regiões centro-oeste, sudeste e sul, porém são as regiões Norte e o Nordeste as que mais sofrem com a falta de conectividade. Estas regiões vivenciam uma realidade diferente de outras regiões. Há um quantitativo expressivo de pequenos e médios produtores que ainda utilizam celulares sem acesso à internet.

A agricultura inteligente depende de dispositivos tecnológicos para coleta e transmissão de dados, porém muitas propriedades rurais enfrentam limitações estruturais nesse aspecto (KAMILARIS; KARTAKOULLIS; PRENAFETA-BOLDÚ, 2017; MUANGPRATHUB *et al.*, 2019; MUSAT *et al.*, 2018). Apesar de um aumento na difusão dessas tecnologias (ASSENG; ASCHE, 2019), existe a dificuldade enfrentada por muitos produtores que não possuem a infraestrutura necessária de hardware para conseguir usufruir dessas práticas inovadoras, muitas vezes ligadas a aspectos econômico-financeiros (BRONSON, 2019).

Como foi visto existem vários obstáculos e desafios a serem superados para que a agricultura digital e os *FMIS* possam cada vez mais se tornar realidade de todas as propriedades rurais brasileiras.

É importante destacar que apesar dos obstáculos o processo de transformação digital nas propriedades rurais não é mais uma opção, é um caminho imprescindível para tornar a agricultura brasileira mais competitiva e com maior agregação de valor (BOLFE E MASSRUHÁ, 2020)

Os desafios que ainda precisam ser superados dizem respeito a aspectos que não são apenas tecnológicos, como propriedade dos dados gerados por esse tipo de ferramenta, a falta de sintonia entre as necessidades dos produtores e a informação gerada pelas ferramentas e segurança dos dados (ROTZ *et al.*, 2019).

**Quadro 1 – Síntese dos principais conteúdos e achados do Capítulo 2**

<b>Eixo Temático</b>	<b>Conteúdo Abordado</b>	<b>Principais Achados na Literatura</b>	<b>Autores-chave</b>
Agricultura 4.0 e Transformação Digital	Conceitos de agricultura digital, integração de TIC, IoT, Big Data, IA, automação e conectividade.	A digitalização é irreversível e estratégica; aumenta eficiência produtiva, competitividade e sustentabilidade ambiental.	Andersen et al. (2016); Massruhá & Leite (2017); Klerkx & Rose (2020); Bolfe & Massruhá (2020); EMBRAPA (2021)
Smart Farming e Agricultura de Precisão	Integração entre AP, TI e FMIS; sensores, máquinas conectadas e dados em tempo real.	Possibilita maior assertividade produtiva, redução de custos e decisões mais rápidas e baseadas em dados.	Wolfert et al. (2017); Pivoto et al. (2017, 2018); Santana et al. (2019); Oliveira et al. (2022)
FMIS – Sistemas de Gestão Rural	Evolução dos SGC, arquitetura dos sistemas, integração com SIG, máquinas e dados operacionais.	FMIS organizam dados técnicos e econômicos, apoiam planejamento, controle e tomada de decisão.	Sørensen et al. (2010); Fountas et al. (2015); Ammam et al. (2022); Nikkilä et al. (2010); Nash et al. (2009)
ERP e Integração FMIS–ERP	Sistemas corporativos, gestão financeira, contábil, fiscal e produtiva integrada.	ERP aumentam controle, padronização, transparência e competitividade; integração com FMIS gera visão holística do negócio rural.	Verdouw et al. (2015); Santos et al. (2009); Silva (2023); Augelli (2017); Jacobs & Weston (2007)
Benefícios Econômicos e Gerenciais	Controle de custos, produtividade, planejamento, rastreabilidade, gestão de estoques e orçamento.	Benefícios centrais incluem eficiência técnica, redução de custos, aumento da lucratividade e melhor desempenho financeiro.	Carrer et al. (2015, 2017); Marion (2004); Verstegen et al. (1995); Artuzo et al. (2018); Andia et al. (2011)
Gestão por Indicadores	Métricas de desempenho, custeio, rentabilidade e apoio estratégico.	Indicadores permitem avaliação contínua, comparação entre culturas e decisões estratégicas.	Rosado Jr. et al. (2011); Junior & Camara (2017); Callado et al. (2007)
Fatores que Influenciam a Adoção	Escolaridade, idade, perfil do produtor, percepção de utilidade, facilidade de uso, confiança e acesso à informação.	Características socioeconômicas e cognitivas influenciam fortemente a decisão de adoção.	Rogers (1995, 2023); Souza Filho et al. (2011); Adrian et al. (2005); Pfeiffer (2021); Pierpaoli et al. (2013)

Barreiras à Adoção	Custo, conectividade, infraestrutura, capacitação, integração de sistemas e segurança dos dados.	Pequenos produtores enfrentam maiores obstáculos; conectividade rural é gargalo central no Brasil.	Jakku et al. (2018); Pivoto et al. (2018); Bolfe et al. (2020); IBGE (2017); Rotz et al. (2019)
Contexto Macroeconômico e Desafios Globais	Commodities, pressão competitiva, clima, cadeias produtivas e sustentabilidade.	A adoção tecnológica é vista como estratégia de sobrevivência econômica no longo prazo.	Waquil et al. (2010); FAO (2017); Duncombe (2018)

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Diante da literatura analisada, observou-se que a Agricultura 4.0 e os sistemas digitais de gestão rural, especialmente os FMIS integrados a plataformas ERP, constituem instrumentos centrais para o aumento da eficiência produtiva, da competitividade e da sustentabilidade econômica das propriedades rurais. Entretanto, apesar dos benefícios amplamente relatados, persistem obstáculos relevantes relacionados à infraestrutura digital, custos de implantação, capacitação dos usuários e percepção de valor das tecnologias. Esses elementos reforçam a necessidade de investigações empíricas junto aos agricultores, capazes de compreender como tais fatores se manifestam no contexto regional analisado nesta pesquisa.

### **3. TECNOLOGIAS DIGITAIS DE GESTÃO NA AGRICULTURA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA**

Este capítulo está dividido em 4 seções que dissertam sobre: a contextualização e estágios da RSL, discussão sobre os as ferramentas digitais de gestão rural encontradas; discussão sobre elementos que abordam as dificuldades de implantação e adoção das tecnologias digitais de gestão rural e, por fim, a discussão sobre os benefícios do uso dessas ferramentas. A revisão sistemática apresentada neste capítulo foi construída com base na análise prévia realizada, garantindo um enfoque mais estruturado e fundamentado no tema investigado.

#### **3.1 CONTEXTUALIZAÇÃO**

A RSL consiste segundo Conforto, Amaral e Silva (2011) no processo de coletar, conhecer, compreender, analisar, sintetizar e avaliar um conjunto de artigos científicos com o objetivo de construir um embasamento teórico-científico (estado da arte) sobre um determinado assunto pesquisado. Com o uso dessa metodologia é possível localizar estudos, selecionar e avaliar contribuições, e realizar a análise dos dados capazes de revelar evidências (DENYER; TRANFIELD, 2009).

Tranfield, Denyer e Smart (2003) dizem que realizar uma RSL se faz necessário aos pesquisadores, pois tem o intuito de resumir as informações sobre algum fenômeno de forma completa e imparcial, permitindo a inferência de conclusões mais generalizadas ou a identificação de lacunas que levem a novas oportunidades de pesquisa.

A RSL se diferencia de outros métodos, pois evidencia princípios distintos e exigentes, uma vez que é necessário que o pesquisador elabore critérios de especificidade e qualidade previamente estabelecidos para a seleção e inclusão dos estudos, permitindo que esses critérios se tornem claros aos leitores (BRINER; DENYER, 2012). Contudo, a RSL é conhecida por adotar um processo replicável, científico e transparente, com o objetivo de minimizar o viés da pesquisa e fornecer uma auditoria das decisões, procedimentos e conclusões dos pesquisadores (TRANFIELD; DENYER; SMART, 2003).

Para a construção dessa RSL, este trabalho adotou a metodologia proposta por Tranfield, Denyer e Smart (2003) que está dividida em planejamento, condução e documentos dos resultados. Cada um dos estágios propostos apresenta suas subdivisões conforme o Quadro 1:

**Quadro 2 – Estágios, descrições, fases, e etapas da RSL**

Estágio	Descrição	Fases	Etapas
Estágio I: Planejamento	Realização de uma revisão de escopo, buscando obter uma visão geral do assunto.	(1) Determinação dos problemas e do objetivo de pesquisa.	(1.1) Buscas em bases de dados (Scopus, Web of Science, Scielo, Google Acadêmico). (1.2) Delimitação dos construtos e palavras-chaves.
		(2) Desenvolvimento de protocolo de revisão.	(2.1) Definição da expressão de busca das bases de dados e critérios de seleção (tipo de documento, idioma, idioma, idioma).
Estágio II: Condução	Buscas realizadas nas bases de dados selecionadas: Scopus, Web of Science e Science Direct. Utilização da Plataforma Parsifal ® como ferramenta de auxílio à condução.	(3) Seleção de estudos.	(3) Busca inicial nas bases de dados selecionadas.
		(4) Aplicação dos critérios de seleção.	(4.1) Seleção por documento (4.2) Seleção por idioma. (4.3) Exclusão de duplicados.
		(5) Avaliação quantitativa.	(5) Levantamento dos dados encontrados.
		(6.1) Limitação dos filtros de seleção.	(6.1) Leitura do título, resumo e palavras-chaves. (6.2) Leitura da introdução e conclusão.
		(7) Avaliação da relevância/utilidade dos artigos.	Leitura completa.
		(8) Leitura completa.	Leitura completa.
Estágio III: Documentação e Resultados	Leitura e análise dos documentos	(8) Extração dos dados.	Leitura completa.
		(9) Síntese de dados.	Desenvolvimento de um formulário de extração para cada estudo.
		(10) Documentação e realização de recomendações	Análise bibliométrica e categorização temática.
		(11) Evidências em prática.	Busca por causas e intervenções.

Fonte: Adaptado de Tranfield, Denyer e Smart (2003).

### 3.1.1 Estágio I: Planejamento

O Estágio I do processo de RSL inicia-se com a definição da pergunta de pesquisa, assim como seus objetivos, considerados críticos para a sua realização e a condução de todas as suas fases. Nesse sentido, conforme abordado na revisão de escopo realizada no capítulo 2 e 3 construída a partir de buscas realizadas em bases dados (*Scopus, Web of Science, Scielo, Google*

Acadêmico etc.), foram encontrados estudos concernentes à área e que nortearam a definição da pergunta de pesquisa e o objetivo desta RSL (**Fase 1**). Portanto, a RSL deste trabalho buscou responder as seguintes questões:

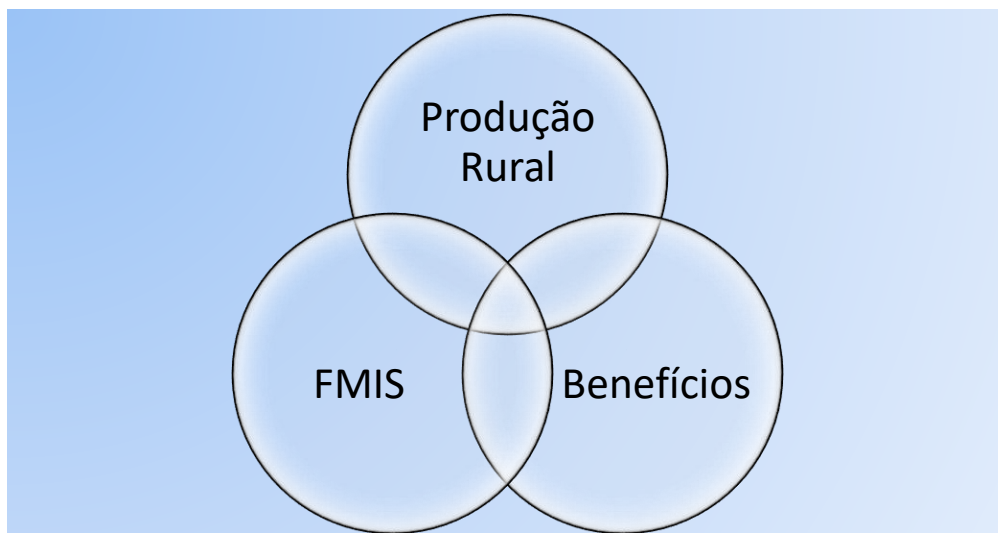
*Q1 – Quais os elementos fundamentais que levam a adoção dos FMIS – Farm Management Information System na gestão em propriedades rurais?*

*Q2 – Quais os principais benefícios do uso das ferramentas digitais de gestão rural percebido pelos agricultores? E qual sua contribuição no desempenho dessas propriedades?*

Logo após a definição das questões de pesquisa e dos objetivos, foram especificados os constructos e palavras-chaves que abrangem a temática, bem como a expressão de busca. Os três constructos utilizados nesta pesquisa foram “Produção Rural”, “FMIS” e “benefícios”.

Destaca-se que não se incluiu como constructo específico o termo “tecnologia” ou expressões relacionadas à Agricultura de Precisão, pois tais abordagens já estão contidas no conceito de *FMIS* e sua inserção limitaria o escopo da busca, comprometendo a precisão dos resultados obtidos.

**Figura 2 – Constructos da Revisão Sistemática da Literatura**



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

A intersecção entre os termos indica o que se pretendeu encontrar com as buscas dentro das bases de dados. Baseando-se nos constructos escolhidos, os próximos passos foram identificar as palavras-chaves de modo a inserir a maior quantidade possível de termos relevantes. Esta estratégia é importante para que seja possível considerar o fato de que alguns

trabalhos podem ser ignorados se todos os sinônimos relevantes para um conceito não estiverem incluídos, uma vez que diferentes autores podem se referir ao mesmo conceito usando diferentes nomenclaturas.

Um fator que pode influenciar negativamente na RSL, é a utilização de diferentes nomenclaturas, pois, neste caso, a utilização de muitos termos pode acarretar uma ampla quantidade de estudos irrelevantes retornados na pesquisa, necessitando assim, que se sejam efetuados testes preliminares em diferentes bases de dados. Como dito anteriormente, neste estudo, as palavras-chaves de interesse foram pesquisadas e delimitadas durante a revisão de escopo. Após esta delimitação, foi criada uma expressão individual para cada constructo, que foi composta de operadores booleanos para incorporar diferentes ortografias e sinônimos, como apresentado no Quadro 2:

**Quadro 3 – Constructos e Palavras - chaves**

<b>Constructos</b>	<b>Palavras-Chave</b>	<b>Expressão de busca</b>
Produção Agrícola	<i>Agriculture</i> <i>Agribusiness</i> <i>Farming</i> <i>Rural</i>	("agro*" OR "farm*" OR "rural" OR "agricultur*")
<i>FMIS</i>	<i>Management software</i> <i>Cost management</i> <i>FMIS</i> <i>Tools management</i> <i>Farm management</i>	(management AND (tools OR farm OR software)) AND ( <i>FMIS</i> )
Benefícios	<i>Performance</i> <i>Impact</i> <i>Benefits</i>	(performance OR impact OR benefits)

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Após os testes, decidiu-se utilizar as aspas para incluir termos exatos, impossibilitando o aparecimento de outras palavras entre eles. Para as três expressões de busca também foi incluído o truncamento das palavras entre aspas, de modo a encontrar todas as derivações a partir de um radical. Vale ressaltar, que as duas expressões de buscas foram elaboradas seguindo o mesmo processo de lógica e foram definidas após uma série de testes realizados com o auxílio de especialistas da área temática. Por fim, as três expressões de busca foram unificadas pelo operador booleano "AND", formando assim a seguinte expressão final, que foi utilizada para a busca de trabalhos nas bases de dados escolhidas nessa RSL:

(( "agro\*" OR "farm\*" OR "rural" OR "agricultur\*" ) AND ( management AND ( cost OR tools OR farm\* OR software ) ) AND ( *FMIS* OR "*Farm Management Information System*" ) AND ( performance OR impact OR benefits ) )

Para finalizar as fases do Estágio I desta RSL, foram definidos os critérios de inclusão e exclusão dos estudos encontrados e as bases de dados a serem utilizadas. Um viés de seleção nas revisões sistemáticas da literatura pode ocorrer quando os critérios de inclusão e exclusão não estão claramente estabelecidos ou por algum motivo eles restringem a inclusão de estudos de forma que possa prejudicar os achados (NIGHTINGALE, 2009).

O objetivo da aplicação de critérios de inclusão e exclusão é poder assegurar que todos os estudos selecionados na RSL sejam pertinentes e estejam relacionados ao trabalho do pesquisador. Foi decidido que esta revisão contemplaria apenas artigos publicados em periódicos científicos. Além disso, foram considerados apenas trabalhos com disponibilidade de leitura na íntegra e redigidos em português e/ou inglês.

Três bases de dados internacionais (*Scopus, Web of Science, Science Direct*) foram selecionadas como as principais fontes de pesquisa. Essas bases foram selecionadas devido à sua relevância; fornecimento de informações completas para a área de estudo; quantidade de trabalhos retornados durante os testes de delimitação da expressão de busca; e a indexação de periódicos com qualis e/ou fator de impacto.

Sendo assim, as etapas descritas até o momento (Estágio I) foram *inputs* na elaboração de um protocolo de revisão (**Fase 2**) abrangente que orientasse o estudo e proporcionasse uma condução clara para o seu progresso. Sendo um passo importante na execução da RSL, o protocolo especifica a abordagem que será usada para realizar a conclusão dos objetivos da revisão, ao minimizar a probabilidade de ocorrência de viés do pesquisador. O protocolo de revisão desta pesquisa, apresentado no Quadro 2, foi preparado com o auxílio da plataforma *Perform Systematic Literature Reviews*® (*Parsifal*).

**Quadro 4 - Protocolo da Revisão Sistemática de Literatura**

Título	“ <i>Farm Management Information System (FMIS)</i> ou ferramentas digitais de gestão rural”, obstáculos e benefícios
Pesquisador	Ewerton Barbosa Lima
Descrição	Esta RSL busca identificar os trabalhos presentes na literatura que abordam acerca do uso dos “ <i>Farm Management Information System (FMIS)</i> ou ferramentas digitais de gestão rural”, tendo como unidade de análise o desempenho, benefícios e adoção dessas ferramentas
Questões	Q1 – Quais os elementos fundamentais que levam a adoção dos <i>FMIS – Farm Management Information System</i> na gestão em propriedades rurais? Q2 – Quais os principais benefícios do uso das ferramentas digitais de gestão rural percebido pelos agricultores? E qual sua contribuição no desempenho dessas propriedades?

População	Trabalhos encontrados nas bases de dados delimitadas nessa pesquisa.
Intervenção	Trabalhos que abordam o uso dos <i>Farm Management Information System</i> ou ferramentas digitais de gestão rural analisando desempenho e benefícios
Resultados	Espera-se ao final desta pesquisa, encontrar artigos que abordam sobre o uso “ <i>Farm Management Information System (FMIS)</i> ou ferramentas digitais de gestão rural”, tendo como unidade de análise o desempenho, benefícios e adoção dessas ferramentas
Palavras-chaves	Agriculture; Agribusiness; Farming; Rural; Management Software; Cost Management; <i>FMIS</i> ; Tools Management; Farm Management, Performance, Impact, Benefits
Critério para seleção das bases de dados	Bases de dados que englobam pesquisas relacionadas Ciências Agrárias, Ciências Sociais Aplicadas, Ciências Exatas, Ciências da Terra e Engenharias etc.
Idiomas	Português e/ou inglês.
Bases de dados	Scopus; Web of Science e Science Direct
Critérios de seleção	Relacionados à disponibilidade, idioma, tipo de documento e unidade de análise da pesquisa.
Avaliação quantitativa	Baseada em palavras-chaves encontradas no título, resumo e nas palavras-chaves.
Avaliação qualitativa	Baseada na ponderação de perguntas estabelecidas, associadas ao objetivo desta pesquisa.
Formulário de extração	Incluirá o código de identificação, o título do trabalho, os autores, a afiliação dos autores, a referência, o ano de publicação, a localização da pesquisa, as palavras-chaves, o idioma, a área dos pesquisadores, o método utilizado, a aplicação do estudo, o resultado da avaliação qualitativa, as limitações e as sugestões para trabalhos futuros.
Síntese	Será apresentada através de gráficos, quadros e tabelas, a evolução anual dos trabalhos selecionados, os autores, as palavras-chaves, o periódico, a afiliação dos autores, o método utilizado etc.

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

**Quadro 5 - Protocolo de pesquisa para uma Revisão Sistemática de Literatura.**

Estágio	Obtenção	Detalhes
<b>Leitura de escopo</b>	Busca nos principais periódicos na área de agronegócio; Ciência Rural	3. Definir o problema de pesquisa 4. Identificar constructos 5. Encontrar palavras-chave (para <i>strings</i> )
<b>Condução da revisão</b>	Busca nas bases de dados	3. 1º Filtro: leitura do título, <i>abstract</i> e triagem de palavras-chave; 4. 2º Filtro: leitura da introdução e da conclusão e analisar critérios de inclusão e exclusão; 5. 3º Filtro/Classificação: leitura e avaliação de artigos completos e aplicação de critério de qualidade.
<b>Análise de dados</b>	Leitura dos artigos selecionados	3. Ler atentamente os trabalhos; 4. Usar o <i>software Persifal</i> para excluir duplicações e classificar os artigos; e, QDA Miner para codificar e analisar o conteúdo com base no que se pretende responder a partir das perguntas da pesquisa; 5. Análise de conteúdo dos artigos selecionados para responder às perguntas da revisão usando as ferramentas do QDA Miner.

Fonte: Adaptado de Tranfield, Denyer e Smart (2003).

A fim de garantir a qualidade dos artigos a serem analisados, foi aplicado um critério de inclusão e exclusão dos trabalhos. Este procedimento teve como objetivo auxiliar na análise dos documentos, e assim garantindo que apenas estudos relevantes seguissem para a próxima fase. Estes critérios podem ser visualizados no Quadro 5.

**Quadro 6 – Critérios de inclusão e exclusão**

Critério	Inclusão	Exclusão
Objetivo	aplicação de Ferramentas Digitais de Gestão propriedades rurais como ERP ou <i>FMIS</i>	Não tratar da aplicação de Ferramentas Digitais de Gestão propriedades rurais como ERP ou <i>FMIS</i>
Acesso	Conteúdo Completo Escrito em Português ou Inglês	Conteúdo Completo em idiomas diferentes do Português e do Inglês
Qualidade do Journal	Periódico Científico	Revistas de Negócios, Conferências e Livros
Foco	Uso de Sistemas de Informações diretamente voltados a gestão de propriedades rurais	Não uso de Sistemas de Informações diretamente voltados a gestão de propriedades rurais
Unidade de análise	Produção Rural	Produção Industrial

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022)

### 3.1.2 Estágio II: Condução

O Estágio II desta RSL iniciou-se com a busca nas bases de dados selecionadas (*Scopus*; *Web of Science* e *Science Direct*). A primeira busca resultou em 734 documentos distribuídos nas três bases de dados (*Scopus* = 601; *Web of Science* = 29; *Science Direct* = 104) (**Fase 3**). Em seguida, foram aplicados os critérios de seleção (**Fase 4**). O elevado número de documentos

duplicados (10,08 %, ou 74 artigos) indica que o número de bases de dados selecionadas foi adequado, e que, caso fossem utilizadas novas fontes de pesquisa, essa quantidade possivelmente não aumentaria em consequência de uma convergência entre bases de dados.

Utilizando uma ferramenta do software *Parsifal*®, a fim de facilitar a leitura e análise dos documentos, foi efetuada uma análise quantitativa dos documentos (**Fase 5**). Esta ferramenta permitiu desenvolver critérios de ponderação que foram usadas para classificar a prioridade de leitura dos artigos selecionados nas fases anteriores. Desta forma, primeiramente, foram eliminados 74 artigos duplicados, e foram lidos e analisados o título, resumo e palavras-chave dos 660 documentos que permaneceram, resultando em 150 artigos para a próxima fase.

Com o intuito de garantir a precisão do processo de revisão, o próximo passo envolveu a leitura e análise das introduções e conclusões desses 150 estudos. Nesse contexto, 42 artigos foram selecionados para serem novamente lidos e analisados seguindo o critério de leitura completa (**Fase 6**). Para garantir a qualidade da RSL, foi realizada a leitura completa dos trabalhos com o objetivo de eliminar os artigos irrelevantes e avaliar a relevância/utilidade dos estudos (**Fase 7**). Portanto, após a conclusão desta fase, restaram 26 artigos que foram aceitos para extração de dados.

Por fim o Estágio II consistiu em elaborar um formulário de extração de dados (**Fase 8**) para registrar as informações dos artigos que foram completamente lidos e aceitos, e fomentar as fases do Estágio III.

Após a finalização dessa etapa foram excluídos 4 artigos por não contextualizarem com as perguntas levantadas nessa RSL e por não responderem aos objetivos do trabalho e foram incluídos dois artigos que não apareceram na RSL, mas que possuem total relevância com os objetivos propostos nesse trabalho. Para tanto, esse processo foi conduzido por meio da análise de cada estudo, extraindo as informações necessárias obtidas com o auxílio do *Parsifal*®. Nesta RSL, incluíram-se diversos elementos adaptados de formulários de extração de outros estudos (AHMED *et al.*, 2019; SAMADI; KASSOU, 2016), como apresenta o Quadro 06.

**Quadro 7 – Formulário de extração de dados da RSL**

Formulário de extração	
Código de identificação	
Título	
Autores	
Afiliação dos autores	
Referência	
Ano de publicação	
Localização da pesquisa	

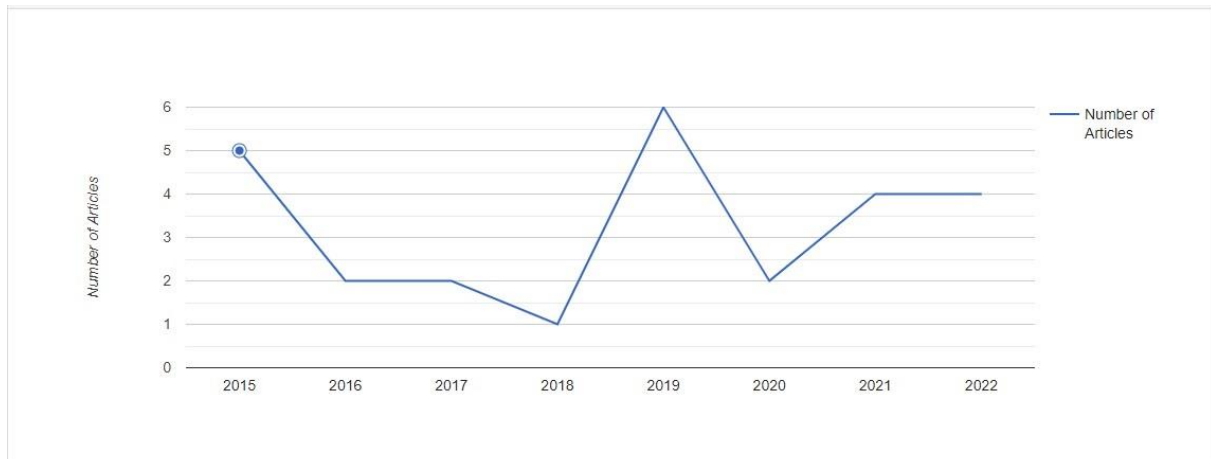
Periódico	
Descrição do objetivo	
Palavras-chave	
Idioma	Inglês
	Português
Método utilizado	Estudo de caso
	Pesquisa-ação
	Teórico/conceitual
	Experimento ou Quasi-experimento
	<i>Survey</i>
	Não mencionado
Apresenta o uso dos <i>FMIS</i> ou ferramentas de gestão digitais?	Sim
	Não
Mensura o desempenho ou benefícios do uso dessas ferramentas?	Sim
	Não
Limitações	
Sugestões	

Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

### 3.1.3 Estágio III: Documentação e Resultado

No Apêndice A pode ser encontrada a extração das informações de cada um dos 24 artigos. Dessa forma, o Estágio III foi desmembrado em duas partes: a primeira contemplou a apresentação dos resultados obtidos por meio de uma análise bibliométrica, o que possibilitou uma visão holística sobre a distribuição dos estudos ao longo do tempo, os periódicos/conferências em que foram publicados, o método de pesquisa utilizado e o uso de ferramentas digitais de gestão rural. A segunda etapa consistiu em apresentar uma síntese do contexto dos 24 artigos finais buscando responder as perguntas Q1 e Q2 apresentadas no protocolo de pesquisa (estágio I).

Analisando os artigos, é possível observar que mais de 83% dos estudos foram publicados a partir de 2016, o que demonstra que se trata de um tema em ascensão, uma vez que a tendência é de crescimento. A Figura 03 apresenta, de forma analítica, a disposição dos artigos por ano de publicação. O aumento no número de publicações mais recentes, indica que se trata de um tema proeminente, mas que ainda carece de pesquisas.

**Figura 3 – Disposição dos artigos por ano**

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Quanto ao periódico de publicação, tem-se o *Computers and Electronics in Agriculture* como o que mais publicou sobre o tema e em segundo, se encontra a *International Food and Agribusiness Management Review*. Os demais estão distribuídos em doze periódicos, demonstrando a quantidade de revistas que também publicam sobre este tema. O Quadro 5 apresenta cada um dos periódicos, bem como a quantidade de artigos publicados em cada um.

**Quadro 8 - Disposição dos artigos de acordo com o periódico de publicação**

	Artigos
2021 International Conference on Computational Intelligence and Computing Applications, ICCICA 2021	1
Big Data, Knowledge and Control Systems Engineering - Proceedings of the 7th International Conference, BdkCSE 2021	1
British Food Journal	1
Computers and Electronics in Agriculture	10
Electronics	1
International Food and Agribusiness Management Review	2
International Journal of Accounting Information Systems	1
International Journal of Sustainable Agricultural Management and Informatics	1
Journal of Agricultural and Applied Economics	1
Journal of Environmental Management	1
Journal of Rural Studies	1
Precision Agriculture	1
Proceedings of the 24th Pacific Asia Conference on Information Systems: Information Systems (IS) for the Future, PACIS 2020	1
Technology in Society	1

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Ao analisar a origem de cada um dos 24 artigos, foi possível identificar que 16,66% (equivalente a 4 artigos) dos estudos analisados foram realizadas no Brasil. Outros 12,5% das pesquisas foram realizadas na Itália e na Holanda, e 8,33% na Alemanha e nos Estados Unidos. O restante das pesquisas foi conduzido em propriedades localizadas nos seguintes países: Austrália, Bulgária, França, Grécia, Índia, Noruega, Portugal, Suíça, Emirados Árabes Unidos e Reino Unido. No mapa da Figura 3 é possível observar a participação dos países, sendo os coloridos com cor mais forte os que tiveram o maior número de pesquisas, e os de cor mais clara, os que tiveram menores participações.

