



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

MAÍRA DE SOUZA REGIS

**AGRICULTURA DIGITAL: ADOÇÃO E DIFUSÃO ENTRE
PRODUTORES BANCARIZADOS DE GRÃOS**

BRASÍLIA/DF

SET/2022

MAÍRA DE SOUZA REGIS

**AGRICULTURA DIGITAL: ADOÇÃO E DIFUSÃO ENTRE
PRODUTORES BANCARIZADOS DE GRÃOS**

Dissertação apresentada ao curso de
Mestrado do Programa de Pós-
graduação em Agronegócios
(PROPAGA), da Faculdade de
Agronomia e Medicina Veterinária da
Universidade de Brasília (UnB).

Orientador(a): Prof. Dr. Armando Fornazier

BRASÍLIA/DF

SET/2022

REGIS, M. S. AGRICULTURA DIGITAL: ADOÇÃO E DIFUSÃO ENTRE PRODUTORES BANCARIZADOS DE GRÃOS. f. Dissertação. (Mestrado em Agronegócios) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2022.

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

FICHA CATALOGRÁFICA

REGIS, Maíra de Souza

AGRICULTURA DIGITAL: ADOÇÃO E DIFUSÃO ENTRE PRODUTORES BANCARIZADOS DE GRÃOS BANCARIZADOS / Maíra de Souza Regis – Brasília: [s.n], 2022.

99 f.

Orientador: Prof. Dr. Armando Fornazier.

Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2022.

CDD ou CDU

Agris / FAO

MAÍRA DE SOUZA REGIS

**AGRICULTURA DIGITAL: ADOÇÃO E DIFUSÃO ENTRE PRODUTORES
BANCARIZADOS DE GRÃOS**

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

Prof. Dr. Armando Fornazier - UnB
(Orientador)

Prof. Dr. José Márcio Carvalho - UnB
(Examinador Interno)

Prof. Dr. Paulo Dabdab Waquil - UFRGS
(Examinador Externo)

Brasília, 28 de setembro de 2022

AGRADECIMENTOS

Escrever uma dissertação de mestrado foi, com certeza, um dos maiores e mais gratificante desafio profissional que já tive. Nesse desafio, foram muitas as pessoas que gostaria de agradecer e mencionar por contribuições ao longo desse processo, sendo que aqui tento fazer jus a algumas das principais que estiveram comigo ao longo desses mais de dois anos. Foi uma jornada e tanto.

Agradeço a minha mãe que permitiu de diversas formas que eu tivesse os condicionamentos para trilhar a minha carreira acadêmica e, também, profissional. Registro aqui também, em especial, meu muito obrigada às minhas irmãs Maísa e Monalisa, especialmente à Maísa, a quem sempre me incentivou a ir longe nos estudos, quando eu não acreditava que podia, e que nunca deixou de me apoiar e me incentivar a seguir meus sonhos.

À Vivian e Wanessa, que foram minhas colegas em diversas disciplinas e, que se tornaram minhas amigas e incentivadoras nos momentos mais difíceis do curso. Ao meu professor e orientador Armando, que se dispôs a me orientar quando minha primeira orientadora Suzana Maria (*in memoriam*) não pode continuar e que teve paciência e confiou que eu era capaz, desafiando-me e me dando conselhos, incentivando-me nas nossas conversas a me tornar uma pesquisadora melhor dia após dia. Aos professores José Márcio e Paulo Waquil, por terem me instigado com críticas valiosas na qualificação do projeto.

Agradeço aos meus colegas de trabalho por me incentivarem de alguma forma, e, principalmente, ao meu Gerente Marcos Rogério que foi um grande incentivador e fez o que era possível para eu cursar as disciplinas e fazer os trabalhos. Quero agradecer também ao meu colega, Audálio, que se tornou amigo em tão pouco tempo de convívio, mas que foi a pessoa que mais enviou o questionário dessa pesquisa e cobrou os produtores rurais que respondessem.

Por fim, mas não menos importante, agradeço a Deus, que me sustentou em todo esse tempo, tanto fisicamente como espiritualmente, a passar por uma pandemia e a alcançar essa grande vitória.

RESUMO

A agricultura brasileira é um setor do agronegócio considerada como uma das principais referências no mundo em termos de técnicas de produção em clima tropical com altos índices de produtividade. A digitalização dessa agricultura eleva ainda mais esses índices, além de contribuir com a sustentabilidade ambiental. Conforme esse cenário prospectivo, tornou-se necessário investigar o tema sob a seguinte perspectiva “Como está a adoção e difusão das novas tecnologias da agricultura digital desenvolvidas para os produtores de grãos bancarizados?” Assim, o presente estudo tem como objetivo avaliar a adoção e difusão das novas tecnologias da agricultura digital desenvolvidas para os produtores de grãos bancarizados, especialmente na produção de grãos nas principais regiões brasileiras produtoras, e identificar os fatores motivadores e impeditivos que influenciam as decisões desses agricultores. A metodologia utilizada foi a pesquisa exploratória bibliográfica e de natureza qualiquantitativa, por meio do levantamento de dados no Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e foi elaborado um questionário composto de perguntas sobre tecnologias digitais, fatores motivadores e impeditivos para a adoção, e, também, questões sociodemográficas. O questionário foi aplicado aos produtores e administradores rurais, cujas respostas foram analisadas pelo software estatístico RStudio, sendo os resultados apresentados de forma descritiva e analítica. Diante dos resultados coletados, concluiu-se que os produtores de grãos já utilizam tecnologias digitais no processo de produção, visto estarem cientes dos benefícios da agricultura digital, sendo propensos àquelas que conferem melhor controle de custos, gestão e fornecimento de informações atualizadas. No entanto, a falta de *internet* no campo limita as informações, visto ter sido apontada como principal barreira para adoção destas tecnologias.

Palavras-chave: Agricultura digital; Adoção; Fatores motivadores; Barreiras/obstáculos.

ABSTRACT

Brazilian agriculture is an agribusiness sector considered one of the main references in the world in terms of production techniques in a tropical climate with high productivity rates. The digitization of this agriculture could raise these rates even further, in addition to contributing to environmental sustainability. In view of this prospective scenario, it became necessary to investigate the theme from the following perspective “How is the adoption and diffusion of new digital agriculture technologies developed for rural producers in Brazil?”. Thus, the present study aims to evaluate the adoption and diffusion of new technologies of digital agriculture developed for the rural producer, especially in the production of grains in the main Brazilian producing regions, and to identify the motivating and impeding factors that influence the decisions of these farmers. After arduous exploratory bibliographic research, given the incipient study on the subject, a questionnaire was prepared consisting of questions about digital technologies, motivating and impeding factors for adoption, and sociodemographic issues. The questionnaire was applied to rural producers and administrators, whose answers were transformed into data using the RStudio statistical method, and the results were presented in an analytical descriptive manner. In view of the results collected, it was concluded that grain producers already use digital technologies in the production process, since they are aware of the benefits of digital agriculture, being prone to those that provide better cost control, management, and provision of updated information. However, the lack of internet in the field seems to limit them, as it has been identified as the main barrier to the adoption of these technologies.

Keyword: digital agriculture; adoption; motivating factors; barriers/obstacles.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Evolução da agricultura 1.0 para a agricultura 5.0	8
Figura 2	Classificação dos adotantes	19
Figura 3	A Internet das Coisas – IoT	22
Figura 4	Sociodemográficas: idade e gênero	36
Figura 5	Porcentagens das respostas sobre as sociodemográficas: escolaridade, tempo de trabalho, porcentagem de outras rendas e número de filhos	36
Figura 6	Sociodemográfica: Estado	38
Figura 7	Sociodemográfica: cultura cultivada	40
Figura 8	Tamanho de fazenda, área própria, área efetivamente explorada, número de funcionários e renda bruta	42
Figura 9	Contagem das respostas sobre a opinião dos agricultores sobre a agricultura digital e riscos à agropecuária	45
Figura 10	Dificuldades dos consultores e assistência técnica (agrônomos) para utilizar a tecnologia na propriedade	52
Figura 11	Relação entre adquirir equipamentos com toda a tecnologia e o grau de escolaridade do respondente	57
Figura 12	Relação entre o uso de softwares para manejo agrícola e a faixa etária, escolaridade, tempo de trabalho na agricultura e proporção de pais agricultores dos respondentes	58
Figura 13	Relação entre usar <i>softwares</i> para gestão de propriedades e variáveis sociodemográficas	59
Figura 14	Relação entre usar <i>softwares</i> para gestão de propriedades e variáveis sociodemográficas	61
Figura 15	Relação entre a adoção da tecnologia precisar melhorar a gestão da propriedade	62

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Tipo de adotantes	20
Quadro 2	Metodologia a ser utilizada para cada objetivo específico	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Respostas das Perguntas Binárias	43
Tabela 2	Contagem do uso de tecnologias	47
Tabela 3	Estatísticas sumárias das tecnologias adotadas	48
Tabela 4	Contagem das respostas sobre os determinantes para a adoção de tecnologia nas propriedades	49
Tabela 5	Contagem das respostas sobre as influências na adoção de tecnologias	49
Tabela 6	Contagem das respostas sobre as limitações dos agricultores	51
Tabela 7	Proporção que usa determinada tecnologia por resposta de preferência por adquirir equipamentos	54
Tabela 8	Proporção de quem usa determinada tecnologia por resposta de pioneirismo em adquirir novas tecnologias	55
Tabela 9	Proporção de quem usa determinada tecnologia por resposta de uso de produtos recém-lançados	56

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AGROPENSA	Sistema de Inteligência Estratégica da Embrapa
BACEN	Banco Central do Brasil
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
C, T&I	Ciência, Tecnologia e Inovação
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
DAP	Declaração de Aptidão ao Programa Nacional da Agricultura Familiar
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa
ESALQ	Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz
EUA	Estados Unidos da América
FEBRABAN	Federação Brasileira de Bancos
GPS	Sistema de Posicionamento Global
IA	Inteligência Artificial
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICT	Inovação, Ciência e Tecnologia
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IoT	Internet das Coisas
IR	Imagens Infravermelhas
JBS	José Batista Sobrinho S. A
LSPA	Levantamento Sistemático da Produção Agrícola
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PIB	Produto Interno Bruto
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micros e Pequenas Empresas
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
UAV	Veículo Aéreo Não Tripulado
UFPA	Unidades Familiares de Produção Agrária
USP	Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 OBJETIVO GERAL	16
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
1.3 JUSTIFICATIVA	16
1.4 ESTRUTURA E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	17
2 REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1 EVOLUÇÃO DA AGRICULTURA	18
2.3 INOVAÇÃO E TECNOLOGIA DIGITAL NA AGRICULTURA	21
2.4 DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIAS DIGITAIS NA AGRICULTURA.....	23
2.5 FATORES QUE INFLUENCIAM A ADOÇÃO DAS TENOLOGIAS DIGITAIS NA AGRICULTURA	25
2.6 CONCEITOS GERAIS DE AGRICULTURA DIGITAL	32
2.7 ADOÇÃO E DIFUSÃO DA AGRICULTURA DIGITAL NO MUNDO E NO BRASIL	35
2.8 BARREIRAS À ADOÇÃO DA AGRICULTURA DIGITAL	38
3 MÉTODOS E TÉCNICAS DE PESQUISA	30
3.1 TIPO E DESCRIÇÃO GERAL DA PESQUISA	41
3.2 INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS PARA A COLETA DE DADOS	42
3.3 PROCEDIMENTOS PARA TRATAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS	44
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
4.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DA AMOSTRA.....	45
4.2 ANÁLISE DESCRITIVA DAS PERSPECTIVAS E UTILIZAÇÃO DA AGRICULTURA DIGITAL	53
4.3 ANÁLISE EXPLORATÓRIA DAS VARIÁVEIS.....	61
4.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS DOS RESULTADOS	73
5 CONCLUSÃO	76
REFERÊNCIAS	79
Apêndice A	91

1 INTRODUÇÃO

Desde o fim da Idade Média, período em que ocorreu a primeira revolução agrícola, a sociedade tem enfrentado problemas no que se refere ao atendimento das suas necessidades, haja vista que os setores de produção não têm alcançado os índices de desenvolvimento necessários para o atendimento da demanda de alimentos (MAZOYER; ROUDART, 2010). Para Miranda (2018), embora haja cálculos que indicam que um hectare é capaz de alimentar, em média, quatro indivíduos, existe uma variação relativa quanto à produção e ao cultivo, a qual se caracteriza por fatores relacionados às especificidades do solo, do clima, das tecnologias a partir das quais se conduzem os processos de produção, entre outros.

No Brasil, a diversidade dos agricultores é conceituada como o conjunto de características que eles apresentam, sejam sociais, econômicas, culturais ou relativas ao espaço geográfico. Por fim, a diversidade do ambiente rural é a reunião das distintas características e pluralidades que envolvem o meio ambiente, os estabelecimentos rurais e suas funções perante os agricultores e a sociedade (SANTOS, VIAN e MATTEI, 2021, p. 24). Os diferentes modos de escala de produção agrícola estabelecem configurações de cultivo que se baseiam nas condições do ambiente e são adequados às características e necessidades da produção e dos agricultores.

De acordo com a Conab, houve um aumento de 5,2% na área destinada ao plantio de grãos no Centro-Oeste, que passou de 30,158 milhões de hectares em 2020/2021 para 31,723 milhões de hectares nesta safra. Já a produtividade média da Região registrou um aumento de 10,3% e saltou de 3.892 quilos por hectare na safra passada para 4.293 quilos por hectare nesta safra. Com todas as suas quatro Unidades da Federação tendo registrado aumento na produção de grãos, a Região Centro-Oeste foi a que mais contribuiu, em números absolutos, para que a safra 2021/2022 atingisse um recorde no Brasil (CONAB, 2022).

Conforme indica a Organização das Nações Unidas (ONU, 2021), a demanda direcionada à indústria alimentícia tende a aumentar significativamente até o ano de 2050, haja vista que, segundo informações divulgadas no relatório de 2019, a população mundial tende a crescer consideravelmente, aumentando o quantitativo populacional em 2 bilhões de pessoas. Logo, a população global representa uma projeção calculada em 8,5 bilhões de pessoas, fenômeno que, de acordo com Saath e Fachinello (2018), implica a ampliação da renda *per capita* e do consumo de alimentos, além de acarretar a expansão urbana, as necessidades de consumo de água e energia e urgência na amplificação do fornecimento desses produtos e serviços (EMBRAPA, 2018).

Vale destacar, que no fim do século XX foram consolidadas diversas revoluções em que a tecnologia passou a ser um mecanismo mais empregado e valorizado dentro dos setores de produção rural. Os *softwares* de gerenciamento foram introduzidos nos sistemas organizacionais para fins de aprimoramento dos procedimentos empresariais que visavam à qualificação dos planejamentos, controle de atividades e acompanhamento de resultados (REDIVO *et al.*, 2013).

Klerkx e Rose (2020) esclarecem que, na contemporaneidade, foram desenvolvidos conceitos e concepções que caracterizam as novas sistematizações oriundas da introdução das tecnologias digitais nos setores de agropecuária. Nesse sentido, a agricultura vertical e sistemas alimentares, agricultura digital (5.0), bioeconomia, agricultura circular e aquaponia são denominações que se referem à integração de mecanismos como robótica, nanotecnologia, proteína sintética, agricultura celular, tecnologia de edição de genes, inteligência artificial, *blockchain* e aprendizado de máquina nos processos de produção rural.

Observa-se, que as técnicas de produção, associadas às tecnologias e aos mecanismos oriundos das inovações sistematizadas, representam grandes impactos quanto ao desempenho do setor agropecuário. Em face disso, as esferas econômica, agrônômica, social e ambiental podem ter seus recursos e contextos aprimorados pelos sistemas de produção agropecuário, cuja tecnologia oportuniza que as atividades sejam impulsionadas e realizadas de forma mais eficaz, por meio da otimização e ampliação dos recursos, construção de planejamentos e ferramentas de execução e gerenciamento (EMBRAPA, 2022).

Neste aspecto, vale destacar o agronegócio no Brasil em virtude de ser uma das principais referências em termos de técnicas e índices de produtividade (SCHERER; PORSSE, 2017), haja vista que o país possui o maior rebanho bovino, em nível mundial, além de ser o maior produtor de açúcar e café. Ressalta-se, ainda, que o país é responsável por 7,8% da produção de grãos, tornando-se o segundo maior exportador de milho, em 2020; outrossim, representa o maior exportador de carne bovina do mundo, além de participar, em 50%, do mercado de produção de soja (EMBRAPA, 2021).

Buainaim *et al.* (2015) argumentam que, para que se possa oportunizar o melhor desempenho dos setores da produção na agricultura brasileira, fazem-se imprescindíveis investimentos mais recorrentes e significativos em mecanismos e recursos digitais, associados a uma política de uso que possam auxiliar a exploração adequada dessas ferramentas. Acrescenta, ainda, a necessidade de elaboração de um planejamento de gestão direcionado ao aproveitamento dos potenciais tecnológicos disponíveis, por meio dos quais torna-se possível o desenvolvimento de novos sistemas, a exploração de novas áreas marginais, a redução das

desigualdades regionais referentes aos índices de desempenho agrícolas, a diversificação dos processos produtivos e a modernização da indústria e dos serviços.

Ademais, a ONU caracteriza a agricultura digital por meio de conceitos que direcionam à modernização da agricultura, os quais são definidos como a integração de mecanismos tecnológicos inovadores e avançados que possibilitam o aprimoramento dos processos de produção (ONU, 2021). Nesse raciocínio, o alcance dos objetivos listados na Agenda 2030, expressa as metas relativas ao Desenvolvimento Sustentável Global, estabelecida pela ONU.

Destaca-se a proposta 2.4 da Agenda 2030 da ONU, vez que expressa a finalidade de assegurar a evolução, em termos de sustentabilidade, dos sistemas de produção agrícola e da indústria alimentícia, por meio da implementação das práticas e técnicas utilizadas. Nessa perspectiva, objetiva-se o crescimento da produtividade, da garantia da preservação dos ecossistemas, a adequação às mudanças climáticas e o aprimoramento contínuo dos procedimentos de preservação do solo (FAO, 2022).

Verifica-se que a principal justificativa para fundamentar as proposições de modernização da produção agrícola brasileira, o segundo objeto da Agenda manifesta o escopo de erradicação da fome, alcance da segurança alimentar, qualificação dos índices nutricionais e a concretização do desenvolvimento sustentável (FAO, 2022).

Para Anitei *et al.* (2021) a agricultura já foi moldada pela era digital, em seus estudos com agricultores da Romênia, eles verificaram que 100% dos participantes concordaram que a digitalização é uma oportunidade para suas atividades, sendo que nenhum deles considera a digitalização uma ameaça, pelo contrário, na visão deles a digitalização na agricultura é uma necessidade real, que levará à máxima eficiência na atividade realizada.

Weersink *et al.* (2018, p.171) afirmaram que o advento da tecnologia digital, a agricultura também pode se beneficiar das vantagens da digitalização:

A agricultura está à beira de uma revolução digital, e as mesmas tecnologias que criaram a Internet e estão transformando a medicina estão agora sendo aplicadas em nossas fazendas e em nossos campos. No geral, essa revolução agrícola digital está sendo impulsionada pelo baixo custo da coleta de dados sobretudo, desde as condições do solo até a saúde animal e o desenvolvimento da safra, juntamente com dados de estações meteorológicas e dados coletados por drones e satélites. A promessa dessas tecnologias é mais alimentos, produzidos em menos terra, com menos insumos e uma pegada ambiental menor. No momento, no entanto, as barreiras para realizar esse potencial incluem a falta de capacidade de agregar e interpretar os dados de forma que resulte em ferramentas úteis de apoio à decisão para os agricultores e a necessidade de treinar os agricultores no uso de novas ferramentas (WEERSINK *et al.*, 2018, p. 171).

Em razão de tais conjunturas, diversos departamentos que funcionam nos setores de agricultura têm realizado esforços direcionados ao aumento dos insumos, por meio da utilização racionada de fertilizantes minerais, herbicidas, fungicidas, inseticidas, água para irrigação e energia, de maneira racional e precisa. Nesse sentido, tais procedimentos têm sido realizados por meio da redução do uso desses elementos, fazendo com que sejam aplicados em menor quantidade possível, estabelecidos os locais e os momentos adequados ao uso (MOLIN *et al.*, 2015).

Acrescenta-se a esses esforços a possibilidade de controle ou previsão quanto às variações de clima, local e produção, por meio da utilização de recursos digitais de obtenção, manutenção e armazenamento de dados que se tornaram primordiais para o sucesso do setor, o qual tem como principal escopo atender à demanda alimentícia de forma econômica, sustentável e adequada.

Nesse contexto, a presente pesquisa bibliográfica exploratória far-se-á por meio da referência às tecnologias digitais integradas ao sistema de produção rural com a utilização do termo “Agricultura Digital”, expressão capaz de contemplar as concepções relacionadas às transformações tecnológicas que têm sido disseminadas rapidamente na cadeia de produção rural brasileira (EMBRAPA, 2018), sob a perspectiva dos diversos desafios que o agronegócio brasileiro se encontra submetido, visto a imprescindível garantia e ampliação da qualidade dos processos produtivos, além da qualificação das técnicas e procedimentos de produção.

Assim, face as tecnologias já existentes, a presente pesquisa aspira ao levantamento da seguinte questão: *Como está a adoção e difusão das novas tecnologias da agricultura digital desenvolvidas para o produtor rural no Brasil?*, por meio de questionário aplicado aos agricultores e administradores rurais, cujas perguntas contemplam a forma de adoção e difusão de tecnologias agrícolas digitais.

Vale destacar que estes respondentes devem ser entendidos, tanto em nível de fazenda, quanto no que se refere à organização de entidades relevantes que auxiliem os produtores rurais na adoção das novas tecnologias. Entretanto, o comportamento de adoção não depende apenas das características da fazenda e do agricultor, sendo também influenciado pelas condições estruturais, políticas e econômicas do sistema agrícola (ALEXANDER *et al.*, 2013).

Neste contexto, apresentam-se no presente trabalho uma pesquisa exploratória evolutiva acerca do tema “agricultura digital”, sob a perspectiva de seus usuários, de forma a apresentar os motivos incentivadores de uso e difusão, assim como os obstáculos e barreiras

que impendem o progresso qualidade dos processos produtivos, além da qualificação das técnicas e procedimentos de produção por meio da exploração da agricultura digital.

1.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a adoção e difusão das novas tecnologias da agricultura digital desenvolvidas para o produtor rural no Brasil, especialmente na produção de grãos nas principais regiões produtoras.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Apresentar a evolução da agricultura digital.
- Identificar os fatores motivadores e impeditivos que influenciam as decisões desses agricultores em adotar agricultura digital em suas propriedades.
- Dimensionar as perspectivas dos agricultores e as verificações acerca do cenário atual quanto à utilização das tecnologias digitais na agricultura brasileira.

1.3 JUSTIFICATIVA

No mundo globalizado, as tecnologias têm se tornado, cada vez mais, fundamentais para a realização das atividades no dia a dia da sociedade, tanto na esfera profissional, quanto nos âmbitos social, acadêmico e individual. Em razão disso, a escolha do tema que representa a agricultura digital se justifica na medida em que se demonstra a sua relevância em termos pragmáticos para a disseminação de conhecimentos necessários na esfera da modernização do agronegócio, suas implicações e suas necessidades.

As tecnologias disruptivas¹ possuem potencial para que se possa proporcionar cenários mais produtivos nos setores do agronegócio, além de oportunizar meios e mecanismos capazes de impulsionar a realização dos processos de produção de forma mais rápida, confortável e eficaz. Outrossim, esses instrumentos fazem com que se possa proporcionar um cenário organizacional sustentável, em que são cumpridas as tarefas fim sem que haja grandes prejuízos ao meio ambiente.

Uma das conjunturas que exemplifica a importância e os benefícios da utilização das tecnologias dentro do agronegócio brasileiro são observadas na disseminação das *startups*,

¹ São inovações tecnológicas, produtos, ou serviços para o agronegócio ou ligadas a ele, com características “disruptivas”, que provocam uma ruptura com os padrões, modelos ou tecnologias já estabelecidos no mercado (SAUSEN, 2020, p. 49).

grupo de pessoas à procura de um modelo de negócios repetível e escalável, trabalhando em condições de extrema incerteza (SEBRAE, 2022).

Haja vista que uma pesquisa realizada pelo *Radar Agtech Brasil 2020/2021* evidenciou 1.574 *agtechs* em território nacional. Nesse sentido, houve crescimento da utilização desses mecanismos tecnológicos de 2019 para 2021, haja vista que o quantitativo aumentou de 35% para 41% nesse período (FIGUEIREDO *et al.*, 2021).

Dessa forma, faz-se possível observar que o uso das tecnologias digitais na agropecuária brasileira tem sido proliferado de forma significativa, uma vez que seu potencial de inovação se demonstrou como uma possibilidade para a modernização dos processos de produção. Nesse contexto, a presente pesquisa visa a disseminar os conhecimentos que fundamentam as análises desses avanços, haja vista que abordagens são fundamentais para que se possam identificar as principais implicações da integração das tecnologias digitais à agropecuária brasileira para a identificação das situações que se apresentam como fatores motivadores ou impeditivos para o desenvolvimento da agricultura digital no Brasil.

1.4 ESTRUTURA E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Esta dissertação foi organizada em uma estrutura que apresenta cinco capítulos: o capítulo 1, em que se apresentam os elementos que descrevem a temática, a justifica por meio da qual se evidencia a relevância do tema e os objetivos a partir dos quais se realiza a pesquisa e sua estrutura. No capítulo 2, realiza-se a apresentação das teorias que compõem o referencial teórico, por intermédio do qual se fazem possíveis as abordagens acerca do tema, as quais descrevem os conceitos, concepções e conhecimentos que fundamentam as hipóteses, conclusões e argumentações expostas.

No capítulo 3, são apresentados os métodos e as caracterizações inerentes à pesquisa, a fim de que se possa compreender a sua natureza e a sua adequação à estrutura e à investigação realizada. No capítulo 4 apresentação e discussão dos resultados. E, por fim, o quinto é o capítulo de considerações finais, em que são resumidos os principais resultados do trabalho e apontadas possíveis contribuições futuras.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 EVOLUÇÃO DA AGRICULTURA

Para explicar sobre a agricultura é necessário retornar a 12 mil anos atrás, no tempo pré-histórico, momento em que o cultivo de alimentos era uma prática que na opinião de Carpanezzi *et al.* (2019, p. 4) possibilita atualmente “o aumento de oferta dos alimentos e mostra diversidades em relação a plantações. Desde então suas atividades estão em constante processo de inovação para obter maior produtividade”.

Importante referir que agricultura e homem se desenvolvem concomitantemente no transcorrer do tempo frente a necessidade humana de se estabelecer na terra, houve precisão em desenvolver um novo meio de obtenção de alimentos, que não os fornecidos de maneira instintiva “pela natureza, mas sim, cultivado pelos homens. É a partir deste raciocínio que inicia o sistema de cultivo de alimentos” (MAZOYER; ROUDART, 2010, p. 38).

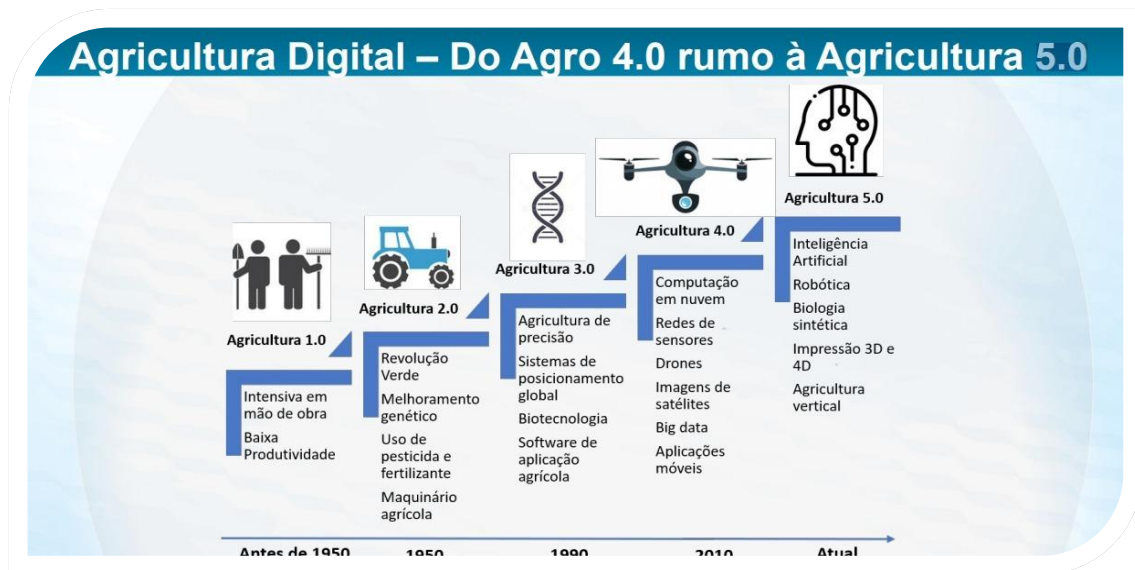
A evolução da agricultura exclui a cultura nômade e ao invés da busca pelo alimento o homem passa a plantar, a produzir seu alimento no ambiente próximo ao qual vive, onde constroem sua moradia. Eis que surgem as primeiras tribos, vilas e como seres em constante evolução, a agricultura igualmente se desenvolve a partir de novas técnicas para agradar às necessidades humanas (Castanho *et al.*, 2017).

