

Universidade Estadual Paulista

Eduardo Tadeu Bueno da Rocha

AGRICULTURA 4.0 NAS
LAVOURAS: ESTUDO MULTICASO
PARA CARACTERIZAÇÃO EM
PROPRIEDADES RURAIS

Jaboticabal

2021

EDUARDO TADEU BUENO DA ROCHA

AGRICULTURA 4.0 NAS LAVOURAS:
ESTUDO MULTICASO PARA
CARACTERIZAÇÃO EM PROPRIEDADES
RURAIS

Dissertação apresentada à Universidade Estadual
Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como
exigência parcial para obtenção do grau de
Mestre em Administração.
Área de Concentração: Gestão de Organizações
Agroindustriais
Orientador: Prof. Dr. Adriano dos Reis Lucente

Jaboticabal

2021

Verso da Folha de Rosto

P328e Rocha, Eduardo Tadeu Bueno da
Agricultura 4.0 nas lavouras: estudo multicaso para caracterização em propriedades rurais / Eduardo Tadeu Bueno da Rocha. -- Jaboticabal, 2021
91 p. : tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal

Orientador: Adriano dos Reis Lucente

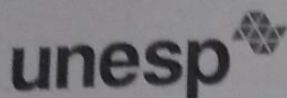
Banca examinadora: Sérgio Rangel Fernandes Figueira, Antonio Carlos Pacagnella Júnior

1. Agricultura Digital. 2. Internet *of things*. 3. *Big Data*. I. Título.

CDU 639.3.43

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI - Biblioteca da UNESP

Campus de Jaboticabal/SP - Karina Gimenes Fernandes - CRB 8/7418



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

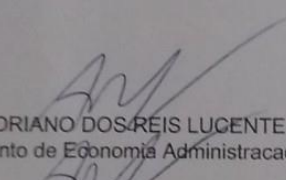
TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: AGRICULTURA 4.0 NAS LAVOURAS DE SOJA: ESTUDO MULTICASO
PARA CARACTERIZAÇÃO EM PROPRIEDADES RURAIS

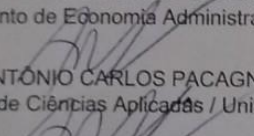
AUTOR: EDUARDO TADEU BUENO DA ROCHA

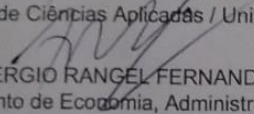
ORIENTADOR: ADRIANO DOS REIS LUCENTE

COORIENTADOR: ROVERSON PEREIRA DA SILVA

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em ADMINISTRAÇÃO, área:
Gestão de Organizações Agroindustriais pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. ADRIANO DOS REIS LUCENTE (Participação Virtual)
Departamento de Economia Administração e Educação / FCAV UNESP Jaboticabal


Prof. Dr. ANTONIO CARLOS PACAGNELLA JÚNIOR (Participação Virtual)
Faculdade de Ciências Aplicadas / Universidade Estadual de Campinas


Prof. Dr. SÉRGIO RANGEL FERNANDES FIGUEIRA (Participação Virtual)
Departamento de Economia, Administração e Educação-FCAV/UNESP / Jaboticabal/SP

Jaboticabal, 27 de setembro de 2021

Agradecimentos

A finalização do presente trabalho se deu após muitas batalhas, de muitas leituras, análises e pesquisas, mas principalmente por conta do grande apoio de pessoas que foram pilares que me sustentaram para chegar até a conclusão.

Primeiramente agradeço a Deus e as demais forças superiores, por me iluminar e capacitar para poder seguir minha carreira tanto profissional como acadêmica.

Agradeço meus pais, Samira e José Eduardo, por serem o meu porto seguro em toda minha vida, por terem me dado tanto amor, carinho, orientação, conhecimento e educação, com muita dedicação e trabalho. Sem o esforço de vocês eu não estaria aqui, e sou eternamente grato a vocês por tudo. Agora chegou o momento de retribuir tudo que vocês fizeram por mim, rs.

Também quero agradecer meus amigos por serem presentes em minha vida, também sendo grande apoiadores nesse processo todo, com muitas conversas, ideias compartilhadas, novos ensinamentos e cumplicidade nesse período todo. Em especial agradeço minha amiga Mayara Rosin, por ser um grande apoio intelectual, revisando muitas das coisas que escrevi, e também afetivo, com todo carinho que teve comigo nesse período.

Fica meu grande agradecimento a Agrônoma Barbara e a equipe toda COOPADAP, principalmente o Agrônomo Ricardo Nery, por serem o elo entre a pesquisa com os produtores rurais, ainda mais no triste período pandêmico que vivemos. Sem o suporte de vocês não seria possível concluir o trabalho.

Por fim, agradeço ao meu orientador Adriano Lucente por todo acolhimento nesse período. Obrigado por aceitar estar comigo no programa, me levando clareza, soluções inteligentes e me incentivando para que os trabalhos realizados durante o período fossem concluídos. Obrigado por toda orientação e por me apresentar o meio acadêmico.

Ao fim, dedico esse trabalho aos meus pais e aos meus avôs, Cleuza e Said. #vivaaciência

Eduardo Tadeu Bueno da Rocha

AGRICULTURA 4.0 NAS LAVOURAS: ESTUDO SOBRE A
ADOÇÃO DE TECNOLOGIAS EM PROPRIEDADES RURAIS
DO ESTADO DE MINAS GERAIS

Esta dissertação foi julgada e aprovada para a obtenção do grau de Mestre em
Administração no Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade
Estadual Paulista.

Jaboticabal, agosto de 2021.

Prof. Dr. Adriano dos Reis Lucente (Orientador)

Professor Assistente Doutor, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, câmpus
Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista.

Profa. Dra. Sérgio Rangel Fernandes Figueira (Examinadora Interno)

Professor Adjunto, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, câmpus, Jaboticabal,
Universidade Estadual Paulista.

Prof. Dr. Antonio Carlos Pacagnella Júnior (Examinador Externo)

Professor Adjunto, Faculdade de Ciências Aplicadas, câmpus Limeira,
Universidade Estadual de Campinas.

Resumo

Objetivo

O objetivo do estudo foi identificar e caracterizar a adoção da Agricultura 4.0 nas lavouras produtivas, constatando seus impactos e se há viabilidade de aplicação às respectivas produções.

Metodologia

O presente trabalho usa como base do estudo a produção de seis produtores de soja na safra de verão 2020/2021, na região de São Gotardo/MG. A pesquisa teve o enfoque na exploração e na descrição do objeto de estudo, a fim de atingir os objetivos propostos. A abordagem é predominante qualitativa. O método utilizado foi o estudo multicaso, o que dá mais elementos para realizar as observações necessárias, e os procedimentos para a elaboração do estudo foi via questionários com os produtores rurais a fim de esclarecer sua produção, e a utilização e o seu entendimento sobre Agricultura 4.0, por meio de duas etapas.

Resultado e Discussões

O estudo apresentou dois questionários e os resultados econômicos de seis produtores de soja da região de São Gotardo-MG. O primeiro questionário apresentou dados sobre o perfil produtivo de cada produtor, o que identificou que são produtores experientes e diversificados, com áreas consideradas para cultivo de soja e com técnicas modernas de produção. Os resultados econômicos apresentaram números satisfatórios, com produtividade acima da média nacional e com retorno econômico para os seis produtores. O segundo questionário apresentou 20 perguntas a respeito do entendimento sobre Agricultura 4.0 e o uso de suas tecnologias. As respostas mostraram falta de conhecimento sobre a terminologia, porém com uso das tecnologias nas lavouras.

Conclusões e Considerações Finais

O trabalho apresentou resultados positivos a respeito do objetivo proposto. Foi estudado a Agricultura 4.0 e o seu conceito, a partir da análise sobre produtores rurais de soja. Foi constatado falta de conhecimento da terminologia pelos produtores, porém é utilizado inúmeras técnicas provenientes da Agricultura 4.0, e o que levou bons resultados às lavouras. Os produtores têm o interesse de conhecer e investir mais a respeito da Agricultura 4.0 em suas produções, porém enfrentam dificuldades em relação a infraestrutura, econômicas e de profissionais capacitados na área.

Originalidade

O assunto Agricultura 4.0 é relativamente novo no setor agropecuário, sendo que a academia começou a desenvolver estudos sobre o tema a partir de 2015, com mais publicações nos últimos dois anos. No Brasil ainda é um assunto não muito desenvolvido e com poucas publicações, mas com grande interesse por parte do setor. Portanto, será um estudo que irá estudar a fundo sobre o assunto, descreve-lo e esclarecer o conteúdo, visto que há pouca produção a respeito do tema, e será de grande valia, seja para produtores rurais, mas também a academia. A Agricultura 4.0 tem como princípio o aumento de produtividade, redução de custos financeiros e a diminuição nos impactos ambientais.

Palavras-chaves: Agricultura Digital; Internet of Things; Big Data; Inteligência

Artificial; Agricultura de Precisão; Gestão Rural.

Summary

Purpose

The objective of the study was to identify and characterize the adoption of Agriculture 4.0 in productive crops, verifying its impacts and whether there is feasibility of applying it to the respective productions.

Methodology

The present work uses as a basis for the study the production of six soybean producers in the 2020/2021 summer crop, in the region of São Gotardo/MG. The research focused on the exploration and description of the object of study, in order to achieve the proposed objectives. The approach is predominantly qualitative. The method used was the multi-case study, which gives more elements to carry out the necessary observations, and the procedures for the preparation of the study were via questionnaires with rural producers in order to clarify their production, and the use and their understanding of Agriculture 4.0, through two steps.

Findings and Discussions

The study presented two questionnaires and the economic results of six soy producers in the region of São Gotardo-MG. The first questionnaire presented data on the productive profile of each producer, which identified that they are experienced and diversified producers, with areas considered for soybean cultivation and with modern production techniques. The economic results showed satisfactory numbers, with productivity above the national average and with an economic return for the six producers. The second questionnaire had 20 questions about understanding Agriculture 4.0 and the use of its technologies. The answers showed a lack of knowledge about terminology, but with the use of technologies in the fields.

Conclusions and Final Considerations

The work presented positive results regarding the proposed objective. Agriculture 4.0 and its concept were studied, based on the analysis of rural soy producers. A lack of knowledge of terminology was found by the producers, but numerous techniques from Agriculture 4.0 are used, and this has led to good results for crops. Producers are interested in knowing and investing more about Agriculture 4.0 in their production, but they face difficulties in relation to infrastructure, economics and trained professionals in the area.

Originality

The subject of Agriculture 4.0 is relatively new in the agricultural sector, and the academy started to develop studies on the subject in 2015, with more publications in the last two years. In Brazil, it is still a subject that is not very developed and with few publications, but with great interest on the part of the sector. Therefore, it will be a study that will study the subject in depth, describe it and clarify the content, since there is little production on the subject, and it will be of great value, both for rural producers, but also for academic. Agriculture 4.0 is based on the principle of increasing productivity, reducing financial costs and reducing environmental impacts.

Keywords: Digital Agriculture; Internet of Things; Big data; Artificial intelligence; Precision agriculture; Rural Management.

Lista de Abreviaturas

AP – Agricultura de Precisão

CNA – Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento

COVID-19 - *Corona Virus Disease* 2019

COOPADAP - Cooperativa Agropecuária do Alto Paranaíba

DRE - Demonstração do Resultado de Exercícios

FAO - Organização para a Alimentação e Agricultura

GNSS - Sistema de Navegação Global por Satélite

GPS - Sistema de Posicionamento Global

GSMA - Associação Global do Ecossistema Móvel

HA - Hectares

IA – Inteligência Artificial

IoT – *Internet of Things*

PIB – Produto Interno Bruto

PLN - Processamento de Linguagem Neural

PNAD - Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios

QR Code - Código de Resposta Rápida

RFID - *Radio-Frequency IDentification*

RV – Revolução Verde

SIG - Sistemas de Informações Geográficas

SPI - Sistemas de Processamento de Imagens

TIC - Tecnologias de Informação e Comunicação

UNESP – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”

VANT - Veículo Aéreo Não Tripulado

VBP – Valor Bruto de Produção

VRT - *Variable Rate Technology*

Lista de Figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1. Estrutura da Agricultura 4.0..... | 24 |
| Figura 2. <i>Big data</i> e os quatro V's..... | 30 |
| Figura 3. Etapas e procedimentos para a elaboração do estudo | 47 |

Lista de Quadros

| | |
|---|----|
| Quadro 1. Perfil produtivo da propriedade entrevistada | 48 |
| Quadro 2. Adoção de Agricultura 4.0 pela propriedade rural. | 51 |
| Quadro 3. Informações de perfil do produtor 1, 2 e 3..... | 57 |
| Quadro 4. Informações de perfil do produtor 4, 5 e 6..... | 58 |
| Quadro 5. Dados econômicos das produções de soja..... | 66 |
| Quadro 6. Conhecimento sobre Agricultura 4.0..... | 67 |
| Quadro 7. Acesso à internet..... | 68 |
| Quadro 8. Utilização de dispositivos móveis..... | 69 |
| Quadro 9. Utilização de sistema de gestão de dados na tomada de decisões..... | 70 |
| Quadro 10. Máquinas e implementos na propriedade..... | 71 |
| Quadro 11. Utilização de softwares na gestão das operações..... | 73 |
| Quadro 12. Utilização de sensor nas operações..... | 74 |
| Quadro 13. Utilização de máquinas de aprendizagem e/ou máquinas autônomas..... | 75 |
| Quadro 14. Realização de análise de solo..... | 76 |
| Quadro 15. Mapeamento da área produtiva..... | 77 |
| Quadro 16. Realização de trabalho de prevenção e/ou controle de doenças e pragas..... | 78 |
| Quadro 17. Seleção de sementes..... | 79 |
| Quadro 18. Máquinas para o plantio e tratos culturais..... | 80 |
| Quadro 19. Máquinas na colheita e pós-colheita..... | 81 |
| Quadro 20. Benefício das técnicas..... | 82 |
| Quadro 21. O que pretende fazer no futuro..... | 84 |
| Quadro 22. Serviços de terceiros..... | 85 |
| Quadro 23. Participação em eventos..... | 86 |
| Quadro 24. O interesse pelas novas tecnologias..... | 87 |
| Quadro 25. Dificuldades na adoção das tecnologias de Agricultura 4.0..... | 88 |

Lista de Tabelas

| | |
|---|----|
| Tabela 1. Demonstração do Resultado do Exercício (DRE) | 42 |
| Tabela 2. Demonstração do Resultado do Exercício Rural (DRE) Rural..... | 43 |
| Tabela 3. Variáveis de custo de produção..... | 49 |

Sumário

| | |
|--|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 14 |
| 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA | 20 |
| 2.1. Indústria 4.0 | 20 |
| 2.2. Agricultura 4.0 | 22 |
| 2.2.1. <i>Internet of Things (IoT)</i> | 26 |
| 2.2.2. <i>Big Data</i> | 29 |
| 2.2.3. <i>Inteligência Artificial</i> | 33 |
| 2.3. Agricultura de Precisão | 36 |
| 2.3.1. <i>Agricultura 4.0 e Agricultura de Precisão</i> | 40 |
| 2.4. Resultado Econômico | 41 |
| 3. METODOLOGIA | 45 |
| 3.1. Variáveis do estudo | 47 |
| 3.2. Escolha dos Entrevistados | 53 |
| 3.3. Coleta de Dados | 53 |
| 3.4. Organização e Análise de Dados | 54 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES..... | 56 |
| 4.1. Perfil dos Produtores | 56 |
| 4.1.1 <i>Tempo de experiência na atividade rural</i> | 59 |
| 4.1.2. <i>Tipo de posse da propriedade</i> | 59 |
| 4.1.3. <i>O que é produzido na propriedade</i> | 60 |
| 4.1.4. <i>Área produzida de soja (ha)</i> | 61 |
| 4.1.5. <i>Sistema produtivo adotado</i> | 61 |
| 4.1.6. <i>Sistema de irrigação</i> | 62 |
| 4.1.7. <i>Produtividade média de soja (ha)</i> | 63 |
| 4.1.8. <i>Local de fornecimento da produção</i> | 64 |
| 4.1.9. <i>Funcionário na propriedade</i> | 64 |
| 4.1.10. <i>Resultados econômicos</i> | 65 |
| 4.2. Adoção sobre as Tecnologias..... | 67 |
| 4.2.1. <i>Conhecimento sobre Agricultura 4.0</i> | 67 |
| 4.2.2. <i>Acesso à internet</i> | 68 |
| 4.2.3. <i>Utilização de dispositivos móveis</i> | 69 |
| 4.2.4. <i>Utilização de sistema de gestão de dados na tomada de decisões</i> | 70 |
| 4.2.5. <i>Máquinas e implementos na propriedade</i> | 71 |

| | |
|--|---------------|
| 4.2.6. Utilização de softwares na gestão das operações | 72 |
| 4.2.7. Utilização de sensor nas operações | 73 |
| 4.2.8. Utilização de máquinas de aprendizagem e/ou máquinas autônomas | 74 |
| 4.2.9. Realização de análise de solo | 75 |
| 4.2.10. Mapeamento da área produtiva | 76 |
| 4.2.11. Realização de trabalho de prevenção e/ou controle de doenças e pragas. | 77 |
| 4.2.12. Seleção de sementes | 78 |
| 4.2.13. Máquinas para o plantio e tratos culturais | 80 |
| 4.2.14. Máquinas na colheita e pós-colheita | 81 |
| 4.2.15. Benefício das técnicas | 82 |
| 4.2.16. O que pretende fazer no futuro | 83 |
| 4.2.17. Serviços de terceiros | 84 |
| 4.2.18. Participação em eventos | 86 |
| 4.2.19. O interesse pelas novas tecnologias | 86 |
| 4.2.20. Dificuldades na adoção das tecnologias de Agricultura 4.0 | 87 |
| 5. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 91 |
| REFERÊNCIAS | 93 |
| APÊNDICES | 100 |

1. INTRODUÇÃO

O segmento rural é de suma importância na sociedade, que pode impactar em diversas áreas vitais para o todo. Em diversos contextos, nas mais variadas cadeias, a agropecuária está presente e surge como um personagem de grande importância (MASSRUHÁ et al., 2020).

Na parte alimentar é a responsável por abastecer a população com sua produção. Atualmente, a população mundial é de 7,73 bilhões de pessoas ao redor do mundo. Em 2050 esse número crescerá, de acordo com estimativas, para 9,73 bilhões de pessoas em 2050. Isso tudo implicará em aumento demanda de alimentos, e segundo dados, é necessário o aumento da produção em 60% para ser possível alimentar a população (FAO, 2017).

A agricultura é personagem fundamental para atender essa necessidade e suprir a demanda alimentícia, através de planejamento, novidades tecnológicas e gestão responsável, e garantir a segurança alimentar para a população (CODELUPPI et al., 2020). No âmbito socioeconômico o segmento rural é figura de destaque, sendo responsável por impulsionar a economia de diversas regiões, com o trânsito comercial e a oportunidade de gerar empregos na sociedade.

Considerando o cenário nacional, de acordo com os dados da Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA) (CNA, 2020), o agronegócio é um dos alicerces da economia brasileira. Em 2019, o setor representou 21,4% do Produto Interno Bruto (PIB) nacional, tendo a soma de bens e serviços gerados em R\$ 1,55 trilhão. Ainda, o valor bruto da produção (VBP) do setor agropecuário em 2019 foi de R\$ 651,5 bilhões, e em 2020 alcançou R\$ 728,68 bilhões. Esses números representam aumento de 8,8% perante ao período anterior. Para o ano de 2020, a estimativa é de crescimento do PIB em 9%, enquanto o VBP apresentará aumento de 17,4%. Isso mesmo sendo um ano atípico devido a pandemia mundial de COVID-19¹.

Na balança comercial brasileira, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) por meio da ferramenta AGROSTAT, apresentou que o agronegócio encerrou ano de 2020 com superávit de US\$ 87,76 bilhões, tendo a receita de exportações em US\$ 100,8 bilhões. Os números demonstram a relevância do setor agropecuário brasileiro como grande *player* no agronegócio mundial, tendo o papel de fornecedor dos produtos aos demais países.

Em relação ao impacto do setor agropecuário no emprego de brasileiros no mercado de trabalho, a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) de 2015 aponta que um a cada três brasileiros trabalham no setor. Esses números representam o número absoluto de 30,5 milhões de pessoas que oferecem sua força de trabalho em diversos setores da cadeia, como nas atividades agropecuárias, no comércio agropecuário, agrosserviços e na agroindústria (CNA, 2020). Em

2020, o setor agropecuário foi responsável pela abertura de 61.637 novos postos de trabalhos formais no Brasil, representando 43,2% da abertura de novos empregos no país (NOVO CAGED, 2021).

Na parte ambiental o agronegócio está se reinventando conforme as práticas sustentáveis evoluem e se tornam mais convencionais com o passar das últimas décadas. Com a emergência de técnicas de manejo proveniente da Agricultura de Precisão e aplicação a taxas variáveis, o consumo de fertilizantes químicos e defensivos agrícolas estão sendo racionalizadas nas operações do campo, ou até a substituição desses produtos por agentes biológicos e métodos de agricultura orgânica, além do emprego eficaz e consciente de recursos hídricos, aliados a práticas conservacionista e de “boas práticas agrícolas”. Aliado a proteção do meio ambiente, também entra a redução de custos de produção, bem como a melhora na produtividade e na qualidade dos produtos gerados (CARVALHO, 2017).

Em suma, o setor agropecuário é significativo para o equilíbrio das ações humanas, sendo peça fundamental em várias frentes. Dessa forma, é necessário estimular o debate sobre o assunto de forma que o mesmo possa evoluir à garantir segurança alimentar, bem como preservar o meio ambiente, e não menos importante, manter a economia brasileira ativa com lucratividade aos produtores, geração de empregos e relações comerciais.

Ao levar em consideração a representatividade do setor rural para a sociedade, é necessário estar em evidência a discussão sobre como o segmento agropecuário pode melhorar, ou até inovar. O agronegócio em si, tanto para garantir alimentos na mesa dos consumidores, como o maior retorno financeiro aos produtores, seguindo os conceitos do capital, necessita produzir mais com menores custos, aumentando a lucratividade do negócio (CHEN e YANG, 2019).

Diversas maneiras para realizar a gestão das lavouras surgiram com o passar dos anos, com destaque para Revolução Verde, em meados do século XX. O movimento trouxe o avanço da produção de alimentos a uma escala que era inimaginável há tempos atrás em solos que são considerados inférteis para o cultivo das lavouras, e isso tudo devido aos avanços tecnológicos por meio de insumos químicos, novas sementes e práticas agrícolas (PERES et al., 2003).

Conforme relatado anteriormente, com responsabilidade ambiental à tona, e produzir mais com menores custos, a Revolução Verde não traz exatamente esses conceitos. Com isso, surge a Agricultura de Precisão, que hoje é complementada com o conceito de Agricultura 4.0 (BASSOI et al., 2019).

A Agricultura 4.0 (também conhecida como Agro 4.0, Agricultura Digital ou Agricultura Inteligente) busca o equilíbrio entre as partes do processo, com aumento da

produtividade e redução de custos por meio de menores aplicações de insumos, através de tecnologias proveniente da conectividade e rede de internet. Dessa forma, é uma gestão que preza por conceitos sustentáveis, porém, também prevendo o aumento de produção dos alimentos para a sociedade, gerar novos campos de empregos, aumentar a lucratividade dos produtores rurais e preservar o meio ambiente (KERNECKER et al. 2019).

É um movimento proveniente do fenômeno Indústria 4.0, onde foi responsável pela transformação digital nas operações industriais, sendo também considerada como a quarta revolução industrial. A mobilização nos setores fabril iniciou-se nos países desenvolvidos, como Alemanha, Estados Unidos e China, onde levou a conectividade para as etapas produtivas industriais por meio de internet e muita tecnologia. As técnicas se popularizaram e foram migradas para os demais setores, sendo moldadas para as demais finalidades. No setor rural não foi diferente, e está sendo complementada com outras técnicas existentes, como a Agricultura de Precisão (MANOGARAN et al., 2021).

Assim, pode levar a mudança de concepção na gestão de uma propriedade rural. Ao invés do método convencional, a Agricultura 4.0 busca a interação de práticas sustentáveis e precisas, com a interação disponibilizadas por meio das redes de conexão. Por meio de novos conceitos aplicados na agricultura como *Internet of Things* (IoT) (Internet das Coisas), *Big Data* (ciência dos dados) e Inteligência Artificial (IA), correlacionado com as operações de campo, é possível fazer a gestão da propriedade e sua visualização em tempo real (LIOUTAS et al. 2019).

Através da gestão por meio uso de dados, de máquinas que auxiliam a ação humana e do pareamento de diversos dispositivos é possível ter o conhecimento sobre a lavoura de forma instantânea e permitir a tomada de decisão de forma mais célere e precisa, saindo das tomadas de decisões pelo meio empírico. A Agricultura 4.0 permite o produtor rural ter maior domínio sobre as mudanças climáticas, ter maior conhecimento sobre o solo e sua condição química e física, além do estado que sua lavoura se encontra, prevendo problemas fitossanitários e o controle de pragas, por exemplo. Assim pode reduzir custos, aumentar a produtividade e ter mais controle sobre o impacto de sua gestão no meio ambiente (JAYARAMAN et al. 2016).

A Agricultura 4.0 ainda é um tema relativamente nas discussões acadêmicas e que está há poucos anos sendo estudado. O nome dado ao conceito ainda diverge dependendo das variações terminológica de onde for pesquisada, sendo chamado no Brasil de “Agricultura 4.0”, como “Agricultura Digital” ou “Agricultura Inteligente”. Fora do país, também existem essas divergências perante ao nome do conceito. Por meio de estudo bibliométrico feito pelo autor desse trabalho em 05/2021 foi possível constatar essa diferença, sendo utilizada a base Scopus como referência.

Nesse estudo bibliométrico foram realizadas quatro buscas com diferentes palavras chave: “*Smart Farming*”, “*Smart Agriculture*”, “*Digital Agriculture*” e “*Agriculture 4.0*”, fazendo pesquisa por documentos a partir de 2010. Foram encontradas 2.806 publicações, sendo 959 tidas como públicas. Além disso, é interessante ver o aumento de produções a partir de 2016 e ganhando volume em 2018 para os demais anos afrente, o que evidencia que esse ainda é um assunto recente na academia, e que vem aumentando o interesse com o passar dos anos (ROCHA e LUCENTE, 2021).

Ainda, no levantamento bibliométrico foi constatado que apenas 2,3% das publicações são provenientes do Brasil, contabilizando poucos conteúdos sobre o assunto e ficando de fora do grupo de 10 países que publicaram sobre o assunto. Vale ressaltar que grande parte do encontrado foi com a palavra chave “*Agriculture 4.0*”. Com isso, esse será o termo adotado no presente artigo na grafia em português.

Tais números evidenciam o baixo número de publicações sobre o assunto por parte da academia brasileira, mesmo o país sendo reconhecido como uma potência do agronegócio, seja comercialmente ou em pesquisas técnicas (FERREIRA, CANELA E JANK, 2021) (BOLFE et al., 2020). O que caracteriza a necessidade de aprofundar as pesquisas nesse novo fenômeno, visto que está sendo monitorada nos demais países, que buscam ser vanguarda do assunto (MOYSIADIS et al., 2021). Tal fato justifica o empenho sobre o presente trabalho e em busca de discorrer mais sobre o conceito e como a Agricultura 4.0 pode atrair vantagens a agropecuária brasileiras, sendo as pesquisas acadêmicas um dos fomentos para o estudo e desenvolvimento das tecnologias em toda cadeia do setor rural nacional.

Com isso, a produção de soja surge como cultura adotada para realizar o estudo sobre o fenômeno das tecnologias em seu cultivo. A sua cadeia produtiva é uma das que melhor exemplifica o agronegócio mundial, com muitos hectares plantados ao redor do planeta. Seus grãos são direcionados a diversas finalidades, e de grande importância como fonte de alimento para sociedade, além de matéria prima para a cadeia agroindustrial (farelo, óleo e grãos destinados a inúmeras atividades). É um personagem importante na balança comercial da economia global, por envolver grande fluxo de transações comerciais e ser tema de debate em grandes fóruns econômicos do mundo, e responsável pela criação de vastos postos de trabalhos em vários países (HIRACURY e LAZZAROTTO, 2014) (CANAN et al, 2021).

Segundo os dados da EMPRABA (2021), a safra 2020/2021 de soja teve 127,842 milhões de hectares plantados no mundo. O Brasil aparece como o maior produtor da cultura, com 38,502 milhões de hectares – aproximadamente 30% da área mundial. Boa parte dessa produção

conta com agricultura avançada nos parâmetros de tecnologia aplicada nas operações de campo, com o uso de conectividade e digitalização nos processos (FERREIRA, CANELA E JANK, 2021).

De acordo com o mesmo estudo, a região do Cerrado brasileiro é uma das vanguardas tecnológicas na produção de grãos – com o estado de Minas Gerais tendo plantado 1.695.702 hectares de soja na safra 2020/2021 (CONAB, 2021). Inserida nessa faixa encontra-se a região denominada Alto Paranaíba, localiza ao sul do estado de Minas Gerais, que tem como principal cidade no âmbito de produção rural o município de São Gotardo. Conhecida por sua grande riqueza e diversidade produtiva, com produções relevantes de hortifrúti e grãos, é um território que conta com produtores amparados com tecnologias avançadas em suas lavouras (ALVES, 2010). Dessa forma, os produtores de soja de São Gotardo foram base de observação para o vigente trabalho.

Ante o exposto, o presente estudo aborda o seguinte questionamento: como identificar e caracterizar a adoção das técnicas de Agricultura 4.0 e seus impactos no rendimento das lavouras de forma que possa ser mais sustentável e viável aos produtores rurais?

O objetivo do estudo foi identificar e caracterizar a adoção da Agricultura 4.0 nas lavouras produtivas, constatando seus impactos e se há viabilidade de aplicação às respectivas produções. A partir disso ter-se-a como objetivos específicos:

- a) Compreender o conceito de Agricultura 4.0;
- b) Analisar o processo produtivo das lavouras considerando o uso da Agricultura 4.0;
- c) Mensurar as informações relacionadas a custos e produtividade das lavouras em relação da adoção da Agricultura 4.0;
- d) Avaliar a adoção das tecnologias pelos produtores rurais e seus possíveis benefícios.

O trabalho foi dividido em seis capítulos. A primeira é a presente introdução. A segunda apresenta a fundamentação teórica seguindo as temáticas envolvidas na Agricultura 4.0: sua definição; o conceito de *Internet of Things* (IoT) e como ela se desenvolve na gestão agrícola; o conceito de *big data* e como ela exerce sua função dentro da Agricultura 4.0; a definição de inteligência artificial (IA) e como se corrobora dentro dos sistemas inteligentes agropecuários; a apresentação de Agricultura de Precisão (AP) e como seu conceito se complementa com a Agricultura 4.0; e finalizando com uma revisão sobre Resultados Econômicos. O terceiro capítulo apresenta os métodos que serão utilizados na pesquisa e como serão elaboradas as etapas para se chegar ao objetivo proposto. O quarto capítulo demonstra os resultados e a análise sobre as respostas obtidas perante ao estudo. O quinto capítulo tem as considerações finais do trabalho, com o panorama sobre o que foi realizado, as limitações e

sugestões para os futuros estudos na área. O sexto capítulo traz as referências que deram suporte ao desenvolvimento do trabalho.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O presente capítulo é pontual para o desenvolvimento da pesquisa realizada. Com isso, a fundamentação será dividida em quatro subseções que serão bases para a análise e discussão dos resultados do objeto, através da definição do conceito de Agricultura 4.0 e o que está inserido dentro da sua definição, bem como de que forma ela pode ser aplicada e a demonstração de outros estudos já realizados sobre o assunto do objeto.

A primeira subseção é dedicada a apresentação do conceito de Indústria 4.0 e a forma como as revoluções industriais impactam no setor rural.