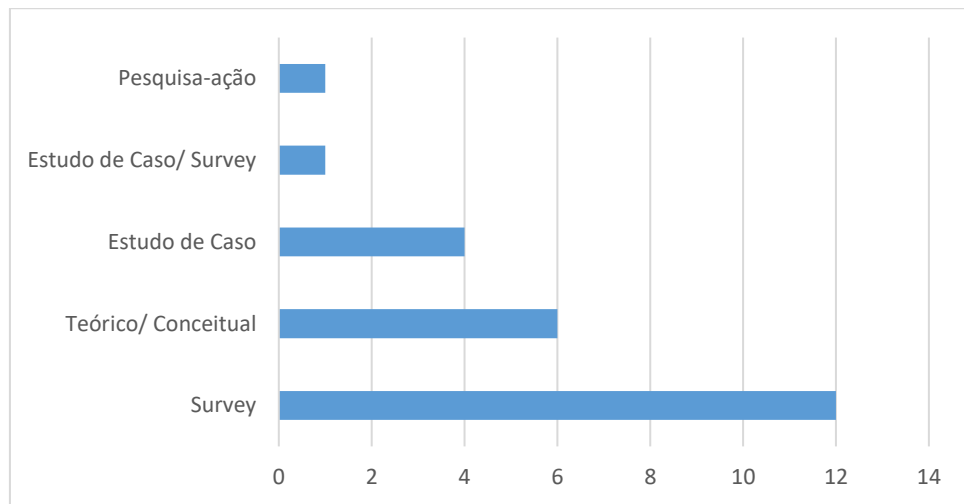
**Figura 4 – Artigos por países**



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Referente ao método de pesquisa aplicado em cada um dos artigos, a *survey* foi o método de pesquisa mais utilizado pelos autores, ela esteve presente em 12 dos 24, ou seja, 50,0% dos estudos analisados. O modelo teórico/conceitual esteve presente em seis artigos, ou seja, 25,0% dos trabalhos analisados. Ainda, o estudo de caso foi utilizado em quatro trabalhos o que representa 16,6 % do total. Os demais artigos utilizaram a pesquisa-ação e a *Survey*/Estudo de Caso, sendo 1 artigo cada método. A Figura 04 apresenta a participação que cada um dos métodos de pesquisa empregada nos 24 artigos analisados nesta RSL. Analisar o método de pesquisa utilizado nos artigos, pode auxiliar pesquisas futuras a se basearem na utilização do método de acordo com o tema.

Gráfico 1 – Métodos de Pesquisa Utilizados



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

### 3.2 DISCUSSÃO SOBRE OS AS FERRAMENTAS DIGITAIS DE GESTÃO RURAL

A pesquisa revelou que existem várias iniciativas empíricas e teóricas de utilização do *FMIS* na produção rural. O Quadro 7 sintetiza os dados encontrados com a RSL e possui o objetivo de apresentar essas informações, utilizando uma técnica semelhante a 4W1H (BAJAJ *et al.*, 2018), que visa responder questões básicas O que (*What*), Onde (*Where*), Quando (*When*), Quem (*Who*) e como (*How*), adicionalmente qual, e por que, para descrever um evento ou situação. Estas questões básicas (quem; qual; o que; quando; onde; como; e por quê) referem-se a quem são os pesquisadores do artigo analisado; qual ferramenta ou sistema de informação e gestão rural (*FMIS*) os autores utilizaram; sobre o contexto de aplicação dessa tecnologia; quando e onde foi realizada a pesquisa; como foi feita (método de pesquisa); e por que motivo a fizeram (objetivos). Ao se expor as informações em um quadro como este, análises de caráter comparativo se tornam mais visíveis, além de facilitar a exposição dos dados.

Ao observar o Quadro 7, nota-se que os Sistemas de Informação e Gestão Rural (*FMIS*) aparece com maior recorrência que as demais, sendo esta, a ferramenta mais utilizada e também o objeto de análise deste estudo. A adoção do *FMIS* permite ao produtor rural uma melhor coordenação e monitoramento dos processos produtivos, reduzindo os custos de transação interna e aumentando a produtividade dos fatores (Carrer *et al.*, 2015), logo a ferramenta rapidamente é compreendida pelos agricultores. De acordo com Fountas *et al.* (2015), o *FMIS* tem uma grande influência na resolução das deficiências analíticas do usuário final (agricultor), transformando dados brutos em informações relevantes para a tomada de decisão. De acordo

com diferentes autores (FOUNTAS *et al.*,2015; THOMPSON *et al.*, 2019; AMMMANN; WALTER; EL BENNI, 2022; NUGAWELA; SEDERA, 2020), o *FMIS* gera, transforma, consolida, recebe e retroalimenta com o objetivo de apoiar a utilização da informação pelos produtores rurais dentro dos processos agrícolas.

Adicionalmente, os benefícios ligados ao *FMIS* estendem-se além do valor de melhoria na tomada de decisão, onde a integração de dados com a Agricultura de Precisão é capaz de fornecer uma melhor qualidade no gerenciamento das atividades de forma a produzir informações precisas sobre aspectos como custos, produção, perdas e gerenciamento de insumos. Observou-se ainda, segundo estes autores, que o uso dessas ferramentas torna melhor a experiência de agricultores mais jovens aos benefícios do uso do *FMIS*.

Outras ferramentas como a Agricultura de Precisão (PA), Internet das coisas (IOT), Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) e Enterprise Resource Planning (ERP) também apareceram como ferramentas citadas nos trabalhos selecionados. Os autores Adrian; Norwood; Mask (2005) definem a Agricultura de Precisão como “uma estratégia de gestão que usa tecnologia de informação para trazer dados de múltiplas fontes para apoiar decisões à produção agrícola”, como informações de manejo, colheita, taxa variável que tem influência direta sobre os custos operacionais. Thompson *et al.* (2019) traz que as PAs podem gerar uma utilidade adicional como a redução de fadiga do operador e o aumento da capacidade de realização de multitarefas com a automatização dos processos. O IOT, TIC e ERP são ferramentas que englobam os *FMIS*, (KOKSAL; TEKINERDOGAN, 2019; SINGH *et al.*, 2021) e ajudam na coleta dos dados e na fusão das informações inteligentes que serão processadas dentro dos *FMIS*. No Quadro 8 é possível observar as ferramentas e técnicas mais citadas.

#### **Quadro 9 – Os trabalhos e técnicas mais citados**

Quem	Qual ferramenta?	O que estudou?	Quando	Onde	Como	Por quê?
Carrer <i>et al.</i> (2015)	<i>FMIS</i>	Regiões Citrícolas	2015	Brazil	Survey	Investigar os impactos de aspectos pessoais e aspectos do processo decisório sobre a eficiência técnica de fazendas de citros no Brasil. Uma variável que mede a adoção de Sistemas de Informação de Gestão Agrícola ( <i>FMIS</i> ), que é um aspecto inovador deste papel.
Adrian; Norwood; Mask (2005)	AP (Agricultura de Precisão)	Agricultura	2005	United States	Survey	Relata investigações sobre a percepção e características atitudinais dos agricultores que planejam adotar essas tecnologias agrícolas de precisão
Verdouw; Robbermond; Wolfert (2015)	ERP	Empresas Agroalimentares	2015	Netherlands	Survey	Avalia a aplicabilidade de sistemas ERP no domínio agroalimentar, investigando as experiências de empresas agroalimentares que já implementaram um sistema ERP
Fountas <i>et al.</i> (2015)	<i>FMIS</i>	Agricultura	2015	Greece	Teórico/ Conceitual	Apresenta os avanços atuais em a funcionalidade do <i>FMIS</i> acadêmico e comercial analisando a adoção, lucratividade e soluções propostas pelos <i>FMIS</i>
Bimonte; Naoufal; Gineste (2016)	<i>FMIS</i> , KPIS	Agricultura	2016	France	Estudo de Caso	Fornecer uma nova metodologia para o projeto de KPIs para análise das <i>Smart Farming System</i>
Carrer; Souza Filho; Batalha (2017)	<i>FMIS</i>	Propriedades Rurais (Geral)	2017	Brazil	Survey	Examinou os fatores determinantes nas decisões dos citricultores sobre a adoção de computadores e Sistemas de Informação Gerencial de Fazenda (SIGF)
Haberli; Oliveira; Yanaze (2017)	ERP	Empresas Agroalimentares	2017	Brazil	Teórico/ Conceitual	Investigar os determinantes da adoção da tecnologia Enterprise Resource Planning (ERP) em propriedades agrícolas localizadas na região Centro-Oeste do Brasil.
Knuth; Amjath-Babu; Knierim (2018)	<i>FMIS</i>	Propriedades Rurais (Geral)	2018	Germany	Estudo de Caso/ Survey	Fornecer uma análise do processo de implementação e dos resultados selecionados da inovação instrumental da <i>FMIS</i> orientada por políticas
Tummers; Kassahun; Tekinerdogan (2019)	<i>FMIS</i>	Agricultura	2019	Netherlands	Teórico/ Conceitual	Identificar e descrever o estado da arte dos <i>FMISs</i> e, como tal, abrir caminho para novas pesquisas e desenvolvimento dessa ferramenta
Koksal; Tekinerdogan (2019)	<i>FMIS</i> , IOT (Internet das coisas)	Propriedades Rurais (Geral)	2019	Netherlands	Estudo de Caso	Concentra-se, principalmente, na melhoria da integração de informações do <i>FMIS</i> e na avaliação do impacto e utilização dos <i>FMIS</i>

Junior; Oliveira; Yanaze (2019)	DOI (Teoria da Difusão da Inovação), TOE (Tecnologia Organização Ambiente), <i>FMIS</i> , SI, ERP	Propriedades Rurais (Geral)	2019	Portugal	Survey	Investiga o uso e a difusão de sistemas ERP com vistas à interoperabilidade entre diferentes pacotes de software com vistas aos benefícios de análise das áreas do negócio
Pivoto <i>et al.</i> (2019)	SF, <i>FMIS</i>	Produção de grãos	2019	Brazil	Survey	Identifica as barreiras e obstáculos que influenciam as decisões dos produtores de grãos quanto à adoção de tecnologias de <i>FMIS</i>
Strang; Bitrus; Vajjhala (2019)	AIS, <i>FMIS</i>	Propriedades Rurais (Geral)	2019	United States	Estudo de Caso	Modelo de quatro fatores baseado na teoria de confirmação de expectativa de <i>FMIS</i> que poderia determinar por que os agricultores nigerianos adotam sistemas de informação agrícola
Munz; Gindele; Doluschitz (2020)	<i>FMIS</i>	Agricultura	2020	Germany	Survey	Ilustra as cinco etapas da evolução digital do “produto único” ao “sistema de sistemas” de acordo com as características e funções utilizadas no <i>FMIS</i> pelas empresas agrícolas alemãs.
Nugawela; Sedera (2020)	<i>FMIS</i>	Agricultura	2020	United Arab Emirates	Teórico/ Conceitual	Apresentar os principais processos agrícolas e os resultados detalhados da análise do <i>FMIS</i>
Paunova-Hubenova; Trichkova-Kashamova (2021)	<i>FMIS</i>	Propriedades Rurais (Geral)	2021	Bulgaria	Teórico/ Conceitual	Apontar o papel dos <i>FMIS</i> na pecuária de precisão e a garantia de que as informações existentes e novas sejam aplicadas com sucesso nas fazendas.
Singh <i>et al.</i> (2021)	<i>FMIS</i> , ERP, TI	Empresas Agroalimentares	2021	India	survey	Conhecer a importância do papel do Sistema de Informação Gerencial em grãos alimentícios (soja e feijão guandu) no leste de Maharashtra
Tingey-Holyoak <i>et al.</i> (2021)	AP	Agricultura	2021	Australia	Estudo de Caso	Explora o problema da falta de integração das informações contábeis e agrícolas com mais detalhe e define os objetivos da solução e desenvolvimento de um modelo de sistemas integrados de informação e seus benefícios
Giua; Materia; Camanzi (2021)	<i>FMIS</i> , ERP	Propriedades Rurais (Geral)	2021	Italy	Teórico/ Conceitual	Trata da adoção de inovações digitais em nível de fazenda, com foco específico em tecnologias de sistemas de informações gerenciais (MIS) e seus benefícios na atividade rural
Kassahun <i>et al.</i> (2022)	<i>FMIS</i>	Fazendas de Leite	2022	Norway	Survey	Identificar, avaliar e sintetizar <i>FMIS</i> existentes no setor de laticínios holandeses e apresentar o estado da arte.

Ammmann; Walter; El Benni (2022)	<i>FMIS</i>	Agricultura	2022	Switzerland	Survey	Investigar o papel que as tecnologias digitais desempenham na formação profissional de futuros gestores agrícolas e também analisar a adoção
Mattetti <i>et al.</i> (2022)	<i>FMIS</i> , CANBUS	Agricultura	2022	Italy	Pesquisa-ação	Desenvolver uma nova metodologia para cálculos de custos de operações de campo aproveitando dados do sistema CANBUS e como isso afeta positivamente a tomada de decisão
Giua; Materia; Camanzi (2022)	SFT (Smart Farming Technologies)	Agricultura	2022	Italy	Survey	Abordar a difusão das tecnologias digitais de gestão e seus benefícios de uso, investigando de forma abrangente a adoção do SFT, por meio da análise de sua natureza multifacetada e multi etapa.
Thompson <i>et al.</i> (2019)	AP	Agricultura	2019	United Kingdom	Survey	Avaliar as perspectivas dos produtores de quatro tecnologias-chave de agricultura de precisão em termos de benefícios que proporcionam às suas explorações

Fonte: elaborado pelo autor (2022)

Os estudos de Adrian; Norwood; Mask (2005) e Ammann; Walter; El Benni (2022) abordam os aspectos dos *FMIS* relacionados aos fatores de uso, aceitação ou conhecimento. Para adotar e usar essas tecnologias os produtores não apenas precisam fazer investimentos financeiros, mas também no aprendizado de novas habilidades. O benefício do uso da ferramenta segundo os autores está ligado ao conhecimento e habilidades que esse agricultor adquira sobre as funções de uso dessas tecnologias de gestão. A pesquisa abordou ainda as percepções dos agricultores sobre a utilidade e facilidade de uso de dessas tecnologias, atitudes de confiança em relação ao uso e percepções dos benefícios líquidos dessas tecnologias. Uma modelagem de equações estruturais (SEM), foi utilizada como método de análise das relações entre os construtos propostos pelo modelo analítico. Os resultados indicaram que o nível de confiança era tão importante quanto a intenção de adotar tecnologias de agricultura de precisão. Também, ficou evidenciado que benefício líquido contribuiu substancialmente para a intenção de adotar ferramentas digitais de gestão rural.

Carrer; Souza Filho; Batalha (2017) concluíram que os critérios como educação e as receitas tiveram um efeito positivo sobre a adoção dos *FMIS*. No entanto a experiência do agricultor com o uso da ferramenta apresenta um efeito negativo. Logo a capacitação de agricultores e extensionistas rurais e a divulgação de informações sobre essas tecnologias são determinantes para melhorar esse cenário.

### 3.3 DISCUSSÃO SOBRE OS BENEFÍCIOS DO USO DESSAS FERRAMENTAS DIGITAIS

O uso do *FMIS* pode trazer diversos benefícios para os agricultores. O *FMIS* fornece suporte ao processo de tomada de decisão, impactando de forma positiva a eficiência da fazenda, otimizando a alocação dos recursos (Carrer *et al.*, 2015, 2017), melhorando a sustentabilidade, de forma a ajudar os agricultores a lidar melhor com os processos (KNUTH *et al.*, 2018). Este último aspecto é especialmente importante, uma vez que a carga administrativa dos agricultores e o fluxo de caixa é uma grande preocupação (AMMMANN; WALTER; EL BENNI, 2022).

O trabalho de Fountas *et al* (2015) coloca que os *FMISs* têm como principal benefício o apoio a tomada de decisões encontrando as melhores práticas para o manejo da fazenda. Ainda segundo os autores o principal objetivo dos atuais *FMIS* é reduzir os custos de produção, manter a alta qualidade e segurança do produto e cumprir os padrões agrícolas. Em geral, o *FMIS* apoia a tomada de decisões auxiliando com o acompanhamento dos processos de negócios atuais para

maximizar o lucro de uma fazenda. os *FMISs* fornecem funcionalidades para gerenciamento de operações de campo, ferramentas de melhores práticas, finanças, inventário, rastreabilidade, relatórios, ferramentas laborais específicas para a execução dos processos de produção, vendas, gestão de máquinas, gestão de recursos humanos e garantia de qualidade. Ainda há benefícios na integração de dados entre os *FMIS* e os PA de forma automática reduzindo assim o tempo da tarefa de gerenciamento (FOUNTAS *et al.*, 2015a).

É importante ressaltar as novas funcionalidades e benefícios como sistemas de gerenciamento distribuído, que devem ser implementados em um futuro próximo no *FMIS* para que a comunidade agrícola possa abraçar plenamente as possibilidades e os benefícios da AP (FOUNTAS *et al.*, 2015).

Segundo Thompson *et al.* (2019) as tecnologias de AP quando associadas ao uso dos *FMIS* podem gerar utilidade adicional aos agricultores por meio da melhoria de bem-estar, maior conveniência, redução da fadiga e aumento da capacidade multitarefa como benefícios potenciais. Ainda segundo o autor embora seja difícil quantificar as melhorias de produtividade associadas ao aumento da conveniência, está claro que a conveniência é um fator de relevância na adoção de tecnologias de AP e também dos *FMIS*.

Compreender melhor as percepções dos agricultores sobre os benefícios das tecnologias de agricultura de precisão e seu impacto na adoção de tecnologia fornecerá informações importantes aos fornecedores de tecnologia à medida que continuam a desenvolver e comercializar tecnologias. Mais conhecimento sobre os fatores que influenciam a adoção da tecnologia de agricultura de precisão também ajudará no desenvolvimento de programas que auxiliam os agricultores a entender melhor a adoção de tecnologias de gestão, ajudando – os a melhorar o gerenciamento das propriedades (THOMPSON *et al.*, 2019).

Já Bolfe (2020) que avaliou as tecnologias digitais em uso bem como os benefícios percebidos e desafios ao avaliar os benefícios do uso de tecnologias de AP observou que o principal benefício é o aumento da produtividade, seguidos por redução de custos e maior comodidade. Contudo, ao avaliar as tecnologias adotadas individualmente indicou que o uso de plataformas digitais e softwares é o grupo com maior percepção de ganhos. Segundo o autor “tecnologias digitais de gestão que orientam a integração de dados técnicos e financeiros e gerenciais podem colaborar na tomada de decisão dos agricultores e no planejamento do negócio rural.

Segundo Knuth, Amjath-Babu e Knierim (2018), o uso do *FMIS* visa aumentar a qualidade dos produtos e processos, verificar a rastreabilidade dos produtos, melhorar o bem-estar, contribuir para uma produção amiga do ambiente, aumentar a segurança no local de

trabalho e garantir uma implementação eficiente das novas normas do regulamento da UE.

Ammann; Walter e El Benni (2022) analisou o efeito de algumas variáveis como gênero, idade, conhecimento percebido sobre a importância e benefícios das tecnologias digitais e a capacidade dessas tecnologias em ajudar a lidar com a carga administrativa, facilidade de uso percebida do *FMIS*, intenção de usar mais tecnologias digitais no futuro e preocupações ambientais, buscando identificar os critérios de adoção dos *FMIS* e se o produtor percebe seus benefícios. Constatou-se que a capacidade dos *FMIS* em reduzir a carga administrativa do agricultor significativamente está correlacionada positivamente com a importância percebida das tecnologias digitais por parte dos agricultores o que afeta positivamente a sua intenção de usar mais tecnologias digitais de gestão no futuro. Ainda segundo os autores o uso do sistema de gestão traz também um impacto positivo ambiental. Isso indica que quanto mais os futuros gerentes de fazenda percebem as tecnologias digitais como aliadas de na redução da carga administrativa, maior a probabilidade de eles perceberem as tecnologias digitais como importantes e estarão mais dispostos a aumentar seu uso.

Um outro ponto importante que deve ser considerado está ligado as características intrínsecas da atividade rural. Ao contrário do que ocorre em grande parte das indústrias manufatureiras, os processos de produção agropecuários estão fortemente sujeitos a eventos imprevisíveis que podem comportar riscos à previsibilidade e controlabilidade dos processos. Sendo assim torna-se mais necessário a gestão dos recursos com a utilização de *FMIS*. Exemplos destes riscos, são aqueles ligados a problemas climáticos ou sanitários. Além disso, deve-se considerar que a produção agropecuária envolve ciclos produtivos com períodos de safras e entressafras com mais de uma cultura e com a isso a utilização de grandes recursos de insumos agrícolas variados, pessoal, bem como um volume grande de produção e a utilização de sistemas de informação e gestão rural (*FMIS*) torna-se um forte aliado na gestão das propriedades rurais. O quadro 9 resume os benefícios abordados pelos autores quanto ao uso dos *FMIS*.

**Quadro 10 - benefícios esperados com a adoção dos FMIS**

<b>Benefício</b>	<b>Autor</b>
Melhoria dos processos, melhor alocação de recursos e melhorando a sustentabilidade	Carrer <i>et al.</i> , (2015) Carrer, Souza Filho e Batalha (2017)
Apoio a tomada de decisão, redução dos custos, otimização do tempo no gerenciamento, gestão de negócios (operações de mercado)	Fountas <i>et al.</i> , (2015)
Bem-estar, conveniência, redução de fadiga, aumento da capacidade multitarefa	Thompason <i>et al.</i> , (2019)
Gerenciamento da produtividade, redução de custos e comodidade	Bolfé (2020)
Aumentar a qualidade dos produtos e processos, verificar a rastreabilidade dos produtos	Knuth; Amjath-Babu; Knierim (2018)
Redução da carga administrativa, gestão de recursos e gestão ambiental e atos regulatórios	Ammmann; Walter; El Benni (2022)

Fonte: elaborado pelo autor (2022)

## 4. METODOLOGIA

Este capítulo apresenta os métodos e a descrição dos procedimentos realizados para a condução da pesquisa. A pesquisa foi desenvolvida em duas etapas: a fundamentação teórica e a pesquisa empírica. A fundamentação teórica é essencial para situar o estudo no contexto científico, fornecendo suporte conceitual e identificando lacunas na literatura (GIL, 2008; LAKATOS E MARCONI, 2003). Por outro lado, a pesquisa empírica permite a observação direta da realidade, coletando dados concretos para validar hipóteses e relacionar teoria e prática (CERVO, BERVIAN E SILVA, 2007; DEMO, 2000; YIN, 2015).

### 4.1 PESQUISA EMPÍRICA

Esta seção tem o objetivo de apresentar a pesquisa empírica utilizada na construção dessa dissertação. Ela apresenta a abordagem da pesquisa e o método escolhido.

#### 4.1.1 Abordagem da pesquisa

Para o desenvolvimento de uma pesquisa científica existem duas abordagens: a qualitativa e quantitativa. Essas abordagens podem ser utilizadas combinadas, dando mais abrangência a pesquisa, ou isoladas (CRESSWELL, 2014).

Na abordagem quantitativa o pesquisador deve capturar as evidências da pesquisa por meio da mensuração das variáveis. Assim, nenhum subjetivismo influenciará a compreensão dos fatos no uso da indução para a geração de conhecimento. As variáveis a serem mensuradas são aquelas determinadas pela teoria que norteia a pesquisa, (CAUCHIK, 2012).

Na abordagem qualitativa, a preocupação é obter informações sobre a perspectiva dos indivíduos, bem como interpretar o ambiente em que a problemática acontece. Logo, o ambiente natural dos indivíduos é o ambiente da pesquisa. Isto implica em o pesquisador deixar o laboratório e ir a campo, (CAUCHIK, 2018). Referente a abordagem qualitativa, ela se difere da pesquisa quantitativa devido à ênfase dada na perspectiva do indivíduo que está sendo estudado e na interpretação do ambiente em que a problemática está inserida (BRYMAN, 2003; YIN, 2005).

Ainda segundo Martins (2012), para captar toda complexidade da abordagem qualitativa é necessário a construção de entrevistas semiestruturadas ou não estruturadas, além da observação participante ou não participante e a pesquisa em documentos da empresa. Ainda

segundo o autor, não se trata de uma abordagem sem qualquer estrutura, mas que contemple um grau de liberdade que permita ao pesquisador, alterar o desenvolvimento da pesquisa, com o objetivo de atingir o resultado da melhor maneira possível, dentro dos limites estabelecidos pela pesquisa científica (MARTINS, 2012).

Para atingir os objetivos propostos pelo trabalho, será realizada uma pesquisa de caráter quantitativo. Para a condução da pesquisa quantitativa foi aplicado uma pesquisa *survey* buscando responder aos objetivos propostos desse trabalho. A pesquisa de campo é um tipo de investigação que implica na coleta de dados geralmente em uma única conjuntura de tempo, com uma visão para coletar sistematicamente um conjunto de dados quantificáveis no que diz respeito a um número de variáveis que são examinadas para discernir padrões de associação. A finalidade é fornecer descrições estatísticas de pessoas por meio de perguntas, normalmente aplicadas em uma amostra e a obtenção de informações quanto à prevalência, distribuição e inter-relação de variáveis no âmbito de uma população (FOWLER, 2011; BRYMAN, 2003; FIGUEIREDO, 2004)

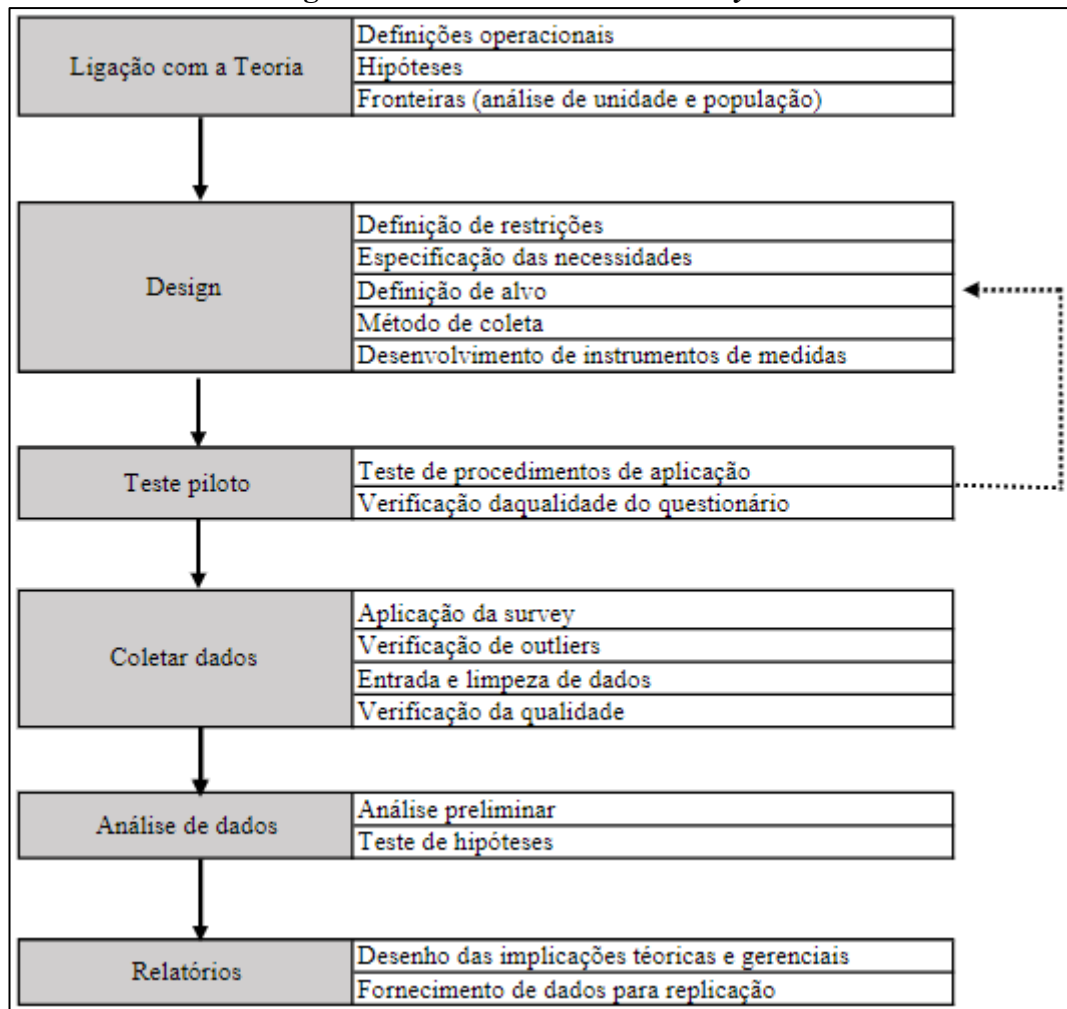
Ressalva-se que esta modalidade científica obedece às regras gerais do método científico, mais afinado com a abordagem quantitativa (LINCOLN; GUBA, 2010). A forma de amostragem desse método permite determinar informações sobre grandes populações com um nível conhecido de precisão, sendo obtidas por meio de perguntas, estruturadas ou semiestruturadas (FORZA, 2002).

Segundo Forza (2002) o método *survey* pode ser classificado em três tipos: exploratório, descritivo e explanatório. A *survey* tipo exploratória é utilizada nos estágios iniciais de um fenômeno, com o objetivo de fornecer subsídios para estudos mais específicos. A descritiva, por outro lado, busca identificar características do fenômeno e descrever a sua distribuição em uma população. Por fim, a explanatória busca confirmar uma teoria e buscar definir seus limites e restrições.

Buscando atender o objetivo dessa dissertação, pode-se enquadrar a *survey* efetuada como descritiva, devido à intenção de investigar como fatores estruturais das propriedades e características dos proprietários, como idade e escolaridade, influenciam a adoção de sistemas de gestão agrícola (*FMIS*). Além disso, busca-se compreender a percepção dos produtores sobre os benefícios operacionais e administrativos desses sistemas, destacando as barreiras relacionadas à infraestrutura, suporte técnico, mão-de-obra, integração, capacidade de investimento e confiança.

Quanto ao horizonte temporal, a coleta de dados será feita em um único momento, podendo ser categorizada como corte-transversal (*cross-sectional*) (SAUNDERS; LEWIS; THORNHILL, 2009).

**Figura 5 - Protocolo de uma survey.**



Fonte: adaptado de Forza (2002)

#### 4.1.2 Condução da Pesquisa - parâmetros e amostra

A população é o conjunto de indivíduos ou elementos aos quais os resultados do estudo são direcionados. Quando todos os elementos têm a mesma chance de serem escolhidos, a amostra é considerada aleatória. Caso a probabilidade de seleção varie entre os elementos, a amostra é classificada como não aleatória (FONSECA, 2008).

