Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.08,2024

ISSN 2178-6925

TECNOLOGIAS NA AGRICULTURA 4.0

TECHNOLOGIES IN AGRICULTURE 4.0

Fernanda Borges De França Araujo

Acadêmica do curso de Agronomia, IESC/FAG, Guaraí-TO.

E-mail: ferfranca99@gmail.com

Odilon Rodrigues De Araujo Junior

Acadêmico do curso de Agronomia, IESC/FAG, Guaraí-TO.

E-mail: odilonjunior2001@icloud.com

Gustavo de Godoi Santana

Docente do Curso de Agronomia, IESC/FAG, Guaraí-TO.

E-mail: gustavo.santana@iescfag.edu.br

RESUMO

Sabe-se que existe uma ampla dificuldade tanto no conhecimento quanto na utilização da tecnologia nas propriedades rurais, pois trata-se de um processo que não ocorre instantaneamente, sendo uma tarefa complexa e de longo prazo. Mesmo que as pesquisas e estudos possibilitem que os produtores optem por decisões que disponibilizam melhores chances de maximizar seus resultados, diminuindo assim os riscos, ressalta-se ainda que existem significativas taxas de desperdícios e problemas que acometem a produtividade e a saúde da terra, levando em consideração que as pesquisas e estudos não apontam as necessidades ou a real situação das culturas. Assim, o problema de pesquisa foi, quais as ferramentas de agricultura 4.0 que os produtores podem usar no cenário moderno? Pensando nisso, esta pesquisa se justifica em compreender melhor sobre as novas tecnologias disponíveis e seus benefícios, auxiliando não só com conteúdo acadêmico, mas socialmente os profissionais da área e os produtores rurais no Brasil. Esta pesquisa possui como proposta de objetivo geral o de analisar sobre a tecnologia na agricultura, com foco na agricultura 4.0. Para a elaboração dessa pesquisa, a proposta metodológica aplicada para materialização do referido estudo foi utilizada pesquisa bibliográfica explorativa e descritiva com base em livros, revistas e artigos científicos para formulação de referências e informações atinentes ao tema. Nesse intuito busca-se estudar a essência do respectivo trabalho com ênfase na agricultura 4.0. com o estudo realizado se pode compreender melhor sobre os benefícios e desvantagens, além de observar sobre o leque de opções existentes para usar dentro da agricultura, a tecnologia vem sempre se renovando e recriando cada vez, apesar de alguns itens serem de investimento alto, porém o retorno que temos é bem considerável, alertando ainda que é necessário que se tenha maior controle hegemônico dessas tecnologias, visando assim alcançar uma sociedade onde a terra, o trabalho e as técnicas aplicadas nas plantações convivam de forma harmônica.

Palavras-Chave: Tecnologias. Agricultura 4.0. Ferramentas. Machine learning.

ISSN 2178-6925

ABSTRACT

It is known that there is great difficulty in both the knowledge and use of technology on rural properties, as it is a process that does not occur instantly, being a complex and long-term task. Even though research and studies enable producers to opt for decisions that provide better chances of maximizing their results, thus reducing risks, it is also important to highlight that there are significant rates of waste and problems that affect the productivity and health of the land, leading to taking into account that research and studies do not indicate the needs or the real situation of cultures. Thus, the research problem was, what are the agriculture 4.0 tools that producers can use in the modern scenario? With this in mind, this research is justified in better understanding the new technologies available and their benefits, helping not only with academic content, but socially, professionals in the field and rural producers in Brazil. This research's general objective is to analyze technology in agriculture, focusing on agriculture 4.0. To prepare this research, the methodological proposal applied to materialize the aforementioned study was used explorative and descriptive bibliographic research based on books, magazines and scientific articles to formulate references and information related to the topic. To this end, we seek to study the essence of the respective work with an emphasis on agriculture 4.0. with the study carried out it is possible to better understand the benefits and disadvantages, in addition to observing the range of existing options for use within agriculture, technology is always being renewed and recreated each time, despite some items being a high investment, however The return we have is very considerable, highlighting the need for greater hegemonic control over these technologies, aiming to achieve a society where land, work and techniques applied to plantations coexist harmoniously.

Key Words: Technologies. Agriculture 4.0. Tools. Machine learning.

1 INTRODUÇÃO

Muitas mudanças na sociedade resultam diretamente na alteração da natureza, pois a relação entre homem e meio ambiente se registra desde os tempos mais remotos da história, e o homem sempre precisou da natureza para utilizar seus recursos, como se alimentar, trabalhar, desenvolver seus materiais, e dentre outros fatores (Carvalho, 2018). Os estudos de Cardoso (2021) apontam que é fundamental que exista uma alocação de recursos mais eficiente e, dessa maneira, a gestão se torna melhor, alcançando assim a sustentabilidade econômica desejada.

Trata-se de uma das alternativas mais viáveis econômica e socialmente para as organizações tornarem-se sustentáveis. Ainda segundo a concepção de Cardoso (2021), cabe ressaltar que é possível mensurar a eficiência econômica através de um equilíbrio macrossocial[1], deixando a lucratividade empresarial em segundo plano, pensando sempre no bem de todos.