2.1.1 – Da agricultura 1.0 à agricultura 4.0

A revolução tecnológica agrícola emerge com a Agricultura 1.0 compreendida como potência animal; subsequentemente a Agricultura 2.0 foi estabelecida pelo motor de combustão e como explicam Zambon *et al.* (2019, p. 24) a Agricultura 3.0 se pautava pelos “sistemas de orientação e agricultura de precisão, a partir da disponibilização dos sinais de GPS para uso do público”.

Estes pesquisadores acrescentam que “a Agricultura 4.0 representa a interação digital das atividades agrícolas com a integração de informações em todos os setores e processos agrícolas” e adendam que “o emprego de tecnologia na agricultura reduz as incertezas que envolvem a cadeia de produção agroalimentar” (ZAMBON *et al.*, 2019, p. 24). A Figura 1 ilustra a evolução da agricultura 1.0 até a 5.0, apontando as principais tecnologias disponíveis no período. A abordagem da agricultura 5.0 será efetuada no próximo tópico.

Figura 1 – Evolução da agricultura 1.0 para a agricultura 5.0



Fonte: Adaptado de Mendes (2020), com base em Cema (2017), Melgar (2018) e Massruhá (2020).

Atualmente o foco é na conservação dos recursos naturais e sustentabilidade planetária o que incide em uma maior preocupação com o processo de agricultura de precisão. A consciência ambiental passa a ocupar espaços cada vez mais amplos nas pesquisas das comunidades científicas, dos meios de comunicação, de órgãos públicos e de muitas organizações. Porém, sabe-se que ainda há muito por refletir sobre a preservação ambiental uma vez que sua conceituação ainda não é compreendida de maneira holística, a saber, em sua total complexidade e relevância (ROSE; CHILVERS, 2018).

A agricultura 4.0, conforme os estudos de Klerkx e Jakku (2019, p. 149) pode ser entendida como um acontecimento que se origina da aplicabilidade de tecnologias como “*big data*, a *internet* das coisas, a robótica, os sensores, a impressão 3D, integração de sistemas, a conectividade ubíqua, a inteligência artificial, o aprendizado de máquina, entre outras tecnologias, aplicados à agricultura e nas cadeias de abastecimento de alimentos, fibras e bioenergia”. Para os autores, a ampliação “da produtividade, da lucratividade e a ecoeficiência produtiva justificam o uso dessas tecnologias na agricultura”.

Os procedimentos agrícolas são parte de uma rede integrada de informações em formato digital para todos os setores e processos agrícolas; a comunicação com parceiros externos, fornecedores ou clientes, também é realizada eletronicamente; a transmissão, processamento e análise de dados são (em grande parte) automatizados. *Softwares* possibilitam o manuseio de grandes volumes de dados (CEMA, 2017).

O processo de passagem da agricultura 1.0 para a 2.0 até a 5.0 não é um processo linear e não envolve todos ao mesmo tempo, mas é um processo que mostra em todos os

momentos coexistência, ou seja, no momento atual tem-se a agricultura 2.0, 3.0 e alguns percussores já adotam a agricultura 5.0 ou agricultura digital. Portanto, o processo de adoção de tecnologias não acontece ao mesmo tempo.

2.1.2 – Evolução da agricultura 4.0 até a agricultura digital

Para Weltzien (2016), a agricultura 4.0 é composta por sistemas complexos, mas intuitivos ou fáceis de operar. A tecnologia possibilita aplicar insumos, pesticidas, herbicidas, fungicidas etc. com maior assertividade, essa característica propulsiona a aplicação de novas tecnologias na agricultura porque reduz custos enquanto aumenta a produtividade. Assim, o fenômeno da agricultura 4.0 pode ser compreendido como a aplicação massiva de tecnologias digitais na produção de alimentos e outros produtos agrícolas. A força propulsora dessa dinâmica é o ganho de eficiência que a aplicação de tecnologia promove. Portanto, esse fenômeno existe porque o ser humano deseja produzir mais, com menos esforço, de acordo com as limitações ambientais às quais está sujeito.

Como refere Lopes (2013, p. 84) “instrumentação avançada, agropecuária de precisão, bioinformática, *data-mining*, geotecnologias, modelagem, plataformas web de transferência tecnológica” dentre outras ferramentas tecnológicas, se constituem em “instrumentos e vertentes de inovação importantes na atuação da Embrapa”.

Conforme refere Tacchi (2017, p. 73), “dentre as tantas ferramentas novas para gestão administrativa destaca-se a Internet, que auxilia na distribuição da ideia da importância do computador na vida rural”. Ou seja, são alternativas que proporcionam ganhos em relação a uma economia nos investimentos, maior produtividade na lavoura, melhor uso dos insumos e equipamentos já disponíveis na propriedade e no mercado, buscando estabilidade no tempo.

Mundialmente, mas, sobretudo no Brasil, são muitas as mudanças em âmbito agropecuário e evidencia-se a redução da mão de obra em área rural. Conforme referem os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2010, p. 17) que “84,4% da população brasileira era urbana. A previsão é que em 2030 esse índice chegue a 91,1%.

Em meio a um cenário no qual a agricultura 4.0 desponta pela empregabilidade de soluções digitais conectadas e pretense nível de automação, eis que desponta uma atividade agrícola potencialmente caracterizada pela utilização de máquinas com autonomia nos processos produtivos (ECOTRACE, 2022).

Informação e autonomia de decisão são aspectos cada vez mais importantes para o agricultor do século XXI imerso em um mundo digital onde os dados ganham peso significativo para as empresas de todos os setores. Hoje já existe uma série de soluções aplicadas no cultivo de lavouras e criação de animais que permitem captar dados com precisão, automatizar processos e melhorar o controle e gerenciamento.

O futuro breve, contudo, reserva novidades de grande impacto, como o maior desenvolvimento do *machine learning* e da inteligência artificial, que se beneficiam da conectividade e comunicação entre diferentes ferramentas (ECOTRACE, 2022, p. 2).

A aplicabilidade da inteligência artificial bem como de robôs agrícolas dotados de autonomia para operar na agricultura conduz a um novo tempo como refere a *European Agricultural Machinery Association* (2017). Segundo as explicações de Saiz-Rubio; Rovira-Más (2020, p. 369) em decorrência dos robôs atuarem a partir do solo, “a distância entre os sensores e o alvo diminui para menos de 2 metros” e dessa maneira aumenta “a precisão dos dados capturados permitindo, por exemplo, registrar intensidade de luz, grau de umidade do solo, da planta e da atmosfera e de severidade de doenças” fatores que corroborarão para “uma atuação mais específica para a necessidade de cada planta ou animal”.

2.2 INOVAÇÃO E TECNOLOGIA DIGITAL NA AGRICULTURA

Historicamente, a inovação tem sido objeto de pesquisa por meio dos estudos da Teoria do Desenvolvimento Econômico, elaborada por Schumpeter (1988), que a desenvolveu sob o modelo capitalista, no início da revolução industrial, diferenciando os termos “invenção” e “inovação”. Para o autor austríaco, uma invenção significava ter uma nova ideia, um novo modelo ou esboço, que poderia ser novo ou melhorado, representando um produto, processo ou sistema. No entanto, a criação não bastava. Era necessário que a implementação dessas novas ideias gerasse riqueza (TERRA, 2001).

Nos países desenvolvidos, os investimentos em ciência, tecnologia e inovação (C,T&I) são elevados e representam parcela significativa do Produto Interno Bruto (PIB), podendo chegar a mais de 5 %, - como no Canadá e na Austrália (período 1992–1994) -, ou acima de 3% (Inglaterra, Holanda e Japão). O conhecimento produzido é protegido e rapidamente transformado em inovação tecnológica, em diferentes segmentos da economia, gerando novas riquezas (SCOLARI, 2006).

Na visão de Schumpeter (1988), o desenvolvimento capitalista teria como base a evolução das empresas, por intermédio da junção de novas ideias associadas aos recursos já existentes; como consequência, originaria novas possibilidades de pesquisas, descobertas de novos produtos e processos, além de novas configurações organizacionais (ZUIN; QUEIROZ, 2006). Segundo o pensamento *schumpeteriano*, o desenvolvimento econômico originar-se-ia das mudanças da vida econômica, por meio de um processo espontâneo, descontínuo e natural, que fomenta um ambiente e o surgimento de novas invenções (SCHUMPETER, 1988).

Ainda segundo Scolari (2006), nos países em desenvolvimento, as atividades de C, T&I são caracterizadas pela existência de estrutura legal inadequada, investimentos majoritariamente públicos, baixos e descontínuos, baixa participação do setor privado, modelos de gestão ineficientes e mercados de tecnologias ainda limitados. De um modo geral, os investimentos totais representam pequena parcela do PIB (menos de 1%), e há concentração de cientistas nas universidades públicas, locais onde a produção científica nem sempre é protegida, e os artigos científicos geram número limitado de patentes ou de pedidos de patentes, além de que cultura empresarial não estimula o empreendedorismo tecnológico.

De acordo com a visão de Schumpeter (1988), as inovações radicais, estabelecidas como a introdução de um novo produto ou de novo método de produção, abertura de novo mercado e a conquista de nova organização de qualquer indústria, criam uma ruptura no sistema econômico, tirando-o do estado de equilíbrio e alterando, dessa forma, padrões de produção e criando diferenciação para as empresas. Já as inovações incrementais, entendidas como melhorias das inovações radicais, mantêm a competitividade entre as empresas, mediante as denominadas: acumulação criativa e acumulação de conhecimentos, não transferíveis em determinados mercados tecnológicos.

Para o autor, a inovação tecnológica rompe com o sistema econômico, alterando seu estado de equilíbrio, por meio da introdução de um novo produto, de um novo método de produção, da abertura de um novo mercado e a da conquista de uma nova organização. Seguindo tal raciocínio, Schumpeter (1988) enfatiza a importância do empreendedor como agente fundamental para introdução de uma inovação.

Scolari (2006) afirma que setores na economia brasileira, onde ocorreu expressiva inovação tecnológica, como na automação bancária, na aviação comercial, na exploração de petróleo em águas profundas e no agronegócio, há uma grande cadeia que envolve vários elos, passando pelo fornecimento de bens e serviços, produção, comercialização, processamento, distribuição e consumo. Nesse caso, o mérito se deve ao conjunto de fatores e de ICTs, em que se destaca o trabalho desenvolvido pela Embrapa com as universidades e empresas estaduais de pesquisa agropecuária de todo o País.

Aplicando-se a associação feita por Schumpeter à realidade atual das organizações, pode-se verificar o reconhecimento dos seus ensinamentos teóricos quando se observa que grandes conglomerados do setor agropecuário vêm investindo alta soma de recursos próprios para financiarem suas atividades em P&D. A multinacional JBS investiu, em 2019, na criação

de um Centro Global de Inovação de Alimentos, em parceria com a universidade do Colorado, nos Estados Unidos conforme disposto em seu *website*².

Pesquisas identificaram uma necessidade urgente de renovar a organização de *design* tradicional da agricultura e de promover mais abordagens abertas, descentralizadas, contextualizadas e participativas para o *design* e a inovação (BETHERT; HICKEY, 2018). Pigford *et al.* (2018) afirmam que a abordagem de um ecossistema de inovação tem o potencial de desenvolver estratégias mais integradas para a transição rumo a uma agricultura sustentável, além de facilitar as ligações necessárias entre sistemas, serviços e setores que afetam a agricultura.

Por sua vez, Kamilaris *et al.* (2017) ressaltaram a importância de compreender melhor os ecossistemas agrícolas para enfrentar os crescentes desafios da produção agrícola. Isso pode acontecer por meio de modernas tecnologias digitais, como o sensoriamento remoto (BASTIAANSEN *et al.*, 2000; HUANG *et al.*, 2018), computação em nuvem (HASHIM *et al.*, 2015) e a Internet das Coisas (TZOUNIS *et al.*, 2017), as quais permitem o monitoramento contínuo do ambiente físico, produzindo grandes quantidades de dados em um ritmo sem precedentes para melhorar a produtividade.

O mercado brasileiro está em fase inicial de desenvolvimento da adoção da tecnologia para agricultura inteligente, com diversos agentes de ecossistema que buscam oportunidades de negócios nesse setor (PIVOTO *et al.*, 2018). Campos (2019) cita um exemplo, há *startups* que começam a usar alguns padrões abertos (o caso da *startup* Isobus), por meio dos quais são capazes de combinar diferentes conjuntos de dados.

A presença de *Startups* no setor do agronegócio e nos diversos elos da cadeia produtiva é um grande avanço na inserção dessa forma de inovação, embora seja considerado diretamente relacionado ao setor da tecnologia eletrônica e digital, que consiste basicamente na criação de aplicativos móveis, plataformas multitarefas de controle do produto, e na produção como um todo, além de plataformas que servem como mercado para alugar ou comercializar máquinas, equipamentos e produtos agropecuários (CAMPOS, 2019).

2.3 DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIAS DIGITAIS NA AGRICULTURA

Para Possas *et al.* (1994), um dos principais pilares que integram um sistema que funciona por meio dos recursos digitais é a junção de alguns fatores que, devidamente

2 <https://jbs.com.br/imprensa/releases/centro-global-de-inovacao-em-alimentos-da-jbs-e-inaugurado-no-campus-da-csu/>.

associados, podem proporcionar uma organização sistematizada para o controle da qualidade e manutenção dos processos produtivos. Dessa forma, esses elementos podem ser descritos como agentes, atividades tecnológicas, formas de aprendizagem e transferência de conhecimentos, a fim de impulsionar uma estrutura de articulação em que se possam explorar o potencial das tecnologias de forma ampla e eficaz.

Nesse sentido, as implicações decorrentes da integração dos recursos digitais ao sistema de produção de alimentos se manifestam como um produto da associação desses fatores, haja vista que os avanços e inovações proporcionados por essas ferramentas impulsionam as atividades para o aprimoramento desses resultados. Dessa forma, tais articulações devem ser organizadas de forma a identificar problemas, assim como planejar políticas e ações que possam elaborar as soluções com base no cenário em que se inserem as atividades (BUAINAIN *et al.*, 2015).

Roseboom (2004) *apud* Mendes (2009) argumenta que os agentes, nesse âmbito, representam papéis fundamentais para o bom desempenho dessas políticas, os quais podem atuar de diferentes formas e por meio de várias metodologias. Nesse sentido, esses agentes se dividem, segundo os autores, em dois conjuntos: o primeiro, que representam as funções e obrigações estatais com relação à realização das atividades na agricultura digital, assim como à regulamentação das funções e demais matérias e questões de mérito, realização de políticas afirmativas e ações de incentivo e disponibilização de recursos públicos; e o segundo conjunto, que se manifesta enquanto atores nas atividades relacionadas às finanças, pesquisas, estudos e desenvolvimento, recursos humanos, capacitação e treinamento, entre outros diversos fatores que integram o sistema de produção na organização social e empresarial.

De acordo com Malerba (2002), as organizações relacionadas às diferentes formas como se podem articular as estruturas organizacionais e os diversos perfis de agentes que integram esse âmbito são construídos por intermédio de processos competitivos, uma vez que há uma relação hierárquica que promove e aplica instruções, sistemas de troca de informações, competitividade e outras interações constantes nos ambientes industriais. Nesse contexto, Buainain *et al.* (2015) afirmam que os conhecimentos relacionados à formação dessas relações, assim como os estudos que comprovam a sua eficácia nos setores empresariais diante da modernização da sociedade digital foram realizados em institutos e universidades públicas, ainda que, recentemente, departamentos de pesquisas de natureza privada também tenha se mostrado dispostos a realizar tais pesquisas.

Para Fravo *et al.* (2020), no que se aplica ao mercado competitivo, na contemporaneidade, a evolução dos sistemas econômicos tem se mostrado diretamente

relacionada à competitividade, que pode impulsionar o crescimento regional. Nesse cenário, a modernização dos sistemas de produção ocupa papel fundamental para o aprimoramento do desempenho do mercado, haja vista que, para a manutenção da qualidade dos produtos e serviços, têm se exigido cada vez mais inovações, tecnologias avançadas e produções de melhor desempenho.

Por conseguinte, diante dessas considerações, evidencia-se a importância de analisar os sistemas que integram essas inovações, as quais se tornaram uma exigência para a qualidade dos serviços e garantia da manutenção da competitividade no mercado globalizado. Nesse sentido, considerando que o Brasil representa alta relevância no que se refere à produção agropecuária na economia, tais abordagens se demonstram importantes em âmbito socioeconômico, industrial e, também, nas esferas que contemplam as pesquisas e estudos acerca da modernização do setor de agronegócio por intermédio dos recursos tecnológicos.

2.4 FATORES QUE INFLUENCIAM A ADOÇÃO DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS NA AGRICULTURA

A inovação na agricultura é um processo dinâmico que pode provocar mudanças estruturais na agricultura com a introdução de novos produtos e processos por meio de tecnologias relacionadas à agricultura inteligente. Para isso, existem diversas áreas do conhecimento que buscam entender as variáveis e os motivos que levam os indivíduos a adotarem uma inovação (PIVOTO, 2018). Nesta seção, serão apresentados alguns itens com base nos trabalhos de Knowler e Bradshaw (2007); Sousa Filho *et al.* (2011), Tey e Brindal (2012), e Pierpaolia *et al.* (2013) *apud* Pivoto (2018).

2.4.1 – Fatores socioeconômicos

Variáveis pertinentes às características socioeconômicas e categorias do produtor facilitam a compreensão dos fatores que conduzem produtores a adotar dada tecnologia ainda que sobre mesmas condições solo-climáticas idênticas. A partir de conceitos oriundos das áreas de sociologia, economia e psicologia social, os estudos de Souza Filho *et al.* (2011, p. 6) discorre sobre variáveis conexas “ao capital humano, atitudes Risco, forma de propriedade da terra e grau de organização do produtor”.

Em conformidade com os estudos de Souza Filho *et al.* (2011, p. 31) a totalidade de fatores que inferem na decisão pela adesão as inovações tecnológicas na agricultura totalizam em quatro, sendo elas, “condições socioeconômicas e características do produtor,

características da produção e da propriedade rural; características da tecnologia, e; fatores sistêmicos”. Portanto, os autores argumentam que “o processo de adoção de tecnologia é complexo, influenciado pelos pares, pelas normas sociais, pela pressão organizacional e pelos agentes de mudanças”.

Os fatores socioeconômicos na opinião de Antolini e Scare (2014,) esclarecem sobre o meio relacional do principal tomador de decisão da fazenda sendo a totalidade de determinantes que auxilia nas motivações do produtor em aderir a tecnologia e outro que se encontra em semelhante condição não a adota. Para isso, devem-se considerar alguns atributos como idade, grau de instrução, tamanho da família, experiência na atividade em que estas características possam influenciar no processo decisório.

Na opinião de Lawson *et al.* (2011) quesitos como nível de instrução e idade são indicadores comuns de comportamento inovador para a maioria dos estudos de adoção de tecnologia e destoa a noção de que agricultores mais jovens e formalmente educados são mais propensas a adotar a tecnologia.

Nos estudos de Viero e Silveira (2011, p. 129) é possível identificar a “existência de uma relação inversa entre o grau de instrução e a idade dos agricultores, da qual se identifica que quanto maior a idade menor o grau de instrução e vice-versa” ao passo que “educação formal e idade foram identificados como fatores significativos para a adoção de Sistema de gestão do conhecimento” (TORREZ *et al.*, 2016, p. 149).

Assim, Barnes *et al.* (2019, p. 46) pontua que “quanto maior o nível de instrução do produtor maior a chance de adotar uma tecnologia” e acresce que “as tecnologias de informações também exigem um investimento adicional em aprendizado e pode haver uma lacuna entre a educação formal e a capacidade do usuário de operar as máquinas de maneira ideal”.

Ademais, Antolini e Scare (2014, p. 349) afirmam que “se por um lado uma maior experiência – medida pela idade ou por anos de trabalho na agricultura – é fator positivo na adoção de tecnologias, pois pode indicar maior capacidade de gestão”, por outro lado, “produtores mais velhos podem ser menos energéticos e/ou ter um horizonte de planejamento mais curto”.

Ainda de acordo com estes autores, produtores mais jovens são mais facilmente atraídos por novidades e, mais provavelmente, serão os primeiros a adotar uma. Um dos problemas é o envelhecimento dos agricultores por causa da emigração dos jovens por falta de oportunidades de trabalho no meio rural. Entender o impacto das tecnologias da comunicação

e da informação na sua vida, nos processos de produção, no desenvolvimento do conhecimento e na vida social é de suma relevância.

2.4.2 – Fontes de informação

A revolução microeletrônica e a nova mídia fortaleceram uma tendência social que apaga as fronteiras entre a existência e a aparência, entre a realidade e a simulação" (KURZ, 1997, p. 127). Como reporta o pesquisador Sérgio de Sousa Brasil (2021), esse mundo *mutatis mutandis* com a nova concepção de informação trafega nessa rede neural, à velocidade muito semelhante à da luz.

As tecnologias da informação e comunicação, possibilitam que se acelere e inove o acesso às informações suscitadas no cotidiano do campo (RIBEIRO NETO, 1999). Já na opinião de Cavalheiro *et al.* (2018, p. 291) em decorrência de “ser um assunto muito recente, a influência da tecnologia da informação no agronegócio, ainda ocupa muito espaço nas discussões do setor”. Ainda no entendimento destes autores, “a adoção de tecnologias no meio rural ainda não acompanha o ritmo de outras inovações”.

A agricultura de precisão e a robótica sustentadas por “tecnologias como sensoriamento remoto, sistema de informação geográfica e monitoramento do uso da terra” como referem Massruhá *et al.* (2020, p. 33) possibilitam:

o uso de sensores sem fio, localizados no solo, na planta, na atmosfera ou em máquinas e equipamentos, que em conjunto com *softwares* de análise de dados possibilitam um mapeamento do campo mais preciso. Esse mapeamento propicia o plantio inteligente de sementes e a aplicação otimizada de insumos químicos ou biológicos para o manejo nutricional e sanitário da cultura. Sensores que medem a umidade no solo levam à indicação da necessidade de irrigação; imagens de plantas capturadas por câmeras, drones e satélites podem auxiliar na detecção de pragas, levando à aplicação de defensivos específicos e em quantidade adequada; dispositivos podem capturar informações sobre a colheita e mapear a produtividade de cada parte do terreno; sensores embarcados em máquinas agrícolas podem indicar a necessidade da sua manutenção; equipamentos instalados em silos podem indicar as condições de estocagem, evitando perdas no armazenamento; sensores inseridos em animais podem auxiliar no monitoramento de sua saúde, bem-estar e estresse e na previsão de datas de parto, visando o manejo e a melhoria do desempenho. (Massruhá *et al.* 2020, p. 33).

A sociedade, por intermédio das redes sociais, será capaz de adquirir informações minuciosas do processo produtivo bem como “do processo produtivo, dos impactos e das propriedades nutricionais em seus dispositivos móveis” (SORENSEN, 2020, p. 39). Ainda de acordo com este teórico, “nas fazendas inteligentes, o conceito atual de agricultura de precisão é aprimorado pelo reconhecimento de contexto, situação e localização, serviços de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) ricos em dados, integração de dados” bem como da

“comunicação de dados, padronização, processamento de sinais e tecnologias de automação, além de planejamento e controle de automação de alto nível”.

As redes sociais são importantes, são complementares, mas não substituem as relações interpessoais, mostrando que as fontes citadas ainda se mantêm mais importantes que as redes sociais. Ou seja, mesmo que as redes sociais tenham assumido uma maior importância, elas não estão substituindo as relações mais diretas entre os produtores.

A agricultura familiar possui grande importância para economia do país, e necessita ser fortalecida, pois a produção familiar é a principal atividade econômica de diversas regiões brasileiras, onde estimula a geração de empregos e renda, contribuindo para o desenvolvimento do país. O mercado agropecuário (feiras e campo) no Brasil gera lucro e empregos tanto nas áreas rurais, quanto nas grandes e pequenas cidades do Brasil. As exposições agropecuárias movimentam a economia dos municípios e geram empregos temporários (Pereira; Brito; Pereira, 2017).

A ATER (A Assistência Técnica e Extensão Rural) possui a missão de levar mais do que simplesmente assistência técnica para ampliar a produção, mas caracterizar-se como uma agência de desenvolvimento capaz de contribuir para despertar o conjunto das energias capazes de fazer do meio rural um espaço propício na luta contra a exclusão social (IDAM, 2018).

2.4.3 – Fatores institucionais

Os fatores institucionais se traduzem pelas vinculações com fornecedores ou demandantes que na opinião de Antolini e Scare (2014) tendem a impactar na transformação comportamental do agricultor. Um dos pontos mais relevantes frente ao processo de inserção tecnológica é a troca informacional entre os indivíduos. Os autores percebem como significativa a forma como se estabelece a comunicação de novas ideias.

Na opinião de Antolini e Scare (2014, p. 169) “o processo de inovação envolve um indivíduo ou outra unidade de adoção, uma inovação e um canal de comunicação que conecta as duas primeiras unidades” sendo que “o canal é a forma que as mensagens passam entre os indivíduos”. Ademais, “a natureza da relação de troca de informações entre os indivíduos determina as condições em que será transmitido ou não a inovação para o receptor e o resultado desta transferência (ANTOLINI; SCARE, 2014, p. 170).

Os fatores institucionais na opinião de Antolini e Scare (2014, p. 170) “são indicadores que impactam na mudança comportamental do agricultor” e afirmam que “os

principais determinantes encontrados foram distância em relação ao distribuidor de fertilizantes, região, uso de contratos futuros, pressão de desenvolvimento, distância até o principal mercado”.

Nesse sentido torna-se relevante avaliar a participação da tecnologia entre os partícipes de uma cooperativa ou grupo de produtores que são parte do contexto relacional e ou operam na mesma região. Os produtores com acesso a informações por meio de “consultores, indicação, ou por serviços de assistência técnica e extensão rural podem enxergar a adoção da tecnologia como alternativa viável para ajudar no desenvolvimento de suas propriedades” (ANTOLINI; SCARE, 2014, p. 170).

Na realidade, os desafios ora postos à agricultura possivelmente se solidificarão com a integração dessas ao universo das novas tecnologias que por certo garantirá a segurança alimentícia em perfeita sintonia com a preservação ambiental. A tecnologia é fundamental para o incremento da produção via ampliação da produtividade e com fins a assegurar a gestão de todos os processos envolvidos com a produção de um produto alimentício. Isto, independente da escala de produção” (VILELA *et al.*, 2019).

Qualquer inovação tecnológica traz certo desconforto àqueles que, apesar de conviverem com ela, ainda não a entendem. As tecnologias não são apenas produtos de mercado, mas produtos de práticas sociais. Seus padrões são arquitetados simbolicamente como conteúdos sociais, para depois haver uma adaptação mercadológica (VILELA *et al.*, 2019).

2.4.4 – Características da tecnologia e percepção dos adotantes

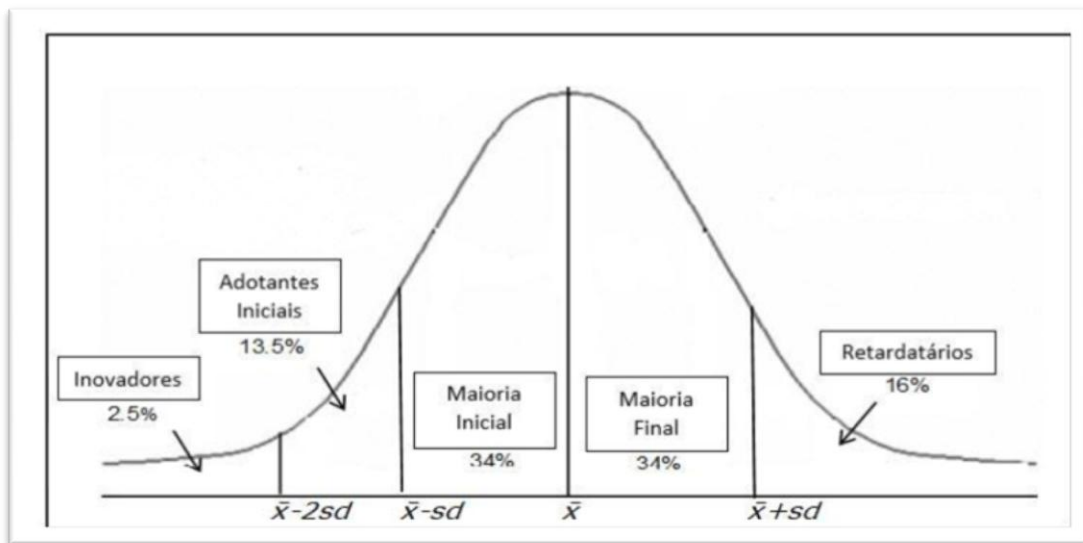
A despeito dos múltiplos debates em torno da aplicabilidade da tecnologia da informação e os recursos que se interconectam a mesma no contexto do agronegócio, ainda ressoa a relevância de se estreitar os laços bem como analisar e refletir acerca de meios de desenvolver novos caminhos de conduzir todo o aparato tecnológico para o cotidiano dos lavradores (VENTURINI, 2014).