Na sequência, a segunda subseção é dedicada a Agricultura 4.0 (Agricultura Digital) e subtópicos sobre os componentes de base que a estrutura, como internet das coisas (*internet of things*), *big data* e inteligência artificial. Será apresentado as definições de cada item, o contexto do surgimento, suas variantes e como podem ser aplicados para o uso na sociedade e nas propriedades rurais.

Após a apresentação da definição do tema do objeto de estudo foi elaborado outra subseção com a associação da Agricultura 4.0 com outras técnicas de gerenciamento das propriedades rurais. Nesse contexto foi apresentado subtópicos com a apresentação das definições de Agricultura de Precisão e Agricultura Convencional, e após esse desenvolvimento foi discutido como associa-los e como podem ser trabalhados na gestão das fazendas, com exemplos de outros estudos já realizados, bem como os benefícios, malefícios e dificuldades para a aplicação no cotidiano rural.

E para concluir o capítulo foi elaborado uma revisão sobre Resultado Econômico, que é a ferramenta de plano de fundo para análise da adoção da Agricultura 4.0 por parte dos produtores rurais voluntários do estudo.

2.1 Indústria 4.0

Conforme Massruah et al. (2020) salienta, a transformação digital é uma realidade nos campos, e devido ao desenvolvimento da Agricultura 4.0. Por meio das técnicas interligadas com arquitetura digital e associada ao uso da internet é possível realizar inúmeras tarefas dentro de uma propriedade rural. Essa transformação é fruto do legado que o mesmo sistema foi implementado nas indústrias, por meio do conceito denominado como Indústria 4.0, considerada a quarta revolução industrial.

A sinergia entre setor Industrial vs. Agricultura sempre existiu. Os históricos movimentos na produção das indústrias acabaram por se refletir no setor rural. Por meio das revoluções industriais, muito dos seus conceitos foram transpostos para os campos. Desde a mecanização, depois da alteração na produção por meio de novas fontes de energia, seguido por tecnologias de automação, essas novidades também foram levadas às produções rurais. E a recíproca segue a mesma pela titulada quarta revolução industrial (LIU et al, 2021).

Liao et al. (2017) apresentou que no começo da década de 2010 iniciou-se uma transformação na produção industrial, com a adoção de novidades tecnológicas com a finalidade de modernizar as operações dentro das fábricas. Com a consolidação e o pleno desenvolvimento do serviço de internet nas grandes potências mundiais, foi associada seu uso junto a produção nas indústrias por meio da robotização, internet das coisas (IoT) e ciência de dados. O termo “Indústria 4.0” surgiu na Alemanha em 2011 na Feira de Hannover, e foi estabelecido esse nome ao movimento. Porém diversos outros países, como EUA, China e Austrália, também empregaram em período análogos os avanços tecnológicos em suas plantas industriais, em prol de fortalecer e buscar vantagens competitivas.

De acordo com Rüßmann et al. (2015), a Indústria 4.0 trouxe inúmeros benefícios a produção industrial, com ganhos de eficiência em todo processo. Para estabelecer e consolidar a fabricação por meio das “Fabricas Inteligente” é necessária a implantação de nove pilares tecnológicos para sustentar a transformação digital como *Big data* e análise de dados (*blockchain*); Robôs autônomos; Simulação; Integração de sistemas horizontal e verticalmente; Internet das Coisas Industrial; Segurança cibernética; Nuvem; Fabricação de aditivos; e Realidade aumentada.

Lasi et al. (2014) associa esse movimento como a quarta revolução industrial. O fenômeno traz avanços ao processo por meio de IoT, robótica, big data e inteligência artificial (IA). Essas ferramentas aliadas a automação, grande expoente da terceira revolução, permite a comunicação entre as diversas máquinas elevando a produção a um novo patamar, com aperfeiçoamento, eficiência e customização. Permite a produção em grande escala, uso racionalizado dos recursos e, dessa forma, aumento da lucratividade.

A análise bibliométrica de Limas e Gomes (2020) traz uma luz sobre a Indústria 4.0 ao redor do mundo. O estudo permite entender melhor os conceitos do fenômeno, visto que ainda é algo recente e distante do grande público. Assim, é possível perceber a realidade que se encontra o movimento, quem são os países pioneiros nessa tendência e sua importância. Destaca as publicações norte-americanas, chinesas e indianas, que evidenciam o anseio de expandir atividades industriais e agregar mais valor as operações.

Entretanto o estudo apresenta algumas limitações, principalmente por conta da quantidade de publicações disponibilizada ao público geral, a dificuldade de difundir as tecnologias para a sociedade e a falta de apoio das empresas privadas em levar as tecnologias para o meio público, devido a competitividade entre as organizações e a busca pela vantagem competitiva.

Ainda conforme os autores, o Brasil aparece muito abaixo de outros países no ranking de publicação na base científica utilizada (Scopus) com porcentagem entre 1% e 2% do volume produzido. Outros estudos, como de Pereira e Simonetto (2018) e Pacchini et al. (2020), demonstram toda dificuldade da transformação digital nas indústrias nacionais por diversas barreiras como segurança cibernética, altos custos de investimento, problemas de comunicação entre as máquinas, atrasos tecnológicos (indústrias na segunda e terceira revoluções) e a falta de políticas estratégicas e incentivos governamentais.

Com a apresentação da Indústria 4.0 é possível entender a origem da Agricultura 4.0 e entender todo contexto histórico a que está envolvido o processo. Na sequência seguem as seções que aprofunda o conhecimento sobre a Agricultura 4.0 e o entendimento sobre o objeto de estudo do trabalho.

2.2 Agricultura 4.0

Os meios produtivos estão em transição em direção para a transformação digital. A evolução das tecnologias está sendo a responsável para esse direcionamento, com a utilização da internet e conectividade como plano de fundo para essa roupagem. Essas novidades consistem na associação do uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), Nanociência, Biotecnologia e Ciência Cognitiva, criando tecnologias como computação em nuvem, internet das coisas (IoT), *Big Data* e ciência de dados, e inteligência artificial (IA). Essa movimentação está sendo considerada como a quarta revolução industrial, também conhecido nos setores produtivos como Indústria 4.0, conforme a subseção anterior. A partir dessa tendência no setor secundário, a influência atingiu outros campos produtivos como áreas dos setores de serviço, e também chegou à agricultura (MASSRUHÁ et al., 2020).

Ainda conforme a autora, a transformação digital nos campos pode ser o gatilho para a expansão da produção de alimentos mundial, garantindo a segurança alimentar e nutricional da população, e seguindo com os parâmetros sustentáveis que estão em evidência e exigidos pela sociedade. Na questão macroeconômica nacional, com o avanço das tecnologias no campo, o

Brasil pode dar sequência a liderança mundial de produção das commodities agrícolas com maior produtividade e sustentabilidade que as novas técnicas podem agregar às lavouras.

Com isso, baseado na indústria, é apresentado o termo Agricultura 4.0 (Agro 4.0) – também conhecido na literatura como Agricultura Digital e Agricultura Inteligente, além dos homônimos em inglês *Smart Farming*, *Digital Agriculture* e *Agriculture 4.0*, vocábulos amplamente encontrados ao buscar trabalhos nos mais importantes bases científicas.

O termo “4.0”, conforme na indústria, remete a quarta revolução nos campos. Conforme Rose e Chilvers (2018), a primeira transformação (1.0) se deu nos primórdios onde caça e coleta por alimentos foi substituída pela autoprodução de alimentos, com domesticação e plantio das culturas. A segunda revolução (2.0) se deu a partir do século XVII com adoção de novas técnicas como cercamentos, rotação de culturas e o uso de arados na terra, também conhecido Revolução Agrícola Britânica. A terceira revolução (3.0) se deu em meados do século XX, denominada Revolução Verde, que consiste na mecanização agrícola, adoção de insumos industriais (fertilizantes e defensivos), sementes híbridas, irrigação e políticas públicas de financiamento (GONZALEZ, 2006).

Todas essas transformações representaram ruptura e renovação nos métodos adotados no meio rural, motivado principalmente com a necessidade de expandir a produção de alimento e garanti-la à sociedade. A Agricultura 4.0 também segue a mesma premissa (KLERKX e ROSE, 2020). De acordo com Clercq, Vats e Biel (2018), a quarta revolução nos campos tem que enxergar o cenário como um todo, onde os *stakeholders* sejam beneficiário de todo o processo: os produtores rurais agregarem mais valor à sua produção e aumentar sua lucratividade, mas ao mesmo tempo garantindo alimentos à sociedade e não degradando o meio ambiente (com redução dos usos dos insumos industriais e do emprego racional dos recurso hídricos), redesenhando a cadeia de valor do setor, onde os avanços tecnológicos permitirá essa conquista global.

Por ser uma transformação recente, há diversas definições do seu conceito apresentado nos últimos anos. Keogh e Henry (2016) define-a como o emprego de sensores digitais que são acoplados nas diversas máquinas agrícolas (tratores, colheitadeiras, pulverizadores, semeadoras, ordenhadeira, etc) e os dados que são gerados para tomada de decisões na gestão da propriedade rural. Nessa mesma linha de raciocínio, Zhal et al. (2020) acrescenta que a Agricultura 4.0 é o resultado da somatória do uso de IoT, *big data* e IA, e suas ferramentas

como os sensores e computação em nuvem, que podem incrementar as atividades agropecuárias com aumento da eficiência nos processos (ver Figura 1).

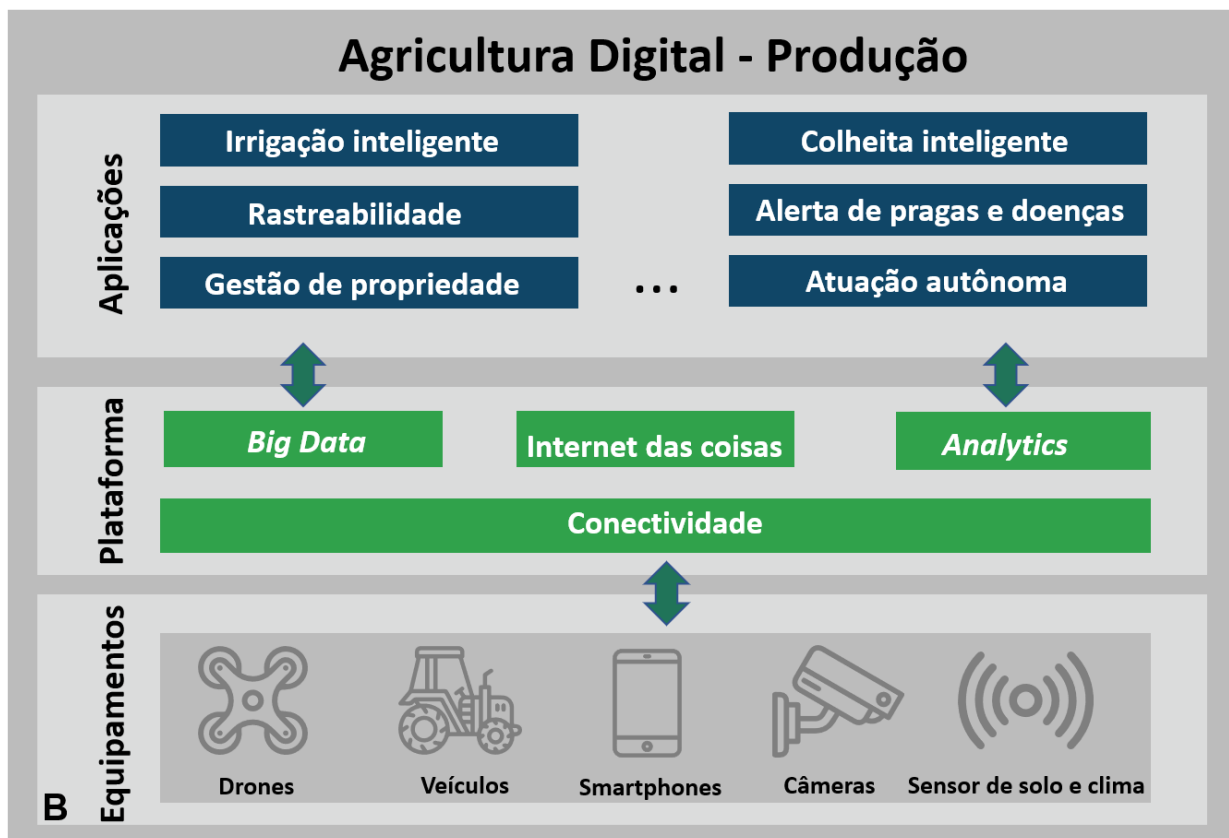


Figura 1. Estrutura da Agricultura 4.0

Fonte: Massruhá et al. (2020)

Klerkx, Jakku e Labarthe (2019) apresenta que a Agricultura 4.0 é um conceito baseado nos diferentes tipos de dados que são produzidos (localização, clima, fitossanidade das plantas, nutrientes e umidade no solo, consumo de energia, preços, variações do mercado, etc), armazenados e processados pelos diversos dispositivos, e por meio das informações levantadas fazer análises temporais do passado, prever o futuro e tomar as decisões por meio deles.

Souza et al. (2020) reforça essa ideia, salientando que é um conceito em que a agricultura está cada vez mais ligada à internet e a conectividade nos campos, na finalidade de levantar dados sobre todas etapas da operação e de sua cadeia produtiva, desde da pré-produção até a pós-colheita das culturas, e que há a necessidade de integração com outros campos além do meio rural para poder usufruir de forma completa das tecnologias.

Em consonância, Zhal et al. (2020) acrescenta que a Agricultura 4.0 tem que seguir quatro princípios fundamentais para o sucesso de sua aplicação: aumento de produtividade nas

operações agrícolas, utilização racional e de forma eficiente dos recursos naturais como o solo e água, adaptação e previsão das constantes mudanças climáticas e incertezas sobre pluviosidade e a temperatura, e por fim, evitar os desperdícios que cada processo produtivo pode trazer e impactar na produção de alimentos.

Rose et al. (2021) afirma que a Agricultura 4.0 têm que se basear em três princípios sustentável: pessoas, produção e planeta. De acordo com o estudo é necessário que a transformação digital nos campos seja focada nessa sustentabilidade e que há grande espaço para essa orientação, e que existe sinergia entre todas partes.

Devido a essa transformação digital e a era dos dados, o assunto se apresenta em grande evidência em vários meios. Chen e Yang (2019) afirmam que a Agricultura 4.0 é um tema que está cada vez mais sendo objeto de estudo de diversos e renomados autores do meio agrícola, afim de desenvolver os conceitos à sociedade.

Klerkx, Jakku e Labarthe (2019) em seu trabalho levantam diversos outros estudos, que demonstram todo interesse da área acadêmica em buscar a evolução da Agricultura Digital, e relatam que há grande interesses sociais, econômicos e institucionais. No mesmo estudo é demonstrado o interesse de diversos países em desenvolver a Agricultura 4.0, como por exemplo programas de desenvolvimento de digitalização no campo em nações como Estados Unidos, Canada, Austrália, Nova Zelândia, China e os países Europeus.

No Brasil, há a presença de diversas empresas que buscam desenvolver e aplicar as tecnologias nas propriedades rurais. E também há trabalhos de políticas públicas que fomentam a adoção da transformação digital nas fazendas brasileiras, com diversos estudos e pesquisas afim de entender o contexto dos agricultores locais e como pode ser aplicada a Agricultura 4.0, e como ela pode ser uma ferramenta em que pode agregar cada mais valor ao agronegócio nacional e levar vantagem competitiva (EMBRAPA, SEBRAE E INPE, 2020).

Em um cenário mundial com a presença das grandes organizações de desenvolvimento, Lajoie-O'Malley et al. (2020) nos traz dados sobre os relatórios da Organização para a Alimentação e Agricultura (FAO), Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) e o Banco Mundial. Essas instituições são agentes modeladores de ações como a agricultura se comportará. Dessa forma, o estudo apresenta que essas organizações apostam que a Agricultura 4.0 é fundamental para a produção de alimentos para sociedade, com o desenvolvimento sustentável, e que políticas públicas e investimentos são fundamentais para o sucesso da transformação digital.

Entretanto, outros estudos apontam dificuldades para a aplicação dos avanços tecnológicos nas propriedades rurais. Alt, Isakova e Balushkina (2020) realizaram uma análise

de como está o emprego da Agricultura 4.0 nas fazendas russas. Foi concluído que há dificuldade em alguns pontos: falta de mão-de-obra especializada, escassez de investimentos, componente multidimensional da produção e a disponibilidade de infraestrutura digital. Nas propriedades rurais brasileiras foi diagnosticado um cenário semelhante (PIVOTO, 2018).

De acordo com o autor, o Brasil apresenta falta de estrutura na cadeia do agronegócio para o desenvolvimento completo da transformação digital, seja dentro ou fora da porteira. Algumas fazendas apresentam falta de conectividade e acesso à internet, elemento primordial para o resultado positivo das ações. Para fora da porteira, as empresas do agronegócio contam com poucos profissionais especializados na área, assim como há escassez de consultores técnicos que podem prestar assistência às fazendas. Ainda, há grandes dificuldades com custos e investimentos de máquinas e equipamentos tecnológicos, e falta de conhecimento por parte dos produtores rurais sobre o que é Agricultura 4.0 e seus elementos (ROCHA, LUCENTE e KALAKI, 2020).

Dessa forma, as subseções seguintes apresentam o que está incluso no conceito da Agricultura Digital, e como podem ser aplicados nas propriedades rurais, com exemplos de outros estudos realizado na área e de que maneira que há possibilidade de impactar nas fazendas. Foram divididas em três conceitos chaves para o desdobramento da Agricultura 4.0: internet das coisas (IoT), *big data* e inteligência artificial (IA).

2.2.1 *Internet das coisas (IoT)*

Por meio dos avanços tecnológicos oriundos ao decorrer dos anos, a evolução das tecnologias trouxe a interação de diversas áreas que foram responsáveis por desenvolver o cenário da era digital que vivemos nos dias de hoje, como a inserção da indústria da computação, setor de comunicação e o advento das nanotecnologias. O resultado do movimento desses setores é culminado na criação de um ambiente digitalizado, autônomo e que conversam entre si. Essas interações tem a característica de conectar humanos entre si, e além disso, interagir com objetos, e dão a possibilidade desses objetos comunicarem entre si de forma independente (GALEGALE, 2016).

De acordo com Albishi et al. (2017), nesse contexto nasceu a Internet das Coisas (*Internet of Things* – IoT). A IoT corresponde na interação entre humanos-animais-objetos, por meio de dispositivos computacionais que são conectados e comuniquem entre as partes. Através desses dispositivos foram desenvolvidas diversas ferramentas que realizam trabalhos, auxiliam na tomada de decisões e são fundamentais para a operação em diversas áreas, isso sem que haja

necessária a presença humana, dando o caráter que todas as áreas estão conectadas e interligadas. É uma rede que conecta os aparelhos eletrônicos por meio da internet, e possibilita ao usuário obter monitoramento online, rastreabilidade por sinal de GPS, notificações sobre ações de prevenções dos processos, gestão de segurança, controle e manutenção remota, e entre outras coisas (LIN et al., 2017).

A IoT é um termo relativamente novo e mais popularizado a partir dos anos 2000, porém já em 1982 a Universidade de Carnegie Mellon conectou uma geladeira de Coca-Cola à rede de internet, tendo o princípio de comunicação entre as partes (ZHONG et al., 2017). O termo IoT foi utilizado pela primeira vez em 1999 pelo britânico Kevin Alshton, pesquisador do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), que descreveu que a junção da rede de comunicação humana e das máquinas poderia ser algo de grande relevância para a humanidade. Entretanto o termo se popularizou em 2010, onde já existia em média 1,84 dispositivos por pessoa, tendo 12,5 bilhões de dispositivos conectados ao redor do globo. De acordo com o relatório da Associação Global do Ecossistema Móvel (GSMA) de Economia Móvel de 2019, mais de 5,1 bilhões de pessoas no mundo possuem ao menos um celular inteligente, uma das ferramentas da IoT (SANTOS e FREITAS, 2016).

Mas afinal, o que representa a IoT no cotidiano das pessoas, no que ela está aplicada e como ela é tão importante para a sociedade?

As tecnologias de IoT está empregada em todas as áreas do convívio humano, em todas esferas de negócio, desde de um certo processo que exige mais tecnologias e capacidade técnica, até uma atividade corriqueira, simples e usual na vida de um ser humano. São tecnologias oriundas de identificação de rádio frequência (RFID - *Radio-Frequency IDentification*), sensores, código de resposta rápida (*QR Code*) e tecnologia de sistema embarcado, que através da conectividade da internet alcançam a comunicação entre os itens e é possível realizar inúmeras atividades (AL-FUQAHA et al., 2015).

Como por exemplo a utilização do aparelho *smartphone* para saber como está o trânsito em uma cidade, ou o fato de conseguir fazer uma viagem com um motorista de uma empresa de transporte, e os órgãos de fiscalização conseguirem descobrir se um item é falsificado ou não, até uma casa inteligente com todo o sistema integrado e as ações tomadas por uma escolha no celular. A IoT é a responsável por essas ações serão possíveis de serem ocorridas (SANTAELLA et al., 2013).

Tratando de atividades econômicas e negócios, a IoT garante vantagem competitiva aos processos organizacionais devido as serventias que podem ser introduzidas. Informações e detalhes em tempo real são os principais benefícios que pode ser apresentado aos empresários,

o que serve como variáveis valiosas para tomada de decisões e obter bens e serviços de qualidade e superior ao de concorrentes, por exemplo (DOMINGOS et al., 2014).

No ambiente industrial a IoT também está presente. No contexto da Indústria 4.0, onde a conectividade é parte básica para o sucesso da metodologia, a IoT está inserida em todos os processos de produção. Através de sensores, atuadores e dispositivos digitais é alcançado a comunicação entre os equipamentos, por meio da conexão de internet. Dessa forma, dados e informações são obtidos através dessas interações, o que alimenta de elementos para tomar as melhores decisões no ambiente (ZHONG et al., 2017).

Da mesma forma, a IoT também está inserida no ambiente rural. Através do caso de sucesso da implantação da conectividade nos ambientes fabril pela Indústria 4.0, a metodologia foi conduzida para o agronegócio. A IoT, como um dos braços da Agricultura 4.0 e sua conectividade, já atua no cenário dos campos (CHEN e YANG, 2019).

Ainda de acordo com os autores, funções de sensoriamento, identificação, transmissão, monitoramento e feedback podem ser empregados nas operações das propriedades rurais, com a promessa de obter precisão nas ações e aplicações, agregando valor aos processos, reduzindo custos de tempo e financeiro, aliando aos ganhos de produtividade, desmascarando algumas ideias que são inseridos no senso comum dos produtores rurais. Por meio das adoções das tecnologias de IoT, os problemas de baixa eficiência na infraestrutura agropecuária, que são gargalos produtivos, podem ser superados e levar ao pleno desenvolvimento, com gerenciamento e a possibilidade de levantar dados e informações.

Além disso, a IoT pode se associar às técnicas de Agricultura de Precisão (AP). Conforme Kodati e Jeeva (2019) as práticas de AP se tornam mais efetivas com as ferramentas disponibilizadas pela IoT, de forma que uma concepção completa a outra. A AP tem por sua idealização o retorno de mais produtividade combinado com a redução de uso de insumos, pode ser mais eficaz com a adoção dos sensores e atuadores de IoT, ao qual maximizam os resultados de estudos sobre os solos, aplicações de insumos por taxa variável, otimização da taxa de irrigação de taxa variável (VRI), utilização de *drones* para mapeamento da propriedade por meio do sistema de posicionamento global (GPS), desde operações de plantio como no controle de biomassa e pragas, e entre outras ferramentas.

Como mostra Codeluppi et al. (2020), um modelo de IoT foi alocado em uma fazenda na Itália, produtora de uvas e hortaliças. Foi aplicado um sistema de baixo custo, modular e de longo alcance com a finalidade de aprimorar a eficiência na gestão da propriedade, com observação dos pesquisadores por três meses. Através de quatro sensores instalados no solo das estufas e vinhedos foi possível mensurar dados ambientais, como temperatura do ambiente

e do solo, além de sua umidade, e dessa forma entender melhor sobre o crescimento das plantas. E junto aos sensores foi desenvolvido um software que permite visualizar os dados coletados. Assim, foram disponibilizados dados que permitem o produtor compreender sobre aspectos da maturação das plantas e sobre prevenção contra pragas e doenças.

Outro exemplo foi apresentado por Michie et al. (2020) em rebanhos bovinos de leite, em estudo apresentado pela Universidade de Cambridge. De acordo com o trabalho, são aplicados através das tecnologias de IoT em coleiras e etiquetas instaladas nas pernas dos animais que, por meio de sensores, coletam dados que aumentam o bem-estar das vacas e geram eficiência operacional na atividade. A princípio as tecnologias identificaram o tempo preciso do período inicial do ciclo estral (cio) das fêmeas, aumentando a eficácia na taxa de prenhez e, conseqüentemente, aumentar a produção de leite dos animais. Adjacentes a esses dados, também foi apresentado informações sobre a alimentação e ruminação das vacas, podendo gerar redução de custos sobre rações e aumentando o bem-estar do rebanho. Ainda foi possível constatar elementos que podem prevenir doenças como a mastite, por exemplo.

Chen e Yang (2019), apresentam outros modelos adotados nas propriedades rurais. Em um deles, por meio de sensores e tecnologia de GPS foi possível obter imagens sobre o solo e as culturas, e por meio disso facilitaram o monitoramento sobre eles e obtiveram ganhos no gerenciamento de sua propriedade. Dessa forma, e com os outros exemplos relatados, é possível afirmar que as tecnologias de IoT traz ferramentas que auxiliam os produtores nas tomadas de suas decisões de forma mais eficiente e eficaz, agregando valor nas operações rurais e gerando vantagem competitiva em seu desempenho (MICHIE et al., 2020).

E com tantos dispositivos disponíveis para o uso nos campos, também é necessária outra arquitetura para o uso completo das modernidades. As ferramentas de IoT são capazes de coletar inúmeros dados importantes para gestão de uma fazenda, seja informações no solo, na produtividade, sobre ameaças de doenças e pragas, por exemplo, e que podem gerar resultados positivos para o produtor. Com isso, é primordial a ciência de dados e saber fazer sua análise para o aproveitamento total dos aparelhos, e junto ao IoT, as técnicas de *big data* complementa sua função (JAYARAMAN et al., 2016).

2.2.2 *Big Data*

Os avanços tecnológicos revolucionaram a maneira de tomar decisões, principalmente no segmento agrícola, onde muito era decidido através de conhecimento prático e de experiências passadas. Essas novas técnicas resultam no aumento exponencial de dados, que é

representada pelo *big data*. Levando em consideração a tradução do termo ao português, ela se refere a “grandes dados”, e está inserido na Ciência dos Dados. De acordo com o matemático inglês Clive Humby, e reproduzido por grandes executivos do mercado, os dados são o novo petróleo. Tal analogia faz referência ao valor e o destaque que esse mineral teve na humanidade no século XX, sendo a principal matéria prima industrial e combustível para a sociedade (KERNECKER et al., 2019).

Da mesma forma, muitos acreditam que os dados será peça fundamental para os negócios, sendo o instrumento que indicará as produções e operações, ditará o consumo e o comportamento de mercado e seu público consumidor. Outras mídias dizem que pode ser a solução para erradicar a pobreza, sendo a agricultura um personagem de destaque, dado a evolução que possa surgir na área (CAROLAN, 2017). O *big data* é uma ferramenta que apresenta dados indeterminados e que podem decifrar diversos cenários para tomadas de decisões (HASHEM et al., 2014).

O termo “grande” foi inserido devido a quantidade de dados que são criados, os fluxos negociais estão gerando novas informações, de diferentes formas e natureza, alavancando às bases. A definição de *Big Data* ainda gera alguns debates no meio empresarial e acadêmico, principalmente por se tratar de ideias abstratas. Como o “grande” explicado acima, a *big data* é o conjunto de quantidades massivas de dados oriundos das atividades, e que não conseguem ser armazenados e estudados pelas organizações e seus softwares (CHEN, MAO e LIU, 2014).

Dessa forma, a *big data* pode ser descrita pelo alto dimensionamento de Volume, Variedade e Velocidade em que os dados são criados – o modelo dos “3Vs” (GANDOMI e HAIDER, 2015). Entretanto, Amalina et al. (2020) apresenta a adição de mais três “Vs” a teoria, assim formando o conceito dos seis “Vs” que definem as características desses dados: valor, variabilidade e a veracidade dos dados gerados nas operações, conforme apresenta a Figura 2.

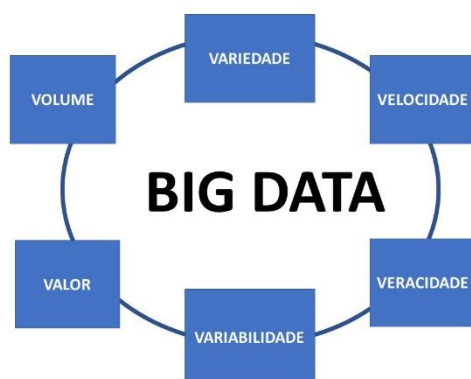


FIGURA 2. *Big data* e os quatro V's

Fonte: adaptado de Amalina et al. (2020)

De acordo com Oussous et al. (2018), são trabalhados três formatos dos dados: estruturado, semiestruturado e não estruturados. Os dados estruturados são as informações que é possível fazer sua análise de forma mais simples, com os *softwares* de *big data analytics*. Já os dados não estruturados são os grandes diferenciais que uma empresa pode ter por ser informações complexas de fazer a leitura, que exigem análises mais profundas e que demandam mais investimentos, mas que podem gerar valiosas decisões e grandes escolhas. Esses dados são dos mais diversos formatos, sendo em forma de texto, numérico, imagens, vídeos e até materiais sonoros, podendo extrair informações sobre tudo que um dispositivo pode gerar.

As técnicas de *big data* geram quantidade massivas de dados, e para que se possa ter êxito em suas funções é necessária uma estrutura para viabilizar os benefícios que essas informações podem fazer. A ciência dos dados exige que haja uma fonte de armazenamento desses elementos. Com as novas tecnologias, até com o advento da IoT, e com os dispositivos móveis popularizados, emergiu a computação em nuvem. Essa arquitetura surgiu com o avanço das tecnologias de informações, que permitiu criar ambientes virtuais com grande capacidade de armazenamento de dados, acessível de forma online, sem a necessidade um dispositivo físico em si (um computador, por exemplo) e de maneira instantânea, atuando como um grande banco de dados (HASHAM et al., 2014).

A partir da armazenagem dos dados é possível iniciar um trabalho em cima dessas informações. Por meio delas, é possível gerar valor aos empreendimentos e tomar decisões fundamentais para o prosseguimento dos negócios. Para isso é necessária a análise desses dados, por meio da *big data analytics*. A ciência dos dados apresenta uma série de ferramentas que podem trabalhar na leitura desses dados, através de softwares de programação (AMALINA et al., 2020).

No universo agropecuário os dados também estão presentes, proveniente da Agricultura Digital e da conectividade nos campos. Por meio de sensores e máquinas, proveniente da tecnologia de IoT, inúmeros dados podem ser levantados das operações rurais através de diversos aplicativos, criando a possibilidade de mensurar informações das culturas e de suas atividades, impactando na gestão das propriedades rurais e na cadeia de *stakeholders*. Concomitante a esse cenário, a ciência de dados pode ser um fator primordial para o desenvolvimento do setor agropecuário em questões como segurança e proteção alimentar, e sustentabilidade e meio ambiente, na busca de maior eficiência de todo o processo e poder garantir a segurança à sociedade (WOLFERT et al., 2017).

Por meio desses dispositivos inseridos nas fazendas, seja por sensores, máquinas, aplicativos e drones, por exemplo, o agricultor acrescenta mais uma forma para poder tomar

suas decisões. Aquela maneira tradicional de definir suas ações, através da sua experiência de campo, pode ser expandida com informações em tempo real no gerenciamento de suas operações. A partir da adoção dos dados no suporte das definições, a agricultura se torna orientada para o processo (LIOUTAS et al., 2019).