Sabe-se que existe uma ampla dificuldade tanto no conhecimento quanto na utilização da tecnologia nas propriedades rurais, pois trata-se de um processo que não ocorre instantaneamente, sendo uma tarefa complexa e de longo prazo (Carvalho, 2018).

Assim, o problema de pesquisa foi, quais as ferramentas de agricultura 4.0 que os produtores podem usar no cenário moderno? Pensando nisso, esta pesquisa se justifica em compreender melhor sobre as novas tecnologias disponíveis e seus benefícios, auxiliando não só com conteúdo acadêmico, mas socialmente os profissionais da área e os produtores rurais no Brasil. Esta pesquisa possui como proposta de objetivo geral, analisar sobre a tecnologia na agricultura, com foco na agricultura 4.0. Apresentando os seguintes objetivos específicos: O que é a Agricultura

1 Se trata de um equilíbrio entre o sistema político e o modelo econômico.

ISSN 2178-6925

4.0, Tecnologias que caracterizam a Agricultura 4.0 e quais as vantagens e desvantagens da Agricultura 4.0.

Para a elaboração dessa pesquisa, a proposta metodológica aplicada para materialização do referido estudo, foi utilizada pesquisa bibliográfica explorativa e descritiva com base em livros, revistas e artigos científicos para formulação de referências e informações atinentes ao tema.

2 AGRICULTURA

2.1 AGRICULTURA E MEIO AMBIENTE

Por se tratar de um conjunto de elementos tão importantes para a sobrevivência do ser humano, o meio ambiente precisa ter maior prioridade entre as ações do homem. Segundo a FAO (Organização Das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação), agricultura sustentável consiste, entre outros fatores, "na conservação do solo, da água e dos recursos genéticos animais e vegetais, além de não degradar o ambiente, ser tecnicamente apropriada, economicamente viável e socialmente aceitável". Este conceito tem sido cada vez mais aplicado nas lavouras brasileiras, inclusive por uma demanda da própria sociedade (KAMIYAMA, 2011).

Conforme nos lembra Carvalho (2018, p.145): "Olhar o meio ambiente como um valor é uma conquista de nosso tempo. O valor ecológico nasce, contudo, relacionado à vida do homem[...]''. A preservação do meio ambiente tornou-se um valor permanente na medida em que se percebe que a vida humana depende dele. Por isso, a exploração sustentada da natureza é uma ação não apenas razoável, mas eticamente justificável.

A interação do homem com o meio ambiente é antiga, e requer uma série de preocupações, pois depende da natureza grande parte da evolução do homem, com base nos recursos que ela ofereceu e ainda oferece para o seu crescimento. De forma que o valor ecológico[2], ressaltado pelo autor, é representativo, ou seja, dita quais ações são corretas ou não (ALVES, 2019).

Com o conhecimento ressaltado, o homem começou a desenvolver a algumas décadas, maior preocupação com o meio ambiente, pois, finalmente percebeu as consequências que haviam sido atribuídas para a natureza depois de tantos anos de extração e poluição. Com isso, as questões sociais e ambientais foram despertadas em uma parcela da população, desenvolvendo novos hábitos para toda a sociedade. A relação entre homem e natureza precisa ser regrada de acordo com os fatores da ética. Pois, é uma forma de garantir que os recursos sejam extraídos com responsabilidade, e com certa periodicidade. Para empresas este conceito é fundamental, uma vez que precisam de uma quantidade maior de recursos para sobreviverem no mercado (DAREAGRO, 2022).

A sustentabilidade foi desenvolvida há alguns anos, com o objetivo de apresentar um termo que definisse a forma de empresas e pessoas poderem se manter, apoiando-se em suas ações. A agricultura é uma das atividades produtivas mais importantes de qualquer país, mas a sua prática requer cuidados especiais, pois está diretamente relacionado à qualidade ambiental. Seguindo os preceitos do desenvolvimento sustentável, o setor agrícola, como um dos principais motores econômicos do brasil, ficou mais atento às questões ambientais nas últimas décadas (KAMIYAMA, 2011).

2 Valor ecológico é compreendido pelo conjunto de critérios pelos quais se mede a qualidade de um estado do ecossistema.

ISSN 2178-6925

A visão dinâmica da natureza e da sociedade tem implicações importantes para a avaliação econômica e política. A maioria das abordagens para a tentativa de valorização para capturar o valor da mudança marginal sob pressupostos de estabilidade perto de um equilíbrio local (ALTIERI, 2012).

Raramente a sociedade têm em conta as complexidades inerentes e incertezas resultantes associadas com a gestão dos ecossistemas naturais e bens de capital em geral. Se ignoram as distribuições de probabilidade lentamente mudança de limiares críticos do ecossistema. Mudança repentina e abrupta tem implicações importantes para políticas de produção, consumo e comércio internacional (ALVES, 2019).