Porém, faz-se necessário compreender que inovar é um processo construído com incertezas e nesse sentido, a tendência admitida pela tecnologia tende a variar. O percurso das inovações dependerá “de mudanças de caráter sistêmico, principalmente pela necessidade de consolidar uma nova infraestrutura, promover mudanças organizacionais e introduzir um processo de aprendizado contínuo (TIDD; BESSANT, 2015, p. 39).

Nesse contexto, o reconhecimento tecnológico se apresenta como complexo uma vez que depende de múltiplas variáveis, quer sejam estas objetivas e subjetivas e nem sempre totalmente reconhecidas e possíveis de controle. Resumidamente, torna-se possível afirmar que o processo que envolve a escolha de uma dada tecnologia sujeita-se as “opções disponíveis para o usuário e das razões que ele percebe e usa para elegê-las como alternativas passíveis de adoção” e os autores ressaltam que “as disponibilidades, por sua vez, resultam de processos mais amplos e, de certo modo, mais complexos, como os de substituição e difusão tecnológica” (TIDD, BESSANT, 2015, p. 40).

De acordo com o que é possível estabelecer de leitura a partir da imagem abaixo, há uma curva que de acordo com Rogers (2003, p. 92) “se assemelha a um sino que representa o número de unidades adotantes de inovação a cada ano” e os autores defendem que “os possíveis adotantes de uma nova tecnologia podem ser representados por esta curva de distribuição normal e dividida em segmentos onde a maioria inicial e a maioria final estão a um desvio-padrão da média”.

Figura 2 – Classificação dos adotantes.



Fonte: Rogers (2003).

Os cinco segmentos apresentados na figura acima, possuem identidades, comportamentos e exigências distintas, conforme elucidado no quadro 1.

Quadro 1 – Tipo de adotantes.

□ ADOTANTES PIONEIROS/INOVADORES
São os que adotam primeiro a inovação, os entusiastas por tecnologia (representam 2,5% do total de unidades do sistema);
□ ADOTANTES INICIAIS
São os que desempenham papel de líderes da cultura local, são os visionários e fundamentais para o processo de difusão (representam 13,5% do total);
□ MAIORIA INICIAL
São os que usam a inovação pouco antes da média, são pragmáticos, decidem pela adoção somente quando os benefícios da tecnologia estão bem comprovados e os riscos são toleráveis. (34% do total);
□ MAIORIA FINAL
São os conservadores que só adotam a inovação depois que a maioria já adotou e isto por conta de alguma pressão social (34% do total);
□ RETARDATÁRIOS
São presos ao passado e isolados no sistema, só adotam a inovação se não tiverem outra escolha. Sempre os últimos a adotar a inovação (16% do total).

Fonte: Rogers (2003).

Porém, com o passar do tempo, a agricultura evolui e, atualmente, Romani *et al. apud* Massruhá *et al.* (2020, p. 260) afirmam serem “várias as categorias de atores integradas em

prol da inovação agrícola”, a saber: produtores agropecuários; sistema educacional e de capacitação; sistema de pesquisa agropecuária; organismos de fomento à pesquisa e inovação; agências de crédito; sistema de extensão rural e assistência técnica; empresas fornecedoras de insumos, equipamentos e serviços; organizações de produtores e de empresas; agro processadores; exportadores; instituições governamentais; e consumidores finais.

Nos estudos de Audy e Piqué (2016, p. 71) consta que a este grupo supracitado encontram-se igualmente “os chamados ‘Mecanismos de Geração de Empreendimentos’, como incubadoras de empresas, aceleradoras, *coworkings* e laboratórios abertos”. No papel principal deste processo, a AgFunder (2020, p. 3) cita “as *startups* de base tecnológica agropecuária, chamadas *AgTechs*, *Agritechs* ou *Agrifoodtechs*”. Depreende-se que as *AgTechs* detêm “mais agilidade, conhecimento e ousadia para fazer chegar as novas tecnologias ao campo, uma vez que possuem um *modus operandi* e uma mentalidade mais ágeis e disruptivas” (COOK, 2020, p. 39).

2.5 CONCEITOS GERAIS DE AGRICULTURA DIGITAL

A Organização das Nações Unidas (ONU) conceitua a agricultura digital como sendo o uso de tecnologias novas e avançadas, integradas a sistema, e que permite que agricultores e outras partes interessadas na cadeia de valor da agricultura melhorem a produção de alimentos (ONU, 2021).

O Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) considera que a agricultura digital é o foco das políticas de inovação para o setor agropecuário brasileiro e que define as prioridades e campos tecnológicos, exigindo, para seu desenvolvimento, a integração de áreas importantes, como a conectividade, a agricultura e pecuária de precisão, os avanços em inteligência artificial, *machine learning*, mineração de dados, realidade aumentada, *cloud computing*, *big data*, internet das coisas (IoT), computação holográfica e outras tecnologias. Assim, forma-se a visão de novos modelos de negócios, entendendo o contexto de inovações crescentes para gerar emprego e renda tanto para as empresas como para os produtores rurais (BRASIL, 2021).

Ainda segundo a ONU, nesse sistema há a coleta de dados com mais frequência e precisão, geralmente combinados com dados de fontes externas. As informações resultantes são analisadas e interpretadas para que o produtor possa tomar decisões mais assertivas e apropriadas. Essas decisões podem ser rapidamente implementadas com maior precisão, por

meio da robótica e maquinários avançados, por intermédio dos quais os agricultores podem obter *feedback* em tempo real sobre o impacto de suas ações (ONU, 2021).

Para o desenvolvimento da agricultura digital, algumas tecnologias recentes foram estudadas e mostraram resultados surpreendentes e que já são incorporadas à produção agrícola, como o uso de robôs autônomos que podem ser implantados para otimizar a produção, por meio da agricultura de precisão. Dessa forma, tais inovações substituem o manejo tradicional uniforme do solo e remoção de ervas daninhas, a utilização de câmeras multiespectrais para coletar informações sobre a saúde do solo e da cultura, o uso de microssores que operam a partir de veículos aéreos não tripulados (UAVs) ou drones para fornecer imagens infravermelhas (IR) úteis para mostrarem vegetação insalubre (OBADE; GAYA, 2021; DASH *et al.*, 2017; KYRATZIS *et al.*, 2015; RODRIGUES-MORENO *et al.*, 2017).

Concomitantemente a isso, pode-se afirmar que o uso da Inteligência Artificial (IA) e, também, o uso de redes de comunicação fazem com que a interconectividade de máquinas, equipamentos, *hardwares* e *softwares* acessíveis de alguma plataforma digital viabilize o conceito atual de internet das coisas. A “internet das coisas” é compreendida como sendo a aglomeração de dados capturados por meio de sensores, dimensionados e sintetizados em informações por meio de *software* de aprendizado de máquina, e disseminados pela internet (OBADE; GAYA, 2021, p. 2). A imagem abaixo representa a aplicabilidade da IoT na agricultura.

Figura 3 – A Internet das Coisas – IoT



Fonte: Sela (2020).

Importante ressaltar que a IoT se configura como nova transação para o setor agrícola cuja pretensão é “movimentar com soluções para o agronegócio entre US\$ 5 bilhões e US\$ 21

bilhões até 2025, possibilitando um aumento de até 25% na produção das fazendas e a redução de até 20% no uso de insumos” (AGROTECH, 2019, p. 49).

Zambrano (2020), em seu estudo sobre agricultura digital na produção de pitaia, em Palora, no Equador, afirmou que a agricultura digital veio para resolver os problemas de produção da terra ao otimizar os processos agrícolas, através do uso de sensores com tecnologia IoT. Segundo ele, isso está sendo uma grande ajuda para que os agricultores possam produzir mais e usar os recursos disponíveis de forma mais eficaz.

Para Balducci *et al.* (2018), o modelo de “fazenda inteligente” está cada vez mais difundido com a exploração do paradigma da Internet das Coisas aplicado a informações ambientais e históricas por meio de séries temporais.

As fazendas inteligentes conforme os estudos de Schlegel *et al.* (2019, p. 4) serão dotadas de “sensores incorporados em todas as etapas do processo de cultivo e em todos os equipamentos” sendo que “os sensores instalados nos campos coletarão dados sobre níveis de luz, condições do solo, irrigação, qualidade do ar e clima”. Ainda de acordo com esses pesquisadores os dados retornarão para o agricultor ou exatamente para *AgriBots* no campo.

Dessa forma, de acordo com Schlegel *et al.* (2019, p. 4) “equipes de robôs percorrerão os campos e trabalharão de forma autônoma para atender às necessidades das culturas, realizando funções de capina, rega, poda e colheita”, tudo exatamente guiado “por sua própria coleção de sensores, navegação e dados de colheita” e acrescentam que:

Os drones percorrem o céu, obtendo a visão panorâmica da saúde das plantas e das condições do solo, ou gerando mapas que guiarão os robôs, e ajudarão os agricultores humanos a planejar os próximos passos da fazenda. Tudo isso ajudará a aumentar a produção agrícola e aumentar a disponibilidade e a qualidade dos alimentos. Os sensores instalados nos campos coletarão dados sobre níveis de luz, condições do solo, irrigação, qualidade do ar e clima. Esses dados vão voltar para o agricultor, ou diretamente para *AgriBots* no campo. Equipes de robôs percorrerão os campos e trabalharão de forma autônoma para atender às necessidades das culturas, realizando funções de capina, rega, poda e colheita guiadas por sua própria coleção de sensores, navegação e dados de colheita. (SCHLEGEL *et al.*, 2019, p. 4).

É nítido que as vantagens são muitas, bem como as oportunidades. A agricultura digital tem o potencial de tornar a agropecuária mais produtiva, mais consistente e de usar o tempo e os recursos com mais eficiência. Isso traz vantagens críticas para os produtores rurais e benefícios sociais mais amplos em todo mundo. Também permite que as organizações compartilhem informações através das fronteiras tradicionais do setor para abrir novas oportunidades disruptivas (ONU, 2021).

Sausen *et al.* (2020) afirmam que a adoção de tecnologias disruptivas é um caminho sem volta para o setor rural, pois, além de agregar valor à produção, proporcionam mais sustentabilidade ambiental, social e econômica aos sistemas agrícolas. As tecnologias

disruptivas provocam uma ruptura com os padrões ou modelos já estabelecidos, e trazem melhorias na relação custo-benefício dos processos e na sua performance de atuação (CULTIVAR, 2021).

Para a ONU, a agricultura digital tem potencial para promover muitos dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), estabelecidos pela ONU em 2015, que visam a acabar com a pobreza, a proteger o meio ambiente e o clima e a garantir que as pessoas possam desfrutar de paz e prosperidade (ONU, 2021).

Entretanto, a ONU (2021) afirma que barreiras existem e, por ser uma abordagem muito nova, os custos são altos e os detalhes dos benefícios de longo prazo raramente estão disponíveis, o que significa que a ampla adoção da agricultura digital exigirá colaboração e consenso em toda a cadeia de valor sobre como superar esses desafios.

Um dos desafios salientados pela ONU é a pandemia da Coronavírus que atinge milhões de pessoas, isola as pessoas em casa, fecha escolas, igrejas, comércio. Os prejuízos na área econômica, com a inclusão da “cadeia de produção e distribuição do agronegócio, afetando o preço das *commodities* agrícolas” (MASSRUHÁ s/d, p. 22). Conforme Prins (2020, p. 168) “a Covid-19 direcionou a transformação de dados agrícolas em três aspectos”: aumento da digitalização; aumento da colaboração digital e visibilidade, principalmente devido às disrupções na cadeia de valor, que tornam o planejamento uma ferramenta fundamental no processo de suprimento de produtos agrícolas.

2.6 ADOÇÃO E DIFUSÃO DA AGRICULTURA DIGITAL NO MUNDO E NO BRASIL

Como já mencionado, espera-se que a adoção e difusão de tecnologias agrícolas digitais ajudem a transformar os sistemas agrícolas atuais em direção à sustentabilidade. O surgimento dessas tecnologias e o potencial impacto disruptivo da agricultura digital tornam particularmente importante entender os mecanismos de adoção e difusão das tecnologias agrícolas digitais.

Os mecanismos de adoção e difusão de tecnologias agrícolas digitais devem ser entendidos, tanto em nível de fazenda, quanto de sistema, em que sistema se refere à organização de entidades relevantes para a adoção e difusão. O comportamento de adoção não depende apenas das características da fazenda e do operador, mas também é influenciado pelas condições estruturais, políticas e econômicas do sistema agrícola. O sistema evolui ao longo do tempo, com base no comportamento dos agricultores e em suas interações com seu ambiente e entre si (ALEXANDER *et al.*, 2013).

Shang *et al.* (2021) afirmaram que é a interação do sistema e suas combinações que acabará por determinar a difusão da tecnologia e seu impacto na sustentabilidade da agricultura. Portanto, é necessário compreender não apenas a adoção individual, mas também a interação do sistema no processo de adoção e difusão. O processo de adoção de uma tecnologia potencialmente transformadora como a agricultura digital e os processos de *feedback* podem acelerar ou diminuir a difusão da tecnologia, fenômeno que exige o exame dos mecanismos e modelos além do nível da fazenda.

Estudos de adoção de tecnologias agrícolas digitais em nível de fazenda começaram a surgir nos últimos anos, como Mitchell, Weersink e Erickson (2018), Salimi, Pourdarbani e Nouri (2020), Caffaro e Carvalho (2019), Drewry *et al.* (2019), Pivoto *et al.* (2019) e Zheng *et al.* (2018), mas ainda são poucos em comparação à grande quantidade de estudos de adoção de outras práticas agrícolas, por exemplo, prática agrícola sustentável (DESSART *et al.*, 2019) e agricultura de precisão (PATHAK *et al.*, 2019).

Estudos de adoção em nível de fazenda geralmente usam análises do tipo de regressão (por exemplo, modelos logit, probit, poisson) testando o efeito de diferentes variáveis na adoção (como tamanho da fazenda e idade dos agricultores) ou abordagens descritivo-qualitativas (por exemplo, resumo descritivo de entrevistas com agricultores) teste de fator menos mensurável (como compatibilidade de uma tecnologia e segurança de dados) (KLERKX *et al.*, 2019). Esses estudos geralmente não consideram a interação do sistema.

Na pesquisa realizada Shang *et al.* (2021), com 32 estudos que enfocavam os determinantes da decisão dos agricultores de adotar tecnologias na produção agrícola, mais especificamente tecnologias de precisão e digitais, os resultados mostraram que a maioria dos estudos em nível de fazenda enfoca as características da fazenda e do operador, enquanto apenas alguns estudos recentes destacam a importância dos atributos da tecnologia (por exemplo, compatibilidade com os equipamentos agrícolas existentes, complexidade e segurança dos dados), fatores institucionais e psicológicos.

Para comparar a importância dos determinantes para adoção, os autores calcularam seus coeficientes parcialmente padronizados. A análise mostra que, entre os fatores mais frequentemente investigados, o tamanho da propriedade tem a maior importância média, seguido pela educação; enquanto a idade não parece ser um preditor linear para adoção, devido aos seus impactos variáveis e inconsistentes encontrados por vários estudos (SHANG *et al.*, 2021).

No Brasil, os desafios para ampliar a digitalização no campo são múltiplos e dentre eles Campos *et al.* (2022, p. 31) cita “serviços digitais *online*; gestão e monitoramento da

produção vegetal e animal; base de dados em agricultura; conectividade no campo; custos de tecnologias digitais; sucessão familiar rural e desenvolvimento rural sustentável”. Na concepção destes autores, são múltiplas as tendências que se apresentam em termos de oportunidades como, “tecnologias digitais disruptivas; capacitações em agricultura digital; mercado consumidor na era digital; plataformas digitais, sistema de projeção de riscos futuros; rastreabilidade e certificações; e sociedade 5.0” (CAMPOS *et al.* 2022, p. 31).

Dessa forma, os estudos de Bolfe e Massruhá (2020, p. 169) ressaltam 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” e acrescentam que:

Essa transformação pode ser entendida como interdisciplinar e transversal, não limitada a regiões, cultivos ou classe social. Seus potenciais benefícios amplificam as inovações e a interação entre os elos das cadeias produtivas agrícolas, promovendo novas abordagens e aplicações para fabricantes de insumos, produtores rurais, processadores, distribuidores e consumidores. (BOLFE E MASSRUHÁ 2020, p.169).

De acordo com Bolfe *et al.* (2020, p. 170) acerca das futuras aplicações das tecnologias digitais observou-se que o interesse basilar dos agricultores brasileiros está em “iniciar ou fortalecer o uso de sistemas e aplicativos em atividades envolvendo a detecção e controle de deficiências nutricionais, *déficit* hídrico, mapeamento de uso da terra, estimativas de produção e produtividade agrícola”.

Para que seja agilizada a digitalização no meio rural, Campos *et al.* (2022, p. 32) ressaltam que o impacto dessa transformação decorre do efeito do acesso à internet para maior adoção de tecnologias mais produtivas nos estabelecimentos rurais, a saber, “a possibilidade de acessar informação permite que os produtores descubram e utilizem tecnologias mais adequadas à sua realidade”. Ainda segundo estes pesquisadores, na ausência de uma acessibilidade ampliada “estes serviços pela maioria dos produtores rurais, será difícil romper com o atual padrão da concentração da produção agropecuária em uma reduzida parcela dos estabelecimentos agropecuários”.

Conforme os estudos Cenários e Perspectivas da Conectividade para o Agro (2021, p. 187) que foi coordenado por pesquisadores da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq/USP), “demonstra que, caso sejam aproveitadas para o sinal 4G, as 4.400 torres e antenas já existentes no país, a cobertura atual de 23% subiria para 48% nas áreas rurais até 2026”.

Frente a este contexto, tão somente o produtor que adotar as novas tecnologias digitais será hábil em “dar mais transparência em seu processo produtivo e responderá às exigências do mercado nacional e internacional” (BOLFE *et al.*, 2020, p. 394) que acrescem que:

Dessa forma, vislumbram-se grandes oportunidades para o desenvolvimento de tecnologias alinhadas com a transformação digital, que geram informações a respeito de origem, qualidade, métodos de produção, impactos ambientais e sociais da produção agrícola, entre outras, tais como bem-estar animal e adequado uso de insumos agrícolas. (BOLFE *et al.*, 2020, p. 394).

Preocupada em acompanhar as tendências globais e nacionais da nova economia e da ordem mundial e como essas transformações impactam a agricultura, a Embrapa, por meio do seu Sistema de Inteligência Estratégica (Agropensa), gestou o documento Visão 2030: o Futuro da Agricultura Brasileira (EMBRAPA, 2018). Nesse processo, Massruhá *et al.* (s/d, p. 37) refere que “a empresa e sua rede de parceiros prospectaram e analisaram os desafios e os sinais dos novos rumos” e ainda de acordo com estes autores:

... as análises realizadas deram origem a um grupo de sete megatendências: Mudanças Socioeconômicas e Espaciais na Agricultura; Intensificação e Sustentabilidade dos Sistemas de Produção Agrícolas; Mudança do Clima; Riscos na Agricultura; Agregação de Valor nas Cadeias Produtivas Agrícolas; Protagonismo dos Consumidores; e Convergência Tecnológica e de Conhecimentos na Agricultura. Essas megatendências integradas apontam desafios para a agricultura do país. MASSRUHÁ *et al.* (s/d, p. 37).

No contexto de transformação digital na agricultura, é de suma relevância mencionar sobre as *startups* agrícolas que de acordo com *Agtech garage* (2020, p. 398) são denominadas de “*AgTechs*, as empresas inovadoras associadas à tecnologia que visam construir aplicações para a agricultura. As *AgTechs* têm um importante papel na implantação da agricultura digital no Brasil”.

2.7 BARREIRAS À ADOÇÃO DA AGRICULTURA DIGITAL

Vale ressaltar que embora o Brasil seja considerado um caso de sucesso no que se refere ao desenvolvimento de tecnologias para a exploração da agricultura em clima tropical e solos do cerrado, obtendo as maiores produtividades. E mesmo que produtores hoje contem com muitas das soluções do Agro 4.0, a agricultura digital ainda engatinha no Brasil. Para continuarmos sendo competitivos no mercado internacional precisamos desenvolver a agricultura digital e para isso será preciso resolver alguns problemas estruturais como a conectividade rural, a capacitação da mão de obra e a parcela de produtores rurais que

possuem uma mentalidade mais conservadora, fechando-se para as inovações tecnológicas (ECOTRACE, 2022).

Anitei *et al.* (2021) afirmam que os equipamentos e máquinas digitais requerem habilidades e competências específicas com isso a falta de pessoal qualificado representa a maior preocupação e desafio para os agricultores. Essas máquinas de alta tecnologia também são caras e difíceis de manter, assim, um outro desafio importante está relacionado à falta de recursos financeiros para a aquisição dessas máquinas. É nítido que a falta de recursos afeta, principalmente, as fazendas de pequeno e médio porte, que para arcar com tamanho investimento têm que ser extremamente lucrativas.

Pivoto (2018) também observou algumas das barreiras citadas como sendo as principais barreiras que dificultam a entrada dos agricultores brasileiros na *smart farming*, bem como os preços dos equipamentos e a necessidade de inserir muitos dados e informações em *softwares*, isso dificulta a análise e interpretação. No entanto, ainda segundo o autor, diferentes estratégias podem ser adotadas para minimizar as barreiras, como a consolidação de tecnologias e maior disponibilidade no mercado com isso os preços do mercado tendem a reduzir.

Barreiras semelhantes foram observadas por Drewry *et al.* (2019) em seu estudo, sendo as mais significativas para a adoção da tecnologia digital nas fazendas as questões de privacidade e segurança de dados, compatibilidade de *software* e sistema e compreensão de como usar e derivar valor dos dados adquiridos.

É notório observar que muitas das barreiras já citadas são sempre encontradas nas diversas pesquisas do tema. Isso é citado por Weersink *et al.* (2018), que afirmaram que as barreiras para realizar o potencial da agricultura digital incluem a falta de capacidade de agregar e interpretar os dados de forma que resulte em ferramentas úteis de apoio à decisão para os agricultores e a necessidade de treinar os agricultores no uso de novas ferramentas.

Outro aspecto que merece atenção está relacionado à capacidade dos assessores técnicos para auxiliar os agricultores na digitalização da agricultura. No estudo de Pivoto (2018), os agricultores afirmaram que muitos técnicos e consultores ainda não estão adaptados à tecnologia digital no campo. Necessitando de capacitação e formação contínua de técnicos agrícolas, agrônomos, engenheiros agrônomos na atualização de conhecimentos sobre métodos e tecnologias científicas voltadas para a agricultura digital.

Lioutas *et al.* (2019) ao abordar sobre o uso de *big data* na agricultura afirmaram que todos os atores envolvidos nas cadeias alimentares produzem grandes dados de forma recíproca, com isso, há um fluxo constante de muitos dados nessa ferramenta e, devido à

natureza intrincada das interações entre os atores que utilizam o *big data*, dificultam a tradução dessa ferramenta em valor. Os autores ainda afirmam que “a capacidade limitada dos agricultores de lidar com a complexidade dos dados, juntamente com seu duplo papel como produtores e usuários de big data, impede a institucionalização dessa ferramenta no nível da fazenda”.

No próximo tópico tem-se a proposta metodológica que são os 3 constructos apresentados na metodologia: nível de aceitação, adoção e fatores determinantes e limitantes, esses vêm da revisão de literatura. Com base no referencial realizado, são retirados os constructos para a elaboração do questionário (Apêndice A).

3 MÉTODOS E TÉCNICAS DE PESQUISA

Popper (1985; 1989) explica que as pesquisas científicas devem ser realizadas por intermédio de metodologias diversificadas, uma vez que, diante de um conjunto de técnicas disponíveis, torna-se possível essa seleção a partir da organização dos objetivos. Dessa forma, seleciona-se a temática, a questão a ser analisada e suas fundamentações, para que assim se possa selecionar o método que será mais adequadamente utilizado para executar a investigação proposta.

A realização da pesquisa por intermédio de métodos possibilita que o pesquisador possa expressar suas argumentações, perspectivas e justificativas acerca da temática, a fim de ressaltar a sua relevância e a importância de suas análises. Outrossim, a seleção das técnicas de pesquisa³ faz com que o pesquisador possa realizá-la de forma segura, por intermédio de fundamentação legítima e uma orientação estrutural adequada.

Ademais, Goldemberg (2009) afirma que, para que uma pesquisa seja realizada da forma a preencher todos os seus requisitos essenciais, é fundamental que sejam constantes o levantamento de questionamento central, ao qual a pesquisa busca responder; a estruturação sistemática dos conhecimentos direcionados à construção de uma caminho por meio do qual se possa chegar à resposta; as exposições relativas às fundamentações abordadas, as quais

3 [...] conjunto das atividades sistemáticas e racionais que, com maior segurança e economia, permite alcançar o objetivo - conhecimentos válidos e verdadeiros - traçando o caminho a ser seguido, detectando erros e auxiliando as decisões do cientista (LAKATOS; MARCONI, 2003, p. 83).

devem ser legítimas, ou seja, baseadas em pesquisas e estudos científicos realizados conforme os devidos procedimentos e validações.⁴

3.1 TIPO E DESCRIÇÃO GERAL DA PESQUISA

A presente pesquisa, de natureza quali-quantitativa, de acordo com o entendimento de Günther (2006) enquanto participante do processo de construção de conhecimento, o ideal seria o pesquisador utilizar as várias abordagens disponíveis nos tipos de pesquisas qualitativas e quantitativas que se adequam à sua questão de pesquisa. O autor afirma ainda que, do ponto de vista prático, há razões de ordens diversas que podem induzir um pesquisador a escolher uma abordagem, ou outra.

A pesquisa qualitativa apresenta em sua forma as contribuições teóricas destinadas à geração de conhecimentos que podem fomentar as práticas relacionadas à temática, como forma de associação, apresentação e abordagem de informações relevantes. Nesse sentido, “[...] objetiva gerar conhecimentos novos úteis para o avanço da ciência sem aplicação prática prevista. Envolve verdades e interesses universais” (PRODANOV, 2013, p. 51), razão pela qual são realizadas análises por meio de revisão bibliográfica.

Dessa forma, por meio do levantamento de dados no Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), a revisão bibliográfica consiste em técnica de pesquisa que visa à realização de investigações rigorosas e definidas quanto a determinado assunto de alta relevância. Nesse cenário, a presente pesquisa se apresenta como uma sistematização estruturada com base em procedimentos preestabelecidos, por meio dos quais se pode argumentar com base em lógica, estudos, teorias desenvolvidas por especialistas e contextualizações inerentes a fatos e cenários sociais consolidados (MOHER *et al.*, 2015).⁵

Dessa forma, a pesquisa qualitativa é caracterizada como de caráter interpretativo, fazendo com que sejam abrangidas as possibilidades de construção de conceitos e abordagens pelo pesquisador, por meio da investigação da literatura sobre a temática respectiva (FLIK, 2008). Esse fenômeno oportuniza um cenário em que há uma abertura direcionada à várias

4 1) existência de uma pergunta que se deseja responder; 2) a elaboração de um conjunto de passos que permitam chegar à resposta; 3) a indicação do grau de confiabilidade na resposta obtida (GOLDEMBERG, 2009, p.106).

5 [...] vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números. A interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa qualitativa. (SILVA; MENEZES, 2005, p. 20).

dimensões informativas, nas quais podem conter a construção de conhecimentos já existentes, a combinação de novos conhecimentos às pesquisas e a construção e produção de conhecimentos novos a partir da exploração de abordagens já realizadas (CARDANO, 2017).