As etapas da produção, como aplicações de corretivos, fertilizantes e defensivos, o emprego de água, a incidência de luz solar na germinação das plantas e seu desenvolvimento, podem ser melhoradas e ajustadas com os dados gerados por meio desses dispositivos e suas análises. O campo pode ser monitorado em tempo real, agregando mais valor à propriedade, gerando eficiência aos resultados e reduzindo custos (KUMAR et al., 2018).

O *big data* está cada vez mais presente do setor agropecuário. Toda cadeia agrícola está inserida nas tecnologias, seja empresas que desenvolvem os softwares e aplicativos (empresas de *AgTech*), os grandes players do mercado (fabricantes de tratores, agroquímicos, desenvolvedores de sementes, *traders* e processadores, etc) e produtores rurais (LIOUTAS et al., 2019). Carolan (2017) apresenta que grandes empresas do setor agropecuário estão se movimentando no mercado e fazendo aquisição de outras companhias que possuem tecnologias para coleta de dados.

Coble et al. (2018) acredita que essas informações podem apresentar ganhos econômicos para as empresas que possuem o acesso à base, pois podem mensurar ganhos de escala em sua produção industrial e entender o comportamento do mercado e público consumidor (fazendeiros). Hu et al. (2019) acrescenta que há a necessidade de sinergia entre todos os personagens na construção de cenário para uso de forma racional e benefício completo dos usos de dados no setor agrícola, onde sejam protegidas e garanta segurança aos produtores rurais, e possa ser uma ferramenta de desenvolvimento do trabalho no campo.

Lajoie-O'Malley et al. (2020) afirma que uma das maiores empresas de defensivos agrícolas está mudando sua concepção negocial com a alteração dos produtos comercializados, apresentando que é possível maximizar o lucro da companhia com as informações conquistadas pelas técnicas de *big data*, com dados que possam gerar ganhos a sociedade e ao meio ambiente ao invés dos insumos químicos.

Em suma, a gestão dos dados pode oferecer ganhos à sociedade como um todo, além agregar mais valor as propriedades rurais. Yan et al. 2018, desenvolveu um trabalho com análise de dados de temperatura do cultivo de trigo de inverno onde há uma precisão das temperaturas durante o ciclo, o que ajuda na previsão de resultados e leva eficiência à produção. Jung et al. (2021) apresenta que através de dados nas folhas nos pés de arroz e trigo, foi possível traçar informações sobre a saúde delas e precaver sobre doenças e pragas.

Carolan (2017) traz um estudo com produtores rurais norte-americanos que se orientam por meios dos dados gerados das operações e que conseguem obter informações que antigamente não poderiam ser mensuradas. Shankarnarayan e Romakrishna (2020) em seu estudo afirma que a adoção da ciência de dados é necessária pelo setor agropecuário para poder desenvolver melhores produções e conseguir prever cenários que cada vez mais é difícil devido às constantes mudanças climáticas.

Com o advento de novas tecnologias, as técnicas de *big data* têm seu trabalho complementado por outra ferramenta: o uso de inteligência artificial (IA). Por meio de algoritmos é possível produzir máquinas que possibilitam o entendimento dos dados de maneira mais eficaz e rápida que uma análise humana, por meio das *machine learning* (máquina de aprendizagem), *deep learning* (rede neurais) e visão computacional, que fazem parte da base da Agricultura 4.0 e podem fornecer informações detalhadas aos produtores rurais (AMALINA et al., 2020) (SAIZ-RUBIO e ROVIRA-MÁS, 2020).

2.2.3 Inteligência Artificial

A Inteligência Artificial (IA) está sendo inserida cada vez mais nos meios produtivos, seja ela na indústria ou na agricultura, levando a quarta revolução para esses campos, associada à interação com *big data* e IoT. Alguns autores defendem que está iniciando a quinta revolução com a presença de robôs nas produções (ZAMBON et al., 2019). A IA está presente para entender a fundo a humanidade e suas necessidades, através de máquinas de aprendizagem e os dados produzidos, principalmente àquilo que seria muito difícil de mensurar pela ação humana (BENGIO, COURVILLE E VINCENT, 2013).

A IA surgiu como a maneira de desenvolver máquinas que conseguem imitar o pensamento humano, seu raciocínio e realizar tarefas. Com o desenvolvimento das tecnologias oriundas da Segunda Guerra Mundial como ferramentas de combate, foram criados os primeiros computadores. Assim foi possível desenvolver a inteligência artificial. Em meados dos anos 40, um matemático britânico, Alex Turing, desenvolveu os primeiros *softwares* com a ciência da computação que são considerados os primórdios de IA. A partir de seus experimentos muito foi desenvolvido até o cenário atual (TEIXEIRA, 2019).

O autor sugere que com a associação de algoritmos e computador nasceram as máquinas de aprendizado (*machines learning*), que são equipamentos capazes de realizar essas tarefas e tomar decisões através dos inúmeros dados que são gerados pelas atividades, uma vertente

importante da IA. Por meio dessa ferramenta nasceu as técnicas de *deep learning* (aprendizagem profunda), processamento de linguagem neural (PLN) e visão computacional.

Ainda de acordo com o autor, algoritmo é a sequência de uma operação aritmética que estabelece regras para a resolução desses problemas. Através dessa ordem, um computador obtém o caminho para efetuar a tarefa demandada, as conhecidas máquinas de aprendizagem. As *machines learning* tem a capacidade de gerar algoritmos, e com o emprego junto aos dados coletados por diversos dispositivos, são responsáveis por decifrar, corrigir, prever e aprender novas soluções para um determinado fim, de forma extremamente confiável e célere. Essa tecnologia está presente nos mais diversos segmentos, desde uma empresa de tecnologia de informação até indústrias de bens de produção. Resumindo, são máquinas que são treinadas e aprendem com base de dados disponível e capazes de ter diversas funções (VARSHNEY et al., 2018).

As técnicas das máquinas de aprendizados foram se aperfeiçoaram com o passar dos anos criando novas utilidades, e que serão importantes à pesquisa, descritas a seguir:

- *Deep learning*: são métodos que apresentam o avanço das máquinas de aprendizagem, com a utilização de diversas camadas para treinamento e aprendizados, e com o uso de todos os tipos de dados disponíveis (texto, imagem, áudio), aumentando sua capacidade de leitura e de extrair mais soluções, e assim exigem a necessidade mais algoritmos em seu processo. É tido como uma imitação do cérebro humano e suas ramificações neurais, em que os neurônios artificiais são responsáveis por criar análises sobre as informações. É uma tecnologia que começou a ser viável devido à expansão da coleta de dados e o desenvolvimento de novas técnicas de *big data*. Também são conhecidas como Rede Neurais Artificiais (LECUN, BENGIO e HINTON, 2015);

- Visão computacional: essa técnica tem por finalidade trabalhar como a IA emulem os olhos humanos. São máquinas que através de imagens conseguem analisa-las e extrair o máximo de informação. Seguem as mesmas premissas do *deep learning*, operando em diversas camadas e absorvendo uma grande gama de dados fotográficos para atender as funções e solucionar ou prever alguma situação de campo, de acordo com o que for apresentado na imagem (CONNEAU, SCHWENK e LECUN, 2010).

A utilização de IA já está consolidada em alguns setores produtivos e de serviços. Acaba atuando nas áreas dos diversos sistemas como técnicas de detecção de fraudes, análise de crédito, na previsão de falhas, reconhecimento facial, análise de qualidade, por exemplo. É uma das ferramentas fundamentais na indústria 4.0 e está solidificada em seus processos. No campo agropecuário também vêm se tornando cada vez mais comum com a utilização de *machine*

learning, *deep learning* e visão computacional, seja nas diversas culturas e em todas fases de produção (PATRÍCIO e RIEDER, 2018).

O trabalho de Liakos et al. (2018) apresenta uma grande revisão sobre o uso de *machine learning* nas propriedades rurais. De acordo com o estudo foram revisados diversos artigos científicos baseados em quatro temas centrais: manejo de cultura, manejo pecuário, gestão de água e manejo do solo. Dentro dos assuntos selecionados é mostrado resultados que a tecnologia oferece a previsão do rendimento das culturas, detecção de doenças, ervas-daninhas e pragas, aplicações de bem-estar animal e dados físicos e químicos do solo. Tais aplicações podem oferecer aos produtores rurais ideias sobre as decisões que devem ser tomadas de forma mais rápida e precisa. Considerando ameaças às lavouras, Cruz et al. (2019) demonstra a serventia de *deep learning* e visão computacional no diagnóstico de doenças em parreiras com uso de imagens das plantas e o reconhecimento de possíveis alterações na fitossanidade das plantas, e dessa forma realizar o tratamento correto e impedir o avanço do problema no restante da plantação.

Patrício e Rieder (2018), através dos estudos desenvolveram um trabalho seguindo a mesma linha de raciocínio. Foi elaborado uma revisão com 25 artigos científicos por pesquisadores do mundo inteiro, em cima dos grãos mais produzidos em escala mundial (milho, arroz, trigo, soja e cevada), que apresentam soluções de IA em suas culturas, com o uso de tecnologias de visão computacional e *machine learning*. O estudo consiste na detecção de padrões e imagens para ser viável a detecção de doenças, qualidade dos grãos e fenotipagem, por meio da integração dos aplicativos com máquinas agrícolas e *drones* (sensores), e assim reduzindo custos e automatizando tarefas trabalhosas na operação.

Já Ferreira et al. (2019) realizou estudo aplicado em uma propriedade rural diretamente em dois talhões de algodão para prever a produtividade da cultura, por meio de redes neurais artificiais (*deep learning* e visão computacional) e comparar os resultados com os coletados pelos sensores acoplados em colheitadeiras no período de colheita. Foi concluído que a previsão feita pelos aplicativos de IA apresentam valores tão precisos quanto as máquinas agrícolas, o que pode ser usado nas próximas safras e dar a opção dos produtores que trabalharem com essa informação à sua produção.

Em um rebanho de gado leiteiro na Irlanda também foi utilizado técnicas de IA para o suporte da sua produção. O plantel conta com 150 animais e foi instalado um sistema para acompanhar o bem-estar e saúde, com uso de pedômetros de longo alcance e técnicas de *machine learning* para avaliar o comportamento, e principalmente se há claudicação em alguma das vacas. O resultado apresentado é a detecção de eventual problema com 3 dias antes de

enxergar a olho nu a lesão, com precisão de 87% nas amostras obtidas, dando a possibilidade do produtor de tratamento com velocidade e diminuindo a margem para o agravamento do enfermo (TANEJA et al., 2020).

O estudo de Balducci, Impedovo e Pirlo (2018) propõe tarefas que as propriedades rurais assumam em suas operações, aliando o uso de dados com as técnicas de IA para obter resultados que levem a uma gestão eficiente nas fazendas, com sugestões em tempo real e previsões de longo prazo. Ainda, o estudo de Parra et al. (2020) levanta a adoção de redes neurais artificiais em associação com o emprego de irrigação em culturas cítricas. Nesse caso as tecnologias orientam o uso adequado de recursos hídricos nas lavouras, gerando ganhos sustentável ao meio ambiente com o menor uso de água, ao mesmo tempo que otimiza a produção com a real necessidade de irrigação na produção e racionaliza o custo de energia elétrica.

Em relação a robotização no campo, Gonzalez-de-Santos et al. (2020) apresenta um paralelo entre a indústria e as fazendas. Há um movimento da utilização de robôs nas tarefas de fábricas, onde as máquinas são responsáveis por uma série funções na produção de bens, as chamadas fábricas inteligentes. O mesmo conceito deverá ser aplicado nas propriedades rurais, aumentando o uso de robôs na produção agropecuária, afim de racionalizar tempo e ganhar efetividade nos processos, de maneira em que as máquinas realizem e aprimorem o trabalho realizado por humanos.

Dessa forma, é finalizado a revisão sobre a base estrutural da Agricultura 4.0, seus conceitos e como pode ser aplicado nas propriedades rurais. É notória o poder de transformação que poderá ser aplicado na administração das fazendas, ainda mais combinado com outras metodologias de gestão agropecuária. Nesse contexto apresent a seguir um capítulo explorando a relação entre a Agricultura 4.0 e a Agricultura de Precisão, demonstrando a evolução cronológica e a definição desse outro sistema de produção, bem como a sinergia e os resultados que ambas podem trazer às propriedades rurais.

2.3 Agricultura de Precisão

A Agricultura de Precisão (AP) é uma vertente de produção agropecuária que surgiu como forma alternativa da Agricultura Convencional, também conhecida como Revolução Verde (RV) (BASSOI et al., 2019). A RV é conhecida pela transformação que levou ao campo e a sociedade, devido ao aumento de produtividade e garantindo a maior oferta de alimentos para a população, a partir dos anos 50. E para isso foram adotadas algumas práticas como utilização insumos químicos, como fertilizante e defensivos agrícolas, a fim do melhor

desenvolvimento da semeadura e controle de pragas e doenças (PERES, MOREIRA e DUBOIS, 2003).

Entretanto, conforme Rossel e Bouma (2016), a RV trouxe desequilíbrio aos solos e os recursos hídricos das propriedades rurais com o uso desenfreado dos insumos químicos. Sem o controle das aplicações e com decisões empíricas precipitadas, alguns solos sofrem com a falta de nutrientes e baixa produtividade. Ou seja, há uma perda ambiental e econômica nas operações produtivas da fazenda.

Nesse contexto surge o conceito de variabilidade espacial nos solos das lavouras. Ela surge como ferramenta na gestão das propriedades devido a diferença em que cada gleba pode apresentar com outro espaço da produção agrícola. Conforme Inamassu e Bernardi (2014) exemplifica que em uma fazenda onde há diferença de produção de um talhão para outro e aplicação uniforme dos insumos químicos, é sinal que possa estar sendo empregado quantidades superiores de fertilizantes, gerando desperdício, e ou distribuir os produtos de forma reduzida em outro espaço, nesse caso perdendo a oportunidade ampliar sua produção.

Segundo os autores, essa prática de dimensionar o estado dos solos pode gerar resultados sustentável social, econômico e ambiental. A mensuração dessas informações é o princípio básico para a adoção da AP nas propriedades rurais. Mas afinal, o que é AP?

Para Molin, Amaral e Colaço (2015), a AP são técnicas que trabalha em cima da precisão e otimização do emprego dos recursos nas lavouras. Isso através de métodos e tecnologias que permitem as aplicações aproximarem ao máximo da exatidão necessária, de acordo com a variabilidade espacial de cada espaço.

Já Antuniassi, Baio e Sharp (2007) apresentam em seu estudo que a AP tem como finalidade de trazer benefícios econômicos e ambientais. São práticas que utilizam ferramentas para o gerenciamento da propriedade de acordo com o mapeamento de cada processo operacional. Por meio da AP é possível elaborar técnicas para manejo do solo, insumos e dos tratamentos e obter os benefícios.

Tais práticas que buscam melhorar o gerenciamento das variabilidades das culturas com o aumento da eficiência de produtividade das produções. Isso através de aplicação de taxa variável dos recursos, sensoriamento e sensores, utilização do Sistema de Posicionamento Global (GPS) através de satélites, utilização de redes neurais artificiais e máquinas com o uso de piloto automático (SAMPAIO et al., 2020).

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) define a AP como um “sistema de gerenciamento agrícola baseado na variação espacial e temporal da unidade

produtiva e visa ao aumento de retorno econômico, à sustentabilidade e à minimização do efeito ao ambiente”.

Assim, a AP surge como novidade na gestão agropecuária nas propriedades. De acordo com Inamassu e Bernardi (2014) a AP emergiu na década de 80 com a eletrônica embarcada em veículos influenciando o desenvolvimento das máquinas agrícolas. Tal tecnologia foi proveniente da indústria (assim como acontece na Agricultura 4.0), e na gestão rural foi desenvolvida com o uso de softwares de desenho de computadores (Computer-Aided Designe – CAD), desenho de mapa e uso de satélites na produção de imagens, via GPS. Mas foi apenas na década de 90 que se popularizou, devido ao desenvolvimento de máquinas agrícolas com receptores e sensores sustentado no uso de GPS, e assim viabilizando as práticas de AP com mapeamento e aplicação de insumos à taxa variada.

Ainda de acordo com os autores, no Brasil a AP começa a ganhar destaque em estudos de acadêmicos em 1996. As máquinas agrícolas embarcam no mercado nacional em 1999 por meio de políticas públicas de subsídio de crédito rural. No mesmo período a EMBRAPA inicia seus trabalhos para o desenvolvimento da metodologia nas fazendas brasileiras. Desde então a AP vem ganhando espaço nas lavouras, porém com algumas barreiras para sua inserção devido aos custos para sua aplicação e falta de conhecimento técnico e prático, embora vem reduzindo com o passar dos anos (SILVA e SILVA-MANN, 2020).

Há uma série de técnicas de AP que podem ser utilizados na gestão das propriedades rurais, sendo um instrumento importante na tomada de decisões por parte dos fazendeiros. Conforme Molin, Amaral e Colaço (2015), as ferramentas da AP que suportam no gerenciamento da produção e que operam de forma conjunta entre si para trazer os benefícios são:

- Geoprocessamento: são tecnologias como Sistemas de Informações Geográficas (SIG), Sistema de Navegação Global por Satélite (GNSS) e Sistemas de Processamento de Imagens (SPI), que por meio de satélites artificiais disponibilizam imagens através de softwares e dispositivos que fornecem dados e informações para o usuário. Na gestão rural pode ser grande aliado para o mapeamento da lavoura e o seu planejamento, com análises e o entendimento das áreas da propriedade (REGHINI e CAVICHIOLI, 2020).

- Sensores e sensoriamento: por meio de sensores e de sua técnica de extrair informações do solo, é uma ferramenta que pode agregar valor ao produtor rural. Isso por meio de temperatura, luz e ondas magnéticas, por exemplo, instaladas em máquinas agrícolas como tratores e implementos, ou mesmo VANT. O sensoriamento remoto permite o agricultor ter uma visão aprofundada sobre o que passa nos talhões produtivos e uma série de ações como

mapeamento de produtividade, biomassa, distúrbios e estresse nas plantas, etc (FORMAGGIO e SANCHES, 2017).

- Mapeamento de produtividade: é a técnica de coletar informações na colheita da produção agropecuária, realizada por sensores e sistemas de posicionamento no formato de mapas, e em utensílios acoplados nas máquinas agrícolas. Tal ferramenta é importante para o produtor acompanhar o desempenho da lavoura com o passar das safras e, orientado por essas informações, tomar as melhores decisões. Com esse mapeamento é possível verificar se há variabilidade nas glebas produtivas (BERNARDI et al., 2018).

- Gestão detalhada das lavouras: através das tecnologias citadas acima, a gestão da AP apresenta ao produtor rural diversas informações sobre suas lavouras, levantar a possibilidade de identificar sua situação, e tomar suas decisões baseado nelas. A gestão detalhada permite ao agropecuarista alavancar sua operação em alguns aspectos que podem impactar na economia de insumos, ganho de produtividade, melhora na qualidade das aplicações e mitigação do impacto ambiental (MOLIN, AMARAL e COLAÇO, 2015).

- Unidades de gestão diferenciada (zonas de manejo): através da gestão detalhada a AP esmiuça ao produtor rural as particularidades que sua propriedade apresenta. É possível identificar cada variabilidade que o solo tem, e assim ter em mente o que cada região necessita de acordo com as especificidades. Assim torna as aplicações homogêneas e determina precisamente o que cada área demanda de acordo variações de topografia, classes de solo, água e nutrientes que podem ser mapeadas, e assim criando as zonas de manejo em que cada unidade terá sua gestão personalizada (SCHWALBERT et al., 2014).

- Aplicação a taxa variável: também é conhecido no meio com o termo inglês “*Variable Rate Technology*” (VRT), e com a gestão personalizada a cada talhão e suas variabilidades, fica evidente a aplicação dos insumos a taxa variável de acordo com o que cada zona de manejo demanda. Através de todas ferramentas já citadas, com o mapeamento da propriedade e o detalhamento de suas especificidades, a aplicação a taxa variável considera toda variabilidade presente na área de produção da fazenda, aumentando a capacidade produtiva e reduzindo custos financeiros e ambientais (BERNARDI et al., 2018).

Com isso e conforme apresentado nessa revisão, existe uma sinergia entre os conceitos de Agricultura 4.0 e AP. Por exemplo, o uso de sensores são técnicas em comum entre as duas formas de gestão. De acordo com Bassoi et al. (2019), a Agricultura 4.0 e toda conectividade disponível pelas novidades tecnológicas servem como catalisadores e aumentam a capacidade de eficiência da gestão por AP. Dessa forma, foi construída uma subseção demonstrando a possibilidade de aliança e benefício do cruzamento de ambas técnicas.

2.3.1 Agricultura 4.0 e Agricultura de Precisão

A concepção de Agricultura 4.0 e AP, conforme mostra a revisão, são distintas uma da outra. Entretanto, por ambas representarem uma mudança na gestão nas propriedades rurais e apresentarem transformações tecnológicas acabam confundidas pelo grande público. De acordo com estudo de Rocha, Lucente e Kalaki (2020) muitos produtores rurais entendem que Agricultura 4.0 é a mesma coisa que AP. Tal afirmação demonstra a dificuldade de clareza dos termos, por mais que ambas formas de gestão possam ser complementares a outra.

Massruhá et al. (2020) define a AP como a terceira revolução no campo, sendo antecessora a revolução apresentada pela Agricultura 4.0. Dessa forma, a Agricultura Digital é a evolução da AP, utilizando das mesmas premissas da AP, como entender que possa existir variabilidade do solo e a aplicação dos insumos de acordo com a necessidade que cada gleba demande, e principalmente com o uso de sensores e do sensoriamento, como forma de coletar as informações da propriedade, e a automação das máquinas agrícolas.

Ainda conforme os autores, a Agricultura 4.0, portanto, apresenta como a evolução da AP e sendo ela mais um elemento dentro do pacote de transformação digital que está inserido na *Smart Farm*, por meio da conectividade e modernidades tecnológicas que permitem maior eficiência nas operações das produções agropecuárias, bem como a possibilidade de gerar mais dados e tomar decisão em tempo real.

Dessa forma essa subseção visa elencar as duas formas de gestão e mostrar como isso pode ser feito na prática nos campos. Assim, Bassoi et al. (2019) apresentou um estudo em que mostra como ambas visões podem trabalhar de forma conjunta. O trabalho mostra a capacidade que a Agricultura 4.0 tem para obter dados e informações, e com isso aprimorar mais as técnicas de AP no manejo das culturas, do solo, dos recursos hídricos e da fitossanidade das plantas, e potencializar todos benefícios que a AP resulta a gestão da propriedade rural. Yuniarto, Herdiana e Junaedi (2020) fizeram um levantamento científicos para saber como as técnicas de Agricultura 4.0 podem auxiliar nas tomadas de decisões por meio da AP e constataram que a integração pode levar celeridade ao processo e redução de custos.

Torky e Hassanein (2020) realizaram um trabalho demonstrando como as tecnologias de *big data*, por meio *Blockchain* (banco de dados que permite que suas informações sejam checadas por um agente verificador), e o emprego de IoT podem ser uteis no desenvolvimento de aplicativos de AP na gestão das operações. Com a integração das tecnologias e do manejo levado pela AP, levou transparência as informações obtidas e na “supervisão de safras, cadeia

de suprimentos, segurança alimentar, registro de terras e transações financeiras entre os fazendeiros ou entre fazendeiros e organizações agrícolas”.

Mekonnen et al. (2019) apresenta uma revisão onde também faz a interligação das tecnologias da Agricultura 4.0, IoT e *big data*, associada ao uso de AP. Além disso, com as informações obtidas pelos dispositivos, por meio da IA, pode ser criado algoritmos que podem auxiliar na tomada de decisões e suportar as ações de AP. Ainda, é apresentado um estudo onde, por meio de IoT, é possível integrar a produção agropecuária com o consumo de energia e de recursos hídricos de forma racionalizada.

Em outro trabalho, Sheikh et al. (2020) também mostra a importância do cruzamento de ambas vertentes. Por meio de softwares de IoT e *big data*, o estudo propõe uma estrutura onde possa ser gerado o maior número de dados possíveis, e com eles podem alimentar o agricultor com cada vez mais elementos para tomar as decisões primordiais para gestão da sua lavoura, e assim utilizando as técnicas de AP para obter a eficiência necessária para alavancar sua produção e reduzir custos.

O estudo de Su et al. (2020), desenvolve a utilização de visão computacional e *deep learning* com drones para o mapeamento da área de uma lavoura de trigo e detectar se há a presença de doenças e pragas. Por meio dessas ferramentas é possível fazer o manejo de acordo com as técnicas de AP, fazendo aplicações de defensivos de acordo com o que as imagens podem detectar.

Brandoli et al. (2020), também na área de controle de pragas e doenças, apresentam um estudo onde é criado para os produtores rurais um aplicativo de celular que consegue mensurar a quantidade de defensivos agrícolas que tem que ser aplicado em específico ponto do talhão. Através do uso da Agricultura 4.0, as técnicas de AP podem ser utilizadas de maneira mais eficaz e rápida pelo produtor rural. Nesse caso, por meio de um aparelho celular é possível tomar a decisão necessária, e isso devido ao emprego de IoT, *big data* e IA.

Com isso, a seguir apresenta uma revisão sobre a ótica econômica e que será utilizada como plano de fundo para mensurar os efeitos da adoção da Agricultura 4.0 na gestão das propriedades rurais.

2.4 Resultado Econômico

A administração financeira é uma ciência fundamental para toda atividade empresarial. Por meio dela é possível fazer a gestão dos negócios de um empreendimento, com políticas de captação e alocações de recursos financeiros da melhor forma, em busca de planejar e controlar

a saúde financeira, bem como administrar ativos e passivos de um negócio. Nessa ótica são gerados dados e informações para o gestor que culminam em resultados econômicos e financeiros. Apesar de ambos estarem ligados a administração financeira, são conceitos divergentes (ASSAF NETO, 2007).

De acordo com o mesmo autor, as duas visões fornecem resultados finais da atividade produtiva de uma empresa, porém há diferenças em seus métodos de ação. A principal divergência provém sobre o regime que adotam, onde o econômico adere o regime por competência e a financeira por regime de caixa.

São metodologias complementares e que auxiliam nas decisões que as empresas podem tomar. A competência considera as entradas e saídas a partir do momento que é concluída uma negociação. O regime de caixa pondera as entradas e saídas a partir do momento que de fato as ocorrem. Por exemplo, em vendas com recebimentos parcelados o regime de caixa considera a partir do momento de entrada de cada parcela (MARION, 2008).

O presente estudo adota a visão econômica para poder mensurar a eficiência, ou não, sobre os lucros dos produtores rurais ao final da safra 2020/2021. E para tal análise existe a Demonstração do Resultado do Exercício (DRE), que é o relatório que mensura o desempenho de uma empresa durante o exercício, onde é resumido as receitas e despesas da organização. A Tabela 1 demonstra a estrutura de uma DRE (MATARAZZO, 2007).

Tabela 1 - Demonstração do Resultado do Exercício (DRE)

| Demonstração do Resultado do Exercício (DRE) |
|---|
| |
| RECEITA OPERACIONAL BRUTA |
| (-) impostos |
| (-) devoluções |
| (-) abatimentos |
| RECEITA OPERACIONAL LÍQUIDA |
| (-) custo de mercadoria vendida / custo dos produtos vendidos |
| LUCRO BRUTO |
| Despesas operacionais |
| (-) despesas com vendas |
| (-) despesas gerais e administrativas |
| (-) honorários de administração |

| |
|--|
| (-) despesas financeiras |
| (-) receitas financeiras |
| LUCRO OPERACIONAL |
| (-) resultado não operacional |
| LUCRO ANTES DO IMPOSTO DE RENDA |
| (-) provisão para o imposto de renda |
| LUCRO LÍQUIDO |

Fonte: adaptado Assef Neto, 2007.

A DRE é uma ferramenta simples, mas que é de grande valia para qualquer pessoa que for fazer a análise sobre tal empresa. Por meio dela é possível verificar se a crescimento dos resultados ao passar dos anos, identificar se os objetivos estão sendo atingidos, se o lucro líquido nas mesmas proporções da receita líquida, a relação entre receitas e custos, entre outra série de visões (LUDICIBUS, 2016).

Para o presente trabalho, por se tratar de uma atividade rural e de apenas uma safra de única cultura foi adotado um formato simplificado de DRE, conforme mostra a Tabela 2.

Tabela 2 - Demonstração do Resultado do Exercício Rural (DRE) Rural

| |
|------------------------------------|
| DRE |
| Receita Operacional Bruta |
| (-) Funrural |
| Receita Operacional Líquida |
| (-) Custo de Produção |
| Resultado Líquido |

Fonte: adaptado Schinato et al. (2018)

Matarazzo (2007) relata que há diversas maneiras de mensurar os resultados obtidos pelas empresas e precisamente é utilizado os índices de rentabilidade para medir a eficiência dos números apresentados ao final da DRE. Os indicadores mais utilizados nas análises variam entre margem líquida (lucratividade), margem operacional, margem bruta, retorno sobre o total do ativo (ROA), retorno sobre o patrimônio líquido (ROE). O presente trabalho irá adotar a margem líquida (lucratividade) para fazer a análise econômica dos produtores rurais voluntários do estudo.

Padoveze e Benedicto (2011) defendem que lucratividade e margem líquida podem ser consideradas sinônimas. A lucratividade é o percentual de lucro da organização em relação as receitas obtidas no exercício, ou seja, o retorno que a empresa dá para cada real comercializado. Conforme define o SEBRAE, “a Lucratividade é um indicador de eficiência operacional obtido sob a forma de valor percentual e que indica qual é o ganho que a empresa consegue gerar sobre o trabalho que desenvolve”.

3 METODOLOGIA

O presente trabalho pretende adotar métodos que atendem o cumprimento do objetivo proposto para a elaboração do estudo. Para isso foi adotada uma pesquisa exploratória e descritiva, através de abordagem predominantemente qualitativa, que será realizada em duas etapas. Isso, para analisar as variáveis propostas nas gestões das propriedades rurais do objeto de estudo, e consequentemente se o conceito de Agricultura 4.0 está sendo empregado e os impactos no gerenciamento operacional das fazendas. Serão utilizadas informações primárias e secundárias e de maneira intencional (MARCONI; LAKATOS, 1996).

Assim, a pesquisa aborda seis produtores rurais de soja cooperados na Cooperativa Agropecuária do Alto Paranaíba (COOPADAP), aos quais aderem tecnologias em suas lavouras e que possa ser realizado as análises propostas, o que caracteriza um estudo multicaso. A escolha por seis produtores se dá ao fato de trazer capilaridade e confiabilidade aos dados apresentados no estudo, conforme a abordagem multicaso evidencia.

A opção pela utilização do estudo multicase como abordagem metodológica deve-se a natureza do fenômeno que ocorre de fato no âmbito das organizações, cujo acesso as informações e o contexto das influências dos objetivos de desempenho da produção no gerenciamento de custos se dão mediante a proximidade da relação entre pesquisador e objeto. Segundo Boyd e Westfall (1987), o estudo multicase é conveniente na identificação de três fatores: fatores comuns a todos os casos no grupo escolhido; fatores não comuns a todos, mas apenas a alguns subgrupos; e fatores únicos em caso específico.

Yin (2005) afirma que, frequentemente, a evidência resultante de um estudo multicase é considerada mais determinante, e o estudo como um todo, mais robusto. No entanto, o autor aponta para as maiores exigências de tempo e recurso que esse método pode representar. Apesar disso, optar-se-á por sua utilização no presente estudo pelo fato de permitir maior abrangência dos resultados, ao ultrapassar a singularidade de dados referentes a um único produtor rural. Dessa forma, dentre toda diversidade de informações e dados que podem levar ao pesquisador, se explica a opção por essa metodologia. Além disso, a opção por esse método se dá pelo fato de ser mais adequado e ter a possibilidade de dar profundidade a pesquisa a respeito do tema Agricultura 4.0.

