Curso de:
Agronomia

Trabalho de Conclusão de Curso:

A Importância da Agricultura 4.0 para o aumento da produtividade

Autor: Caio Rezende de Oliveira

Orientador: César Augusto Costa Nascimento

Palmas - TO
2022

UniCatólica

CAIO REZENDE DE OLIVEIRA

A IMPORTÂNCIA DA AGRICULTURA 4.0 PARA O AUMENTO DA PRODUTIVIDADE.

Monografia apresentada ao curso de graduação Agronomia do Centro Universitário Católica do Tocantins (UniCatólica), como requisito parcial para a de título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Me. César Augusto Costa Nascimento

Palmas - TO
2022

UniCatólica

Centro Universitário Católica do Tocantins

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO - TCC

Aos 03 (dois) dias do mês de dezembro de 2022, no centro Universitário Católica do Tocantins – Unidade II às 15:00 hs realizou-se a Defesa de Trabalho de TCC do (a) aluno (a) **CAIO REZENDE DE OLIVEIRA,** do Curso de Agronomia, intitulada: **"A IMPORTÂNCIA DA AGRICULTURA 4.0 PARA O AUMENTO DA PRODUTIVIDADE"**, realizada sob a orientação do(a) Professor(a) orientador(a) **Me César Augusto Costa Nascimento** e tendo como banca avaliadora, os professores relacionados abaixo.

Pelo trabalho, tendo sido considerado (a) Aprovado. Nada mais tendo a constar, assinam esta Ata o (a) professor (a) orientador (a) e os demais componentes da banca examinadora.

Prof. Me. César Augusto Costa Nascimento
Professor (a) Orientador (a)

Profa. Dra. Valdirene Cassia da Silva
Professor (a) Avaliador (a)

Profa. Dra. Roberta Zani da Silva
Professor (a) Avaliador (a)

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus, aos meus genitores Régia Maria Gomes Rezende de Oliveira e Caslui Dinoel de Oliveira, por todo o amor, carinho, e compreensão dedicados a minha vida.

Agradeço em especial aos meus orientadores Prof. Me. César, e, a minha orientadora Profª. Dr.ª Valdirene Cássia, por todos os ensinamentos e conhecimentos repassados, pela paciência, pelas correções, pelo suporte e todo o incentivo.

Agradeço aos demais Mestres e Professores que contribuíram grandemente com a minha formação acadêmica.

Agradeço aos meus familiares e amigos que estiveram sempre ao meu lado nessa jornada durante o meu processo de formação.

Enfim, a cada um que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, que colaboraram para a construção dessa trajetória, o meu muitíssimo obrigado.

RESUMO

Referências: OLIVEIRA, Caio Rezende de, **A Importância da Agricultura 4.0 para o aumento da Produtividade: Revisão**, 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia) - Centro Universitário Católica do Tocantins (Unicatólica), Palmas-TO, 2022.

O presente estudo tem como objetivo apresentar e analisar Agricultura 4.0, através da revisão bibliográfica, de dados disponíveis nas bases de dados eletrônicas livros, manuais, *Scientific Electronic Library* Online (SciELO), Portal Embrapa, teses, revistas universitária, acervos universitários online, sites de agropecuária, e simpósios com o lapso temporal de 2016 a 2022. A Agricultura 4.0 é descrita como um conjunto de tecnologias conectadas, por equipamentos, sistemas e softwares, as vantagens proporcionadas pelo uso da Agricultura 4.0 são inúmeras e estão presentes em todas as etapas do processo de plantio a colheita, no que tange aos desafios estão dentre os principais a falta de conectividade nas áreas rurais, falta de recursos humanos capacitados, baixo ou pouco conhecimento dos produtores quanto as tecnologias. Para obter bons índices em sua produtividade, o agricultor precisa avaliar e aplicar a tecnologia de maneira adequada as suas metas.

Palavras-chaves: Agricultura. Conectividade. Tecnologias. Vantagens e Desafio.

ABSTRACT

References: OLIVEIRA, Caio Rezende de, **The Importance of Agriculture 4.0 for increasing Productivity: Review**, 2022. Course Completion Work (Agronomy) - Centro Universitário Católica do Tocantins (Unicatólica), Palmas-TO, 2022.

The present study aims to present and analyze Agriculture 4.0, through a bibliographical review, of data available in electronic databases books, manuals, Scientific Electronic Library Online (SciELO), Portal Embrapa, theses, university magazines, online university collections, websites of agriculture, and symposia with the time lapse from 2016 to 2022. Agriculture 4.0 is described as a set of connected technologies, by equipment, systems and software, the advantages provided by the use of Agriculture 4.0 are countless and are present in all stages From the planting process to the harvest, with regard to the challenges, the lack of connectivity in rural areas, lack of trained human resources, low or little knowledge of producers regarding technologies are among the main ones. In order to obtain good levels of productivity, the farmer needs to evaluate and apply the technology in an adequate way to his goals.

Keywords: Agriculture. Connectivity. Technologies. Advantages and Challenge.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Estrutura da Agricultura 4.0.....13
Figura 2 – Esquema que representa 6Vs.....15
Figura 3 – Representação de uso da Taxa variável.....21

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AI Inteligência Artificial

AP Agricultura de Precisão

CEPEA Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada

Dr. Doutor

Drª Doutora

et.al Entre outros

GPS Sistema de Posicionamento Global

ha hectare

IoT Internet das coisas

MAPA Ministério da Agricultura Abastecimento e Pecuária

MSc. Mestre

PIB Produto Interno Bruto

Prof.ª Professora

Prof. Professor

TO Tocantins

VANT's Veículos Aéreos não Tripulados

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 9
1.1 Justificativa 9
1.2 Problemática 10
2 REFERENCIAL TEÓRICO 11
2.1 Origem da Agricultura 4.0 11
2.1.1 Internet das coisas (IoT) 13
2.1.2 Big Data 14
2.1.3 Inteligência Artificial (AI) 16
2.2 Agricultura de Precisão (AP) 17
2.2.1 Geoprocessamento 18
2.2.2 Drones ou Veículos Aéreos não Tripulados (VANT's) na Agricultura 19
2.2.3 Aplicação em Taxa Variável 20
3 METODOLOGIA 22
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO 24
CONSIDERAÇÕES FINAIS 29
REFERÊNCIAS 30

1 INTRODUÇÃO

O Brasil representa a nível mundial uma das maiores potências do agronegócio, segundo dados do Centro de Pesquisas Agropecuárias, atualmente o ramo é responsável por 21,4% do PIB (Produto Interno Bruto) nacional. Segundo Leite e Melido (2019) a agricultura moderna tem passado por rápidas modificações, e se destacado como uma atividade de suma relevância, para a economia nas mais diversas culturas e no mercado global.

A inovação e o uso de tecnologias tem papel essencial, no intuito de garantir de forma abrangente a qualidade e resultados satisfatórios desde o plantio até a colheita nas lavouras, e como forma de transformar e viabilizar tais proventos quanto ao aumento da produtividade nas lavouras, a Agricultura 4.0 é vista como forte aliada, estimulando a agregação de valores, o aumento da competitividade, diversificação das inovações e a incorporação de novos conceitos (AGRISHOW,2021).

Conforme algumas literaturas, a Agricultura 4.0 é o conjunto de tecnologias e ferramentas digitais que se conectam por meio de sistemas softwares e equipamentos, que podem influenciar diretamente sobre cada uma das etapas da produção agrícola. Oliveira *et al.* (2020) apontam que a aplicação e o uso de tecnologias garante a padronização, e traz eficiência para a produção, embora seja um tema consideravelmente novo entre os produtores, a Agricultura 4.0 é uma solução que pode corroborar de maneira significativa, para o manejo de culturas agrícolas.

Diante do exposto, objetivo geral deste trabalho é apresentar e analisar Agricultura 4.0; os objetivos específicos, identificar as vantagens e desafios, evidenciar como a Agricultura 4.0 pode influenciar na produtividade.

1.1 Justificativa

Ao longo da evolução agrícola as revoluções tecnológicas fizeram parte do processo, a descoberta dos maquinários, fertilizantes, o conhecimento e as descobertas referentes ao solo e as condições climáticas. Com isso foram necessários anos de estudo, para alcançar as tecnologias que possibilitaram ao homem produzir, não somente para o seu consumo próprio, mas em grandes quantidades para exportação.