Já na pesquisa quantitativa é aquela em que dados quantitativos sobre variáveis são coletados e analisados. Há o estudo da associação ou relação entre variáveis quantificadas e tenta determinar a força da associação ou correlação entre as variáveis, a generalização e objetivação dos resultados através de uma amostra para fazer inferência a uma população da qual todas as amostras provêm. Depois de estudar a associação ou correlação, visa, por sua vez, fazer uma inferência causal que explique por que as coisas acontecem ou não de uma determinada maneira (PITA FERNÁNDEZ *et al.*, 2002).

Tais esclarecimentos se fazem fundamentais ao realizar a pesquisa, uma vez que as análises qualitativas proporcionam as condições para que possam ser examinadas, a partir de construções direcionadas às interpretações multidimensionais, as consequências contempladas no cenário da agricultura digital na contemporaneidade. Diante disso, podem ser apresentadas tanto a perspectiva histórica que leva ao contexto em que se aplica esse entendimento, assim como as suas definições, conceitos, contextualizações e a sua importância diante da necessidade da implementação dos setores industriais alimentícios.

3.2 INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS PARA A COLETA DE DADOS

Na pesquisa qualitativa, para a obtenção dos dados primários, foi utilizado o questionário (Apêndice A). Através do questionário o entrevistado seleciona as opções que mais correspondem à sua realidade (SHARMA; JHA, 2017).

Essa etapa da pesquisa, consistiu em um estudo empírico aplicado para produtores e administradores rurais de várias partes do Brasil. O formulário ficou disponível para preenchimento de 01 até 10 de julho de 2022. O questionário foi baseado em Souza Filho *et al.* (2011), Tey e Brindal (2012) e Pierpaola *et al.* (2013) *apud* Pivoto (2018).

O questionário está dividido em vários construtos (ver Apêndice 1). O primeiro foi usado para medir o nível de aceitação da agricultura digital por parte dos agricultores. Para isso, foi utilizado um intervalo de concordância de 5 pontos (1 = Discordo totalmente a 5 = Concordo totalmente). O segundo construto buscou identificar o percentual de adoção de tecnologias da agricultura digital. O terceiro construto verificou os determinantes e as limitações para a adoção da agricultura digital.

Para mensurar os fatores limitantes e determinantes, foi utilizado um intervalo de 5 pontos de concordância (1 = Discordo totalmente a 5 = Concordo totalmente). Por fim, foram

feitas perguntas sobre as características dos agricultores e das propriedades. O questionário também continha uma questão qualitativa para verificar o papel da assistência técnica no processo de adoção das tecnologias digitais, uma para explorar a percepção da contribuição da agricultura digital para a sustentabilidade ambiental e mais duas para observar a opinião sobre se a agricultura digital diminui os riscos inerentes à agropecuária e quais são esses riscos.

A amostragem foi não probabilística, visando atingir o maior número possível de agricultores nas regiões analisadas. Os links para os questionários foram enviados por meio do *WhatsApp* para grupos de agrônomos e gerentes de agronegócios do Banco do Brasil para envio aos produtores e diretamente para produtores e administradores rurais da carteira de crédito rural que a autora deste projeto assessora. Barata *et al.* (2018) verificou que, dentre as cinco mídias sociais mais usadas pelos acadêmicos brasileiros, o *WhatsApp* ficou em primeiro com 61,6%.

A análise quali quantitativa foi realizada por intermédio de uma abordagem composta por três etapas: 1) criação de um questionário de coleta de dados usando o Formulário *Google* (Apêndice A), 2) transferência de dados do questionário para uma planilha usando o *Google Spreadsheets* e 3) criação de análises descritivas e exploratórias.

O Quadro 2 mostra detalhadamente quais os métodos que serão utilizados para o alcance de cada um dos objetivos geral e específicos.

Quadro 2 – Metodologia a ser utilizada para cada objetivo específico.

Objetivos	Metodologia
<ul style="list-style-type: none"> • Apresentar a evolução da agricultura digital. 	Revisão de literatura as palavras usadas na busca foram: agricultura digital, adoção, barreiras, <i>smart farming</i> . agricultura inteligente, tecnologia digital, inovação.
<ul style="list-style-type: none"> • Identificar os fatores motivadores e impeditivos que influenciam as decisões desses agricultores em adotar agricultura digital em suas propriedades. 	Método quali quantitativo (coleta de dados - <i>Google forms</i> e tratamentos dos dados com métodos estatísticos (Linguagem <i>RStudio</i>) e análises descritiva e exploratória.
<ul style="list-style-type: none"> • Dimensionar as perspectivas dos agricultores e as verificações acerca do 	Método quali quantitativo (coleta de dados - <i>Google forms</i> e tratamentos dos dados com

cenário atual quanto à utilização das tecnologias digitais na agricultura brasileira.	métodos estatísticos (Linguagem <i>RStudio</i>) e análises descritiva e exploratória.
---	--

Fonte: Elaborado pela autora.

3.3 PROCEDIMENTOS PARA TRATAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS

Inicialmente, foi realizada uma limpeza no banco de dados fornecido visando uma análise mais clara e precisa. Por isso, perguntas de resposta aberta foram analisadas e agrupadas conforme um padrão, por exemplo, na pergunta “Quais dificuldades os consultores ou assistência técnica (agrônomos) apresentam para assessorar a propriedade sobre tecnologias da informação e agricultura de precisão?” respostas como “Internet na área agrícola” e “Acesso à internet” foram agrupados em “Falta de internet”.

Além disso, escritas cuja pergunta exigiam outra categoria de resposta (por exemplo: respondeu “Pessoal” para a pergunta “Receita bruta anual aproximada do imóvel (R\$)?” não foram levadas em consideração na análise, juntamente com os que não responderam “Li e concordo com as informações acima. Estou de acordo em participar da pesquisa.” no início do formulário.

Assim como desenvolvido na tese de Pivoto (2018), foi realizada análise descritiva e exploratória dos dados a fim de verificar a distribuição das respostas e possíveis relações entre variáveis. Entretanto, como a amostragem realizada foi do tipo não probabilística, não é possível extrapolar as conclusões obtidas para o conjunto de todos os proprietários de fazendas do Brasil, apenas considerá-las pontualmente.

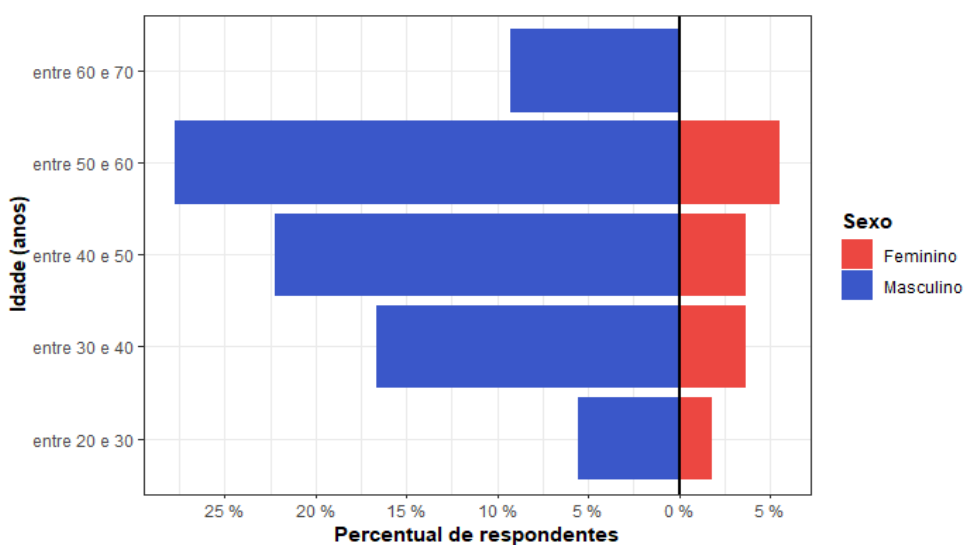
Para as análises descritiva e exploratórias, foi utilizado o *software* estatístico *RStudio*, no qual foram realizados os cálculos, análises, gráficos e tabelas presentes nos resultados e discussão deste relatório, no total foram 55 respondentes do questionário.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DA AMOSTRA

A figura 4 ilustra a pirâmide etária e de gênero dos respondentes. Nota-se que há um predomínio de homens (cerca de 85%) e que, para ambos os gêneros, há uma proporção maior de agricultores conforme a idade aumenta até os 60 anos. A partir dessa idade, há uma drástica redução no número desses. Dentre todos, 81,48% (44 respondentes) afirmaram que os pais já trabalhavam na agricultura.

Figura 4 – Sociodemográficas: idade e gênero.



Fonte: elaboração própria, de acordo com os dados dos respondentes.

A figura 5 mostra a porcentagem das respostas sobre as sociodemográficas: escolaridade, tempo de trabalho, porcentagem de outras rendas e número de filhos.

O primeiro gráfico ilustra a escolaridade dos respondentes. Percebe-se que há mais agricultores com um ensino mais avançado (Ensino Superior ou Pós-Graduação são mais de 80%), enquanto houve somente uma resposta na categoria “Ensino Fundamental”. Pivoto (2018) também encontrou percentuais maiores em relação à escolaridade dos agricultores, com 52,9% que cursaram ou concluíram a graduação e 19,3% que cursaram ou concluíram a pós-graduação.

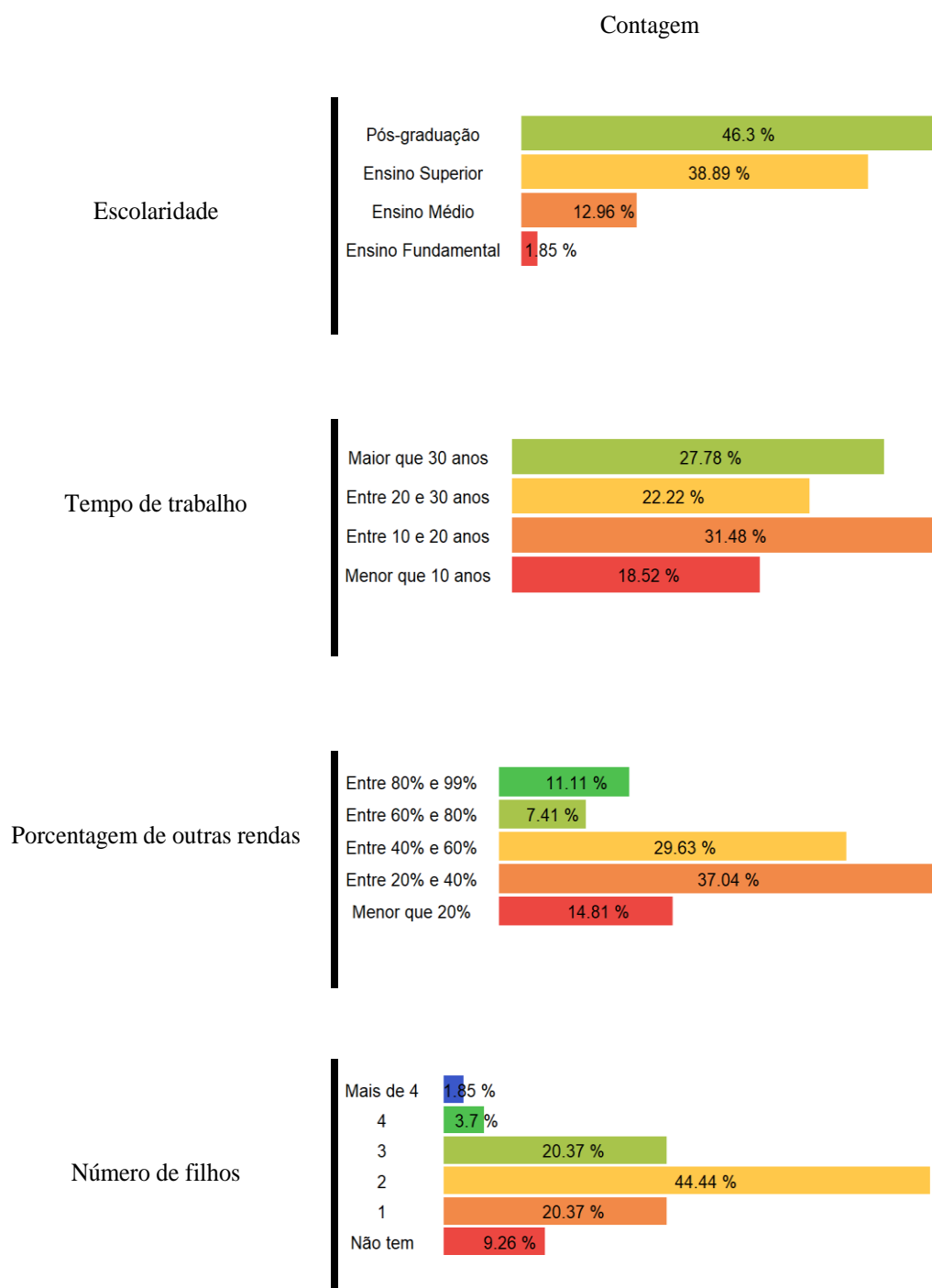
Quanto ao tempo de trabalho, o segundo gráfico demonstra que não há significativas variações dado que as proporções em cada intervalo de tempo estão relativamente próximas e sem grandes dispersões. Entretanto, a categoria com mais respostas foi “entre 10 e 20 anos”. Caffaro e Carvalho (2019) encontraram uma média de 19,96 anos de trabalho na agricultura dos participantes em seus estudos.

Em relação ao terceiro gráfico que ilustra o percentual de renda dos agricultores que provém de outras fontes, 57,41% (31 pessoas) responderam que tinham parte da renda advinda de outro negócio. A partir dele, nota-se que a maioria das respostas indicou que essa renda era menor que 50%, sendo que a proporção mais alta foi de 90% da renda que correspondia a outras atividades (respondido por 3 pessoas, 10% das respostas “Sim” para “Você trabalha com alguma outra coisa além da agricultura?”).

A distribuição do número de filhos é dada pelo quarto gráfico da Figura 5. Ao todo, 90,74% afirmaram ter filhos, enquanto apenas 5 pessoas disseram que não havia nenhum. Conforme o gráfico dos que tinham filhos, quase 50% tinham 2 filhos, enquanto 4 ou mais filhos era incomum nas respostas. Dos respondentes, três quartos afirmaram possuírem pelo menos um filho que pretende continuar a trabalhar com agricultura.

Thiago *et al.* (2020) em seu estudo sobre estilo de gestão de produtores rurais também encontrou dados parecidos, sendo 84,1% dos participantes do sexo masculino, com um percentual grande no Estado de Mato Grosso. A maioria (66,4%) possuía curso superior e pós-graduação. Eram casados(as) ou viviam com companheiro(a) 80,2%. As ocupações que mais se destacaram na amostra foram as de proprietários e gestores (56,4%). A idade estava entre 31 e 38 anos; em relação ao tempo de serviço, a maior parte atuava há 25 anos na atividade.

Figura 5 – Percentagens das respostas sobre as sociodemográficas: escolaridade, tempo de trabalho, porcentagem de outras rendas e número de filhos.

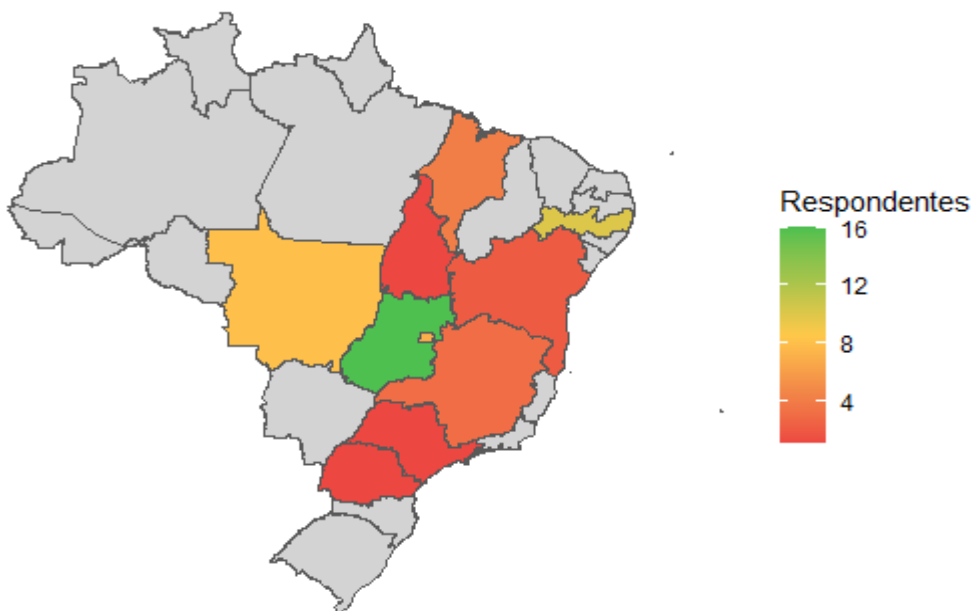


Fonte: elaboração própria, de acordo com os dados dos respondentes.

Como o questionário foi enviado para produtores em todo o País, nota-se, na figura 6, que há notável concentração de respondentes nas regiões do Centro-Oeste (em Goiás, Mato Grosso e Distrito Federal), com 57,4% nessa região, e Nordeste (em Pernambuco, Maranhão,

Bahia e Tocantins), com 31,45% nesta região. As demais regiões apresentam cerca de 11,12%, o que corresponde a 5 respostas das 53. Em “Outros” estão os estados: Paraná, São Paulo e Tocantins; cada um obteve uma resposta (1,85% das respostas totais cada).

Figura 6 – Sociodemográfica: Estado.



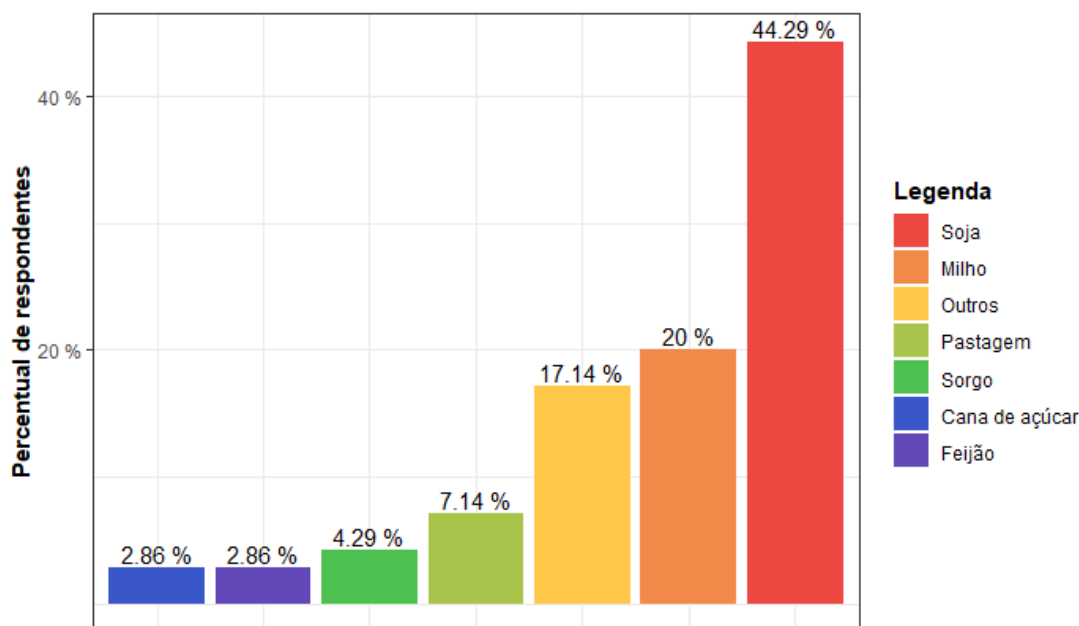
Fonte: elaboração própria, de acordo com os dados dos respondentes.

Conforme é possível observar na figura 4, a soja é o produto mais cultivado pelos respondentes, com 44,29% deles produzindo, seguido de feijão, com 20% e milho com 17,14%. Houve respondentes que afirmaram cultivar mais de uma cultura (4 deles, o que corresponde a 7,5% do total). Nesses, milho era sempre uma das culturas cultivadas.

De acordo com o Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA) 2022 do IBGE, o Mato Grosso, maior produtor de soja do Brasil, em segundo está o estado de Goiás, em 2022, a produção foi de 14,9 milhões de toneladas. As Unidades da Federação com maior participação na produção do feijão são Paraná, Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso. Em relação ao milho, os estados de Mato Grosso, Paraná, Mato Grosso do Sul e Goiás são os maiores produtores na produção de segunda safra ou safrinha. A Região Centro-Oeste é a maior produtora de sorgo, com 52,2% de participação no total nacional (IBGE, 2022).

Em “Outros” estão incluídos os cultivos de: Banana, Batata, Café, Capim, Cebola, Cereais, Criação de Gado, Goiaba, Pecuária de corte, Tomate, Trigo e Videiras. No qual cada um obteve apenas uma resposta, o que equivale a cerca de 1,85% das respostas totais.

Figura 7 – Sociodemográfica: cultura cultivada



Fonte: elaboração própria, de acordo com os dados dos respondentes.

Analisando a figura 8, verifica-se que quanto ao tamanho da fazenda e da área própria, os maiores percentuais ficaram no intervalo entre 1.000 a 5.000 hectares, 31,37% e 28,83% respectivamente. Esse tamanho de área é observado na maioria dos produtores de grãos das regiões do cerrado brasileiro.

Isso também é percebido ao verificar a exploração efetiva da área a qual fica nos intervalos de 1.000 a 5.000 ha e de 500 a 1.000 ha, pois nas áreas de cerrado, segundo o Código Florestal Brasileiro, é exigido os 20% destinados para a reserva legal, um cálculo simples pode ser feito para uma área de 1.000 ha, onde a exploração agropecuária só pode ser em 800 ha, sem considerar as áreas de preservação permanente também exigido pela legislação federal (BRASIL, 2012).

Conforme o gráfico do número de funcionários, que representa a quantidade de funcionários na propriedade, nota-se que a maioria das propriedades possui menos de 10 funcionários, enquanto um terço delas tem o número bem distribuído entre 12 e 78 funcionários. Apenas 4 respondentes indicaram haver mais de 100 funcionários, 3 com menos de 180 e apenas um com 230 funcionários trabalhando em sua propriedade.

Thiago *et al.* (2020) também encontrou dados com características semelhantes, a maioria das organizações possuíam de 2 a 3 funcionários e possuem, em média, 5.115,83 hectares de área. A maioria (83,1%) dos produtores rurais estava vinculado a algum tipo de

órgão sindical ou associativo. As produções mais recorrentes nas empresas rurais são derivadas das atividades de agricultura (61,8%) e pecuária (34,3%).

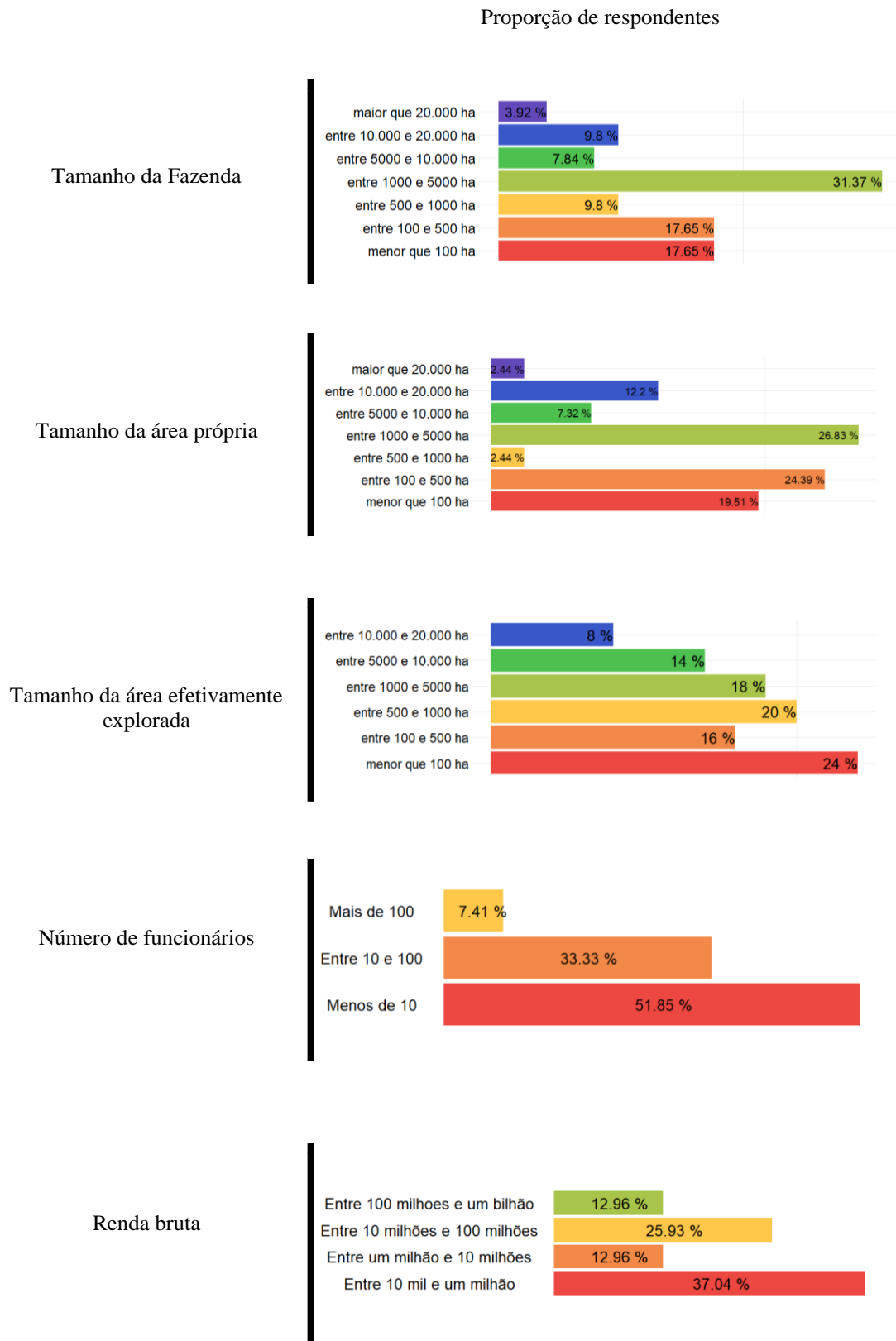
Outro gráfico apresenta a receita bruta anual dos respondentes. Nota-se que não houve respostas que indicam menos de 10 mil reais em receita bruta, e a maior indicada é de 1 bilhão. Ademais, as maiores parcelas dos respondentes possuem entre 10 mil e um milhão de reais de receita bruta por ano, seguida de entre 10 e 100 milhões.

A Resolução Banco Central do Brasil - BACEN 4.174/2012 dispôs sobre a classificação de produtores rurais, com base na receita bruta agropecuária anual - RBA, sendo pequeno produtor, valor até R\$360.000,00 (trezentos e sessenta mil reais); médio produtor, acima de R\$360.000,00 (trezentos e sessenta mil reais) até R\$1.600.000,00 (um milhão e seiscentos mil reais) e grande produtor, valores acima de R\$1.600.000,00 (um milhão e seiscentos mil reais) (BACEN, 2012).

Esses dados corroboram os dados observados na figura 3 e figura 4, que mostram que a maior concentração dos respondentes está na região Centro-Oeste do País, essa região é composta por estados que figuram entre os maiores produtores de grãos do Brasil, sendo Mato Grosso o maior produtor de grãos (soja e milho), ficando em segundo o estado de Goiás. Já na região nordeste, a Bahia desponta como o primeiro seguido pelo estado do Maranhão (CONAB, 2022).

Essas regiões também estão localizadas no bioma cerrado que tem como características grandes extensões de áreas, com relevo plano ou suavemente ondulado que favorecem o uso de máquinas e equipamentos agrícolas (EMBRAPA, 2022) e alta tecnologia para produção de grãos como correção da acidez dos solos e adubação (SOUSA; LOBATO, 2004), plantio direto na palha (HECKLER; SALTON, 2002) entre outros.

Figura 8 – Tamanho de fazenda, área própria, área efetivamente explorada, número de funcionários e renda bruta.



Fonte: elaboração própria, de acordo com os dados dos respondentes.

Ademais, dos entrevistados, 90% indicaram não possuir DAP (Tabela 1). A Declaração de Aptidão ao Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (DAP) é o instrumento utilizado para identificar e qualificar as Unidades Familiares de Produção Agrária (UFPA) da agricultura familiar e suas formas associativas organizadas em pessoas jurídicas (MAPA, 2019).

Além disso, observa-se na Tabela 1, que 61% indicaram fazer parte de uma cooperativa e 75% ter um consultor ou assistência contratada. Em sua pesquisa, Thiago *et al.* (2020) observou que a maioria (83,1%) dos produtores rurais estavam vinculados a algum tipo de órgão sindical ou associativo.