Também existem importantes implicações para a política econômica, como os impostos sobre a utilização de recursos ou emissões. Por causa das dinâmicas complexas, gestão ótima será difícil, se não impossível de executar. Com foco no crescimento econômico para erradicar a pobreza, desconectado ou dissociado da complexa dinâmica da base de recursos ambientais em que o crescimento depende, ou com foco em soluções técnicas com a finalidade de tornar o desenvolvimento social independente da natureza não vai levar a soluções sustentáveis (ALVES, 2019).

Em vez disso devem ser feitos esforços para criar sinergias entre o desenvolvimento econômico, a mudança tecnológica e a capacidade dinâmica da base de recursos naturais para apoiar o desenvolvimento social e econômico. (ALVES, 2019).

Visando que a demanda populacional de alimentos, fibras e biocombustíveis sejam adequadamente atendidas, observa-se que o Brasil possui um grande desafio de produzir uma quantidade maior de produtos por cada hectare rural, sem deixar de lado a sustentabilidade. Sendo assim, uma das principais dificuldades é a significativa elevação no preço das terras, assim como a escassa mão de obra qualificada e a necessidade de se preservar o solo, a água e as áreas naturais (EMBRAPA, 2021).

2.2 AGRICULTURA 4.0

Na atual realidade das atividades e procedimentos realizados na área agrícola, observa-se que habitualmente as decisões são fundamentadas nas experiências anteriores e nas pesquisas focadas na área de produção e nas áreas de climas semelhantes (ALVES, 2019).

Mesmo que as pesquisas e estudos possibilitem que os produtores optem por decisões que disponibilizam melhores chances de maximizar seus resultados, diminuindo assim os riscos, ressalta-se ainda que existem significativas taxas de desperdícios e problemas que acometem a produtividade e a saúde da terra, levando em consideração que as pesquisas e estudos não apontam as necessidades ou a real situação das culturas (ROSSI, ADAGUINARIO; TONIAL, 2021).

Sendo assim, observa-se que a tecnologia se tornou uma excelente opção para a área agrícola, que através de um processo de mecanização das atividades proporcionada pela indústria 4.0, observa-se que a eficiência da produção foi ampliada de forma significativa. Entretanto, isso ocorreu por meio da necessidade dos produtores no uso de diferentes produtos químicos e de diferentes máquinas que, em diversas ocasiões, acabam resultando em danos aos produtos produzidos e para os recursos naturais onde são produzidos (SILVA; DEMO, 2020).

A referida transformação tecnológica visa especialmente a ampliação da produtividade e eficiência. Mesmo que essa seja apontada como um dos benefícios proporcionados pela tecnologia, é fundamental ter em mente que um dos objetivos secundários é minimizar o ciclo de destruição dos recursos naturais e solucionar

ISSN 2178-6925

diferentes problemas globais, tais como pobreza, insegurança alimentar e ampliar a sustentabilidade (BATINGA et. al., 2021).

A figura abaixo aborda as tecnologias mais relevantes que caracteriza a Agricultura 4.0:

Figura 1: Tecnologias mais relevantes responsáveis por caracterizar a Agricultura 4.0

Internet das Coisas (IoT)	**Tecnologia que está em constante coleta de dados, para então enviá-los para sistemas de processamento e análise de dados. Exemplos: sensores de solo , estações meteorológicas**	**Transformação dos sistemas de gestão e maior conhecimento da produção de alimentos. Melhora a tomada de decisões com a ajuda de dados precisos e em tempo real.**
Blockchain	Refere-se a bancos de dados de transações eletrônicas ou registros contábeis distribuídos. Permite ter um controle total, transparente e em tempo real sobre as transações realizadas dentro do setor.	É possível, por exemplo, reconhecer falhas de produção e traçar todos os produtos distribuídos se for descoberto que a colheita não é saudável ou pode prejudicar a saúde do consumidor.
Big Data	Volumes maciços de informações obtidas de diferentes fontes, como dados obtidos do processo, máquinas ou dados coletados por humanos.	Permitem uma análise geral e completa da situação e das necessidades da produção, a fim de levar em conta todos os fatores que influenciam a colheita e tomar uma decisão ideal, bem como identificar correlações que podem ser utilizadas para prever situações.

ISSN 2178-6925

Inteligência Artificial (IA)	Aplicados em diferentes campos, como robôs, monitores de solo e cultura, entre outros. Com a ajuda do Big Data, você pode realizar análises preditivas e otimizar decisões e ações.	Avaliação precisa e ótima com a ajuda de todos os dados coletados por sensores. Que eles precisam de Inteligência Artificial para serem capazes de funcionar.
Sensores remotos	Geralmente conectado com robôs ou outros dispositivos com inteligência artificial. Permite o controle sobre o tempo a partir de diferentes perspectivas (ar, terra, entre outras).	Necessário para soluções que requerem Internet das Coisas (IoT), Big Data e inteligência artificial (IA).
Robótica	Máquinas funcionais baseadas em internet das Coisa (IoT), IA, Big Data e sensores remotos, que realizam ações de acordo com as indicações e análises obtidas por meio da coleta de dados.	Implementação de robôs para automatizar, simplificar e melhorar os processos agrícolas tradicionais. Eles precisam de IA, Blockchain e Big Data para poder usá-los de forma ideal.
Tecnologia móvel	Informações atuais de dados coletados por sensores, Big Data. Disponível imediatamente para produtores ou tomadores de decisão.	Facilita o acesso dos produtores às informações atuais sobre culturas e climas. Ou seja, permite o acesso aos dados gerados com a ajuda dos demais avanços tecnológicos mencionados, como Big Data ou Internet das Coisa (IoT).