Uma amostra é um subconjunto de uma população e, quando representativa, permite estimar os resultados da população. As amostras podem ser aleatórias ou não aleatórias. A verdadeira aleatoriedade ocorre apenas com reposição, técnica pouco usada em estudos com

humanos. Apesar disso, é importante manter as probabilidades de seleção equilibradas, já que os testes estatísticos foram desenvolvidos para amostras aleatórias com reposição. Nesta dissertação a amostra foi escolhida de forma aleatória.

A pesquisa empírica foi realizada por meio de uma *survey* com a utilização do questionário (ver Anexo I) estruturado para a coleta de dados. A pesquisa foi realizada em propriedades rurais, produtoras de grãos localizadas na macrorregião de Corumbá onde estão localizados os municípios de Bonito - MS, Guia Lopes da Laguna - MS, Jardim - MS e Nioaque - MS e na Macrorregião de Dourados nos municípios de Dourados - MS, Maracaju - MS, Aral Moreira - MS e Rio Brillhante - MS.

A escolha do estado de Mato Grosso do Sul como recorte territorial da pesquisa justifica-se por sua elevada relevância no cenário agropecuário nacional, especialmente na produção de grãos, bem como pela heterogeneidade produtiva observada entre suas diferentes macrorregiões agrícolas (IBGE, 2019; IBGE, 2023). O estado apresenta forte inserção nas cadeias da soja e do milho e expressiva participação da pecuária, características que favorecem a análise de propriedades com distintos níveis de escala produtiva, estrutura organizacional e adoção tecnológica, configurando um contexto empírico adequado para investigações sobre a difusão de inovações no meio rural (ROGERS, 2003; WAQUIL *et al.*, 2010).

Os municípios de Guia Lopes da Laguna, Bonito, Jardim e Nioaque, localizados na região sudoeste de Mato Grosso do Sul, possuem economias diversificadas, com destaque para o turismo ecológico e a agropecuária. Bonito, reconhecido internacionalmente por suas belezas naturais, impulsiona significativamente o setor de serviços e turismo (IBGE, 2025). No entanto, a agricultura e a pecuária desempenham papéis fundamentais no desenvolvimento econômico dessa região. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a produção agrícola nesses municípios tem apresentado expansão nos últimos anos, especialmente no cultivo de soja e milho (IBGE, 2025). Além disso, a pecuária de corte é um dos pilares econômicos, fortalecendo a cadeia produtiva agropecuária regional (IBGE, 2025).

Rio Brillhante e Aral Moreira têm na agricultura sua principal atividade econômica, com destaque para o cultivo de soja e milho, que juntos ocupam mais de 250 mil hectares e contribuem significativamente para o PIB local (IBGE, 2025). O crescimento da produção agrícola tem impulsionado investimentos em infraestrutura, como armazenagem e logística, facilitando o escoamento da safra e fortalecendo o agronegócio estadual (IBGE, 2025).

Maracaju segundo o Censo Agropecuário em 2017, possuía 701 estabelecimentos agropecuários existentes no município, onde 465 estabelecimentos fazem o plantio de lavouras temporárias, onde 372 deles são produtores de milho e 333, de soja (IBGE, 2019).

O município ocupa posição de destaque como o maior produtor de soja de Mato Grosso do Sul. Em 2022, o município registrou uma área plantada de 622 mil hectares, resultando em um faturamento de quase R\$ 5,4 bilhões (IBGE, 2023). Além disso, Maracaju produziu aproximadamente 1,5 milhão de toneladas de milho, figurando como o 5º maior produtor nacional desse grão (CNA, 2023). No contexto nacional, o município ocupa a 12ª posição entre os maiores produtores agrícolas, reforçando sua importância econômica no setor agropecuário (CONFEA, 2023).

O município de Dourados, MS está localizado na região sudoeste do Mato Grosso do Sul, próximo a serra de Maracaju e da bacia do rio da Prata. Segundo o IBGE (2019), o município é o terceiro maior produtor de milho e o quarto maior produtor de soja do estado. O município possui 1.718 estabelecimentos agropecuários. Dourados se destaca no cenário agrícola do estado, sendo um dos principais produtores de grãos. Em 2022, a cidade cultivou 238.491,58 hectares de soja, o que resultou em uma produção de 778.805,52 toneladas e uma produtividade média de 54,43 sacas por hectare (IBGE, 2023). No mesmo ano, o município produziu cerca de 1,083 milhão de toneladas de milho, ocupando a 10ª posição no ranking nacional de produção desse grão (CNA, 2023).

Os dados coletados foram analisados e serviram para quantificar a análise das percepções dos agricultores sobre fatores estruturais das propriedades e características dos proprietários influenciam a adoção de sistemas de gestão agrícola (*FMIS*), considerando benefícios percebidos e barreiras relacionadas à infraestrutura, suporte técnico e capacidade de investimento do uso das tecnologias digitais de gestão (*FMIS*) nas propriedades rurais.

Uma das decisões mais importantes tomada pelo pesquisador é a escolha do como será feita a coleta de dados, pois sua eficiência dependerá de uma série de condições. A taxa de resposta tende a ser um fator decisivo na escolha do procedimento de coleta de dados (FOWLER JR., 2011).

Em uma pesquisa, existem dois tipos principais de erros: amostrais e não amostrais. Os erros amostrais surgem de problemas na seleção da amostra e no seu tamanho. Por outro lado, os erros não amostrais têm várias causas, como a elaboração inadequada de questionários, com perguntas tendenciosas ou ambíguas, ou o uso incorreto de escalas de medição. Esses erros podem ocorrer devido à complexidade do processo de mensuração, onde múltiplos fatores podem influenciar as medições e os resultados (CHAGAS, 2000). Para este trabalho foi realizado a construção de um questionário estruturado e que foi previamente testado em um teste piloto buscando corrigir vieses na pesquisa.

Segundo Gil (2009) e Parasuraman (1991), a construção do questionário envolve uma

técnica de pesquisa composta por perguntas para coletar informações e gerar dados necessários para atingir os objetivos de um estudo, sendo fundamental nas Ciências Sociais. Sua elaboração deve ser feita de maneira a atender aos objetivos do trabalho, embora não exista uma metodologia única.

O questionário foi elaborado a partir dos construtos discutidos na revisão teórica, contemplando dimensões relacionadas ao perfil do produtor, às características estruturais das propriedades, aos benefícios percebidos do uso dos sistemas digitais de gestão rural, aos motivos para adoção, às funcionalidades efetivamente utilizadas e às limitações enfrentadas pelos agricultores, conforme recomendações para operacionalização empírica de variáveis latentes em pesquisas do tipo *Survey* (GIL, 2009; DEVELLIS, 2016). Essa estruturação buscou assegurar coerência entre os objetivos do estudo, o referencial teórico mobilizado e o desenho metodológico adotado (PARASURAMAN, 1991; FOWLER JR., 2011).

Para esta pesquisa foi construído um questionário estruturado que, segundo Manzato e Santos (2012), deve de forma lógica, refletir os objetivos do estudo e facilitar a aplicação, tabulação e interpretação dos dados. A primeira seção deve conter informações sobre a pesquisa, como o nome da empresa e o número do questionário para controle. Em seguida, são apresentadas as perguntas, que precisam ser claras e objetivas, já que o informante não terá explicações adicionais. Além disso, o questionário deve incluir perguntas de verificação e poucas questões abertas, respeitando sempre a opinião do respondente.

As perguntas podem ser abertas, permitindo respostas livres, ou fechadas, com opções pré-definidas. A escolha entre elas depende dos objetivos da pesquisa. Embora as perguntas abertas forneçam dados qualitativos ricos, elas podem ser mais difíceis de analisar do que as questões fechadas, (MANZATO e SANTOS, 2012). Para essa pesquisa foram utilizadas perguntas fechadas.

Para validação e correção de vieses na pesquisa foi aplicado um teste piloto. Este teste consiste em uma estratégia metodológica que auxilia o pesquisador a validar os instrumentos da pesquisa, pois é aplicado antes dele entrar em contato com os sujeitos delimitados para o estudo (YIN, 2005). Ainda segundo o autor, essa estratégia auxilia na hora de aprimorar os planos para a coleta de dados, tanto em relação ao conteúdo dos dados, quanto aos procedimentos que devem ser seguidos.

Thives (2009) diz que o teste piloto é de suma importância, pois muitos ajustes metodológicos, como também a escolha do campo e dos sujeitos da pesquisa são repensados a partir das análises feitas no processo dos testes realizados com o projeto-piloto. Após o teste piloto foi identificado a necessidade de inclusão de outras três perguntas.

A pesquisa foi aplicada a 103 agricultores, com propriedades rurais produtoras exclusivamente de grãos (soja e milho) localizadas na macrorregião de Corumbá, abrangendo os municípios de Bonito-MS, Guia Lopes da Laguna-MS, Jardim-MS e Nioaque-MS, e na Macrorregião de Dourados, contemplando Dourados-MS, Maracaju-MS, Aral Moreira-MS e Rio Brillhante-MS, selecionados de forma aleatória. Observou-se elevada discrepância no tamanho das áreas produtivas entre as propriedades investigadas, variável que, embora contribua para caracterizar a heterogeneidade do estudo, não foi incorporada diretamente nos modelos estimados. Ainda assim, a abrangência territorial e o procedimento de seleção aleatória reforçam a adequação e a representatividade da amostra para o segmento analisado, conforme recomendações metodológicas para pesquisas do tipo *survey* (GIL, 2009; HAIR et al., 2009).

Estas informações foram utilizadas para a realização de estatísticas descritivas e na construção de modelos que buscam testar as hipóteses do trabalho. Nesta pesquisa, optou-se pela aplicação presencial do questionário, conduzida pelo entrevistador diretamente com o produtor rural. Buscando atingir um maior número de respondentes, buscou-se apoio de cooperativas, associações e empresas da região, as quais possuem contato com agricultores locais que se adequam ao perfil da amostra esperada.

Seguindo a sugestão de DeVellis (2016), o questionário foi agrupado e organizado de modo estruturado. As perguntas são fechadas, uma vez que o objetivo do estudo é realizar testes estatísticos na amostra. Foi adotada a escala Likert de 7 pontos. Para Newman (2006), a utilização de escalas é adequada quando se deseja mensurar a opinião de um indivíduo sobre determinado assunto, pois ela permite a produção de medidas quantitativas que podem ser utilizadas para testar hipóteses.

Foram analisados na aplicação da pesquisa quantitativa, conforme sugerem os autores Beier e Ackerman, 2005; Foster e Rosenzweig, 2010 e Groher *et al.*, 2020, a utilização de ferramentas digitais de gestão rural, analisando os critérios de adoção dessa tecnologia por parte dos produtores e o impacto no benefício percebido quanto ao uso dessas tecnologias indicadores de desempenho das propriedades rurais. Como sugere Callado; Callado; Machado, (2007), foram levantadas as percepções do produtor sobre os benefícios e obstáculos do uso dos *FMIS* e de outras tecnologias de campo na melhoria em indicadores financeiros (gestão financeira, contábil e regulatórios) e não financeiros (ligados a produção rural com a aplicação de insumos a taxas variáveis, custos de operação e utilização de drones para controle de pragas).

A partir do referencial teórico discutido foram formuladas hipóteses de pesquisa que orientaram a especificação dos modelos empíricos estimados neste estudo. Tais hipóteses são

apresentadas de forma sistematizada ao final desta seção e retomadas posteriormente na análise dos resultados.

**Quadro 11 – Síntese das hipóteses de pesquisa**

<b>Hipótese</b>	<b>Enunciado</b>	<b>Dimensão analisada</b>
H1	As características pessoais dos proprietários rurais (idade e nível de escolaridade) influenciam a adoção de FMIS.	Perfil do produtor
H2	A percepção do produtor sobre os benefícios oferecidos pelos FMIS influencia positivamente a adoção, especialmente no que se refere à gestão operacional e administrativa.	Benefícios percebidos
H3	Espera-se que uma maior aversão ao risco esteja associada a uma menor probabilidade de adoção de FMIS.	Comportamento / risco
H4	Os produtores percebem que fatores como capacidade limitada de investimento, desconfiança na tecnologia, falta de qualificação da mão de obra, suporte técnico insuficiente e infraestrutura inadequada influenciam negativamente a adoção de tecnologias e práticas inovadoras.	Barreiras estruturais

## 5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

O capítulo de análise dos resultados apresenta e analisa os dados coletados, contextualizando-os com os objetivos da pesquisa e o referencial teórico. Ele os compara com estudos anteriores e destaca suas contribuições, ao mesmo tempo em que reflete sobre limitações e sugere direções para futuras investigações (YIN, 2015; CRESWELL, 2014; SEVERINO, 2017; MARCONI; LAKATOS, 2003).

Após apresentar os resultados, é essencial uma análise crítica dos achados face a literatura existente. A discussão deve contextualizar os resultados no cenário acadêmico, identificando convergências e divergências com outros estudos, e sugerir direções para futuras pesquisas. Além disso, é importante refletir sobre a validade das hipóteses e teorias envolvidas, considerando tanto os resultados confirmatórios quanto os inesperados, e explorar a aplicação prática dos achados para ampliar a relevância e contribuição da pesquisa (CRESWELL, 2014; MARCONI; LAKATOS, 2003; YIN, 2015).

A análise quantitativa utilizou métodos estatísticos para organizar e interpretar os dados, empregando a estatística descritiva para resumir informações em tabelas, gráficos e medidas como média, moda e desvio padrão, facilitando a visualização e análise de tendências e variações (DIEHL, 2004; GUEDES *ET AL.*, 2015; HUOT, 2002).

Estudos quantitativos de campo seguem um modelo estruturado para testar hipóteses por meio da coleta e análise de dados numéricos, utilizando métodos estatísticos, como estatística descritiva, que resume informações por meio de medidas de tendência central (média, mediana, moda) e dispersão (variância, desvio padrão) para analisar amostras ou populações (POPPER, 1972; MORAES, 2005).

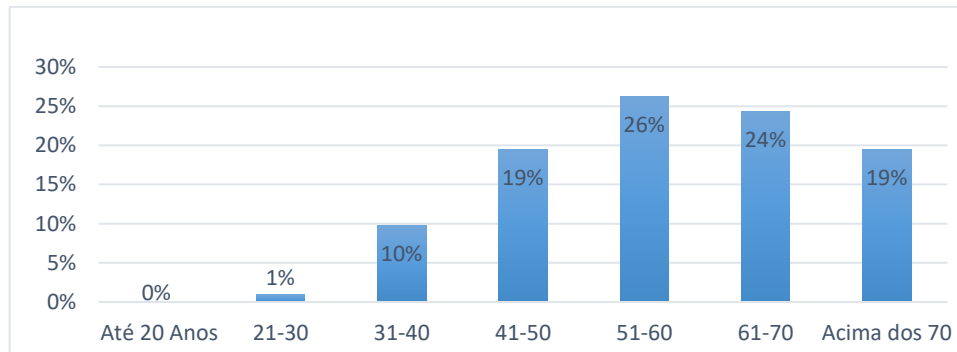
Na próxima seção será apresentada a análise descritiva dos dados obtidos na pesquisa de campo.

### 5.1 ESTATÍSTICA DESCRITIVA DOS RESULTADOS

A estatística descritiva é um passo essencial na análise científica, permitindo organizar, resumir e comunicar padrões observados nos dados coletados. Além de transformar números brutos em informações compreensíveis e úteis, ela revela tendências de forma clara, fundamenta análises subsequentes e orienta a formulação de hipóteses futuras, (WILKS, 1962; TUKEY, 1977; CHATFIELD, 1995; MANN, 2010).

Fez-se uma análise descritiva dos dados da pesquisa onde foi identificado que a idade dos entrevistados teve uma média de 57,6 anos e desvio padrão de 13,49, o que demonstra que a amostra é bem heterogênea quando se trata da idade dos entrevistados (ver gráfico 2).

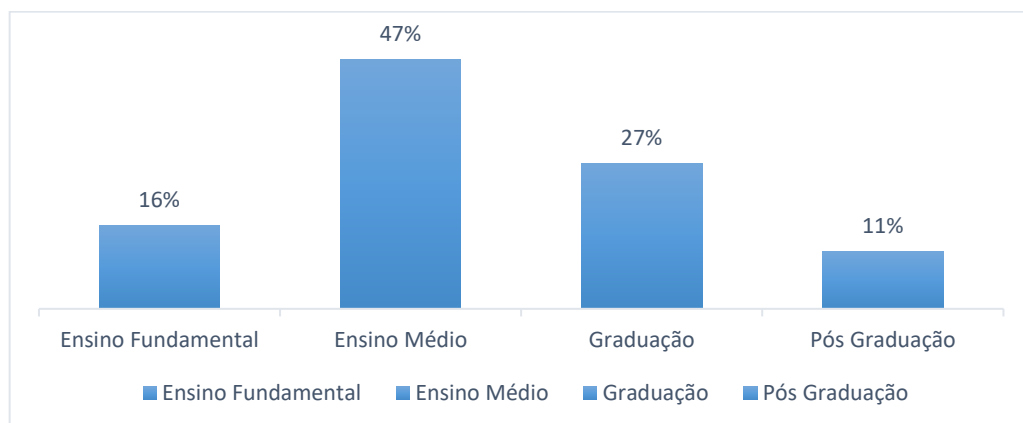
Gráfico 2. Idade dos produtores entrevistados



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

O grau de escolaridade (Gráfico 3) médio dos entrevistados foi de 13,29 anos, apresentando um desvio padrão de 3,56. Estas medidas denotam dados moderadamente dispersos em torno da média, indicando pouca variação na amostra em relação ao nível de escolaridade dos respondentes.

Gráfico 3 – Nível de escolaridade formal

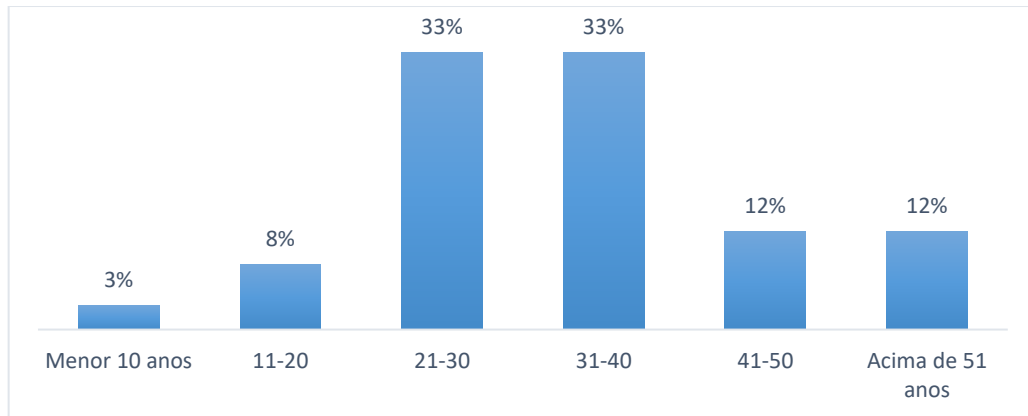


Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

A seção B do questionário abordou as características estruturais da produção rural. O tempo médio dos entrevistados atuando dentro da atividade agrícola é de 33,6 anos, sendo que esta medida apresentou um desvio padrão de 12,20. O alto desvio padrão significa que os valores estão mais dispersos e há maior variabilidade nos dados. É importante destacar que o

produtor que apresenta o menor período dentro da atividade agrícola é de apenas 3 anos e o que tem o maior período 60 anos dentro da atividade agrícola.

Gráfico 4 – Tempo na Agricultura

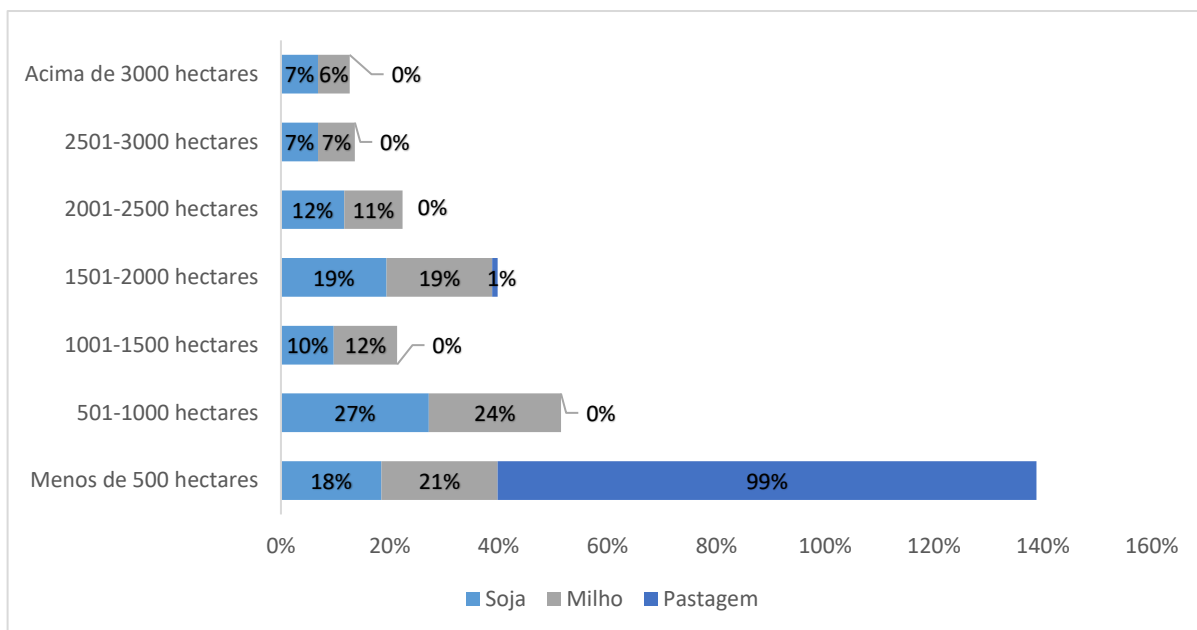


Fontes: Elaborado pelo autor (2024)

Em relação ao tamanho da área cultivada a média ficou em 1.647 hectares e apresentou um desvio padrão de 1.785,53. Os números indicam que 68% dos valores estão no intervalo de  $1.647 \pm 1.785,53$ , ou seja, entre aproximadamente -138,53 e 3432,53. Valores negativos podem não fazer sentido dependendo do contexto, mas isso ocorre porque o desvio padrão é alto. Um desvio padrão elevado em comparação à média revela uma grande dispersão nos dados. Isso significa que os valores individuais apresentam variações consideráveis, podendo ser bem menores ou bem maiores do que a média, conforme demonstrado no gráfico 5.

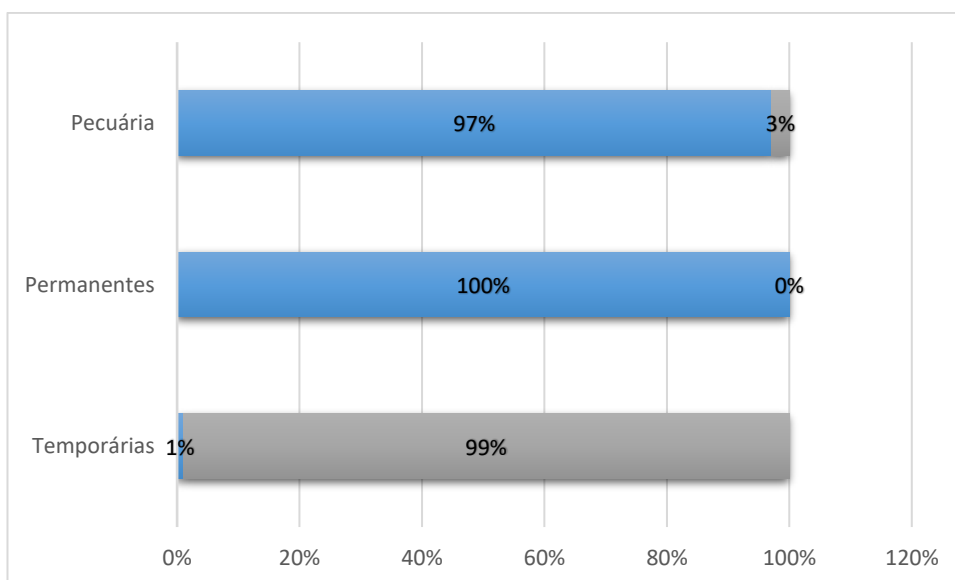
Em relação ao tipo de cultura houve uma média próxima entre os produtores que indicaram as cultivares de milho e soja apresentando médias de 1.647 hectares e 1.609 hectares respectivamente. Isto indica que quase todos os produtores se utilizam no ano safra das duas cultivares.

Gráfico 5 – Área plantada das propriedades entrevistadas



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

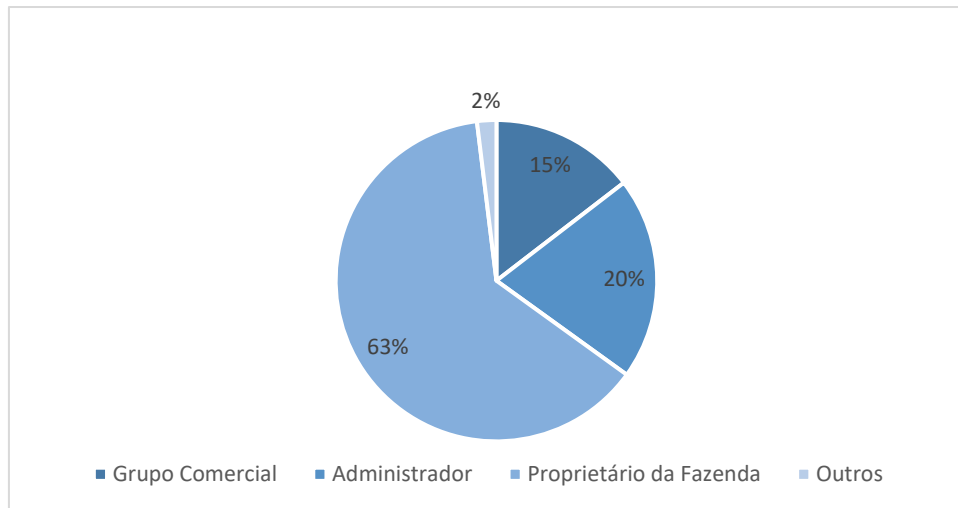
Gráfico 6 – Tipo de Cultura das propriedades



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

A gestão das propriedades em 63% dos casos é realizada pelos proprietários das fazendas. Por outro lado, 20% indicaram que essa gestão é realizada por um administrador ou gestor e 15% indicaram que a gestão é realizada por um grupo comercial. Ainda, os dados apresentaram uma média de 2,52 com desvio padrão de 0,76 o que mostra que os valores estão, em média, a 0,76 unidades da média. A maioria dos dados está próxima da média, variando entre cerca de 1,76 e 3,28.

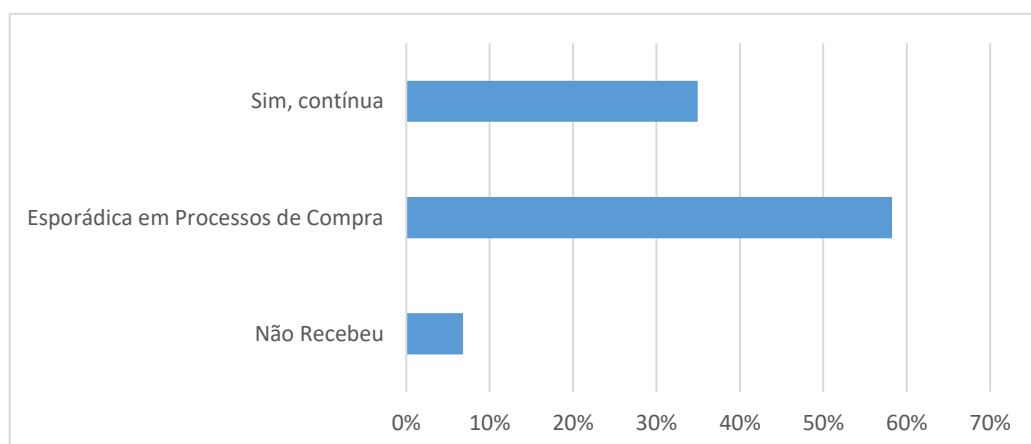
Gráfico 7 – Gestor das propriedades entrevistadas



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Os resultados indicaram que 58% dos agricultores entrevistados relataram ter recebido assistência técnica ou suporte relacionado a *softwares* de gestão de forma esporádica, o que evidencia uma limitação na continuidade do acompanhamento especializado no setor. A análise estatística apresentou uma média de 2,3 e um desvio padrão de 0,6, indicando baixa dispersão dos dados, logo, maior consistência nos resultados obtidos. Considerando uma variação de um desvio padrão acima e abaixo da média, observa-se que a maioria dos valores está concentrada no intervalo entre 1,7 e 2,9, o que reforça a homogeneidade das respostas fornecidas pelos participantes e demonstra um padrão relativamente uniforme de percepção em relação ao recebimento desse tipo de assistência.

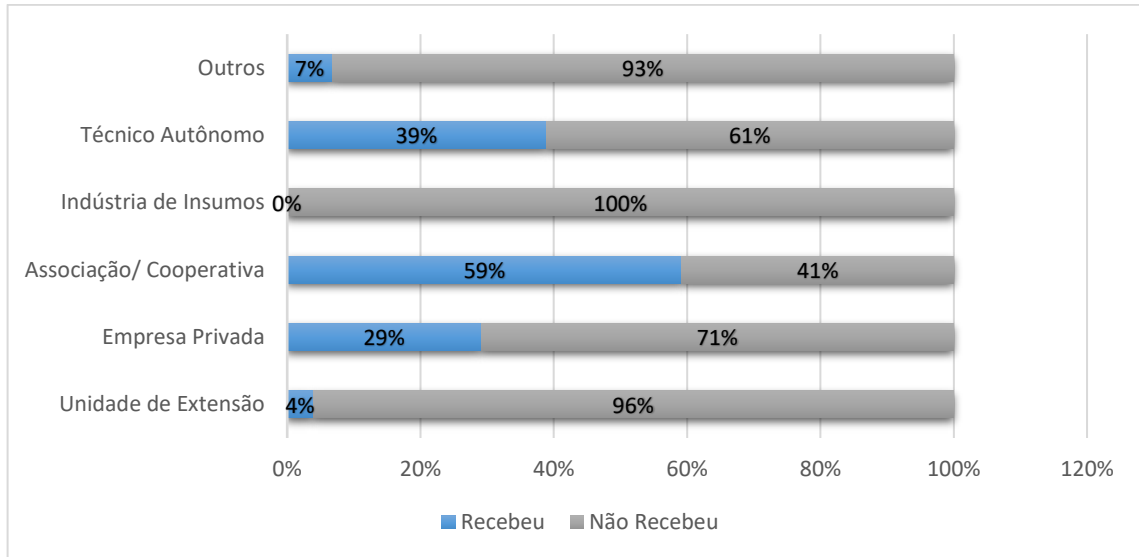
Gráfico 8 – Propriedades que receberam assistência técnica



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Cerca de 59% dos agricultores responderam que receberam assistência técnica de Associação e Cooperativa e 39% apontaram ter recebido assistência técnica de técnico agrônomo. Ainda, 29% responderam que foram atendidos por empresas privadas que prestam esse tipo de serviço.