Tabela 1 – Respostas das Perguntas Binárias.

	Não	Sim	Proporção Não	Proporção Sim
Pais trabalhavam na agricultura?	10	44	18,52 %	81,48 %
Trabalha com algo além da agricultura?	23	31	42,59 %	57,41 %
Tem parceiros em atividades agrícolas?	20	34	37,04 %	62,96 %
Administra sua propriedade?	5	49	9,26 %	90,74 %
Existem outros gerentes abaixo de você?	17	37	31,48 %	68,52 %
Tem filhos?	5	49	9,26 %	90,74 %
Algum dos filhos pretende continuar trabalhando com agricultura?	13	41	24,07 %	75,93 %
Participa de alguma cooperativa/associação?	21	33	38,89 %	61,11 %
Faz parte de um grupo para troca de experiências?	13	41	24,07 %	75,93 %
Tem um consultor/assistência técnica contratada?	23	31	42,59 %	57,41 %
Possui DAP?	49	5	90,74 %	9,26 %
Pretende expandir seus negócios nos próximos 5 anos?	8	46	14,81 %	85,19 %

Fonte: elaboração própria, de acordo com os dados dos respondentes.

Ainda analisando a Tabela 1, pode-se observar que a maioria das pessoas, 81,48%, possuía pais que trabalhavam na agricultura, 62,96% tinham parceiros em atividades agrícolas, 90% indicaram administrar sua propriedade e 68% disseram ter gerentes abaixo de seu cargo. Das respostas, 85% disseram que pretendia expandir seus negócios nos próximos 5 anos.

4.2 ANÁLISE DESCRITIVA DAS PERSPECTIVAS E UTILIZAÇÃO DA AGRICULTURA DIGITAL

Neste tópico serão analisadas as estatísticas descritivas (média, desvio padrão e percentual) referentes às variáveis sobre a percepção do produtor a respeito da agricultura digital e sua contribuição para sustentabilidade ambiental, redução de riscos inerentes à agricultura, tecnologias digitais usadas, determinantes e limitantes da adoção.

Na Figura 9, quanto à sustentabilidade ambiental, verifica-se que a média das respostas é de 4,556 e o desvio padrão, 0,691. Dessa forma, nota-se que a maioria dos agricultores acreditam que a digitalização da agricultura é favorável para a sustentabilidade ambiental, pois 64% concordavam totalmente com a afirmativa.

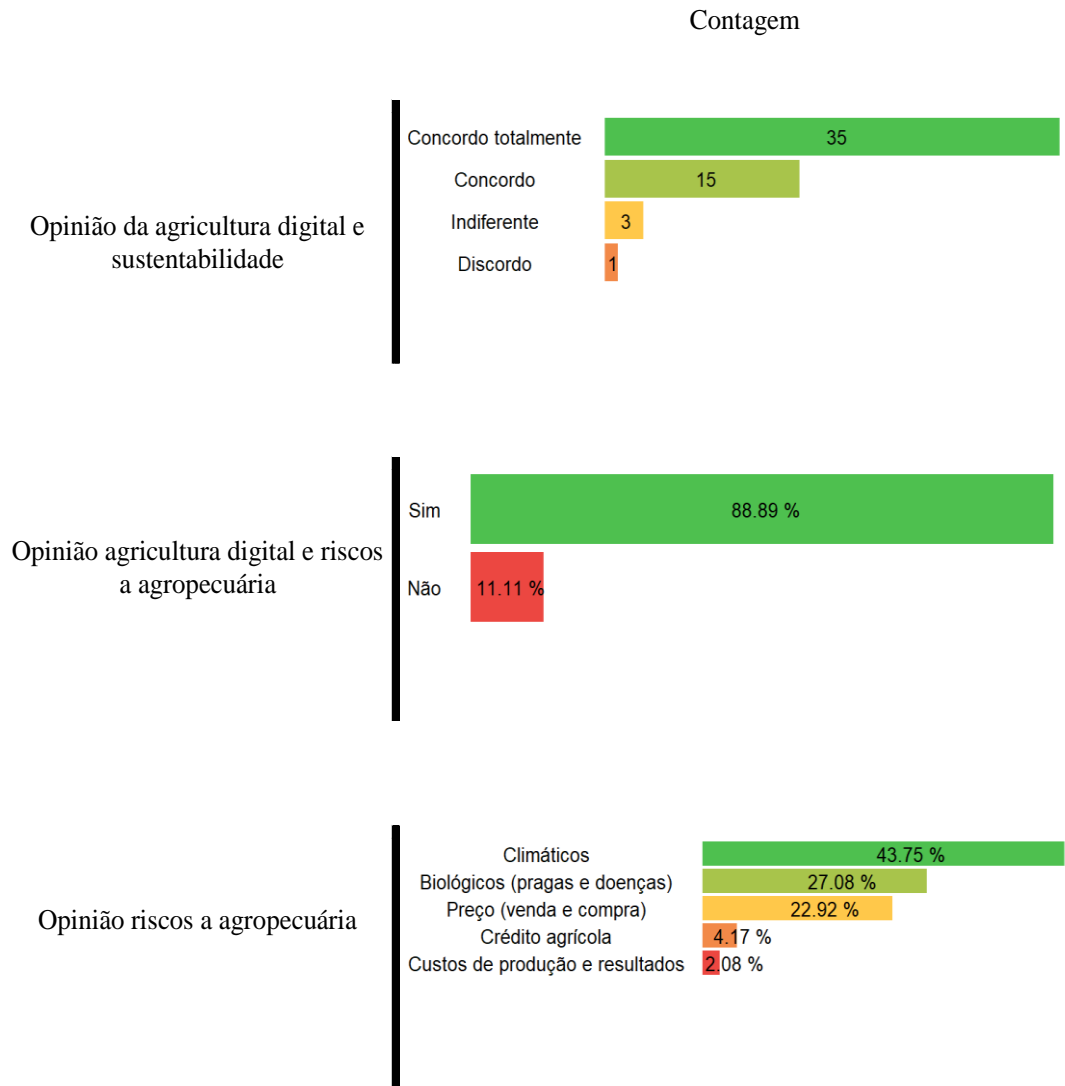
Quando verificado a proporção das respostas à opinião sobre agricultura digital e riscos à agropecuária. Percebe-se que a mediana e a moda correspondem à categoria “Sim”, indicando que os participantes concordam fortemente com essa pergunta. O terceiro gráfico apresenta a proporção das respostas a essa pergunta. Nota-se que a maior parcela acredita que os riscos climáticos são os mais reduzidos pela agricultura digital, seguido por biológicos e preços.

Em seu estudo com produtores de lavoura, laticínios e pecuária em Wisconsin (EUA), Drewry *et al.* (2019) afirmaram que o uso de tecnologia e dados na produção agrícola tem o potencial para revolucionar o agronegócio, agilizando e influenciando decisões de gestão para otimizar a eficiência da produção e minimizar o impacto ambiental.

No estudo realizado por Pivoto (2018), o autor percebeu que as tecnologias que tiveram o melhor efeito no aumento da produtividade tenderam a ter maior aceitação entre os agricultores. Ainda segundo o autor, essa descoberta pode ter implicações para as políticas de mitigação das mudanças climáticas e para tornar a agricultura sustentável, entretanto, tecnologias que eram ambientalmente menos agressivas, mas afetavam negativamente a produtividade dos agricultores, tendiam a não ser adotadas.

Weersink *et al.* (2018, p.17.1) afirmaram que “a promessa dessas tecnologias é mais alimentos, produzidos em menos terra, com menos insumos e uma pegada ambiental menor”. Contudo, no trabalho realizado por Lajoie-O'Malley *et al* (2020), sobre o futuro da agricultura digital e sistemas alimentares sustentáveis, os autores verificaram que a preocupação é em torno da maximização da produção de alimentos por meio da tecnologia, esse sistema é criticado por muitos estudiosos por seus impactos ambientais.

Figura 9 – Contagem das respostas sobre a opinião dos agricultores sobre a agricultura digital e riscos à agropecuária.



Fonte: elaboração própria, de acordo com os dados dos respondentes.

Os autores sugerem que as avaliações de como as tecnologias agrícolas digitais podem afetar a prestação de serviços ecossistêmicos devem começar considerando quais visões de futuros sistemas alimentares são levados em consideração na ciência, no desenvolvimento de tecnologia e na formulação de políticas (LAJOIE-O'MALLEY *et al.*, 2020).

Para verificarmos quais são as tecnologias digitais utilizadas pelos produtores rurais, foram feitas perguntas que constam na tabela 2 que está organizada em ordem decrescente de respostas “Sim”. A partir dela, conclui-se que as três mais utilizadas são: operações bancárias via internet, *softwares*/aplicativos de previsão climática e aplicativos para manejo agrícola.

Em relação aos 96,3% que fazem operações bancárias via internet, segundo a pesquisa realizada pela Federação Brasileira de Bancos (Febraban), o uso de canais digitais para a realização de operações bancárias já é dominante no Brasil e os dados mostram que o uso de canais digitais para operações bancárias cresceu 23% em 2021 e já são sete em cada dez no país (FEBRABAN, 2022).

Ainda de acordo com o Censo Agropecuário do IBGE, realizado em 2017, o número de produtores que declararam ter acesso à internet cresceu 1.900%, passando de 75 mil, em 2006, para 1.430.156 em 2017, sendo 659 mil através de banda larga e 909 mil vias internet móvel (IBGE, 2019).

Esse aumento no acesso à internet valida os dados sobre a utilização de *softwares/aplicativos* de previsão climática e aplicativos para manejo que foram de 90,74%, Drewry *et al.* (2019) também verificou em seu trabalho que o acesso a informações sobre o clima e as condições de mercado foi classificado como o mais acessado pelos produtores.

Além disso, nota-se que as duas menos utilizadas são: sensores de vegetação e UAV/drones para mapear vegetação ou gestão de culturas, porém, no estudo “A mente do Agricultor Brasileiro na Era Digital” da empresa McKinsey & Company, na qual o drone foi a tecnologia de agricultura de precisão mais utilizada e observou-se uma disposição para o uso de sensoriamento remoto, telemetria e IoT (MCKINSEY & COMPANY, 2022).

Na pesquisa realizada numa parceria entre a Embrapa, o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae) e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) Santin, (2020) *apud* Massruhá *et al.* (2020), constatou-se que 84,1% dos agricultores entrevistados utilizavam pelo menos uma tecnologia digital em seu processo produtivo. As principais funções das tecnologias digitais utilizadas pelos agricultores são: obtenção de informações e planejamento das atividades da propriedade (66,1%); gestão da propriedade rural (43,3%); compra e venda de insumos, produtos e da produção (40,5%); mapeamento e planejamento do uso da terra (32,7%); e previsão de riscos climáticos como geada, granizo, veranico e chuvas intensas (30,2%).

Ademais, os respondentes puderam citar outras tecnologias utilizadas que não haviam sido listadas. Foram citadas as seguintes: “APP”, “Aplicativos na Google Earth”, “FieldView”, “Wi-Fi”, “Taxa variável de corretivos e fertilizantes”, “Farmbox”, “Solinftec” e “Sinais de Gps via satélite”, sendo que cada uma foi citada uma única vez.

Tabela 2: Contagem do uso de tecnologias.

	Não	Sim	Proporção Não	Proporção Sim
Acessa operações bancárias via internet?	2	52	3,7 %	96,3 %
Usa softwares/aplicativos de previsão climática?	5	49	9,26 %	90,74 %
Usa aplicativos em seu smartphone para manejo agrícola?	5	49	9,26 %	90,74 %
Usa softwares/aplicativos para gestão de propriedades	16	38	29,63 %	70,37 %
Usa programas de computador para planejamentos anuais?	19	35	35,19 %	64,81 %
Usa programas de cálculo para controle de fluxo de caixa?	20	34	37,04 %	62,96 %
Usa indicadores para gerenciar as máquinas e a propriedade?	22	32	40,74 %	59,26 %
Usa Telemetria para transmissão remota de dados?	26	28	48,15 %	51,85 %
Monitora as operações agrícolas em tempo real?	31	23	57,41 %	42,59 %
Usa UAV/drones para mapear vegetação ou gestão de culturas?	39	15	72,22 %	27,78 %
Usa Sensores de vegetação?	46	8	85,19 %	14,81 %

Fonte: elaboração própria, de acordo com os dados dos respondentes.

4.2.1 – Análise dos fatores que contribuem para a adoção da agricultura digital

Em relação ao comportamento do agricultor sobre a adoção de novas tecnologias para a verificação de como os produtores rurais adquirem novas tecnologias, a tabela 3 mostra as perguntas, sendo que a pergunta sobre se prefere adquirir equipamento com toda opção de tecnologia disponível, mesmo tendo que pagar mais caro por isso, foi a que obteve as melhores pontuações em relação à mediana e a moda das respostas foi “Concordo”, a média foi de 4,019 e o desvio padrão foi de 1.

No entanto, verifica-se que os produtores estão abertos à inovação quando se observa a média e desvio padrão da questão estou entre os primeiros do meu grupo de produtores agrícolas a adquirir novas tecnologias ou equipamentos novos no mercado.

Tabela 3 – Estatísticas sumárias das tecnologias adotadas.

	Média	Mediana	Moda	SD
Prefere adquirir equipamento com toda tecnologia	4,019	4	4	1
Pioneiro em adquirir novas tecnologias	3,556	3	3	1,076
Usa novos produtos quando lançados	3,093	2	2	1,233

Fonte: elaboração própria, de acordo com os dados dos respondentes

Para a verificação dos determinantes que influenciam na adoção de novas tecnologias, citamos algumas afirmações que constam na tabela 4. Nessa tabela, também podem ser retirados alguns determinantes que se destacam, como “Melhor controle de custos” e “Precisa melhorar a gestão”, onde mais de 57% dos respondentes afirmam concordar totalmente com a importância dessa afirmativa.

Também vale ressaltar “Fornecer informações atualizadas”, onde mais da metade dos respondentes concordam totalmente com a relevância dessa afirmativa. Pivoto (2018) em seu estudo observou que os motivadores da adoção da agricultura digital foram o aumento da produtividade, melhor qualidade do processo, redução de custos e maior gestão e conhecimento das áreas.

Para maior compreensão e elucidação da adoção das tecnologias digitais na agricultura brasileira, no tópico 4.3, teremos uma análise mais aprofundada por meio da confrontação das diversas variáveis do estudo.

Tabela 4 – Contagem das respostas sobre os determinantes para a adoção de tecnologia nas propriedades.

	Discordo Totalmente	Discordo	Indiferente	Concordo	Concordo Totalmente	SD
Melhor controle de custos	0	1	4	18	31	0.719
Excesso de informações	1	5	7	23	18	1.009
Armazenar informações	0	2	5	22	25	0.792
Precisa melhorar a gestão	2	0	6	15	31	0.955
Fornecer informações atualizadas	1	1	8	17	27	0.915

Fonte: elaboração própria, de acordo com os dados dos respondentes

Buscando identificar qual o grau e quem são os maiores influenciadores para que os produtores rurais adotem a tecnologia digital, a tabela 5 nos mostra que os consultores, a assistência técnica, as feiras e exposições agrícolas, juntas estão nas categorias “Concordo” e “Concordo Totalmente”, mostrando que mais de 81% dos respondentes confirmam que esses agentes são os grandes influenciadores do uso de novas tecnologias digitais.

Soares Filho e Cunha (2015), em seus estudos sobre agricultura de precisão verificaram que, em relação às fontes de informação disponíveis para os produtores, as mais importantes são as empresas de consultoria agropecuária, que assistem o produtor na condução de suas lavouras e, a seguir, as feiras e exposições.

Tabela 5 – Contagem das respostas sobre as influências na adoção de tecnologias.

	Discordo Totalmente	Discordo	Indiferente	Concordo	Concordo Totalmente	SD
Empresas e lojas vendedoras	4	4	12	20	14	1.166
Vizinhos	4	4	24	12	10	1.104
Crianças	19	9	19	4	3	1.195
Cooperativas e associações	3	8	15	16	12	1.161
Consultores e assistência técnica	1	3	6	21	23	0.96
Feiras e exposições agrícolas	2	7	0	22	23	0.933

Fonte: elaboração própria, de acordo com os dados dos respondentes.

4.2.2 – Análise dos fatores que limitam a adoção da agricultura digital

Verificamos também quais as barreiras ou limitações para o uso de tecnologias digitais na agricultura. A tabela 6 evidencia os dados sobre as limitações dos produtores rurais para a adoção de tecnologia nas propriedades rurais. Pode-se observar que a limitação que mais se destaca é a falta de *Internet* na propriedade, com mais de 66% dos respondentes concordando totalmente com a afirmativa.

Para a superação dessa barreira, Milanez *et al* (2020), apresentaram algumas alternativas e calcularam que o custo de investimento mínimo para receber o sinal de banda larga móvel varia entre R\$ 10 e R\$ 40 por hectare, considerando as diferentes capacidades de

cobertura associadas ao tipo de relevo em que será realizado, o que equivale, por exemplo, a somente 10% e 50% do valor de uma saca de soja.

De acordo com os autores, admitindo a produtividade média de soja no Brasil que é de 3.208 kg/ha (ou cerca de 54,47 sacas de 60 kg por hectare), mesmo considerando o investimento mais elevado (R\$ 40/ha), ele já seria recuperado com um aumento de produtividade de apenas 1% no primeiro ano. Ou seja, o grande produtor tem capacidade para implantar internet na sua propriedade.

Vale ressaltar que o desconhecimento dos benefícios trazidos pela inserção da tecnologia no ambiente agrícola obteve 77,78% nas categorias “Discordo Totalmente” e “Discordo”, somando mais da metade das respostas, confirmando que, em geral, os produtores rurais percebem os benefícios da agricultura digital.

Porém, Milanez *et al.* (2020) afirmam que o produtor rural desconhece os custos e os benefícios que as novas tecnologias digitais podem trazer de retorno financeiro, sobretudo entre os produtores de menor porte, o que limita os investimentos em conectividade no Brasil.

Drewry *et al.* (2019) observaram que as barreiras mais significativas para a adoção da tecnologia digital nas fazendas dos entrevistados incluíam questões de privacidade e segurança de dados, compatibilidade de *software* e sistema e compreensão de como usar e derivar valor dos dados adquiridos.

Já Pivoto (2018) verificou que a necessidade de coletar e inserir dados manualmente em muitos programas *softwares* e tempo necessário para aprender as tecnologias como as principais barreiras para a adoção de tecnologias digitais. Segundo o autor, o produtor tende a gastar mais energia em atividades produtivas e operacionais e, à medida que os empreendimentos crescem, há a necessidade de mais ferramentas de controle de processos, o que leva à criação de departamentos nas fazendas.

Anitei *et al.* (2021) verificaram que os desafios e limites enfrentados pelos agricultores são: falta de pessoal qualificado 41,2%, falta de recursos financeiros 31,6 % e custos de digitalização 21,1%. Os autores ainda identificaram o que os ajudariam a superar esses obstáculos como mais informações; cursos de especialização e treinamentos; períodos de demonstração; interfaces mais amigáveis; acesso mais fácil a programas de agricultura digital; fundos planejados; investimentos governamentais; serviços de alta qualidade e custos mais baixos.

Tabela 6 – Contagem das respostas sobre as limitações dos agricultores.

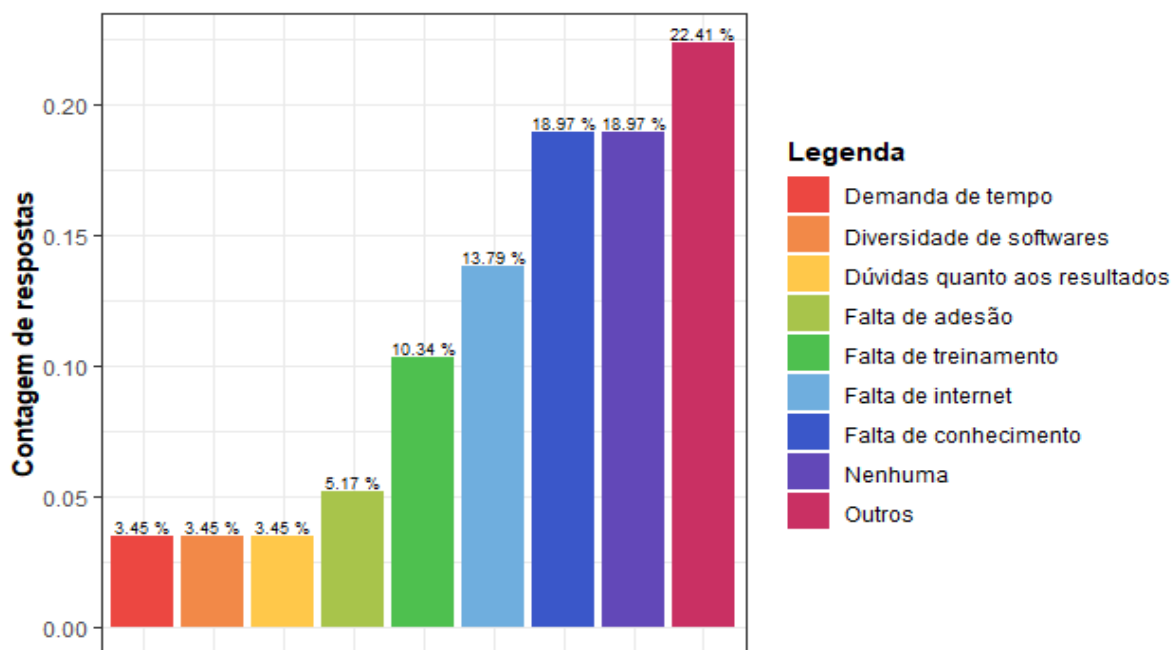
	Discordo Totalmente	Discordo	Indiferente	Concordo	Concordo Totalmente	SD
Internet na propriedade	1	0	6	11	36	0.841
Tempo de aprendizagem	2	8	17	19	8	1.039
Coleta manual de dados	1	1	19	17	16	0.94
Desconhecimento de Apps	14	12	10	12	6	1.369
Desconhecimento de benefícios	20	22	8	2	2	1.009
Desconfiança na segurança dos dados	8	14	14	7	11	1.353

Fonte: elaboração própria, de acordo com os dados dos respondentes.

Os produtores rurais informaram várias dificuldades que os consultores ou assistência técnica (agrônomos) apresentam para assessorar a propriedade sobre tecnologias da informação e agricultura de precisão, como mostra a figura 10, é possível observar diferentes respostas, que foram resumidas em “Outras” (22,41%) como maior dificuldade, essa variável corresponde às seguintes respostas: acesso aos dados, adesão dos produtores, baixa assertividade, custos de deslocamento, distância e contato, escolaridade baixa do produtor, falta de acessibilidade, falta de comunicação, falta de relatórios gerenciais vinculados com dados da alta gestão, integração entre os sistemas, integração entre técnicos, plataforma incompleta, pós-venda e retorno constante à propriedade.

Falta de Conhecimento (18,97%) e Falta de internet (13,79%) apareceram em seguida. Rijswijk *et al.* (2019) indicam que o conhecimento agrícola e o sistema de inovação devem apoiar melhor os provedores de conhecimento agrícola na compreensão e no desenvolvimento de uma estratégia de digitalização, antecipando possíveis futuros e refletindo sobre as consequências disso para propostas de valor, modelos de negócios e identidades organizacionais dos provedores de conhecimento agrícola. Os respondentes indicam que a agricultura digital promove maior sustentabilidade, reduz riscos, mas não comentaram sobre os custos associados a essa adoção.

Figura 10 – Dificuldades dos consultores e assistência técnica (agrônomos) para utilizar a tecnologia na propriedade.



Fonte: elaboração própria, de acordo com os dados dos respondentes.

4.3 ANÁLISE EXPLORATÓRIA DAS VARIÁVEIS

Neste tópico, será realizada a análise exploratória dos dados a fim de relacionar as proporções de respostas a uma pergunta com base no que foi respondido em outra com a finalidade de investigar se, no que foi respondido para as afirmações, existe uma ligação e o que se pode inferir das informações obtidas para melhor compreensão da situação da agricultura digital no Brasil.

Primeiramente, foram realizadas análises entre as respostas das afirmativas “Na hora de comprar máquinas e equipamentos, prefiro adquiri-los com todas as opções de tecnologia disponíveis, mesmo se eu precisar pagar mais por isso”; “Em geral, estou entre os primeiros do meu grupo de produtores agrícolas a adquirir novas tecnologias ou equipamentos novo no mercado” e “Uso novos produtos intensivos em tecnologia quando lançados, mesmo que não tenham sido usados por outro produtor” com as tecnologias digitais utilizadas na produção rural. Com isso obtivemos as tabelas e informações a seguir, para melhor discussão, selecionamos apenas as tecnologias que obtiveram um diferencial de 30 pontos percentuais entre os grupos que concordavam e discordavam das afirmações supracitadas.

Posteriormente, analisamos as questões “Na hora de comprar máquinas e equipamentos, prefiro adquiri-los com todas as opções de tecnologia disponíveis, mesmo se

eu precisar pagar mais por isso”; “Você usa aplicativos em seu celular ou *smartphone* para auxiliar no manejo agrícola (por exemplo, aplicativos para rastrear cotação de soja, identificar pragas, gestão de custos)”; “Você usa *softwares*/aplicativos para gestão de propriedades (gestão de custos, gestão de pessoas, gestão de produção, armazenamento de dados de propriedade, gestão fitossanitária, gestão de frotas, gestão de terras)?” e “Precisa melhorar a gestão da propriedade”. Assim, obtivemos as Tabelas 7, 8 e 9.

Na tabela 7, verificamos que as respostas para o uso de tecnologias de programa de controle de fluxo de caixa e UAV para gerar mapa de vegetação foram os que diferiram em mais de 30 pontos percentuais nos grupos que concordam e discordam com a afirmativa posta, ou seja, 69,77% e 34,88% respectivamente. Assim, nota-se que a maioria do uso das tecnologias não possui relação perceptível entre a preferência por adquirir equipamentos com toda a tecnologia dado que a proporção de resposta entre as alternativas foi próxima.

Tabela 7 – Proporção que usa determinada tecnologia por resposta de preferência por adquirir equipamentos.

	Concorda	Indiferente	Discorda
Usa <i>software</i> para gestão de propriedade	72,09 %	80,00 %	50,00 %
Usa <i>software</i> para previsão climática	93,02 %	80,00 %	83,33 %
Acessa operação bancária via internet	100,00 %	80,00 %	83,33 %
Usa aplicativo para manejo agrícola	90,70 %	80,00 %	100,00 %
Usa programa para controle de fluxo de caixa	69,77 %	40,00 %	33,33 %
Usa programa para planejar atividade anual	65,12 %	40,00 %	83,33 %
Usa indicador para gerenciar propriedade	65,12 %	20,00 %	50,00 %
Usa UAV para gerar mapa de vegetação	34,88 %	0,00 %	0,00 %
Usa sensor de vegetação	13,95 %	0,00 %	33,33 %
Usa telemetria para transmissão de dados	53,49 %	40,00 %	50,00 %
Monitora operações agrícolas via sensores	46,51 %	20,00 %	33,33 %

Fonte: elaboração própria, de acordo com os dados dos respondentes.

Na Tabela 8, verifica-se que parte do uso das tecnologias não possui relação perceptível entre a preferência por adquirir equipamentos com toda a tecnologia dado que a proporção de resposta entre as alternativas foi próxima.

No entanto, para algumas tecnologias (programa para controle de fluxo de caixa, uso de indicador para gerenciar propriedade, uso de UVA para gerar mapa de vegetação e monitoria de operações via sensores) foi notada uma possível relação entre as perguntas.

Tabela 8 – Proporção de quem usa determinada tecnologia por resposta de pioneirismo em adquirir novas tecnologias.

	Concorda	Indiferente	Discorda
Usa <i>software</i> para gestão de propriedade	78,57 %	61,11 %	62,50 %
Usa <i>software</i> para previsão climática	92,86 %	94,44 %	75,00 %
Acessa operação bancária via internet	96,43 %	100,00 %	87,50 %
Usa aplicativo para manejo agrícola	96,43 %	88,89 %	75,00 %
Usa programa para controle de fluxo de caixa	71,43 %	61,11 %	37,50 %
Usa programa para planejar atividade anual	75,00 %	50,00 %	62,50 %
Usa indicador para gerenciar propriedade	67,86 %	55,56 %	37,50 %
Usa UAV para gerar mapa de vegetação	32,14 %	33,33 %	0,00 %
Usa sensor de vegetação	17,86 %	11,11 %	12,50 %
Usa telemetria para transmissão de dados	53,57 %	55,56 %	37,50 %
Monitora operações agrícolas via sensores	46,43 %	50,00 %	12,50 %

Fonte: elaboração própria, de acordo com os dados dos respondentes

A Tabela 9, evidenciou o mesmo que as demais de que a maioria do uso das tecnologias não possui relação perceptível entre a preferência por adquirir equipamentos com toda a tecnologia dado que a proporção de resposta entre as alternativas foi próxima. Porém, para duas tecnologias (programa para controle de fluxo de caixa e monitoria de operações via sensores) foi notada uma possível relação entre as perguntas, analisadas a seguir.