Fonte: Portal do Agronegócio (2023) e EMBRAPA (2017).

Entretanto, cabe ressaltar que a utilização da tecnologia nas propriedades rurais não se trata de um processo que ocorre instantaneamente, sendo uma tarefa complexa e de longo prazo. Levando em consideração então que existem diferentes desafios climáticos vividos pelos produtores para uma adequada implementação das ferramentas mencionadas, observa-se ainda que os estudos de Barbosa et al. (2020) evidenciam que o *Machine Learning* disponibiliza uma precisão maior para a previsão, mas, essa é uma ferramenta de grande complexidade para a agricultura, demandando de muitos estudos.

Segundo informações apresentadas pela Embrapa (2021), observa-se que a utilização das ferramentas disponibilizadas pela IoT (Internet das Coisas) irá possibilitar uma ampliação da supervisão e da análise das atividades realizadas na agricultura em geral, visando ampliar sua eficiência, sem esquecer da sustentabilidade.

Sendo assim, a quantidade de aplicativos usados para os pequenos, médios e grandes produtores vão se tornar fundamentais para o desenvolvimento dessa área, principalmente para a gestão das áreas agrícolas, para o manejo de rebanhos, para a cotação de insumos, previsão de clima, identificação de doenças, entre diversas outras atividades agrícolas (EMBRAPA, 2021).

ISSN 2178-6925

3 VANTAGENS E DESVANTAGENS DA AGRICULTURA 4.0

A agricultura digital tornou-se uma realidade. As novas ferramentas digitais são mais do que “modismos”, elas modificam e otimizam todas as etapas do ciclo produtivo. Através da transformação digital, a agricultura incorporará cada vez mais práticas e processos de produção de precisão (DIAS *et al.,* 2023).

Qualquer atividade na agricultura gera algum custo e impacta no resultado de produtividade. Mesmo que não seja uma aplicação de um insumo ou que necessite ser feita de forma igual em toda a área, as tecnologias ainda podem auxiliar a torná-las mais eficientes (DIAS *et al*., 2023).

A agricultura 4.0 possui como vantagens:

- Aumento na produtividade da lavoura;
- Redução favorável em custos e desperdícios;
- Otimização de processos;
- Aumento da produtividade;
- Monitoramento climático e de pragas;
- Ajuda no acompanhamento de compras e vendas;
- Redução na utilização das práticas agrícolas no meio ambiente, como por exemplo ao reduzir, o uso de produtos químicos;
- Melhora significativamente na qualidade do trabalho dos profissionais ligados à agricultura e pecuária (DIAS *et al.,* 2023).

Já como desvantagens, podemos destacar: a relação custo-benefício da tecnologia da informação é um dos principais desafios da agricultura digital. Além disso, a falta de conectividade pode retardar esses avanços. Afinal, as conexões são fundamentais para alavancar esses processos. Para garantir a conectividade em todas as fazendas, aproximadamente 16 mil antenas de transmissão precisam ser instaladas, segundo o Mapa (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento). Tecnologias muito inovadoras são muitas difíceis de exercer sua aplicação no campo, o que muitas das vezes afasta muitos produtores. E para garantir o funcionamento da agricultura 4.0, regulamentações devem proteger ainda melhor os dados das empresas rurais (DIAS *et al.,* 2023).

Mesmo com significativas discussões no âmbito dos testes e da introdução de tecnologias disponibilizadas pela agricultura 4.0 (GAN E LEE, 2018; QUIROZ E ALFÉREZ, 2020; RAMLI et al., 2020; RIGHI et al., 2020), não são muitas as pesquisas que abrem espaço para se discutir o desenvolvimento e a ampliação de informações que tratam de suas vantagens e desvantagens, analisando minuciosamente os fatores econômicos, gerenciais e tecnológicos (KLERKX E ROSE, 2020; EHLERS et al., 2020).

Sendo assim, é possível apontar que as principais vantagens disponibilizadas quando se aplica as tecnologias da agricultura 4.0, são as seguintes: um aumento do retorno financeiro (HUH; KIM, 2018; KODAN et al., 2019); melhora a imagem diante dos consumidores através de uma maior sustentabilidade (FIELKE et al., 2019; NAWANDAR; SATPUTE, 2019; MIRANDA et al., 2019); maximiza o processo de armazenagem, acessibilidade e do tratamento de dados, o tornando mais seguro e eficiente (WOLFERT et al., 2017; MOON et al., 2018); determina o momento mais benéfico de se iniciar a colheita de commodities agrícolas (soja, milho e trigo); torna mais eficiente a detecção de doenças; melhora as ações de controle e manutenção das máquinas (MUANGPRATHUB et al., 2019); diminuição dos custos; amplia as informações sobre as áreas cultivadas (PIVOTO et al., 2019); e aumenta a capacidade

ISSN 2178-6925

de solução de problemas referentes à produtividade da fazenda (OZDOGAN et al., 2017).