Considerando que a Agricultura 4.0 é algo que vem sendo trabalhado e difundido pelo país, promovendo o desenvolvimento de inúmeras tecnologias e a

adoção de práticas modernas que visam otimizar a produtividade, sustentabilidade e aplicação de novas técnicas. O estudo se justifica a partir da compreensão de como a Agricultura 4.0 pode influenciar na atividade agrícola e na produtividade.

Vale ressaltar, que dentre os objetivos da Agricultura 4.0, estão a otimização da produção, e a gestão agrícola nas diferentes etapas do plantio a colheita, e para que isso ocorra de forma ampla o uso de tecnologias de ponta, como softwares, sistemas, e maquinários são utilizados para melhorias, controle, monitoramento, e a tomada de decisões, visto que a partir do uso consciente das tecnologias os agricultores conseguem ter vários benefícios.

1.2 Problemática

A agricultura é considerada como uma das atividades mais antigas desenvolvidas pelo homem, pode-se dizer que tamanha evolução que existe atualmente não existiria sem a descoberta da agricultura como uma forma de subsistência.

Entretanto mesmo com tantos avanços e inovações os muitos agricultores ainda têm dificuldades para identificar, monitorar e até para combater algumas espécies de pragas que surgem nas culturas, condição essa que incide diretamente sob a produtividade da cultivar e no financeiro do produtor, embora a difusão e a incorporação de tecnologias de ponta no mercado agrícola sejam consideradas como benéficas, a literatura apontam que não são todos que fazem uso da Agricultura 4.0, e que muitas vezes a pouca adesão as tecnologias estão correlacionadas a um investimento de alto valor (ROCHA, 2021).

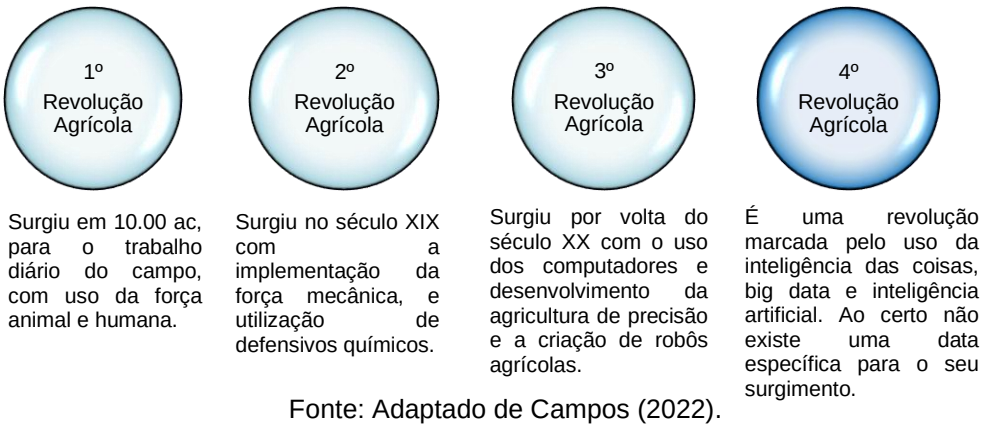
Todavia, atualmente existe no mercado uma gama de soluções tecnológicas ao alcance de cada produtor. Face ao exposto e a necessidade em agregar melhorias ao campo questiona-se: De que forma a Agricultura 4.0 pode influenciar no aumento da produtividade? Quais as vantagens e os desafios vivenciados pelo produtor?

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Origem da Agricultura 4.0

O emprego de tecnologias no campo é um fator determinante para que a agricultura alcançasse a sua atual posição, em se tratando da revolução tecnológica agrícola, a mesma teve o seu início com a Agricultura 1.0 a partir do uso da potência animal, posteriormente a Agricultura 2.0 foi definida pelo motor de combustão, passando para a Agricultura 3.0 com o uso dos sistemas de, a agricultura de precisão. A agricultura 4.0 representa a junção e a interação das diversas áreas envolvendo as tecnologias digitais para a integração dos processos agrícolas, propiciando assim a redução de incertezas na cadeia produtiva (LISBINSKI et al., 2020).

Representação da Revolução Agrícola



Fonte: Adaptado de Campos (2022).

As transformações tecnológicas ultrapassaram o setor da manufatura fabris e alcançou o setor da agricultura, agronegócio que antes era baseado apenas na produção e exportação de cana-de-açúcar e café, na atualidade é a grande alavanca da economia e grande exportador de diversos produtos agrícolas. Com isso e em virtude do crescimento tecnológico nas diferentes etapas e processos da agricultura, o trabalho braçal antes comum foi eliminado quase que por inteiro e foi sendo implantado novas tecnologias, ferramentas, utilização da internet, componentes que fazem parte da agricultura 4.0 (SANTOS *et al*., 2019).

O patamar atual atingido pela agricultura brasileira tem como determinante as tecnologias empregadas e adotadas continuamente em evolução, pois a cada ano que se passa a era tecnológica agrícola se aprimora e se consolida, viabilizando a conectividade na vida das pessoas e no trabalho do campo, sendo chamada agricultura digital, uma das referências da indústria 4.0.

A mudança promovida pela agricultura digital no campo e em toda sociedade, contribui de forma transversal para sanar inúmeros desafios, a evolução do agro 4.0 na agricultura é fundamental para o crescimentos socioeconômico no campo, permitindo uma nova visão aos produtores, ao facilitar o acesso às informações, previsões de safra e do clima, inovações técnicas e gerenciais, assistência e capacitação das equipes e demais benefícios que estarão ao alcance com maior facilidade (MAPA, 2021).

O desenvolvimento da Agricultura 4.0 é tido como uma revolução tecnológica que agregou benefícios e oportunizou aos produtores a coleta de dados em tempo real, redução do uso de pesticidas e fertilizantes, aumento dos lucros, menos desperdícios, com essa tecnologia será possível fazer uso de quantidades mínimas e necessárias as áreas que devem ser aplicadas (SILVA e CAVICHIOLI, 2020).

De acordo Monteleone (2022), no contexto de toda a revolução tecnológica o conceito de Agricultura 4.0, surgiu no início do século 21, sendo vista como uma evolução da Agricultura de Precisão por meio da Internet das Coisas (*Internet of Things* - IoT).

Em consonância Rocha (2021), explana que a Agricultura 4.0 é um conceito embasado nos diferentes tipos de dados que são produzidos, armazenados e processados pelos inúmeros dispositivos, possibilitando assim fazer análises temporais, e tomar decisões através deles, ainda segundo o autor todas essas etapas demonstram que a agricultura está cada vez mais conectada nos campos.