A primeira etapa da pesquisa se baseia através de observações, análises de registros e a interpretação desses resultados. É uma ferramenta em que o pesquisador pode precisar seu embasamento por meio de números e garantir que não possa ter deformidade de seu estudo.

Por esse trabalho ser uma pesquisa descritiva, levantar dados e informações podem retratar bem o cenário do objeto estudado e explicá-lo. No presente caso, essa etapa elucidou a gestão adotada e perfil dos produtores rurais, de maneira a ser considerada a primeira análise para alcançar o objetivo proposto (SABBAG, 2017).

Em suma, a etapa foi dedicada a analisar sobre a gestão das propriedades rurais exploradas. Serão coletadas informações por meio de questionário técnicos e sobre o resultado econômico, por meio da Demonstração do Resultado de Exercícios (DRE), da última safra de soja dos produtores rurais. Foram mensurados custos, receitas e lucratividades de cada produtor rural. Os custos de produção foram definidos e baseados nos modelos disponibilizados pela CONAB, com mensuração de custos de insumos, serviços e arrendamento.

A partir da avaliação apresentada pela primeira etapa, inicia-se uma nova etapa do estudo. Por meio de uma abordagem qualitativa, a segunda etapa foi ideal para enxergar a realidade tecnológica das propriedades rurais que foram estudadas e fazer as análises da maneira mais eficaz possível. Para Strauss e Corbin (1990), a pesquisa qualitativa é a forma de explorar uma situação com possibilidade de buscar as respostas das dúvidas através de observações e situações aonde não existe um número que define tal situação em si.

A opção pela abordagem qualitativa nessa etapa se dá pelo fato de ser uma metodologia que permite o pesquisador a verificar um cenário complexo de forma mais assertiva e menos vinculada a um resultado estatístico, podendo enxergar as reais causas para resultar em tal consequência (YIN, 1994). Ainda no contexto do presente trabalho, ao qual estuda uma nova vertente sobre as propriedades, onde há poucas informações e bibliografia perante ao tema pretendido, a análise nas gestões rurais foi de extrema riqueza para alcançar o objetivo proposto, e identificar o impacto que os avanços tecnológicos podem trazer ao setor agropecuário.

Assim a segunda etapa do presente estudo se deu por meio de questionários estruturados com os gestores de cada propriedade, com a finalidade de compreender qual é o emprego adotado nas operações das lavouras, se há a utilização de novidades tecnológicas nos processos e de que forma impactou o gerenciamento na última safra. De acordo com Triviños (1987, p. 146), “a entrevista estruturada favorece não só a descrição dos fenômenos sociais, mas também sua explicação e a compreensão de sua totalidade”. Conforme o autor, as respostas que serão trazidas poderão fomentar novas hipóteses de maneira que poderá atingir o objetivo proposto no trabalho.

Com isso, foi considerada, também, uma pesquisa exploratória-descritiva. De acordo com Gil (2007), a pesquisa exploratória visa levar o autor a chance de trabalhar de forma próxima ao problema e dar a possibilidade de explicá-lo. A pesquisa descritiva tem finalidade de descrever as características do material estudado. Em ambos os casos são levantados materiais bibliográficos para conhecimento do assunto, entrevistas com pessoas que possuem experiência e grau de entendimento sobre o tema abordado (GIL, 2007).

Seguindo os métodos optados para construção do estudo, seguem as etapas e procedimentos conforme mostra a Figura 3.

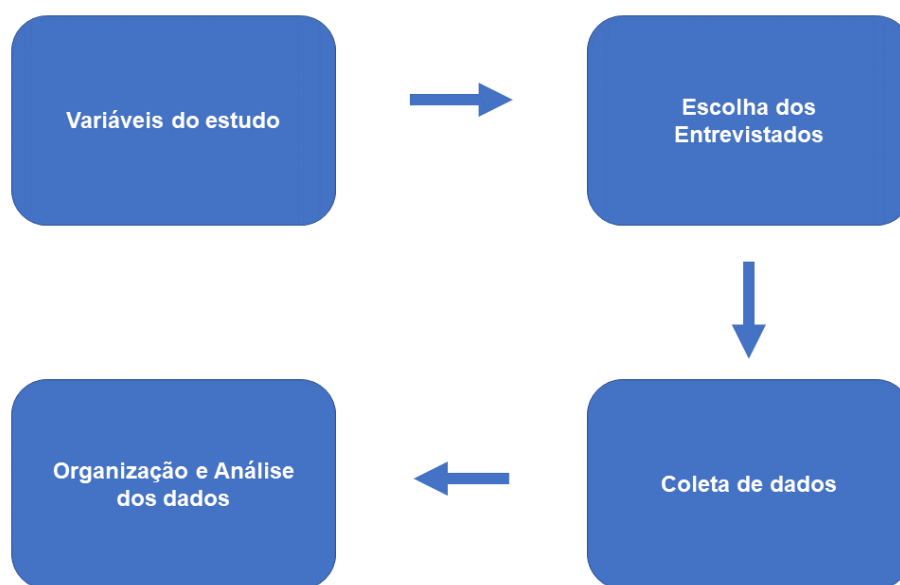


Figura 3: Etapas e procedimentos para a elaboração do estudo

Fonte: elaborado pelo autor

Ainda, o estudo foi realizado com certa dificuldade e limitação por conta do cenário pandêmico que a COVID-19 afetou a sociedade durante o período da realização da pesquisa. Por conta das recomendações de distanciamento social para evitar o contágio em massa da doença e preservar o pesquisador, bem como os entrevistados, a elaboração do estudo teve que ocorrer de maneira remota e virtual, reduzindo a possibilidade de observação *in loco*.

3.1 Variáveis do Estudo

As variáveis do estudo foram aplicadas por meio de entrevistas com produtores rurais na busca de respostas em relação ao objetivo da pesquisa. A definição das variáveis se deu em

duas fases, e essas informações, posteriormente, foram analisadas e tratadas a fim de poder chegar à conclusão sobre o impacto da Agricultura 4.0 nas lavouras.

A primeira etapa apresentará duas variáveis: perfil do produtor rural e resultado econômico da produção de soja safra 2020/2021. A primeira dedicou-se a finalidade de traçar o perfil produtivo da propriedade rural entrevistado, o conhecimento sobre sua experiência e sua capacidade produtiva, conforme questionário do Quadro 1.

Quadro 1: Perfil produtivo da propriedade entrevistada

| Questionamentos | Informações |
|--|--|
| 1. Qual o nome da propriedade? E qual é o tipo de posse (proprietário, arrendador, parceria, etc)? | Identificar o nome da propriedade e a condição de posse. |
| 2. O que é(são) produzido(s) na área? | Identificar com qual(is) cultura(s) o produtor trabalha. |
| 3. Qual a área da(s) produção(ões)? | Identificar a área de produção em hectares e mensurar o porte do produtor. |
| 4. Trabalha há quanto tempo na atividade rural e, especificamente, com essa(s) produção(ões)? | Mensurar qual é o tempo de experiência do produtor com a atividade rural e com a(s) lavoura(s) atual. |
| 5. Qual sistema produtivo é utilizado? | Identificar qual é o método de produção utilizado – por exemplo, convencional, orgânico, etc. |
| 6. Utiliza equipamento(s) de irrigação? Se sim, de qual tipo? | Verificar se é utilizado recursos hídricos por meio de irrigação artificial, e de qual tipo: aspersão, gotejamento, etc. |
| 7. Qual a produtividade média da(s) cultura(s)? | Mensurar a produtividade média do produtor em suas culturas para dimensionar sua capacidade produtiva. |
| 8. Para quem é(são) fornecido(s) sua produção? | Identificar para quem é fornecida o(s) produtos e verificar aspectos relacionado ao mercado. |

| | |
|--|--|
| 9. Quantas pessoas trabalham na lavoura? | Relatar o número de pessoas envolvidas no processo operacional da propriedade. |
|--|--|

A segunda variável mensurou a capacidade econômica de cada produtor rural, o que auxiliou a análise da segunda etapa do estudo. A Tabela 1 apresenta as variáveis relacionadas aos custos de produção, baseadas em modelo fornecido pela CONAB. As receitas são variáveis relacionadas a produtividade e o preço obtido para o produto, e os resultados (lucro ou prejuízo) são calculados de acordo com a equação, conforme Tabela 3 e fórmulas a seguir.

| Lavoura de Soja - Orçamento Analítico | | Produtividade Média (sacas/Ha) | |
|--|---------|-----------------------------------|--------|
| Produção de Soja | | Área plantada (Ha) | |
| | | Região São Gotardo / MG | |
| INSUMO | Unidade | Quantidade/Ha | R\$/Ha |
| Fertilizante Formulados - Plantio | T | | |
| Fertilizantes Foliar | T | | |
| Fertilizantes Químicos | T | | |
| Fertilizantes Fosfatado | T | | |
| Corretivos | T | | |
| Sementes | KG | | |
| Adjuvante | KG ou L | | |
| F. Foliar - Adjuvante | KG ou L | | |
| F. Foliar - Bactericida; F. Foliar - Fungicida | KG ou L | | |
| F. Foliar - Nematicida Microbiológico | KG ou L | | |
| Fungicida | KG ou L | | |
| Fungicida; Acaricida | KG ou L | | |
| Herbicida | KG ou L | | |
| Inoculante | KG ou L | | |
| Inseticida | KG ou L | | |
| Inseticida; Acaricida | KG ou L | | |
| Inseticida; Adjuvante; Acaricida | KG ou L | | |
| Regulador de Crescimento | KG ou L | | |
| Sais | KG ou L | | |

| | | | |
|--|--|--|------------|
| | | | |
| SubTotal 1 | | | R\$ |
| | | | |
| SERVIÇO | | | R\$/Ha |
| Aplicação de Inseticida, Acaricida e Fungicida | | | |
| Aplicação de Herbicida | | | |
| Irrigação por Pivô Central | | | |
| Plantio e adubação | | | |
| Cobertura | | | |
| Aplicação Foliar | | | |
| Colheita Mecanizada | | | |
| Transporte Interno da Produção | | | |
| Pós-Colheita | | | |
| Comercialização | | | |
| Adubação em pré-plantio | | | |
| | | | |
| SubTotal 2 | | | R\$ |
| | | | |
| CUSTO DE TERRA | | | R\$/Ha |
| Arrendamento | | | |
| | | | |
| SubTotal 3 | | | R\$ |
| | | | |
| TOTAL (1+2+3) | | | R\$ |

Tabela 3: Variáveis de custo de produção

Fonte: adaptado de CONAB (2021)

Fórmulas (ASSAF NETO, 2010):

- Cálculo de receita

$$Rt = Produtividade Total \times Preço de Venda$$

- Cálculo lucro (ou prejuízo) do exercício

$$Lucro = Receita Total - Custo Total$$

- Cálculo lucratividade do exercício

$$Lucratividade = \frac{Lucro\ Líquido}{Receita\ Total} \times 100$$

A segunda etapa se deu a construção por meio de variáveis referente a análise da utilização das novidades tecnológicas na gestão operacional da propriedade, conforme apresentados nos Quadro 2. O quadro apresentará o questionário sobre Agricultura 4.0 e sua adoção ou não por parte dos produtores voluntários.

Quadro 2: Adoção de Agricultura 4.0 pela propriedade rural.

| Questionamentos | Informações |
|---|--|
| 1. Você conhece ou ouviu falar sobre Agricultura 4.0? Se sim, o que você conhece sobre Agricultura 4.0? | Relatar o conhecimento ou não sobre Agricultura 4.0 |
| 2. Você possui acesso à internet em sua lavoura (wifi ou rede móvel)? Se sim, qual é a qualidade do sinal? | Observar se há acesso a conectividade de internet na propriedade. |
| 3. Você utiliza dispositivo(s) móvel(is) para alguma atividade da lavoura? Se sim, para qual(is) finalidade(s)? | Mostrar se há a utilização de dispositivos móveis em alguma operação. |
| 4. É utilizado algum sistema de gestão de dados na tomada decisões? Se sim, de que forma é utilizado? | Verificar se há utilização de dados na gestão da lavoura. |
| 5. Qual(is) é(são) a(s) máquina(s) e implemento(s) presente(s) na propriedade? Alguma das máquinas possuem aparato tecnológico? | Detectar qual(is) máquina(s) e implemento(s) há na propriedade, e se há alguma tecnologia associada a ela. |
| 6. Utiliza software(s) na gestão das operações da propriedade (financeiro, meteorologia, acompanhamento de mercado, de máquinas, etc)? Se sim, para qual(is) finalidade(s)? | Identificar se utilizar algum software na gestão operacional da propriedade. |

| | |
|--|--|
| 7. Possui algum tipo de sensor(es) na operação da propriedade, seja acoplado em tratores e implementos, instalados no solo ou por meio de drones? Se sim, para qual finalidade(s) é(são) o uso do(s) sensor(es)? | Constatar se utiliza algum tipo de sensor em sua gestão operacional da propriedade, e sua finalidade. |
| 8. É utilizada máquina(s) de aprendizagem ou utilização de máquinas autônomas nas operações da plantação? Se sim, para qual(is) finalidade(s)? | Identificar se há a adoção de <i>machine learning</i> em alguma etapa operacional da gestão rural. |
| 9. Faz algum tipo de mapeamento da área produtiva? Se sim, qual(is) é(são) o(s) mapeamento(s)? | Observar se é feito algum mapeamento da área produtiva da propriedade. |
| 10. Faz análise de solo da área produtiva? Se sim, com qual frequência? | Constatar se há estudo sobre os nutrientes do solo da propriedade. |
| 11. É feito algum trabalho de prevenção e/ou controle de doenças e pragas? Se sim, de que forma? | Identificar se há trabalho com prevenção e/ou controle de doenças e pragas nas lavouras, e de que forma é feito. |
| 12. Existe alguma seleção de mudas e/ou sementes para o plantio? Se sim, de que forma é a seleção? | Verificar se há a utilização de quais espécies de mudas e/ou sementes no plantio. |
| 13. Para o plantio e tratos culturais, é(são) utilizada(s) alguma(s) máquina(s) ou são aplicações feita por funcionários? Se for utilizado máquina(s), qual(is) é(são)? | Relatar se há trabalho humano ou se há trabalho realizado por máquina nas etapas do processo produtivo. |
| 14. Na colheita e pós-colheita, é utilizada alguma máquina nesses processos ou são apenas ações humanas? | Identificar se há uso de máquina ou não na fase final da produção. |
| 15. Se você adota alguma das práticas questionadas anteriormente, qual é o benefício que traz à sua gestão? | O relato do produtor de qual é o benefício sobre a adoção das técnicas da Agricultura 4.0. |
| 16. Se você não adota nenhuma das práticas questionadas anteriormente, pretende adotar? E porque ainda não foram adotadas? | O relato do produtor do motivo de não adotar as técnicas da Agricultura 4.0. |
| 17. Você utiliza o serviço de alguma empresa ou profissional que presta assistência técnica direcionada a Agricultura 4.0? | Verificar se há alguma prestação de serviço de terceiros ao produtor. |
| 18. Participa de dia de campo, palestras, treinamentos e outros tipos de evento sobre técnicas agronômicas? | Observar se o produtor faz algum tipo de capacitação. |

| | |
|---|---|
| 19. Qual o seu interesse sobre novidades tecnológicas? E por quê? | Entender se há interesse por parte dos produtores sobre novidades tecnológicas. |
| 20. Qual sua opinião sobre as técnicas da Agricultura 4.0? Acredita que há dificuldades para sua adoção? Se sim, qual(is) é(são)? | A opinião e relato do entrevistado sobre a Agricultura 4.0 e se há dificuldade ou não em sua adoção, e qual(is) é(são) essas barreiras. |

3.2 Escolha dos Entrevistados

A opção se deu por produtores rurais de soja devido ao contato do pesquisador com a cooperativa e o fato da produção da cultura ser de alta relevância, além de esperar que os mesmos evidenciem o alto grau do emprego de tecnologias nas lavouras. Alcançar o objetivo do estudo seria facilitado devido ao cenário mais desenvolvido com a adoção das práticas da Agricultura 4.0.

Assim, foram escolhidos seis produtores rurais de soja obedecendo os seguintes critérios:

- Os seis produtores participantes devem estar localizados na região de São Gotardo (MG);
- Os seis produtores serem cooperado à cooperativa;
- Os seis produtores serem portadores de itens tecnológicos na produção;
- Produtores rurais que realizam a gestão da sua propriedade por meio de recursos tecnológicos para mensuração de seus custos e receitas;
- Produtores rurais dispostos a participar e contribuir com suas experiências para o desenvolvimento do estudo.

3.3 Coletas de Dados

A coletas de dados para a elaboração da pesquisa seguiu as seguintes etapas:

- Pesquisa bibliográfica: artigos, dissertações, teses, revistas, livros, relatórios e dados científicos, seja documental ou digital, utilizando de palavras-chaves como “Agricultura 4.0”, “Agricultura Digital”, “Fazenda Inteligente”, “*Smart Farm*”, “*Smart Agro*” e “*Agriculture 4.0*”;
- Orçamento analítico da última safra dos produtores rurais selecionados;

- Entrevista estruturada por meio de formulários com os produtores rurais.

A primeira etapa dedicou-se coletar as respostas do perfil produtivo dos produtores voluntários, por meio de uma entrevista estruturada, e os resultados econômicos das propriedades rurais, por meio da DRE da última safra. De posse das informações das características que representam os produtores serão analisadas as informações econômicas de cada um, por meio dos orçamentos analíticos dos custos de produção de cada propriedade e realizar o cruzamento com as receitas de cada exercício, com a finalidade de mensurar a lucratividade. Os custos de produção foram baseados de acordo no modelo disponibilizado pela CONAB, conforme apresentado no item 3.1.

A segunda etapa constou com coleta de dados a fim de entender o emprego das tecnologias na gestão operacional de cada propriedade rural. Por meio de um roteiro de entrevistas estruturado os produtores rurais foram indagados acerca do assunto proposto, e com as respostas foi viável correlacionar com o resultado da lucratividade de sua gestão. Com isso, é possível compreender o impacto da Agricultura 4.0 na gestão das propriedades rurais. As entrevistas foram feitas via formulários, diretamente com os responsáveis pela gestão das mesmas. Devido ao estado pandêmico da COVID-19, onde não foi possível a visita presencial nas propriedades.

3.4 Organização e Análise de Dados

Uma vez realizada a coleta de dados foi possível realizar as análises necessárias para se atingir os objetivos propostos pela pesquisa. As respostas dos produtores rurais foram armazenadas e tratadas a fim de poder entender o impacto que a Agricultura 4.0 pode ter na gestão das propriedades rurais, com o aumento ou não da produtividade, emprego mais preciso dos insumos químicos, os possíveis ganhos ambientais de sua adoção e a viabilidade econômica da implantação às propriedades rurais.

Os dados das entrevistas foram exportados para o *Microsoft Excel* ao qual permitiu tabular as respostas e montar quadros com os resultados do questionário (Apêndice). Com isso foi possível mensurar os impactos da gestão da Agricultura 4.0 nas propriedades, ainda sendo considerado o conhecimento adquirido por meio da revisão teórica e pelas observações nas propriedades visitadas.

Finalmente, o estudo utilizou a Análise de Conteúdo para fazer a interpretação dos dados apresentados e chegar à conclusão sobre o objetivo proposto. De acordo com Bardin (2011), a Análise de Conteúdo “um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando a obter,

por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens”.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esse capítulo está dividido em duas subseções as quais apresentam os resultados da pesquisa realizada, bem como a discussão dos dados apresentados: perfil dos produtores, resultado econômico e, por fim, adoção e entendimento sobre as tecnologias.

A primeira subseção apresenta as duas etapas do estudo, que é a definição do perfil dos produtores rurais da região de São Gotardo-MG, voluntários do estudo, e seus resultados econômicos da safra de soja 2020/2021, por meio da Demonstração do Resultado do Exercício (DRE), de maneira que possa ser apresentado ao leitor informações sobre qual é o público que estará sendo analisado para chegar ao objetivo proposto no trabalho.

A segunda subseção desenvolve a terceira etapa do estudo: a adoção de tecnologias da Agricultura 4.0 nas lavouras produtivas da cultura de soja. Foram apresentados os dados sobre a abordagem aos seis produtores rurais em relação à adoção das tecnologias em suas unidades produtivas, quais suas visões e o impacto em suas respectivas atividades rurais.

Dessa forma foram retratados os resultados das entrevistas e da abordagem do perfil/econômica dos produtores que estão no objeto de estudo, e por conseguinte realizou-se a análise, leitura e correlação dos resultados, a fim de elucidar a adoção das tecnologias utilizando o resultado econômico como plano de fundo.

4.1 Perfil dos Produtores

A subseção apresenta características sobre o perfil dos produtores rurais que participaram da pesquisa realizada no estudo, todos da região de São Gotardo-MG. Foram indicadas informações nos Quadros 3 e 4 que detalham sobre as suas capacidades produtivas, experiências na agricultura, métodos de trabalhos, formas de comercialização e números de funcionários. Mais adiante, o Quadro 5 apresenta as informações econômicas de cada um deles, com os resultados da safra 2020/2021 de soja.

Quadro 3 – Informações de perfil do produtor 1, 2 e 3

| Itens | Produtor 1 | Produtor 2 | Produtor 3 |
|---|---|--|---|
| 1. Tempo de experiência na atividade rural | 47 anos | 60 anos | 40 anos |
| 2. Tipo de posse da propriedade | Próprio | Arrendamento | Próprio |
| 3. O que é produzido na propriedade | Café, Abacate, Cenoura, Soja, Milho, Trigo, Batata, Alho e Cebola | Soja, milho, trigo, alho, batata e cenoura | Café, abacate, Soja, milho, trigo, cebola, batata e cenoura |
| 4. Área produzida de soja (ha) | 310,6 | 352,30 | 242,89 |
| 5. Sistema produtivo adotado | Plantio direto e convencional | Área irrigada plantio convencional e sequeiro com plantio direto | Plantio direto e convencional |
| 6. Sistema de irrigação | Sistema de pivô central em parte da produção | Sistema de pivô central em parte da produção | Sistema de pivô central em parte da produção |
| 7. Produtividade média de soja por hectare | 71,4 sacas | 67,46 sacas | 70,25 sacas |
| 8. Local de fornecimento de produção | Cooperativa | Cooperativa | Cooperativa |
| 9. Funcionários na propriedade | 35 funcionários | 11 | 17 funcionários |

Fonte: elaborado pelo autor

Quadro 4 – Informações de perfil do produtor 4, 5 e 6

| Itens | Produtor 4 | Produtor 5 | Produtor 6 |
|---|--|--|--|
| 1. Tempo de experiência na atividade rural | 26 anos | 40 anos | 17 anos |
| 2. Tipo de posse da propriedade | Próprio | Próprio | Próprio |
| 3. O que é produzido na propriedade | Soja, Milho, Trigo e Café | Café, Abacate, Alho, Batata, Soja, Milho e Trigo | Beterraba, Cenoura, Cebola, Alho, Café, Abacate, Milho, Soja, Trigo, Feijão e Batata |
| 4. Área produzida de soja (ha) | 162,40 | 505,11 | 695,00 |
| 5. Sistema produtivo adotado | Área irrigada plantio convencional e sequeiro com plantio direto | Área irrigada com plantio convencional e sequeiro com plantio direto | Plantio direto e convencional |
| 6. Sistema de irrigação | Sistema de pivô central em parte da produção | Sistema de pivô central em parte da produção | Não há sistema de irrigação |
| 7. Produtividade média de soja por hectare | 81,69 sacas | 67,58 sacas | 71,32 sacas |
| 8. Local de fornecimento de produção | Cooperativa | Cooperativa | Cooperativa |
| 9. Funcionários na propriedade | 5 | 28 | 38 funcionários |

Fonte: elaborado pelo autor

4.1.1 Tempo de experiência na atividade rural

O aspecto experiência pode ser considerado como uma barreira para o sucesso de uma atividade, porém não é o que foi encontrado com as respostas dos produtores participantes do estudo. Todos possuem mais de 15 anos de experiência, e bagagem com sucessos, frustrações e aprendizagens durante os anos de atuação.

A média de experiência entre os seis produtores é de aproximadamente 38 anos. Tempo suficiente para ter o conhecimento do campo. Nesse aspecto vale ressaltar os Produtores 2 e 6.

O primeiro possui 60 anos de experiência na atividade rural, e passou pelas mais diversas mudanças que já ocorreram dentro agricultura, conforme relatado na revisão teórica – passando pelo início da Revolução Verde, a abertura da fronteira agrícola brasileira, o advento da Agricultura de Precisão e agora com a modernização das tecnologias no campo com a Agricultura 4.0.

Já o Produtor 6 possui o menor tempo de experiência dentre os participantes do estudo, com 17 anos de atuação nas atividades rurais. Ainda que conte com menos tempo de atividade, possui experiência relevante. Conforme a literatura, passou pela transição e amadurecimento da Agricultura de Precisão até o presente momento, junto à Agricultura 4.0.

Nada pode ser estabelecido a princípio com esses dados, mas com o andamento do estudo vale a pena confrontar com as posições presentes na revisão teórica: onde dizem que o produtor com mais experiência é mais resistente em aceitar os avanços tecnológicos, tendo a crença por sua atuação empírica, e em contraponto os produtores mais novos são os expoentes da adoção das práticas modernas da Agricultura 4.0.

4.1.2 Tipo de posse da propriedade

No meio rural é comum o “comércio” de terras produtivas. Conforme estudo de Fonseca (2021), o custo para aquisição propriedades rurais é muito alto e está em posse de algumas famílias. E uma das saídas para poder produzir é via parceria e/ou arrendamento, com o produtor pagando uma espécie de aluguel ao proprietário da terra, o que pode limitar os resultados econômicos desse empresário rural, tornando mais custosa a produção de alimentos.

No presente estudo o cenário é diferente. A grande maioria dos produtores possuem terras próprias em sua exploração rural. Apenas o Produtor 2 não é proprietário de sua área produtiva e recorre ao arrendamento para exercer a produção agropecuária.

Em suma, isso demonstra um panorama animador, os investimentos nas produções são mais viáveis quando a terra é própria, principalmente quando se trata de ativos fixos. E nesse cenário, surge a Agricultura 4.0 e sua adoção, onde teoricamente é mais factível o emprego de novas tecnologias em áreas produtivas próprias.

Nessa perspectiva o Produtor 2 pode apresentar grande desvantagem perante aos demais produtores. Além de obter um custo extra na sua produção com o arrendamento, se torna mais difícil investir na atividade e em novas tecnologias. Por exemplo, ao adquirir uma nova máquina o agricultor não teria local para fazer a armazenagem desse item. Dessa forma, mediante a eventual impossibilidade de investimento, o Produtor 2 pode não demonstrar a mesma capacidade produtiva que os demais produtores rurais.

4.1.3 O que é produzido na propriedade

A diversidade na produção é fundamental para a sustentabilidade do produtor rural, conforme Endo et. Al (2018) e Schuster e Deponti (2021) relatam, o que possibilita ao agricultor a oportunidade de obter resultados em mais de uma espécie, não ficando refém sobre uma específica *commoditie* das possíveis variações de mercado e de fitossanidade, por exemplo.

Rambo et al. (2021) salienta que a rotação de cultura pode proporcionar inúmeras vantagens para a conservação do solo. Além de seu aprofundamento e da descompactação, com os plantios associados a leguminosas é possível incrementar nitrogênio, sequestrar carbono e enriquecer o solo com nutrientes, gerando resultados físicos, químicos e biológicos, podendo funcionar como catalisador no aumento de produtividade das culturas.

Nesse contexto é notável que todos os produtores participantes do estudo apresentem diversificação em suas produções. Seja com culturas anuais de grãos, como os grãos e leguminosas citadas anteriormente, ou com culturas permanentes, como café e abacate. Essa diversificação de exploração de diferentes espécies vegetais proporciona ganhos benéficos por suas diferentes características físicas e químicas. Pode haver ganhos nutricionais na fertilidade do solo devido à fixação residual de elementos químicos deixados por culturas anteriores, ou por diferenças nas exigências hídricas ou de luminosidade da espécie vegetal plantada.

Os Produtores 1, 3, 5 e 6 apresentam uma grande diversidade de culturas, mesclando culturas anuais e permanentes, os Produtores 2 e 4 também demonstram essa diversificação, porém não contam com o *mix* de culturas anuais e permanentes. No caso do Produtor 2, o fato de ser arrendatário talvez possa explicar a escolha por apenas cultivos anuais.

4.1.4 Área produzida de soja (ha)

O presente trabalho tem como plano de fundo de estudo a produção de soja, através dessa premissa foi definido fazer a análise do tamanho das áreas produtivas em cima apenas dessa cultura.

A quantidade de área produzida pode ser uma ferramenta importante para os produtores, conforme a literatura apresenta, por meio de ganho de escala produtiva e economia de escopo podem ser estabelecidos com quanto mais houver de produção. Assim existe a possibilidade de quem produzir mais obter vantagens na lavoura, sobretudo sobre os custos despendidos.

A média de área dos produtores abordados é de 378 hectares de produção de soja, entretanto é notável a amplitude dos valores sobre alguns dos produtores participantes. Os Produtores 5 e 6 apresentam os maiores volumes de áreas exploradas com, respectivamente, 505,11 hectares e 695 hectares na safra recém terminada. No caso do Produtor 6, de acordo com as normas do INCRA, é considerada como grande propriedade por possuir mais de 15 módulos rurais (um módulo rural em São Gotardo-MG são 40 hectares).

Contudo, o Produtor 4 apresenta um panorama sobre a área de produção divergente da média do grupo e distante dos dois citados anteriormente, com 162,4 hectares disponibilizado para a cultivo de soja na safra 2020/2021. Esses dados podem apresentar algumas dificuldades com economia de escala e escopo ao produtor, cenário oposto aos Produtores 5 e 6.

4.1.5 Sistema produtivo adotado

O sistema produtivo que os produtores adotam em suas lavouras podem ser comparadas a uma decisão estratégica sobre qual tipo de manejo adotará para o plantio da sua produção. Os sistemas mais usuais da agricultura brasileira são o sistema de plantio convencional (SPC) e sistema de plantio direto (SPD).

Conforme Freitas, Silva e Avanzi (2013), o SPC é um preparo de solo que conta uma ou mais arações e duas gradagens niveladoras, numa maneira em que se mistura os nutrientes na terra. A vantagem desse manejo é o contato criado entre solo-semente nas aplicações e pulverizações pós preparo e plantio, facilitando a emergência e absorção dos insumos, assim como o controle sobre ervas daninhas. A desvantagem é o risco que corre com problemas como erosão e lixiviação do solo com as ações temporais do clima.

Já o SPD é considerado um sistema conservacionista, tido como sustentável e tratado dentro do grupo de boas práticas agrícolas, por aplicar menos insumos no solo, menor uso de máquinas (como aradores e niveladores) e aproveitar a palhada da cultura anterior como uma espécie de cobertura e evitar os riscos de erosão e lixiviação do solo. É ideal para culturas rotacionais devido as sobras de culturas anteriores e o enriquecimento de nutrientes, principalmente com a possibilidade fixação de nitrogênio ao solo (DENARDIN et al, 2012).

As respostas dos produtores voluntários da pesquisa mostram que todos adotam ambas as formas de manejos. Alguns especificam que nas áreas irrigadas operam via SPC e nas áreas de sequeiros optam pelo SPD. Como relatado no início da subseção, é uma decisão estratégica pelos produtores, planejada por meio de variáveis que vão desde custo da produção, informações meteorológicas e necessidades do solo. A literatura indica que o SPD não pode ser uma constante e em certos períodos é condicionado uma reforma de solo para balanceamento quanto a acidez e cadeia de nutrientes. De certa forma as respostas indicam o conhecimento técnico dos produtores e consciência sobre os parâmetros sustentáveis da produção agrícola.