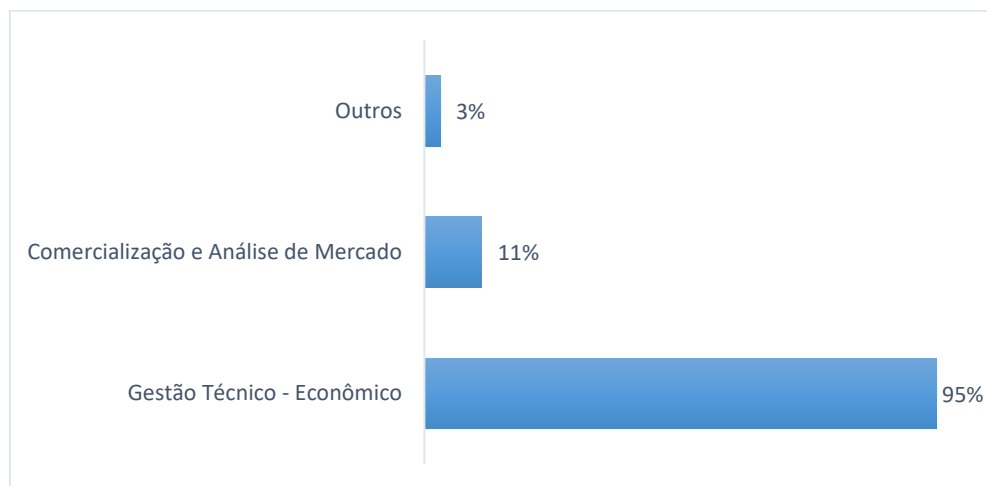
Gráfico 9 – Tipo de Assistência Técnica Oferecida



Fonte: Elabora pelo autor (2024)

A expressiva maioria dos agricultores, em torno de 95%, indicou que a assistência técnica recebida foi de gestão técnico-econômico. O percentual dos respondentes indicando ter recebido 11% de assistência para comercialização e análise de mercado indica que os produtores utilizam mais de uma assistência em algumas propriedades.

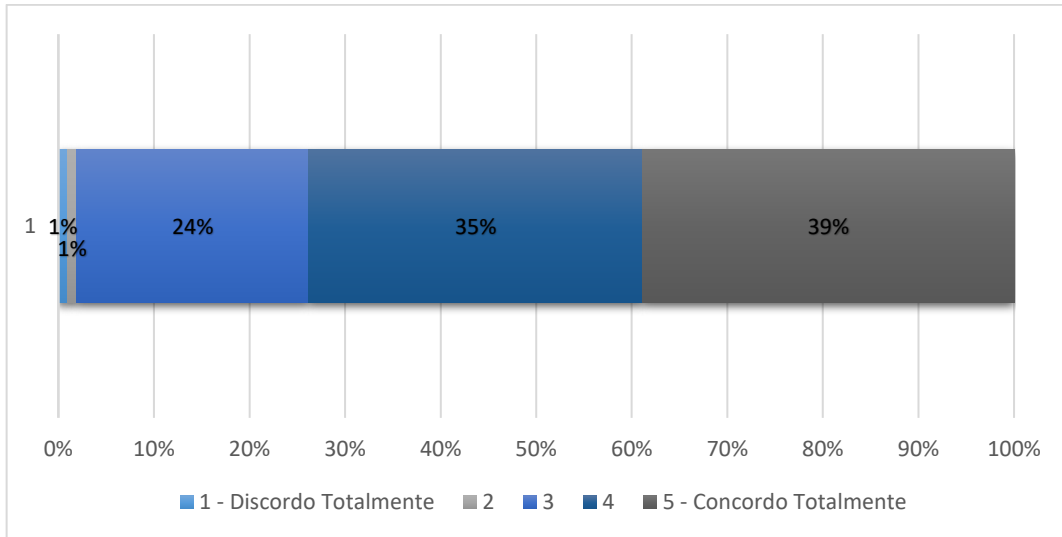
Gráfico 10 – Finalidade de Assistência Técnica



Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Foi avaliada a aversão ao risco na tomada de decisões de negócios, perguntando se o agricultor optaria por uma decisão mais segura, mesmo com menor retorno financeiro. A maioria (74%) concordou com essa afirmativa na escala Likert.

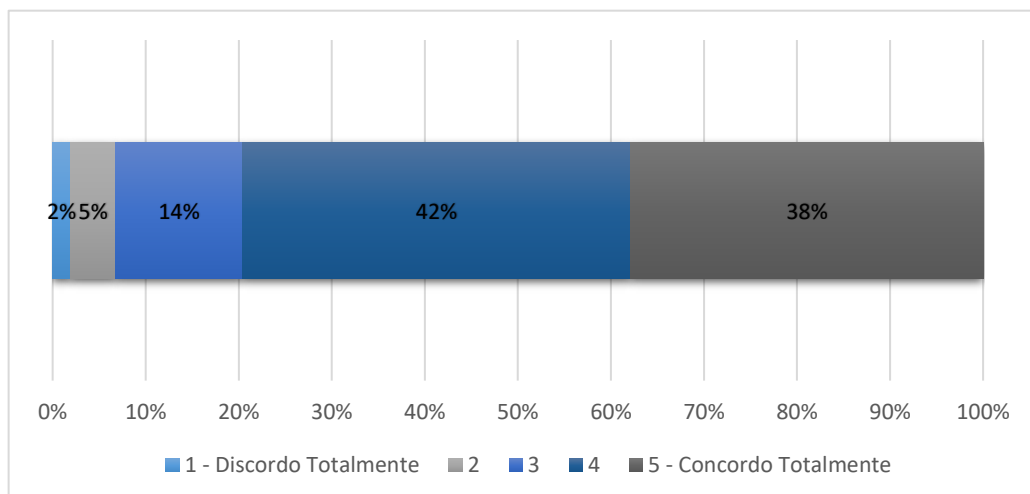
Gráfico 11 – Aversão ao Risco



Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Ainda buscando entender a relação do produtor quanto a sua tomada de decisão, foi perguntado se a tomada de decisão está baseada principalmente em seus conhecimentos empíricos. Em resposta obteve-se que em torno de 80% desses agricultores confiam no seu conhecimento anterior para a tomada de decisão.

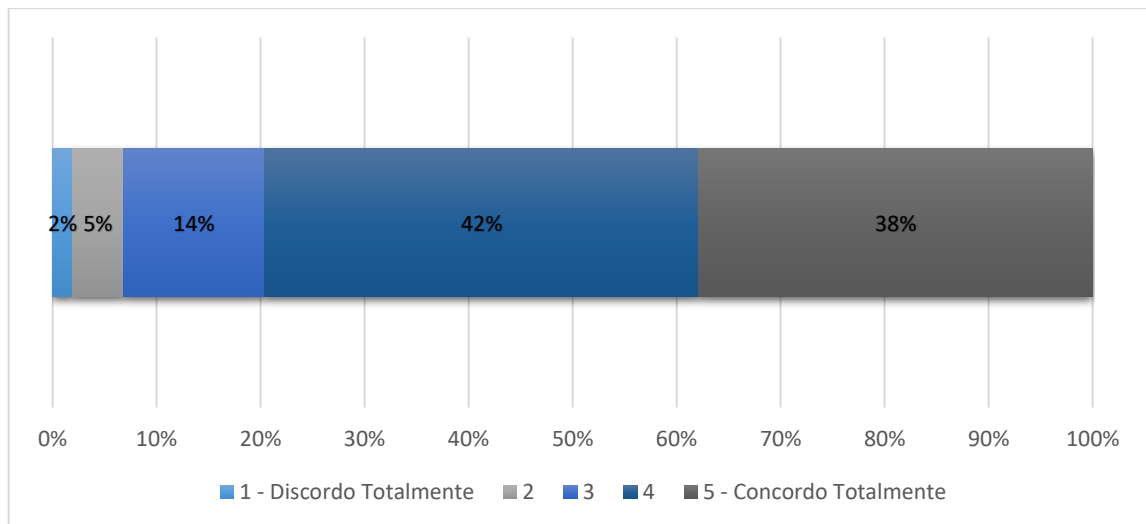
Gráfico 12 – Autoconfiança e tomada de decisão



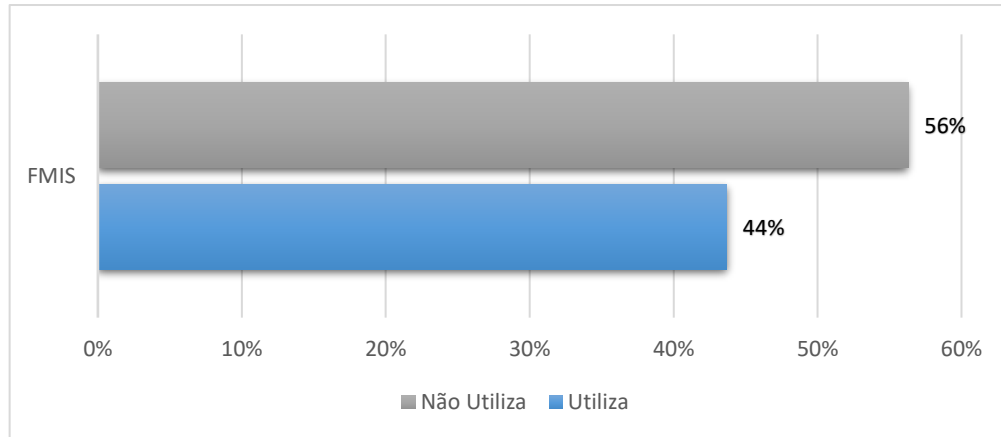
Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Para investigar a predisposição dos produtores rurais em relação à adoção de novas tecnologias, foi questionado se apresentavam interesse prévio em testar inovações tecnológicas disponíveis no mercado para suas propriedades. Aproximadamente 56% dos respondentes manifestaram concordância com essa disposição na escala Likert, ao passo que 37% indicaram ausência dessa predisposição.

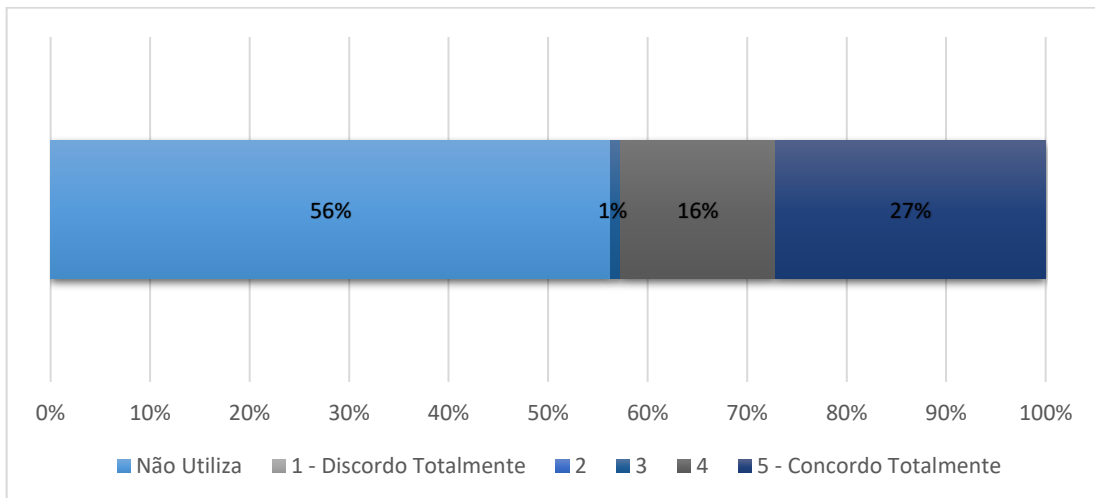
Gráfico 13 – Inovação (Uso de Novas Tecnologias)



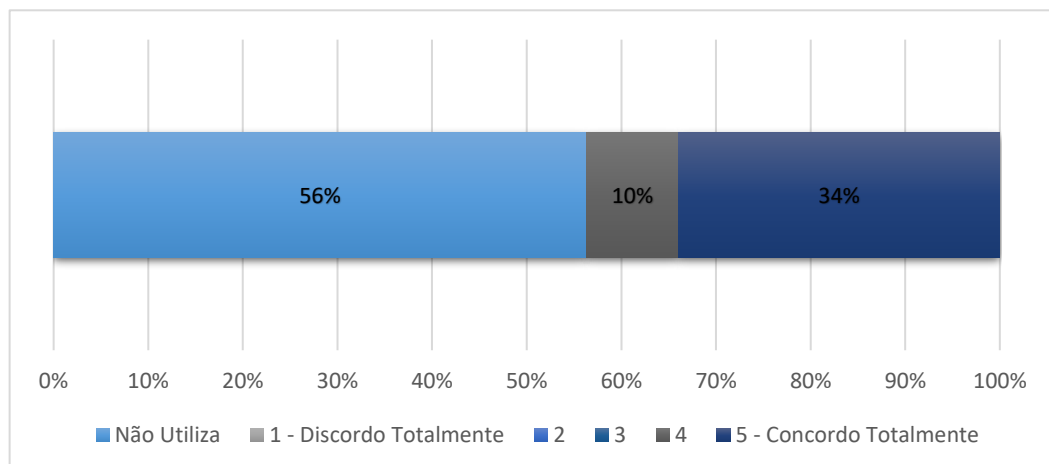
Em relação à utilização dos FMIS (*Farm Management Information Systems*) e aos benefícios percebidos pelos produtores, 56% dos entrevistados indicaram fazer uso deles, enquanto 44% não os utilizam. Entretanto, apenas 27% concordaram que os FMIS contribuem para uma maior lucratividade financeira da propriedade rural. Esse percentual também foi baixo quando questionados sobre a contribuição dos FMIS para a melhoria da operacionalização das atividades produtivas. Por outro lado, 34% dos participantes relataram que os FMIS auxiliam na redução do tempo gasto ou no melhor controle das atividades. Quanto às questões legais e regulatórias, 39% dos produtores concordaram que os FMIS contribuem para a organização desses aspectos.

Gráfico 14 – Produtores que utilizam ou não os *FMIS*

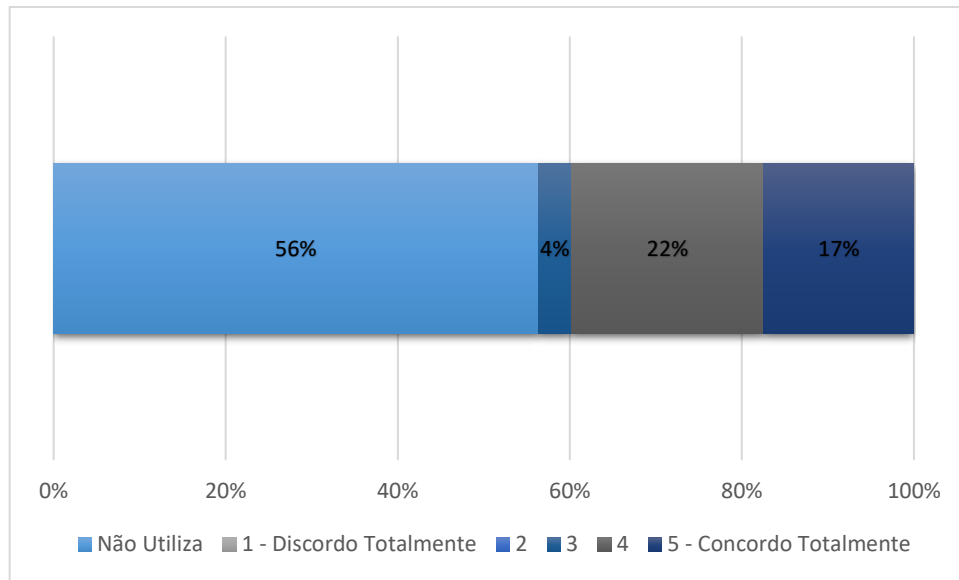
Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Gráfico 15 – Uso dos *FMIS* para a melhorar a lucratividade da propriedade

Fonte: elaborado pelo autor (2024)

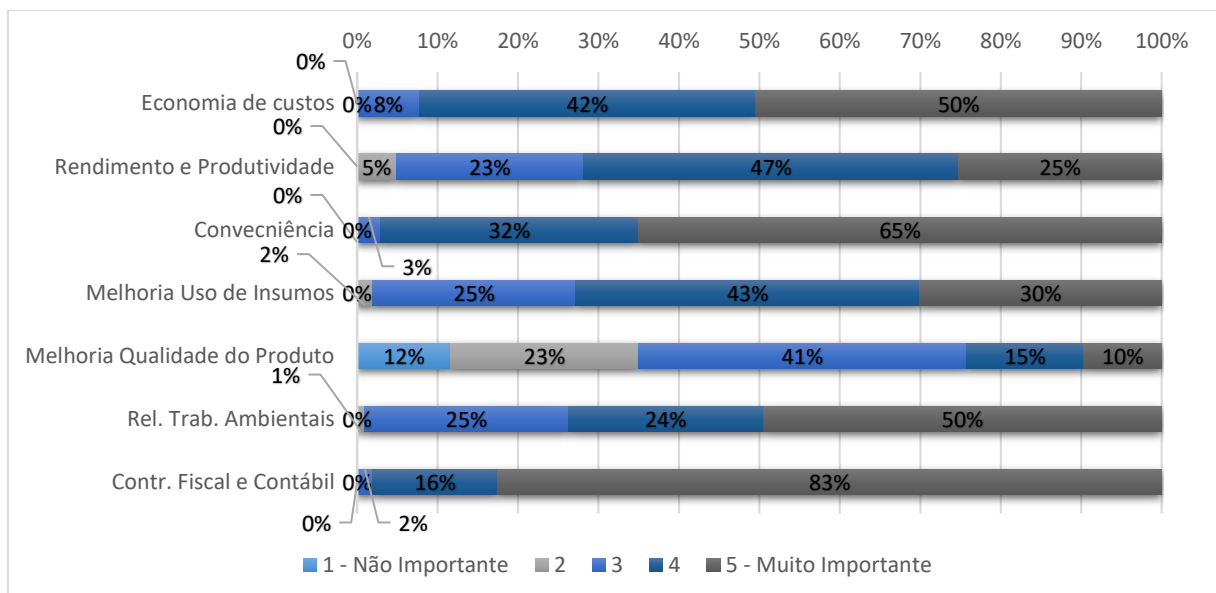
Gráfico 16 – Uso dos *FMIS* para uma melhor Operacionalização das atividades

Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Gráfico 17 – O uso do *FMIS* para atender exigências legais

Fonte: elaborado pelo autor (2024)

De acordo com a pesquisa realizada, foi questionado aos produtores sobre as funcionalidades e a aplicação dos FMIS (*Farm Management Information Systems*) em suas propriedades agrícolas. Os resultados indicaram que 39% dos entrevistados utilizam o sistema para a gestão econômica, financeira ou contábil, enquanto 43% empregam a ferramenta na gestão técnico-operacional das atividades produtivas. Além disso, 37% dos produtores relataram utilizar os FMIS para a gestão de pessoas.

Gráfico 18 – Fatores que influenciam a adoção dos *FMIS*

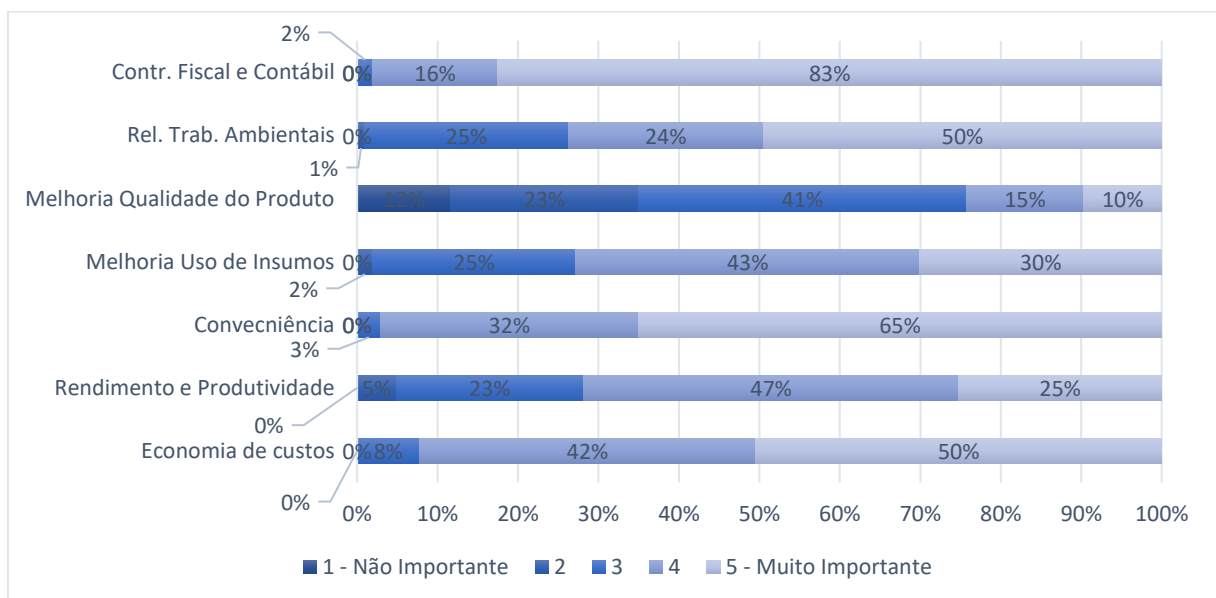
Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Para compreender os fatores que influenciam a adoção ou que poderiam motivar o produtor a utilizar um FMIS, foram elencados sete principais motivos:

- Redução de custos;
- Conveniência;
- Redução de danos ambientais;
- Melhoria na qualidade;
- Cumprimento da legislação;
- Controle fiscal e contábil.

O percentual de 72% dos respondentes considera a redução de custos um motivo relevante para a adoção dos FMIS, enquanto 65% destacaram a conveniência como fator importante. Além disso, 74% dos entrevistados acreditam que os FMIS contribuem para um melhor controle dos impactos ambientais, auxiliando na prevenção de danos por meio do monitoramento do uso de insumos. Por outro lado, 76% dos participantes não consideram os FMIS relevantes para a melhoria da qualidade do produto. A importância dos FMIS para o uso otimizado dos insumos agrícolas foi indicada por 73% dos agricultores. Por fim, o controle fiscal e contábil foi apontado como o principal motivo para o uso dos FMIS, com 99% dos respondentes o destacando, configurando-se como o resultado mais expressivo da pesquisa em relação à percepção positiva de uso da ferramenta.

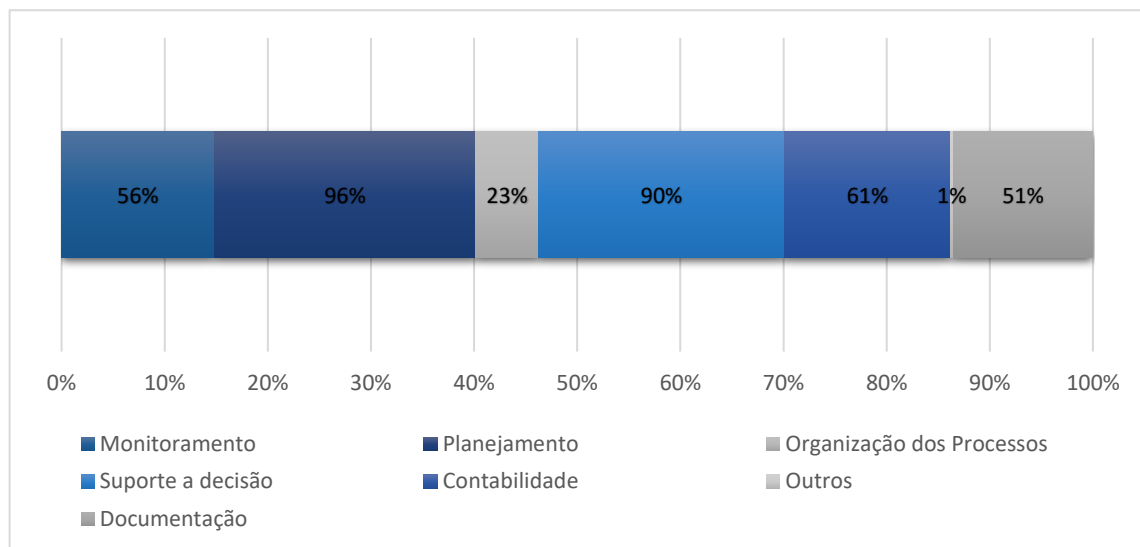
Gráfico 19 – Motivo para uso dos *FMIS*



Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Com base nos dados apresentados no gráfico 20, verificou-se que os entrevistados identificaram diferentes propósitos para o uso dos *FMIS*, destacando-se o planejamento das atividades, citado por 96% dos participantes, e o suporte à tomada de decisão, apontado por 90% dos respondentes, como os principais fatores motivadores para a adoção dessas ferramentas digitais. Além disso, a contabilidade foi mencionada por 61% dos agricultores como um dos usos relevantes, seguida pelo monitoramento das operações, indicado por 56% dos entrevistados. Em contrapartida, observa-se menor adesão ao uso dos *FMIS* para fins de documentação (51%) e organização de processos (23%), enquanto a categoria “outros” apresentou apenas 1%, evidenciando que a aplicação dos sistemas está majoritariamente concentrada em funções estratégicas e operacionais diretamente relacionadas à gestão e à tomada de decisões.

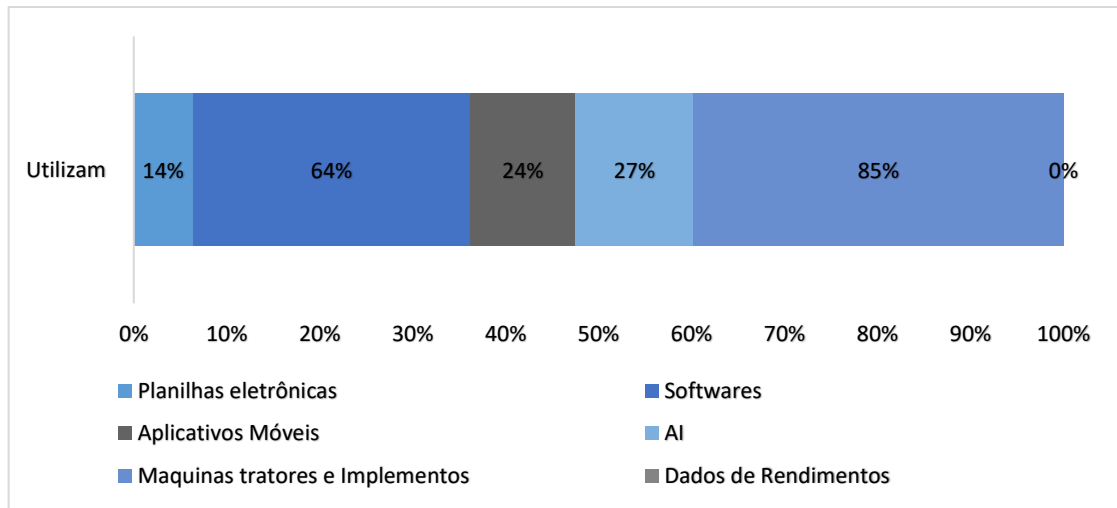
Gráfico 20 – Propósitos para Uso dos *FMIS*



Fonte: elaborado pelo autor (2024)

No gráfico 21 foi indagado qual o perfil dos sistemas utilizados por cada entrevistado. Do total, 64% indicaram utilizar sistema informatizado/software específico e customizado. Apenas 14% dos respondentes indicaram utilizar planilhas eletrônicas e outros 88 respondentes, ou seja, 85% dos entrevistados, mencionaram utilizar configuração de máquinas de tratores e implementos como sistemas de gestão da atividade de produção. Contudo, esse perfil analisado de forma isolada não corresponde a um *FMIS* propriamente dito, o que talvez possa não possuir uma correlação direta com o uso dos *FMIS* na análise dos dados. A inteligência artificial foi mencionada por apenas 27% das respostas dos produtores.

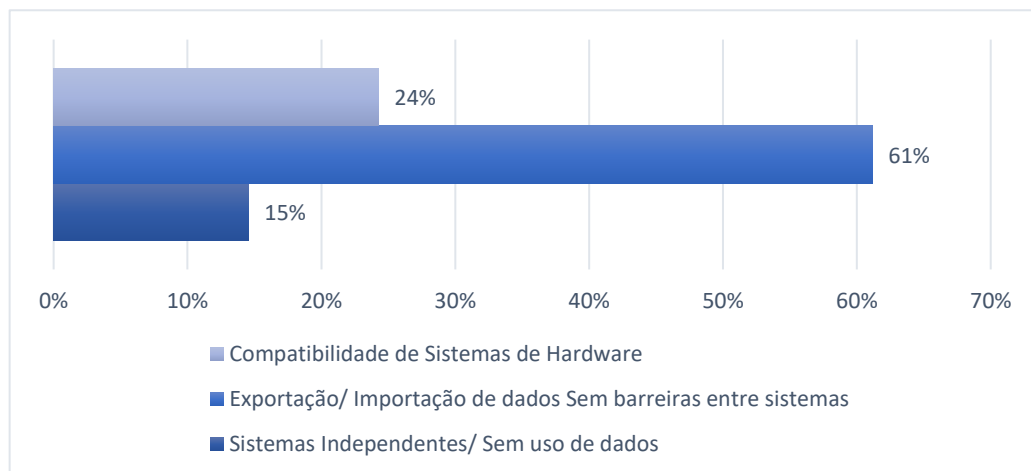
Gráfico 21 – Perfil do sistema utilizados pelos produtores



Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Do total de respondentes, 61% indicaram que conseguem fazer gestão e integração dos dados sem barreiras entre sistemas. Outros 24% indicaram compatibilidade entre os sistemas utilizados na fazenda como os mapas de produtividade e softwares de gestão. Já 15% disseram que utilizam sistemas independentes sem a possibilidade de uso de dados. E do total de respondentes 24% indicaram compatibilidade entre os sistemas utilizados na fazenda como os mapas de produtividade e softwares de gestão.