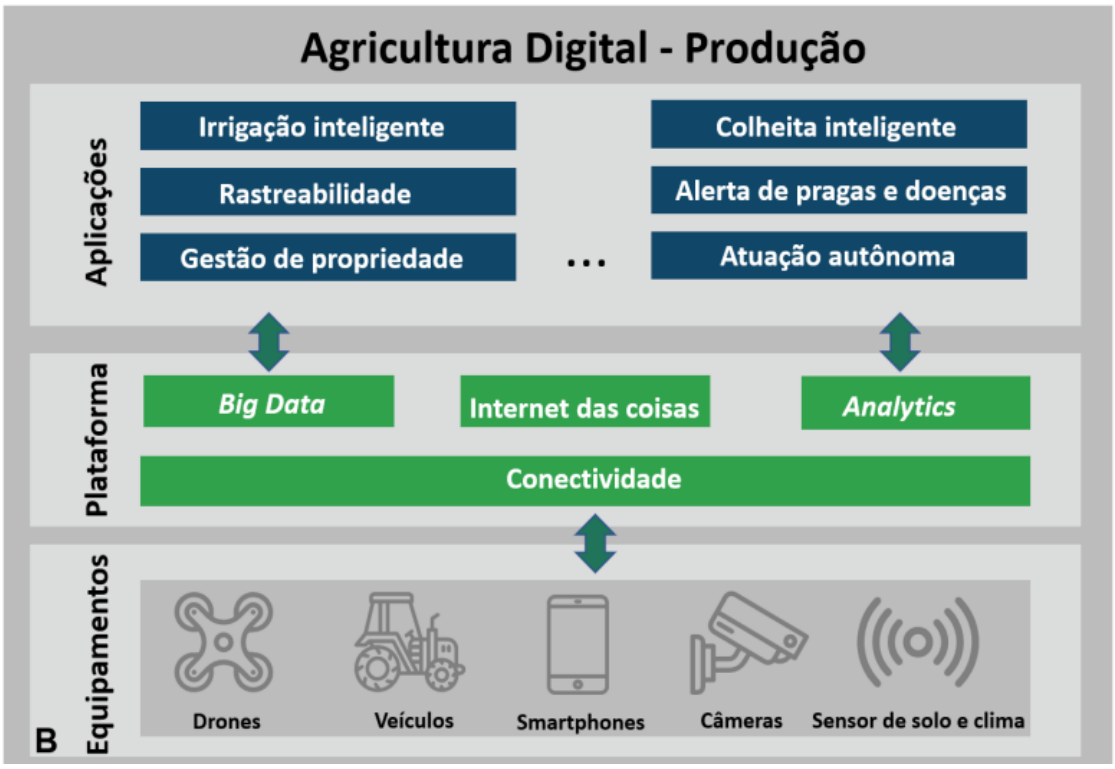
> A agricultura 4.0 é toda e qualquer ferramenta digital que auxilia geração de dados para uma futura tomada de decisão, funciona devido à Internet das Coisas (IoT), Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC), Inteligência Artificial (IA), Big Data e a Computação em Nuvem (CAMPOS, 2021, p.17).

Segundo Silva e Cavichioli (2020), o uso da tecnologia viabiliza aos produtores resultados no campo que impulsionam e motivam, investimentos para qualidade de vida, crescimento da produção, melhorias econômicas, que podem ser alcançadas, através de ferramentas que auxiliam, como softwares, insumos, máquinas agrícolas, e outro fator de extrema importância é o controle de altos gastos e os desperdícios.

Conforme descrito na figura abaixo, pelo autor Rocha (2021), temos a composição estrutural da Agricultura 4.0, com cada uma das subseções, exemplificando como são empregues nas propriedades os equipamentos, plataformas e aplicações. Seguindo essa linha de raciocínio o autor acrescenta que a Agricultura 4.0, é o resultado da junção de internet das coisas (IoT), big data e inteligência artificial

(AI), com suas tecnologias que incrementam, a eficácia dos processos e nas atividades agropecuárias.

Figura 1 Estrutura da Agricultura 4.0



Fonte: Adaptado de Massruhá *et al.* (2020).

2.1.1 Internet das coisas (IoT)

O surgimento da Internet das Coisas (IoT), deriva da interação entre os humanos, animais e objetos, através de dispositivos computacionais que conectados faça comunicação entre ambas as partes. Esses dispositivos propiciaram o desenvolvimento de ferramentas de trabalho que cooperam para a tomada de decisões e são necessárias para operacionalização em diferentes áreas, visto que todas essas áreas estão interligadas e conectadas. Ainda conforme o autor a IoT é uma rede que possibilita ao usuário obter a rastreabilidade por sinal de GPS, monitoramento online, notificações dos processos, manutenção remota e gestão com segurança (ROCHA, 2021).

> A Internet das Coisas torna possível monitorar e gerenciar operações a centenas de quilômetros de distância, rastrear bens que cruzam o oceano ou detectar a ocorrência de pragas ou doenças na plantação. (MASSRUHÁ e LEITE, 2017, p. 29).

Monteleone (2022) expõe que a IoT desempenha papel fundamental na agricultura uma vez que, é possível criar diferentes modelos de sensores para avaliar

e medir fatores que continuamente são utilizados para o desenvolvimento da cultura. Os dados obtidos e combinados por sensores e dispositivos adicionais em IoT, melhoram e possibilitam entendimento mais amplo de como investir e produzir.

Campos (2022) relata que entre as diferentes tecnologias que são utilizadas na Agricultura 4.0, a internet das coisas (IoT) é a que mais recebeu investimentos devido ao seu potencial de transformação. Impactando positivamente a economia, conciliadas as aplicações diretas no campo, advindos das informações e tecnologias da digitalização da agricultura.

Silva e Cavichioli (2020), salientam que entre as diversas tecnologias, a internet das coisas (IoT), é a que mais tem recebido investimentos para implantação na agricultura, visto que a mesma provoca grande transformação na economia. Os autores estimam que impacto de IoT na economia a nível global será de 4% a 11% do (PIB) mundial em 2025, cerca de 3,9 e 11,1 trilhões de dólares, para a economia brasileira estima-se um total de 50 a 200 milhões de dólares anual em 2025.

2.1.2 Big Data

O Big Data é descrito como um sistema inteligente de análise de dados e armazenamento, por meio de um algoritmo que coleta de forma precisa e concreta as informações sempre em tempo real. Na Agricultura 4.0 é muito utilizado devido a sua viabilidade para o gerenciamento minucioso da produção (CAMPOS, 2022).

Nessa perspectiva Rocha (2021) aponta que os avanços tecnológicos tem revolucionado a maneira de tomar decisões no segmento agrícola em todo o mundo, sendo que muitas vezes as decisões tomadas eram por meio de experiência repassadas e vivenciadas pelos produtores e profissionais e através do conhecimento prático.

O autor explana também que o termo quando traduzido para o português faz referência a grande, tal termo foi inserido devido a quantidade de dados e aos fluxos que são criados, dessa forma novas informações de diferentes bases são geradas e como o próprio termo faz menção, o big data é considerado como um conjunto de dados provenientes das atividades, e que não têm como ser armazenado e avaliados pelas organizações e softwares (ROCHA,2021).

Silva e Cavichioli (2020) explicam que o Big Data é um sistema de armazenamento e análise de dados, delineado por 5 Vs, sendo volume, variedade, velocidade veracidade e valor. O algoritmo usa uma quantidade de informações

colhidas em tempo real e concretas que são aplicadas a agricultura de precisão, e a agricultura 4.0 com objetivo de aumentar a produção com alta precisão e rentabilidade.

Em complemento Campos (2022) explana que o Big Data é baseado em seis características: volume, considera o grande volume de dados e gerado, por diferentes tecnologias a cada minuto; a velocidade que possibilita que os dados sejam criados com agilidade e acessados em tempo real; a variedade, pois são dados concebidos de diversas tecnologias e precisam ser processados em conjunto; a veracidade, trata a integridade e exatidão dos dados e informações para que exista o armazenamento de materiais incertos; a variabilidade permite a identificação e o tratamento dos dados, com intuito de sanar eventos adversos e específicos a longo prazo; e o valor definido como uma característica de extrema relevância, que aponta para a tomada de decisão com informações confiáveis e precisas. Tem-se o esquema dessa estrutura conforme descritos na figura 2.

Figura 2 ¨Esquema que representa 6Vs



Fonte: Adaptado de Campos (2022).

O Big Data tem a inteligência de captar os dados de produção e informar ao produtor rural, que ao analisar as informações conseguirá ver a capacidade de produção, com propósito de reduzir gastos e prejuízos (SILVA e CAVICHIOLI, 2020, p.2).

Conforme dados do MAPA (2021), a grande dificuldade para o produtor, é a falta de conectividade, cerca de 70% da propriedades rurais brasileiras não possuem acesso à internet o que representa um total de 34 milhões de propriedades rurais, uma vez que a conectividade possibilita a implementação das tecnologias como IoT,

computação em nuvem, big data dentre tantas outras que podem viabilizar soluções para os gargalos econômicos, comunicação, eficiência no setor do agro, processo modernos que ampliam e podem aumentar a produtividade no agronegócio.

2.1.3 Inteligência Artificial (AI)

A inteligência artificial é considerada como uma tecnologia emergente no campo da agricultura, máquinas e equipamentos com IA, agregaram ao sistema agrícola atual padrões de qualidade, melhorias no desenvolvimento, monitoramento, colheita e comercialização em tempo real (BORBA *et al.,* 2022).