4.1.6 Sistema de irrigação

O sistema de irrigação surgiu como grande aliado do produtor para mitigar possíveis riscos de crises hídricas e de pluviosidade, assim como uma ferramenta para poder produzir mais alimentos para a sociedade, sendo um avanço tecnológico empregado pela Revolução Verde, conforme indicou a revisão teórica sobre o tema.

Alves Junior et al. (2018) demonstra que a irrigação é uma realidade na produção de grãos no Brasil, popularizado pelo sistema de pivô central. Tal método é ideal para grandes áreas devido sua facilidade de manuseio, facilidade pela automação e uniformidade da aplicação. Além de utilizar água, alguns produtores já utilizam a fertirrigação. De fato, o sistema de pivô garante ao produtor uma possibilidade de expandir suas safras ao decorrer do ano, sem ficar refém das pluviosidades, podendo

realizar até três safas no período. A Agricultura 4.0 surge com ferramentas que podem levar mais eficiência na utilização do sistema, principalmente com sistemas de gestão por inteligência artificial, sensores e IoT.

Os produtores participantes do estudo não detalham de que forma seus pivôs atuam, mas que todos possuem esse sistema disponível em suas produções. O Produtor 6 é o único que não emprega os pivôs na cultura da soja, o que pode ser explicado pelo custo do sistema e por confiar nas chuvas durante o período da safra de soja, conhecido por ser o período de chuva da região. Porém possui a ferramenta na propriedade e utiliza nas demais safras do ano para atuar com a escassez de chuva nas outras safras.

O Produtor 2, mesmo não sendo proprietário da terra de sua produção, possui o sistema de irrigação em sua lavoura. O caso pode ser explicado por dois fatos: o Produtor 2 pode possuir a tecnologia e levar às áreas onde tem a parceria, ou às glebas arrendadas possuem o sistema de irrigação e o custo é diluído no pagamento do arrendamento.

Em suma, os produtores possuem essa tecnologia e aderem em parte da sua safra. A grande maioria, por exceção do Produtor 6, também utiliza a irrigação artificial na safra de soja, de acordo com os planejamentos de cada gestão. É uma ferramenta que agrega a produção e mitiga um dos principais riscos no meio rural que é a falta de chuva, o que evidencia a segurança em suas operações.

4.1.7 *Produtividade média de soja (ha)*

A produtividade média da produção é um parâmetro eficaz para mensurar o resultado da atividade rural de qual seja a cultura. Há inúmeros elementos que determinam tal resultado, desde uma intempérie que pode ser causada por falta de chuva ou por uma forte geada, que pode determinar a quebra da produção, ou por uma crise fitossanitária causada por alguma praga que possa devastar a plantação, e até falhas técnicas e humanas na produção por erros no manejo da lavoura, sendo nesse último caso um fator subjetivo a cada propriedade e os dois iniciais algo que possa impactar em toda região.

De acordo com dados da CONAB (2021), a safra 2020/2021 de soja apresentou resultado recorde no estado de Minas Gerais com 7 milhões de toneladas colhidas, devido ao aumento de área produzida e condições climáticas favoráveis. Entretanto a produtividade média teve leve regressão para 3.697 quilos por hectares, equivalente a 61,62 sacas (de 60 kg) por hectare.

Dessa forma, a média dos produtores participantes do estudo apresentou números maiores comparado ao valor estadual, com 71,61 sacas/ha. A amplitude não é tão discrepante entre os números médio do grupo, porém o Produtor 4 apresenta valores que destacam por si só, com a média de 81,69 sacas/ha (4.900 kg/ha). Vale ressaltar também que esse produtor é o que conta com a menor área produzida de soja, o que pode ter sido uma vantagem sobre o fato de poder usufruir de mais cuidado e planejamento sobre a área cultivada do que os demais produtores do grupo, e gerar uma produtividade maior.

De forma geral, os resultados apresentados são excelentes considerando o *benchmarking* com a média estadual. Se considerar a média nacional, os valores são ainda mais vantajosos, uma vez a produtividade nacional foi de 3.517 kg/ha (CONAB, 2021). Assim, é justo considerar que os produtores voluntários do estudo estão acima da média.

4.1.8 *Local de fornecimento da produção*

As etapas da produção rural são finalizadas com a comercialização de seus produtos para algum mercado específico, aonde irá utilizar esse produto como matéria-prima. No caso do leite, por exemplo, o produto é destinado a laticínios, na cana-de-açúcar o produto final vai para as usinas e destilarias. No caso da soja, conforme Cançado (2019) relata, os grãos são comercializados a empresas tidas como originadores ou para as esmagadoras. As originadoras também são conhecidas como *traders* e/ou cerealistas. As esmagadoras são as empresas as quais processam a soja e transformam em algum produto.

No caso dos produtores rurais voluntários, suas produções são todas destinadas e armazenadas na cooperativa de produtores da região. Assim, a cooperativa atua como uma originadora e assessoram os produtores na comercialização das suas produções de soja, sempre em busca das melhores ofertas disponíveis. Tal fato mostra a unidade entre os produtores da região e as ferramentas que criaram para poder melhor atender o grupo.

4.1.9 *Funcionário na propriedade*

A quantidade de funcionários em uma produção tradicionalmente reflete ao tamanho da capacidade produtiva de tal negócio, de quanto maior a produção mais funcionários empregados na operação. Entretanto com o advento das tecnologias, conforme mostra a revisão teórica, esse número pode sofrer alterações de acordo com os

métodos produtivos e não dizer em si a real capacidade produtiva da atividade, com a substituição de pessoas por máquinas automatizadas.

A média de funcionários nas propriedades do grupo de produtores participantes é de 22 trabalhadores nas operações. Entretanto a amplitude desse valor é grande entre os voluntários da pesquisa. O Produtor 4, o mesmo que possui a menor área de soja e a maior produtividade média, é o que conta com o menor número de funcionários em suas operações.

Já o Produtor 6, o que possui a maior área de produção de soja e a maior diversidade de produção, tem em seu quadro 38 funcionários em sua equipe, caracterizando o maior valor do grupo. Esses números, tanto do Produtor 4 e do 6, não evidenciam muita coisa em si – além do fato do Produtor 4 ter custo com empregados bem menores que o Produtor 6 em relação a salários, teoricamente. Mas em questão de produção e produtividade isso não pode ser mensurado.

4.1.10 Resultados econômicos

Nessa subseção são apresentados os resultados econômicos dos produtores, conforme a produção de soja nas propriedades estudadas. O Quadro 5 apresenta as informações de receitas e custos. Os resultados foram medidos por meio da produtividade, área plantada e utilizado a média de preço do grão disponibilizado pela CONAB durante o período comercialização da safra (fevereiro a junho). Foram aplicados descontos sobre a tributação das atividades rurais (Funrural), a qual é adotada a taxa de 1,5% sobre a receita operacional bruta do exercício (FOLLONI e BORGHI, 2019); disso foi alcançado a receita operacional líquida da atividade, e por meio dela foi descontado o custo de produção da lavoura de soja (apêndice); por fim foi encontrado o resultado líquido das atividades, e por meio dela foi possível calcular a lucratividade de cada operação.

Quadro 5 – Dados econômicos das produções de soja

| Descrição (R\$) | Produtor 1 | Produtor 2 | Produtor 3 | Produtor 4 | Produtor 5 | Produtor 6 |
|------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Receita Operacional Bruta | 3.645.133,27 | 3.906.364,17 | 2.804.592,13 | 2.180.563,15 | 5.610.711,03 | 8.147.228,31 |
| (-) Funrural | 54.677,00 | 58.595,46 | 42.068,88 | 32.708,45 | 84.160,67 | 122.208,42 |
| Receita Operacional Líquida | 3.590.456,27 | 3.847.768,71 | 2.762.523,25 | 2.147.854,70 | 5.526.550,37 | 8.025.019,89 |
| (-) Custo de Produção | 1.449.073,24 | 2.249.193,67 | 1.332.078,55 | 1.107.850,58 | 2.192.344,28 | 4.066.784,25 |
| Resultado Líquido | 2.141.383,03 | 1.598.575,04 | 1.430.444,70 | 1.040.004,13 | 3.334.206,09 | 3.958.235,64 |
| Lucratividade | 58,75% | 40,92% | 51,00% | 47,69% | 59,43% | 48,58% |

Fonte: elaborado pelo autor

O Produtor 6 foi o que obteve a maior receita dentro o grupo. Afinal é o que possui mais áreas disponíveis para produção de soja, o que permite ter o maior faturamento. Entretanto, devido ao mesmo fator, é o que desembolsou o maior custo de produção. Ao final do exercício apresentou a lucratividade de 48,58% em sua produção de soja.

Os resultados finais, de uma maneira geral, apresentaram valores satisfatórios sobre a lucratividade sobre a safra de soja 2020/2021. O valor médio entre os produtores voluntários foi de 51,06% de lucratividade no exercício. O Produtor 3 representa esse valor médio, mostrando equilíbrio sobre faturamento, produtividade e custos, o que permitiu contabilizar em 51% de margem. Os destaques positivos sobre o índice ficam com os Produtores 1 e 5, enquanto o Produtor 2 apresentou a menor lucratividade do grupo.

Os Produtores 1 e 5 são os que tiveram menores custos em suas produções. Com os valores por hectare, respectivamente, R\$ 4.665,40 e R\$ 4.340,33. Apesar de não terem a produtividade do Produtor 4, ambos conseguiram operar com um controle maior sobre os gastos com a produção da soja na safra. O Produtor 1 apresentou um custo mais baixo com o serviços e mão-de-obra, enquanto o Produtor 5 obteve um custo mais equilibrado sobre os insumos utilizados nas etapas de produção.

Nesse ponto, o Produtor 4, apesar de apresentar a maior produtividade sobre a produção de soja, foi o que teve o maior custo por hectare. Os gastos com fertilizantes e defensivos elevaram o custo de produção (Apêndice X). Entretanto é possível associar o maior custo com a maior produtividade, que com as aplicações com mais injeção de recursos financeiros no ciclo produtivo, mais produtividade na lavoura. Mas ela não demonstra o melhor custo-benefício dentre o quadro de produtores voluntários, apesar de ainda apresentar lucratividade satisfatória.

O Produtor 2 teve a lavoura com menor lucratividade, e isso se deve por conta do custo com o arrendamento e não possuir terras própria para a produção agropecuária. De

fato, é o preço que se paga por não ter o ativo primordial para atuar na atividade rural. Apesar do alto custo despendido pelo produtor, sua lucratividade é satisfatória. Com uma produção equilibrada com gastos de insumos e serviços, aliado a uma boa produtividade, o resultado final do exercício ainda demonstrou um bom retorno para o Produtor 2.

4.2 Adoção e Entendimento sobre as Tecnologias

A subseção apresenta os resultados e análises sobre o conhecimento dos produtores rurais participantes da pesquisa a respeito da Agricultura 4.0 e o que margeia seus aspectos. Foram realizadas 20 perguntas específicas sobre o tema abordado, o que permite mensurar como os aspectos tecnológicos impactam nas produções rurais estudadas.

4.2.1 Conhecimento sobre Agricultura 4.0

A primeira pergunta da abordagem apresenta o questionamento sobre o conhecimento dos produtores rurais sobre Agricultura 4.0. Conforme Quadro 6 é notável o desconhecimento por parte dos produtores. Ainda mais considerando toda produtividade obtida na safra 2020/2021, partindo de uma premissa em que altas produtividades se dão devido ao emprego de tecnologias, e a utilização de alguns recursos que fazem parte do pacote de Agricultura 4.0, como o uso do sistema de irrigação por pivô central, por exemplo.

Quadro 6 – Conhecimento sobre Agricultura 4.0

| | Você conhece ou ouviu falar sobre Agricultura 4.0? Se sim, o que você conhece sobre Agricultura 4.0? |
|-------------------|---|
| Produtor 1 | Pouco conhecimento |
| Produtor 2 | Não ouviu falar |
| Produtor 3 | Pouco conhecimento |
| Produtor 4 | Já ouviu falar (parte de coleta de dados e monitoramento via satélite) |
| Produtor 5 | Apenas ouviu falar |
| Produtor 6 | Nunca ouviu falar |

Fonte: elaborado pelo autor

As respostas podem trazer diversas análises. A primeira pode ser a falta de conhecimento devido à dificuldade acesso as informações e conceitos sobre o assunto. E

de fato, por ser um tema considerado como novo, pode trazer esse desconhecimento por parte do público. Outro fator, acompanhado dessa visão, é a falta de profissionais da ciência, como consultores, assistentes técnicos e empresas de tecnologias na publicidade das teorias para o público.

Vale também ressaltar a resposta no Produtor 4, com o conhecimento que Agricultura 4.0 se trata de coleta de dados e monitoramento via satélite. O interessante nesse caso é que, sim, essas são umas das principais abordagens da Agricultura 4.0 – principalmente o estudo de coleta de dados.

Em linhas gerais as respostas evidenciam o conhecimento quase nulo dos produtores por parte do termo “Agricultura 4.0”, seja por falta de publicidade dos conteúdos ou mesmo por falta de *players* no agronegócio. Há muito para ser desenvolvido, apenas com o primeiro questionamento é possível encarar de frente com a situação de momento, ainda mais sendo considerado o perfil dos produtores abordados.

4.2.2 Acesso à internet

A segunda pergunta realizada na abordagem se trata de item fundamental para o pleno funcionamento das tecnologias da Agricultura 4.0: o acesso à internet. Para ter a conexão e comunicação entre os diversos *drivers* e plataformas é de suma necessidade a disponibilidade da internet, para que possa existir interação dos dados e informações, e chegar em mãos para os produtores rurais e seus gestores. As respostas apresentadas no Quadro 7 nos traz o panorama da rede de cobertura de sinal de conexão de internet nas lavouras, seja por *wifi* ou rede móvel.

Quadro 7 – Acesso à internet

| | Você possui acesso à internet em sua lavoura (wifi ou rede móvel)? Se sim, qual é a qualidade do sinal? |
|-------------------|--|
| Produtor 1 | Alguns pontos possuem acesso à internet |
| Produtor 2 | Possui 4G na lavoura |
| Produtor 3 | Possui <i>wifi</i> . Boa conexão |
| Produtor 4 | Sim, sinal razoável |
| Produtor 5 | Tem sinal, porém o sinal é ruim |
| Produtor 6 | Não possui |

Fonte: elaborado pelo autor

As respostas nos trazem um retrato de como funciona o acesso da internet no interior do país, ainda mais em regiões mais remota como as zonas rurais dos municípios. Conforme matéria da Revista Globo Rural (2020), mais de 70% das propriedades rurais não possuem conexão à internet. Ainda que as respostas do questionário apresentem uma porcentagem mais favorável a disponibilidade de acesso, o cenário não é o ideal.

Apenas o Produtor 6 não possui rede de internet em sua propriedade, porém os demais entrevistados relatam que até possuem o acesso a conexão, alguns com qualidade questionável e não abrange todas áreas das fazendas. O Produtor 2 apresenta um cenário que há sinal de internet da operadora de celular, porém não relate qual a qualidade da conexão em si. Nesse prisma, o Produtor 3 foi o único que respondeu que possui uma conexão com boa qualidade de sinal.

Essas respostas são delicadas para o emprego adequado da Agricultura 4.0, conforme apresentado sua teoria no capítulo 2. Sem a possibilidade de uma conexão confiável, pode inviabilizar a comunicação dos dados e não ter o aproveitamento de grande qualidade que pode levar à gestão da propriedade, como informações em tempo real e a prevenção de possíveis problemas nas lavouras.

4.2.3 Utilização de dispositivos móveis

A utilização de dispositivos móveis na Agricultura 4.0 é uma necessidade de grande importância para seu funcionamento. Por meio de celulares *smartphones*, tablets e *notebooks*, as informações geradas por sensores acoplados em máquinas ou solo, plataformas digitais das grandes empresas parceiras dos produtores com dados sobre as lavouras (empresas de fertilizantes, defensivos ou de *softwares* agropecuários, por exemplo) e mesmo informação em tempo real de noticiários têm o seu acesso por meio desses dispositivos. O Quadro 8 traz a utilização dos produtores abordados.

Quadro 8 – Utilização de dispositivos móveis

| | Você utiliza dispositivo(s) móvel(is) para alguma atividade da lavoura? Se sim, para qual(is) finalidade(s)? |
|-------------------|---|
| Produtor 1 | Sim. Apenas para comunicação |
| Produtor 2 | Sim. Rastreamento dos tratores e comunicação com a equipe |
| Produtor 3 | Sim. Utiliza para comunicação e recomendações. |
| Produtor 4 | Sim. Monitoramento via "field view", coleta de informações e dados das operações agrícolas |
| Produtor 5 | Não |
| Produtor 6 | Sim. Para gestão das operações da fazenda. |

Fonte: elaborado pelo autor

Apenas o Produtor 5 relata não utiliza dispositivos móveis em suas operações, de acordo com as respostas. Os demais produtores utilizam em suas ações. O Produtor 1 dispõe dos dispositivos somente para comunicação, enquanto os Produtores 2, 3, 4 e 6 aderem para mais atividades, que podem ser integradas com diversas tarefas dentro da propriedade. De fato, os dispositivos podem agregar muito a gestão do produtor, dar a possibilidade de entregar informações em tempo real e ser grande aliado nas tomadas de decisões.

O Produtor 2 apresenta uma situação a qual vai ser recorrente com o advento da Agricultura 4.0 nas máquinas e implementos, com a possibilidade de acompanhar as operações de seus tratores através de seu dispositivo móvel. O interessante aqui é que esse produtor, mesmo não possuindo áreas próprias, investe em maquinários com comunicação integrada, contrariando um possível cenário de dificuldades em investimentos.

Em suma, as respostas apresentam que um dos elementos da Agricultura 4.0 está presente nas lavouras dos produtores estudados, um sinal positivo no entendimento da adoção de suas técnicas na gestão das propriedades.

4.2.4 Utilização de sistema de gestão de dados na tomada de decisões

A gestão de dados é uma ferramenta muito utilizada no meio empresarial com a popularização de tecnologias que integram todos dados gerados dentro da produção das organizações, consagrado com o modelo *Enterprise Resource Planning* (ERP) (Planejamento de Recursos Empresariais). No meio rural essas ferramentas já estão disponíveis com alguns *softwares* presentes no mercado. O Quadro 9 traz o panorama dos produtores rurais e sua adoção, ou não, desses meios de gestão.

Quadro 9 – Utilização de sistema de gestão de dados na tomada de decisões

| | É utilizado algum sistema de gestão de dados na tomada decisões? Se sim, de que forma é utilizado? |
|-------------------|---|
| Produtor 1 | Global Farm |
| Produtor 2 | Global Farm |
| Produtor 3 | Global Farm e Realtec Agro |
| Produtor 4 | Global Farm |
| Produtor 5 | Global Farm |
| Produtor 6 | Global Farm e Realtec Agro |

Fonte: elaborado pelo autor

O fato relevante das respostas é que todos produtores abordados no estudo são usuários dessas técnicas de gestão. Todos utilizam o mesmo *software* “Global Farm”, e o Produtores 3 e 6 aderem mais outro equipamento adicional “Realtec Agro”, tendo mais de uma opção em mãos para auxiliá-los. Tais informações mostram a preocupação dos produtores em organizar a gestão das propriedades, preocupados em entender o que está acontecendo dentro da porteira.

Essas ferramentas levam a um patamar mais robusto o conhecimento sobre o que se passa na operação da sua fazenda, com a possibilidade de levar o equilíbrio entre custos e receitas, o aumento da eficiência dos processos e automatizar tarefas e rotinas, além de controlar as atividades. As respostas evidenciam o foco dos produtores em adquirir essas possíveis vantagens competitivas, um grande passo em busca de levar tecnologias às operações e retratando um dos elementos da Agricultura 4.0 na gestão da fazenda.

4.2.5 Máquinas e implementos na propriedade

O Quadro 10 apresenta as informações se os produtores rurais possuem máquinas e implementos em suas operações, e quais são essas ferramentas que auxiliam no trabalho operacional no cultivo de soja. Ambas são de extrema importância na produção rural devido toda sua funcionalidade nas etapas produtivas, como no preparo do solo, plantio e colheita, e no dia-dia dentro das fazendas nas mais diversas atividades, desde abrir carregadores ou ser alguma alternativa de transporte de carga. Nos últimos 30 anos, com o surgimento da Agricultura de Precisão, as máquinas estão cada vez mais possuindo tecnologias embarcadas, como sensores e GPS por exemplo, e com a modernização da Agricultura 4.0 e o advento da internet nos meios rurais, essas ferramentas estão cada vez mais conectadas entre si e ao processo de gestão das propriedades.

Quadro 10 – Máquinas e implementos na propriedade

| | Qual(is) é(são) a(s) máquina(s) e implemento(s) presente(s) na propriedade? Alguma das máquinas possuem aparato tecnológico? |
|-------------------|--|
| Produtor 1 | Trator de Pneu, Pulverizador, Colhedeira, Adubadeira, Grade de Arado e Aiveca, GPS para marcação de linhas sem correção de sinal |
| Produtor 2 | Trator de Pneu, Pulverizador, Colhedeira, Adubadeira, Grade de Arado e Aiveca |
| Produtor 3 | Trator de Pneu, Pulverizador, Colhedeira, Adubadeira, Grade de Arado e Aiveca; GPS para marcação de linhas sem correção de sinal |
| Produtor 4 | Trator de Pneu, Pulverizador, Colhedeira, Adubadeira, Grade de Arado, Calalhadeira e Aiveca, GPS para marcação de linhas com correção de sinal |

| | |
|-------------------|---|
| Produtor 5 | Trator de Pneu, Pulverizador, Colhedeira, Adubadeira, Grade de Arado e Aiveca, GPS para marcação de linhas sem correção de sinal |
| Produtor 6 | Trator de Pneu, Pulverizador, Colhedeira, Adubadeira, Grade de Arado, Calchadeira e Aiveca, GPS para marcação de linhas com correção de sinal |

Fonte: elaborado pelo autor

Conforme as respostas, todos produtores possuem maquinários próprios e diversificados, que auxiliam nas operações do ciclo produtivo da lavoura. Fato de grande importância na questão financeira, por não terem custos com o aluguel de máquinas durante a safra, assim como na questão produtiva por serem instrumentos que otimizam os processos, seja no âmbito técnico com o melhor desenvolvimento das plantas, ou no aumento da produtividade que esses ganhos técnicos podem levar. Resumindo: mais eficiência no ciclo das lavouras.

De todos, apenas o Produtor 2 não relatou se possui tecnologia embarcadas em suas máquinas, conforme as respostas. Os demais possuem GPS embutidos nos maquinários, o que permite a aplicação da Agricultura de Precisão nos processos. Essas tecnologias podem levar benefícios aos produtores, principalmente se considerarmos quatro pilares: rastreabilidade, redução dos custos, aumento de eficiência e sustentabilidade.

O produtor pode ter noção exata de onde está alocando seus insumos, assim como aplicar a quantidade precisa dos produtos e dessa forma reduzindo os custos com eles, podendo criar mais sustentabilidade econômica e ambiental a operação, o que pode levar ao equilíbrio sobre as aplicações.

4.2.6 Utilização de softwares na gestão das operações

A utilização de *softwares* já foi questionada na pergunta 4, porém mais enfatizado na parte de gestão da propriedade. O Quadro 11 apresenta os dados referente a utilização dos *softwares* relacionada às operações do campo, de forma específica sobre processos isolados nas atividades das lavouras, como na parte financeira, em algo voltado ao clima ou na cobertura sobre a fitossanidade das plantas.

Quadro 11 – Utilização de softwares na gestão das operações

| | Utiliza software(s) na gestão das operações da propriedade (financeiro, meteorologia, acompanhamento de mercado, de máquinas, etc)? Se sim, para qual(is) finalidade(s)? |
|-------------------|---|
| Produtor 1 | Sim. Software para gestão da irrigação (eficiência e custo) |
| Produtor 2 | Sim, todas as atividades, menos para meteorologia |
| Produtor 3 | Sim. Global Farm e Realtec Agro |
| Produtor 4 | Sim. Global farm, Realtec Agro e Field View |
| Produtor 5 | Sim. Global Farm e planilhas Excel |
| Produtor 6 | Sim. Gestão de máquina de equipamentos, custos da cultura, estação meteorológica e monitoramento de irrigação |

Fonte: elaborado pelo autor

As respostas apresentam dados variados. O Produtor 1 utilizou equipamento na gestão de sua irrigação, algo inerente da Agricultura 4.0 no trabalho buscar eficiência máxima e sustentabilidade dos recursos hídricos. O Produtor 2 relatou que possui *softwares* em todas áreas de sua produção, menos na parte meteorológica – possivelmente por não possuir terras próprias para atividades rurais. O Produtor 3 apresenta os mesmos aplicativos que foram respondidos na pergunta 4.

O Produtor 4 também relatou os mesmos *softwares* da pergunta 4, porém acrescentou a utilização do “Field View”, aplicativo de uma grande empresa de biotecnologia do agronegócio onde é possível ter a visão sobre o andamento das lavouras. Fato cada vez mais presente na cadeia do agro, onde grandes empresas desenvolvem ferramentas para os produtores em busca da digitalização de sua produção. O Produtor 5 utilizou as planilhas do “Excel” para ter o controle das operações.

O Produtor 6 apresentou um grande leque de produtos na gestão de diversos aspectos em suas operações. Como gestão das máquinas presentes na fazenda, controle dos custos das atividades e estação meteorológica para ter informações sobre o clima, sendo essa ferramenta de suma importância para os produtores e nas tomadas de decisões sobre aspectos de plantio, aplicações e colheita, além de monitoramento sobre sua irrigação.

4.2.7 Utilização de sensor nas operações

Os sensores é ferramenta presente nas operações de campo desde da emergência da Agricultura de Precisão nas lavouras, há mais de trinta anos. A Agricultura 4.0 trouxe novidades tecnológicas, com advento de conectividade e aliado ao uso de IoT. O Quadro

12 apresenta as respostas dos produtores com sua utilização em suas operações. Os Produtores 2 e 3 não possuem tal tecnologia em suas plantações – no caso do Produtor 2, o fato de não ter terras próprias pode ter inviabilizado o investimento nos sensores como ferramenta.

Quadro 12 – Utilização de sensor nas operações

| | Possui algum tipo de sensor(es) na operação da propriedade, seja acoplado em tratores e implementos, instalados no solo ou por meio de drones? Se sim, para qual finalidade(s) é(são) o uso do(s) sensor(es)? |
|-------------------|--|
| Produtor 1 | Possui uma estação meteorológica |
| Produtor 2 | Não possui |
| Produtor 3 | Não possui |
| Produtor 4 | Sim. Semeadura com monitoramento sementes com taxa variável |
| Produtor 5 | Sim, na semeadura com sensor de adubo e distribuição de sementes |
| Produtor 6 | Sim, possui estação meteorológica (sensor de temperatura, umidade, direção e velocidade do vento) |

Fonte: elaborado pelo autor

Os demais produtores utilizam sensores no auxílio de suas produções. Os Produtores 4 e 5 possuem sensores em suas máquinas nas quais auxiliam no plantio da lavoura, sendo uma espécie de olhos nos solos, onde é possível mensurar algumas de suas características e o que alocar de insumos de maneira precisa, visando buscar a maior eficácia no plantio e possíveis reduções de custos financeiros e ambientais com uso racional dos insumos.

O Produtor 1 e 6 possuem estação meteorológica em sua propriedade, que podem levar alguns ganhos notáveis em seus resultados. É fundamental para seu planejamento e na busca de eficiência das ações. Os sensores nesse caso registram a temperatura do ar, velocidade e direção do vento, umidade do ar, radiação solar, chuva, pressão atmosférica entre outras variáveis.

Em linhas gerais, o uso de sensores aplicado à Agricultura 4.0 está presente em parte das operações dos produtores, em busca de melhores resultados por meio dos investimentos nessas técnicas.

4.2.8 Utilização de máquinas de aprendizagem e/ou máquinas autônomas

Um dos principais componentes da Agricultura 4.0 é a inteligência artificial e suas variantes. A aprendizagem de máquinas, também chamada de *machine learning*, são

máquinas e ferramentas realizando atividades humanas. O Quadro 13 apresenta o que está presente nas lavouras dos produtores abordados.

Quadro 13 – Utilização de máquinas de aprendizagem e/ou máquinas autônomas

| | É utilizada máquina(s) de aprendizagem e/ou utilização de máquinas autônomas nas operações? Se sim, para qual(is) finalidade(s)? |
|-------------------|---|
| Produtor 1 | Apenas piloto automático |
| Produtor 2 | Sim, piloto automático |
| Produtor 3 | Não possui |
| Produtor 4 | Não possui. |
| Produtor 5 | Não possui. |
| Produtor 6 | Utiliza piloto automático no plantio, pulverização e adubação de cobertura. |

Fonte: elaborado pelo autor

Os Produtores 3, 4 e 5 relataram que não possuem adoção de máquinas de aprendizagem em suas operações. Já os Produtores 1, 2 e 6 responderam que adotam a máquina de aprendizagem por meio de pilotos automáticos. Assim como nos sensores acoplados em tratores, o piloto automático é uma ferramenta disponibilizada nessas máquinas e que auxiliam de forma precisa o agricultor nas mais diversas etapas do processo produtivo da safra, principalmente no plantio e na colheita da produção. Além da eficiência e da eficácia nessas passagens, racionaliza o tempo para o desenvolvimento desses processos. Algo ligado a Agricultura de Precisão e maximizado com as tecnologias de Agricultura 4.0.

4.2.9 Realização de análise de solo

A análise de solo é mais uma ferramenta oriunda da Agricultura de Precisão. Pode-se dizer que é uma das práticas mais importante devido a sua funcionalidade. Por meio das análises coletadas é possível mensurar as características de cada solo, e seguindo a premissa da variabilidade, essa análise identifica as diferenças que cada gleba pode ter dentro de uma área produtiva.

Com isso é esclarecido ao produtor a quantidade de insumos, micros e macronutrientes que cada pedaço do solo necessita para que as plantas possam ter o seu melhor desempenho produtivo, por exemplo. O Quadro 14 traz a adoção por parte dos produtores participantes do estudo.

Quadro 14 – Realização de análise de solo

| | Faz análise de solo da área produtiva? Se sim, com qual frequência? |
|-------------------|--|
| Produtor 1 | Realiza anualmente |
| Produtor 2 | Sim, todo ano |
| Produtor 3 | Sim, todo ano |
| Produtor 4 | Sim, anualmente |
| Produtor 5 | Sim, anualmente |
| Produtor 6 | Anualmente |

Fonte: elaborado pelo autor

Todos produtores adotam a análise de solo em suas lavouras. As respostas apresentam a confiança que os agricultores possuem na adoção do método de estudo sobre as lavouras que produzem. É uma prática com custo acessível e que entrega informações valiosas para o manejo das culturas em busca da máxima eficiência da produção.

Por meio das análises é possível realizar a aplicação por taxa variável, um dos pilares da Agricultura de Precisão e em busca de mais retorno econômico e sustentável a gestão rural. As respostas apontam o direcionamento dos produtores em busca de um manejo mais controlado, eficiente e preciso.

De acordo com a EMBRAPA (2021), o resultado da análise é de grande importância pois é a partir dela que o produtor vai fornecer ao solo as substâncias e nutrientes necessários para o sucesso do cultivo que pretende desenvolver. Resultados equivocados podem levar a lavoura ao fracasso, por excesso ou falta de nutrientes.

4.2.10 Mapeamento da área produtiva

O mapeamento das propriedades rurais é mais uma das ferramentas da Agricultura de Precisão e que está sendo modernizada com a Agricultura 4.0, conforme outras técnicas. Tal método permite ao produtor rural ter o conhecimento sobre as áreas onde será produzida suas lavouras, lhe passando informações precisas sobre o possível rendimento das atividades, bem como outros dados sobre os solos que faz parte de sua produção.

Por meio de sensoriamento, aliados ao uso de satélites, *drones* ou máquinas com sensores acoplados, ou por meio de análises de solos, tal mapeamento pode enxergar possíveis falhas nos talhões e otimizar o uso de insumos, por exemplo. O Quadro 15 traz as respostas dos produtores sobre sua utilização.