Tabela 9 – Proporção de quem usa determinada tecnologia por resposta de uso de produtos recém-lançados.

	Concorda	Indiferente	Discorda
Usa software para gestão de propriedade	75,00 %	80,00 %	57,89 %
Usa software para previsão climática	90,00 %	86,87 %	94,74 %
Acessa operação bancária via internet	95,00 %	93,99 %	100,00 %
Usa aplicativo para manejo agrícola	95,00 %	80,00 %	94,74 %
Usa programa para controle de fluxo de caixa	75,00 %	73,33 %	42,11 %
Usa programa para planejar atividade anual	75,00 %	66,67 %	52,63 %
Usa indicador para gerenciar propriedade	65,00 %	60,00 %	52,63 %
Usa UAV para gerar mapa de vegetação	35,00 %	40,00 %	10,53 %
Usa sensor de vegetação	20,00 %	13,33 %	10,53 %
Usa telemetria para transmissão de dados	55,00 %	40,00 %	57,89 %
Monitora operações agrícolas via sensores	60,00 %	40,00 %	26,32 %

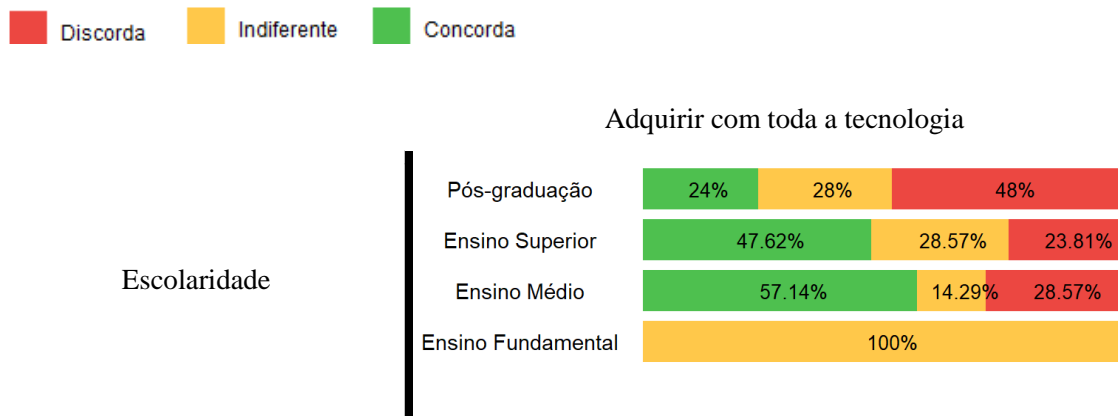
Fonte: elaboração própria, de acordo com os dados dos respondentes.

Portanto, conforme as tabelas acima (7, 8 e 9) não há somatório entre o concordo, indiferente e discordo, que não fechará em 100%, e sim dentro do concordo e discorda quem adota ou não adota a tecnologia.

Na relação entre variáveis sociodemográficas e preferência por adquirir equipamentos com toda a tecnologia. A Figura 11 mostra a relação entre a escolaridade e a preferência por adquirir com toda a tecnologia.

Nota-se que nos grupos “Ensino Médio” e “Ensino Superior”, a maior proporção concorda, enquanto a maior parcela daqueles que possuem pós-graduação discorda. O grupo Ensino Fundamental encontra-se totalmente indiferente, isso acontece pois houve apenas 1 respondente que se enquadra nesta situação.

Figura 11 – Relação entre adquirir equipamentos com toda a tecnologia e o grau de escolaridade do respondente.



Fonte: elaboração própria, de acordo com os dados dos respondentes.

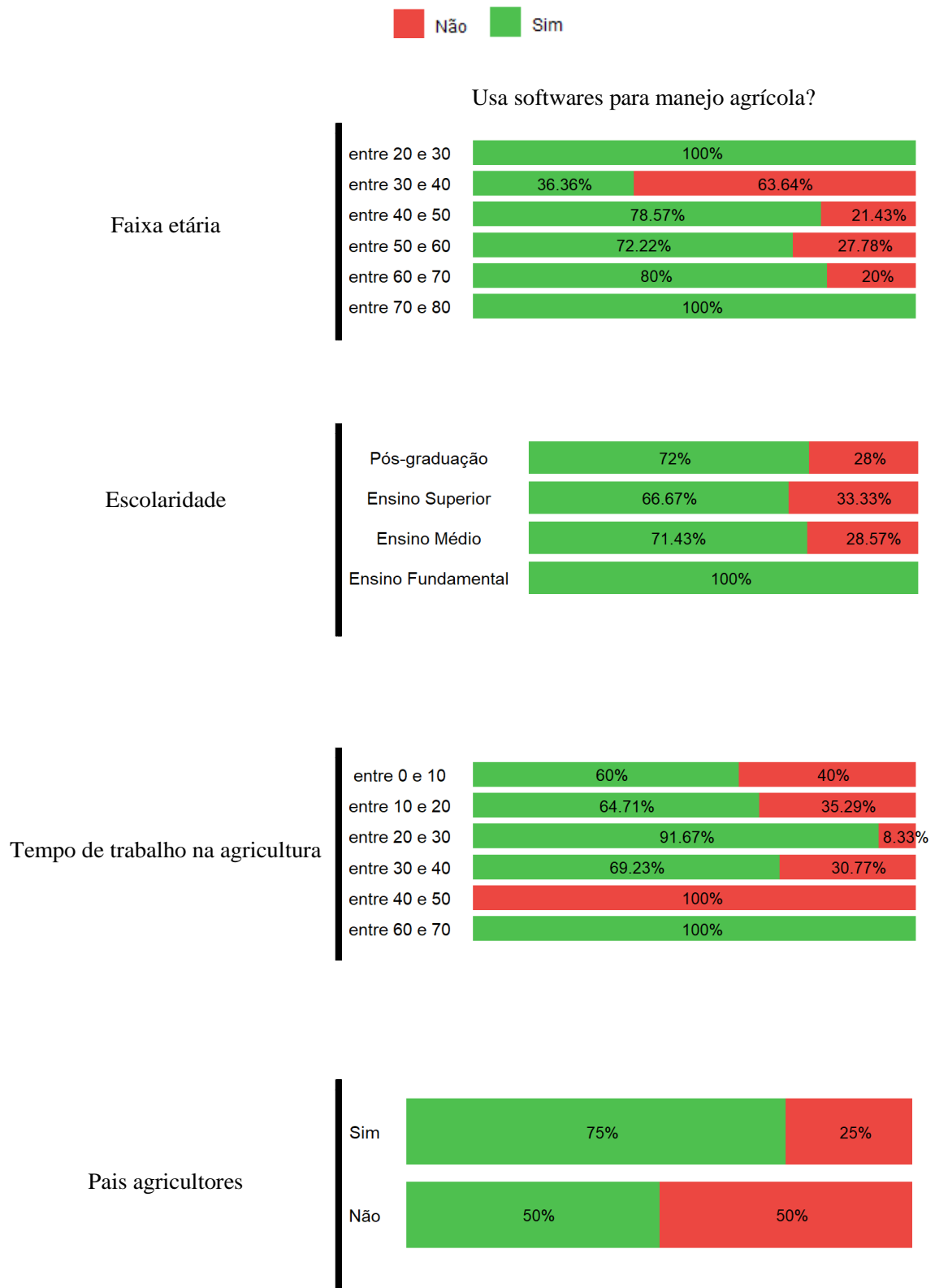
A Figura 12 mostra a relação entre variáveis sociodemográficas e o uso de *softwares* para manejo agrícola. No gráfico relativo à faixa etária, percebe-se que, entre 30 e 40 anos e entre 50 e 60 anos, há uma proporção maior para os que não utilizam *softwares* para manejo agrícola, enquanto, nas demais faixas etárias, prevalece a proporção de usuários de *softwares* para tal fim. É interessante salientar que no grupo mais jovem (20 a 30 anos) 100% dos respondentes usam algum tipo de *software* para realizar o manejo agrícola.

Quanto à escolaridade, conclui-se que, em todas as classes, a maioria das pessoas faz uso desses *softwares*, com proporção próxima de 70%. No gráfico relativo ao tempo de trabalho na agricultura, observa-se que entre o grupo de 20 a 40 anos de trabalho, há maior proporção de usuários de *software* para manejo agrícola.

Enquanto isso, para os demais tempos de trabalho, as proporções de uso são menores. É importante ressaltar que, apesar do tempo de trabalho entre 40 e 50 (7 respondentes) e entre 60 e 70 (1 respondente) apresentarem respostas iguais a 100%, o número não é tão significativo dado que houve poucos respondentes em cada categoria.

No gráfico relativo aos pais serem agricultores, verifica-se que para os que possuem pais agricultores, a proporção de usuários de *software* para manejo agrícola é de três quartos, enquanto apenas metade dos que não possuem pais agricultores utilizam-no.

Figura 12 – Relação entre o uso de softwares para manejo agrícola e a faixa etária, escolaridade, tempo de trabalho na agricultura e proporção de pais agricultores dos respondentes.

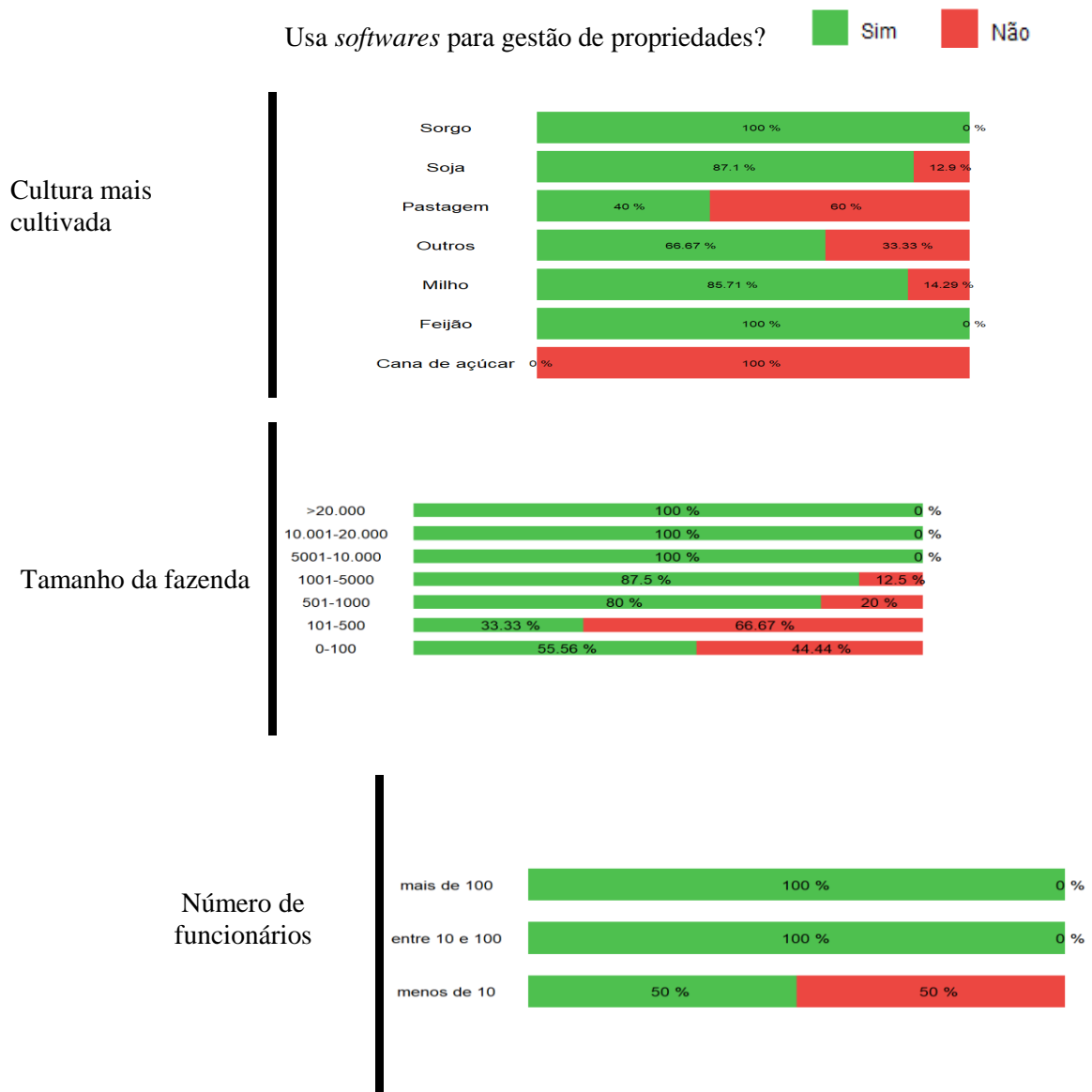


Fonte: elaboração própria, de acordo com os dados dos respondentes.

Realizamos análise também em relação ao uso de *softwares* para gestão com a cultura mais cultivada (Figura 13), pode-se notar que nas propriedades produtoras de grão (soja, milho, feijão e sorgo) a utilização fica acima de 85%, sendo 100% nas culturas de feijão e sorgo.

Isso também foi verificado em relação aos Estados dos respondentes (Figura 14), verificou-se que nos estados do Centro-Oeste, a proporção de uso dessa tecnologia é maior que 80%, enquanto no nordeste e norte o uso de *softwares* ainda é muito pouco utilizado, a Bahia é a maior exceção, com todos os 2 respondentes utilizando *softwares* de gestão.

Figura 13: Relação entre usar *softwares* para gestão de propriedades e variáveis sociodemográficas.



Fonte: elaboração própria, de acordo com os dados dos respondentes.

No gráfico relativo à proporção do uso de *softwares* para gestão com base no interesse do agricultor em expandir seus negócios nos próximos cinco anos (Figura 14), pode-se notar que existe uma relação entre o interesse em expandir os negócios e o uso de *softwares* para gestão, pois, dos que afirmaram querer expandir, mais de 73% utilizam *softwares* de gestão.

Na análise da proporção do uso de *softwares* para gestão com base na receita bruta anual do imóvel (Figura 14), pode-se notar que há uma relação entre as variáveis, pois quanto maior a receita bruta anual do imóvel, maior a proporção de usuários de *softwares* para a gestão. Vale destacar que em todas as propriedades com receita bruta anual entre 10 milhões e 1 bilhão utilizam *softwares* para gestão.

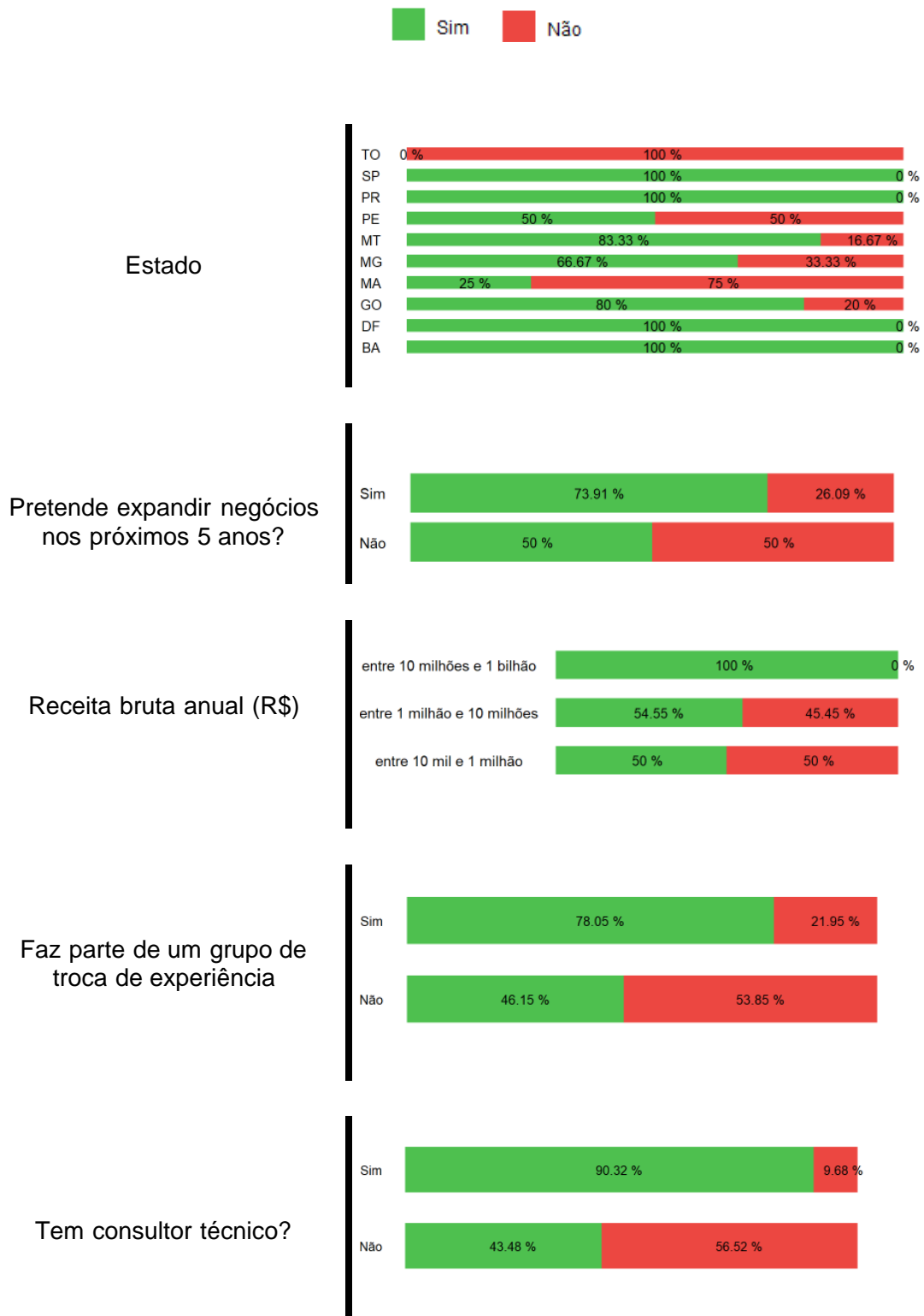
Já em relação à proporção do uso de *softwares* para gestão de propriedade com o tamanho da fazenda dos respondentes (Figura 13), é possível notar que a partir de 100 ha, quanto maior o tamanho da fazenda maior a proporção do uso de aplicativos para gestão da propriedade.

Informação semelhante foi obtida no mesmo gráfico relativo ao número de funcionários na propriedade, no qual foi possível verificar que a partir de 10 funcionários, todos os respondentes afirmaram utilizar aplicativos para gestão de propriedades

No gráfico relativo à proporção do uso de *softwares* para gestão de propriedade e se faz parte de grupo de troca de experiência (Figura 14), aqueles que responderam que fazem parte de grupo de troca de experiência apresentaram significativo aumento na proporção do uso de aplicativos para gestão de propriedade.

Semelhança também foi observada na pergunta sobre se possui consultor ou assistente técnico contratado (Figura 14), aqueles que responderam que possuíam consultor ou assistente técnico contratado apresentaram significativo aumento na proporção do uso de aplicativos para gestão de propriedade.

Figura 14: Relação entre usar *softwares* para gestão de propriedades e variáveis sociodemográficas.

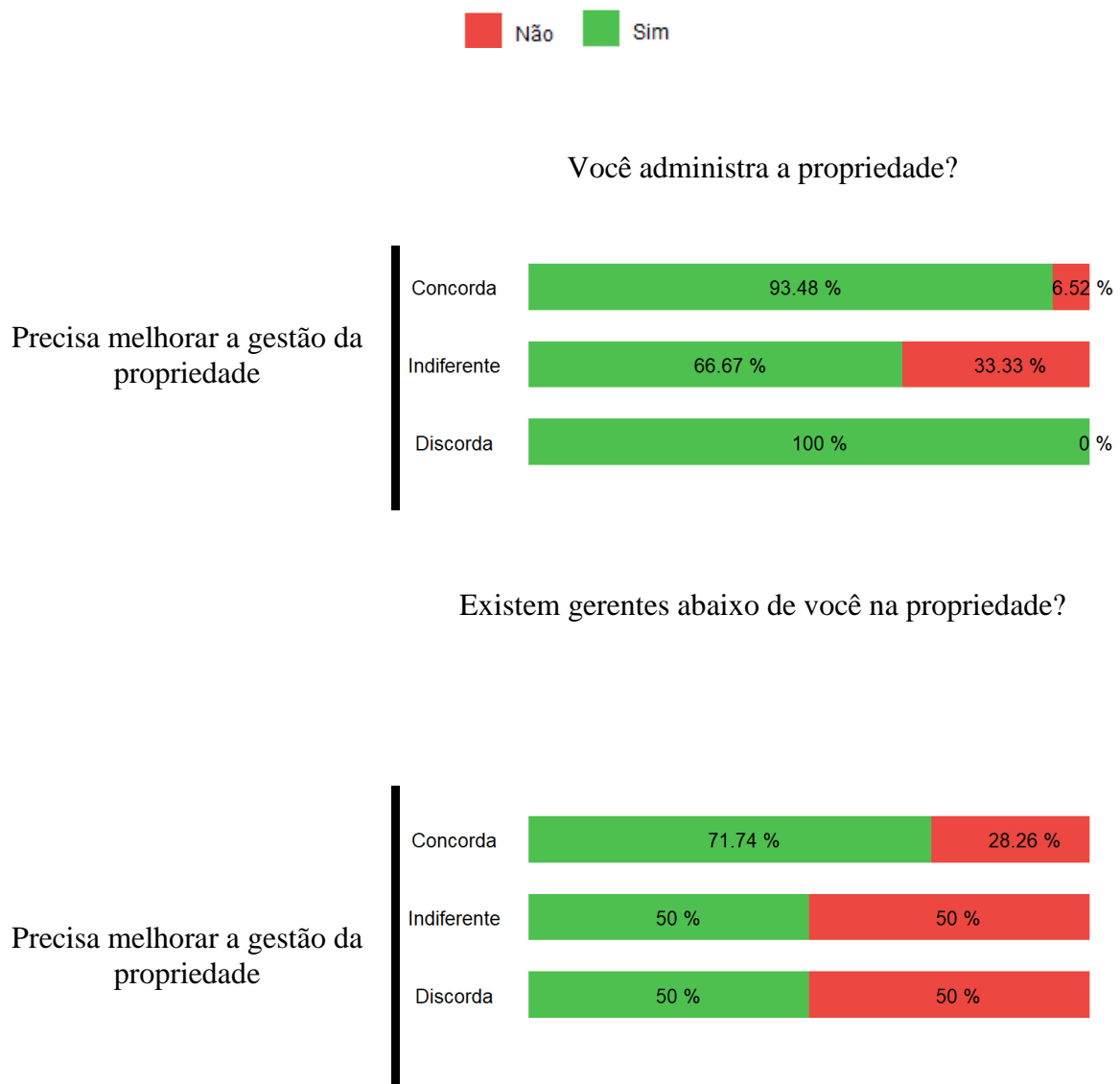


Fonte: elaboração própria, de acordo com os dados dos respondentes.

Por fim, analisamos uma afirmativa “Precisa melhorar a gestão da propriedade”, que estava na seção dos determinantes para uso de tecnologias digitais, em relação a duas perguntas “Você administra a sua propriedade” e “Existem outros gerentes abaixo de você em sua propriedade”, que estavam na seção das características do agricultor.

Obtivemos a Figura 15 que mostra que do grupo que discorda de que melhorar a gestão da propriedade não é um determinante para a utilização de tecnologias digitais na produção agrícola, 100% administram suas propriedades. Diferentemente do grupo que concorda com o determinante, no qual 93,48% administram sua propriedade. Esse grupo também foi o que registrou 71,74% que tem gerente na sua propriedade.

Figura 15 – Relação entre a adoção da tecnologia precisar melhorar a gestão da propriedade.



Fonte: elaboração própria, de acordo com os dados dos respondentes.

Observou-se, portanto, que os agricultores estão usando diversas tecnologias digitais no processo produtivo, Pivoto (2018) em seu estudo apresentou a taxa de adoção de tecnologia em nível individual e por nível de adoção e observou que os agricultores mais abertos às tecnologias eram mais propensos a adotar todas as quatro tecnologias do nível considerado “alta adoção” ou uma forma mais próxima do conceito de agricultura inteligente.

Mitchell, Weersink e Erickson (2018) em seus estudos sobre agricultura de precisão afirmaram que para melhorar a adoção da utilização de tecnologias digitais no campo é necessário transformar a grande quantidade de dados coletados sobre a produção agrícola em decisões valiosas para o agricultor.

No entanto, segundo Salimi, Pourdarbani e Nouri (2020), o mais importante no desenvolvimento de tecnologias agrícolas é a disposição dos agricultores em adotá-las. Ainda segundo os autores, quanto melhor uma pessoa entender a utilidade da automação, maior a probabilidade de ela adotá-la.

Verificou-se que os produtores rurais entrevistados, percebem um grande benefício da agricultura digital, contudo, parece estarem satisfeitos com o básico que está disponível, Caffaro e Carvalho (2019), em seu estudo, observaram ao apresentar dois grupos de imagens de tecnologias digitais, grupo 1 (Sistema de informação gerencial)¹, no grupo 2 (Tecnologias avançadas de ferramentas de trabalho no campo)².

Os resultados mostraram uma baixa aceitação de ambos os tipos de tecnologias investigadas, no geral, 74,8% dos entrevistados relataram não usar nenhum tipo das tecnologias, porém, eles escolheram 75,7% para Tipo 1 e 74,4% para o Tipo 2.

Ou seja, parece haver, no que se refere à tecnologia digital, preferência por sistema que auxiliam no gerenciamento a ferramentas com tecnologias avançadas que auxiliariam no manejo do campo, por exemplo uso de robôs e máquinas autônomas. Evidencia-se que o produtor ainda não enxerga o potencial máximo que a digitalização da agricultura poderá lhes proporcionar.

¹ Foram apresentados drones, sensores para aquisição de dados e *download* automático, e aplicativos agrícolas.

² Havia fotos de robôs agrícolas e máquinas autônomas, e tratores equipados com CAN-bus (barramento da rede de área do controlador (CAN) é um sistema eletrônico que conecta componentes do trator (motor, transmissão, sistema hidráulico), implementos (semeadora, fertilizante espalhador etc.), e sensores (normalmente sistema de posicionamento GPS) para controlar eficazmente os vários sistemas e aumentar a produtividade).

Os autores ainda observaram que havia uma discrepância entre o uso bastante comum das TIC (PC, *smartphones* ou *tablets*) na vida cotidiana e sua baixa adoção nos negócios agrícolas. Ainda segundo eles a amostra estudada reforçou a importância de identificar quais fatores críticos se beneficiariam de intervenções direcionadas para promover a difusão das tecnologias agrícolas inteligentes entre os agricultores (CAFFARO; CARVALHO 2019).

Em relação à disponibilidade de internet rural, Milanez *et al.* (2020), afirmam que há diversas razões para a agropecuária ser positivamente afetada pela conectividade no campo. Em termos gerais, multiplicam-se os acessos à rede e se ampliam as possibilidades de utilização de tecnologias associadas ao processo produtivo, levando a diversos benefícios, tais como elevação da produtividade, redução de custos e consequente incremento de competitividade, com o desenvolvimento de atividades de rastreamento da produção, otimização dos recursos de transporte e segurança.

De acordo com o estudo realizado pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES em 2018 sobre IoT, verificou-se que o desenvolvimento dessa tecnologia no setor rural é uma oportunidade para o Brasil aumentar a produtividade e a sua relevância no comércio mundial de produtos agropecuários, com qualidade e sustentabilidade socioambiental elevada, e de torná-lo o maior exportador de soluções de IoT para agropecuária tropical (BNDES, 2018).

Informações sobre os benefícios da digitalização da agricultura devem ser compartilhadas com os agricultores, haja vista que, como observado nessa pesquisa, na qual a maioria dos respondentes são produtores de grãos das principais regiões produtoras localizadas no cerrado brasileiro, e, apesar de grande parte possuir grau de escolaridade alto e renda bruta elevada, mesmo utilizando algumas tecnologias digitais no processo produtivo das lavouras, ainda, (como apresentado nos estudos citados) verifica-se uma dificuldade de explorar todo o potencial e benefícios que as tecnologias digitais já desenvolvidas podem propiciar para a agricultura.