Pois as soluções tecnológicas embasadas em AI tem viabilizado o aumento significativo da produção com mais qualidade e o uso de menos insumos, possibilitando assim safras mais rápidas, segundo estimativas feitas em 2020, os agricultores estariam fazendo uso de 75 milhões de dispositivos conectados (BORBA *et al.,* 2022).

Corroborando Silva e Cavichioli (2020), reporta que AI está cada vez mais influente na agricultura, pois existem diversas áreas que se interligam com a AI. A funcionalidade da AI pode ser empregue desde análise de solo para plantio colheita da safra, mapeamento de propriedades, identificação de regiões com altos índices de desmatamento, uso excessivo de agrotóxicos e controle de pragas, além disso permite com grande capacidade e precisão o reconhecimento de fenômenos climáticos.

Em concordância Campos (2022), expõe que na Agricultura 4.0 a AI, está presente como visão computacional e robótica, com uso de veículos não tripulados, drones, ou em pequena escala utilizados ainda por via satélite. Sendo considerada uma tecnologia que pode ser utilizada em todo o processo de produção, como criação de mapas com subcamadas das propriedades com diferentes objetivos, análise do solo e colheita, controle pragas e doença.

Por tanto Rocha (2021) aponta que é nítido a transformação nas propriedades rurais e lavouras, combinadas a base estrutural da Agricultura 4.0, e seus conceitos associados a AI, com as demais metodologias. Uma vez que a AI surgiu com objetivo de desenvolver máquinas que pudessem imitar e trazer o raciocínio humano durante a realização de tarefas, nos meios produtivos seja na agricultura ou indústria, acompanhando a quarta revolução e que interagem com IoT e Big Data.

No próximo capítulo será explanado a importância que a Agricultura de precisão tem na Agricultura 4.0, visto que as duas se complementam, e as ferramentas utilizadas pelos produtores, estão condicionadas em cada processo e nos resultados.

2.2 Agricultura de Precisão (AP)

A Agricultura de Precisão é classificada como uma estratégia de gerenciamento, que incorpora, processa e avalia dados individuais, espaciais e temporais, combinado com outras informações como variabilidade estimada, produtividade, rentabilidade e sustentabilidade, e qualidade da produção agrícola para consolidação da tomada de decisões (MONTELEONE, (2022).

Oliveira *et al.* (2020) aborda que o surgimento do conceito Agricultura de Precisão, aconteceu no final do século XX, no Brasil a AP foi de fato difundida no ano de 1996, no entanto enfrentou uma forte resistência e preconceitos por parte dos produtores, pois a mesma era vista apenas como uma ferramenta para propriedades grandes.

> Em 2012, o Ministério da Agricultura, pecuária e abastecimento (Mapa), ao instituir a comissão brasileira de agricultura e precisão (CBAP), definiu a agricultura de precisão como ‘’ um sistema de gerenciamento agrícola baseado na variação espacial e temporal da unidade produtiva, que visa ao aumento de retorno econômico, a sustentabilidade e a minimização do efeito ao ambiente’’. (NEUHAUS e SILVA, 2018, p. 4).

Conforme Bassoi *et al.* (2019) com a surgimento da revolução verde, os sistemas de produção agropecuários passaram por diversas transformações, através da inserção de novas tecnologias. Ainda segundo os autores os desafios vivenciados os desafios vivenciados em cada etapa do processo de produção, são muitos, e para a agricultura do futuro existem meios e tecnologias que podem integrar conhecimentos ao processo como, Big Data, tecnologias de sensores, veículos aéreos não tripulados, satélites máquinas, softwares, e robôs autônomos, tecnologias que dispensam o gerenciamento ativo e direto do produtor.

Oliveira *et al.(*2020) relata que a AP incorpora modernas tecnologias na coleta, processamento e análise de dados, e na resolução espacial e temporal. Nesse sentido, para a adesão da AP, são levadas e, conta quatro etapas, na primeira com monitoramento intensivo; segunda geração e integração de mapas agrícolas; terceira manejo utilizando a modelagem sistêmica; e a quarta gerenciamento dos insumos, a interação entre as quatro etapas, permite o cálculo dos índices de produtividade e instrui quanto ao tipo de manejo ideal.

Desse modo Reghini e Cavichioli (2020), explica que a agricultura de precisão pode ser definida como um conjunto de técnicas que permite o gerenciamento das culturas, uma vez que AP não pode ser vista apenas como uma prática cultural, mas sim como um modelo de gestão, que engloba o uso de tecnologias para o manejo adequado das variações espaciais fatores e condições que afetam diretamente a produtividade.

Corroborando Rocha (2021) narra que existe uma série de técnicas de AP, as quais podem ser utilizadas para a gestão de propriedades, que auxiliam na tomada de decisões por parte dos produtores e fazendeiros. As tecnologias são baseadas em soluções inovadoras de gestão da informação, instrumentação agrícola e indicadores de produtividade. E dentre as inúmeras tecnologias utilizadas temos o uso do GPS, drones, Geoprocessamento, e máquinas com taxa variáveis, ferramentas que tratam de maneira específica cada área do plantação e da propriedade

Nesse contexto serão descritas nos próximos subtópicos algumas das técnicas mais utilizadas, e que englobam dados e informações da AP e Agricultura 4.0, e que possibilitam resultados significativos quando aplicadas de forma adequada.

2.2.1 Geoprocessamento

As geotecnologia são definidas como um conjunto de técnicas e métodos científicos, os quais são utilizados para exploração, estudo, análises e conservação dos recursos naturais, que considera diferentes informações, além disso também e utilizada no gerenciamento e monitoramento de diferentes atividades no campo, cidade e natureza. A composição desse conglomerado de técnicas é formada por hardware, câmeras, satélites, GPS, computadores, e softwares que são capes de manipular e armazenar os dados e informações (REGHINI e CAVICHIOLI ,2020).

Xavier *et al.* (2021), relata que o geoprocessamento é um conjunto de técnicas e métodos teóricos e computacionais, referentes a coleta, entrada, armazenamento, tratamento e o processamento de dados. Este conjunto tem como ferramenta principal *Geographical Information System* (GIS), também conhecido como Sistema de Informações Geográficas (SIG) (REGHINI e CAVICHIOLI, 2020).

Segundo Rocha (2021) a geotecnologia engloba tecnologias de processamento e armazenagem de dados geoespaciais, com o auxílio dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG), Sistema de Navegação Global por Satélite (GNSS), e Sistemas de Processamento de Imagens (SPI).

Entretanto Reghini e Cavichioli (2020) afirmam que para utilizar o geoprocessamento de forma certa é necessário possuir conhecimentos prévios, quanto ao tipo de solo, vegetação, clima, recursos hídricos, declividade e relevo. Além disso também é preciso conhecer a realidade e características socioeconômicas do local e região, projetando assim o desenvolvimento e planejamento para a manipulação das atividades a serem colocadas em prática por meio do geoprocessamento.

2.2.2 Drones ou Veículos Aéreos não Tripulados (VANT's) na Agricultura

A criação dos drones ou VANT's aconteceu durante a década de 60, e eram usados apenas pelos militares. Ainda segundo o autor os primeiros VANT's foram as bombas voadoras V1, utilizadas pelos alemães durante a Segunda Guerra Mundial, que tinha como objetivo atingir alvos com grandes distâncias e não colocar em risco o piloto (SILVA, 2020).

Na agricultura diversos estudos assinalam a utilização de drones pela AP, sinalizando que os avanços tecnológicos e o desenvolvimento de sistemas de navegação global e geoprocessamento, promoveram a aplicabilidade de drones e dos VANT's no plantio de sementes, análise de solo, irrigação e avaliação das plantações, e o monitoramento da cultivar (GUARIZI e FUNICHELLO,2022).

Em concordância Oliveira *et al.* (2020) alude que os drones auxiliam em numerosos aspectos do meio agrícola, visto que esses equipamentos são capazes de avaliar a produtividade da lavoura, aspectos operacionais, controle de pragas, doenças e plantas daninhas, e o estado nutricional da lavoura.

Ainda segundo Oliveira et al. (2020) a composição do drone conta uma estação de controle em solo o *Ground Control Station* (GCS) além da aeronave, permitindo assim o planejamento da missão a ser executada, e acompanhamento de todo o trabalho realizado remotamente, O mesmo possui ainda um GPS acoplado, como uma unidade de navegação inercial.