Gráfico 22 – Integração entre os dados nas propriedades entrevistadas

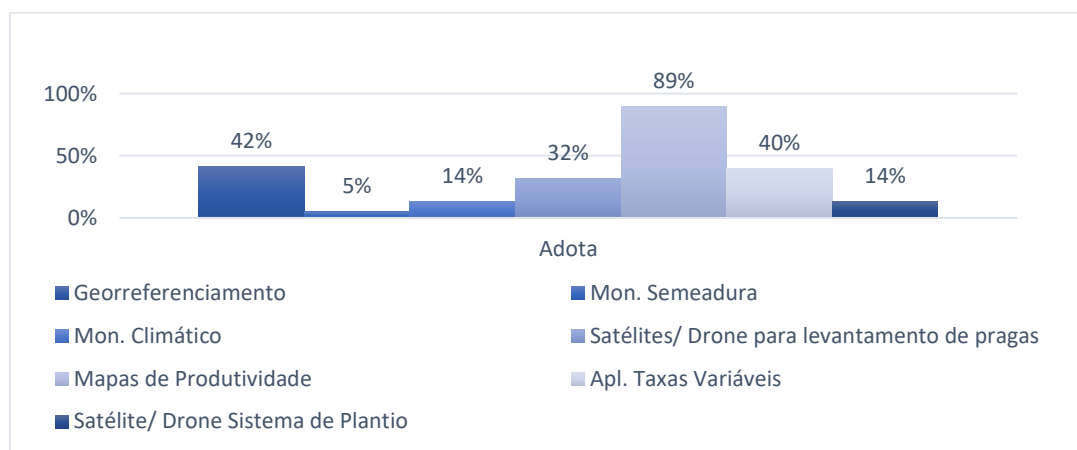


Fonte: elaborado pelo autor (2024)

No contexto da adoção de tecnologias voltadas à produção de grãos, observou-se que mais de 80% dos entrevistados relataram utilizar imagens de satélite e drones, amostragem georreferenciada de solo e monitoramento climático, excluindo-se, neste caso, a irrigação e os

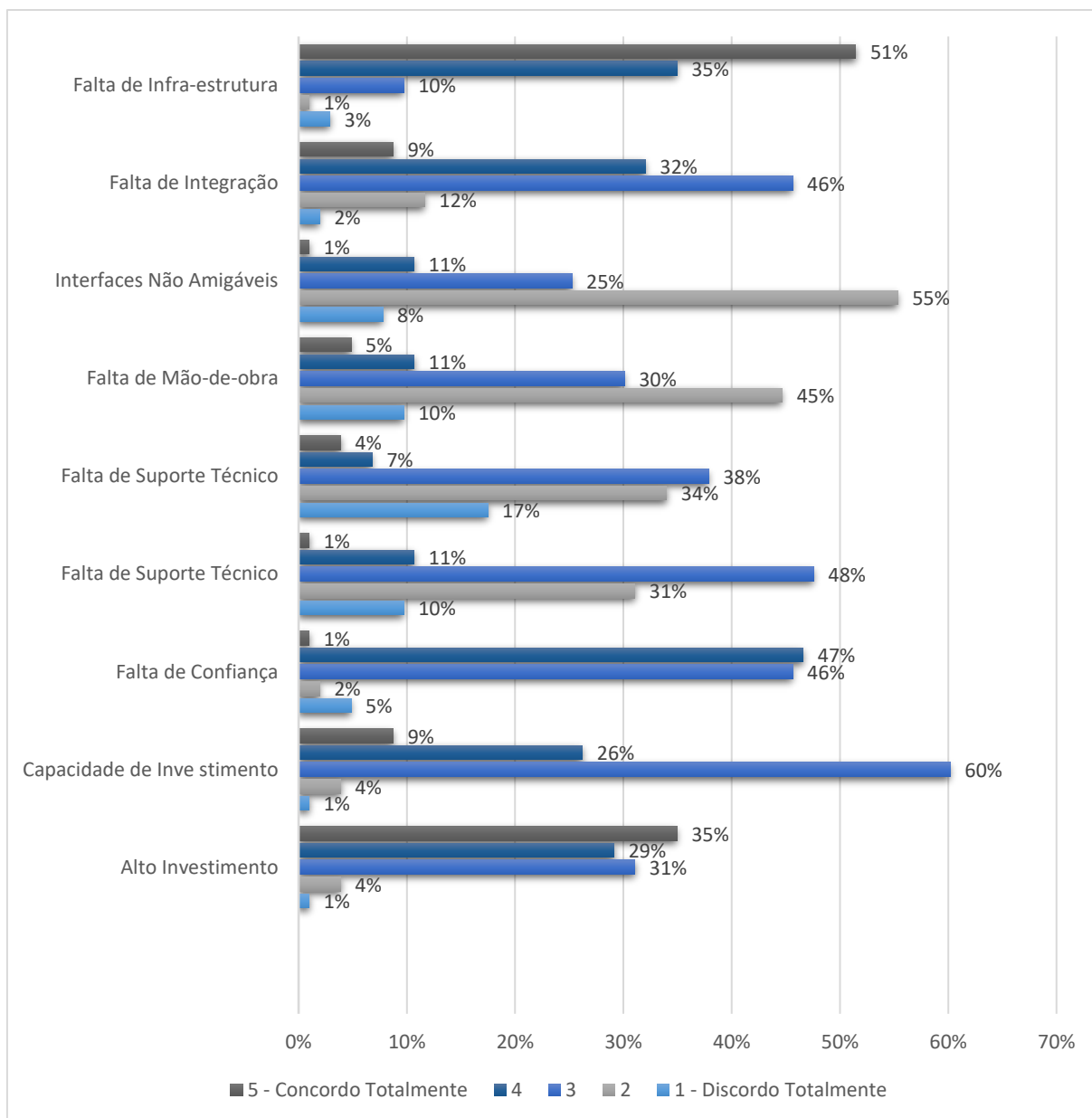
mapas de produtividade. Dentre essas ferramentas, a amostragem georreferenciada de solo apresentou maior destaque, sendo empregada por 42% dos produtores em associação aos mapas de produtividade. Além disso, 89% dos participantes indicaram utilizar essa tecnologia especificamente para o acompanhamento da produção de grãos. As imagens de satélite e drones, por sua vez, foram mencionadas por 32% dos respondentes como recurso para o levantamento de pragas. Já a aplicação em taxa variável foi adotada por 40% dos produtores, evidenciando a diversificação no uso de tecnologias voltadas ao manejo e otimização da produção agrícola.

Gráfico 23 – Tecnologias digitais utilizadas pelos produtores entrevistados



Fonte: elaborado pelo autor (2024)

No gráfico 24 se observa que na perspectiva dos produtores entrevistados, os principais fatores limitantes para a adoção dos *FMIS* concentram-se em aspectos estruturais e financeiros. O alto investimento necessário para a implementação dessas tecnologias foi apontado por 64% dos respondentes como um dos entraves mais significativos, demonstrando que o custo ainda representa uma barreira relevante para grande parte dos agricultores. Ainda, a falta de confiança nos sistemas foi mencionada por 48% dos entrevistados, evidenciando a necessidade de maior segurança, credibilidade e clareza quanto aos benefícios proporcionados pelos *FMIS*. Por fim, a falta de infraestrutura foi o fator que apresentou maior impacto, sendo destacada por 86% dos entrevistados, o que indica que, mesmo havendo interesse na adoção dos *FMIS*, a ausência de condições adequadas, como conectividade e integração tecnológica, podem limitar o uso efetivo desses sistemas.

Gráfico 24 – Fatores limitantes da adoção dos *FMIS*

Fonte: elaborado pelo autor (2024)

## 5.2 FATORES DE ADOÇÃO DAS *FMIS* PELOS AGRICULTORES ENTREVISTADOS: MODELO CONCEITUAL

Um modelo conceitual é uma representação simplificada e visual de uma ideia ou sistema complexo. Por meio de diagramas ou gráficos, um modelo conceitual conecta os pontos principais de um assunto, destacando como diferentes partes se relacionam entre si. Esses modelos ajudam a traduzir conceitos abstratos em algo que se pode ver e manipular mentalmente, tornando-os uma ferramenta essencial para explicar ideias, resolver problemas e

desenvolver novas perguntas. Em áreas como a engenharia ou a tecnologia, eles ajudam a projetar e melhorar sistemas complexos, como bancos de dados ou redes de comunicação, ao mostrar os principais elementos e as interações entre eles (KNACKSTEDT *et al.*, 2014). O modelo conceitual apresentando neste capítulo foi desenvolvido com o objetivo de visualizar a relação entre as variáveis que levam a adoção dos Sistemas de Informação e Gestão Rural pelos agricultores entrevistados, além de possibilitar que hipóteses sejam testadas a partir dos dados levantados.

Segundo Huot (2002), a hipótese de investigação é uma resposta provisória sugerida pelo pesquisador para uma questão levantada com base em um problema de pesquisa. Estatísticas da amostra, como média, desvio padrão e mediana, são usadas para estimar os valores reais da população, chamados de parâmetros. Em um estudo, duas hipóteses podem ser formuladas: a hipótese nula ( $H_0$ ), que afirma que a intervenção experimental não provocou mudanças, e a hipótese alternativa ( $H_1$ ), que sugere que houve alterações devido à intervenção.

A decisão de rejeitar ou não a hipótese nula depende dos resultados do teste estatístico e do nível de significância adotado. Se a hipótese nula for rejeitada, aceita-se a hipótese alternativa. Caso contrário, não é possível confirmar ou descartar a hipótese alternativa. Ao formular hipóteses, é essencial identificar as variáveis e suas relações, pois isso é crucial para construir o modelo que guiará a pesquisa.

Por meio desta representação, pode-se observar como os benefícios e limitação de adoção dos *FMIS*, podem impactar a adoção desta tecnologia. O modelo conceitual desenvolvido neste estudo explora como fatores individuais, comportamentais e estruturais afetam a adoção dos *FMIS* entre produtores de grãos. As hipóteses foram formuladas para testar a influência das características pessoais, dos benefícios percebidos, da aversão ao risco e das barreiras estruturais.

Fountas *et al.* (2015), afirmam que os *FMIS* são ferramentas desenvolvidas e projetadas com o propósito de serem uma ajuda inovadora de apoio a tomada de decisão eficaz na produção agrícola. Contudo, a sua implantação ainda depende da estrutura disponível nas fazendas. Além disso, a decisão de adotar novas tecnologias é influenciada por fatores individuais, como idade e nível de escolaridade. Agricultores mais jovens e com maior nível educacional tendem a ser mais receptivos à inovação, enquanto produtores mais velhos ou com menor acesso à educação podem apresentar maior resistência à implementação de *FMIS* (NIKKILÄ *et al.*, 2010; SORENSEN *et al.*, 2010a). Deste modo propõem-se as seguintes hipóteses:

**Hipótese H1: As características pessoais dos proprietários rurais (idade e nível de escolaridade) influenciam a adoção de *FMIS*.**

A hipótese de que o uso dos *FMIS* melhora a eficiência operacional nas propriedades agrícolas pode ser justificada pela capacidade desses sistemas organizarem e processarem dados agrícolas de maneira estruturada e automatizada. Sorensen *et al.* (2010) apontam que os *FMIS* auxiliam na coleta, armazenamento e disseminação de dados essenciais para o gerenciamento de operações agrícolas. Ao mesmo tempo, Murakami *et al.* (2007) destacam que interfaces amigáveis, funções de processamento automático e escalabilidade, são aspectos que contribuem para uma maior eficiência e capacidade de adaptação às necessidades da fazenda.

Além disso, a possibilidade de integração com tecnologias avançadas, como softwares de gestão e aplicativos inteligentes, sugere que os *FMIS* não só facilitam a coleta de dados, mas também possibilitam uma análise mais rápida e informada para tomada de decisão, o que é essencial para a competitividade no setor agrícola (Nikkilä *et al.*, 2010). Adaptar-se aos requisitos globais de importação também um fator crucial no que tange a decisão de adoção de tecnologias.

A utilização dos *FMIS* tem sido amplamente reconhecida como uma ferramenta essencial para a modernização da gestão rural, contribuindo significativamente para a eficiência operacional e administrativa. Souza e Lopes (2024) destacam que, no contexto da Agricultura 4.0, os *FMIS* integram tecnologias que otimizam processos, automatizam atividades e monitoram indicadores, proporcionando maior produtividade e redução de custos. Além disso, Bio (2008) e Padoveze (2009) enfatizam que sistemas de informação confiáveis auxiliam gestores a tomar decisões mais precisas e estratégicas, ao transformar dados em conhecimento prático. Esses sistemas também apoiam a sustentabilidade das propriedades, integrando técnicas de agricultura de precisão que garantem o uso eficiente de recursos naturais e aumento da produtividade agrícola. Esses fatores em conjunto justificam a hipótese H2:

**Hipótese H2: A percepção do produtor sobre os benefícios oferecidos pelos *FMIS* influencia positivamente a adoção, especialmente no que se refere à gestão operacional e administrativa.**

A tomada de decisão na agricultura envolve, por natureza, risco, e a introdução de novas tecnologias pode gerar incertezas quanto ao retorno do investimento e à confiabilidade dos

sistemas. Produtores com maior nível de aversão ao risco tendem a adiar ou evitar a adoção de FMIS, preferindo manter métodos tradicionais de gestão (FOUNTAS *et al.*, 2015).

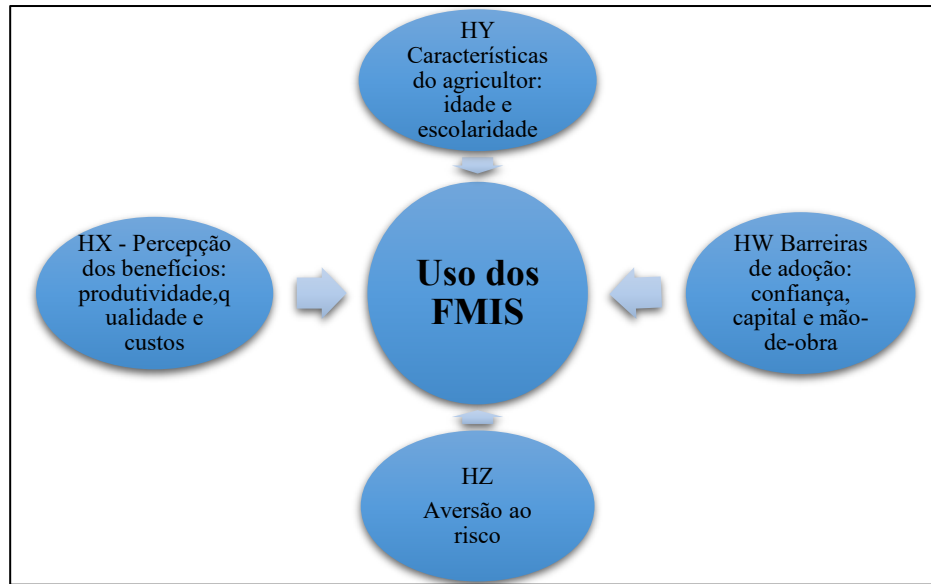
**Hipótese H3: Espera-se que uma maior aversão ao risco esteja associada a uma menor probabilidade de adoção de *FMIS*.**

O nível de complexidade de processamento de dados e na interpretação dos resultados gerados pelos sistemas pode ser um fator que dificulta sua utilização. Algumas funções podem ser limitadas nos softwares tais como a de rastreabilidade, garantia de qualidade e melhores práticas. Essa limitação pode ser atribuída à dificuldade em desenvolver sistemas que integrem efetivamente essas funções, uma vez que requerem um alto nível de sofisticação na análise de dados. Estudos anteriores indicam que muitos *FMIS* ainda não incorporam essas funcionalidades de forma robusta, o que pode ser um reflexo das demandas técnicas e da variabilidade nas práticas agrícolas (Smith *et al.*, 2019). Apesar dos potenciais benefícios oferecidos pelos FMIS, diversos fatores podem dificultar sua implementação, como limitação da capacidade de investimento, desconfiança em relação à tecnologia e a falta de qualificação da mão-de-obra. Essas limitações restringem a capacidade dos agricultores de explorar plenamente as vantagens dessas tecnologias, sobretudo em pequenas e médias propriedades (TEKINERDOGAN *et al.*, 2019). Portanto propõem-se que:

**Hipótese H4: Os produtores percebem que fatores como capacidade limitada de investimento, desconfiança na tecnologia, falta de qualificação da mão de obra, suporte técnico insuficiente e infraestrutura inadequada influenciam negativamente a adoção de tecnologias e práticas inovadoras.**

A figura 6 trata de representação do modelo conceitual.

**Figura 6 – Modelo conceitual de análise utilizado.**



Fonte: elaborado pelo autor (2024)

As hipóteses formuladas neste estudo fundamentam-se em contribuições teóricas consolidadas na literatura, conforme sistematizado no Quadro 12, que apresenta os principais autores utilizados como base para a definição de cada construto analítico.

**Quadro 12 – Justificativas das hipóteses**

Hipótese	Autores
• <i>H1: Características do agricultor</i>	Sorensen <i>et al.</i> (2010); Murakami <i>et al.</i> (2007); (Nikkilä <i>et al.</i> , 2010)
• <i>H2: Percepção dos benefícios</i>	Souza e Lopes (2024); Bio (2008); Padoveze (2009)
• <i>H3: Aversão ao risco</i>	(Fountas <i>et al.</i> , 2015)
• <i>H4: Barreiras de adoção</i>	(Smith <i>et al.</i> , 2019); Tekinerdogan <i>et al.</i> , 2019

Fonte: Elaborado pelo autor em 2024

### 5.3 RESULTADO DA ANÁLISE ECONOMETRICA

Dependendo das variáveis do objeto da investigação pode-se usar um método estatístico específico para comparar e testar hipóteses (BABBIE, 1999; FOWLER JR, 2011). Nesta dissertação foi utilizado para tratamento e análise dos dados quantitativos o modelo PROBIT.

Conforme afirma Amemiya (1981), o modelo PROBIT surgiu das aplicações em modelos de respostas qualitativas, tanto pelo argumento do teorema do limite central como, também, por causa da popularidade da propriedade de distribuição normal em estatísticas em geral.

Segundo Carrer, Souza Filho e Vinholis (2013), nos modelos PROBIT, a variável a ser explicada é de escolha qualitativa, por exemplo, uma tecnologia apresenta ou não apresenta benefícios. Ao verificar se uma tecnologia apresenta ou não benefícios, pode-se pressupor que o produtor considera as vantagens e desvantagens marginais de utilizar as tecnologias de gestão rural para melhorar os processos e etapas de produção. Como os parâmetros dessa decisão não são geralmente observáveis, para cada propriedade rural  $i$ , pode ser definida uma variável latente.

$$\gamma_i^* = \beta'X_i + u_i \quad i = 1, \dots, N,$$

Ainda segundo Carrer, Souza Filho e Vinholis (2013),  $X$  denota um conjunto de variáveis explicativas. O padrão observado de percepção de benefício pode ser descrito por uma variável dummy,  $y$ , tal que  $y_i=1$  se o produtor  $i$  utiliza e percebe o benefício,  $y_i=0$  se esse produtor não utiliza ou não percebe o benefício com o uso da tecnologia. Esses valores observados de  $y$  são relacionados com  $y^*$  da seguinte forma:

$$y_i = 1 \text{ se } y_i^* > 0$$

$$y_i = 0 \text{ caso contrário}$$

No modelo PROBIT, uma distribuição normal é escolhida para  $F(\beta'X)$ . Esse modelo assume que a variável dependente que possui valores discretos de zero e um (variável binária). Conforme o que foi abordado pela pesquisa, refere-se as Unidades produtoras de grãos que utilizam um *FMIS* condicionada por um conjunto de variáveis explicativas que justificam os fatores que influenciam a escolha  $X \equiv (X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{ik})$ . O modelo econométrico calcula a resposta condicionados a um conjunto de variáveis, definidas a partir de uma hipótese teórica (CARRER, SOUZA FILHO E VINHOLIS, 2013). Neste trabalho o uso das tecnologias digitais direcionadas ao cultivo de grãos surge como variável dependente, identificados com o valor  $y$ .

A equação  $y = h(x,u)$ , que descreve o processo de escolha, dados os valores de  $X_i$ . Porém, o termo de erro não é observado, logo, a escolha dos agentes não é determinística. A probabilidade de respondentes selecionarem um determinado resultado é definida como a

probabilidade condicional do conjunto de variáveis explicativas e do termo de erro. Assim, na equação, a variável dependente binária, assumir valores de 1 e 0, assim:

O modelo PROBIT não é linear aos parâmetros, portanto, os estimadores são obtidos pelo método da máxima verossimilhança. O cálculo da mudança na probabilidade é obtido como a derivada parcial em relação à variável explicativa e por ser uma função não linear o resultado muda dependendo dos valores das variáveis explicativas (GREENE, 2003). A mudança na probabilidade é geralmente avaliada tomando a média das variáveis explicativas como ponto de referência. Para a execução do modelo, foi utilizado o software R Studio.

### 5.3.1 Variáveis explicativas do modelo econométrico

Para a análise do modelo foram codificadas as perguntas chaves utilizadas para estruturar cada hipótese. Essa codificação permitiu que o modelo fosse rodado dentro do software R Studio.

No modelo de regressão PROBIT apresentado, a variável dependente é a adoção do **FMIS**, que indica a ocorrência ou não de um fenômeno específico, no caso, a adoção de uma tecnologia ou prática inovadora no setor agropecuário. Esta variável é dicotômica, assumindo valor 1 para adotantes e 0 para não adotantes. A análise de variáveis dependentes binárias é comum em estudos de adoção de tecnologias, permitindo identificar os fatores que influenciam a decisão dos produtores em implementar novas práticas (VINHOLIS *et al.*, 2020).

As variáveis explicativas do modelo incluem características demográficas, barreiras à adoção, nível educacional, motivações econômicas e aversão ao risco. Essas variáveis são representadas de forma quantitativa ou categórica, conforme apropriado.

A inclusão dessas variáveis no modelo visa capturar os diversos aspectos que podem influenciar a adoção de inovações no contexto agropecuário. Estudos indicam que fatores como idade, nível educacional, barreiras percebidas e aversão ao risco desempenham papéis significativos na decisão de adoção de novas tecnologias pelos produtores rurais (PROCÓPIO *et al.*, 2024).

Compreender os elementos que impulsionam ou dificultam a adoção dessas tecnologias é essencial para o desenvolvimento de políticas públicas e estratégias voltadas à modernização do setor agrícola.

O modelo incluiu quatro grupos de variáveis explicativas:

- I. Características demográficas (idade e escolaridade);

- II. Barreiras percebidas (capacidade de investimento, confiança na tecnologia e mão de obra qualificada);
- III. Motivações econômicas (produtividade, qualidade e controle fiscal);
- IV. Aversão ao risco.

As distribuições dessas variáveis, bem como seus padrões iniciais de associação com a adoção dos sistemas digitais de gestão rural, são apresentadas nos gráficos subsequentes, os quais sintetizam o comportamento da amostra quanto às características socioeconômicas dos produtores, às percepções sobre benefícios e às barreiras à adoção de FMIS.

### Quadro 13 - Descrição das variáveis que impulsionam ou dificultam a adoção dos FMIS

Variável	Descrição
Adoção de sistemas integrados (y)	Variável binária (*dummy*), que assume valor 1 se o agricultor adotou um sistema de produção integrado (Integrated Farming System – IFS), e 0 em caso contrário.
Idade (x <sub>1</sub> )	Idade do agricultor, expressa em anos.
Educação (x <sub>2</sub> )	Variável binária (*dummy*), que assume valor 1 se o agricultor possui diploma universitário, e 0 caso contrário.
Aversão ao risco (x <sub>3</sub> )	Variável proxy para a propensão ao risco do agricultor. É medida por meio de uma escala de Likert, com base no grau de concordância com a seguinte afirmação: “No que se refere aos negócios, prefiro a opção mais segura, mesmo sabendo que posso ganhar menos.” A escala varia de 1 (discordo totalmente) a 5 (concordo totalmente). Valores mais elevados indicam maior inclinação à aversão ao risco.
Produção (x <sub>4</sub> )	Variável ordinal medida em escala de Likert de 1 (nada importante) a 5 (muito importante), baseada na afirmação: “Melhorar os rendimentos e a produtividade é uma razão importante para adotar um FMIS.”
Qualidade (x <sub>5</sub> )	Variável ordinal medida em escala de Likert de 1 (nada importante) a 5 (muito importante), em resposta à afirmação: “Melhorar a qualidade do produto é uma razão importante para adotar um FMIS.”
Controle (x <sub>6</sub> )	Variável ordinal medida em escala de Likert de 1 (nada importante) a 5 (muito importante), relativa à afirmação: “Aprimorar o controle fiscal e contábil é uma razão importante para adotar um FMIS.”
Capex (x <sub>7</sub> )	Variável ordinal medida em escala de Likert de 1 (discordo totalmente) a 5 (concordo totalmente), baseada na concordância com a seguinte afirmação: “Uma barreira potencial à adoção de um FMIS é a capacidade de investimento da propriedade rural.”
Confiabilidade (x <sub>8</sub> )	Variável ordinal medida em escala de Likert de 1 (discordo totalmente) a 5 (concordo totalmente), derivada da afirmação: “Uma barreira potencial à adoção de um FMIS é a falta de confiança nas recomendações ou a incompletude das soluções oferecidas para atender às necessidades do agricultor.”
Mão de obra (x <sub>9</sub> )	Variável ordinal medida em escala de Likert de 1 (discordo totalmente) a 5 (concordo totalmente), em relação à afirmação: “Uma barreira potencial à adoção de um FMIS é a falta de mão de obra qualificada para operar os softwares/tecnologias.”

Fonte: elaborado pelo autor (2024)

## 5.4 ANÁLISE DO MODELO PROBIT EM RSTUDIO

Esta seção estará dividida em 2 subseções. A primeira subseção trará os resultados obtidos a partir da estimação do modelo PROBIT, assim como os testes necessários para validar os resultados apresentados. Já a segunda subseção busca compreender a relação entre a adoção dos *FMIS* e os fatores que influenciam essa decisão. Para isso, foram formuladas quatro hipóteses centrais, construídas a partir do arcabouço conceitual as quais fundamentam a investigação empírica e direcionam a interpretação dos achados explorando as relações entre as variáveis explicativas e a variável dependente a fim de compreender os fatores que impulsionam ou dificultam a adoção de tecnologias digitais no setor agropecuário.

### 5.4.1 Critérios de ajuste do modelo empregado

A estatística descritiva é essencial para analisar a adoção dos FMIS pelos produtores rurais, permitindo identificar padrões e variabilidade nos dados (HAIR *et al.*, 2019). A seguir, são apresentadas as médias e desvios padrão das principais variáveis, comparando adotantes e não adotantes para destacar diferenças significativas, a fim de destacar diferenças estatisticamente significativas (ASHRAF *et al.*, 2009).

**Quadro 14 – Estatística descritiva para as variáveis do modelo.**

ADOTANTES			NÃO ADOTANTES		
Variável	Média	Desvio Padrão	Variável	Média	Desvio Padrão
Log_AGE	56,517	12,581	Log_AGE	59,044	14,599
ESC_ENSINO_MEDIO	0,552	0,502	ESC_ENSINO_MEDIO	0,356	0,484
AVERSAO_AO_RISCO	3,690	0,842	AVERSAO_AO_RISCO	4,622	0,576
MOT_PRODUT	3,759	0,865	MOT_PRODUT	4,133	0,726
MOT_QUAL	2,569	1,156	MOT_QUAL	3,267	0,915
MOT_CONT	4,793	0,409	MOT_CONT	4,822	0,490
BAR_ADO_CAP	3,552	0,705	BAR_ADO_CAP	3,156	0,737
BAR_ADO_CONF	3,310	0,821	BAR_ADO_CONF	3,444	0,693
BAR_ADO_MDO	2,828	0,861	BAR_ADO_MDO	2,222	1,020

Fonte: elaborado pelo autor (2024)

A análise estatística realizada por meio do modelo PROBIT revelou os principais determinantes da adoção de FMIS entre os produtores rurais. Para avaliar a qualidade de ajuste do modelo, foram empregados diversos testes estatísticos, incluindo log-verossimilhança,

Critério de Informação de Akaike (AIC), Critério de Informação Bayesiano (BIC) e taxa de acerto de classificação.

O log-likelihood do modelo ajustado foi de -41,54 com 10 graus de liberdade. O log-likelihood indica o ajuste do modelo aos dados, sendo que valores menos negativos são desejáveis, pois sugerem uma melhor adequação às observações (GREENE, 2018). Para efeito de comparação, o modelo nulo, que não inclui variáveis explicativas, apresentou um log-likelihood de -70,57. Isso sugere que a inclusão das variáveis explicativas melhorou substancialmente a explicação da variável dependente *FMIS*.

Para avaliar o ajuste do modelo, foram utilizados os critérios de informação AIC e BIC. O AIC do modelo PROBIT foi de 103,09, enquanto o do modelo nulo foi 143,14. O AIC é um critério de seleção de modelos que penaliza a complexidade excessiva, sendo que modelos com valores menores de AIC são preferíveis (AKAIKE, 1974). O BIC do modelo ajustado foi 129,43, comparado com 145,78 do modelo nulo. O BIC segue uma lógica semelhante ao AIC, mas impõe uma penalização maior para o aumento no número de parâmetros, favorecendo modelos mais simples (SCHWARZ, 1978). Os valores reduzidos de AIC e BIC do modelo ajustado em relação ao modelo nulo reforçam sua superioridade na predição da variável resposta *FMIS*.

Além disso, foi analisada a distribuição das probabilidades preditas pelo modelo. Os valores preditos indicam uma distribuição entre 0,0027 e 0,9998, com uma mediana de 0,605. Isso sugere que o modelo produz probabilidades bem distribuídas ao longo do intervalo da variável dependente, refletindo a influência das variáveis explicativas. Para mensurar a precisão do modelo, calculamos a taxa de acerto, que foi de 78,64%. Esse índice é um indicativo da capacidade preditiva do modelo, sendo um bom resultado em contextos aplicados.

Ainda foi aplicado o Teste de Razão de Verossimilhança (LTR - Likelihood Ratio Test) que compara a qualidade do ajuste entre o modelo completo (com todas as variáveis explicativas) e o modelo nulo (sem variáveis explicativas). Neste caso, o valor do LTR foi 58,06, com 9 graus de liberdade, indicando uma diferença significativa entre os modelos. O p-valor extremamente baixo ( $\approx 3,17e-09$ ) sugere que o modelo ajustado fornece um ajuste significativamente melhor do que o modelo nulo. Isso significa que pelo menos uma das variáveis explicativas tem um efeito estatisticamente significativo sobre *FMIS*, justificando sua inclusão no modelo PROBIT.

Os resultados obtidos demonstram que o modelo PROBIT apresenta um ajuste adequado aos dados, conforme indicado pelos critérios log-likelihood, AIC, BIC e pelo teste LTR. A taxa de acerto de 78,64% reforça sua capacidade de predição. Dessa forma, o modelo pode ser

considerado uma ferramenta estatisticamente robusta para a análise de dados binários. A escolha da regressão PROBIT é particularmente útil quando se assume que a relação entre a variável dependente e as variáveis independentes segue uma distribuição normal cumulativa, tornando-se uma alternativa eficaz à regressão logística em determinados contextos analíticos.