Quadro 15 – Mapeamento da área produtiva

| | Faz algum tipo de mapeamento da área produtiva? Se sim, qual(is) é(são) o(s) mapeamento(s)? |
|-------------------|--|
| Produtor 1 | Agricultura de precisão, produtividade é controlada por talhão |
| Produtor 2 | Mapeamento da área produtiva é manual |
| Produtor 3 | Agricultura de precisão da COOPADAP |
| Produtor 4 | Agricultura de precisão da COOPADAP e software Field View da Bayer |
| Produtor 5 | Análise de solo e estimativa de produtiva por talhões |
| Produtor 6 | Único mapeamento é o da agricultura de precisão |

Fonte: elaborado pelo autor

As respostas evidenciam a utilização dessa prática da Agricultura de Precisão entre todos produtores participantes do estudo. Seja por força de trabalho própria ou assistência técnica de parceiros, como a cooperativa ou empresas de biotecnologia, as práticas foram adotadas pelo grupo.

Dessa forma, as informações recebidas mostram grande apreço dos produtores com a utilização dessas técnicas, a fim de poder esclarecer mais sobre as propriedades físicas e químicas das lavouras, em busca de potencializar a produtividade dos grãos. Seja por meio de análises de solos ou por outras ferramentas que podem confeccionar esses mapas afim de auxiliar os manejos da cultura.

4.2.11 Realização de trabalho de prevenção e/ou controle de doenças e pragas

A ameaça de doenças e pragas nas lavouras é vista como uma das maiores dificuldades para os produtores rurais, principalmente pelos riscos que ela pode levar a produção agrícola. Caso haja infestação nas plantas é possível que haja uma quebra produtiva, o que causaria desequilíbrio na cadeia dos produtores rurais. Por isso um trabalho bem planejado é necessário nos campos contra essa ameaça, com rotação de culturas e diversidade nas produções em busca de não habituar os possíveis invasores as glebas de produção de uma fazenda. O Quadro 16 traz respostas sobre esse planejamento.

Quadro 16 – Realização de trabalho de prevenção e/ou controle de doenças e pragas

| | É feito algum trabalho de prevenção e/ou controle de doenças e pragas? Se sim, de que forma? |
|-------------------|---|
| Produtor 1 | Sim, é realizado MIP |
| Produtor 2 | Realizado monitoramento pela equipe técnica |
| Produtor 3 | Sim, é feito por uma equipe de monitoramento |
| Produtor 4 | Sim, monitoramento periódico, e assistência técnica COOPADAP |
| Produtor 5 | Sim, monitoramento periódico |
| Produtor 6 | Sim, preventivo no planejamento da cultura e trabalha com aplicação de defensivos preventivos. Monitoramento do campo é realizado semanalmente. |

Fonte: elaborado pelo autor

As repostas trazem um cenário animador com os produtores rurais voluntários no estudo. Todos realizam algum tipo de trabalho contra a ameaça de pragas e doenças. O Produtor 1 utiliza as técnicas de Manejo Integrado de Pragas (MIP), uma maneira bastante eficaz no combate a esse risco. São técnicas das mais modernas que aliam o controle biológico com defensivos químicos em busca de equilíbrio e sustentabilidade em prol de anular a ameaça de doenças e pragas em sua lavoura.

Os Produtores 2, 3, 4 e 5 realizam o monitoramento de forma periódica, assim como o Produtor 6, que relatou a aplicação de defensivos preventivos contra a ameaça. Muitos desses controles são realizados junto a uma equipe de especialista que tomam decisões por meio de séries de técnicas que identificam a ameaça de forma preventiva ou, num pior cenário, com a praga já em ação nas lavouras.

Nesse contexto a Agricultura 4.0 entra como grande ferramenta facilitadora para os produtores rurais com suas diversas tecnologias, que vão desde o controle por meio de mapas de calor por satélites e a utilização de *drones* na aplicação de insumos destinados a combater as possíveis pragas e doenças. É comum os produtores adotaram a prevenção por controle químico, com defensivos e pesticidas, ou por controle biológico – e dessa forma, de uma maneira mais sustentável ao meio ambiente.

4.2.12 Seleção de sementes

A semente é o insumo mais importante de uma lavoura, afinal é a partir dela que nasce a planta e gera seus frutos – no caso, o grão da soja. A escolha de uma variedade parece simples a princípio, mas é muito mais do que uma mera opção ao léu do produtor.

Diversas variáveis fazem parte dessa seleção desde informações sobre sua germinação, vigor, sanidade, pureza ou tamanho, por exemplo. A escolha da semente varia de acordo com a região onde sendo cultivada, com atributos sobre o clima, relevo, quantidade de água, luminosidade e possíveis pragas invasoras. Dessa forma, a Quadro 17 apresenta se é feito algum trabalho específico dos produtores e como é realizado.

Quadro 17 – Seleção de sementes

| | Existe alguma seleção de mudas e/ou sementes para o plantio? Se sim, de que forma é a seleção? |
|-------------------|--|
| Produtor 1 | Não existe seleção, utiliza a UBS da cooperativa |
| Produtor 2 | Requiere sementes de qualidade e realiza triagem na fazenda de alguns tipos de sementes. Utiliza mesa densimétrica e peneira |
| Produtor 3 | Semente vem pronta |
| Produtor 4 | Aquisição de sementes já selecionadas e prontas para o plantio através da COOPADAP |
| Produtor 5 | Aquisição de sementes já selecionadas e prontas para o plantio através da COOPADAP |
| Produtor 6 | Não possui |

Fonte: elaborado pelo autor

A princípio, grande parte das respostas mostra que não há um cenário de trabalho desenvolvido por parte dos produtores. O Produtor 6, por exemplo, relata que não há nenhum método de seleção das sementes. Já os demais Produtores relataram que muito desse trabalho é desenvolvido junto a parceiro, como no caso dos serviços da cooperativa dos produtores e de seus técnicos.

Entretanto, o Produtor 2 relatou uma resposta divergente, onde é feito um trabalho especificado ao qual existe um método de seleção das sementes. É feito triagem sobre as possíveis selecionadas, em que é desenvolvido uma busca por qualidade por meio de ferramentas como mesa densimétrica e peneira.

Nesse ponto, a Agricultura 4.0 aliados à biotecnologia desenvolvem diversas pesquisas a fim de levar sementes transgênicas e resistentes a defensivos e pragas, com o mote de entregar maior produtividade às lavouras. É um trabalho proveniente da Revolução Verde, onde a biotecnologia foi introduzida no agronegócio para aumentar a produtividade das culturas fornecer mais alimento a população.

4.2.13 Máquinas para o plantio e tratos culturais

Em relação aos maquinários presente em cada propriedade, já foi abordado nos itens 4.2.5 e 4.2.8. Porém a atual e a próxima questões indagam de que forma as máquinas são utilizadas nas operações de campo.

Conforme apresentado na revisão teórica, cada vez mais os processos estão se tornando mecanizados, e as tecnologias de Agricultura surgem como opção para ser um aliado dos produtores rurais. Por exemplo, com os avanços da Agricultura 4.0 a tecnologia de piloto automático pode estar embutida em um trator. Dessa forma, o Quadro 18 mostra quais são as máquinas que atuam nos processos de plantio e tratos culturais dos produtores rurais participantes do estudo.

Quadro 18 – Máquinas para o plantio e tratos culturais

| | Para o plantio e tratos culturais, é(são) utilizada(s) alguma(s) máquina(s) ou são aplicações feita por funcionários? Se for utilizado máquina(s), qual(is) é(são)? |
|-------------------|--|
| Produtor 1 | Tudo por máquinas. Trator de arrasto e uniporte |
| Produtor 2 | Tudo por máquinas. Trator de arrasto |
| Produtor 3 | Tudo por máquinas. Trator de arrasto e uniporte |
| Produtor 4 | Operação mecanizada via trator, semeadoura de arrasto e pulverizador autopropelido |
| Produtor 5 | Operação mecanizada via trator, semeadoura de arrasto e pulverizador autopropelido |
| Produtor 6 | Operação mecanizada via trator, semeadoura de arrasto e pulverizador autopropelido |

Fonte: elaborado pelo autor

Conforme apresenta as repostas, todos produtores trabalham de forma mecanizada nas operações de plantio e tratos, principalmente com o uso de tratores. Os produtores 4,5 e 6, segundo suas argumentações. apresentam uma gama maior de máquinas, com o uso de semeadouras e pulverizadores, o que caracteriza uma maior capacidade para extrair resultados mais precisos e eficazes nessas etapas.

A utilização de tratores com GPS embarcado, além das semeadouras com diversas linhas pode agregar mais agilidade e precisão no processo de plantio das culturas. No caso da soja, o quanto mais célere e eficiente a semeadura das plantas, mais vantagem para o produtor. As semeadouras são responsáveis por garantir uniformidade de distribuição das sementes, com profundidade uniforme na implantação dos grãos no solo

e a quantidade exata. Assim com a academia defende, boa parte do sucesso da safra se dá nessa etapa e vale o investimento dos produtores nessas máquinas.

Bem como as semeadouras, os pulverizadores possuem grande importância no plantio e tratos culturais da lavoura. Com o mesmo princípio de agilidade e precisão, essas máquinas podem levar o produtor a aplicar de maneiras certa e eficaz a dosagem de defensivos nas plantas, assegurando o equilíbrio para sua emergência mais produtiva, da mesma forma que leva controle sobre os custos com aquisição desses insumos e garante menor risco de impacto ambiental sobre a utilização desses defensivos.

Portanto os Produtores 4, 5 e 6 ganham em eficiência e eficácia num processo de extrema importância para o sucesso de suas lavouras. Cada centavo investido pode gerar alguma quantidade de sacas a mais de produtividade, além dos ganhos econômico e ambiental com o uso preciso dessas máquinas.

4.2.14 Máquinas na colheita e pós-colheita

Da mesma forma que as máquinas são peças importantes no processo de plantio e tratos culturais, elas também possuem suas vantagens na etapa de colheita da safra. Assim como em diversos campos da gestão das operações rurais, os avanços tecnológicos também foram ancorados nas máquinas de colheitas, mecanizando mais essa operação.

Nesse aspecto, a Agricultura 4.0 também se torna um personagem nesse processo com as novidades que o pacote e suas ferramentas podem levar às máquinas, com a implantação de sensores, IoT, uso de dados e inteligência artificial, também podendo levar a possibilidade de piloto automático nessas máquinas, por exemplo. Assim, o Quadro 19 apresenta quais máquinas são utilizadas pelos produtores rurais participantes no estudo na etapa de colheita da lavoura.

Quadro 19 – Máquinas na colheita e pós-colheita

| | Na colheita e pós-colheita, é utilizada alguma máquina nesses processos ou são apenas ações humanas? |
|-------------------|---|
| Produtor 1 | Operação mecanizada colheita via colhedora automotriz |
| Produtor 2 | Apenas colheitadeira |
| Produtor 3 | Apenas colheitadeira |
| Produtor 4 | Operação mecanizada colheita via colhedora automotriz |
| Produtor 5 | Operação mecanizada colheita via colhedora automotriz |
| Produtor 6 | Operação mecanizada colheita via colhedora automotriz |

Fonte: elaborado pelo autor

Como as respostas das etapas de plantio e tratos, na colheita todos seis produtores também operam de forma mecanizada. Entretanto os Produtores 2 e 3 responderam apenas que atuam com colheitadeiras, sem detalhar muito sobre o maquinário utilizado. Os demais produtores especificaram um pouco mais relatando que a operação é realizada com colheitadeiras automotriz. Em forma geral não especificaram sobre as tecnologias presentes nessas máquinas, e que com certeza agregariam mais valor às suas operações.

Conforme a literatura, as colheitadeiras mais modernas no mercado permitem o produtor ter mais agilidade nessa etapa, conseguindo colher mais em menor tempo, gerando economia no consumo de combustível, ganho de escala, e principalmente podendo agregar na colheita dos grãos. As máquinas oferecem dispositivos que podem angariar qualidade a esses grãos, como por exemplo desbulhar as vagens, identificar as impurezas, reduzir a perda do produto, e consequentemente um produtor melhor para a comercialização.

4.2.15 Benefício das técnicas

Os métodos trazidos pela Agricultura 4.0 tendem a gerar ganhos técnicos, financeiros e sustentáveis para as lavouras produtivas, pelo menos é isso que se espera. O Quadro 20 apresenta a opinião dos produtores presentes no estudo sobre a aplicação tecnológica em suas operações.

Quadro 20 – Benefício das técnicas

| | Se você adota alguma das práticas questionadas anteriormente, qual é o benefício que traz à sua gestão? |
|-------------------|--|
| Produtor 1 | Rapidez de decisão, melhoria de produtividade, eficiência na utilização de mão de obras e máquinas, melhoria do custo, eficiência na utilização de insumos e recursos |
| Produtor 2 | Maior eficiência na operação, economia de custo e também uso correto dos produtos, utiliza dados de pesquisas para alterar os manejos. Informações remotas utilizadas na tomada de decisão |
| Produtor 3 | Ganho de tempo, produtividade é mais bem aproveitada, padrão da lavoura adequado |
| Produtor 4 | Ganho de tempo, produtividade é mais bem aproveitada, padrão da lavoura adequado |
| Produtor 5 | Praticidade |
| Produtor 6 | Rendimento operacional e incremento de produtividade, tornando as tarefas mais previsíveis a certas |

Fonte: elaborado pelo autor

Em linhas gerais, todos os produtores responderam de forma positiva sobre o retorno que a Agricultura 4.0 pode agregar em suas produções. O Produtor 1 relatou o ganho de eficiência em diversas etapas de sua lavoura, com ganho de agilidade nas decisões tomadas no processo, mais eficácia na utilização de insumos, máquinas e serviços, além de ganhos econômicos com aumento de produtividade e redução de custos.

O Produtor 2 acompanha essa opinião em seu relato, além de citar da utilização de dados em tomadas de decisões por meio de informações remotas que possivelmente não tinham o conhecimento e no que apresenta retorno em todo seu processo. Os Produtores 3 e 4 seguem a mesma linha de raciocínio e salientam o aumento de produtividade e mais padronização na maneira como realiza a gestão da sua lavoura. O Produtor 5 relatou o ganho de praticidade em suas operações. A resposta do Produtor 6 acompanha as mesmas ideias de pensamento, e enfatiza o ganho de rendimento e incremento em sua produtividade, com decisões mais precisas sobre as tarefas dentro de suas operações.

Como um todo as respostas seguiram um padrão, bem próximo da teoria e outros trabalhos científicos apresentam sobre a adoção de Agricultura 4.0. Principalmente na questão de retorno de eficiência nos processos, aumento de produtividade, aplicações precisas de insumos e utilização de dados que não eram tão notáveis sem a presença das tecnologias.

4.2.16 O que pretende fazer no futuro

A Agricultura 4.0 são técnicas que estão sendo desenvolvidas no presente momento e estão em constantes novidades, atualizações e por isso não tão acessíveis ao mercado como um todo, o que apresenta um cenário onde nem todas ferramentas está presente nas lavouras e agregando valor nas produções. O Quadro 21 apresenta o relato dos produtores sobre o que tem de intenção de investimentos dessas novidades tecnológicas em suas operações. Os Produtores 4 e 5 optaram por não relatarem suas intenções.

Quadro 21 – O que pretende fazer no futuro

| | Se você não adota alguma das práticas questionadas anteriormente, pretende adotar? E porque ainda não foram adotadas? |
|-------------------|---|
| Produtor 1 | Software de gestão para a fazenda será adotado esse ano, não havia ocorrido um momento adequado para a adoção anteriormente |
| Produtor 2 | Sistema para monitoramento de irrigação, não instalou pelo elevado custo. Utilizar um drone para verificar a lavoura, falta tempo para investir neste ponto |
| Produtor 3 | Futuramente pretende adotar as tecnologias, conforme mercado permitir |
| Produtor 4 | Sem resposta |
| Produtor 5 | Sem resposta |
| Produtor 6 | Pretende investir em automação dos pivôs e também a conexão da lavoura (wifi) |

Fonte: elaborado pelo autor

O Produtor 1 está instalando *software* de gestão no presente ano, e que não foi adotado anteriormente devido a não entender que era o momento adequado. Já o Produtor 2 vai um pouco mais além e pretende instalar um sistema de monitoramento de irrigação e adquirir *drones* na gestão da lavoura, fato que pode ser impossibilitado devido ao alto custo e falta de tempo para se dedicar ao planejamento. Nessa mesma justificativa, o Produtor 3 tem a intenção de investir nas tecnologias, mas o alto custo ainda é um empecilho para a adoção.

O Produtor 6 apresentou resposta com a intenção de investir na automação do seu sistema de irrigação (apesar de não ter adotado irrigação na safra 2020/2021 de soja, o produtor possui o sistema em sua propriedade em outras culturas e optou por não utilizar nesse ciclo), além de investir num sistema mais robusto e com qualidade de internet em suas lavouras.

As respostas trouxeram consonância com os investimentos que a Agricultura 4.0 está disponível no mercado, e também com as dificuldades de viabilização relatados na teoria. O custos e falta de tempo de planejamento inviabiliza tais aplicações em suas gestões. É interessante verificar o Produtor 6 e sua intenção de potencializar os sinais de conexão de internet nas lavouras, visto que é a maior premissa para a utilização adequada das tecnologias da Agricultura 4.0.

4.2.17 Serviços de terceiros

A literatura da Agricultura 4.0 salienta o papel de terceiros no desenvolvimento da Agricultura 4.0, seja ela por meio de empresas privadas, com trabalho de desenvolvimento de agentes públicos ou com técnicos especializados nas tecnologias do campo, por meio de serviços que podem ser apresentados e incrementados nas lavouras

produtivas. O Quadro 22 demonstra como os produtores participantes do estudo utilizam a força de trabalhos desses *stakeholders* em suas gestões.

Quadro 22 – Serviços de terceiros

| | Você utiliza o serviço de alguma empresa ou profissional que presta assistência técnica direcionada a Agricultura 4.0? |
|-------------------|---|
| Produtor 1 | Sim. Possui iCrop, departamento de agricultura de precisão e terceirizado de gestão de custos |
| Produtor 2 | Sim, a cooperativa fornece o suporte |
| Produtor 3 | Sim, a cooperativa fornece o suporte |
| Produtor 4 | Sim. Field view da bayer e serviço da COOPADAP |
| Produtor 5 | Sim, a COOPADAP |
| Produtor 6 | Sim, utiliza |

Fonte: elaborado pelo autor

As respostas mostram que o cenário é positivo perante a utilização de serviços de terceiros na aplicação das tecnologias. O Produtor 1 relatou que dispõe de três parceiros da implicação dessas técnicas: empresa especializada na gestão de irrigação, outra na aplicação de Agricultura de Precisão e outra empresa na gestão de custos da sua propriedade.

Já os Produtores 2, 3 e 5 utilizam de serviços da cooperativa de produtores da região, que possuem departamentos especializados em determinadas técnicas, como departamento de Agricultura de Precisão e de comercialização da produção. O Produtor 4 também utiliza os mesmos serviços da cooperativa, além de *softwares* de empresas de insumos, que disponibilizam as técnicas aos grandes produtores em formato de parceria. Nesse caso é uma ferramenta que auxilia toda gestão da propriedade. Já o Produtor 6 também relata que utiliza o serviço de terceiros, porém não especificou quais.

Essas respostas demonstram algo que ficou evidenciado na literatura, onde é destacado a importância da presença de demais personagens do agronegócio na aplicação e desenvolvimento da Agricultura 4.0 aos produtores rurais, que é a presença desses terceiros é fundamental para o sucesso das técnicas. Por meio dessa interação, algumas barreiras podem ser ultrapassadas, cada vez ser familiarizada aos campos produtivos e agregar valor nas lavouras.

4.2.18 Participação em eventos

Na mesma esteira da questão anterior, além da presença de terceiros dentro da porteira das fazendas, os *stakeholders* do agronegócio também são importantes com a possibilidade de ensinar e fomentar o conhecimento da Agricultura 4.0. Por meio de palestras, cursos, dias de campo e outras conferências, os produtores podem agregar mais conhecimentos sobre as técnicas. O Quadro 23 apresenta como é a presença dos produtores rurais do estudo nesses eventos.

Quadro 23 – Participação em eventos

| | Participa de dia de campo, palestras, treinamentos e outros tipos de evento sobre técnicas agronômicas? |
|-------------------|--|
| Produtor 1 | Sim, de todos os eventos |
| Produtor 2 | Sim, participa ativamente dos eventos técnicos |
| Produtor 3 | Sim, participa ativamente dos eventos técnicos |
| Produtor 4 | Sim, participo |
| Produtor 5 | Sim, pela COOPADAP |
| Produtor 6 | Sim, participa de todos os eventos |

Fonte: elaborado pelo autor

As respostas apresentam que todos produtores participam dos eventos técnicos sobre os assuntos envolvido as tecnologias e a gestão das propriedades rurais. É notável a presença da cooperativa de produtores rurais no processo de desenvolver e capacitar seus cooperados em suas lavouras. De fato, conforme a literatura, as empresas terceiras tem papel fundamental em levar o conhecimento e as novidades aos empresários rurais, ainda mais considerando toda dificuldade ao acesso dessas técnicas.

4.2.19 O interesse pelas novas tecnologias

A Agricultura 4.0, conforme já citado anteriormente, tem a missão de levar grandes benefícios para as lavouras produtivas. Seja com a promessa de aumento de ofertas de alimentos, poder dar aos produtores uma melhor situação econômico-financeira ou o retorno sustentável para o ambiente. Dessa forma, torna-se importante ter o conhecimento do que os principais personagens nesse processo, os produtores rurais, de qual seria seus interesses sobre a Agricultura 4.0. O Quadro 24 apresenta-os, de acordo com os produtores participantes do estudo.

Quadro 24 – O interesse pelas novas tecnologias

| | Qual o seu interesse sobre novas tecnologias? E por quê? |
|-------------------|---|
| Produtor 1 | Buscar conhecimento e inovações |
| Produtor 2 | Melhoria de eficiência (tempo e custo) |
| Produtor 3 | Interesse alto em automatizar e melhorar a operação |
| Produtor 4 | Interesse alto, visando aumento de produtividade e eficiência nas operações |
| Produtor 5 | Grande, porque tecnologia vem para ganhar praticidade e diminuir custos |
| Produtor 6 | Alto interesse, pois o futuro da agricultura está nas tecnologias, não tem como participar desse setor sem a participação da agricultura 4.0, além das facilidades no dia a dia |

Fonte: elaborado pelo autor

O interesse existe, conforme as respostas. O Produtor 1 respondeu que busca conhecimentos e inovações em sua gestão, principalmente em busca da mais eficiência no processo como todo. O Produtor 2 segue a mesma linha de resposta, focalizando em ganhos na gestão de tempo e custos de sua operação. O Produtor 3 relatou o alto interesse nas técnicas no anseio de automatizar sua gestão e processos, e melhorar a forma de como é desenvolvido sua atividade.

O Produtor 4 também apresenta grande interesse, também em busca de ganho de eficiência e aumento de produtividade das suas lavouras. O Produtor 5 acompanha o alto interesse nas técnicas, acredita que as tecnologias têm a finalidade de levar praticidade e redução de custos de todo processo das fazendas. O Produtor 6 também segue o grau de interesse, com a crença que a Agricultura 4.0 é uma ferramenta de suma importância para a busca de eficiência no cotidiano rural e a impossibilidade ter sucesso sem as modernizações.

As respostas apresentaram um grande grau de interesse dos produtores abordados no desenvolvimento da Agricultura 4.0. Apesar das barreiras de conhecimento encontradas tanto nos relatos como na literatura, os produtores enxergam que as tecnologias vêm para agregar mais valor às suas operações, em busca de eficiência e eficácia em diversos processo dentro da gestão rural.

4.2.20 Dificuldades na adoção das tecnologias de Agricultura 4.0

Com todos relatos apresentados, há grandes barreiras para adoção da Agricultura 4.0 nas propriedades rurais. Dificuldades com acesso e conexão a internet, falta de conhecimento técnico, custos elevados e entre outros, já foram apresentados nos tópicos

anteriores. O Quadro 25 apresenta a opinião dos produtores do estudo sobre o que eles encontram como dificuldades para adoção das técnicas em suas lavouras.

Quadro 25 – Dificuldades na adoção das tecnologias de Agricultura 4.0

| | Acredita que há dificuldades para adoção das tecnologias de Agricultura 4.0? Se sim, qual(is) é(são)? |
|-------------------|---|
| Produtor 1 | Hoje o que impacta é o custo alto na sua adoção. |
| Produtor 2 | Custo |
| Produtor 3 | Pensando na região o tamanho das áreas são pequenos em relação ao investimento. As pessoas ainda não estão prontas para a adoção das tecnologias. |
| Produtor 4 | Dificuldade será acesso ao bom sinal de internet, pessoal qualificado e custo alto de aquisição |
| Produtor 5 | Alto custo, lançamentos muito caro |
| Produtor 6 | A acessibilidade ainda é reduzida, não chegou em todas as regiões e o suporte ainda não chegou |

Fonte: elaborado pelo autor

As respostas variaram, porém muito próxima ao apresentado na teoria. Os Produtores 1, 2 e 5 salientaram a questão sobre os custos para implicação das técnicas nas propriedades rurais. O Produtor 3 também entra no mérito do custo alto, mas também devido aos tamanhos das propriedades que ainda não tem capacidade para ter todo esse investimento, o que pode ser muito custos e inviável financeiramente.

O Produtor 4 relata a dificuldade devido a falta de conexão de internet de grande alcance, a falta de profissionais qualificados no desenvolvimento das técnicas, além do alto custo de aquisição das tecnologias. O Produtor 6 relatou que o acesso é escasso por falta de publicidade e conhecimento na região, junto com falta de suporte especializado na área.

Em suma, os relatos são quase os mesmos que os estudados na teoria. Há diversas barreiras que impossibilitam o desenvolvimento da Agricultura 4.0 de maneira completa. Entretanto, com mais estudos voltados para a área (como o presente), mais profissionais se capacitando e empresas ofertando serviços, junto com um trabalho de desenvolvimento realizado por poder público, principalmente na parte técnica e de infraestrutura, a tendência é que as barreiras sejam ultrapassadas com o passar do tempo. Assim como foi a Agricultura de Precisão, que por meio das respostas desse estudo é notável seu desenvolvimento nos dias de hoje.

Assim, após as 20 perguntas relacionada a Agricultura 4.0 e as anteriores sobre o perfil produtivo de cada produtor voluntário, se encerra a pesquisa. O estudo tratou de

ir a fundo sobre o tema Agricultura 4.0, desde a origem de sua teoria até o presente momento em que se encontra, na academia e na prática. Conforme as respostas dos produtores são nítidas as impressões que o assunto ainda não foi aprofundado da maneira que se espera no meio.

O grupo de produtores participantes do estudo apresentam bons resultados sobre suas produções, com lucratividade, praticam uma agricultura diversificada, sustentável e com conhecimento técnico, tecnologias disponíveis e apoio/suporte da cooperativa de produtores da região e empresas do agronegócio. Todos produtores voluntários adotam práticas típicas da Agricultura Digital, com métodos de gestão e tecnologia em suas lavouras. Porém não enxergam que essas práticas são associadas à Agricultura 4.0, ou pelo menos a essa terminologia.

Conforme apresentou a revisão teórica e os diversos estudos é possível enxergar uma distinção sobre o nome dado a esse movimento. Em território nacional o termo “Agricultura 4.0” já é usual, oriundo da Indústria 4.0, porém também é empregado com frequência o nome “Agricultura Digital” e também tecnologias provenientes das TIC (tecnologia da informação e comunicação).

De fato, há uma necessidade de existir um consenso e poder fomentar, dar publicidade e familiarizar o termo aos produtores rurais. Os resultados das 20 perguntas do questionário sobre tecnologia mostram que os voluntários têm conhecimentos, já realizam investimentos e adotam premissas sustentáveis, muito relacionado a Agricultura de Precisão. Todos produtores possuem *softwares* de gestão, procuram realizar as aplicações conforme a necessidade de cada gleba das lavouras, e isso por meio dos mapeamentos das áreas produtivas e análises de solo.

Da mesma forma é possível enxergar a presença de grandes empresas no meio. As grandes companhias de biotecnologia, que outrora eram ditas como vendedoras de defensivos agrícolas, estão cada vez mais presentes na debilitação das operações, com trabalho de assistência aos produtores, com seus técnicos e aplicativos disponibilizado aos clientes.

Isso também é perceptível nas grandes empresas vendedoras de máquinas, como tratores, implementos, colhedoras, por exemplo. Ao trazer novidades tecnológicas em seus produtos, com a chamada tecnologia embarcada, é visível a busca em informatizar os processos agrícolas, a fim de levar mais informações aos seus clientes. E da mesma maneira que as empresas de biotecnologia, oferecem serviços de *softwares* e técnicos na assistência aos produtores.

Nesse mesmo sentido é relevante a participação da cooperativa da região na assessoria aos produtores rurais voluntários do estudo. Com serviços prestados nas operações agrícolas, seja nas etapas produtiva ou na assistência com soluções de tecnologias (Agricultura 4.0 e Precisão), e também na comercialização dos grãos, na armazenagem e venda dos grãos. As cooperativas agrícolas demonstram grande protagonismo no suporte aos produtores voluntários, e podem ser fundamentais no desenvolvimento da digitalização dos campos. Segundo estudo da USP (2018), há 1.600 entidades espalhadas no país, com mais de 180 mil produtores associados.

Há ainda espaço para demais serviços de consultoria, o que pouco foi citado nas respostas. Além do próprio desenvolvimento dos produtores e de seus funcionários sobre o entendimento e adoção das tecnologias no campo. Nesse sentido, as respostas trouxeram o interesse por parte dos voluntários pela digitalização de suas gestões, seja operacional ou administrativo. As respostas demonstram interesse por mais eficiência nos processos, na racionalização das aplicações, em busca de redução de custos e aumento de produtividade.

É interessante ver que os voluntários do estudo são produtores com muito tempo de experiência nas produções agropecuárias, com todos com mais de 15 anos em atividade – um dos produtores tem 60 anos só no meio rural. E contrariando a literatura, onde é defendido que agricultores com mais tempo de experiência são mais resistentes as novas tecnologias num caráter mais empírico, os voluntários do estudo demonstram interesses nas práticas da Agricultura 4.0 e buscam desenvolvê-la em suas lavouras.

Entretanto, apesar da disposição, vale ressaltar as dificuldades para adoção das tecnologias. Além da já citada falta do conhecimento técnico, as respostas mostram altos custos praticados pelo mercado e falta de infraestrutura no país. Em relação ao alto valor praticado para custear a investir nas tecnologias, a recíproca é a mesma da revisão teórica com dificuldades por conta de aspectos econômicos. A tendência é aguardar o desenvolvimento do mercado para que os preços possam ser mais competitivos e praticáveis aos consumidores.

Na questão de infraestrutura, a falta de conexão a internet chama a atenção, principalmente pelo fato de ser primordial para o pleno funcionamento das tecnologias. As notícias sobre instalação da rede 5G no país leva esperança e expectativa ao desenvolvimento da Agricultura 4.0 nas lavouras (BRASIL, 2021).

5. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do cenário em que se encontra a Agricultura 4.0 e a transformação digital no setor rural, com suas teorias e conceitos ainda em construção devido ao fato de ser um assunto recente no meio científico e produtivo, o presente trabalho surgiu com o interesse de estudar esse fenômeno, esclarecer alguns pontos e estudar como está o processo dentro das propriedades rurais.

O objetivo central do trabalho foi identificar a adoção da Agricultura 4.0 nas lavouras produtivas, constatar seus impactos e a viabilidade de sua aplicação nas propriedades rurais. Perante disso foi proposto um estudo multicaso onde foi observado seis produtores rurais, de uma região reconhecida como potência do agronegócio nacional. O propósito foi alcançado com auxílio das riquezas de estudos anteriores ao presente trabalho e os elementos acolhidos com a pesquisa com os produtores voluntários.