Rocha (2021) expõe que VANT's e drones, são muito utilizados para o sensoriamento remoto, técnica essa que extrai por meio dos sensores informações do solo, temperatura, luz, e ondas magnéticas. Com o sensoriamento é possível que o agricultor tenha uma visão ampla do que se passa sobre os talhões produtivos.

Corroborando Oliveira et al. (2020), alude que na AP os drones estão com foco no uso dos sensores baseados na:

> Espectroscopia de refletância, ou seja, medindo por reflexão da radiação eletromagnética (REM) seguindo da interação das diferentes superfícies em diferentes comprimentos de onda, providas do chamado espectro refletido, mais especificamente abrangendo a região do visível (0.4-0.7 µm), Infravermelho próximo (0.7-1.3 µm) e Infravermelho de ondas curtas (1.3-2.5 µm). Aplicando esses sensores na agricultura, as imagens hiperespectrais possibilitam estudos detalhados das coberturas vegetais e espécies, associados a diversas propriedades fisiológicas e estruturais das plantas. (OLIVEIRA et al., 2020, p. 64146).

Em complemento Silva (2020), cita que os drones podem sem utilizados na agricultura de seis formas, análise de solo e campo, plantio de sementes, pulverização da cultura, monitoramento, inspeção em irrigações, e avaliação da saúde da plantação.

2.2.3 Aplicação em Taxa Variável

A taxa variável (VRT) surgiu em meados dos anos 1980, com o intuito de possibilitar a atuação localizada sobre as diferentes variáveis no campos. O método funciona embasado no princípio de que a vazão do produto aplicado é feita em consonância as necessidades do local, se contrapondo a aplicação média fixa estipulada. Além disso quando essa tecnologia é implementada de forma correta, os resultados são redução de custos, aumento da produtividade e otimização das lavouras (AUSTER TECNOLOGIA, 2019).

De acordo Buck (2020) a tecnologia de aplicação em taxa variável é uma ferramenta da AP, que possibilita ao produtor variar a taxa de insumos agrícolas em diversos pontos do talhão, sendo que assim cada área recebera o manejo específico e adequado conforme a precisão e a capacidade de produzir, potencializando os resultados.

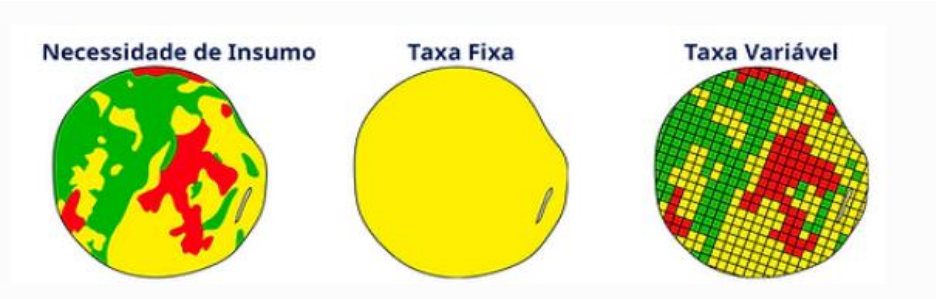
Conforme Rocha (2021) aplicação em taxa variável é conhecida como VRT que deriva do temo inglês *Variable Rate Technology,* por meio da gestão personalizada a cada talhão e suas variabilidade, evidenciando a aplicação dos insumos a taxa variável é de acordo cada área de manejo e demanda. O autor aponta que a taxa variável pode ser feita com o mapeamento da propriedade e o detalhamento com suas especificações, ainda nesse contexto a taxa variável considera toda a variabilidade presente nas áreas de produção, viabilizando assim o aumento da capacidade produtiva, redução dos gastos financeiros e preservação ambiental.

As disparidades são o principal fator que devem ser trabalhados, quando se opta por fazer uso da variação de taxa, sendo fundamental a análise das

características físicas e químicas do solo e do plantio, através de métodos da AP, como coletas de amostragem do solo, imagens de satélite e mapeamentos aéreos

Na figura 3 tem-se a representação do fluxo que contempla o uso de tecnologias de taxa variável, na área representada é possível observar a verdadeira necessidade do solo quanto ao insumo obtida através do mapeamento de solo, ao comparar a aplicação em taxa fixa e a aplicação em taxa variável, ficou evidente maior eficiência da taxa variável.

Figura 3 – Representação de uso da Taxa variável



Fontes: Auster Tecnologia (2019).

Rocha (2021) explana que tanto a Agricultura 4.0 e AP, se conectam e possuem conceitos comum, visto que a Agricultura 4.0 deriva da AP, e toda a conectividade, formas de gestão e novidades tecnológicas, aumentam a capacidade de produção, e gestão por AP.

A tecnologia é a base da agricultura, em diversos estudos autores explanam que o desenvolvimento e capacidade dos agricultores de investir em equipamentos, são uma tendência de mercado.

3 METODOLOGIA

O presente estudo trata-se de uma revisão bibliográfica, Ferenhof e Fernandes (2016) classificam a revisão de literatura como exploratória ou tradicional, desse modo, o autor pode incluir diferentes materiais os quais já foram publicados em diferentes fontes, não havendo a preocupação em esgotar todas as fontes de dados e informações referentes ao assunto disponíveis. Segundo Gil (2008) esse tipo de pesquisa é defino como um processo sistêmico e racional, o qual tem por finalidade subsidiar possíveis respostas para a problemática proposta e objetivos.

Prodanov e Freitas (2013) afirmam que, o principal intuito desse tipo de pesquisa escolhido é permitir ao pesquisar que ele entre em contato, com diferentes fontes de dados sobre o assunto em estudo.

Conforme Rodrigues (2007), o método é uma etapa necessária na pesquisa bibliografia. Face ao tipo de pesquisa escolhido, optou-se pelo método indutivo para a construção do estudo, o método indutivo é composto por três etapas distintas que se interligam, sendo elas a observação dos fenômenos, descoberta da relação entre os mesmo, generalização da relação. Visto que nesse tipo de método os pressupostos surgem da observação dos fatos, e de situações as quais o autor deseja adquirir conhecimento sobre as causa e em seguida compreender a finalidade dos resultados.

O modo de abordagem selecionado para interpretação e classificação dos apanhados e informações foi o qualitativo. No tange ao estudo qualitativo, a coleta, e a análise dos dados ocorre sincronicamente dentro e fora do campo de estudo. Seguindo essa lógica Fernandes (2014) e Teixeira (2003) afirmam que escolha da abordagem, interfere diretamente sobre os resultados encontrados, por isso na abordagem qualitativa o autor deve contribuir de modo analítico e interpretativo, avaliando a realidade expressa no que será exposto.

Essa revisão surge a partir de buscas eletrônicas nas bibliotecas digitais dissertações, livros, manuais, *Scientific Electronic Library* Online (SciELO), Portal Embrapa, teses, revistas universitária, acervos universitários online, sites de agropecuária, e simpósios. Os descritores utilizados para as buscas foram: agricultura 4.0, agricultura de precisão, agricultura digital, pertinentes aos anos de 2016 a 2022. Entretanto foram inclusos autores e materiais referentes há anos anteriores ao estabelecido devido à importância dos mesmos.

Em conformidade com o que aconselha a literatura e o tipo de pesquisa escolhida, realizou-se a leitura analítica, criteriosa e meticulosa do conteúdo reunido. O desígnio desse estudo é avaliar de forma imparcial os resultados encontrados nos materiais pesquisados, buscando possíveis respostas para os objetivos sugeridos.

A seleção dos artigos, documentos, e materiais utilizados, ocorreu nas fontes, supracitadas anteriormente para de coleta de dados, preliminarmente após a aplicação dos descritores foi realizada a leitura dos títulos, resumo, e resultados de cada material. Sendo que ao todo foram encontrados preliminarmente 100 autores referentes Agricultura de precisão e Agricultura 4.0, após a leitura criteriosa foram selecionados um total de 66 autores, para a elaboração do estudo, todavia à medida que o estudo e os resultados, se afunilavam novas seleções eram realizadas com o intuito de classificar informações com maior relevância, desse modo foram selecionados 35 literaturas para a concretização da revisão.