Os resultados da regressão PROBIT permitem analisar os determinantes da adoção das Ferramentas de digitais de gestão no setor agropecuário. A variável dependente, *FMIS*, indica se um produtor adotou ou não essas tecnologias, enquanto as variáveis explicativas refletem diferentes fatores que podem influenciar essa decisão. A tabela 13 apresenta os dados dos modelos PROBIT:

**Quadro 15 - Resultados do modelo PROBIT: fatores determinantes de adoção dos *FMIS***

Variável	Estimate	Std.Error	Z.value	P.value
(Intercept)	-1,7663	3,7325	-0,4732	0,6361
log_AGE	0,8729	0,7149	1,2211	0,2220
BAR_ADO_CAP	0,4780	0,2410	1,9832	0,0473
BAR_ADO_CONF	-0,6026	0,2450	2,4595	0,0139
BAR_ADO_MDO	0,5151	0,2100	2,4524	0,0142
ESC_ENSINO_MEDIO	0,7594	0,3450	2,2008	0,0278
MOT_QUAL	-0,4406	0,1982	2,2234	0,0262
MOT_PRODUT	-0,4524	0,2111	2,1430	0,0321
MOT_CONT	0,6691	0,4438	1,5079	0,1316
AVERSAO_AO_RISCO	-0,7114	0,2573	2,7647	0,0057
Log-Likelihood	-41,5426			
AIC	103,0851			
BIC	129,4324			
Null Deviance	141,1432			
Residual Deviance	83,0851			

Fontes: Elaborado pelo autor (2025)

De forma complementar, foram examinados indicadores adicionais de desempenho preditivo, diagnósticos de multicolinearidade, efeitos marginais médios e a matriz de classificação do modelo, apresentados nas tabelas subsequentes. Os resultados apontam elevada capacidade discriminatória, evidenciada pelos valores da AUC e da acurácia, além de baixos escores de Brier, sugerindo boa calibração das probabilidades estimadas. A matriz de confusão indica elevado percentual de acertos na identificação de adotantes e não adotantes, corroborando a consistência das previsões geradas pelo modelo. Os fatores de inflação da variância permanecem em níveis reduzidos, indicando ausência de problemas relevantes de

colinearidade entre as variáveis explicativas, enquanto os efeitos marginais quantificam a intensidade e o sentido com que cada fator afeta a probabilidade de adoção dos FMIS, fornecendo subsídios diretos para a avaliação das hipóteses formuladas.

**Quadro 16 – Métricas de ajuste do modelo PROBIT**

<b>Métrica</b>	<b>Valor</b>
Log-verossimilhança (ln L)	-41,543
Log-verossimilhança nula (ln L0)	-70,572
Razão de verossimilhança (G <sup>2</sup> )	58,058
Pseudo R <sup>2</sup> (McFadden)	0,411
Pseudo R <sup>2</sup> (Máxima Verossimilhança – R <sup>2</sup> _ML)	0,431
Pseudo R <sup>2</sup> (Cragg & Uhler – R <sup>2</sup> _CU)	0,578
Teste de Hosmer–Lemeshow ( $\chi^2$ / p-valor)	14,012 / 0,081
Área sob a curva ROC (AUC)	0,9
Intervalo de confiança 95% (AUC)	[0,833; 0,953]
Brier Score	0,125
Acurácia	0,845
Sensibilidade	0,879
Especificidade	0,8
AUC – validação cruzada (10 dobras)	0,872 ± 0,175
Brier Score – validação cruzada	0,153 ± 0,089

Fontes: Elaborado pelo autor (2025)

**Quadro 17 – Diagnóstico de multicolinearidade (VIF)**

<b>Variável</b>	<b>VIF</b>
log_AGE	1,19
BAR_ADO_CAP	1,19
BAR_ADO_CONF	1,43
BAR_ADO_MDO	1,47
ESC_ENSINO_MEDIO	1,22
MOT_QUAL	1,63
MOT_PRODUT	1,19
MOT_CONT	1,35
AVERSAO_AO_RISCO	1,31

Fontes: Elaborado pelo autor (2025)

**Quadro 18 - Efeitos marginais médios (AME)**

Variável	AME	Erro-padrão	z	P-valor	Limite inferior	Limite superior
AVERSAO_AO_RISCO	-0,163	0,053	-3,113	0,0019	-0,266	-0,061
BAR_ADO_CAP	0,11	0,052	2,106	0,035	0,008	0,212
BAR_ADO_CONF	-0,138	0,051	-2,696	0,007	-0,239	-0,038
BAR_ADO_MDO	0,118	0,044	2,694	0,007	0,032	0,204
ESC_ENSINO_MEDIO	0,174	0,074	2,367	0,018	0,03	0,319
log_AGE	0,201	0,16	1,25	0,211	-0,114	0,515
MOT_CONT	0,154	0,099	1,551	0,121	-0,041	0,348
MOT_PRODUT	-0,104	0,045	-2,289	0,022	-0,193	-0,015
MOT_QUAL	-0,101	0,042	-2,388	0,017	-0,184	-0,018

Fontes: Elaborado pelo autor (2025)

**Quadro 19 - Matriz de Confusão do modelo**

Previsto	Observado = 0	Observado = 1	Frequência
0	36	7	43
1	9	51	60

Fontes: Elaborado pelo autor (2025)

De modo sintético, a combinação dos testes de ajuste e das métricas de desempenho indica que a especificação adotada é estatisticamente consistente para analisar a decisão de adoção dos FMIS. Os resultados sugerem que diferentes dimensões individuais, produtivas e estruturais exercem papéis distintos nesse processo decisório, o que reforça a pertinência do modelo proposto. Com base nesse conjunto de evidências, passa-se, na subseção seguinte, à avaliação sistemática das hipóteses de pesquisa.

## 5.5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DAS HIPÓTESES

A análise estatística dos dados coletados permite compreender como diferentes fatores influenciam a adoção dos *FMIS* pelos produtores rurais. A adoção de novas tecnologias no setor agrícola é influenciada por diversos fatores, entre eles as características pessoais do produtor rural, como idade e escolaridade.

Não obstante, a adoção dos *FMIS* está também intrinsecamente ligada à percepção dos produtores rurais sobre os benefícios dessas ferramentas, principalmente no que diz respeito à gestão operacional e administrativa. O modelo PROBIT revelou relações significativas entre diferentes motivações e barreiras para adoção, reforçando a hipótese de que a forma como os

produtores enxergam os *FMIS* impacta diretamente sua decisão de incorporá-los às suas atividades.

Os resultados obtidos a partir da estimação do modelo PROBIT são apresentados e discutidos nesta seção de acordo com as hipóteses formuladas no arcabouço conceitual. A análise busca identificar os principais determinantes que influenciam a adoção dos *FMIS* entre os produtores rurais, considerando características pessoais, benefícios percebidos, aversão ao risco e barreiras estruturais. Cada hipótese é examinada individualmente, com base tanto em estatísticas descritivas quanto nas estimativas econométricas, permitindo uma compreensão mais abrangente de como fatores comportamentais, econômicos e institucionais moldam as decisões de adoção tecnológica no setor agrícola.

### 5.5.1 Hipótese H1 – Características pessoais do produtor (idade e escolaridade)

A Hipótese H1 propôs que as características pessoais — especificamente idade e escolaridade — influenciam a probabilidade de adoção dos *FMIS*.

No modelo PROBIT estimado, as variáveis `log_AGE` e `ESC_ENSINO_MEDIO` foram incluídas como fatores explicativos da adoção dos *FMIS*, permitindo uma análise mais aprofundada do seu impacto.

A variável `log_AGE`, que representa a idade do produtor rural em escala logarítmica, apresentou um coeficiente positivo (0.8729), indicando que, à medida que a idade do produtor aumenta, há um efeito positivo sobre a adoção dos *FMIS*. A variável que representa a idade, transformada em escala logarítmica (`log_AGE`), foi utilizada para reduzir a assimetria na distribuição da amostra, o que melhora a validade das inferências do modelo Probit. Embora não tenha sido realizada uma comparação formal com um modelo quadrático, a escolha do logaritmo é justificada por sua forte base teórica na literatura de economia agrícola, pois representa adequadamente a ideia de que os retornos (ou o impacto da idade) são decrescentes em estudos de adoção de tecnologia (GREENE, 2018). No entanto, o p-valor dessa variável foi 0.2220, o que sugere que o efeito da idade não é estatisticamente significativo. Esse resultado está alinhado com estudos anteriores que indicam que a idade pode ter efeitos ambíguos na adoção de tecnologias: enquanto produtores mais velhos podem ter maior experiência e recursos financeiros para adotar novas práticas (Feder *et al.*, 1985), eles também podem ser mais resistentes à mudança e à adoção de novas tecnologias (Rogers, 2003).

A variável `ESC_ENSINO_MEDIO`, que representa a escolaridade do produtor rural, apresentou um coeficiente positivo e estatisticamente significativo (0.7594, p-valor = 0.0278),

indicando que o ensino médio completo aumenta a probabilidade de adoção dos *FMIS*. Esse achado corrobora a literatura sobre difusão de tecnologia agrícola, que destaca a importância da educação na assimilação de novas tecnologias. Estudos indicam que o nível de escolaridade dos produtores rurais está positivamente associado à adoção de práticas agrícolas sustentáveis e tecnologias digitais (GENIUS et al., 2006; ASHRAF et al., 2015; BROWN et al., 2016; MULWA et al., 2021). Silva *et al.* (2023), aponta a escolaridade como um fator crucial para a adoção de novas tecnologias no setor agropecuário pois, contribui para um melhor entendimento dos benefícios das inovações e facilita a adaptação às ferramentas digitais no setor agrícola.

As estatísticas descritivas revelaram que os adotantes de *FMIS* apresentaram uma média de *log\_age* ligeiramente menor (56,52 anos; DP = 12,58) em comparação aos não adotantes (59,04 anos; DP = 14,60). Além disso, a proporção de produtores que concluíram o ensino médio foi substancialmente maior entre os adotantes (55,2%) do que entre os não adotantes (35,6%), sugerindo uma possível relação entre escolaridade e adoção de tecnologia. Esses achados iniciais foram aprofundados pelos resultados da regressão PROBIT. Esses resultados reforçam a hipótese de que fatores pessoais, como idade e nível educacional, influenciam positivamente a adoção dos *FMIS*, sugerindo que produtores mais jovens e com maior nível de instrução estão mais propensos a incorporar tecnologias inovadoras na gestão agrícola.

Dessa forma, os resultados corroboram a hipótese de que características pessoais dos produtores rurais, como idade e escolaridade, desempenham um papel fundamental na adoção dos *FMIS*. Embora a idade não tenha se mostrado estatisticamente significativa no modelo PROBIT, sua relação com a adoção pode estar atrelada a outros fatores, como experiência e resistência à inovação. Por outro lado, a escolaridade teve um impacto positivo e significativo, destacando a importância do acesso à educação como facilitador da modernização agrícola

Portanto, enquanto a idade não se mostrou determinante, a escolaridade desempenha papel decisivo ao prover recursos cognitivos e informacionais que capacitam os produtores a compreenderem, avaliar e implementar tecnologias digitais de gestão.

### 5.5.2 Hipótese H2 – Benefícios percebidos

A Hipótese H2 sugeria que a percepção dos benefícios oferecidos pelos FMIS, especialmente em termos de eficiência operacional, melhoria da qualidade e controle fiscal e contábil, influenciaria positivamente a adoção.

As motivações para adoção das *FMIS* também desempenham um papel relevante como fatores de adoção a tecnologia. A variável *MOT\_PRODUT*, que representa a motivação pela produtividade, apresentou um coeficiente negativo e estatisticamente significativo (-0,4524;  $p = 0,0321$ ), indicando que, embora os produtores demonstrem interesse em aumentar a produtividade, podem enfrentar obstáculos que dificultam a adoção das *FMIS*. De acordo com Silva e Almeida (2022), a motivação para ganhos produtivos é essencial para a incorporação de novas tecnologias, mas fatores como custos iniciais elevados e falta de infraestrutura podem inibir esse processo. Nesse sentido, a literatura destaca que a simples intenção de melhorar a produtividade não é suficiente se não houver condições adequadas para a implementação das inovações tecnológicas (OLIVEIRA; SANTOS, 2021). Ainda a média entre os não adotantes foi 4,133 (DP = 0,726), enquanto entre os adotantes foi 3,759 (DP = 0,865), indicando que aqueles que adotam *FMIS* tendem a atribuir menor importância a essa motivação. Esse resultado sugere que os produtores que priorizam ganhos de produtividade podem buscar outras formas de inovação tecnológica, como mecanização agrícola e biotecnologia, ao invés de sistemas gerenciais (FARRELL *et al.*, 2022). Segundo Rose *et al.* (2021), muitos agricultores ainda percebem os *FMIS* como ferramentas puramente administrativas, sem impacto direto na produtividade, o que pode explicar a relação observada. Da mesma forma, *MOT\_QUAL*, que mede a influência da busca pela melhoria na qualidade dos grãos, também teve coeficiente negativo e significativo (-0,4406;  $p = 0,0262$ ), sugerindo que a busca por qualidade pode não ser um fator suficiente para incentivar a adoção dos *FMIS*. Já a média dessa variável entre os não adotantes foi 3,267 (DP = 0,915), enquanto entre os adotantes foi 2,569 (DP = 1,156), reforçando que os produtores que utilizam *FMIS* atribuem menor importância a esse fator. Segundo Eastwood, Klerkx e Nettle (2022), a percepção de que a melhoria da qualidade está mais relacionada a boas práticas agrícolas e certificações do que ao uso de tecnologias digitais pode estar por trás desse achado. Além disso, estudos indicam que sistemas gerenciais são mais adotados por produtores que precisam cumprir exigências normativas e de rastreabilidade, e não necessariamente para melhorar a qualidade do produto (KLERKX; JANSEN, 2021).

Esse achado converge com estudos recentes (ROSE et al., 2021; EASTWOOD *et al.*, 2022), os quais ressaltam que muitos agricultores percebem os *FMIS* prioritariamente como ferramentas administrativas, com impacto indireto sobre resultados produtivos.

A variável MOT\_CONT, que se refere à motivação para adoção das ferramentas digitais de gestão rural com foco no controle fiscal e contábil, apresentou um coeficiente positivo (0,6691) no modelo, porém sem significância estatística ( $p=0,1316$ ). Ainda a média dessa variável entre os não adotantes foi 4,822 (DP = 0,490), enquanto entre os adotantes foi 4,793 (DP = 0,409), demonstrando que essa motivação tem um peso similar para ambos os grupos. Isso indica que, embora a gestão contábil e fiscal seja um fator relevante na administração rural, ela não tem um impacto estatisticamente comprovado na decisão de adotar essas ferramentas.

Pesquisas apontam que a modernização da gestão financeira pode trazer benefícios como maior previsibilidade e segurança na tomada de decisão, contribuindo para a sustentabilidade dos negócios agropecuários (SILVA e ALMEIDA, 2022; SHEPHERD, TURNER e SMALL, 2020). No entanto, a adoção de tecnologias digitais voltadas para essa finalidade pode depender de fatores adicionais, como custos de implementação, facilidade de uso e disponibilidade de suporte técnico (MEDEIROS *et al.*, 2021; HIGGINS *et al.*, 2021; TREVISAN e SILVA, 2023). Assim, a ausência de significância estatística da variável MOT\_CONT sugere que, apesar de sua importância teórica, seu impacto na adoção dos *FMIS* pode ser condicionado por outros aspectos estruturais e culturais do setor.

Além disso, estudos indicam que muitos produtores rurais, especialmente os de pequeno e médio porte, ainda realizam o controle contábil de forma manual ou com ferramentas básicas, sem enxergar a necessidade imediata de modernização tecnológica para essa finalidade (CARVALHO *et al.*, 2023). Isso pode explicar por que essa variável não apresentou um efeito estatisticamente significativo no modelo, sugerindo que o incentivo à digitalização contábil no setor agropecuário ainda enfrenta desafios relacionados à cultura organizacional e à percepção de benefícios tangíveis.

Diante disso, a ampliação do uso de tecnologias digitais na contabilidade rural exige não apenas a oferta dessas ferramentas, mas também ações que incentivem sua adoção, como treinamentos e demonstração prática de seus benefícios econômicos. Dessa maneira, políticas públicas e estratégias do setor privado podem atuar para superar barreiras culturais e promover a digitalização da gestão financeira no agronegócio.

### 5.5.3 Hipótese H3 – Aversão ao risco e resistência à mudança

A Hipótese H3 propôs que maiores níveis de aversão ao risco estariam associados a uma menor probabilidade de adoção de FMIS.

A variável *AVERSAO\_AO\_RISCO* apresentou um coeficiente negativo e altamente significativo ( $p=0,0057$ ), evidenciando que produtores mais avessos ao risco são significativamente menos propensos a adotar as *FMIS*. Esses achados estão alinhados com a literatura mais ampla sobre adoção de tecnologia na agricultura, especialmente estudos que enfatizam o papel da incerteza e da vulnerabilidade percebida no processo de tomada de decisão (FOUNTAS et al., 2015; MARRA et al., 2003). Os produtores frequentemente associam inovações digitais a altos custos iniciais, uma acentuada curva de aprendizado e retornos incertos — fatores que pesam fortemente sobre aqueles com perfis mais conservadores ou baixa tolerância à incerteza. A influência da aversão ao risco na adoção de FMIS também é coerente com o Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM), que destaca o risco percebido como um importante inibidor da aceitação de novas tecnologias (DAVIS, 1989).

A variável aversão ao risco apresentou também uma diferença significativa entre os grupos de adotantes e não adotantes dos Sistemas integrados de gestão rural. Os dados descritivos revelam que os produtores que não adotam *FMIS* possuem uma média de 4,622 na escala de aversão ao risco, enquanto os adotantes apresentam uma média menor, 3,690, indicando que aqueles que optam por essas tecnologias tendem a ser menos avessos ao risco. O modelo PROBIT corrobora essa relação, com um coeficiente negativo significativo ( $\beta = -0.7114$ ,  $p = 0.0057$ ), sugerindo que quanto maior a aversão ao risco, menor a probabilidade de adoção dos *FMIS*.

Esse resultado está alinhado com a hipótese de que gestores rurais mais avessos ao risco evitam tecnologias digitais devido à incerteza sobre custos, curva de aprendizado e adaptação ao contexto produtivo (KNIGHT, 1921). A percepção de risco econômico e operacional pode ser um fator decisivo para a resistência à inovação no agronegócio (HUIRNE et al., 2021). Além disso a relação entre aversão ao risco e confiança na tecnologia influencia diretamente a adoção dos *FMIS*. Agricultores que percebem um alto nível de incerteza em relação aos benefícios dessas inovações tendem a evitar sua implementação, optando por estratégias consolidadas (MARRA; PANNELL; GHADIM, 2020). Dessa forma, a desconfiança nos *FMIS*, aliada à aversão ao risco, reduz significativamente sua adoção, reforçando o comportamento conservador na gestão agrícola.

Diante disso, estratégias de incentivo, como capacitação técnica e suporte financeiro, podem reduzir a percepção de risco e facilitar a adoção dos *FMIS* mitigando barreiras psicológicas e estruturais que dificultam a digitalização da gestão rural.

#### 5.5.4 Hipótese H4 – Barreiras percebidas

A adoção dos *FMIS* é impactada por diversas barreiras estruturais e perceptivas, que dificultam a incorporação dessas tecnologias na gestão agropecuária. Entre os fatores mais relevantes, destacam-se a capacidade limitada de investimento da fazenda (*BAR\_ADO\_CAP*), desconfiança em relação a tecnologia (*BAR\_ADO\_CONF*) e a escassez de mão de obra qualificada (*BAR\_ADO\_MDO*).

A variável *BAR\_ADO\_CAP*, que representa a capacidade limitada de investimento da fazenda, apresentou um coeficiente positivo e estatisticamente significativo (0,4780;  $p = 0,0473$ ) no modelo estimado. Esse resultado indica que uma maior percepção de limitação financeira aumenta a relevância desse fator como barreira, sugerindo que produtores que possuem uma maior capacidade de investimento estão mais propensos a incorporar essas tecnologias em suas atividades agropecuárias do que aqueles que possuem uma capacidade mais limitada. A análise das médias revela que os não adotantes apresentaram uma média de 3,156 ( $DP = 0,737$ ), enquanto os adotantes registraram uma média de 3,552 ( $DP = 0,705$ ), o que indica que aqueles que adotam *FMIS* percebem menos barreiras financeiras em comparação aos que não adotam. Esse achado é consistente com a literatura que identifica os custos de aquisição, manutenção e capacitação para o uso de novas tecnologias como um obstáculo significativo para a adoção dos *FMIS*, especialmente entre pequenos e médios produtores, que enfrentam maiores restrições financeiras (KLERKX; ROSE, 2020). Além disso, a dificuldade de acesso a crédito e financiamento agrava essa limitação, tornando a adoção de inovações digitais ainda mais desafiadora (FEDER; JUST; ZILBERMAN, 2022).

Por outro lado, *BAR\_ADO\_CONF* (barreira de confiança na tecnologia) possui coeficiente negativo e significativo (-0,6026;  $p = 0,0139$ ). Como a pergunta tratava de fatores que poderiam levar à não adoção de *FMIS*, o resultado indica que a maior confiança percebida (ou seja, menor desconfiança) reduz a relevância desse fator como barreira. A média entre os não adotantes foi 3,444 ( $DP = 0,693$ ), enquanto entre os adotantes foi 3,310 ( $DP = 0,821$ ), evidenciando que os não adotantes percebem maior incerteza sobre a efetividade dessas soluções. A hesitação em adotar novas tecnologias está frequentemente relacionada à falta de informações claras sobre seus benefícios e à dificuldade de mensurar seus impactos na

produtividade e eficiência operacional (ROSE *et al.*, 2021). Além disso, a aceitação dessas inovações não depende apenas da percepção de risco, mas também da disponibilidade de suporte técnico adequado, sendo fundamental que desenvolvedores e fornecedores ofereçam treinamento e assistência contínua para garantir uma adoção eficaz (HALL; KHAN, 2023).

Da mesma forma, a variável *BAR\_ADO\_MDO*, que se refere à barreira da mão de obra qualificada, apresentou um coeficiente positivo e significativo (0,5151;  $p = 0,0142$ ). Como a pergunta avaliava fatores que poderiam levar à não adoção de FMIS, o resultado sugere que a percepção de escassez de mão de obra é entendida como barreira, mas também pode refletir um efeito compensatório: produtores que enfrentam maiores restrições de mão de obra tendem a considerar os *FMIS* como alternativa para mitigar tais deficiências. Esse achado evidencia a heterogeneidade das barreiras, que não operam de maneira unidimensional, podendo simultaneamente restringir e estimular a adoção, dependendo do perfil e das condições do produtor. Os não adotantes apresentaram uma média de 2,222 ( $DP = 1,020$ ), enquanto os adotantes registraram 2,828 ( $DP = 0,861$ ), evidenciando que a carência de capacitação técnica pode ser um entrave maior para aqueles que não utilizam essas tecnologias. A adoção de ferramentas digitais no meio rural enfrenta desafios relacionados tanto à qualificação da mão de obra quanto à infraestrutura disponível. Eastwood, Klerkx e Nettle (2019) destacam que a ausência de treinamento adequado dificulta a implementação dessas tecnologias, especialmente em pequenas propriedades ou regiões com menor suporte técnico. Além disso, a limitação no acesso à internet de alta velocidade representa um obstáculo adicional, tornando a adoção de inovações digitais ainda mais restrita (ROTZ *et al.*, 2021).

Conforme estudos de Costa *et al.* (2023), a escassez de trabalhadores com conhecimento técnico adequado limita a implementação de tecnologias digitais no setor agrícola, dificultando a modernização das práticas produtivas. Além disso, pesquisas recentes indicam que a falta de capacitação restringe a autonomia dos produtores na utilização de ferramentas digitais, o que reduz a eficiência operacional e a competitividade no mercado (FERREIRA; MENDES, 2020).

Os resultados corroboram a hipótese de que barreiras como capacidade de investimento, confiança na tecnologia, qualificação da mão de obra, impactam negativamente a adoção dos *FMIS*. A percepção dos produtores rurais sobre essas limitações reforça que a adoção de inovações digitais não depende apenas da disponibilidade da tecnologia, mas da viabilidade de sua implementação dentro da realidade operacional das propriedades. Conforme Wolfert *et al.* (2020), a transformação digital no setor agropecuário exige um ecossistema integrado, que combine infraestrutura, assistência técnica e incentivos econômicos, garantindo que a adoção dessas ferramentas ocorra de maneira acessível e eficaz.

### 5.5.5 Considerações finais da seção de Resultados e Discussão

Tomados em conjunto, os resultados do modelo PROBIT oferecem uma visão abrangente dos múltiplos fatores que influenciam a adoção de FMIS entre os produtores rurais. A análise orientada por hipóteses revelou que características individuais, especialmente o nível de escolaridade, desempenham um papel relevante na formação do comportamento de adoção, enquanto a variável *log\_age*, apesar de indicar uma tendência sugestiva, não apresentou significância estatística.

Contrariando as expectativas, motivações relacionadas à produtividade e à qualidade mostraram associação negativa com a adoção, sugerindo que os produtores podem não perceber os FMIS como o caminho mais direto para ganhos operacionais. Em vez disso, a motivação ligada ao controle de custos e à gestão fiscal, embora não estatisticamente significativa, revelou-se mais alinhada à função percebida desses sistemas.

A aversão ao risco foi confirmada como um fator inibidor importante, reforçando a ideia de que barreiras psicológicas e informacionais frequentemente se sobrepõem a considerações puramente técnicas. Restrições estruturais e perceptivas — especialmente limitações de capital, desconfiança em relação à tecnologia e falta de mão de obra qualificada — também se mostraram decisivas, destacando a necessidade de intervenções sistêmicas que vão além da simples disponibilidade de ferramentas digitais.

Esses achados evidenciam a complexidade do processo de adoção, que é moldado não apenas por cálculos racionais de custo-benefício, mas também por dinâmicas sociais, comportamentais e institucionais. Assim, políticas voltadas à ampliação da adoção de FMIS devem enfrentar tanto assimetrias econômicas quanto educacionais, ao mesmo tempo em que promovem confiança e capacidade técnica entre os produtores rurais. A próxima seção se baseia nesses insights para discutir as implicações mais amplas do estudo e sugerir caminhos para futuras pesquisas e ações.

## 6. CONCLUSÃO

Este estudo investigou os fatores que influenciam a adoção dos *FMIS* pelos produtores rurais no Mato Grosso do Sul, uma das principais regiões agrícolas do Brasil, analisando tanto os benefícios percebidos quanto as barreiras que dificultam sua implementação. Foram consideradas variáveis relacionadas à motivação para adoção, como a busca por melhorias na qualidade do produto, melhoria na produtividade e no controle fiscal e contábil, além de aspectos comportamentais, como aversão ao risco e confiança na tecnologia. Também foram examinados fatores estruturais, como capacidade de investimento e disponibilidade de mão de obra qualificada, bem como características individuais, como idade e nível de escolaridade, visando compreender como esses elementos afetam a adoção dessas tecnologias.

A aplicação da modelagem PROBIT, mostrou-se metodologicamente adequada para analisar a probabilidade de adoção dos *FMIS*. Essa abordagem permitiu identificar variáveis explicativas relevantes e oferecer validação estatística ao modelo conceitual proposto. Embora o PROBIT forneça significância ao nível dos coeficientes, a inclusão de testes adicionais de hipóteses aprimorou a precisão analítica e reforçou a robustez dos resultados (WOOLDRIDGE, 2010).

Os resultados evidenciaram que a escolaridade exerce um impacto positivo e significativo na adoção dos *FMIS* sugerindo que produtores com níveis mais elevados de educação estão mais preparados para compreender, assimilar e integrar as complexidades tecnológicas e gerenciais exigidas pelos *FMIS*, enquanto a idade não apresentou efeito estatisticamente relevante, sugerindo que fatores como experiência e resistência à mudança podem influenciar essa relação.

Em um achado contrário às expectativas, motivações relacionadas ao aumento de produtividade e qualidade apresentaram associação negativa e estatisticamente significativa com a adoção. Isso sugere que os produtores podem não enxergar os *FMIS* como a principal solução para otimizar essas áreas, possivelmente preferindo outras inovações ou práticas agrícolas, como aprimoramentos genéticos e mecanização (ROSE *et al.*, 2021). Em contraste, a motivação relacionada ao controle de custos e à gestão fiscal — embora não estatisticamente significativa no modelo — surgiu como o principal benefício percebido, indicando que a função administrativa e contábil dos *FMIS* é mais prontamente reconhecida pelos produtores.

Além disso, a aversão ao risco demonstrou ser um fator limitante, uma vez que produtores mais conservadores tendem a evitar a implementação de novas tecnologias devido à incerteza sobre seus benefícios (MARRA; PANNELL; GHADIM, 2020).

As barreiras financeiras e estruturais foram identificadas como desafios significativos à adoção dos *FMIS*. A percepção da capacidade limitada de investimento e a falta de confiança na tecnologia foram apontadas como entraves relevantes, corroborando estudos que indicam que o custo e a incerteza quanto ao retorno são fatores que limitam a modernização do setor agrícola (KLERKX; ROSE, 2020). Além disso, a carência de mão de obra qualificada também se mostrou um obstáculo importante, evidenciando a necessidade de investimentos em capacitação e suporte técnico para facilitar a adoção e o uso eficiente dos sistemas digitais na gestão rural (EASTWOOD; KLERKX; NETTLE, 2019).

Diante desse cenário, faz-se necessário o desenvolvimento de políticas públicas e iniciativas privadas que incentivem a adoção dos *FMIS*, seja por meio de financiamento acessível, capacitação técnica ou disseminação de informações que reduzam a percepção de risco associada a essas tecnologias (HALL; KHAN, 2023). Estratégias que promovam treinamentos voltados à qualificação da mão de obra rural e à integração dos *FMIS* com outras tecnologias voltadas à produção podem aumentar sua aceitação e ampliar seus benefícios (ROTZ *et al.*, 2021).

A principal contribuição deste estudo foi integrar diferentes dimensões – individuais, econômicas e estruturais – indo além de abordagens tradicionalmente fragmentadas para compreender os desafios e oportunidades na adoção dos *FMIS*, proporcionando uma visão abrangente sobre os fatores que influenciam a digitalização da gestão agropecuária. Além disso, ilumina uma região ainda pouco explorada na literatura sobre agricultura digital: Mato Grosso do Sul. Como enfatizam Dias *et al.* (2023), apesar dos avanços tecnológicos, os produtores enfrentam lacunas de infraestrutura e restrições de acesso à capacitação, especialmente entre pequenos agricultores. Ao incorporar variáveis diversas e múltiplos contextos, esta pesquisa fornece subsídios para estratégias mais informadas de modernização da gestão agrícola.