4.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS DOS RESULTADOS

Diante dos dados levantados no questionário, em referência as questões sociodemográficas, as quais abrange questões de gênero, idade, escolaridade, tempo de trabalho rural, renda, localidade e filiação, observa-se a predominância do sexo masculino (85%) dos respondentes, com ensino superior ou pós-graduação (80%), maiores de 60 anos, com experiência de 10 e 20 anos de trabalho na agricultura, cujos pais já trabalhavam na agricultura (81,44%).

Ressalta-se que 57,41% dos respondentes têm renda advinda de outra atividade, sendo que 97,74% afirmam ter filhos (57,41%), sendo que três quartos destes acreditam que pelo menos um filho continuará a trabalhar com agricultura. Por conseguinte, corroborando com a classificação dos produtores rurais na Resolução BACEN 4.174/2012 e perfil dos produtores do Cerrado brasileiro constata-se que os dados apresentados quanto a renda bruta anual 37,04% respondentes possuem entre 10 mil e um milhão de reais de receita bruta por ano, seguida de entre 10 e 100 milhões. No entanto, não consta resposta de menos de 10 mil reais em receita bruta, sendo a maior indicada de 1 bilhão.

Cabe destacar que questionário foi enviado para produtores em todo o País, sendo verificado maior concentração de respondentes nas regiões do Centro-Oeste (em Goiás, Mato Grosso e Distrito Federal), com 57,4% nessa região, e Nordeste (em Pernambuco, Maranhão, Bahia e Tocantins), com 31,45% nesta região. As demais regiões apresentam cerca de 11,12%, o que corresponde a 5 respostas das 53. Em “Outros” estão os estados: Paraná, São Paulo e Tocantins; cada um obteve uma resposta (1,85% das respostas totais cada).

Diante deste cenário, fora verificado o tipo de cultura produzida pelos respondentes, sendo a soja o produto mais cultivado, com 44,29%, seguido de feijão, com 20% e milho com 17,14%. Houve respondentes que afirmaram cultivar mais de uma cultura (4 deles, o que corresponde a 7,5% do total). Nesses, milho era sempre uma das culturas cultivadas.

Quanto a propriedade do imóvel rural 26,83% dos respondentes confirmam que são os reais proprietários, sendo que o tamanho da fazenda se encontra 31,37% dos com 1000ha, e 28,83% com 5000ha, onde destacam-se 20% de 500ha e 1000ha de efetiva exploração produtiva, características estas predominantes de áreas de produção de grãos do cerrado brasileiro.

Ademais, destaca-se que 51,85% das propriedades possuem menos de 10 funcionários, em contrapartida 33,33% delas têm o número bem distribuído entre 12 e 78 funcionários. Apenas 4 respondentes indicaram haver mais de 100 funcionários, 3 com menos de 180 e

apenas um com 230 funcionários trabalhando em sua propriedade. Neste raciocínio, ratifica-se o percentual de 90% dos respondentes não possuírem DAP.

Por fim, ainda em relação as questões sociodemográficas, verifica-se nos dados levantados que 61% dos respondentes fazem parte de uma cooperativa e 75% possuem um consultor ou serviço de assistência contratada, o que reafirma a opinião de Antolini e Scare (2014) quando afirma que o processo de inserção tecnológica é a troca informacional entre os indivíduos.

Em referência às perspectivas e utilização de tecnologias oriundas da agricultura digital, constata-se que 64% dos respondentes são favoráveis a utilização destas para a sustentabilidade ambiental da propriedade, em que 88,89% acreditam que a adoção minimiza os riscos de produção, especialmente climáticos (43,75%), biológicos (27,08%), preço (22,92%), crédito agrícola (4,17%) e custos de produção (2,08%).

Os resultados apresentados no questionário, corroboram com o entendimento de Tidd e Bessant (2015), em que afirmam que o processo escolha de uma dada tecnologia sujeita-se às opções disponíveis do usuário, as necessidades de substituição e complexidade de adoção. Neste sentido, verifica-se que apesar da consciência dos respondentes acerca dos benefícios do uso da tecnologia digital agrícola, constata-se que a grande maioria 96,3% utilizam softwares/ aplicativos de operações bancárias via internet, 90,74% de previsão climática, 90,74% para manejo agrícola, e 70,37% para gestão de propriedades. Em contrapartida, apenas 64,81% dos respondentes utilizam programas de computador para planejamentos anuais, 62,96% programas de cálculo para controle de fluxo de caixa, 59,26%, indicadores para gerenciar as máquinas e a propriedade, 51,82% Telemetria para transmissão remota de dados, 27,78% UAV/drones para mapear vegetação ou gestão de culturas e 14,81% sensores de vegetação.

Diante destes dados, torna-se necessário analisar o perfil dos produtores e seu grau de prioridade de investimentos em agricultura digital. Neste aspecto, as médias e desvios padrão mostraram que a maioria concorda em adquirir equipamento com toda tecnologia embarcada, considera-se pioneiro em adquirir novas tecnologias, e adota novos produtos quando lançados. Ressalta-se, ainda, que a maioria dos respondentes 57,41% afirmam que são determinantes para a adoção de tecnologias digitais as que resultem em melhor controle de custos e melhoria da gestão da produção.

Além do perfil dos produtores que adotam ou estão propensos a utilizar tecnologias digitais na agropecuária, buscou-se levantar a forma e perfil daqueles difusores destas tecnologias, visto a possibilidade de aperfeiçoamento dessa difusão. Diante dos dados

levantados no questionário aplicado, verifica-se que estreitar laços bem como desenvolver novos caminhos para conduzir o aparato tecnológico dos agricultores (VENTURINI, 2014), são os meios de alcance a esses produtores, visto que eles sofrem grande influência de empresas e lojas (37,04%), cooperativas (29,63%), vizinhos (22,22%), consultores e assistência técnica (42,59%), feiras e exposições agrícolas (42,59%) esses dois últimos os percentuais foram esses no item concordo totalmente, mostrando a importância desses para a difusão da tecnologia no campo.

Quanto a adoção e difusão de tecnologias agrícolas vale destacar os desafios que esse setor deve considerar, vez que são fatores limitantes a disponibilidade de internet na propriedade (66,67%), tempo de aprendizagem destes programas, aplicativos ou equipamentos (35,19%), dificuldade na coleta de dados manuais (31,48%), desconhecimento de Apps (22,22%) e a desconfiança na segurança de dados (20,37%).

Por fim, foram verificadas as dificuldades percebidas em relação aos consultores e assistentes técnicos para utilizar as tecnologias nas propriedades rurais, a saber: 3,45% afirmam problemas com demanda de tempo; 3,45% têm dúvidas quanto aos resultados destas tecnologias; 3,45% têm dificuldade visto a diversidade de *softwares*; 5,17% há grande falta de adesão por parte dos produtores; 10,34% afirmam que não há treinamento; 13,79% afirmam a limitação pela ausência de sinal de internet nas propriedades; 18,97% creditam a falta de conhecimento e 22,41% escolheram outras limitações, enquanto que 18,97% disseram que não há nenhuma dificuldade. Este contexto apresentado pelos respondentes clarificam o entendimento de Tidd e Bessant (2015) quando afirmam que o processo inovativo depende de mudanças sistêmicas, organizacionais de forma a consolidar uma nova infraestrutura, e implementar um aprendizado contínuo.

5 CONCLUSÃO

A presente pesquisa apresenta dados e informações que corroboram com Sausen *et al.* (2020) quando estes afirmam que a adoção de tecnologias disruptivas é um caminho sem volta para o setor rural, pois, além de agregar valor à produção, proporcionam mais sustentabilidade ambiental, social e econômica aos sistemas agrícolas.

O objetivo deste estudo foi analisar a atual situação da adoção e difusão de tecnologias digitais na agricultura no Brasil, especificamente dentro da porteira, e quais os fatores motivadores e impeditivos nas decisões dos agricultores quanto à adoção destas.

A partir das referências bibliográficas citadas no referencial teórico, o qual apresenta a evolução conceitual das tecnologias inovadoras, refletidas atualmente na denominada “Agricultura Digital”, foram apresentados teóricos que discorrem sobre a forma de adoção e difusão de tecnologias na agricultura.

Visto o arcabouço teórico pesquisado foi elaborado questionário exploratório aplicado aos reais consumidores finais deste setor, ou seja, produtores e administradores rurais de todo o Brasil, por meio do Formulários Google.

Como forma de alcançar os objetivos desta pesquisa, foram abordadas, no questionário, questões relacionadas aos fatores que motivam a utilização de tecnologias digitais na agricultura brasileira, e os obstáculos encontrados na sua adoção e difusão destas.

De acordo com os resultados obtidos no questionário aplicado, verifica-se que os produtores acreditam que a agricultura digital é favorável para a sustentabilidade ambiental, além de reduzir os riscos inerentes à produção agrícola, principalmente, os riscos climáticos.

Cabe destacar, que os respondentes são propícios a adquirir máquinas e equipamentos com toda a tecnologia disponível embarcada, uma vez que grande parte já utiliza programas de controle de fluxo de caixa mensal e parte utiliza UAV para gerar mapas de vegetação.

Neste aspecto, observa-se uma relação apresentada por Barnes *et al.* (2019) em relação a influência do nível de escolaridade à propensão inovativa, visto que 57% dos respondentes com ensino médio concordam com a afirmação preferem adquirir máquinas e equipamentos com toda a tecnologia disponível, enquanto 47% das com ensino superior e 24% das com pós-graduação.

Quanto a relação da localização das propriedades e o uso de *softwares*/aplicativos para gestão de propriedades, há um forte decréscimo de uso na região Nordeste, com apenas 41%, enquanto no Centro-Oeste o índice de uso é de 80%. Acrescenta-se ainda, que os usuários de aplicativos de gestão de propriedade são em sua maioria 80% proprietários de fazendas com grande extensão de 500 a 1.000 ha tendo 80%, os quais são mais propensos a fazer parte de

grupos de troca de experiência, possuir consultores técnicos contratados e ter maior renda bruta anual, de acordo com o resultado do questionário aplicado.

Vale destacar, que dados levantados confirmam o entendimento de Antolini e Sacre (2014) os quais pontuam acerca da idade do produtor, vez que a nova geração de agricultores, entre 20 e 30 anos, são os que mais utilizam *softwares* para manejo agrícola, com escolaridade superior completa ou pós-graduação, não sendo em regra de família de agricultores.

O Centro-Oeste é a região que mais adota tecnologias digitais agrícolas, cujas culturas principais são de grãos, especialmente soja, milho, feijão e sorgo.

Constata-se, ainda, os fatores socioeconômicos abordados por Souza Filho *et. al* (2011) visto a forte relação entre o uso de *softwares* de gestão com o interesse do produtor em expandir os negócios, os quais obtêm uma renda bruta anual entre 10 milhões e 1 bilhão. No entanto, fora constatado também a adoção de tecnologias digitais em propriedades a partir de 100ha e 10 funcionários. Semelhança também foi observada na adoção de tecnologia por consultores ou assistentes técnicos contratados.

Diante do exposto, pode-se concluir que os agricultores estão cientes dos benefícios da agricultura digital e desejam digitalizar suas atividades, visto que os principais fatores que motivam a adoção são melhor controle de custos, melhor gestão e acesso às informações atualizadas. No entanto, a falta de *internet* no campo, apontada como principal barreira, parece limitá-los.

A pesquisa teve limitações visto as diversas regiões e culturas do Brasil e período pandêmico que limitou outros tipos de acesso aos respondentes. No entanto, propõe-se o aprofundamento do tema, em estudos futuros, quanto a intensidade de utilização das principais tecnologias da agricultura digital para obtenção de uma visão geral das disparidades tecnológicas regionais, assim como o levantamento das áreas de produção que mais utiliza tecnologias digitais.

Sob a influência de Buainain *et al.* (2015) em que defendem que conhecimentos promovidos por meio de interações com outras instituições, seja pública, privada, promovem a modernização da sociedade digital, recomenda-se estudos sobre o custo de oportunidade/benefício da implantação de internet no campo e se, com internet disponível e com as máquinas e equipamentos disponíveis, os produtores teriam condições de conectar todos os processos da produção agrícola para a obtenção de informações úteis para a tomada de decisão tanto de produtores, quanto de investidores tecnológicos do setor.

Pelo que foi analisado ao longo do trabalho, pode-se dizer que os produtores usam tecnologias de informação para realizarem transações bancárias, acessar a previsão do tempo,

verificar cotações de preços, usam muito a tecnologia da informação para a comunicação, mas ainda não usam muito para a gestão do sistema de produção porque eles não percebem claramente os benefícios da agricultura digital.

Desse modo, sendo prematuro dizer que a agricultura digital é um caminho sem volta, pois estamos começando ainda a percorrer esse caminho. Muitos produtores adotam as tecnologias digitais para uma série de atividades, porém, ainda tem muito a fazer em outras atividades dentro da produção agrícola e, além do tempo, ainda é um processo que demanda orientação, acompanhamento técnico e também de incentivos de políticas públicas.

REFERÊNCIAS

AGFUNDER. **AgriFood tech**: 2018 in review. 2019. Disponível em: <https://agfunder.com/research/> Acesso em 7 de agosto de 2022.

ALEXANDER, P.; MORAN, D. ROUNSEVELL, M. D. A.; SMITH P. **Modelando o mercado de cultivo de energia perene: o papel da difusão espacial**. JR Soc. Interface, 10 (2013). Disponível em: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84896591461&origin=inward&txGid=4a7e477196ad5530a6e444a772ebeaf3>. Acesso em: 16/10/2021.

ANITEI, M., VERES, C., PISLA, A. (2021). Research on Challenges and Prospects of Digital Agriculture. Proceedings. 63. 67. 10.3390/proceedings2020063067. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/348841596_Research_on_Challenges_and_Prospects_of_Digital_Agriculture. Acesso em: 28 de agosto de 2022.

ANTOLINI, L. S.; SCARE, R. F. Condicionantes de Adoção de Inovações e Tecnologias de Agricultura de Precisão por Produtores Rurais: Revisão Sistemática de Literatura e Proposição de um Modelo Conceitual. São Paulo: Convibra, 2014.

AUDY, J.; PIQUÉ, J. Dos parques científicos e tecnológicos aos ecossistemas de inovação: desenvolvimento social e econômico na sociedade do conhecimento. Brasília, DF: Anprotec, 2016. 26 p. Disponível em: <https://anprotec.org.br/site/publicacoes-anprotec/ebooks/>. Acesso em 07 de agosto de 2022.

BANCO MUNDIAL. **Enhancing Agricultural Innovation: How to Go Beyond the Strengthening of Research Systems**. 2006.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. Resolução nº 4.174, de 27 de dezembro de 2012. Disposição sobre a Classificação de Produtores Rurais. Brasília, DF, 2012. Disponível em: https://www.bcb.gov.br/pre/normativos/res/2012/pdf/res_4174_v2_p.pdf. Acesso em: 01 de setembro de 2022.

BARATA, G.; ARAUJO, R. F.; ALPERIN, J. P.; TRAVIESO-RODRIGUEZ, C. O uso de mídias sociais por acadêmicos brasileiros. In: Encontro Brasileiro de Bibliometria e Cientometria, 6., 2018, Rio de Janeiro. Anais [...]. Rio de Janeiro: FioCruz, 2018. v.6. p.209-217. Disponível em: [file:///C:/Users/maira/Dropbox/PC%20\(2\)/Downloads/BarataAraujoAlperinTraviesoEBBC2018.pdf](file:///C:/Users/maira/Dropbox/PC%20(2)/Downloads/BarataAraujoAlperinTraviesoEBBC2018.pdf). Acesso em: 17 de setembro de 2022.

BARBEDO, J. G. A.; KOENIGKAN, L. V.; SANTOS, T. T.; SANTOS, P. M. A study on the detection of cattle in UAV images using deep learning. **Sensors**, v. 19, article 5436, 2019.

BARNES, A.P.; SOTO, I.; EORYA, V.; BECK, B.; BALAFOUTIS, A.; SÁNCHEZ, B.; VANGEYTE, J.; FOUNTAS, S.; VAN DER WAL, T.; GÓMEZ-BARBERO, M. Exploring the adoption of precision agricultural technologies: A cross regional study of EU farmers. *Revista Land Use Policy*, Vol. 80. Elsevier: 2019.

- BASTIAANSEN, W. G. M; MOLDEN, D. J; MAKIN, I. W. (2000). Remote sensing for irrigated agriculture: examples from research and possible applications. **Agricultural Water Management**, [s.l.], v. 46, n. 2, p.137-155. [http://dx.doi.org/10.1016/s0378-3774\(00\)00080-9](http://dx.doi.org/10.1016/s0378-3774(00)00080-9).
- BECHAR, A.; VIGNEAULT, C. Agricultural robots for field operations: Concepts and components. **Biosystems Engineering**, v. 149, p. 94-111, 2016.
- BERTHET, E. T.; HICKEY, G. M.; KLERKX, L.s. (2018). Opening design and innovation processes in agriculture: Insights from design and management sciences and future directions. *Agricultural Systems*, [s.l.], v. 165, p.111-115. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agsy.2018.06.004>.
- BIORESOURCES AND BIOPROCESSING, [S.L.], v. 8, n. 1, p. 01-14, 10 jan. 2021. **Springer Science and Business Media LLC**. <http://dx.doi.org/10.1186/s40643-020-00359-x>. Disponível em: <https://bioresourcesbioprocessing.springeropen.com/articles/10.1186/s40643-020-00359-x#citeas>. Acesso em: 08 ago. 2021.
- BNDES. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. Produto 9A. Relatório Final do Estudo Internet das Coisas: um plano de ação para o Brasil. [S.l.]: BNDES; MP; MCTI, jan. 2018. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/wcm/connect/site/d22e7598-55f5-4ed5-b9e5-543d1e5c6dec/produto-9A-relatorio-final-estudo-de-iot.pdf?MOD=AJPERES&CVID=m5WVId?>. Acesso em: 10 de setembro de 2022.
- BOLFE, É. L.; BARBEDO, J. G. A.; MASSRUHÁ, S. M. F. S.; SOUZA, K. X. S.; ASSAD, E. D. Desafios, tendências e oportunidades em agricultura digital no Brasil. Disponível em <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1126283>. Acesso em 08 Dez 2020.
- BOLFE, Édson Luis *et al.* Agricultura digital 2020: desafios, tendências e oportunidades em agricultura digital no brasil. Brasília: Embrapa, 2020. 406 p. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1126283/1/LV-Agricultura-digital-2020-cap16.pdf>. Acesso em: 02 ago. 2021.
- BONACELLI, M. B. M.; FUCK, M. P.; CASTRO, A. C. O sistema de inovação agrícola: instituições, competências e desafios do contexto brasileiro. *In: BUAINAIN, A. M.; BONACELLI, M. B. M.; MENDES, C. I. C. Propriedade intelectual e inovações na agricultura*. Rio de Janeiro: CNPq, Faperj, INCT/PPED, 2015. cap. 3, p. 89-110.
- BRASIL, LEI Nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. Agricultura digital. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inovacao/agricultura-digital>. Acesso em: 03/10/2021.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. Portaria Nº 193, de 07.08.1992.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. Agricultura de Precisão. Brasília, DF, 26 de jan 2017. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/tecnologia-agropecuaria/agricultura-de-precisao-1/arquivos-de->

agricultura-de-precisao/conceitos-relacionados-a-agricultura-de-precisao-1.pdf. Acesso em: 13/10/2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Projeções do agronegócio: Brasil 2020/21 a 2030/31 projeções de longo prazo. Brasília, DF: MAPA/ACE, 2021. 120 p.

BUAINAIN, A. M.; BONACELLI, M. B. M.; MENDES, C. I. C. (Org.). **Propriedade intelectual e inovações na agricultura**. Rio de Janeiro: INCT/PPED, 2015. 384p.

CAFFARO, F.; CAVALLO, E. The Effects of Individual Variables, Farming System Characteristics and Perceived Barriers on Actual Use of Smart Farming Technologies: evidence from the piedmont region, northwestern italy. **Agriculture**, [S.L.], v. 9, n. 5, p. 111, 23 maio 2019. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/agriculture9050111>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2077-0472/9/5/111>. Acesso em: 16 out. 2021.

CAMPOS, M. H. A. Startup no setor do agronegócio brasileira. VII Simpósio Ciência do Agronegócio. Porto Alegre-RS. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Manuel-AlaniaCampos/publication/339825984_Startups_no_setor_do_agronegocio_brasileiro/links/5f05ea2aa6fdcc4ca4560211/Startups-no-setor-do-agronegocio-brasileiro.pdf. Acesso em: 11/10/2021.

CAMPOS, S. K.; TORRES, L. A. Megatendências da Ciência do Solo 2030. editoras técnicas. – Brasília, DF: Embrapa, 2022.

CANAL AGRO. Internet das Coisas avança na produção rural. 2019. Disponível em <https://summitagro.estadao.com.br/agro-no-brasil/agrotech/internet-das-coisas-avanca-no-campo/>. Acesso em 11 de agosto de 2022.

CARDANO, Mario. **Manual de pesquisa qualitativa**. Uma contribuição da teoria da argumentação Petrópolis: Vozes, 2017.

CARPANEZZI, L.; LEARDINI, O.; SILVA, C. G. C.; ZANARDI, R. História E Evolução Da Mecanização. s/d. Disponível em http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/CxbNYOvf8fSKep0_2018-1-25-14-45-46.pdf. Acesso em 02 de agosto de 2022.

CASTANHO, R. B.; TEIXEIRA, M. E. S. A evolução da agricultura no mundo. *Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium*, Ituiutaba, v. 8, n. 1, p. 136-146, jan. /jun. 2017.

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.

CEMA - European Agricultural Machinery Association. Digital Farming: what does it really mean? 2017. European Agricultural Machinery Association. Disponível em < https://www.cemaagri.org/index.php?option=com_content&view=publications&id=14&Itemid=107 > acessado em 02 de ag. de 2020.

CHEN, K.; WANG, Y.; ZHANG, R.; ZHANG, H. E.; GAO, C. CRISPR/Cas Genome Editing and Precision Plant Breeding in Agriculture. *Annual Review of Plant Biology*, v. 70, p. 667-697, 2019.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Boletim da Safra de Grãos. Tabela de dados – Produção e balanço de ofertas e demanda de grãos. Agosto de 2022. Disponível em <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em 27 de agosto de 2022.

COOK, D. Innovation clusters and the rural powerhouse. Blog Innovate UK. 25 jan. 2016. Disponível em: <https://innovateuk.blog.gov.uk/2016/01/25/innovation-clusters-and-the-rural-powerhouse/>. Acesso em 8 de agosto de 2022.

CRONIN, P.; RYAN, F.; COUGHLAN, M. Undertaking a literature review: a step-by-step approach. *British journal of nursing*, v. 17, n. 1, p. 38-43, 2008.

DASH, J. P.; WATT, M. S.; PEARSE, G. D.; HEAPHY, M.; DUNGEY, H. S. Assessing very high-resolution UAV imagery for monitoring forest health during a simulated disease outbreak. *Isprs Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, [S.L.], v. 131, p. 1-14, set. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2017.07.007>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924271617302745?via%3Dihub>. Acesso em: 08 ago. 2021.

DESSART, F. J *et al.* Behavioural factors affecting the adoption of sustainable farming practices: a policy-oriented review. *European Review of Agricultural Economics*, [S.L.], v. 46, n. 3, p. 417-471, 26 jun. 2019. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1093/erae/jbz019>. Disponível em: <https://academic.oup.com/erae/article/46/3/417/5499186>. Acesso em: 16 out. 2021.

DREWRY, Jessica L. *et al.* Assessment of digital technology adoption and access barriers among crop, dairy and livestock producers in Wisconsin. *Computers and Electronics in Agriculture*, [S.L.], v. 165, p. 104960, out. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compag.2019.104960>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S016816991930403X?via%3Dihub>. Acesso em: 09 set. 2021.

ECOTRACE. Agricultura 5.0: O futuro é logo ali. s/d. Disponível em <https://ecotrace.info/agricultura%E2%80%8C-%E2%80%8C5-0%E2%80%8C-%E2%80%8Cco%E2%80%8C-%E2%80%8Cfuturo%E2%80%8C-%E2%80%8Cdo%E2%80%8C-%E2%80%8Cagro%E2%80%8C-%E2%80%8Cce%E2%80%8C-%E2%80%8Clogo%E2%80%8C-%E2%80%8Cali%E2%80%8C/>. Acesso em 02 de agosto de 2022.

EMBRAPA. Ataques à sustentabilidade ambiental da agropecuária brasileira e às equipes da Embrapa – Esclarecimentos Oficiais. Brasília, DF: EMBRAPA, 2022. Disponível em: https://www.embrapa.br/esclarecimentos-oficiais/-/asset_publisher/TMQZKu1jxu5K/content/ataques-a-sustentabilidade-ambiental-da-agropecuaria-brasileira-e-as-equipes-da-embrapa#_ftnref1. Acesso em: 06/06/2022.

EMBRAPA. Estudos socioeconômicos e ambientais. Brasil é o quarto maior produtor de grãos e o maior exportador de carne bovina do mundo, diz estudo. Brasília, DF: EMBRAPA-

SIRE, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/62619259/brasil-e-o-quarto-maior-produtor-de-graos-e-o-maior-exportador-de-carne-bovina-do-mundo-diz-estudo>. Acesso em: 03/10/2021.

EMBRAPA. Quadro Agrícola do Cerrado. 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/bioma-cerrado/s.i.t.e/agricola>. Acesso em: 09/09/2022.
EMBRAPA. Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira. Brasília, DF: EMBRAPA, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/10180/9543845/Vis%C3%A3o+2030+-+o+futuro+da+agricultura+brasileira/2a9a0f27-0ead-991a-8cbf-af8e89d62829?version=>. Acesso em: 06/06/2022.

EUROPEAN AGRICULTURAL MACHINERY ASSOCIATION. Digital Farming: what does it really mean? And what is the vision of Europe's farm machinery industry for Digital Farming? 13 Feb 2017. Disponível em: https://www.cema-agri.org/images/publications/position-papers/CEMA_Digital_Farming_-_Agriculture_4.0__13_02_2017_0.pdf. Acesso em: 20 maio 2020.

FAO, Metas de Desenvolvimento Sustentável. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Home, 2022. Disponível em: <https://www.fao.org/sustainable-development-goals/indicators/2.4.1/en/>. Acesso em: 06/06/2022.

FIGUEIREDO, Shalon Silva Souza *et al.* **Relatório do Radar Agtech Brasil 2020/2021: Mapeamento das Startups do Setor Agro Brasileiro**. Brasília: Embrapa, Sp Ventures e Homo Ludens, 2021. 160 p. Disponível em: <https://radaragritech.com.br/wp-content/uploads/2021/05/Radar-Agtech-Brasil-2020-2021-Embrapa-SP-Ventures-Homo-Ludens-Relatorio-Final.pdf>. Acesso em: 26 jul. 2021.

FLICK, Uwe. **Introdução à pesquisa qualitativa-3**. Artmed editora, 2008.

FRAVO, J.; CAMPOS, A. C.; MARCONATO, M. O SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA AGROPECUÁRIA NO BRASIL: uma análise para a EMBRAPA e Fundo Setorial de Agronegócio no período de 2003 a 2017. *Economia & Região*, Londrina (Pr), v.8, n.2, p.111-127, jan./jun. 2020.

GASQUES, J. G.; BACCHI, M. P. R.; RODRIGUES, L.; BASTOS, E. T.; VALDEZ, C. Produtividade da agricultura brasileira: a hipótese da desaceleração. In: VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G. (org.). *Agricultura, transformação produtiva e sustentabilidade*. Brasília, DF: Ipea, 2016. p. 143-163.

GOLDENBERG, Mirian. **A arte de pesquisar: como fazer pesquisa qualitativa em ciências sociais**. 11. ed. Rio de Janeiro: Record, 2009. 107 p.

GÜNTHER, H. Pesquisa Qualitativa Versus Pesquisa Quantitativa: Esta É a Questão? *Psicologia: Teoria e Pesquisa* Mai-Ago 2006, Vol. 22 n. 2, pp. 201-210. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ptp/a/HMpC4d5cbXsdt6RqbrmZk3J/?format=pdf>. Acesso em: 20 de setembro de 2021.

HECKLER, J. C.; SALTON, J. C. Palha: Fundamento do Sistema Plantio Direto. **Coleção Sistema Plantio Direto 7**. Embrapa Agropecuária Oeste. Dourados, 2004. Disponível em:

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/38756/1/COL20027.pdf>. Acesso em: 09 de setembro de 2022.

HUANG, Y., CHEN, Z. X., TAO, Y. U., HUANG, X. Z., & Gu, X. F. (2018). Agricultural remote sensing big data: Management and applications. **Journal of Integrative Agriculture**, 17(9), 1915-1931. [http://dx.doi.org/10.1016/s2095-3119\(17\)61859-8](http://dx.doi.org/10.1016/s2095-3119(17)61859-8).