No intuito de otimizar e organizar, as informações e conteúdos coletados foram armazenados e separados em pastas específicas, afim de facilitar o processo de construção de cada uma das etapas da pesquisa.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Brasil é considerando como um dos maiores exportadores e produtores agrícolas do mundo, e para garantir a sua capacidade produtiva, os diferentes setores que compõem agronegócio brasileiro, precisam investir em modernização, tecnificação e inovações em todas as etapas e processos da produção agrícola (MASSRUHÁ *et al*., 2020).

Conforme Silva (2021) as transformações digitais alcançaram as atividades rurais, surgindo então o termo agricultura 4.0, o autor relata que o uso da tecnologia de ponta na agricultura viabiliza o aumento da cadeia produtiva, fortalecendo o ciclo urbano e rural nas diversas abordagens como a produção de dados e informações mais precisas.

Corroborando Silva e Cavichioli (2022) relatam que, para o avanço do Brasil com o uso da agricultura 4.0, é preciso melhorar as telecomunicações, transmissão e análise dos dados, automação, e acesso democrático a internet, em especial para as regiões nordeste e norte do país, que são as mais afetadas com a falta de conectividade.

Na Tabela 1, seguem os resultados obtidos, por meio de levantamento e da análise das literaturas, quanto as vantagens e desafios no uso da Agricultura 4.0, e de diferentes ferramentas que compõem o agro 4.0 e agricultura digital. Vale ressaltar que os resultados foram avaliados e acrescentados a tabela de acordo com os mais recentes para os mais antigos.

Tabela 1- Vantagens e desafios da Agricultura 4.0

Autor	Vantagens	Desafios	Tecnologia Utilizada
Silva e Cavichioli (2022)	Aumento da produtividade	Falta de conectividade	Agricultura 4.0
Varella (2022)	Fortalecimento econômico, controle do uso de insumos, evita desperdícios, controla gastos, e promove o desenvolvimento da região	Conectividade, mão de obra qualificada, recursos naturais reduzidos, eventos climáticos	Agricultura 4.0
Campos (2022)	Aumento do ganho econômico	Conectividade rural	Sensores e GPS
MAPA (2021)	Fortalecimento das ações de planejamento e gestão produtiva	Focado nos diferentes perfis produtivos; conectividade no meio rural; acesso a tecnologias,	Agricultura 4.0 e Agricultura digital

		capacitação e assistência técnica no campo	
Rocha (2021)	Automação dos processos, redução de custos e aumento de produtividade	Falta de infraestrutura adequada, preços de mercado elevados.	Agricultura 4.0
Silva (2020)	Produção, gestão de recursos, ganhos econômicos	Baixo conhecimento dos produtores sobre as tecnologias	GPS e o piloto automático
Massruhá *et al.* (2020)	Ampliação da produção e sustentabilidade, modernização da agricultura	Falta de recursos humanos capacitados, segurança da informação, e integração dos dados	Agricultura 4.0
Oliveira *et al.* (2020)	Monitoramento das plantações, detecção de secas e de pragas; estimativas de produtividade, mapeamento hídrico e agrícola	Falta de pesquisas e conhecimento por parte dos produtores	Drones e Agricultura de Precisão
Milanez *et al.* (2020)	Ganhos na produtividade e reduções de custo	Infraestrutura e conectividade	Agricultura 4.0 e IoT
Villafuerte *et al.* (2018)	Melhoras no processo de tomada de decisão e gestão, uso eficiente de insumos, redução de custos, e alavanca os índices de produtividade	Ausência de políticas públicas, limitações e inexistência da internet no espaço rural, conectividade	Agricultura 4.0

Fonte: Autor (2022).

Dentre as vantagens apresentadas pelos autores quanto ao uso da Agricultura 4.0, foram identificadas nos estudos, o aumento da produtividade, redução de custos e gastos com insumos, rentabilidade econômica, gestão do processo em todas as etapas, melhorias na toma decisões, e a sustentabilidade. Por tanto as vantagens proporcionadas descritas na literatura quanto ao uso da Agricultura 4.0, são inúmeras e abrangem todos os processos da agricultura e das atividades rurais.

No que tange aos desafios, as literaturas apontaram que estão dentre os principais, a falta de conectividade nas áreas rurais, falta de recursos humanos capacitados, baixo ou pouco conhecimento dos produtores quanto as tecnologias, preços elevados para compra das ferramentas e tecnologias, e falta de infraestrutura física e tecnológica.

Embora a agricultura faça o uso frequente das tecnologias no campo, poucos investimentos são feitos para que eles se multipliquem e tragam mais resultados positivos, os desafios relacionados à conectividade e o conhecimento por parte dos investidores, e a falta de mão de obra qualificada são os maiores entraves do setor.

Pois quando o produtor não tem acesso à internet e a uma assistência técnica especializada, ele não saberá como investir e quando terá o retorno desejado e esperado.

Nessa conjuntura, pensando em atender as demandas referentes ao uso das tecnologias no agronegócio o governo brasileiro, formalizou em 15 de agosto de 2019, por meio de pactuação a Câmara do Agro 4.0, esse plano de ação tem como principal objetivo ser um instrumento quanto ao uso de práticas referentes a Agricultura Sustentável, Digital e de Precisão, voltadas para a expansão da internet na área rural e promover a difusão de tecnologias e serviços no campo (MAPA, 2021).

No estudo realizado por Rocha (2021) o autor utilizou como base de dados a produção de seis produtores de soja referentes a safra de verão 2020/2021, na cidade de São Gotardo – MG, o estudo apresentou dois questionários de seis produtores de soja da região, no primeiro o autor expos dados sobre o perfil produtivo de cada produtor, e identificou que todos produtores tem experiência diversificada com uma média de 38 anos, no ramo da agricultura.

No segundo questionário, as respostas apontaram a falta de conhecimento por parte dos produtores sobre a terminologia agricultura 4.0, porém os produtores fazem o uso de inúmeras técnicas e equipamentos da agricultura 4.0, o que possibilitou bons resultados econômicos e produtivos, porém encaram desafios relacionados a, mão de obra qualificada, falta de infraestrutura adequada, e econômicos quanto aos preços praticados pelo mercado.

De acordo com os dados apresentados por Campos (2022) a utilização da agricultura 4.0 se torna viável para a produção de soja, por ser uma produção bastante tecnificada, racionalizada e que contempla processos desde o preparo do solo até a colheita, possibilitando a implementação das tecnologias como, sensores e GPS. O autor garante que o uso das tecnologias na cultura da soja são necessários, por se tratar de uma commoditie, desse modo as tecnologias da agricultura 4.0 tem como principal objetivo ampliar e maximizar a produtividade por área, e posteriormente fazer com que o produtor venha a ultrapassar seu ponto de equilíbrio aumentando a margem de lucro.

Nesse escopo Massruhá *et al.* (2020) explana que embora exista um crescente interesse e esforços para a inserção da agricultura 4.0, há uma série de desafios a serem vencidos, como a falta de recursos humanos capacitados, dificuldade para coordenação das ações, os modelos de negócios, definição da propriedade dos

dados, segurança da informação e a integração dos dados em diferentes formatos, advindos de fontes diversas.

Os autores apontam que algumas estratégias podem, ser incorporadas a agricultura digital para sanar e trabalhar os desafios apresentados como, incentivo ao uso de protocolos de padrões abertos para comunicação interoperabilidade dos dados entre os equipamentos, melhorar a conectividade e cobertura banda larga na zona rural, incentivar a pesquisa e conhecimento para embasamento inteligente na agricultura, estabelecer convênios entre o setor privado e público, em favor da implantação de da agricultura digital por meio de políticas colaborativas.

Por conseguinte Silva (2020) alega que muitos agricultores conhecem a importância do uso de drones, todavia a maioria não conhece o que é a agricultura 4.0, segundo o autor mais de setenta por centos dos produtores entrevistados fazem uso de tecnologia como GPS e o piloto automático, e reconhecem a relevância do uso de drones na agricultura 4.0, outro fator que chama atenção é a falta de informações de fato sobre o que é a tecnologia e como seus custos são avaliados.