Diversas pesquisas apontam ainda uma vantagem dessas tecnologias sobre a aproximação com os elementos que fazem parte da cadeia de valor, o que torna possível uma melhor contabilização dos impactos econômicos benéficos ao se implementar as ferramentas da agricultura 4.0 (FERRÁNDEZ-PASTOR et al., 2016; RIGHI et al., 2020).

Já em diferente perspectiva, no que diz respeito aos impactos ambientais, é possível encontrar informações que apontam para uma diminuição de resíduos em plantações, na água e na energia (GRIEVE et al., 2019; QUIROZ; ALFÉREZ, 2020; ZHAI et al., 2020), assim como torna mais eficaz o uso dos insumos e de defensivos agrícolas por conta do uso das diversas tecnologias embarcadas que integram a automação de máquinas (JAWAD et al., 2017; BELAUD et al., 2019). Sendo possível ainda apontar benefícios sobre os aspectos sociais no que diz respeito à segurança e saúde dos profissionais que atuam na agricultura (WOLFERT et al., 2017), ampliando até mesmo a oferta de empregos nesse setor (MIRANDA et al., 2019; QUIROZ; ALFÉREZ, 2020).

Diferentes elementos, tais como um melhor monitoramento do clima, maximização do uso dos nutrientes do solo, a possibilidade de prever a situação da saúde dos grãos, ampliação da qualidade dos produtos agrícolas, a maior rastreabilidade dos alimentos e ampliação do bem-estar animal (JAWAD et al., 2017; KLERKX et al., 2019), também são apontados como benefícios disponibilizados pela implementação da agricultura 4.0.

Entretanto, é possível observar ainda a existência de muitos outros benefícios que ajudam a atuação dos agricultores, dos trabalhadores agrícolas e dos responsáveis pela gestão das fazendas quando for necessário tomar decisões (COLEZEA et al., 2018), assim como facilita a validação dos dados obtidos através do uso de sensores que fazem essas análises em dos dispositivos terminais (HANG et al., 2020).

Para exemplificar, todos esses sistemas que auxiliam na gestão da fazenda disponibilizados pela agricultura 4.0 contribui ainda para que os agricultores encontrem melhores soluções, coloquem em prática ações decisivas e tenham maior apoio para uma tomada de decisão final mais eficiente (PONRAJ; VIGNESWARAN, 2019), fazendo com que a fazenda seja economicamente viável e ambientalmente eficiente (O'GRADY; O'HARE, 2017).

Todos os dados disponibilizados pelos dispositivos IoT’s acabam sendo visualizadas através de smartphones, computadores e de aplicativos que usam a web visando o gerenciamento individual das culturas agrícolas (MUANGPRATHUB et al., 2019).

Por tornar esse acesso de dados mais rápido e seguro, amplia-se a capacitação dos agricultores individuais que atuam nessa cadeia de produção agrícola, tornando suas decisões mais seguras e eficientes (PHILLIPS et al., 2019).

Há ainda os sistemas de apoio à decisão, capazes de ajudar os agricultores ao disponibilizar dados referentes ao planejamento e ao controle das atividades de uma fazenda, apontando o possível custo de operação segmentado, detalhando um histórico de uso dos recursos e uma análise sobre os lucros obtidos (ZHAI et al., 2020).

ISSN 2178-6925

Já segundo informações apresentadas pela TOTVS (2020), as vantagens da agricultura 4.0 são as seguintes:

- Aumento da produtividade.
- Melhor monitoramento das operações dentro no campo.
- Diminui o desperdício de adubos, fertilizantes, combustível, mudas, sementes, e produtos colhidos.
- Análise de clima.
- Colabora com a sustentabilidade.
- Auxilia no processo de tomada de decisão.
- Pode ser combinado com modelos estatísticos avançados.

No tocante das desvantagens consequentes da implementação da agricultura 4.0, diferentes autores apontam os riscos para os agricultores utilizarem as novas tecnologias em suas fazendas (Pivoto et al., 2019), além do receio ou da discriminação por parte dos agricultores que não são acostumados com o mundo digital em usar as ferramentas tecnológicas (Klerkx et al., 2019).

Uma diferente desvantagem que deve ser mencionada trata-se da dificuldade de realizar uma eficiente integração do conjunto de tecnologias com o intuito de revelar insights de importantes bancos de dados em tempo real visando maximizar a tomada de decisão (Wolfert et al., 2017).

Já as informações apresentadas pela TOTVS (2020) evidenciam as seguintes desvantagens:

- Necessidade de mão de obra qualificada e que tenha aprendizado continuado para manipular essas tecnologias e operar os sistemas.
- Custo de aquisição e financiamento.
- Infraestrutura em infraestrutura (5G e internet de qualidade).
- Precisa de regulamentação para proteção de dados, já que as regras atuais são deficitárias.