Junto ao objeto central foram estipulados demais objetivos específicos como compreender o conceito de Agricultura 4.0, analisar o processo produtivo nas operações das fazendas; mensurar receitas, custos e produtividade acerca dos produtores participantes; e avaliar a adoção das tecnologias por parte da amostra estudada.

O trabalho, mediante da metodologia adotada, por meio do suporte científico e estudos desenvolvidos por outros pesquisadores em conceituados centros de estudos, com o roteiro de questionamentos pré-estabelecido e focado nas diretrizes tomadas e, principalmente, pelas respostas auferidas foi possível chegar com êxito aos objetivos inicialmente propostos.

Os resultados obtidos revelam como as tecnologias, propriamente a Agricultura 4.0, são fundamentais para opção de uma agricultura responsável com o meio-ambiente e ao mesmo tempo eficiente, com a preocupação em reduzir os custos, aumentar a produtividade, e conseqüentemente, elevar a oferta de alimentos para a sociedade. A proximidade aos produtores rurais, por meio de contato com pesquisadores e empresas do meio, pode levar essas bases científicas para a produção e gerar êxito no emprego das tecnologias para o setor rural em grande escala.

Face a esse panorama, os resultados obtidos pelo presente estudo identificaram que a Agricultura 4.0 e sua terminologia ainda é desconhecida pelos produtores rurais, apesar de muitas práticas e diversos equipamentos tecnológicos provenientes da transformação digital estarem presentes na gestão dessas propriedades rurais. Há a necessidade de sua publicidade no setor para que todos possam se familiarizar ao termo.

Ainda, os resultados mostraram que os produtores voluntários do estudo são experientes, com ótimos índices econômicos resultantes na safra 2020/2021 de soja e com uma grande variabilidade de culturas trabalhadas, o que leva a busca de conservação do solo e obter mais lucros com rotação de cultura. Constata também que já atuam com pacotes tecnológicos nas lavouras e tem interesse em desenvolver mais a Agricultura 4.0 em suas propriedades, em busca de melhores resultados, com eficiência e automação dos processos, redução de custos e aumento de produtividade.

Em contrapartida, o estudo identificou dois grandes problemas para a implantação e adoção da Agricultura 4.0 nas propriedades rurais: o elevado preço praticado pelo mercado e a falta de infraestrutura adequada. Em relação ao custoso e elevado investimento para aquisição das tecnologias é necessário tempo, aumento da concorrência e o desenvolvimento do mercado para que os valores possam ser mais acessíveis para os produtores. A infraestrutura é outro gargalo da adoção por completa da Agricultura 4.0, e a falta de conexão integral nas lavouras podem dificultar o uso ideal das máquinas e aplicativos em busca das vantagens competitivas que podem ser alcançadas.

Apesar das observações contundentes que as respostas trouxeram ao estudo, o trabalho foi limitado devido ao cenário pandêmico que a sociedade se encontra, restringindo a interação social e dificultando o acesso aos produtores rurais. Devido às restrições que a Covid-19 trouxeram, a pesquisa não pode ser feita *in loco* e mais informações não pode ser absorvida pelo pesquisador de maneira que o elemento visual e o contato direto com os produtores poderiam agregar aos resultados. O fator de não poder visitar as propriedades limita as análises das respostas obtidas, porém não impossibilitou o andamento do estudo, principalmente com o suporte da cooperativa de produtores rurais.

Contudo, é importante observar que a transformação digital está em plena ascensão nas propriedades rurais. Há ainda um grande espaço para a academia desenvolver mais pesquisas relacionadas ao tema, visto que o Brasil é um grande expoente na produção agropecuária. Segue a sugestão de mais proximidade entre pesquisadores, empresas do meio e produtores rurais, afim de agregar o conhecimento entre ambas partes interessadas, e gerar mais sucesso ao agronegócio nacional, e principalmente enxergar os casos de sucessos e usa-los como modelo na aplicação da Agricultura 4.0.

REFERÊNCIAS

- ALBISHI, et al. Challenges and Solutions for Applications and Technologies in the Internet of Things. **4th Information Systems International Conference**, 2017.
- ALT, V.; ISAKOVA, S.; BALUSHKINA, E. Digitalization: Problems of its development in modern agricultural production. **E3S Web of Conferences**, 210, 2020.
- ALVES, L. A. A AGRICULTURA FAMILIAR: REFLEXÕES A PARTIR DO MUNICÍPIO DE SÃO GOTARDO (MG). **Caminhos de Geografia**, 2010.
- AMALINA, et al. Blending Big Data Analytics: Review on Challenges and a Recent Study. **Special Section On Data Mining For Internet Of Things**, 2020.
- ANTUNIASSI, U. R.; BAIO, F. H. R.; SHARP, T. C. **Agricultura de precisão**, 2007.
- ASSAF NETO, Alexandre. **Finanças corporativas e valor**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- BALDUCCI, F.; IMPEDOVO, D.; PIRLO, G. Machine Learning Applications on Agricultural Datasets for Smart Farm Enhancement. **Machines**, 6, 38, 2018.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BASSOI, et al. Agricultura de precisão e agricultura digital. In: **TECCOGS – Revista Digital de Tecnologias Cognitivas**, n. 20, jul./dez. 2019, p. 17-36, 2019.
- BENGIO, Y.; COURVILLE, A.; VINCENT, P. Representation Learning: A Review and New Perspectives. **Ieee transactions on pattern analysis and machine intelligence**, vol. 35, no. 8, 2013.
- BERNARDI, et al. Efeito Da Calagem E Fertilizantes Aplicados À Taxa Variável Nos Atributos Químicos Do Solo E Custos De Produção De Pastagem De Capim Tanzânia Manejadas Intensivamente. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v. 12(4): 368-382, 2018.
- BERNARDI, et al. Mapping of yield, economic return, soil electrical conductivity, and management zones of irrigated corn for silage. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.53, n.12, p.1289-1298, 2018.
- BRANDOLI, et al. DropLeaf: A precision farming smartphone tool for real-time quantification of pesticide application coverage. **Computers and Electronics in Agriculture**, 180, 2021.
- CANAAN, et al. Soybean processing wastes and their potential in the generation of high value added products. **Food Chemistry** 373, 2021.
- CAROLAN, M. Publicising Food: Big Data, Precision Agriculture, and Co-Experimental Techniques of Addition. **Sociologia Ruralis**, Vol 57, Number 2, 2017.

CARVALHO, F. P. Pesticides, environment, and food safety. **Food and Energy Security published by John Wiley & Sons Ltd. and the Association of Applied Biologists**, 2017.

CHEN, J. YANG, A. Intelligent Agriculture and Its Key Technologies Based on Internet of Things Architecture. **IEEE**, V. 7, 77134-77141, 2019.

CHEN, M.; MAO, S.; LIU, Y. Big Data: A Survey. **Springer Science+Business Media New York**, 2014.

CLERCQ, M.; VATS, A.; BIEL, A. Agriculture 4.0: the future of farming technology. **World Governement Summit**, 2018.

COBLE, et al. Big Data in Agriculture: A Challenge for the Future. **Applied Economic Perspectives and Policy**, volume 40, number 1, pp. 79–96, 2018.

CODELUPPI, et al. LoRaFarM: a LoRaWAN-Based Smart Farming Modular IoT Architecture. **Sensors**, 20, 2028, 2020.

CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL – CNA. **Panorama do Agro**. Disponível em: https://www.cnabrazil.org.br/cna/panorama-do-agro#_ftnref2. Acesso em: 15 dez. 2020.

CONNEAU, et al. **Very Deep Convolutional Networks for Text Classification**, 2017.

CRUZ, et al. Detection of grapevine yellows symptoms in *Vitis vinifera* L. with artificial intelligence. **Computers and Electronics in Agriculture**, 157, 63–76, 2019.

DOMINGOS, et al. Internet of Things Aware WS-BPEL Business Processes - Context Variables and Expected Exceptions. **Journal of Universal Computer Science**, vol. 20, no. 8, 1109-1129, 2014.

FERREIRA, et al. **Rede neural artificial para estimar a produtividade do algodão utilizando imagens de alta resolução**, 2019.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. **The future of food and agriculture Trends and challenges**, 2017.

FORMAGGIO, A. R.; SANCHES, I. D. **Sensoriamento remoto em agricultura**, 2017.

GALEGALE, et al. Internet das coisas aplicada a negócios – um estudo bibliométrico. **Revista de Gestão da Tecnologia e Sistemas de Informação**, Vol. 13, No. 3, pp. 423-438, 2016.

GANDOMI, A.; HAIDER, M. Beyond The Hype: Big Data Concepts, Methods, And Analytics. **International Journal of Information Management**, 35,137–144, 2015.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas S.A., 2007.

GODOY, A.S. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. **Revista de Administração de Empresas**, vol. 1, n°3, pp 20-29, São Paulo, 1995.

GONZALEZ, B. P. La revolución verde en México. **AGRÁRIA**, São Paulo, Nº 4, pp. 40-68, 2006.

GONZALEZ-DE-SANTOS, et al. Field Robots for Intelligent Farms—Inhering Features from Industry. **Agronomy**, 10, 1638, 2020.

HASHEM, et al. The Rise Of “Big Data” On Cloud Computing: Review And Open Research Issues. **Information Systems**, 47, 98–115, 2015.

HIRAKURI, M. H.; LAZZAROTTO, J. J. **Evolução e perspectivas de desempenho econômico associadas com a produção de soja nos contextos mundial e brasileiro**. Londrina: Embrapa-Soja, 2011.

HU, J. et al. Application Status of Big Data in Agriculture and International Cooperation. **Journal of Physics: Conf. Series** 1314, 2019.

INAMASU, R. Y.; BERNARDI, A. C. C. Agricultura de precisão. **In: Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar**, Brasília-DF, Embrapa, 2014.

IUDÍCIBUS, Sérgio de. **Análise de Balanços**. 10. ed. São Paulo: Atlas, 2016.

JAYARAMAN, et al. Internet of Things Platform for Smart Farming: Experiences and Lessons Learnt. **Sensors**, 16, 1884, 2016.

JUNG, et al. The Potential Of Remote Sensing And Artificial Intelligence As Tools To Improve The Resilience Of Agriculture Production Systems. **Current Opinion in Biotechnology**, 70:15–22, 2021.

KEOGH, M; HENRY, M. The implications of Digital Agriculture and Big data for Australian Agriculture. **Ressearch Report, Autralian Farm Institute**, Sidney, Autralia 2016.

KERNECKER, et al. Experience Versus Expectation: Farmers’ Perceptions Of Smart Farming Technologies For Cropping Systems Across Europe. **Springer Science+Business Media**, LLC, part of Springer Nature, 2019.

KHANDELWAL, P. M.; CHAVHAN, H. **Artificial Intelligence in Agriculture: An Emerging Era of Research**. Department of Information Technology, Kavikulguru Institute of Technology and Science, Ramtek 441106, Maharashtra, India, 2019.

KLERKX, L.; JAKKU, E.; LABARTHE, P. (2019). 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**, 90–91, 100315, 2019.

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

KODATI, S; JEEVA, S. Smart Agricultural using Internet of Things, Cloud and Big Data. **International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)**, ISSN: 2278-3075, Volume-8 Issue-10, 2019.

KUMAR, et al. Impacts of Big Data on Smart Farming. **International Journal Of Trend In Scientific Research And Development**, Volume 2, Issue 4, 577-582, 2017.

LAJOIE-O'MALLEY, et al. The future(s) of digital agriculture and sustainable food systems: An analysis of high-level policy documents. **Ecosystem Services**, 45(September), 101183, 2020.

LASI, et al. Industry 4.0. **Business & Information Systems Engineering**, 239-242, 2014.

LECUN, Y.; BENGIO, Y.; HINTON, G. Deep learning. **Nature**, Vol 521, 436-444, 2015.

LIAKOS, et al. Machine Learning in Agriculture: A Review. **Sensors**, 18, 2674, 2018.

LIAO, et al. Past, present and future of Industry 4.0 - a systematic literature review and research agenda proposal. **International Journal of Production Research**, 2017.

LIMA, F. R; GOMES, R. Conceitos e tecnologias da Indústria 4.0: uma análise bibliométrica. **Revista Brasileira de Inovação**, 1-30, 2020.

LIN, et al. A Survey on Internet of Things: Architecture, Enabling Technologies, Security and Privacy, and Applications. **Ieee internet of things journal**, vol. 4, no. 5, 2017.

LIOUTAS, et al. Key Questions On The Use Of Big Data In Farming: An Activity Theory Approach. **NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences** 90–91, 2019.

LIU, et al. From Industry 4.0 to Agriculture 4.0: Current Status, Enabling Technologies, and Research Challenges. **IEEE transactions on industrial informatics**, vol. 17, no. 6, 2021.

MARCONI, M. D. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração, análise e interpretação de dados**. São Paulo, Atlas, 3ª ed., 1996.

MARION, Jose Carlos. **Contabilidade empresarial**. 13. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

MASSRUHÁ, et al. A transformação digital no campo rumo à agricultura sustentável e inteligente. **Agricultura digital: pesquisa, desenvolvimento e inovação nas cadeias produtivas**. In Portal Embrapa, 2020.

MATARAZZO, Dante Carmine. **Análise financeira de balanços : abordagem básica e gerencial**. 6. ed. São Paulo : Atlas, 2007.

MEKONNEN, et al. Review—Machine Learning Techniques in Wireless Sensor Network Based Precision Agriculture. **Journal of The Electrochemical Society**, 167, 2020.

MICHIE, et al. The Internet of Things enhancing animal welfare and farm operational efficiency. **Journal of Dairy Research**, 87(S1), 20–27, 2020.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. **Agrostat - Estatísticas de Comércio Exterior do Agronegócio Brasileiro**. Disponível em: <http://indicadores.agricultura.gov.br/agrostat/index.htm>. Acesso em: 03 de jan. 2021.

MINISTÉRIO DA ECONOMIA: SECRETARIA ESPECIAL DE PREVIDÊNCIA E TRABALHO. **Estatísticas Mensais do Novo Caged**. Disponível em: http://pdet.mte.gov.br/images/Novo_CAGED/Dez2020/2-apresentacao202012.pdf. Acesso em: 15 de jan. 2021.

MOLIN, J. P.; DO AMARAL, L. R.; COLAÇO, A. F. **Agricultura de precisão**, 2015. OUSSOUS, et al. Big Data technologies: A survey. **Journal of King Saud University – Computer and Information Sciences** 30, 431–448, 2018.

PACCHINI, et al. Indústria 4.0: barreiras para implantação na indústria brasileira. **Exacta**, 278-292, 2020.

PADOVEZE, Clóvis Luís; BENEDICTO, Gideon Carbalho. **Análise das Demonstrações Financeiras**. 3. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

PARRA, et al. Evaluating Irrigation Efficiency with Performance Indicators: A Case Study of Citrus in the East of Spain. **Agronomy**, 10, 1359, 2020.

PATRICIO, D. I.; RIEDER, R. Computer vision and artificial intelligence in precision agriculture for grain crops: A systematic review. **Computers and Electronics in Agriculture**, 153, 69–81, 2018.

PEREIRA, A; SIMONETTO, E. O. Indústria 4.0: conceitos e perspectivas para o brasil. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, Vol. 16, 2018.

PERES, F., MOREIRA, JC., and DUBOIS, GS. Agrotóxicos, saúde e ambiente: uma introdução ao tema. **In: É veneno ou é remédio? agrotóxicos, saúde e ambiente**. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2003.

PIVOTO, D. Smart Farming: Concepts, Applications, Adoption And Diffusion In Southern Brazil. **UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL CENTRO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM AGRONEGÓCIOS PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIOS**, 2018.

REGHINI, F. L. E CAVICHIOLO, F. A. Utilização De Geoprocessamento Na Agricultura De Precisão. **Revista Interface Tecnológica**, 17(1), p. 329-339, 2020.

ROCHA, E. T. B; REIS, A. L.; KALAKI, R. B. MAPEAMENTO DA AGRICULTURA 4.0 NA PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR DE FORNECEDORES NA REGIÃO DE JABOTICABAL. **V SIMPÓSIO EM GESTÃO DO AGRONEGÓCIO**, Gestão do conhecimento no agronegócio 4.0, Jaboticabal-SP, 2020.

ROSE, D. C.; CHILVERS, J. Agriculture 4.0: Broadening Responsible Innovation in an Era of Smart Farming. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, 2, 87, 2018.

ROSSEL, R. A. V.; BOUMA, J. Soil sensing: A new paradigm for agriculture. **Agricultural Systems**, 148, 71–74, 2016.

RÜßMANN, et al. Industry 4.0 The future of productivity and growth in manufacturing industries. **The Boston Consulting Group**, 2015.

SABBAG, O. J. COSTA, S. M. A. L. BARROSO, R. M. Condicionantes da eficiência técnica da piscicultura na região noroeste paulista. **In: 55º Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural**. Santa Maria, RS, 2017.

SAMPAIO, et al. Comparação Entre Índices De Vegetação Obtidos Por Imagens Aéreas Com Veículo Aéreo Não Tripulado (Vant) E Satélite. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v. 14(2), 111-124, 2020.

SANTARELLA, et al. Desvelando a Internet das Coisas. **Revista GEMInIS**, ano 4 - n. 2 - v. 1, p. 19 – 32, 2013.

SANTOS, D. O.; DE FREITAS, E. B. A internet das coisas e o big data inovando os negócios. **REFAS**, V. 3, N.1, 2016.

SCHWALBERT, et al. Zonas de manejo: atributos de solo e planta visando a sua delimitação e aplicações na agricultura de precisão. **Revista Plantio Direto**, Edição 140, p. 21-32, 2014.

SHANKARNARAYAN, V. K.; RAMAKRISHNA, H. Paradigm change in Indian agricultural practices using Big Data: Challenges and opportunities from field to plate. **Information Processing In Agriculture** 7, 355– 368, 2020.

SHEIKH, et al. IoT and AI in Precision Agriculture: Designing Smart System to support illiterate Farmers. **In: Advances in Artificial Intelligence, Software and Systems Engineering**, 2020.

SILVA, W. V. R.; SILVA-MANN, R. Agricultura de Precisão no Brasil: conjuntura atual, desafios e perspectivas. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 11, e1979119603, 2020.

STRAUSS, A.; CORBIN, J. Basics of qualitative research. Grounded Theory Procedures and Techniques. **Sage Publications**, USA, 1990.

SU, et al. Aerial Visual Perception in Smart Farming: Field Study of Wheat Yellow Rust Monitoring. **IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRIAL INFORMATICS**, VOL. 17, NO. 3, 2021.

TANEJA, et al. Machine learning based fog computing assisted data-driven approach for early lameness detection in dairy cattle. **Computers and Electronics in Agriculture**, 171, 105286, 2020.

TEIXIERA, J. F. **O que é Inteligência Artificial?**, 2019.

TORKY, M.; HASSANEIN, A. E. Integrating blockchain and the internet of things in precision agriculture: Analysis, opportunities, and challenges. **Computers and Electronics in Agriculture**, 178, 2020.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

VARSHNEY, et al. Review of various Artificial Intelligence Techniques and its applications. **IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.** 594, 2019.

WOLFERT, et al. Big Data in Smart Farming – A review. **Agricultural Systems** 153 69–80, 2017.

YAN, et al. Research On Precision Management Of Farming Season Based On Big Data. **EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking**, 2018.

YIN, R.K. Case study research. Design and Methods. **Sage Publications**, USA, 1994.

YIN, Robert K. Case Study Research: Design and Methods. **3rd ed. Thousand Oaks: Sage Publications**, 2003.

YUNIARTO, D.; HERDIANA, D.; JUNAEDI, D. I. Smart Farming Precision Agriculture Project Success based on Information Technology Capability. **The 8th International Conference on Cyber and IT Service Management (CITSM 2020)**, 2020.

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

ZHAI, et al. Decision support systems for agriculture 4.0: Survey and challenges. **E3S Web of Conferences**, 170, 105256, 2020.

ZHONG, et al. Intelligent Manufacturing in the Context of Industry 4.0: A Review. **Elsevier LTD on behalf of the Chinese Academy of Engineering and Higher Education Press Limited Company**, 616-630, 2017.

APÊNDICE

| | | | | |
|--|---------|---------------|--------------------------------|----------------|
| Anexo 1 - PRODUTOR 1 | | | | |
| Lavoura de Soja - Orçamento Analítico | | | Produtividade Média (sacas/Ha) | 71,4 |
| Produção de Soja | | | Área plantada (Ha) | 310,6 |
| | | | Região | São Gotardo/MG |
| | | | | |
| INSUMO | Unidade | Quantidade/Ha | | R\$/Ha |
| Fertilizante Formulados - Plantio | T | 188,30 | | 339,40 |
| Fertilizantes Foliar | T | 3,30 | | 124,20 |
| Fertilizantes Quimicos | T | 132,30 | | 218,30 |
| Fertilizantes Fosfatado | T | 13,50 | | 14,20 |
| Corretivos | T | 0,10 | | 11,40 |
| Sementes | KG | 74,20 | | 529,80 |
| Adjuvante | KG ou L | - | | - |
| F. Foliar - Adjuvante | KG ou L | 0,30 | | 30,00 |
| F. Foliar - Bactericida; F. Foliar - Fungicida | KG ou L | - | | - |
| F. Foliar - Nematicida Microbiológico | KG ou L | - | | - |
| Fungicida | KG ou L | 5,60 | | 834,30 |
| Fungicida; Acaricida | KG ou L | - | | - |
| Herbicida | KG ou L | 6,10 | | 827,70 |
| Inoculante | KG ou L | - | | - |
| Inseticida | KG ou L | 1,50 | | 268,90 |
| Inseticida; Acaricida | KG ou L | 1,20 | | 172,20 |
| Inseticida; Adjuvante; Acaricida | KG ou L | 1,00 | | 18,70 |
| Regulador de Crescimento | KG ou L | - | | - |
| Sais | KG ou L | - | | - |
| | | | | |
| SubTotal 1 | | | | R\$ 3.389,10 |
| | | | | |
| SERVIÇO | | | | R\$/Ha |
| Aplicação de Inseticida, Acaricida e Fungicida | | | | 99,00 |
| Aplicação de Herbicida | | | | 30,80 |
| Irrigação por Pivô Central | | | | 210,90 |
| Plantio e adubação | | | | 92,70 |
| Cobertura | | | | 11,00 |
| Aplicação Foliar | | | | 10,50 |
| Colheita Mecanizada | | | | 69,70 |
| Transporte Interno da Produção | | | | 89,30 |
| Pós-Colheita | | | | 65,70 |
| Comercialização | | | | 596,70 |
| Adubação em pré-plantio | | | | - |
| | | | | |
| SubTotal 2 | | | | R\$ 1.276,30 |
| | | | | |
| TOTAL (1+2) | | | | R\$ 4.665,40 |

| | | | |
|--|---------|---------------|--------------------------------------|
| Anexo 2 - PRODUTOR 2 | | | |
| Lavoura de Soja - Orçamento Analítico | | | Produtividade Média (sacas/Ha) 67,46 |
| Produção de Soja | | | Área plantada (Ha) 352,3 |
| | | Região | São Gotardo/MG |
| | | | |
| INSUMO | Unidade | Quantidade/Ha | R\$/Ha |
| Fertilizante Formulados - Plantio | T | 326,43 | 677,38 |
| Fertilizantes Foliar | T | 3,56 | 184,79 |
| Fertilizantes Químicos | T | 132,30 | 860,36 |
| Fertilizantes Fosfatado | T | - | - |
| Corretivos | T | - | - |
| Sementes | KG | 57,68 | 450,76 |
| Adjuvante | KG ou L | - | - |
| F. Foliar - Adjuvante | KG ou L | - | - |
| F. Foliar - Bactericida; F. Foliar - Fungicida | KG ou L | - | - |
| F. Foliar - Nematicida Microbiológico | KG ou L | - | - |
| Fungicida | KG ou L | 4,43 | 702,04 |
| Fungicida; Acaricida | KG ou L | - | - |
| Herbicida | KG ou L | 3,95 | 283,44 |
| Inoculante | KG ou L | - | - |
| Inseticida | KG ou L | 1,25 | 103,84 |
| Inseticida; Acaricida | KG ou L | - | - |
| Inseticida; Adjuvante; Acaricida | KG ou L | 0,53 | 9,95 |
| Regulador de Crescimento | KG ou L | 0,47 | 65,77 |
| Sais | KG ou L | 5,70 | 16,93 |
| | | | |
| SubTotal 1 | | | R\$ 3.355,27 |
| | | | |
| SERVIÇO | | | R\$/Ha |
| Aplicação de Inseticida, Acaricida e Fungicida | | | 117,05 |
| Aplicação de Herbicida | | | - |
| Irrigação por Pivô Central | | | 136,25 |
| Plantio e adubação | | | 125,39 |
| Cobertura | | | 10,14 |
| Aplicação Foliar | | | - |
| Colheita Mecanizada | | | 131,98 |
| Transporte Interno da Produção | | | 124,49 |
| Pós-Colheita | | | 104,68 |
| Comercialização | | | 559,92 |
| Adubação em pré-plantio | | | - |
| | | | |
| SubTotal 2 | | | R\$ 1.309,90 |
| | | | |
| CUSTO DE TERRA | | | R\$/Ha |
| Arrendamento | | | 1.719,14 |
| | | | |
| SubTotal 3 | | | R\$ 1.719,14 |
| | | | |
| TOTAL (1+2+3) | | | R\$ 6.384,31 |

| | | | |
|--|---------|--------------------------------|-----------------|
| Anexo 3 - PRODUTOR 3 | | | |
| Lavoura de Soja - Orçamento Analítico | | Produtividade Média (sacas/Ha) | 70,25 |
| Produção de Soja | | Área plantada (Ha) | 242,89 |
| | | Região | São Gotardo/MG |
| | | | |
| INSUMO | Unidade | Quantidade/Ha | R\$/Ha |
| Fertilizante Formulados - Plantio | T | 347,20 | 754,40 |
| Fertilizantes Foliar | T | 3,60 | 186,90 |
| Fertilizantes Químicos | T | 165,50 | 306,30 |
| Fertilizantes Fosfatado | T | - | - |
| Corretivos | T | - | - |
| Sementes | KG | 71,30 | 548,60 |
| Adjuvante | KG ou L | - | - |
| F. Foliar - Adjuvante | KG ou L | 0,40 | 31,10 |
| F. Foliar - Bactericida; F. Foliar - Fungicida | KG ou L | - | - |
| F. Foliar - Nematicida Microbiológico | KG ou L | - | - |
| Fungicida | KG ou L | 6,10 | 890,70 |
| Fungicida; Acaricida | KG ou L | - | - |
| Herbicida | KG ou L | 4,60 | 605,90 |
| Inoculante | KG ou L | - | - |
| Inseticida | KG ou L | 1,30 | 124,10 |
| Inseticida; Acaricida | KG ou L | 0,50 | 15,30 |
| Inseticida; Adjuvante; Acaricida | KG ou L | 1,00 | 19,00 |
| Regulador de Crescimento | KG ou L | - | - |
| Sais | KG ou L | - | - |
| | | | |
| SubTotal 1 | | R\$ | 3.482,30 |
| | | | |
| SERVIÇO | | R\$/Ha | |
| Aplicação de Inseticida, Acaricida e Fungicida | | | 177,57 |
| Aplicação de Herbicida | | | 32,92 |
| Irrigação por Pivô Central | | | 305,20 |
| Plantio e adubação | | | 166,18 |
| Cobertura | | | 20,77 |
| Aplicação Foliar | | | 26,12 |
| Colheita Mecanizada | | | 407,56 |
| Transporte Interno da Produção | | | 137,89 |
| Pós-Colheita | | | 141,21 |
| Comercialização | | | 586,57 |
| Adubação em pré-plantio | | | - |
| | | | |
| SubTotal 2 | | R\$ | 2.001,99 |
| | | | |
| TOTAL (1+2) | | R\$ | 5.484,29 |

| | | | | |
|--|---------|---------------|--------------------------------|----------------|
| Anexo 4 - PRODUTOR 4 | | | | |
| Lavoura de Soja - Orçamento Analítico | | | Produtividade Média (sacas/Ha) | 81,69 |
| Produção de Soja | | | Área plantada (Ha) | 162,40 |
| | | | Região | São Gotardo/MG |
| | | | | |
| INSUMO | Unidade | Quantidade/Ha | | R\$/Ha |
| Fertilizante Formulados - Plantio | T | - | | - |
| Fertilizantes Foliar | T | 5,68 | | 1.003,10 |
| Fertilizantes Quimicos | T | 141,63 | | 241,33 |
| Fertilizantes Fosfatado | T | 289,72 | | 689,53 |
| Corretivos | T | - | | - |
| Sementes | KG | 52,15 | | 418,20 |
| Adjuvante | KG ou L | - | | - |
| F. Foliar - Adjuvante | KG ou L | 0,25 | | 24,36 |
| F. Foliar - Bactericida; F. Foliar - Fungicida | KG ou L | 0,15 | | 11,92 |
| F. Foliar - Nematicida Microbiológico | KG ou L | 1,14 | | 79,74 |
| Fungicida | KG ou L | 6,35 | | 877,74 |
| Fungicida; Acaricida | KG ou L | - | | - |
| Herbicida | KG ou L | 7,50 | | 1.131,94 |
| Inoculante | KG ou L | 0,53 | | 34,16 |
| Inseticida | KG ou L | 1,99 | | 531,69 |
| Inseticida; Acaricida | KG ou L | 0,38 | | 52,56 |
| Inseticida; Adjuvante; Acaricida | KG ou L | 0,68 | | 12,00 |
| Regulador de Crescimento | KG ou L | - | | - |
| Sais | KG ou L | - | | - |
| | | | | |
| SubTotal 1 | | | | R\$ 5.108,27 |
| | | | | |
| SERVIÇO | | | | R\$/Ha |
| Aplicação de Inseticida, Acaricida e Fungicida | | | | 213,36 |
| Aplicação de Herbicida | | | | 19,70 |
| Irrigação por Pivô Central | | | | 110,71 |
| Plantio e adubação | | | | 75,17 |
| Cobertura | | | | 73,43 |
| Aplicação Foliar | | | | 69,61 |
| Colheita Mecanizada | | | | 268,49 |
| Transporte Interno da Produção | | | | 11,20 |
| Pós-Colheita | | | | 191,25 |
| Comercialização | | | | 680,55 |
| Adubação em pré-plantio | | | | - |
| | | | | |
| SubTotal 2 | | | | R\$ 1.713,47 |
| | | | | |
| TOTAL (1+2) | | | | R\$ 6.821,74 |

| | | | |
|--|---------|--------------------------------|-----------------|
| Anexo 5 - PRODUTOR 5 | | | |
| Lavoura de Soja - Orçamento Analítico | | Produtividade Média (sacas/Ha) | 67,58 |
| Produção de Soja | | Área plantada (Ha) | 505,11 |
| | | Região | São Gotardo/MG |
| | | | |
| INSUMO | Unidade | Quantidade/Ha | R\$/Ha |
| Fertilizante Formulados - Plantio | T | 359,53 | 517,73 |
| Fertilizantes Foliar | T | 3,24 | 137,65 |
| Fertilizantes Químicos | T | 122,07 | 201,41 |
| Fertilizantes Fosfatado | T | - | - |
| Corretivos | T | 303,35 | 54,12 |
| Sementes | KG | 74,12 | 543,18 |
| Adjuvante | KG ou L | 0,03 | 1,56 |
| F. Foliar - Adjuvante | KG ou L | 0,27 | 22,76 |
| F. Foliar - Bactericida; F. Foliar - Fungicida | KG ou L | - | - |
| F. Foliar - Nematicida Microbiológico | KG ou L | - | - |
| Fungicida | KG ou L | 3,60 | 589,48 |
| Fungicida; Acaricida | KG ou L | - | - |
| Herbicida | KG ou L | 5,38 | 673,73 |
| Inoculante | KG ou L | - | - |
| Inseticida | KG ou L | 1,53 | 140,98 |
| Inseticida; Acaricida | KG ou L | 0,06 | 1,73 |
| Inseticida; Adjuvante; Acaricida | KG ou L | 0,53 | 9,75 |
| Regulador de Crescimento | KG ou L | - | - |
| Sais | KG ou L | - | - |
| | | | |
| SubTotal 1 | | R\$ | 2.894,06 |
| | | | |
| SERVIÇO | | R\$/Ha | |
| Aplicação de Inseticida, Acaricida e Fungicida | | | 106,94 |
| Aplicação de Herbicida | | | 20,63 |
| Irrigação por Pivô Central | | | 261,85 |
| Plantio e adubação | | | 121,91 |
| Cobertura | | | 7,81 |
| Aplicação Foliar | | | 15,91 |
| Colheita Mecanizada | | | 160,14 |
| Transporte Interno da Produção | | | 64,01 |
| Pós-Colheita | | | 122,77 |
| Comercialização | | | 564,31 |
| Adubação em pré-plantio | | | - |
| | | | |
| SubTotal 2 | | R\$ | 1.446,27 |
| | | | |
| TOTAL (1+2) | | R\$ | 4.340,33 |

| | | | |
|--|---------|--------------------------------|-----------------|
| Anexo 6 - PRODUTOR 6 | | | |
| Lavoura de Soja - Orçamento Analítico | | Produtividade Média (sacas/Ha) | 71,32 |
| Produção de Soja | | Área plantada (Ha) | 695,00 |
| | | Região | São Gotardo/MG |
| | | | |
| INSUMO | Unidade | Quantidade/Ha | R\$/Ha |
| Fertilizante Formulados - Plantio | T | 177,55 | 373,15 |
| Fertilizantes Foliar | T | 9,58 | 541,13 |
| Fertilizantes Químicos | T | 181,72 | 342,23 |
| Fertilizantes Fosfatado | T | - | - |
| Corretivos | T | 140,58 | 13,07 |
| Sementes | KG | 67,22 | 599,72 |
| Adjuvante | KG ou L | 2,13 | 51,95 |
| F. Foliar - Adjuvante | KG ou L | 0,73 | 52,21 |
| F. Foliar - Bactericida; F. Foliar - Fungicida | KG ou L | - | - |
| F. Foliar - Nematicida Microbiológico | KG ou L | - | - |
| Fungicida | KG ou L | 8,45 | 872,75 |
| Fungicida; Acaricida | KG ou L | - | - |
| Herbicida | KG ou L | 6,97 | 635,16 |
| Inoculante | KG ou L | 0,05 | 3,19 |
| Inseticida | KG ou L | 3,15 | 555,09 |
| Inseticida; Acaricida | KG ou L | - | - |
| Inseticida; Adjuvante; Acaricida | KG ou L | 0,48 | 97,56 |
| Regulador de Crescimento | KG ou L | 0,14 | 17,48 |
| Sais | KG ou L | | - |
| | | | |
| SubTotal 1 | | R\$ | 4.154,70 |
| | | | |
| SERVIÇO | | R\$/Ha | |
| Aplicação de Inseticida, Acaricida e Fungicida | | | 407,95 |
| Aplicação de Herbicida | | | 13,95 |
| Irrigação por Pivô Central | | | 66,99 |
| Plantio e adubação | | | 168,74 |
| Cobertura | | | 0,53 |
| Aplicação Foliar | | | 17,95 |
| Colheita Mecanizada | | | 246,09 |
| Transporte Interno da Produção | | | 70,53 |
| Pós-Colheita | | | 4,10 |
| Comercialização | | | 690,80 |
| Adubação em pré-plantio | | | 9,17 |
| | | | |
| SubTotal 2 | | R\$ | 1.696,79 |
| | | | |
| TOTAL (1+2) | | R\$ | 5.851,49 |

ANEXO 7 – PREÇOS DE SOJA



Preços médios mensais Data : 27/07/2021
Hora : 18:49:50

| Produto/Unidade | Nível de Comercialização | U.F. | jan/21 | fev/21 | mar/21 | abr/21 | mai/21 | jun/21 | Preço médio |
|-----------------------|--------------------------|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------------|
| SOJA EM GRÃOS (60 kg) | PRODUTOR | MG | 166,7 | 161,85 | 162,42 | 163,72 | 172,28 | 159,23 | 164,37 |

Fonte: Companhia Nacional de Abastecimento - Conab As informações podem ser reproduzidas, desde que citada a fonte.
Proibida a comercialização das informações disponibilizadas.