IBGE. Censo agropecuário 2017: resultados definitivos. Censo Agropecuário, v. 8, p. 1-105, 2019. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3096/agro_2017_resultados_definitivos.pdf. Acesso em: 28 agosto 2022.

IBGE. Indicadores IBGE. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola: Estatística da Produção Agrícola. Agosto 2022. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2415/epag_2022_ago.pdf. Acesso em: 28 agosto 2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em www.ibge.com.br, acesso em 10/04/2017.

IDAM, A importância da Extensão Rural no Brasil, 2018. Disponível em: <<http://www.idam.am.gov.br/ibgedestaca-a-importancia-da-extensaorural-no-brasil/>>. Acesso em: 19 out. 2022.

KAMILARIS, A., KARTAKOULLIS, A., PRENAFETA-BOLDÚ, F. X. (2017). A review on the practice of big data analysis in agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*, 143, 23-37. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2017.09.037>.

KLERKX, Laurens *et al.* 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**, [S.L.], v. 90-91, p. 100315, dez. 2019. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1016/j.njas.2019.100315>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1573521419301769?via%3Dihub>. Acesso em: 16 out. 2021.

KURZ, R. Os últimos combates. Petrópolis: Vozes, 1997; idem, com todo vapor ao colapso. Juiz de Fora/Rio de Janeiro: Ed. UFJF/Pazulin, 1997.

KYRATZIS, A.; SKARLATOS, D.; FOTOPOULOS, V.; VAMVAKOUSIS, V.; KATSIOTIS, A. Investigating Correlation among NDVI Index Derived by Unmanned Aerial Vehicle Photography and Grain Yield under Late Drought Stress Conditions. **Procedia Environmental Sciences**, [S.L.], v. 29, p. 225-226, 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.proenv.2015.07.284>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878029615005617>. Acesso em: 06 ago. 2021.

LAJOIE-O'MALLEY, A., BRONSON, K., van der Burg, S., KLERKX, L. (2020). O(s) futuro(s) da agricultura digital e sistemas alimentares sustentáveis: uma análise de documentos políticos de alto nível. *Serviços Ecosistêmicos*, 45. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2020.101183>. Acesso em: 28 de agosto de 2022.

LAKATOS, E.M.; MARCONI, M.A. **Fundamentos de metodologia científica**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

LAWSON, A.; MONK, A.; COSBY, A. Australia. In: WILLER, H.; LERNOUD, J. (Eds.). *The world of organic agriculture: statistics and emerging trends 2018*. Frick: FiBL; Bonn: IFOAM – Organics Internacional, 2018.

LIAKOS, K. G.; BUSATO, P.; MOSHOU, D.; PEARSON, S.; BOCHTIS, D. Machine learning in agriculture: a review. *Sensors*, v. 18, n. 8, article 2674, 2018.

LIOUTAS, ED, CHARATSARI, C., LA ROCCA, G., DE ROSA, M. 2019, 1º de dezembro. Questões-chave sobre o uso de big data na agricultura: uma abordagem da teoria da atividade. *NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences*. Elsevier BV <https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.04.003>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1016/j.njas.2019.04.003>. Acesso em: 30 de agosto de 2022.

MALERBA, F. **Sectoral systems of innovation and production**. *Research Policy*, v. 31, p. 247–264, 2002.

MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. A.; OLIVEIRA, S. R. M.; MEIRA, C. A. A.; JUNIOR, A. L.; BOLFE, É. L. *Agricultura digital: pesquisa, desenvolvimento e inovação nas cadeias produtivas*. Brasília, DF: Embrapa, 2020.

MAZOYER, M.; ROUDART, L. *História das agriculturas no mundo: do neolítico à crise contemporânea*. [Tradução de Cláudia F. Falluh Balduino Ferreira]. São Paulo: UNESP, 2010.

MAZOYER, Marcel; ROUDART, Laurence. A segunda revolução agrícola dos tempos modernos. In: MAZOYER, Marcel; ROUDART, Laurence. **História das agriculturas no mundo: do neolítico à crise contemporânea**. [tradução de Cláudia F. Falluh Balduino Ferreira].- São Paulo; Editora UNESP; Brasília, DF: NEAD, 2010. P. 419-489.

MCKINSEY & COMPANY. *A mente do agricultor brasileiro 2022*. Disponível em: <https://mente-do-agricultor.mckinsey.com/>. Acesso em: 28 de agosto de 2022.

MENDES, C. I. C.; BUAINAIN, A. M.; FASIABEN, M. C. R. **O Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária e a cooperação entre as instituições públicas de pesquisa**. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 52., 2014, Goiânia, Goiás. **Anais...** Goiânia: Sober, 2014.

MILANEZ, Y. A.; MANCUSO, R. V.; MAIA, G. B. S.; GUIMARÃES, D. D.; ALVES, C. E. A.; MADEIRA, R. F. Conectividade rural: situação atual e alternativas para superação da principal barreira à agricultura 4.0 no Brasil. *BNDES Set.*, Rio de Janeiro, v. 26, n. 52, p. 7-43, set. 2020. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/20180/1/PR_Conectividade%20rural_BD.pdf. Acesso em: 03 de setembro de 2022.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. *Declaração de Aptidão ao Pronaf (DAP) 2019*. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/agricultura-familiar/dap>. Acesso em: 01 de setembro de 2022.

MIRANDA, A. C. C. DE; VERÍSSIMO, A. M.; CEOLIN, A. C. Agricultura de Precisão: Um Mapeamento da Base da Scielo. **Gestão.Org**, v. 15, n. Special, p. 129–137, 31 dez. 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/gestaoorg/article/view/231252/26096#>. Acesso em: 03/10/2021.

MITCHELL, S.; WEERSINK, A.; ERICKSON, B. Adoption of precision agriculture technologies in Ontario crop production. **Canadian Journal of Plant Science**, [S.L.], v. 98, n. 6, p. 1384-1388, 1 dez. 2018. Canadian Science Publishing. <http://dx.doi.org/10.1139/cjps-2017-0342>. Disponível em: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85054532763&origin=inward&txGid=ce3cfd43b46c5eb6318bf5245fce077e>. Acesso em: 16 out. 2021.

MOHER, D.; SHAMSEER, L.; CLARKE, M.; GHERSI, D.; LIBERATI, A.; PETTICREW, M.; SHEKELLE, P.; STEWART, L. A. Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. **Revista Espanola de Nutricion Humana y Dietetica**, v. 20, n. 2, p. 148–160, 2015.

MOLIN, J. P. Tendências da agricultura de precisão no Brasil. Congresso Brasileiro de Agricultura de Precisão, Piracicaba, SP. Esalq/USP.

MOLIN, J. P.; AMARAL, L. R.; COLAÇO, A. F. Agricultura de precisão. 1. Ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

MORAES, D. et all. (1997). (Org.) Globalização, Mídia e Cultura Contemporânea, Ed. Letra Livre, Campo Grande MS.

OBADE, V. P. *et al.* Digital technology dilemma: on unlocking the soil quality index conundrum.

ONU 2019. Perspectivas da população mundial. Disponível em: ONU 2021. Disponível em: https://population.un.org/wpp/default.aspx?aspxerrorpath=/wpp/Publications/Files/WPP2019_Highlights.pdf. Acesso em: 05 jun. 2022.

ONU 2021. Project Breakthrough: Agriculture Digital. In: Disruptive Technology Executive Briefs. United Nations Global Compact. Disponível em: https://breakthrough.unglobalcompact.org/site/assets/files/1332/hhw-16-0025-d_n_digital_agriculture.pdf. Acesso em: 26 ago. 2021.

PATHAK, H. S. *et al.* A systematic literature review of the factors affecting the precision agriculture adoption process. **Precision Agriculture**, [S.L.], v. 20, n. 6, p. 1292-1316, 28 março 2019. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11119-019-09653-x>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11119-019-09653-x>. Acesso em: 16 out. 2021.

PEREIRA, V., BRITO, T., & PEREIRA, S. (2017). A FEIRA-LIVRE COMO IMPORTANTE MERCADO PARA A AGRICULTURA FAMILIAR EM CONCEIÇÃO DO MATO DENTRO (MG). **Revista Ciências Humanas**, 10(2). <https://doi.org/10.32813/rchv10n22017artigo6>

PIGFORD, A. E.; HICKEY, G. M.; KLERKX, L. (2018). Beyond agricultural innovation systems? Exploring an agricultural innovation ecosystems approach for niche design and development in sustainability transitions. **Agricultural Systems**, [s.l.], v. 164, p.116-12. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agsy.2018.04.007>.

PITA FERNÁNDEZ, S., PÉRTEGAS DÍAZ, S., Unidad de Epidemiología Clínica y Bioestadística. Complejo Hospitalario-Universitario Juan Canalejo. A Coruña (España) *Cad Aten Primaria* 2002; 9: 76-78. Disponível em: https://opomania.net/wp-content/uploads/2020/07/cuanti_cuali2.pdf. Acesso em: 01 de setembro de 22.

PIVOTO, D. *et al.* Factors influencing the adoption of smart farming by Brazilian grain farmers. **International Food and Agribusiness Management Review**, [S.L.], v. 22, n. 4, p. 571-588, 18 jun. 2019. Wageningen Academic Publishers. <http://dx.doi.org/10.22434/ifamr2018.0086>. Disponível em: <https://www.wageningenacademic.com/doi/10.22434/IFAMR2018.0086>. Acesso em: 16 out. 2021.

PIVOTO, D., WAQUIL, P. D., TALAMINI, E., FINOCCHIO, C. P. S., DALLA; CORTE, V. F., & de VARGAS MORES, G. (2018). Scientific development of smart farming technologies and their application in Brazil. *Information processing in agriculture*, 5(1), 21-32. <http://dx.doi.org/10.1016/j.inpa.2017.12.002>.

POPPER, K. R. **A lógica da pesquisa científica**. São Paulo: Cultrix/USP, 1985.

POSSAS, M.; SALLES FILHO, S.; SILVEIRA, J. M. da. An evolutionary approach to technological innovation in agriculture: some preliminary remarks. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 11, n.1/3, p. 9-31, 1994.

PRINS, R. 3 ways COVID-19 is pushing Ag data transformation. 2020. Disponível em: <https://www.precisionag.com/digital-farming/3-ways-covid19-is-pushing-ag-data-transformation/>. Acesso em 12 de agosto de 2022.

PRODANOV, Cleber Cristiano. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. Novo Hamburgo: Feevale, 2013. 277 p.

RIBEIRO NETO, L. G. Os Impactos da Tecnologia de Informação nas Organizações: Uma Visão Política. *Revista da Universidade de Alfenas*, v. 5, n.1, p. 95-101, 1999.

RIJSWIJK, K., KLERKX, L., TUNER, JÁ. (2019). Digitalização no Sistema de Conhecimento e Inovação Agrícola da Nova Zelândia: Entendimentos iniciais e respostas organizacionais emergentes à agricultura digital. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, 90 – 91. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.100313>. Acesso em: 28 de agosto de 2022.

RODRIGUEZ-MORENO, F.; KREN, J.; ZEMEK, F.; NOVAK, J.; LUKAS, V.; PIKL, M. Advantage of multispectral imaging with sub-centimeter resolution in precision agriculture: generalization of training for supervised classification. **Precision Agriculture**, [S.L.], v. 18, n. 4, p. 615-634, 27 out. 2016. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11119-016-9478-1>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11119-016-9478-1>. Acesso em: 08 ago. 2021.

ROGERS, E. M. *The Diffusion of Innovation*. Nova Iorque: Free Press, 2003.

ROMANI, I. A. S. *et al.* AGRICULTURA DIGITAL 2020: Ecossistema de inovação em agricultura: evolução e contribuições da Embrapa. Brasília: Embrapa, 2020. 406 p. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1126275/1/LV-Agricultura-digital-2020-cap12.pdf>. Acesso em: 02 ago. 2021.

ROSE, D. C.; CHILVERS, J. Agriculture 4.0: Broadening responsible innovation in an era of smart farming. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, v. 2, p. 87, 2018.

ROSE, D. C.; SUTHERLAND, W. J.; PARKER, C.; LOBLEY, M.; WINTER, M.; MORRIS, C.; TWINING, S.; FFOULKES, C.; AMANO, T.; DICKS, L. V. Decision support tools for agriculture: Towards effective design and delivery. *Agricultural Systems*, v. 149, p. 165-174, Nov. 2016.

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.

SALIMI, Mahdi; POURDARBANI, Razieh; NOURI, Bagher Asgarnezhad. Factors Affecting the Adoption of Agricultural Automation Using Davis's Acceptance Model (Case Study: ardabil). *Acta Technologica Agriculturae*, [S.L.], v. 23, n. 1, p. 30-39, 20 fev. 2020. Walter de Gruyter GmbH. <http://dx.doi.org/10.2478/ata-2020-0006>. Disponível em: <https://www.sciendo.com/article/10.2478/ata-2020-0006>. Acesso em: 16 out. 2021.

SANTOS, G. R.; VIAN, C. E. F.; MATTEI, L. F. Notas conceituais e definições de suporte às políticas públicas para a agropecuária após a Constituição Federal de 1988. *Boletim Regional, Urbano e Ambiental*, Rio de Janeiro, n. 23, p. 13-27, mar. 2021.

SAUSEN, Darlene et al. **Agrotecnologias disruptivas**. *Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar*, v. 6, n. 2, p. 41-68, 2020.

SCHERER, Clauber Eduardo Marchezan; PORSSE, Alexandre Alves. Eficiência Produtiva Regional da Agricultura Brasileira: uma análise de fronteira estocástica. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, [S.L.], v. 55, n. 2, p. 389-410, jun. 2017. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1234-56781806-94790550210>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/resr/a/jyLdJQ8xw7YxnHwD8t4kDsc/?lang=pt>. Acesso em: 26 jun. 2022.

SCHLEGEL, G. A.; POLETTO, A. S. R. S. Smart Agriculture: Estudo Exploratório Sobre A Agricultura Orientada Pela Tecnologia Da Informação e Comunicação. s/d. Disponível em <https://cepein.femanet.com.br/BDigital/arqPIBIT/1811550256T845.pdf>. Acesso em 11 de agosto de 2022.

SCHUMPETER, J. A. **A teoria do desenvolvimento econômico**. São Paulo: Nova Cultural, 1988.

SCOLARI, D. D. G. Inovação tecnológica e desenvolvimento do agronegócio. *Revista de Política Agrícola*. Ano XV – nº. 4 – Out/Nov/Dez. 2006. Disponível em: <https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/518/469>. Acesso em: 15/08/2021.

SEBRAE, 2022. O que é uma *startup*? Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-que-e-uma-startup,6979b2a178c83410VgnVCM1000003b74010aRCRD>. Acesso em: 10 de setembro de 2022.

SELA, G. Agricultura De Precisión – ¿De Que Se Trata Y Que Tecnologías Están Disponibles? Disponível em <https://croipaia.com/es/blog/la-agricultura-de-precision/>. Acesso em 12 de agosto de 2022.

SHANG, Linmei; HECKELEI, Thomas; GERULLIS, Maria K.; BÖRNER, Jan; RASCH, Sebastian. Adoption and diffusion of digital farming technologies - integrating farm-level evidence and system interaction. **Agricultural Systems**, [S.L.], v. 190, p. 103074, maio 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agry.2021.103074>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308521X21000275>. Acesso em: 16 out. 2021.

SHARMA, Rajat; JHA, Mithileshwar. Values influencing sustainable consumption behaviour: Exploring the contextual relationship. **Journal of Business Research**, [s. L.], v. 76, p.77-88, 2017. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0148296317300978>>. Acesso em: 02 nov. 2019.

SOARES FILHO, R.; CUNHA, J. P. A. R. Agricultura de precisão: particularidades de sua adoção no sudoeste de goiás – brasil. **Journal of the Brazilian Association of Agricultural Engineering**, v. 35. N. 4, p. 689-698, 2015. Disponível em: SciELO - Brasil - Agricultura de precisão: particularidades de sua adoção no sudoeste de Goiás – Brasil Agricultura de precisão: particularidades de sua adoção no sudoeste de Goiás – Brasil. Acesso em: 10 de setembro de 2022.

SORENSEN, A. G. Smart farming and digitalization. In: GIGR INTERNATIONAL CONFERENCE, 5., 2021, Quebec. [Proceedings]. [S.l.]: International Commission of Agricultural and Biosystems Engineering, June 2020. p. 2-4. Newsletter 121. 2020. Disponível em: http://cigr.org/documents/CIGR_NL121.pdf. Acesso em 8 de agosto de 2022.

SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. Cerrado: correção do solo e adubação. Embrapa Cerrados, Brasília, 2004. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/222588/1/Cerrado-Correcao-solo-adubacao-ed-02-8a-impressao-2017.pdf> . Acesso em: 09 de setembro de 2022.

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**, Brasília, v. 28, n. 1, p. 223-255, jan./abr. 2011.

TACCHI, M. O poder da internet no agronegócio. Disponível em: <http://www.agrisoft.com.br>, acesso em 06/10/2017.

TERRA, B. **A Transferência de Tecnologia em Universidades Empreendedoras** – um caminho para a inovação tecnológica. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

THIAGO, F.; KUBO, E. K. M.; PAMPLONA, J. B.; FARINA, M. C. Estado de gestão de produtores rurais. **Revista de Economia e Sociedade Rural**. p. 1-18, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/resr/a/zsHcmfMpZdWJYWqY7xj5NFq/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 01 de setembro de 2022.

TIDD, J.; BESSANT, J. Gestão da Inovação. Santana: Bookman Editora, 2015
TORRES, H. C.; REIS, I. A.; PAGANO, A. S. Empoderamento do pesquisador nas ciências da saúde /- Belo Horizonte: FALE/UFMG, 2015.

TZOUNIS, A.; KATSOULAS, N.; BARTZANAS, T.; KITTAS, C. Internet of Things in agriculture, recent advances and future challenges. **Biosystems Engineering**, v. 164, p. 31-48, Dec. 2017

VENTURINI, E. F. Técnicas De Agricultura De Precisão Aplicadas Ao Manejo Da Adubação Na Rotação Arroz Irrigado Com Soja. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Em Agricultura de Precisão, Área de Concentração Manejo Sítio Específico, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Agricultura de Precisão. 2014.

VIERO, V. C.; DA SILVEIRA, A. C. M. Apropriação de Tecnologias de Informação. 2011.

VILELA, E. F.; CALLEGARO, G. M.; FERNANDES, G. W. Biomass e agricultura: oportunidades e desafios / organizadores: – Rio de Janeiro: Vertente edições, 2019. 304p.; 23cm.

WEERSINK, Alfons *et al.* Opportunities and Challenges for Big Data in Agricultural and Environmental Analysis. **Annual Review of Resource Economics**, [s. l], v. 10, p. 19-37, out. 2018. Disponível em: https://www.annualreviews.org/doi/full/10.1146/annurev-resource-100516-053654#_i3. Acesso em: 08 ago. 2021.

WELTZIEN, C. Digital agriculture – or why agriculture 4.0 stills offer only modest returns. Article in Agricultural engineering, April 2016.

ZAMBON, I.; Et. al. Revolution 4.0: Industry vs. Agriculture in a Future Development for SMEs. Processes 2019, 7, 36.

ZAMBRANO, Ángel Llerena *et al.* Agricultura digital en el cultivo de Pitahaya. **Latin-American Journal Of Computing (Lajc)**. Quito, p. 23-32. dez. 2020. Disponível em: https://lajc.epn.edu.ec/Volumenes/LAJC_vol7no2.pdf. Acesso em: 20 ago. 2021.

ZHENG, S., WANG, Z. e WACHENHEIM, CJ (2019), "Adoção de tecnologia entre os agricultores na província de Jilin, China: O caso da aplicação aérea de pesticidas", China Agricultural Economic Review , Vol. 11 No. 1, pp. 206-216.

ZUIN, L. F. S.; QUEIROZ, T. R. **Gestão e Inovação nos Agronegócios**. São Paulo: Saraiva. 2006. 436 p.

Apêndice A: Questionário de pesquisa – Produtores

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

Agradecemos seu interesse em fazer parte desta pesquisa. Esclarecemos que o presente questionário é parte integrante de uma pesquisa científica a ser desenvolvida no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Agronegócios (PROPAGA) da Universidade de Brasília (UnB). Tem como objetivo expor a situação da adoção de novas tecnologias da agricultura digital para o setor agrícola brasileiro, visto a necessidade de desenvolvimento e aprimoramento das tecnologias de produção para que o Brasil mantenha ou amplie os resultados obtidos nos últimos anos, tais como: maior exportador mundial de carne bovina, 7,8% da produção mundial de grãos, 50% de participação do mercado de soja, maior produtor de açúcar e café, e alcançou em 2020, o posto de segundo exportador de milho (EMBRAPA, 2021). Desta forma, o questionário pode ser respondido por qualquer proprietário, sócio ou gestor que trabalhe com produção de grãos, mesmo que não utilize ferramentas da agricultura digital. As respostas e informações fornecidas não serão utilizadas para fins fiscais e as informações dos proprietários serão utilizadas em conjunto não identificando os mesmos; seu uso é restrito à pesquisa. Você poderá deixar de participar da pesquisa a qualquer momento, sem prejuízos. Responsáveis e contatos: Mestranda: Maíra de Souza Regis/Profº. Dr. Armando Fornazier - Campus Universitário Darcy Ribeiro - Campus Universitário Darcy Ribeiro - ICC Sul - Sala ASS 182 - Telefone: 61 3107 7178 ou 7177

Abaixo estão algumas afirmações sobre o uso de tecnologias em sua fazenda. Por favor, indique o seu grau de concordância com cada um deles, utilizando a escala de concordância com uma escala de 1 a 5, onde 1 = Discordo totalmente, 2 = Discordo, 3 = Indiferente (neutro), 4 = Concordo e 5 = Concordo totalmente.

Tecnologias adotadas

1. Na hora de comprar máquinas e equipamentos, prefiro adquiri-los com todas as opções de tecnologia disponíveis, mesmo se eu precisar pagar mais por isso.

1 2 3 4 5

2. Em geral, estou entre os primeiros do meu grupo de produtores agrícolas a adquirir novas tecnologias ou equipamentos novo no mercado.

1 2 3 4 5

3. Uso novos produtos intensivos em tecnologia quando lançados, mesmo que não tenham

sido usados por outro produtor.

1 2 3 4 5

Responda às questões sobre agricultura digital

1. Você acha que a agricultura digital pode contribuir com a sustentabilidade ambiental?

1 2 3 4 5

2. Você acha que a agricultura digital diminui os riscos inerentes à agropecuária?

Sim

Não

3. Se respondeu SIM na questão anterior, marque quais riscos:

Climáticos

Biológicos (pragas e doenças)

Preço (venda e compra)

Crédito agrícola

Responda às questões relacionadas com as tecnologias utilizadas na sua propriedade

1. Você usa softwares/aplicativos para gestão de propriedades (gestão de custos, gestão de pessoas, gestão de produção, armazenamento de dados de propriedade, gestão fitossanitária, gestão de frotas, gestão de terras)?

Sim

Não

2. Você utiliza algum software/aplicativo de previsão climática?

Sim

Não

3. Você acessa operações bancárias via internet (internet banking)?

Sim

Não

4. Você usa aplicativos em seu celular ou smartphone para auxiliar no manejo agrícola (por exemplo, aplicativos para rastrear cotação de soja, identificar pragas, gestão de custos)?

Sim

Não

5. Você utiliza programas de cálculo para controle de fluxo de caixa mensal e gestão de custos?

Sim

Não

6. Você usa programas de computador para planejar atividades anuais?

Sim

Não

7. Você utiliza indicadores dos dados armazenados para gerenciar as máquinas e a propriedade (por exemplo: consumo de combustível por hectare, horas de máquina por hectare)?

Sim

Não

8. Uso de UAV (Veículo aéreo não tripulado) ou drones para gerar mapas de vegetação ou para gestão de culturas?

Sim

Não

9. Usa Sensores de vegetação?

Sim

Não

10. Usa Telemetria (comunicação sem fio) para transmissão remota de dados?

Sim

Não

11. Outro. Especifique qual:

12. Você monitora as operações agrícolas (semeadura, colheita, agroquímicos) em tempo real via celular ou computador através de sensores em máquinas e equipamentos, intervindo quando não são adequados?

Sim

Não

Determinantes para o uso de tecnologias digitais

Para responder as seguintes questões, considere as seguintes tecnologias digitais: software/aplicativos - apps de gestão de custos, software/apps de gestão de pessoas, softwares de controle de frota, softwares de gestão de produção e operacional, aplicativos de celular para gestão de atividades agrícolas, aplicativos de celular para monitoramento de cotação de preços ou meteorologia, entre outros softwares e aplicativos utilizados em atividades agrícolas. Se você usa pelo menos um (1) deles, considere-se um usuário de tecnologia digital.

A seguir, indique os principais determinantes para o uso de tecnologias digitais em sua propriedade, onde 1 = Discordo totalmente, 2 = Discordo, 3 = Indiferente (neutro), 4 = Concordo e 5 = Concordo totalmente.

1. Melhor controle de custos.

1

2

3

4

5

2. Excesso de informações, dados e documentos com os quais preciso lidar diariamente.

1 2 3 4 5

3. Necessidade de armazenar informações como clima, solo e tratamento dado à cultura, para serem utilizadas posteriormente.

1 2 3 4 5

4. Precisa melhorar a gestão da propriedade.

1 2 3 4 5

5. Necessidade de fornecer informações atualizadas sobre a propriedade aos agrônomos e consultores.

1 2 3 4 5

1 2 3 4 5

6. Outro. Especifique qual:

Limitações para adoção de Tecnologias digitais

Indique as principais limitações de utilização das Tecnologias de Informação na sua propriedade, onde 1 = Discordo totalmente, 2 = Discordo, 3 = Indiferente (neutro), 4 = Concordo e 5 = Concordo totalmente.

1. Internet na propriedade

1 2 3 4 5

2. Muito tempo necessário para aprender a usar as tecnologias.

1 2 3 4 5

3. Precisa coletar e inserir dados manualmente em muitos aplicativos/softwarees.

1 2 3 4 5

4. Não conheço as ferramentas e tecnologias de informação que possam ajudar a gerir o imóvel.

1 2 3 4 5

5. Não consigo ver um resultado positivo da adoção de tecnologias de informação na minha propriedade.

1 2 3 4 5

6. Estou preocupado que as informações sobre a propriedade sejam enviadas para empresas ou agências governamentais.

1 2 3 4 5

7. Outro. Especifique qual:

Grau de influência na adoção da Agricultura digital

Indique o grau de influência dos itens abaixo na sua decisão de adotar a Agricultura digital em sua fazenda. Para isso, atribua 1 (baixa influência) a 5 (alta influência) para cada item.

1. Empresas e lojas que vendem esses equipamentos.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2. Vizinhos.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3. Crianças.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

4. Cooperativas e associações.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

5. Consultores e assistência técnica (ex.: agrônomos).

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

6. Feiras e exposições agrícolas.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

7. Outro. Especifique qual:

Quais dificuldades os consultores ou assistência técnica (agrônomos) apresentam para assessorar a propriedade sobre tecnologias da informação e agricultura de precisão?

Características do agricultor:

1. Idade:

2. Gênero:

Masculino

Feminino

3. Educação:

Ensino Fundamental

Ensino Médio

Ensino Superior

Pós-graduação

4. Há quanto tempo você trabalha na agricultura?

5. Seus pais também trabalhavam na agricultura?

Sim

Não

6. Você trabalha com alguma outra coisa além da agricultura?

Sim

Não

7. Se respondeu a anterior SIM, quanto essa atividade representa na sua renda total (em %)?

8. Você tem parceiros em suas atividades agrícolas?

Sim

Não

9. Você administra sua propriedade?

Sim

Não

10. Existem outros gerentes abaixo de você em sua propriedade?

Sim

Não

11. Você tem filhos?

Sim

Não

Se SIM, quantos?

12. Algum de seus filhos pretende continuar trabalhando com agricultura?

Sim

Não

13. Em que município e estado você mora?

14. Tamanho da fazenda (ha)?

15. Área própria (ha)?

16. Área efetivamente explorada (ha)?

17. Quantos funcionários diretos (contratados) você tem na propriedade?

18. Você participa de alguma cooperativa ou associação?

Sim

Não

19. Você faz parte de algum grupo para troca de experiências com outros produtores, reuniões e reuniões técnicas?

Sim

Não

20. Você tem um consultor ou assistência técnica contratada?

Sim

Não

21. Você possui DAP - Declaração de Aptidão ao Pronaf (Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar)?

Sim

Não

22. Receita bruta anual aproximada do imóvel (R\$)?

23. Você pretende expandir seus negócios nos próximos 5 anos (área cultivada, investimentos em máquinas e equipamentos, melhoramento do solo)?

Sim

Não

Qual a cultura mais cultivada na sua propriedade e área?