Cabe ressaltar ainda que as vantagens acabam prevalecendo quando comparadas com as desvantagens, mesmo quando refere-se sobre o elevado custo para a aquisição e utilização das novas tecnologias disponibilizadas pela agricultura 4.0 (ZHAO et al., 2019). Segundo os estudos de Kernecker et al. (2019), observa-se ainda que as expectativas criadas no âmbito das vantagens disponibilizadas pelas tecnologias da agricultura 4.0 entre os especialistas e os agricultores devem ser tratadas como imparciais.

Salientando ainda que as soluções avançadas, alcançadas por meio das tecnologias da agricultura 4.0, podem proporcionar maior suporte ao se buscar uma ampliação da produtividade e da qualidade dos produtos agrícolas, como ainda disponibilizam significativas alternativas para embasar a tríade da sustentabilidade. Entretanto, jamais devem ser apontadas como a solução de todos os problemas e dificuldades que fazem parte do sistema agrícola.

Já as pesquisas realizadas por Klerkx; Rose (2020), analisando as variadas visões de futuro da agricultura 4.0, evidenciam uma dificuldade para a antecipação dos possíveis impactos ambientais, sociais e econômicos desse processo de transição para um novo setor agrícola. Um diferente problema refere-se sobre as variações dos níveis de complexidade impostos pela agricultura 4.0 entre países desenvolvidos e em desenvolvimento (ZHAI et al., 2020).

No que diz respeito à heterogeneidade de tecnologias que fazem parte da agricultura 4.0, ressalta-se ainda as desvantagens no que diz respeito às políticas públicas, além de dificuldade para reeducar e conscientizar o trabalhador agrícola, como ainda a inadequada assistência focada no desenvolvimento de agências que

ISSN 2178-6925

fomentam e apoiam os agricultores (ELIJAH et al., 2018; KHATRI-CHHETRI et al., 2019; VAN DER BURG et al., 2019).

Na realidade, trata-se de um conjunto de desafios que devem ser analisados e considerados, visando assim minimizar os seus efeitos com o intuito de elevar o número de países capazes de implementar as ferramentas da agricultura 4.0 (HINSON et al., 2019; ZAMBON et al., 2019; KLERX e ROSE, 2020).

4.1 A MECANIZAÇÃO E INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NA AGRICULTURA

Os estudos de Oliveira (2019) evidenciam que o processo da modernização no Brasil ocorre progressivamente, surgindo assim variados tipos de estruturas aplicadas no ambiente rural, dessa forma, é possível notar uma maior valorização dos produtos, proporcionando ainda um crescimento econômico mais rápido, especialmente para as regiões apontadas como os centros da economia rural brasileira.

Contando ainda com uma ampliação da rede de transporte rodoviário em todo o país, por meio de um aumento significativo de políticas financeiras do Governo Federal, o que resulta em um maior acesso a novas regiões onde antes não é possível acessar com veículos de diferentes tipos (OLIVEIRA, 2019).

Essa modernização agrícola, ainda segundo o referido autor, teve início nas propriedades de maior porte, levando em consideração que para a aquisição de novas máquinas é necessário grande aporte financeiro. Dessa maneira, o autor ainda aponta que através dessa troca dos equipamentos agrícolas antigos para os mais modernos e tecnológicos, fez com que os produtores agrícolas diminuíssem significativamente os desperdícios de seus insumos, elevando, consequentemente, a rentabilidade de seu trabalho. (OLIVEIRA, 2019).

O processo de transformação da agricultura resultou em significativos benefícios para o sistema produtivo agrícola, levando em consideração que somente se tornou uma realidade através da introdução de ferramentas tecnológicos e insumos mais modernos nas atividades do campo, melhorando a eficiência de tratores, de colheitadeiras, de semeadeiras, dos fertilizantes e adubações, entre outros, transformando de maneira significativa as atividades e técnicas usadas na produção. Essa modernização se apresenta como um dos fatores mais relevantes para a agricultura, tornando sua evolução e crescimento mais intensos, influenciando diretamente na produção e na qualidade dos produtos produzidos no campo, possibilitando agregar maior valor aos mesmos (BATISTA, 2021).

Segundo os estudos de Santos (2022), ressalta-se ainda que o processo de territorialização do capital no ambiente agrário que, consequentemente, acaba resultando em maior modernização da agricultura, tende a resultar também em significativas alterações não somente para o processo produtivo, mas ainda para o processo de ocupação do território agrícola, que a cada dia passa a ser mais bem aproveitado, proporcionando assim maiores lucros para suas propriedades.

Segundo o entendimento das próprias empresas de biotecnologia, observa-se que a utilização de sementes transgênicas é de extrema relevância para a ampliação da produção e para a sustentabilidade da agricultura, contribuindo ainda para o aumento do combate a fome no país. (SANTOS, 2022).

Vale mencionar que é fundamental que alguns cuidados sejam tomados, tal como o volume de produtos agrotóxicos utilizados durante o processo produtivo, levando em consideração que uma quantidade elevada pode impactar negativamente no meio ambiente, podendo resultar em problemas irreversíveis ao solo (SANTOS, 2022).