E como possível alternativa diante do baixo conhecimento por parte dos agricultores entrevistados sobre a agricultura 4.0, o autor propõem que empreendedores e empresas do agronegócio invistam em treinamentos, visando os benéficos proporcionados pela tecnologia.

Dados do MAPA (2021) revelam que além da falta de cobertura de sinal no campo, uma outra barreira que precisa ser vencida é a falta de padrão dos dados utilizados nos equipamentos, aplicativos, maquinários e softwares. Existe uma necessidade em se estabelecer e adotar padrões de compartilhamento de dados, arquivos e informações, além disso uma infraestrutura integrada.

Lisbinski *et al.* (2020) afirma que com uso de tecnologias 4.0 na agricultura podem gerar uma economia de cerca de 30% em insumos, usados para produção, o que reflete em um aumento na produtividade de aproximadamente 20%, e por outro lado, promove a sustentabilidade das culturas e melhores condições de trabalho, a redução de custos e desperdícios.

Por fim segundo os autores, fomentar e prover o acesso dos agricultores as novas tecnologias existentes no mercado, na maioria das vezes não será possível pelas mesmas motivações, a exemplo redução de custos, e os ganhos em produtividade, visto que não garantirão a disponibilidade de tecnologias aos agricultores com menor poder aquisitivos.

Santos et al. (2019) apontam que os indicativos, no que tangem aos avanços na utilização de tecnologias para o meio rural tem aumentado, entretanto o maior desafio vivenciado na prática seja a capacitação dos profissionais, que irão atuar diretamente com essas tecnologias, segundo os autores não adianta processar um alto volume de informações, se estas não forem avaliadas, transformadas em conhecimentos os quais viabilizem a tomada de decisão em tempo oportuno.

Conforme Pasquini (2022) existe uma gama de propostas e soluções para revolver o problema, da falta de conectividade nas áreas rurais mais remotas, a autora explica que essas soluções apresentadas pela literatura propõem a integração apenas entre as empresas privadas, ao passo que o Plano de Ação da Câmara do Agro 4.0, criado pelo governo federal, apresenta um composto de diretrizes e atribuições.

A autora explana ainda que, existe uma necessidade por parte dos produtores em conhecer e buscar compreender o panorama das tecnologias de conectividade áreas rurais e remotas do território do estudo, bem como ampliar seus conhecimentos quanto a conectividade e as tecnologias 4.0 na agricultura

Milanez *et al.* (2020) afirma que o investimento mínimo para receber o sinal de internet banda larga, a ser realizado pelo produtor deve fazer pode variar entre R$ 10 e R$ 40 por hectare, que quando comparados equivale a 10% e 50% do valor de uma saca de soja. Sendo que a produtividade média de soja no país é de 3.208 kg/ha correspondendo a cerca de 54,47 sacas, embora o investimento seja considerado como elevado R$ 40/ha, a recuperação dele aconteceria no primeiro ano com um aumento estimado em 1% na produtividade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando os estudos apresentados e os resultados obtidos, percebe-se que a incorporação da Agricultura 4.0, têm-se ampliado estando em constante expansão, nas diferentes atividades do agronegócio a nível mundial. Nesse passo, foi observado que conforme o exposto nas literaturas utilizadas para os levantamentos, existem uma serie de aplicabilidades para as mais diversas tecnologias que compõem Agricultura 4.0.

Diante do panorama atual da agricultura 4.0, o presente estudo identificou que, embora o uso de equipamentos tecnológicos e ferramentas advindos do agro 4.0, seja uma prática presente nas propriedades rurais, os produtores não possuem conhecimento sobre a terminologia.

O avanço tecnológico da agricultura é uma realidade, todavia os desafios são condicionantes que impossibilitam o avanço e o progresso da Agricultura 4.0, salientamos a necessidade de investimentos em políticas públicas voltadas para tecnologias e o aprimoramento das que já são utilizadas no país. Além disso, a contribuição por parte das empresas do ramo, para a capacitação produtores que são os possíveis consumidores dessa tecnologia e dos profissionais que iram manusear as ferramentas.

Vale ressaltar que Agricultura 4.0 é um assunto recente, com resultados positivos quanto as vantagens proporcionadas, uma vez que para alcançar bons índices produtivos o agricultor deve avaliar e aplicar a tecnologia em cada etapa, da melhor forma possível para atingir as suas metas, e por conseguinte aumentar sua produtividade, reduzir custos e propiciar a sustentabilidade.

REFERÊNCIAS

A AGRICULTURA DE PRECISÃO. **Revista Alomorfia**, v. 6, n. 3, p. 536-547, 20 set. 2022.

A. M. BUAINAIN, P. CAVALCANTE e L. CONSOLINE, Estado atual da agricultura digital no Brasil: inclusão dos agricultores familiares e pequenos produtores rurais, Documentos de Projetos (LC/TS.2021/61), Santiago, Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL), 2021. Disponível em: https://www.cepal.org/pt-br/publicaciones/46958-estado-atual-agricultura-digital-brasil-inclusao-agricultores-familiares. Acesso em: 23 ago. 2022.

AGRISHOW. **Primeiros passos para entender a inovação no agronegócio brasileiro**. Disponível em: https://digital.agrishow.com.br/materiais-para-download/agricultura-40. Acesso em: 24 ago. 2022.

BASSOI, L. H. *et al.* Agricultura de precisão e agricultura digital. In: **TECCOGS** – **Revista Digital de Tecnologias Cognitivas**, n. 20, jul./dez. 2019, p. 17-36. Disponível em: https://revistas.pucsp.br/teccogs/article/view/48542. Acesso em: 15 nov. 2022.

BORBA, M. D. C. *et al*. Gestão no meio agrícola com o apoio da Inteligência Artificial: uma análise da digitalização da agricultura. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente - RAMA**, v. 15, n. 3, p. 1-22, jul./2022. Disponível em: https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/view/9337. Acesso em: 15 nov. 2022.

BUAINAIN, A. M. *et al*. O mundo rural no Brasil do século 21: a formação de um novo padrão agrário e agrícola. Brasília: **Embrapa**, 2014. 1182 p. Disponível em: https://www3.eco.unicamp.br/nea/images/arquivos/ O_MUNDO_RURAL_2014.pdf. Acesso em: 01 jun. 2022.

CAMPOS, Welington Dias. As principais tecnologias da agricultura 4.0 na produção de soja. **Faculdade Vale do Aço**, Açailândia - MA, p. 1-34, mai./2022. Disponível em: http://repositorio.favale.edu.br:8080/jspui/handle/123456789/109. Acesso em: 14 nov. 2022.

CUNHA, Kaíque M. R.; XAVIER, Rúben F.; MOREIRA, Waldir; FREITAS, Leandro A.; OLIVEIRA-JR, Antônio. Uma abordagem sobre a integração da Computação de Borda Móvel e a Rede 5G para Internet das Coisas na Agricultura 4.0. *In*: ESCOLA REGIONAL DE INFORMÁTICA DE GOIÁS ,2021, Evento Online. **Anais** [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2021. p. 118-131. DOI: https://doi.org/10.5753/erigo.2021.18438.

FERNANDES, L. K. R. Método De Pesquisa Qualitativa: Usos e Possibilidades. 2014. Disponível em: https://psicologado.com.br/psicologia-geral/introducao/metodo-de-pesquisa-qualitativa-usos-e-possibilidades. Acesso em: 24 nov.2022.

FERENHOF, H. A; FERNANDES, R, F. Desmistificando a revisão de literatura como base para redação científica: método SSF. Revista ACB: Biblioteconomia em Santa Catarina, Florianópolis- SC, v. 21, n. 3, p. 550-563, ago./2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Helio_Ferenhof/publication/325070845_desmistificando_a_revisao_de_literatura_como_base_para_redacao_cientifica_metodo_ssf/links/5af4caad4585157136ca3889/desmistificando-a-revisao-de-literatura-como-base-para-redacao-cientifica-metodo-ssf.pdf. Acesso em: 24 nov. 2022.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4.ed.SãoPaulo:Atlas,2008.