Embora o foco empírico seja regional, os resultados podem servir de referência para outras áreas agrícolas com características semelhantes, especialmente onde restrições estruturais e comportamentais influenciam o ritmo de adoção tecnológica.

No entanto, algumas limitações devem ser destacadas. A pesquisa utilizou uma amostra não probabilística, o que pode gerar viés de seleção e limitar a generalização dos resultados para diferentes perfis de produtores e regiões (ETIKAN; MUSA; ALKASSIM, 2016). Além disso, a análise não contemplou de maneira aprofundada fatores subjetivos, como a cultura organizacional das propriedades e a percepção dos produtores sobre os impactos a longo prazo das tecnologias.

Para pesquisas futuras, sugere-se a ampliação da amostra e a aplicação de metodologias qualitativas que permitam explorar em maior profundidade os aspectos comportamentais e culturais que influenciam a adoção dos *FMIS*. Além disso, estudos comparativos entre diferentes países e contextos produtivos podem contribuir para entender como variáveis econômicas, políticas e sociais impactam a digitalização da gestão agrícola e quais estratégias podem ser mais eficazes para promover a modernização do setor.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADRIAN A.M., NORWOOD S.H., MASK P.L. **Producers' perceptions and attitudes toward precision agriculture Technologies** *Comput. Electron. Agric.*, 48 (3) (2005), pp. 256-271, [10.1016/j.compag.2005.04.004](https://doi.org/10.1016/j.compag.2005.04.004)
- AHMED, Y. A. *et al.* Social media for knowledge-sharing: A systematic literature review. **Telematics and informatics**, v. 37, p. 72–112, 2019
- AKAIKE, H. **A new look at the statistical model identification**. *IEEE Transactions on Automatic Control*, v. 19, n. 6, p. 716-723, 1974.
- AMEMIYA, Takeshi. “Qualitative Response Models: A Survey.” *Journal of Economic Literature*, vol. 19, no. 4, 1981, pp. 1483–536. *JSTOR*, <http://www.jstor.org/stable/2724565>. Accessed 6 Dec. 2022.
- AMMANN J, WALTER A, EL BENNI N. **Adoption and perception of Farm Management Information Systems by future Swiss farm managers**—An online study. *Journal of Rural Studies*. 2022;89:298–305. doi: 10.1016/j.jrurstud.2021.12.008.
- ANDIA, L. H.; GARCIA, R.; BACHA, C. J. C. **A Influência dos Fatores Econômicos e Jurídicos sobre o Desempenho das Empresas do Agronegócio Brasileiro** – Período de 2003 a 2005. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, Piracicaba, SP, v.49, n.4, p.875-908, out./dez., 2011.
- ANPG. *O agro é tec: Embrapa, a ciência e tecnologia a serviço do desenvolvimento*. 2019. Disponível em: [https://www.anpg.org.br/2019/08/o-agro-e-tec-embrapa-a-ciencia-e-tecnologia-a-servico-do-desenvolvimento/?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.anpg.org.br/2019/08/o-agro-e-tec-embrapa-a-ciencia-e-tecnologia-a-servico-do-desenvolvimento/?utm_source=chatgpt.com). Acesso em: 28 ago. 2025.
- ARTUZO, F. D.; FOGUESATTO, C. R.; SOUZA, A. R. L.; SILVA, L. X. **Gestão de Custos na Produção de Milho e Soja**. *Revista Brasileira de Gestão e Negócios*, São Paulo, v.20, n.2, p.273-294, abr./jun., 2018.
- ASHRAF, S., PANDEY, R., & DE BUSTOS, M. G. (2015). **The role of education in adoption of sustainable agricultural technologies: A case of citrus farmers in Punjab**. *Journal of Agricultural Education and Extension*, 21(1), 1-16.
- ASSENG, Senthod; ASCHE, Frank. Future farms without farmers. *Science Robotics*, v. 8, n. 27, p. 1-2, 13 fev. 2019. Disponível em: <https://robotics.sciencemag.org/content/4/27/eaaw1875.full>. Acesso em: 4 mar. 2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SOFTWARE – ABES. **Mercado Brasileiro de Softwares: Panorama e Tendências**. São Paulo, 2021. Disponível em < <https://abessoftware.com.br/dados-do-setor/>>. Acesso em: 21 Mar. 2022.
- ANTUNES, L. M.; ENGEL, A. **Manual De Administração Rural: Custo De Produção**. [S.L.]: Guaíba: Agropecuária, 1996.
- ANDERSEN, T. B., JENSEN, P. S. SKOVSGAARD, C. V. 2016. “The heavy plow and the agricultural revolution in Medieval Europe”. *Journal of Development Economics*, 118, 133-149.
- ASSIS, D. F.; LUCENA, R. M. Tecnologia de Informação e Agricultura familiar: Um estudo de caso em uma pequena propriedade rural em Rondonópolis-MT. **Revista de Estudo e Pesquisas em Administração**, v. 2, n. 3, 2018.
- BABBIE, E. Métodos de pesquisas de Survey. Tradução de Guilherme Cezarino. Belo Horizonte: Editora UFMG, 1999.

BAKHTIN, Mikhail. Estética da Criação Verbal. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2003. \_\_\_\_\_. Marxismo e Filosofia da Linguagem. 12. ed. São Paulo: Hucitec, 2006.

BAJAJ, G. *et al.* 4W1H in IoT Semantics. IEEE Access, v. 6, n. 1, p. 65488 – 65506, 2018.

BANGE, MP, DEUTSCHER, SA, LARSEN, D., LINSLEY, D., WHITESIDE, S. Um sistema portátil de apoio à decisão para facilitar o melhor manejo de pragas de insetos nos sistemas de algodão australiano. Computar. Elétron. Agrícola. 43, 131-147. 2004

BATALHA, M.O. Gestão agroindustrial: GEPAI: Grupo de Estudos e Pesquisas Agroindustriais, v. 2, 3.ed., São Paulo: Atlas, 2001.

BATALHA, M. O.; SOUZA, H. M. **Gestão Integrada Da Agricultura Familiar**. Textos Seleccionados, São Carlos, 2005.

BARMPOUNAKIS, S., KALOXYLOS, A., GROUMAS, A., KATSIKAS, L., SARRIS, V., DIMTSA, K., FOURNIER, F., ANTONIOU, E., ALONISTIOTI, N., WOLFERT, S. Aplicações de gestão e controle no domínio da Agricultura através de uma plataforma Internet Business-to-Business do Futuro. Informar. Processo. Agrícola. 51-63. 2015 <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2015.04.002>.

BEIER, M. E.; ACKERMAN, P. L. Age, ability and the role of the prior knowledge on the acquisition of new domain knowledge: promising results in a real-world learning environment. Psychology and Aging, Washington, DC, v. 20, n. 2, p. 341-355, 2005.

BERKSON, Joseph. “Why I Prefer Logits to PROBITs.” *Biometrics*, vol. 7, no. 4, 1951, pp. 327–39. *JSTOR*, <https://doi.org/10.2307/3001655>. Accessed 6 Dec. 2022.

BERTO, R.M.V.S., NAKANO, D. N. **A Produção Científica nos Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção: Um Levantamento de Métodos e Tipos de Pesquisa. Produção**, v. 9, n. 2, p. 65-76, 2000.

BOLFE, E.; MASSRUHÁ, S. A transformação digital e a sustentabilidade agrícola. *Agroanalysis*, v. 40, p. 32-34, mar. 2020.

BOLFE, Édson L. *et al.* Agricultura de Precisão e Digital: Adoção de Tecnologias e Percepção dos Agricultores Brasileiros. *Revista Agricultura*, 2020.

BOLFE, Édson L. *et al.* 2016. “Matopiba em crescimento agrícola Aspectos territoriais e Socioeconômicos”. *Revista de Política Agrícola, Brasília*. Ano XXV, n. 4. p. 38-62. Out-Dez.

BOURSIANIS, Achilles D. *et al.* Internet of Things (IoT) and Agricultural Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) in Smart Farming: A Comprehensive Review. *Internet of Things*, p. 100187, 2020.

BORINI, F. M. Transferência, desenvolvimento e reconhecimento de competências 158 organizacionais em subsidiárias estrangeiras de empresas multinacionais brasileiras. 2008. 180 f. Tese (Doutorado em Administração) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

BOURSIANIS, Achilles D. *et al.* Internet of Things (IoT) and Agricultural Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) in Smart Farming: A Comprehensive Review. *Internet of Things*, p. 100.187, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2542660520300238>. Acesso em: 16 mar. 2022.

BRINER, R.B. AND DENYER, D. Systematic Review and Evidence Synthesis as a Practice and Scholarship Tool. In: Rousseau, D.M., Ed., *Handbook of Evidence-Based Management: Companies, Classrooms and Research*, Oxford University Press, Oxford, 112-129. 2012. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199763986.013.0007>

BRONSON, Kelly. Looking through a responsible innovation lens at uneven engagements with digital farming. *NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences*, v. 90-91, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1573521418302173>. Acesso em: 16 mar. 2022

BROWN, P., DAIGNEAULT, A., & DAWSON, J. (2016). **Age, education, and the adoption of conservation tillage: Evidence from New Zealand.** *Environmental Management*, 57(3), 562-573.

BRYMAN, A. *Research methods and organization studies*. [s.l.] Routledge, 2003. v. 20

BUAINAIN, A.M.; SILVEIRA, E.; ALVES, J. M.; NAVARRO, Z. *O Mundo Rural no Brasil do Século 21: A Formação de um Novo Padrão Agrário e Agrícola*. Brasília: Embrapa, 2014.

BUCHINGER, D., CAVALCANTI, G., & HOUNSELL, M. (2014). **Mecanismos de busca acadêmica: uma análise quantitativa.** *Revista Brasileira De Computação Aplicada*, 6(1), 108-120. <https://doi.org/10.5335/rbca.2014.3452>

CAMPOS, S. P. DE O.; GONÇALVES, A. M. M.; BRANDÃO, C. O. **A IMPORTÂNCIA DE UTILIZAR A ANÁLISE DE CUSTO COMO FERRAMENTA DE GESTÃO.** [s.l: s.n.].

CALLADO, A. A. C. **Agronegócio**. 2. Ed. São Paulo: Atlas, 2009.

CALLADO, A. L. C. *Custos no processo de tomada de decisão em empresas rurais*, 2012. Disponível em: <http://www.sebrae.gov.br/bibliotecaonline>. Acesso em agosto de 2021.

CALLADO, A. A. C., CALLADO, A. L. C., & MACHADO, M. A. V. **Indicadores de desempenho operacional e econômico: um estudo exploratório no contexto do agronegócio.** *Revista de Negócios*, 12(1), 3-15. 2007

CARRER, M.J., DE SOUZA FILHO, H.M., BATALHA, M.O., 2017. Factors influencing the adoption of *Farm Management Information Systems (FMIS)* by Brazilian citrus farmers. *Comput. Electron. Agric.* 138, 11–19. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2017.04.004>.

CARRER, M.J., DE SOUZA FILHO, H.M., BATALHA, M.O., ROSSI, F.R., 2015. *Farm Management Information Systems (FMIS)* and technical efficiency: an analysis of citrus farms in Brazil. *Comput. Electron. Agric.* 119, 105–111. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2015.10.013>.

CARRER, Marcelo José, SOUZA FILHO, Hildo Meirelles de e VINHOLIS, Marcela de Mello Brandão. Determinantes da demanda de crédito rural por pecuaristas de corte no estado de São Paulo. *Revista de Economia e Sociologia Rural*. 2013, v. 51, n. 3 [Acessado 5 Dezembro 2022], pp. 455-478. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-20032013000300003>.

CAUCHICK MIGUEL, P. *Case research in production engineering: structure and recommendations for its conduction* Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. POLI-USP, 2007.

CAUCHICK MIGUEL, P. A. *Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações / Afonso Fleury ... [et al.]*; coordenação - 3. ed. - Rio de Janeiro: Elsevier, 2018.

CAVALHEIRO, D. S. *ET AL.* *A Tecnologia da Informação no Agronegócio: uma Revisão Bibliográfica*. XVII Mostra de Iniciação Científica. Programa de PósGraduação em Administração - Universidade de Caxias do Sul, 2018.

CEPEA; CNA. *Sumário Executivo – PIB do Agronegócio – 2º Trimestre de 2024*. 2024. Disponível em: <https://www.cepea.org.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx> ou <https://www.cnabrazil.org.br/publicacoes/sumario-executivo-pib-do-agronegocio-2o-trimestre-de-2024>. Acesso em: 28 ago. 2025.

CEPEA; CNA. *PIB-Agro/CEPEA: avanço do PIB do agronegócio atinge 6,5% no 1º trimestre*. 17 jun. 2025. Disponível em: <https://www.cepea.org.br/br/releases/pib-agro-cepea-avanco-do-pib-do-agronegocio-atinge-6-5-no-1-trimestre.aspx>. Acesso em: 28 ago. 2025.

CNA; CEPEA. *Sumário Executivo – PIB do Agronegócio – 4º Trimestre de 2024*. 2025. Disponível em: <https://cnabrazil.org.br/publicacoes/sumario-executivo-pib-do-agronegocio-4o-trimestre-de-2024>. Acesso em: 28 ago. 2025.

CEPEA; CNA. *PIB-Agro/CEPEA: desempenho do 4º trimestre reverte tendência de queda anual e PIB do agronegócio avança 1,81% em 2024*. 2025. Disponível em: <https://www.cepea.org.br/br/releases/pib-agro-cepea-desempenho-do-4-trimestre-reverte-tendencia-de-queda-anual-e-pib-do-agronegocio-avanca-1-81-em-2024.aspx>. Acesso em: 28 ago. 2025.

CNA. *PIB do agronegócio fecha 2024 com crescimento de 1,81%*. 2025. Disponível em: <https://cnabrazil.org.br/noticias/pib-do-agronegocio-fecha-2024-com-crescimento-de-1-81>. Acesso em: 28 ago. 2025.

CNA; CEPEA. *PIB do agronegócio registra crescimento de 6,49% no primeiro trimestre de 2025*. Brasília, 17 jun. 2025. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/noticias/pib-do-agronegocio-cresce-6-49-no-primeiro-trimestre-de-2025>. Acesso em: 28 ago. 2025.

CNA; CEPEA – Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil; Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. *Sumário Executivo do PIB do Agronegócio Brasileiro 4.º trimestre de 2024*. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/publicacoes/sumario-executivo-pib-do-agronegocio-4o-trimestre-de-2024>. Acesso em: 28 jan. 2026.

CONFEA - CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA. Relatórios técnicos agropecuários. Disponível em: <https://www.confef.org.br>. Acesso em: 2023.

COSTA, V. S.; ASSUNÇÃO, A. B. A.; COSTA, M. M. B.; CHACON, M. J. M. Análise de custos a partir da cadeia do valor do leite e seus derivados na região Seridó do Rio Grande do Norte. *Revista Ambiente Contábil*, v. 7, n. 1, p. 89-108, 2015.

CORDEIRO, G.F. Software é produto ou serviço? In: CONTÁBEIS. [Software é produto ou serviço - Tributos Estaduais/Municipais \(contabeis.com.br\)](https://www.confef.org.br). Acesso em: 17 Mar. 2022.

CREPALDI, A. **Contabilidade Rural: Uma Abordagem Decisorial**. 2ª. Ed. São Paulo: Atlas, 1998.

CREPALDI, S. A. **Contabilidade Rural**. SÃO PAULO: ATLAS, 1993.

CRESSWELL, J. W. *Research design: qualitative and quantitative approaches*. [s.l.] Sage Publications., 2014.

CRUZ, S. C. S.; PEREIRA, F. R. S.; SANTOS, J. R.; ALBUQUERQUE, A. W.; PEREIRA R. G. Adubação nitrogenada para o milho cultivado em sistema plantio direto, no Estado de Alagoas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande*, v. 12, n. 1, p. 62-68, 2008.

CUNHA CALLADO, A. A.; CUNHA CALLADO, A. L. **CUSTOS NA TOMADA DE DECISÕES EM EMPRESAS RURAIS**. V Congresso Brasileiro De Gestão Estratégica De Custos. Fortaleza, CE: [S.N.]. 1998. P. 466-482.

CUNHA, U. C.; RODRIGUES, J. F. **A importância da contabilidade de custos na formação de preços em uma microempresa de uniformes profissionais**. *Revista Design, Inovação e Gestão Estratégica*, v. 3, n. 3, p. 1-24, 2012.

DA SILVA, J. R.; SOLA, A. V. H. **A tecnologia no campo e a gestão efetiva do agronegócio**. Ponta Grossa - PR: [s.n.]. Disponível em: <<http://lattes.cnpq.br/8939950531574329>>.

DIOGO, R. A., JUNIOR, A. K., & SANTOS, N. (2019). A transformação digital e a gestão do conhecimento: contribuições para a melhoria dos processos produtivos e organizacionais. *P2p E Inovação*, 5(2), 154-175.

DENYER, D., & TRANFIELD, D. Producing a systematic review. In D. A. Buchanan & A. Bryman (Eds.), *The Sage handbook of organizational research methods* (pp. 671–689). 2009

DOBRE, Costinel; DRAGOMIR, Anca; PREDĂ, Gheorghe. **Consumer Innovativeness: a marketing approach**. *Management & Marketing*, Vol.4, nº 2, p. 19-34. 2009.

DOLUSCHITZ, R., SCHMISSEUR, WE, 1988. **Sistemas especialistas: aplicações à agricultura e gestão de fazendas**. *Computar. Elétron. Agrícola*. 2, 173-182

EASTWOOD, C.; KLERKX, L.; NETTLE, R. **Dynamics and distribution of public and private research and extension roles for technological innovation and diffusion: Case studies of the implementation and adaptation of precision farming technologies**. *Journal of Rural Studies*, v. 68, p. 1-15, 2019.

EDERER, N. **Evaluating Capital and Operating Cost Efficiency of Offshore Wind Farms: A DEA Approach**. *Renewable And Sustainable Energy Reviews*, V. 42, P. 1034-1046, 2015.

EMBRAPA. Gestão Estratégica Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação Automação e Agricultura de Precisão. 25 mai. de 2021. Disponível em [Número de startups no agro aumentou 40% em relação a 2019 - Portal Embrapa](#). Acesso em 14 dez. 2021.

EMBRAPA. *Revolução tecnológica do agronegócio pode impactar desenvolvimento da indústria*. 2024. Disponível em: [https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/87560510/revolucao-tecnologica-do-agronegocio-pode-impactar-desenvolvimento-da-industria?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/87560510/revolucao-tecnologica-do-agronegocio-pode-impactar-desenvolvimento-da-industria?utm_source=chatgpt.com). Acesso em: 28 ago. 2025.

ENGEL, AB, CHOI, JY, HARBOUR, J., PANDEY, S. DSS baseado na Web para avaliação do impacto hidrológico de pequenas mudanças no uso da terra em bacias hidrográficas. *Computar. Elétron*. 241-249. 2003

EITZINGER, A., COCK, J., ATZMANSTORFER, K., BINDER, CR, LÄDERACH, P., BONILLA-FINDJI, O. Jarvis, A. **“GeoFarmer: Um sistema de monitoramento e feedback para projetos de desenvolvimento agrícola”**. *Computadores e Eletrônicos na Agricultura* (158), pp. 109–121.2019.

ETIKAN, I.; MUSA, S. A.; ALKASSIM, R. S. **Comparison of Convenience Sampling and Purposive Sampling**. *American Journal of Theoretical and Applied Statistics*, v. 5, n. 1, p. 1-4, 2016.

EYERKAUFER, M. L.; COSTA, A.; FARIA, A. C. de. Métodos de custeio por absorção e variável na ovinocultura de corte: estudo de caso em uma cabanha. *Organizações rurais & agroindustriais*, Lavras, v. 9, n. 2, p. 202-215, 2007

FAO. Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura. Relatório Anual, 2017

FAWCETT, S. E.; WALLER, M. A.; MILLER, J. W.; SCHWIETERMAN, M. A. HAZEN, B. T.; OVERSTREET, R. E. A trail guide to publishing Success: Tips on Writing Influential Conceptual, Qualitative, and Survey Research. *Journal of Business Logistics*, v.35, n.1, p.1-16, 2014.

FEDER, G.; JUST, R. E.; ZILBERMAN, D. **Adoption of Agricultural Innovations in Developing Countries: A Survey**. *Economic Development and Cultural Change*, v. 30, n. 2, p. 255-298, 2022.

FEDER, G., JUST, R. E., & ZILBERMAN, D. (1985). **Adoption of Agricultural Innovations in Developing Countries: A Survey**. *Economic Development and Cultural Change*, 33(2), 255-298.

FERNANDES, L. M.; CHINA, A. P. Z. DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE PARA GESTÃO DE OVINOS. *Revista Interface Tecnológica*, v. 17, n. 1, p. 166–178, 30 jul. 2020.

FOUNTAS, S., CARLI, G., SORENSEN, C.G., TSIROPOULOS, Z., CAVALARIS, C., VATSANIDOU, A., LIAKOS, B., CANAVARI, M., WIEBENSOHN, J. AND TISSERYE, B. *“Farm Management Information Systems: current situation and future perspectives”*, *Computers and Electronics in Agriculture*, Vol. 115, pp. 40-50, 2015.

- FORZA, C. Survey research in operations management: A process-based perspective. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 22, n. 2, p. 152–194, 2002.
- FOSTER, Andrew D.; ROSENZWEIG, Mark R. Microeconomics of Technology Adoption. *Annual review of economics*, vol. 2, p. 395-424. 2010.
- FOWLER JUNIOR, Floyd J. Pesquisa de levantamento. Tradução: Rafael Padilla Ferreira. Porto Alegre: Penso, 2011. 232 p.
- GENIUS, M., PANTZIOS, C. J., & TZOUVELEKAS, V. (2006). **Information Acquisition and Adoption of Organic Farming Practices**. *Journal of Agricultural and Resource Economics*, 31(1), 93-113.
- GREENE, W. H. **Econometric Analysis**. 8. ed. New York: Pearson, 2018.
- GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1996.
- GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- GIL, Carlos, A. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**, 6ª edição. São Paulo, Atlas, 2017.
- GOUVEIA, A. M. G.; HADDAD, J. P. A.; RIBEIRO, J. G. B. L. **Viabilidade Econômica Da Criação De Ovinos De Corte Das Regiões Centro-Oeste E Sudeste**. Brasília: LK Editora, 2006.
- GOVERNO DO BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária – MAPA. *Notícia: MAPA divulga os 100 municípios mais ricos do agronegócio em 2023*. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/2024/mapa-divulga-os-100-municipios-mais-ricos-do-agronegocio-em-2023>. Acesso em: 28 jan. 2026.
- GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL – SEMADDESC-MS. *Boletim Agropecuária – Dezembro 2024*. Disponível em: [https://www.semadesc.ms.gov.br/wp-content/uploads/2025/01/12\\_CARTA\\_CONJUNTURA\\_AGROPECUARIA-2024.pdf](https://www.semadesc.ms.gov.br/wp-content/uploads/2025/01/12_CARTA_CONJUNTURA_AGROPECUARIA-2024.pdf). Acesso em: 28 jan. 2026.
- GROHER, T., HEITKAMP, K., WALTER, A., LIEBISCH, F., UMSTÄTTER, C. Status quo of adoption of precision agriculture enabling technologies in Swiss plant production. *Precis. Agric.* 21 (6), 1327–1350. 2020. <https://doi.org/10.1007/s11119-020-09723-5>
- GUJARATI, D. N.; PORTER, D. C. *Econometria básica*. 5. ed. Porto Alegre: AMGH, 2011. 924 p.
- HAIR, J. F. et al. *Multivariate Data Analysis*. 8th ed. Cengage Learning, 2019.
- HALL, B. H.; KHAN, B. **Adoption of New Technology**. *National Bureau of Economic Research Working Paper*, n. 9730, 2023.
- HARWOOD, TD, AL SAID, FA, PEARSON, S., HOUGHTON, SJ, HADLEY, P. Modelagem de incerteza na produção de alface americana cultivada em campo para apoio à decisão. 57-63. 2010
- HERLITZIUS, T. (2017). Automation and Robotics-The Trend Towards Cyber Physical Systems in Agriculture Business (No. 2017-01-1932). SAE Technical Paper.
- HIGGINS, V.; MILLER, F. A.; WOLVERTON, J. **Digitalisation and the future of agricultural knowledge production**. *Journal of Rural Studies*, v. 86, p. 255-264, 2021.
- HUSEMANN, C.; NOVKOVIĆ, N. *FARM MANAGEMENT INFORMATION SYSTEMS: A CASE STUDY ON A GERMAN MULTIFUNCTIONAL FARM*. **Economics of Agriculture**, [S. l.], v. 61, n. 2, p. 441–453, 2014. DOI: 10.5937/ekoPolj1402441H. Disponível em: <https://www.ea.bg.ac.rs/index.php/EA/article/view/382>. Acesso em: 25 mar. 2022.

HUIRNE, R. B. M.; HARSH, S. B.; DILLON, C. R. **Risk and risk management in agriculture: an overview and empirical results.** *Agricultural Economics*, v. 24, n. 1, p. 311-325, 2021.

IBGE – Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística. *Censo Agropecuário Brasileiro 2017*. Disponível Em: <[https://Censos.Ibge.Gov.Br/Agro/2017/Templates/Censo\\_Agro/Resultadosagro/Index.Html](https://Censos.Ibge.Gov.Br/Agro/2017/Templates/Censo_Agro/Resultadosagro/Index.Html)> Acesso Em: 26 de dezembro De 2018.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção agrícola municipal.** Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 2023.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Produção Agrícola Municipal – PAM 2023*. Disponível em: [https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com\\_mediaibge/arquivos/3e44fdaa85766c6fa1e8aad80b7626eb.pdf](https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com_mediaibge/arquivos/3e44fdaa85766c6fa1e8aad80b7626eb.pdf). Acesso em: 28 jan. 2026.

JACOBS, RF E WESTON, TFC (2007), “Planejamento de recursos empresariais (ERP)-Uma breve história”, *Journal of Operations Management*, Vol. 25, pp. 357-363, 2006.

JAKKU, Emma *et al.* “If they don’t tell us what they do with it, why would we trust them?” Trust, transparency and benefit-sharing in Smart Farming. *NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences*, v. 90-91, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1573521418301842>. Acesso em: 16 mar. 2022.

JÚNIOR, A. *et al.* Aplicação de um modelo de gestão de custos para tomada de decisão no agronegócio familiar. **Custos e @gronegócios on line**, v. 14, dez. 2018.

JÚNIOR, E.P.L; CÂMARA, S.F. **Análise de cluster do setor de confecção utilizando indicadores de desempenho.** *Desenvolve Revista de Gestão do Unilasalle*, v. 6, n. 1, p. 31-43, 2017.

KAMILARIS, Andreas; KARTAKOULLIS, Andreas; PRENAFETA-BOLDÚ, Francesc X. A review on the practice of big data analysis in agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*, v. 143, p. 23-37, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168169917301230>. Acesso em: 16 mar. 2022.

KNIERIM, Andrea *et al.* Smart farming technology innovations–Insights and reflections from the German Smart-AKIS hub. *NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences*, v. 90, p. 100314, 2019.

KNIGHT, F. H. **Risk, uncertainty and profit.** Boston: Houghton Mifflin, 1921.

KLERKX, Laurens; JAKKU, Emma; LABARTHE, Pierre. A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture 4.0: New contributions and a future research agenda. *NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences*, v. 90, p. 100315, 2019.

KLERKX L, and ROSE D. 2020. Dealing with the game-changing technologies of agriculture 4.0: how do we manage diversity and responsibility in food system transition pathways? *Global Food Security*, **24**: 100347.

KNUTH U., AMJATH-BABU T.S., KNIERIM A. **Adoption of farm management systems for cross compliance – an empirical case in Germany.** *J. Environ. Manag.*, 220 (2018), pp. 109-117, [10.1016/j.jenvman.2018.04.087](https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.04.087)

KLERKX, L.; ROSE, D. C. **Dealing with the game-changing technologies of agriculture 4.0: How do we manage diversity and responsibility in food system transition pathways?** *Global Food Security*, v. 24, p. 100347, 2020.

KOK, R., GAUTHIER, L., Desenvolvimento de um protótipo de sistema de gerenciamento de informações agrícolas. *Computar. Elétron. Agrícola*. 1, 125-14. 1986

KÖKSAL, Ö. AND TEKINERDOGAN, B. Architecture design approach for IoT-based farm management informationsystems. *Precision Agriculture*, 20(5), pp.926-958. 2019.

LAKATOS, M.; MARCONI, D. A. **Fundamentos Da Metodologia Ciêntificica**. 7. Ed. São Paulo;: Atlas, 2010.

LAWSON, LG, PEDERSEN, SM, SORENSEN, CG, PESONEN, L., FOUNTAS, S., WERNER, A., OUDSHOORN, FW, HEROLD, L., CHATZINIKOS, T., KIRKETERP, IM, BLACKMORE, S. **Uma pesquisa de quatro nações sobre gerenciamento de informações agrícolas e sistemas agrícolas avançados: uma análise descritiva das respostas da pesquisa**. *Computar. Elétron. Agrícola*. 77, 7-20. 2011

LIANG, S. S., SU-HONG, L., MIAO-FEN, H. XIANG, L. “Building PROSAIL model simulation with Web services”. In *International Geoscience and Remote Sensing Symposium*, (Vol. 2, pp. 3). IEEE. 2005.

LINCOLN, Yvonna S.; GUBA, Egon G. Controvérsias paradigmáticas, contradições e confluências emergentes. In: DENZIN, Norman K. *O planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens*. Porto Alegre: Artmed Bookman, 2010. p. 169-192

LIOUTAS ED, CHARATSARI C, DE ROSA M, LA ROCCA G, CERNIC ISTENIC M. **Co-resourcing and actors' practices as catalysts for agricultural innovation**. 2020.  
<https://doi.org/10.1080/1389224X.2021.1953547>

LIU, Xiaojun *et al.* Design and realization of a VRGIS-based digital agricultural region management system. 2017. Disponível em: <https://hal.inria.fr/hal-01559622>. Acesso em 17 de jan. de 2019

LIZOT, M.; ANDRADE JÚNIOR, P. P.; LIMA, J. D.; MAGACHO, C. S. **Gestão de custos no agronegócio: aplicação de uma metodologia bibliométrica em periódicos de alto fator de impacto**. *Custos e @gronegócio on line*, v.12, p. 25-41, 2016.

LIZOT, M. *et al.* **Método de gestão de custos para o agronegócio em pequenas propriedades rurais familiares**. *Agroalimentaria*, v. 24, p. 41–66, 2018.