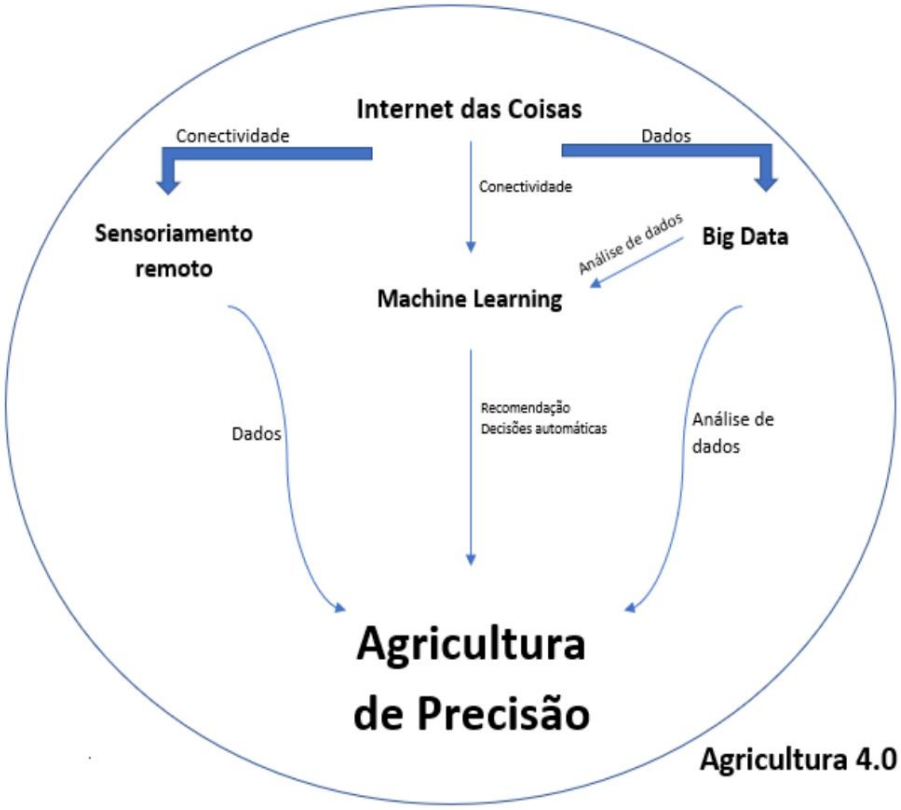
ISSN 2178-6925

Já segundo a concepção de Batista (2021), é possível que o processo de modernização da área agrícola no Brasil seja caracterizado como um movimento com a capacidade de tornar viável uma significativa transformação e maximização das atividades agrícolas no país, levando em consideração que esse processo fundamenta-se em diversas técnicas que possibilitam um relevante avanço na área, especialmente no que diz respeito à tecnologias aplicada, sendo essas utilizadas diretamente nas atividades do campo. Entretanto, para que isso se torne uma realidade, é necessário elaborar uma estratégia essencial, devendo ser inseridas de maneira escalonada essas novas tecnologias na produção, possibilitando assim o uso de métodos mais eficientes, influenciando beneficamente na produtividade.

A utilização da tecnologia nas propriedades rurais não se trata de um fato que ocorreu repentinamente no campo, sendo então um processo gradativo que ocorre ainda na atualidade. Nesse processo existem inúmeros desafios, devendo ser vivenciados pelos produtores durante a implementar dessas ferramentas tecnológicas.

Os estudos de Barbosa et al. (2020) como vimos, apontam que o Machine Learning proporciona um aumento significativo da precisão e da previsão da produtividade, mas, também se tornam um desenvolvimento desafiador por ser uma atividade de maior complexidade na área da agricultura.

Figura 2 – Desafios das Tecnologias para a agricultura 4.0.



Fonte: Pacheco (2021).

Segundo os estudos de Hackenhaar; Hackenhaar; Abreu (2015), cabe ressaltar que a agricultura vivencia uma nova era, tendo como elementos mais importantes, a aplicação de ferramentas tecnológicas e da produção de máquinas com maior inteligência embarcada, para a realização das atividades de produção agrícola,

ISSN 2178-6925

levando em consideração que a utilização dessas ferramentas faz com que o agricultor diminua os custos de produção.

Silva (2018, p.21) afirma que: Os desenvolvimentos tecnológicos em fontes alternativas de fornecimento de alimentos (por exemplo, alimentos à base de insetos, produtos de algas, carnes artificiais), agricultura interna e muitos outros avanços visam abordar a disponibilidade e acessibilidade de alimentos. Os programas de desenvolvimento da cadeia de valor concentram-se na expansão da inclusão"

Ainda segundo Hackenhaar; Hackenhaar; Abreu (2015), toda essa robótica aplicada nas atividades do campo trata-se de uma das técnicas mais relevantes para a ampliação da produção de alimentos nos últimos anos, levando em consideração que no decorrer das últimas décadas, o setor da robótica disponibilizou significativos avanços na área da agricultura, elevando a eficiência a velocidade de produção que antes era realizada somente através da atividade humana, levando em consideração ainda que após a utilização da robótica, a necessidade de mão de obra humana diminuiu no campo, podendo direcionar a atenção para outras atividades.