LEITE, Felipe Morais; MELIDO, Raul: Agricultura 4.0 no manejo de aplicação de defensivos agrícolas na cultura do feijoeiro em paracatu/MG**. Anais** do 1° Sim pósio de TCC, das faculdades FINOM e Tecsoma. 2019; 102-112. Disponível em: https://finom.edu.br/assets/uploads/cursos/tcc/202103041003353.pdf. Acesso em 24 ago.2022.

LISBINSKI, F. C. *et al*. Perspectivas e desafios da agricultura 4.0 para o setor agrícola. **Simpósio**, Porto Alegre, p. 1-10, 2020. Disponível em: https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/218601/001122708.pdf. Acesso em: 15 nov. 2022.

MASSRUHÁ, S. M. F. S. *et al*. A transformação digital no campo rumo à agricultura sustentável e inteligente. **Embrapa Agricultura Digital,** p. 1-26, 2020. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1126214/a-transformacao-digital-no-campo-rumo-a-agricultura-sustentavel-e-inteligente. Acesso em: 15 nov. 2022.

MASSRUHÁ, S. M. F. S; LEITE, M. A. D. A. AGRO 4.0 – Rumo à agricultura digital. **EMBRAPA**, p. 28-35, 2017. Disponível em: http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1073150. Acesso em: 22 ago. 2022.

MENDES-MOREIRA, J.; ABREU FERREIRA, C.; DIAS, D. Inteligência Artificial na agricultura. **INESC TEC Science&Society**, *[S. l.]*, v. 1, n. 4, 2022. Disponível em:

https://science-society.inesctec.pt/pt/index.php/inesctecesociedade/article/view/95. Acesso em: 14 nov. 2022.

MILANEZ, A. Y. *et al*. Conectividade rural: situação atual e alternativas para superação da principal barreira à agricultura 4.0 no brasil. **Produção BNDES - Artigos**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 52, p. 1-37, 2020. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/20180. Acesso em: 21 nov. 2022.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO- MAPA. **POTENCIALIDADES E DESAFIOS DO AGRO 4.0 GT III "Cadeias Produtivas e Desenvolvimento de Fornecedores" Câmara do Agro 4.0 (MAPA/MCTI)**. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inovacao/agricultura-digital/GT3VERSAOABNT.pdf. Acesso em: 8 nov. 2022.

MONTELEONE, S. **Exploração da adoção de Agricultura de Precisão no contexto da Agricultura 4.0:** proposta de um modelo de gestão das operações de irrigação. 2022. 277 f. Tese (Doutorado em Administração de Empresas) - Centro Universitário FEI, São Paulo, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.31414/ADM.2022.T.131429. Acesso em: 15 nov. 2022.

OLIVEIRA, A. J. de; SILVA, G. F. da; SILVA, G. R. da; SANTOS, A. A. C. dos; CALDEIRA, D. S. A.; VILARINHO, M. K. C.; BARELLI, M. A. A.; OLIVEIRA, T. C. de. Potencialidades da utilização de drones na agricultura de precisão / Drones potentiality use in precision agriculture. **Brazilian Journal of Development**, *[S. l.]*, v. 6, n. 9, p. 64140–64149, 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n9-010. Disponível em: https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/15976. Acesso em: 14 nov. 2022.

PASQUINI, Tatiana Cabreira de Severo. Transferência de tecnologia na agricultura 4.0: proposta de um framework estratégico para embasar a ampliação da conectividade nas áreas remotas e rurais brasileiras. 2022. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2022. Disponível em: http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/28971. Acesso em: 23 nov.2022.

PINHEIRO, R. de M.; GADOTTI, G. I.; MONTEIRO, R. de C. M.; BERNARDY, R. Inteligência artificial na agricultura com aplicabilidade no setor sementeiro. **Diversitas Journal**, *[S. l.]*, v. 6, n. 3, p. 2996–3012, 2021. DOI: 10.48017/Diversitas_Journal-v6i3-1857. Disponível em: https://www.diversitasjournal.com.br/diversitas_journal/article/view/1857. Acesso em: 14 nov. 2022.

PRODANOV, C. C. FREITAS, E. C. D. **Metodologia do Trabalho Científico:** Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo - RS: Editora Feevale, 2013. p. 11-227.

RAMOS, C. F. V. D. Sistema de Automatização para Agricultura de Precisão. **Faculdade da Madeira**, p. 1-122, 2019. Disponível em: https://digituma.uma.pt › Mestrado Carlos Ramos. Acesso em: 9 nov. 2022.

REGHINI, F. L.; CAVICHIOLI, F. A. UTILIZAÇÃO DE GEOPROCESSAMENTO NA AGRICULTURA DE PRECISÃO. **Revista Interface Tecnológica**, *[S. l.]*, v. 17, n. 1, p. 329–339, 2020. DOI: 10.31510/infa.v17i1.750. Disponível em: https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/750. Acesso em: 14 nov. 2022.

ROCHA, E. T. B. D. Agricultura 4.0 nas lavouras: estudo multicaso para caracterização em propriedades rurais. **Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV) - Jaboticabal**, p. 14-93, set./2021. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/handle/11449/215218. Acesso em: 11 nov. 2022.

SANTOS, A. S. D. *et al*. Industria 4.0: o setor da agricultura em crescimento tecnológico. **X FATECLOG - L**, Guarulhos p. 1-10, 2019. Disponível em: https://fateclog.com.br/anais/2019/INDUSTRIA%204.0%20O%20SETOR%20DA%20AGRICULTURA%20EM%20CRESCIMENTO%20TECNOL%C3%93GICO.pdf. Acesso em: 24 out. 2022.

SANTOS, C. A. S. A. dos; DURANTE, L. C.; RABÊLO, O. da S.; ALBINO, J. da S. Mapeamento Patentário do Tema Máquinas Conectadas a Máquinas (M2M) e os Desafios Brasileiros da Agricultura 4.0. **Cadernos de Prospecção**, *[S. l.]*, v. 14, n. 1, p. 153, 2021. DOI: 10.9771/cp.v14i1.33052. Disponível em: https://periodicos.ufba.br/index.php/nit/article/view/33052. Acesso em: 24 nov. 2022.

SILVA, A. P. D. Uso de drone na agricultura 4.0. **Faculdade da Amazônia**, p. 1-37, jan./2021. Disponível em: http://repositorio.fama-ro.com.br/handle/123456789/163. Acesso em: 14 nov. 2022.

SILVA, J. M. P; CAVICHIOLI, Fabio Alexandre. O uso da Agricultura 4.0 como perspectiva do aumento da produtividade no campo. **Interface Tecnológica**, Taquaritinga, v. 17, n. 2, p. 617-630, 2020. Disponível em: https://revista.fatectq.edu.br/index.php/interfacetecnologica/article/view/1068 DOI: 10.31510/infa.v17i2.1068. Acesso em: 23 ago. 2022.

TEIXEIRA, E. B. A Análise de Dados na pesquisa Científica: importância e desafios em estudos organizacionais. **Desenvolvimento em Questão**, *[S. l.]*, v. 1, n. 2, p. 177–201, 2011. DOI: 10.21527/2237-6453.2003.2.177-201. Disponível em: https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/desenvolvimentoemquestao/article/view/84. Acesso em: 24 nov. 2022.

VARELLA, Walter Augusto. Arquitetura de serviços integrada para promover a economia circular na agricultura 4.0. 2022. 144 f. Tese (Programa de Pós-Graduação de Mestrado e Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Nove de Julho, São Paulo. Disponível em: http://bibliotecatede.uninove.br/handle/tede/2926. Acesso em: 24 nov.2022.

VILLAFUERTE, A. *et al*. Agricultura 4.0 - estudo de inovação disruptiva no agronegócio brasileiro. Aracaju, v. 9, p. 150-162, 2021. Disponível em: https://www.api.org.br/conferences/index.php/ISTI2018/ISTI2018/paper/viewFile/567/276. Acesso em: 21 nov. 2022.

XAVIER, CJ; FERREIRA, ML; SANTIAGO, NÓS; RODRIGUES, R. de C. Geoprocessamento aplicado à identificação de áreas aptas à implantação de pivôs centrais. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento** , *[S. l.]* , v. 10, n. 8, pág. e6110817038, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i8.17038. Disponível em: https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/17038. Acesso em: 15 nov. 2022.