ANEXO 8 – RESPOSTAS PRODUTOR 1

| Produtor 1 | |
|--|---|
| 1. Tempo de experiência na atividade rural | 47 anos |
| 2. Tipo de posse da propriedade | Próprio |
| 3. O que é produzido na propriedade | Café, Abacate, Cenoura, Soja, Milho, Trigo, Batata, Alho e Cebola |
| 4. Área produzida de soja (ha) | 310,6 |
| 5. Sistema produtivo adotado | Plantio direto e convencional |
| 6. Sistema de irrigação | Sistema de pivô central em parte da produção |
| 7. Produtividade média de soja por hectare | 71,4 sacas |
| 8. Local de fornecimento de produção | Cooperativa |
| 9. Funcionários na propriedade | 35 funcionários |

| Adoção de Agricultura 4.0 pela propriedade rural. | |
|--|---|
| Perguntas | Respostas |
| 1. Você conhece ou ouviu falar sobre Agricultura 4.0? Se sim, o que você conhece sobre Agricultura 4.0? | Pouco conhecimento sobre o tema |
| 2. Você possui acesso à internet em sua lavoura (wifi ou rede móvel)? Se sim, qual é a qualidade do sinal? | Alguns pontos possui acesso a internet |
| 3. Você utiliza dispositivo(s) móvel(is) para alguma atividade da lavoura? Se sim, para qual(is) finalidade(s)? | Apenas para comunicação |
| 4. É utilizado algum sistema de gestão de dados na tomada decisões? Se sim, de que forma é utilizado? | 1974 inicia as atividades |
| 5. Qual(is) é(são) a(s) máquina(s) e implemento(s) presente(s) na propriedade? Alguma das máquinas possuem aparato tecnológico? | Trator de Pneu, Pulverizador, Colhedeira, Adubadeira, Grade de Arado e Aiveca |
| 6. Utiliza software(s) na gestão das operações da propriedade (financeiro, meteorologia, acompanhamento de mercado, de máquinas, etc)? Se sim, para qual(is) finalidade(s)? | software para Gestão da irrigação (eficiencia e custo) |
| 7. Possui algum tipo de sensor(es) na operação da propriedade, seja acoplado em tratores e implementos, instalados no solo ou por meio de drones? Se sim, para qual finalidade(s)? | Possui uma estação meteorologica |
| 8. É utilizada máquina(s) de aprendizagem ou utilização de máquinas autônomas nas operações da plantação? Se sim, para qual(is) finalidade(s)? | apenas piloto automático |
| 9. Faz algum tipo de mapeamento da área produtiva? Se sim, qual(is) é(são) o(s) mapeamento(s)? | Agricultura de precisão, produtividade é controlada por talhão |
| 10. Faz análise de solo da área produtiva? Se sim, com qual frequência? | Realiza anualmente |

| | |
|--|--|
| 11. É feito algum trabalho de prevenção e/ou controle de doenças e pragas? Se sim, de que forma? | Sim realizado MIP |
| 12. Existe alguma seleção de mudas e/ou sementes para o plantio? Se sim, de que forma é a seleção? | Não existe seleção, utiliza a UBS da cooperativa |
| 13. Para o plantio e tratos culturais, é(são) utilizada(s) alguma(s) máquina(s) ou são aplicações feitas por funcionários? Se for utilizada máquina(s), qual(is) é(são)? | Tudo por máquinas. Trator de arrasto e uniporte. |
| 14. Na colheita e pós-colheita, é utilizada alguma máquina nesses processos ou são apenas ações humanas? | Operação mecanizada colheita via colhedoura automotriz |
| 15. Se você adota alguma das práticas questionadas anteriormente, qual é o benefício que traz à sua gestão? | Rapidez de decisão, melhoria de produtividade, eficiência na utilização de mão de obra e máquinas, melhoria do custo, eficiência na utilização de insumos e recursos |
| 16. Se você não adota nenhuma das práticas questionadas anteriormente, pretende adotar? E porque ainda não foram adotadas? | Software de gestão para a fazenda será adotado esse ano, não havia ocorrido um momento adequado para a adoção anteriormente |
| 17. Você utiliza o serviço de alguma empresa ou profissional que presta assistência técnica direcionada à Agricultura 4.0? | Sim, possui iCrop, departamento de agricultura de precisão, terceirizado de gestão de custos |
| 18. Participa de dia de campo, palestras, treinamentos e outros tipos de evento sobre técnicas agronômicas? | Sim de todos os eventos |
| 19. Qual o seu interesse sobre inovações tecnológicas? E por quê? | buscar conhecimento e inovações |
| 20. Qual sua opinião sobre as técnicas da Agricultura 4.0? Acredita que há dificuldades para sua adoção? Se sim, qual(is) é(são)? | Hoje o que impacta é o custo alto na sua adoção. |

ANEXO 9 – RESPOSTAS PRODUTOR 2

| Produtor 2 | |
|--|--|
| 1. Tempo de experiência na atividade rural | 60 anos |
| 2. Tipo de posse da propriedade | Arrendamento |
| 3. O que é produzido na propriedade | Soja, milho, trigo, alho, batata e cenoura |
| 4. Área produzida de soja (ha) | 352,3 |
| 5. Sistema produtivo adotado | Área irrigada plantio convencional e sequeiro com plantio direto |
| 6. Sistema de irrigação | Sistema de pivô central em parte da produção |
| 7. Produtividade média de soja por hectare | 67,46 sacas |
| 8. Local de fornecimento de produção | Cooperativa |
| 9. Funcionários na propriedade | 11 |

| Adoção de Agricultura 4.0 pela propriedade rural. | |
|---|--|
| Perguntas | Respostas |
| 1. Você conhece ou ouviu falar sobre Agricultura 4.0? Se sim, o que você conhece sobre Agricultura 4.0? | Não ouviu falar |
| 2. Você possui acesso à internet em sua lavoura (wifi ou rede móvel)? Se sim, qual é a qualidade do sinal? | Possui 4g na lavoura |
| 3. Você utiliza dispositivo(s) móvel(is) para alguma atividade da lavoura? Se sim, para qual(is) finalidade(s)? | Rastreamento dos tratores e comunicação com a equipe |
| 4. É utilizado algum sistema de gestão de dados na tomada decisões? Se sim, de que forma é utilizado? | Global Farm |
| 5. Qual(is) é(são) a(s) máquina(s) e implemento(s) presente(s) na propriedade? Alguma das máquinas possuem aparato | Trator de Pneu, Pulverizador, Colhedeira, Adubadeira, Grade de Arado e Aiveca, GPS para marcação de linhas sem correção de sinal |
| 6. Utiliza software(s) na gestão das operações da propriedade (financeiro, meteorologia, acompanhamento de mercado, de | Sim, todas as atividades, menos para meteorologia |
| 7. Possui algum tipo de sensor(es) na operação da propriedade, seja acoplado em tratores e implementos, instalados no solo ou | Não possui |

| | |
|--|---|
| 8. É utilizada máquina(s) de aprendizagem ou utilização de máquinas autônomas nas operações da plantação? Se sim, para | Sim, piloto automático |
| 9. Faz algum tipo de mapeamento da área produtiva? Se sim, qual(is) é(são) o(s) mapeamento(s)? | Mapaemaneto da área produtiva é manual |
| 10. Faz análise de solo da área produtiva? Se sim, com qual frequência? | Sim, todo ano. |
| 11. É feito algum trabalho de prevenção e/ou controle de doenças e pragas? Se sim, de que forma? | Realizado monitoramento pela equipe técnica |
| 12. Existe alguma seleção de mudas e/ou sementes para o plantio? Se sim, de que forma é a seleção? | Requere sementes de qualidade e realiza triagem na fazenda de alguns tipos de sementes. Utiliza mesa densimetrica e peneira |
| 13. Para o plantio e tratos culturais, é(são) utilizada(s) alguma(s) máquina(s) ou são aplicações feita por funcionários? Se for | Tudo por máquinas. Trator de arrasto. |
| 14. Na colheita e pós-colheita, é utilizada alguma máquina nesses processos ou são apenas ações humanas? | Apenas colheitadeira. |
| 15. Se você adota alguma das práticas questionadas anteriormente, qual é o benefício que traz à sua gestão? | Maior eficiencia na operação, economia de custo e também uso correto dos produtos, utiliza dados de pesquisas para alterar os manejos. Informações remotas utilizadas na tomada de decisão. |
| 16. Se você não adota nenhuma das práticas questionadas anteriormente, pretende adotar? E porque ainda não foram | Sistema para monitoramento de irrigação, não instalou pelo elevado custo. Utilizar um drone para verificar a lavoura, falta tempo para investir neste ponto. |
| 17. Você utiliza o serviço de alguma empresa ou profissional que presta assistência técnica direcionada a Agricultura 4.0? | sim, a cooperativa fornece o suporte. |
| 18. Participa de dia de campo, palestras, treinamentos e outros tipos de evento sobre técnicas agronômicas? | Sim, participa ativamente dos eventos técnicos. |
| 19. Qual o seu interesse sobre inovações tecnológicas? E por quê? | Melhoria de eficiencia (tempo e custo) |
| 20. Qual sua opinião sobre as técnicas da Agricultura 4.0? Acredita que há dificuldades para sua adoção? Se sim, qual(is) | Custo |

ANEXO 10 – RESPOSTAS PRODUTOR 3

| Produtor 3 | |
|--|---|
| 1. Tempo de experiência na atividade rural | 40 anos |
| 2. Tipo de posse da propriedade | Próprio |
| 3. O que é produzido na propriedade | Café, abacate, Soja, milho, trigo, cebola, batata e cenoura |
| 4. Área produzida de soja (ha) | 242,89 |
| 5. Sistema produtivo adotado | Plantio direto e convencional |
| 6. Sistema de irrigação | Sistema de pivô central em parte da produção |
| 7. Produtividade média de soja por hectare | 70,25 sacas |
| 8. Local de fornecimento de produção | Cooperativa |
| 9. Funcionários na propriedade | 17 funcionários |

| Adoção de Agricultura 4.0 pela propriedade rural. | |
|---|--|
| Perguntas | Respostas |
| 1. Você conhece ou ouviu falar sobre Agricultura 4.0? Se sim, o que você conhece sobre Agricultura 4.0? | Pouco conhecimento |
| 2. Você possui acesso à internet em sua lavoura (wifi ou rede móvel)? Se sim, qual é a qualidade do sinal? | Possui wifi. Boa conexão |
| 3. Você utiliza dispositivo(s) móvel(is) para alguma atividade da lavoura? Se sim, para qual(is) finalidade(s)? | Utiliza para comunicação e recomendações. |
| 4. É utilizado algum sistema de gestão de dados na tomada decisões? Se sim, de que forma é utilizado? | Global Farm e Realtek Agro |
| 5. Qual(is) é(são) a(s) máquina(s) e implemento(s) presente(s) na propriedade? Alguma das máquinas possuem aparato tecnológico? | Trator de Pneu, Pulverizador, Colhedeira, Adubadeira, Grade de Arado e Aiveca, GPS para marcação de linhas sem correção de sinal |
| 6. Utiliza software(s) na gestão das operações da propriedade (financeiro, meteorologia, acompanhamento de mercado, de máquinas, etc)? Se sim, para | Utiliza: realtec agro, global farm. |
| 7. Possui algum tipo de sensor(es) na operação da propriedade, seja acoplado em tratores e implementos, instalados no solo ou por meio de drones? Se sim, | Não possui. |

| | |
|---|---|
| 8. É utilizada máquina(s) de aprendizagem ou utilização de máquinas autônomas nas operações da plantação? Se sim, para qual(is) finalidade(s)? | Não possui. |
| 9. Faz algum tipo de mapeamento da área produtiva? Se sim, qual(is) é(são) o(s) mapeamento(s)? | agricultura de precisão da coopadap |
| 10. Faz análise de solo da área produtiva? Se sim, com qual frequência? | Sim, todo ano. |
| 11. É feito algum trabalho de prevenção e/ou controle de doenças e pragas? Se sim, de que forma? | Sim é feito, há uma equipe de monitoramento. |
| 12. Existe alguma seleção de mudas e/ou sementes para o plantio? Se sim, de que forma é a seleção? | Semente vem pronta. |
| 13. Para o plantio e tratos culturais, é(são) utilizada(s) alguma(s) máquina(s) ou são aplicações feita por funcionários? Se for utilizado máquina(s), qual(is) | Tudo por máquinas. Trator de arrasto e uniporte. |
| 14. Na colheita e pós-colheita, é utilizada alguma máquina nesses processos ou são apenas ações humanas? | Apenas colheitadeira. |
| 15. Se você adota alguma das práticas questionadas anteriormente, qual é o benefício que traz à sua gestão? | Ganho de tempo, produtividade é mais bem aproveitada, padrão da lavoura adequado. |
| 16. Se você não adota nenhuma das práticas questionadas anteriormente, pretende adotar? E porque ainda não foram adotadas? | Futuramente pretende adotar as tecnologias, conforme mercado permitir |
| 17. Você utiliza o serviço de alguma empresa ou profissional que presta assistência técnica direcionada a Agricultura 4.0? | sim, a cooperativa fornece o suporte. |
| 18. Participa de dia de campo, palestras, treinamentos e outros tipos de evento sobre técnicas agrônômicas? | Sim, participa ativamente dos eventos técnicos. |
| 19. Qual o seu interesse sobre inovações tecnológicas? E por quê? | Interesse alto em automatizar e melhor a operação. |
| 20. Qual sua opinião sobre as técnicas da Agricultura 4.0? Acredita que há dificuldades para sua adoção? Se sim, qual(is) é(são)? | Pensando na região o tamanho das áreas são pequenos em relação ao investimento. As pessoas ainda não estão prontas para a adoção das tecnologias. |

ANEXO 11 – RESPOSTAS PRODUTOR 4

| Produtor 4 | |
|--|--|
| 1. Tempo de experiência na atividade rural | 26 anos |
| 2. Tipo de posse da propriedade | Próprio |
| 3. O que é produzido na propriedade | Soja, Milho, Trigo e Café |
| 4. Área produzida de soja (ha) | 162,4 |
| 5. Sistema produtivo adotado | Área irrigada plantio convencional e sequeiro com plantio direto |
| 6. Sistema de irrigação | Sistema de pivô central em parte da produção |
| 7. Produtividade média de soja por hectare | 81,69 sacas |
| 8. Local de fornecimento de produção | Cooperativa |
| 9. Funcionários na propriedade | 5 |

| Adoção de Agricultura 4.0 pela propriedade rural. | |
|--|--|
| Perguntas | RESPOSTAS |
| 1. Você conhece ou ouviu falar sobre Agricultura 4.0? Se sim, o que você conhece sobre Agricultura 4.0? | Apenas ouvi vou falar |
| 2. Você possui acesso à internet em sua lavoura (wifi ou rede móvel)? Se sim, qual é a qualidade do sinal? | tem sinal, porem o sinal é ruim |
| 3. Você utiliza dispositivo(s) móvel(is) para alguma atividade da lavoura? Se sim, para qual(is) finalidade(s)? | não |
| 4. É utilizado algum sistema de gestão de dados na tomada decisões? Se sim, de que forma é utilizado? | Global Farm |
| 5. Qual(is) é(são) a(s) máquina(s) e implemento(s) presente(s) na propriedade? Alguma das máquinas possuem aparato tecnológico? | Trator de Pneu, Pulverizador, Colhedeira, Adubadeira, Grade de Arado e Aiveca, GPS para marcação de linhas sem correção de sinal |
| 6. Utiliza software(s) na gestão das operações da propriedade (financeiro, meteorologia, acompanhamento de mercado, de máquinas, etc)? Se sim, para qual(is) finalidade(s)? | global farm e planilhas excel |
| 7. Possui algum tipo de sensor(es) na operação da propriedade, seja acoplado em tratores e implementos, instalados no solo ou por meio de drones? Se sim, para qual finalidade(s) é(são) o uso do(s) sensor(es)? | sim na semeadoura sensor de adubo e distribuição de sementes |

| | |
|---|---|
| 8. É utilizada máquina(s) de aprendizagem ou utilização de máquinas autônomas nas operações da plantação? Se sim, para qual(is) finalidade(s)? | não |
| 9. Faz algum tipo de mapeamento da área produtiva? Se sim, qual(is) é(são) o(s) mapeamento(s)? | análise de solo e estimativa de produtiva por talhões |
| 10. Faz análise de solo da área produtiva? Se sim, com qual frequência? | sim anualmente |
| 11. É feito algum trabalho de prevenção e/ou controle de doenças e pragas? Se sim, de que forma? | sim. monitoramento periodico |
| 12. Existe alguma seleção de mudas e/ou sementes para o plantio? Se sim, de que forma é a seleção? | aquisição de sementes já selecionadas e prontas para o plantio através da Coopadap |
| 13. Para o plantio e tratos culturais, é(são) utilizada(s) alguma(s) máquina(s) ou são aplicações feita por funcionários? Se for utilizado máquina(s), qual(is) é(são)? | operação mecanizada via trator e semeadoura de arrasto e pulverizador autopropelido |
| 14. Na colheita e pós-colheita, é utilizada alguma máquina nesses processos ou são apenas ações humanas? | Operação mecanizada colheita via colhedoura automotriz |
| 15. Se você adota alguma das práticas questionadas anteriormente, qual é o benefício que traz à sua gestão? | praticidade |
| 16. Se você não adota nenhuma das práticas questionadas anteriormente, pretende adotar? E porque ainda não foram adotadas? | |
| 17. Você utiliza o serviço de alguma empresa ou profissional que presta assistência técnica direcionada a Agricultura 4.0? | sim a coopadap |
| 18. Participa de dia de campo, palestras, treinamentos e outros tipos de evento sobre técnicas agronômicas? | sim pela coopadap |
| 19. Qual o seu interesse sobre inovações tecnológicas? E por quê? | grande por que tecnologia vem para ganhar praticidade e diminuir custos |
| 20. Qual sua opinião sobre as técnicas da Agricultura 4.0? Acredita que há dificuldades para sua adoção? Se sim, qual(is) é(são)? | de alto custo, lançamentos muito caro |

ANEXO 12 – RESPOSTAS PRODUTOR 5

| Produtor 5 | |
|--|--|
| 1. Tempo de experiência na atividade rural | 40 anos |
| 2. Tipo de posse da propriedade | Próprio |
| 3. O que é produzido na propriedade | Café, Abacate, Alho, Batata, Soja, Milho e Trigo |
| 4. Área produzida de soja (ha) | 505,11 |
| 5. Sistema produtivo adotado | Área irrigada com plantio convencional e sequeiro com plantio direto |
| 6. Sistema de irrigação | Sistema de pivô central em parte da produção |
| 7. Produtividade média de soja por hectare | 67,58 sacas |
| 8. Local de fornecimento de produção | Cooperativa |
| 9. Funcionários na propriedade | 28 |

| Adoção de Agricultura 4.0 pela propriedade rural. | |
|--|--|
| Perguntas | Respostas |
| 1. Você conhece ou ouviu falar sobre Agricultura 4.0? Se sim, o que você conhece sobre Agricultura 4.0? | Apenas ouvi vou falar |
| 2. Você possui acesso à internet em sua lavoura (wifi ou rede móvel)? Se sim, qual é a qualidade do sinal? | tem sinal, porem o sinal é ruim |
| 3. Você utiliza dispositivo(s) móvel(is) para alguma atividade da lavoura? Se sim, para qual(is) finalidade(s)? | não |
| 4. É utilizado algum sistema de gestão de dados na tomada decisões? Se sim, de que forma é utilizado? | Global Farm |
| 5. Qual(is) é(são) a(s) máquina(s) e implemento(s) presente(s) na propriedade? Alguma das máquinas possuem aparato tecnológico? | Trator de Pneu, Pulverizador, Colhedeira, Adubadeira, Grade de Arado e Aiveca, GPS para marcação de linhas sem correção de sinal |
| 6. Utiliza software(s) na gestão das operações da propriedade (financeiro, meteorologia, acompanhamento de mercado, de máquinas, etc)? Se sim, para qual(is) finalidade(s)? | global farm e planilhas excel |
| 7. Possui algum tipo de sensor(es) na operação da propriedade, seja acoplado em tratores e implementos, instalados no solo ou por meio de drones? Se sim, para qual finalidade(s) é(são) o uso do(s) sensor(es)? | sim na semeadoura sensor de adubo e distribuição de sementes |

| | |
|---|---|
| 8. É utilizada máquina(s) de aprendizagem ou utilização de máquinas autônomas nas operações da plantação? Se sim, para qual(is) finalidade(s)? | não |
| 9. Faz algum tipo de mapeamento da área produtiva? Se sim, qual(is) é(são) o(s) mapeamento(s)? | análise de solo e estimativa de produtiva por talhões |
| 10. Faz análise de solo da área produtiva? Se sim, com qual frequência? | sim anualmente |
| 11. É feito algum trabalho de prevenção e/ou controle de doenças e pragas? Se sim, de que forma? | sim. monitoramento periodico |
| 12. Existe alguma seleção de mudas e/ou sementes para o plantio? Se sim, de que forma é a seleção? | aquisição de sementes já selecionadas e prontas para o plantio através da Coopadap |
| 13. Para o plantio e tratos culturais, é(são) utilizada(s) alguma(s) máquina(s) ou são aplicações feita por funcionários? Se for utilizado máquina(s), qual(is) é(são)? | operação mecanizada via trator e semeadoura de arrasto e pulverizador autopropelido |
| 14. Na colheita e pós-colheita, é utilizada alguma máquina nesses processos ou são apenas ações humanas? | Operação mecanizada colheita via colhedoura automotriz |
| 15. Se você adota alguma das práticas questionadas anteriormente, qual é o benefício que traz à sua gestão? | praticidade |
| 16. Se você não adota nenhuma das práticas questionadas anteriormente, pretende adotar? E porque ainda não foram adotadas? | |
| 17. Você utiliza o serviço de alguma empresa ou profissional que presta assistência técnica direcionada a Agricultura 4.0? | sim a coopadap |
| 18. Participa de dia de campo, palestras, treinamentos e outros tipos de evento sobre técnicas agronômicas? | sim pela coopadap |
| 19. Qual o seu interesse sobre inovações tecnológicas? E por quê? | grande por que tecnologia vem para ganhar praticidade e diminuir custos |
| 20. Qual sua opinião sobre as técnicas da Agricultura 4.0? Acredita que há dificuldades para sua adoção? Se sim, qual(is) é(são)? | de alto custo, lançamentos muito caro |

ANEXO 13 – RESPOSTAS PRODUTOR 6

| Produtor 6 | |
|--|--|
| 1. Tempo de experiência na atividade rural | 17 anos |
| 2. Tipo de posse da propriedade | Próprio |
| 3. O que é produzido na propriedade | Beterraba, Cenoura, Cebola, Alho, Café, Abacate, Milho, Soja, Trigo, Feijão e Batata |
| 4. Área produzida de soja (ha) | 695 |
| 5. Sistema produtivo adotado | Plantio direto e convencional |
| 6. Sistema de irrigação | Não há sistema de irrigação |
| 7. Produtividade média de soja por hectare | 71,32 sacas |
| 8. Local de fornecimento de produção | Cooperativa |
| 9. Funcionários na propriedade | 38 funcionários |

| Adoção de Agricultura 4.0 pela propriedade rural. | |
|--|--|
| Perguntas | Respostas |
| 1. Você conhece ou ouviu falar sobre Agricultura 4.0? Se sim, o que você conhece sobre Agricultura 4.0? | Nunca ouviu falar |
| 2. Você possui acesso à internet em sua lavoura (wifi ou rede móvel)? Se sim, qual é a qualidade do sinal? | Não possui |
| 3. Você utiliza dispositivo(s) móvel(is) para alguma atividade da lavoura? Se sim, para qual(is) finalidade(s)? | Sim, utiliza bula de defensivo, manual de identificação de praga e doença, registro de fotos de ocorrência, consulta ficha de equipamentos (pivô, trator, etc...), calculadora, cronômetro, altitude, GNSS, medição das áreas, previsão do tempo, anotações, verificação do manejo das culturas: o que já foi feito. |
| 4. É utilizado algum sistema de gestão de dados na tomada de decisões? Se sim, de que forma é utilizado? | Global Farm e Realtek Agro |
| 5. Qual(is) é(são) a(s) máquina(s) e implemento(s) presente(s) na propriedade? Alguma das máquinas possuem aparato tecnológico? | Trator de Pneu, Pulverizador, Colhedeira, Adubadeira, Grade de Arado, Calchadeira e Aiveca, GPS para marcação de linhas com correção de sinal |
| 6. Utiliza software(s) na gestão das operações da propriedade (financeiro, meteorologia, acompanhamento de mercado, de máquinas, etc)? Se sim, para qual(is) finalidade(s)? | Sim, gestão de máquina de equipamentos, custos da cultura, estação meteorológica, monitoramento de irrigação. |
| 7. Possui algum tipo de sensor(es) na operação da propriedade, seja acoplado em tratores e implementos, instalados no solo ou por meio de drones? Se sim, para qual finalidade(s) é(são) o uso do(s) sensor(es)? | Sim, possui estação meteorológica (sensor de temperatura, umidade, direção e velocidade do vento) |

| | |
|--|--|
| 8. É utilizada máquina(s) de aprendizagem ou utilização de máquinas autônomas nas operações da plantação? Se sim, para qual(is) finalidade(s)? | Utiliza piloto automático no plantio, pulverização e adubação de cobertura. |
| 9. Faz algum tipo de mapeamento da área produtiva? Se sim, qual(is) é(são) o(s) mapeamento(s)? | Único mapeamento é o da agricultura de precisão |
| 10. Faz análise de solo da área produtiva? Se sim, com qual frequência? | Anualmente |
| 11. É feito algum trabalho de prevenção e/ou controle de doenças e pragas? Se sim, de que forma? | Sim, preventivo no planejamento da cultura e trabalha com aplicação de defensivos preventivos. Monitoramento do campo é realizado semanalmente. |
| 12. Existe alguma seleção de mudas e/ou sementes para o plantio? Se sim, de que forma é a seleção? | Não possui. |
| 13. Para o plantio e tratos culturais, é(são) utilizada(s) alguma(s) máquina(s) ou são aplicações feitas por funcionários? Se for utilizado | Operação mecanizada via trator e semeadoura de arrasto e pulverizador utopropelido |
| 14. Na colheita e pós-colheita, é utilizada alguma máquina nesses processos ou são apenas ações humanas? | Operação mecanizada colheita via colhedoura automotriz |
| 15. Se você adota alguma das práticas questionadas anteriormente, qual é o benefício que traz à sua gestão? | Rendimento operacional e incremento de produtividade, tornando as tarefas mais previsíveis e acertivas. |
| 16. Se você não adota nenhuma das práticas questionadas anteriormente, pretende adotar? E porque ainda não foram adotadas? | Pretende investir em automação do pivô e também a conexão da lavoura (wifi) |
| 17. Você utiliza o serviço de alguma empresa ou profissional que presta assistência técnica direcionada a Agricultura 4.0? | sim utiliza |
| 18. Participa de dia de campo, palestras, treinamentos e outros tipos de evento sobre técnicas agronômicas? | Sim, participa de todos os eventos |
| 19. Qual o seu interesse sobre inovações tecnológicas? E por quê? | Alto interesse, pois o futuro da agricultura está nas tecnologias, não tem como participar desse setor sem a participação da agricultura 4.0, além das facilidades |
| 20. Qual sua opinião sobre as técnicas da Agricultura 4.0? Acredita que há dificuldades para sua adoção? Se sim, qual(is) é(são)? | A acessibilidade ainda é reduzida, não chegou em todas as regiões, o suporte ainda não chegou. |