MACHADO, J. G. C. F. Adoção da Tecnologia da Informação na Pecuária de Corte. Tese (Doutorado em Engenharia da Produção). Universidade Federal de São Carlos - UFSCar, São Carlos, 2008.

MACHADO, J. G. DE C. F.; NANTES, J. F. D. Adoção da tecnologia da informação em organizações rurais o caso da pecuária de corte. **Gestão da Produção**, v. 18, n. 3, p. 555–570, 2011.

MAPA. Ministério Da Agricultura Pecuária E Abastecimento. *Agricultura Brasileira Em Números*. Disponível Em: <Http://Www.Agricultura.Gov.Br/Estatisticas>> Acesso Em: 28 de dezembro, 2018.

MARRA, M.; PANNELL, D. J.; GHADIM, A. **Adoption of agricultural innovations: a meta-analysis of technology adoption models**. *Agricultural Systems*, v. 103, n. 2, p. 144-151, 2020.

MARRA, M.; PANNELL, D. J.; GHADIM, A. K. A. **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, n. 2-3, p. 215-234, 2020.

MARION , J. C.; SEGATTI, S. **Gerenciando Custos Agropecuários. Custos E Agronegócio**. [S.L.]: [S.N.], V. 1, 2005. 2-8 P.

MARION, J. C. **Contabilidade Da Pecuária**. 4. Ed. São Paulo/SP: Atlas, 2004.

MARION, J. C. **Contabilidade Rural**. 4. Ed. São Paulo/SP: Atlas, 2005.

MASSRUHÁ, S. M. F. S., & LEITE, M. D. A. 2017. ‘Agro 4.0-rumo à agricultura digital’. In *Embrapa Informática Agropecuária-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. São Paulo:

MASSRUHÁ, S. O Mundo Digital Revoluciona o Campo. Revista Fonte. Prodemge. Minas Gerais, ano 15, n. 20, p 6-13, dez. 2018. Acesso em: 18 mar. 2022

MATTAR, F. N. **Pesquisa de Marketing: Metodologia e Planejamento**. São Paulo: Atlas, 1996.

MENEZES, Sáskia Sampaio Cipriano de; CORRÊA, Consuelo Garcia; SILVA, Rita de Cassia Gengo e; CRUZ, Diná de Almeida Lopes Monteiro da. Raciocínio clínico no ensino de graduação em enfermagem: revisão de escopo. *Revista da Escola de Enfermagem da USP*, São Paulo, v. 49, n. 6, p. 1037-1044, 2015. Disponível em: < [http://www.scielo.br/pdf/reecusp/v49n6/pt\\_0080-6234-reeusp-49-06-1037.pdf](http://www.scielo.br/pdf/reecusp/v49n6/pt_0080-6234-reeusp-49-06-1037.pdf) > DOI: 10.1590/S0080-623420150000600021.

MENDES, C. I. C.; OLIVEIRA, D.R.M.; DOS SANTOS, A. R. **Estudo do Mercado Brasileiro de Software para o Agronegócio**. Brasília: Embrapa Informática Agropecuária, 2011

MEKALA, M. S., & VISWANATHAN, P. A survey: smart agriculture IoT with cloud computing. In: 2017 international conference on microelectronic devices, circuits and systems(ICMDCS). IEEE, p.1-7. 2017

M. MICHELS, V. BONKE, O. MUSSHOF. **Understanding the adoption of smartphone apps in dairy herd management**. J. Dairy Sci., 102 (10) (2019), pp. 9422-9434, [10.3168/jds.2019-16489](https://doi.org/10.3168/jds.2019-16489)

Min, Q., Ji, S., & Qu, G. (2008). Mobile Commerce User Acceptance Study in China—A Revised UTAUT Model. *Tsinghua Science and Technology*, 13, 257-264.

MIRANDA, P. **Contabilidade: Fator De Desenvolvimento Do Agronegócio**. Página Rural, 05 Nov. 2020. Disponível Em: <<https://www.paginarural.com.br/artigo/938/Contabilidade-Fator-De-Desenvolvimento-Do-Agronegocio>>.

MOLLER, C. ERP II: a conceptual framework for next-generation enterprise systems? *Journal of Enterprise Information Management*, v. 18, nº 4, 2005.

MOHER, David; SHAMSEER, Larissa; CLARKE, Mike; GHERSI, Davina; LIBERATI, Alessandro; PETTICREW, Mark; SHEKELLE, Paul; STEWART Lesley; PRISMA-P Group. Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. *Systematic Reviews*, London, v. 4, p. 2–9, 2015

MOHR, S, KÜHL, R. **Acceptance of Artificial Intelligence in German Agriculture: an Application of the Technology Acceptance Model and the Theory of Planned Behavior** (2021), [10.1007/s11119-021-09814-x](https://doi.org/10.1007/s11119-021-09814-x) Precision Agriculture

MUANGPRATHUB, Jirapond *et al.* IoT and agriculture data analysis for smart farm. *Computers and Electronics in Agriculture*, v. 156, p. 467-474, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168169918308913>. Acesso em: 16 mar. 2022.

MULWA, C., MUYANGA, M., & VISSER, M. (2021). **The adoption of sustainable agricultural practices among smallholder farmers in Kenya: A multivariate PROBIT analysis**. *Agrekon*, 60(2), 171-188.

MURAKAMI, E., SARAIVA, AM, RIBEIRO JR., LCM, CUGNASCA, CE, HIRAKAWA, AR, CORREA, Uma infraestrutura para o desenvolvimento de sistemas de informação orientados a serviços distribuídos para agricultura de precisão. *Computar. Elétron. Agrícola*. 37–48. 2007.

MUSAT, George-Alexandru *et al.* Advanced services for efficient management of smart farms. *Journal of Parallel and Distributed Computing*, v. 116, p. 3-17, 2018.

NANTES, J. F. D.; SCARPELLI, M. **Gestão da produção rural no agronegócio**. São Paulo: Atlas, 2013

NASH, E., DREGER, F., SCHWARZ, J., BILL, R., WERNER, A.. Desenvolvimento de um modelo de fluxo de dados para agricultura de precisão baseado em um projeto de pesquisa colaborativa. 25-37. 2009

NIGHTINGALE, A. A guide to systematic literature reviews. **Surgery (Oxford)**, v. 27, n. 9, p. 381–384, 2009.

NIKKILÄ, R., SEILONEN, I., KOSKINEN, K. Arquitetura de software para sistemas de informação de gestão agrícola em agricultura de precisão. *Computar. Elétron.* 328-336. 2010.

NUGAWELA, SALIYA AND SEDERA, DARSHANA, "Analysis of *Farm Management Information Systems: Opportunities and Pathways for Future Value*" (2020). *PACIS 2020 Proceedings*. 78.  
<https://aisel.aisnet.org/pacis2020/78>

O'BRIEN, J.A.; MARAKAS, G.M. **Administração de Sistemas de Informação. Uma introdução.** São Paulo: McGrawHill, 2008.

O'GRADY, Michael J.; O'HARE, Gregory M. P. Modelling the smart farm. *Information processing in agriculture*, v. 4, n. 3, p. 179-187, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214317316301287>. Acesso em: 16 mar. 2022.

OLIVEIRA, L. H. de. **Uso Estratégico da Tecnologia de Informação no Agribusiness: Modelo Conceitual para a Gestão de Estoques e Custos de Café por Qualidade.** 144 f. Tese (Doutorado em Administração). Curso de Pós-Graduação, da FGV: São Paulo, 1998

OLIVEIRA, D. C. de; BARBOSA, U. C.; BERGLAND, A. C. R. O; RESENDE, O.; OLIVEIRA, D. E. C. de. G-Soja – website with prediction on soybean Classification Using Machine Learning. *Revista Engenharia Agrícola*. V.2. 2022.

PADUA, J. B.; SCHLINDWEIN, M. M.; GOMES, E. P. Agricultura familiar e produção orgânica: uma análise comparativa considerando os dados dos censos de 1996 e 2006. *Interações, Campo Grande*, v. 14, n. 2, p. 225-235, jul./dez. 2013.

PFEIFFER, Sabine. **The Greater Transformation: Digitalization and the Transformative Power of Distributive Forces in Digital Capitalism, International Critical Thought**, 11:4, 535-552.  
 2021.DOI: [10.1080/21598282.2021.2005656](https://doi.org/10.1080/21598282.2021.2005656)

PEREIRA, C.; CHRISTOPHER, M.; SILVA, A. **Achieving supply chain resilience: the role of procurement. Supply Chain Management: An International Journal**, v. 19, n. 5/6, p. 626-642, 2014

PIERPAOLI E, CARLI G, PIGNATTI E, CANAVARI M. **Drivers of precision agriculture technologies adoption: a literature review.** p. 61–69. 2013. <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2013.11.010>

PIVOTO, D., PD WAQUIL, E. TALAMINI, CPS FINOCCHIO, VF DALLA CORTE E G. DE V. MORES. Desenvolvimento científico de tecnologias agrícolas inteligentes e sua aplicação no Brasil. *Processamento de Informação na Agricultura* 5 (1): 21-32. 2017.

PIVOTO, Dieisson. Smart farming: concepts, applications, adoption and diffusion in southern Brazil. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2018.

POSSENTI, M.A. **Proposta de uma sistemática para apoiar a gestão econômica financeira de agroindústrias familiares de pequeno porte.** 214p. 2010. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

QUEIROZ, T; BATALHA, M. **Gestão de Custos na Agricultura Familiar.** In: SOUZA FILHO, H; BATALHA, M. *Gestão Integrada da Agricultura Familiar.* São Carlos: EdUFScar, 2005. Capítulo 9, p. 251 – 291.

REGHINI, F. L. E CAVICHIOLI, F. A. (2020) “**UTILIZAÇÃO DE GEOPROCESSAMENTO NA AGRICULTURA DE PRECISÃO**”, *Revista Interface Tecnológica*, 17(1), p. 329–339. doi: 10.31510/infa.v17i1.750.

REGIS, L. F. M. *et al.* **DIAGRAMAS DE CASO DE USO PARA CRIAÇÃO DE UM SOFTWARE DE CUSTO DE PRODUÇÃO DE UMA LAVOURA.** [s.l: s.n.]. Disponível em: <[www.conab.gov.br/OlalaCMS/up](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/up)>.

ROGERS, David L. **The digital transformation playbook: Rethink your business for the digital age**. Columbia University Press, 2016

\_\_\_\_\_. A difusão da inovação (5ª edição). Simon & Schuster, Nova York, NY, EUA, 2003.

\_\_\_\_\_. *Diffusion of innovation* (4rd ed.). New York: The Free Press, 1995.

ROSE, D. C.; SUTHERLAND, W. J.; PARKER, C. **Decision support tools for agriculture: Towards effective design and delivery**. *Agricultural Systems*, v. 187, p. 102-162, 2021.

ROSADO JUNIOR, A. G.; LOBATO, J. F. P.; MÜLLER, C. **Building Consolidated Performance Indicators for an Agribusiness Company: A Case Study**. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.40, n.2, p.454-461, fev. 2011.

ROTZ, S.; DUNCAN, E.; SMALL, M.; BOTSCHNER, J.; DARA, R.; MOSBY, I.; REED, M.; FRASER, E. D. The Politics of Digital Agricultural Technologies: A Preliminary Review. *Sociologia Ruralis*, v. 59, p. 203-229, Feb. 2019. DOI: 10.1111/soru.12233.

ROTZ, S.; DUCHEMIN-BOURASSA, F.; AYLETT, A.; FRAUENFELDER, B.; KLASSEN, S. **The politics of digital agricultural technologies: a preliminary review**. *Sociologia Ruralis*, v. 61, n. 1, p. 251-275, 2021.

SANTANA, H. De *et al*. Evolução histórica da indústria 4.0 e seus reflexos no agronegócio. 2019.

SABBAG, O. J.; GUAL, G.; KOGA, R. A. DE S. **Diagnóstico De Produtores Rurais: Importância De Um Software Para Custos / Diagnostic Farmers: Importance Of Software For Costs**. *Revista FSA*, V. 13, N. 5, P. 26-40, 1 ago. 2016.

SACARDO, L. F.; RAMOS, M. R. Ferramenta para Análise e Gestão de Custos da Atividade Cafeeira em Pequenas e Médias Propriedades Rurais. *Revista de Ciências Gerenciais*, v. 24, n. 40, p. 86-92, 19 jan. 2021.

SAGGIN, A. C.; GRIS, V. G. C.; ROJO, C. A.; BRANDALISE, L. T. Custos de produção: um estudo em uma propriedade de agricultura familiar em Cafelândia/PR. *Custos e @gronegócio on line*, v. 14, n. 4, p. 241-258, 2018.

SAMADI, E.; KASSOU, I. The relationship between IT and supply chain performance: A systematic review and future research. *American Journal of Industrial and Business Management*, v. 6, n. 04, p. 480, 2016.

SANTOS, Christiano Ricardo dos. Aula (?) de Geografia: uma análise discursiva. 106f. 2009. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2009

SANTOS, G. J.; MARION, J. C.; SEGATTI, S. **Administração De Custo Na Agropecuária**. 3. Ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SANTOS, J. J. **Fundamentos De Custos Para A Formação De Preço E Do Lucro**. 5. Ed. São Paulo: Atlas, 2005.

SANTOS, Sidney dos. Sistemas de informações gerenciais no agronegócio: estudo de caso de aplicação de software em Administração Rural pelos Produtores de Grãos do Município de Rio Verde-GO. Dissertação: Mestrado Profissional em Administração, Fundação Cultural Dr. Pedro Leopoldo-FPL, Pedro Leopoldo, 2012

SAUNDERS, Mark; LEWIS, Philip; THORNHILL, Adrian. **Research methods for business students**. Pearson education, 2009

SCHWARZ, G. **Estimating the dimension of a model**. *The Annals of Statistics*, v. 6, n. 2, p. 461-464, 1978.

SEBASTIÃO, I.(Org.). *JC na Escola Ciência, Tecnologia e Sociedade: mobilizar o conhecimento para alimentar o Brasil*. 2. ed. São Paulo: Centro Paula Souza, 2017..

SHAMSHIRI, R., WELTZIEN, C., HAMEED, IA, J YULE, I., E GRIFT, T., BALASUNDRAM, SK, ... & CHOWDHARY, G. Pesquisa e desenvolvimento em robótica agrícola: uma perspectiva da agricultura digital. (2018).

SHANKARNARAYAN, V. K., AND RAMAKRISHNA, H. (2020). Paradigm change in indian agricultural practices using big data: challenges and opportunities from field to plate. *Inf. Proc. Agric.* 7, 355–368. doi: 10.1016/j.inpa.2020.01.001

SCHWEIK, CM, STEPANOV, A., GROVE, J. MORGAN. O sistema de pesquisa aberta: um repositório de metadados e dados baseado na web para pesquisa colaborativa. *Computar.* 221-242- 2005

SCHUMPETER, J. *The Theory of Economic Development.* Harvard University Press, Cambridge Massachusetts, 1934.

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.* v. 28. P. 223-255. 2011

SØRENSEN, C. G. *et al.* Conceptual model of a future *Farm Management Information System.* *Computers and electronics in agriculture,* Elsevier, v. 72, n. 1, p. 37–47, 2010.

STEFFE, J., 2000. Evolução do ambiente agrícola: a necessidade de produzir um sistema de informação geral. In: Beers, G., Poppe, KJ, de Putter, I. (Eds.). Instituto de Pesquisa em Economia Agrícola (LEI), Haia, pp. 88–97. 2000

STEVENS, D.; SILVA, WTL da; VALE, JMF do; PURINI, SR de M.; MAGNONI, M. da GM; SEBASTIÃO, E.; BRANCO JÚNIOR, G.; ADORNO FILHO, EF; FIGUEIREDO, W. dos S.; MUANGPRATHUB, Jirapond *et al.* IoT and agriculture data analysis for smart farm. *Computers and Electronics in Agriculture,* v. 156, p. 467-474, 2019.

TACONI NETO, E. A. Fatores que afetam a competitividade na produção de hortaliças orgânicas no estado do Rio Grande do Norte. 2006. 89 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Rio Grande do Norte, 2006.

TENG P. *Knowledge intensive agriculture: the new disruptor in world food?* Nanyang Avenue: Nanyang Technological University, 2017.

THIVES, Patrícia Ferreira. As vozes sociais que constituem os discursos dos professores em relação a sua identidade docente. 110f. 2009. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2009.

THOMPSON V.F., MARSHALL D.L., REALE J.K., DAHM C.N.: The effects of a catastrophic forest fire on the biomass of submerged stream macrophytes. *Aquatic Botany* 152: 36-42.2019. DOI: [10.1016/j.aquabot.2018.09.001](https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2018.09.001)

TIDD, J.; BESSANT, J. *Gestão da Inovação.* Santana: Bookman Editora, 2015.

THOMPSON, N. M.; BIR, C.; REALE J.K., WIDMAR, D. A.; MNTERT, J. R. Farmer perceptions of precision agriculture technology benefits. *Journal of Agricultural and Applied Economics,* p. 142-163. 2019. doi:10.1017/aae.2018.27

TRANFIELD, D., DENYER, D., & SMART, P. **Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge Means of Systematic Review.** *British Journal of Management,* 14(3), 207–222. 2003

TRAVASSOS, G. H.; BIOLCHINI, J. **Revisões sistemáticas aplicadas a engenharia de software.** In: XXI SBES-BRAZILIAN SYMPOSIUM ON SOFTWARE ENGINEERING, 1, 2007, João Pessoa. Anais... João Pessoa: 2007, p. 27.-53.

TERENCE S, PURUSHOTHAMAN G. Systematic review of Internet of Things in smart farming. *Trans Emerg Telecommun Technol.* 2020;31(6).doi:10.1002/ett.3958

VAZ, Glauber José *et al.* AgroAPI: criação de valor para a Agricultura Digital por meio de APIs. In: **Embrapa Informática Agropecuária-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROINFORMÁTICA, 11. 2017, Campinas. Ciência de dados na era da Agricultura Digital: anais. Campinas: Editora da Unicamp: Embrapa Informática Agropecuária, 2017. 2017

VERDOUW, C.N., ROBBEMOND, R.M. AND WOLFERT, J. (2015), “ERP in agriculture: lessons learned from the Dutch horticulture”, *Computers and Electronics in Agriculture*, Vol. 114, pp. 125-133, 2015.

VERSTEGEN, JAAM, HUIRNE, RBM, DIJKHUIZEN, AA, KLEIJNEN, JPC. Valor econômico dos sistemas de informação gerencial na agricultura: uma revisão das abordagens de avaliação. *Computar. Elétron. Agrícola.* 13, 273-288. 1995

VORPAGEL, A. C. M.; HOFER, E.; SONTAG, A. G. **Gestão De Custos Em Pequenas Propriedades Rurais: Um Estudo Aplicado No Município De Marechal Cândido Rondon – Pr. ABCustos**, v. 12, n. 2, 7 nov. 2017.

VOSS, C.; TSIKRIKTSIS, N.; FROHLICH, M. Case research in operations management. *International Journal Of Operations & Production Management*, v. 22, n. 2, p. 195-219, 2002.

VUPPALAPATI, JS, KEDARI, S., ILAPAKURTHY, A., ILAPAKURTI, A., & VUPPALAPATI, C. “Smart Dairies – Habilitação de Smart City no Nível Bruto da Raiz”. Na Terceira Internacional Conferência sobre Serviços e Aplicativos de Computação de Big Data (BigDataService) (págs. 118-123). IEEE, 2017.

WANG, Y. *et al.* Probabilistic individual load forecasting using pinball loss guided lstm. *Applied Energy*, Elsevier, v. 235, p. 10–20, 2019.

WAQUIL, P.D., M. MIELE AND G. SCHULTZ. Mercados e comercialização de produtos agrícolas. Universidade Aberta do Brasil – UFRGS, Porto Alegre, Brazil. 2010.

WELTZIEN, C. 2016. “Digital Agriculture or Why Agriculture 4.0 Still Offers Only Modest Returns”. *Landtechnik*, 71:2, p. 66-68.

WOLFERT, S., L. GE, C. VERDOUW E M. BOGAARDT. 2 Big data in smart farming – a review. *Agricultural Systems*, v. 153, p. 69-80, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308521X16303754>. Acesso em: 16 mar. 2022

WOLFERT, S.; GE, L.; VERGOTEN, P.; SORGELOOS, L. **Digitalisation and Big Data in Smart Farming – A Review**. *Agricultural Systems*, v. 177, p. 102-125, 2020.

WOOLDRIDGE, J. M. **Introductory Econometrics: A Modern Approach**. 5. ed. Mason: Cengage Learning, 2010.

YAO, Hong; WU, Yong-xing. A Research about the Application of Information Technology in the Precision Agriculture: Taking the Operating System of Shanghai Agriculture Economy as an Example. In: **International Conference on Computer and Computing Technologies in Agriculture**. Springer, Berlin, Heidelberg, 2011. p. 215-223.

YIN, R. K. **Estudo de Caso – Planejamento e Método**. 2. ed. São Paulo: Bookman, 2001.

YIN, R. K. **Estudo de caso: Planejamento e Métodos**. Porto Alegre, RS: Bookman, 2005.

ZANIN, A.; FAVRETTO, J.; POSSA, A.; MAZZIONI, S.; ZONATTO, V. C. S. **Apuração de custos e resultado econômico no manejo da produção leiteira: uma análise comparativa entre o sistema tradicional e o sistema freestall.** Organizações Rurais & Agroindustriais, v. 17, n. 4, p. 431-444, 201

## ANEXOS

### a) Questionário

#### PROBLEMAS DE PESQUISA

- Quais os principais obstáculos os produtores de grãos percebem para a adoção e uso das *FMIS*?
- Quais os principais benefícios os produtores de grãos percebem com o uso da *FMIS* nas suas atividades produtivas?
- Qual é o perfil dos usuários de *FMIS* e de tecnologias digitais de acordo com o nível de evolução de uso em termos de função, nível de integração etc.

TEC digitais de gestão – <i>FMIS</i>	Agricultura de precisão	Automação
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Propósitos</li> <li>✓ Funcionalidades</li> <li>✓ Forma de operacionalização</li> <li>✓ Integração de dados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Imagens de satélite/drone para sistematização de plantio</li> <li>✓ Amostragem georreferenciada de solo</li> <li>✓ Monitoramento da semeadura</li> <li>✓ Monitoramento climático e controle automatizado da irrigação</li> <li>✓ Imagens de satélite/drone para levantamento de pragas</li> <li>✓ Mapas de produtividade</li> <li>✓ Aplicação de insumos químicos a taxas variáveis</li> </ul>	(para casos de pecuária – cocho automático/ ordenha robotizada...)

Dados produtor	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Idade</li> <li>* Anos de instrução</li> <li>* Tempo de atividade</li> </ul>
Características de estrutura de produção	<ul style="list-style-type: none"> <li>* distribuição do uso da terra</li> <li>* % de renda por atividade</li> <li>* estrutura da gestão agropecuária</li> <li>* perfil de assistência técnica (tipo / perfil prestador)</li> </ul>

## FORMULÁRIO

**USO DE *FMIS* NA AGRICULTURA: PERFIL, BENEFÍCIOS E OBSTÁCULOS – Instrumento de coleta de dados**

DATA DA ENTREVISTA \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_

CICLO AGRÍCOLA (ano): \_\_\_\_\_

**IDENTIFICAÇÃO**

1. Nome: \_\_\_\_\_
2. Estado: \_\_\_\_\_
3. Município: \_\_\_\_\_
4. Telefone para contato: \_\_\_\_\_

**PARTE A - DADOS PRODUTOR** (para categorizar e verificar diferenças)

5. Idade (anos): (\_\_\_\_)
6. Anos de estudo: (\_\_\_\_)

GRAU DE ESCOLARIDADE	Sem instrução	ENSINO FUNDAMENTAL									ENSINO MÉDIO			GRADUAÇÃO					PÓS-GRADUAÇÃO
		1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	8ª	9ª	1ª	2ª	3ª	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	...
Nº DE ANOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18+

7. Quanto TEMPO (número total de anos) atua na ATIVIDADE AGROPECUÁRIA? (\_\_\_\_)

**PARTE B – CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS DA PRODUÇÃO** (para categorizar e verificar diferenças)

8. Qual a distribuição do uso da terra no ano safra \_\_\_\_ / \_\_\_\_

USO DA TERRA		Área total (ha)	Área usada no ano safra (ha)
<b>TOTAL</b>			
<b>Lavoura permanente</b> (especificar):			
<b>Lavoura temporária</b> (especificar):			
<b>Pastagem</b> (especificar):			
<b>Outra</b> (especificar):			

9. Indique o percentual aproximado de participação de cada tipo de atividade na renda

TIPOS DE ATIVIDADES	% DA RENDA
Lavouras temporárias	
Lavouras permanentes	
Pecuária	
Outras atividades além da agropecuária	

10. Qual é a estrutura da gestão agropecuária (assinale):

- 1 Grupo comercial
- 2 Gestão por meio de administrador
- 3 Gestão do proprietário da fazenda
- 4 Outra (especificar):

11. Recebeu assistência técnica ou de gestão no ano safra 2021/22 (não inclui capacitação)?

- 1 Não       (2) Sim, de forma esporádica em processos de compra ou outra situação.       (3) Sim, de forma contínua.

12. Quem proporcionou a assistência técnica? (1. Sim, 2. Não, 3. Não se aplica)

- 1 Unidade de extensão oficial
- 2 Empresa privada
- 3 Associação/cooperativa
- 4 Indústria de insumo ou de processamento
- 5 Técnico Autônomo
- 6 Outro (especificar):

13. Indique as finalidades da assistência recebida

- 1 – Gestão técnico-econômica (agricultura de precisão, irrigação, custeio, sistemas gerenciais, etc.)
- 2 – Comercialização e análise de mercado
- 3 – Outro (Especificar)

14. Quando se trata de negócios, eu prefiro a opção mais segura, mesmo sabendo que eu possa ganhar menos. (proxy para aversão ao risco)

1	2	3	4	5

15. Confio na minha intuição na hora de tomar decisões sobre os meus negócios. (proxy para propensão ao risco e autoconfiança)

1	2	3	4	5

16. Eu gosto de testar novas tecnologias na propriedade rural. (proxy para "inovabilidade")

1	2	3	4	5

Os aplicativos e sistemas de gestão são softwares (programas de computador) desenvolvidos para auxiliar as tarefas de gestão/tomada de decisão em tempo real e automatizar a coleta de dados envolvidos na produção agropecuária e dados externos (mercado, parâmetros de qualidade, etc.). São programas que objetivam facilitar o planejamento e o controle das tarefas do dia a dia dentro da propriedade.



17. Você adota/utiliza algum tipo de *FMIS* em sua fazenda?

1 Sim       2 Não

18. Em sua fazenda atualmente, quais as FUNCIONALIDADES dos *FMIS*/aplicativos: (assinale):

- 1 Gestão econômico-financeira-contábil
- 2 Gestão técnica e operacional das atividades de produção e/ou da criação
- 3 Gestão de frota (máquinas, tratores, implementos etc.)
- 3 Gestão comercial (vendas, compras e/ou informações de mercado)
- 4 Gestão de pessoas/ trabalhista
- 5 Outra (especificar):

19. Você concorda que os *FMIS* contribuem para a lucratividade financeira de sua fazenda?

1	2	3	4	5

20. Você concorda que os *FMIS* contribuem para uma melhor operacionalização das atividades (redução de tempo na atividade e melhor controle) da sua fazenda?

1	2	3	4	5

21. Os *FMIS* ajudaram na documentação da fazenda para atender exigências legais (requisitos contábeis, ambientais, padrões de qualidade, etc.)

1      2      3      4      5

--	--	--	--	--

(atribua a importância do motivo em uma escala de de 1- não é importante / Discorda/ não ajudaram a 5 – muito importante/ concorda/ ajudaram.

#### PARTE D – MOTIVOS para uso

22. Quais razões seriam mais importantes para convencê-lo a adotar um *FMIS*? (atribua a importância do motivo em uma escala de de 1- não é importante a 5 – muito importante )

MOTIVOS PARA A ADOÇÃO	1	2	3	4	5
Economia de Custos					
Melhorias de Rendimento/produktividade					
Conveniência (Facilitar as atividades operacionais e gerenciais)					
Melhoria no uso de insumos/redução de danos ambientais					
Melhoria na qualidade do produto					
Relações trabalhistas e ambientais (cumprimento de legislação)					
Controle fiscal e contábil					

#### PARTE D – TIPOS E ADOÇÃO *FMIS*

23. Quais os PROPÓSITOS para uso dos *FMIS*/aplicativos: (assinale):

- 1 Documentação  
 2 Monitoramento  
 3 Planejamento  
 4 Organização dos processos operacionais  
 5 Suporte a decisão  
 6 Contabilidade  
 7 Outra (especificar):

24. Qual é o PERFIL do sistema em uso?

- 1 Computadores estacionários e sistemas locais (sistema em desktop) simples (planilhas eletrônicas)  
 2 Computadores estacionários e sistemas locais (sistema em desktop) integrados (x)  
 2 Sistemas com aplicação Web-based (computação em nuvem e aplicativos móveis)  
 3 Uso de Sistemas Especialistas/Inteligência Artificial  
 4 Configurações de máquinas de tratores e implementos  
 5 Avaliação dos dados de rendimentos

25. Qual é o perfil de INTEGRAÇÃO ENTRE OS DADOS?

- 1 Sistemas independentes sem possibilidade de uso de dados  
 2 Exportação/importação de dados sem barreiras entre sistemas  
 3 Compatibilidade de sistemas de hardware

26. Adota as seguintes TECNOLOGIAS DIGITAIS direcionadas para o cultivo de grãos

- Imagens de satélite/drone para sistematização de plantio
- Amostragem georreferenciada de solo
- Monitoramento da semeadura
- Monitoramento climático e controle automatizado da irrigação
- Imagens de satélite/drone para levantamento de pragas
- Mapas de produtividade
- Aplicação de insumos químicos a taxas variáveis

#### BLOCO D– LIMITANTES DA ADOÇÃO

27. Em uma escala de 1 a 5 (onde 1 é “discordo totalmente” e 5 é “concordo totalmente”) classifique as seguintes barreiras potenciais à adoção de *FMIS*

LIMITANTES DA ADOÇÃO	1	2	3	4	5
Alto investimento para aquisição					
Capacidade de investimento da fazenda					
Falta de confiança nas recomendações ou soluções incompletas para sua necessidade					
Falta de conhecimento e dificuldade no uso deste tipo de tecnologia					
Falta de suporte técnico para implantação e manutenção					
Falta de mão de obra especializada para utilizar oss softwares/ tecnologias					
Interfaces não amigáveis e de difícil uso ou compreensão					
Falta de integração com sistemas/tecnologias existentes na fazenda					
Falta de infraestrutura e conexão da internet					

## b) Matriz de correlação