Já os estudos de Cavalcante (2020) apontam que a utilização de ferramentas tecnológicas se tornou essencial para os produtores. Entretanto, o autor ainda aponta a existência de certa preocupação para o trabalhador rural, levando em consideração que essas ferramentas inovadoras ou diferentes maquinários modernos resultam na extinção de vagas de trabalho no ambiente rural, isso porque as tecnologias embarcadas nas máquinas as tornam mais eficientes, sem contar com o fato de poderem trabalhar por mais tempo quando comparadas com os seres humanos, sendo assim, as tornam mais atraentes para os proprietários. Neste sentido, a área da robótica aplicada na agricultura disponibiliza significativas vantagens para as propriedades, entretanto, reduz a quantidade de empregados, tendo em mente que essas novas tecnologias ampliar a produção quando comparadas com a mão de obra humana.

A implementação de novas tecnologia no setor agrícola acaba ampliando o desemprego, entretanto, em diferente perspectiva, torna mais simples o trabalho e, consequentemente, a vida do trabalhador, elevando a produção e diminuindo a necessidade de uso da força bruta humana. Dessa forma, é necessário que se tenha maior controle hegemônico dessas tecnologias, visando assim alcançar uma sociedade onde a terra, o trabalho e as técnicas aplicadas nas plantações convivam de forma harmônica, proporcionando resultados positivos e satisfatórios para todos (CAVALCANTE, 2020).

Silva (2018, p.21) afirma que: No entanto, aumentar o uso de hardware, como drones, sensores, servidores, máquinas automatizadas e outras ferramentas, pode deixar seu próprio impacto ambiental. Embora os avanços tecnológicos na conversão agrícola tenham o potencial de melhorar os retornos, eles também têm consequências sociais e ambientais que podem ser positivas, negativas ou neutras.

Realizar investimentos em políticas públicas que visam fomentar a utilização de tecnologia para os pequenos agricultores, englobando nisso também as estratégias que objetivam a melhora do nível de escolaridade e dos serviços de extensão, ampliando também os canais e redes de informações para os agricultores, como ainda a ampliação de programas de acesso ao crédito. Essas políticas públicas afetam diretamente no desenvolvimento e maximização da área agrícola, sendo assim, observa-se que as taxas de financiamentos deveriam levar em consideração a importância dessas tecnologias no setor agrícola, visando possibilitar que os agricultores sejam capazes de investir na aquisição e implementação de novas tecnologias em suas propriedades (SANTOS, 2022).

ISSN 2178-6925

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho nos faz enxergar o leque de opções que temos para usar dentro da agricultura, a tecnologia vem sempre se renovando e recriando cada vez, apesar de alguns itens serem de investimento alto, porém o retorno que temos é bem considerável.

Neste sentido, conforme o que se apontou nas pesquisas, é necessário que se tenha maior controle dessas tecnologias, visando assim alcançar uma sociedade onde a terra, o trabalho e as técnicas aplicadas nas plantações convivam de forma harmônica, e nesse cenário, compreender e controlar uma variável não se faz o bastante para alcançar o sucesso das políticas que são direcionadas para a implementação da tecnológica nas atividades do campo. Sendo fundamental então elaborar políticas públicas de maior flexibilidade e que possam se adaptar à realidade e características de cada região e de cada agricultor, levando em consideração as diferenças de configurações técnicas, sociais e econômicas de cada área.

Como agrônomos devemos sempre nos manter atualizados sobre as tecnologias e as ferramentas que temos disponíveis para proporcionar e oferecer aos nossos agricultores de forma clara e inovadora.

REFERÊNCIAS

ALTIERI, Miguel. **Agroecologia - Bases Cientificas Para Um Agricultura Sustentável**. Editora: Expressão Popular; 1ª edição, 2012.

ALVES, Eliseu. **Migração Rural-Urbana, Agricultura Familiar e Novas Tecnologias**. Editora: Embrapa, 2019.

BARBOSA, A. TREVISAN, R. HOVAKIMYAN, N. MARTIN, N. F. Modeling yield response to crop Management using convolutional neural networks. **Comput. Electron. Agric**. 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.compag.2019.105197 . Acesso em: 15 ago. de 2023.

BATINGA, Georgiana Luna et al. AMBIGUIDADES DA INDÚSTRIA 4.0. **Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação (EIGEDIN)**, v. 5, n. 1, 2021.

BATISTA, M. L. B. **Modernização agrícola nos municípios da região do Matopiba**: uma aplicação de análise fatorial e espacial. 2021. 103 p. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2021. Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/45824/1/Modernizacaoagricolamunicipios_Batista_2021.pdf . Acesso em: 24 mar. 2024.

BELAUD, J. P. PRIOUX, N. VIALLE, C. SABLAYROLLES, C. **Big data for agri-food 4.0**: Application to sustainability management for by-products supply chain. Computers in Industry. 111, 41-50, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.compind.2019.06.006 . Acesso em: 08 mar. 2024.

CARDOSO, Elke Jurandy Bran Nogueira. **A sustentabilidade ambiental da agricultura e de florestas tropicais**: uma visão científica, ecológica, política e social. Editora: Appris Editora; 1ª edição, 2021.

CARVALHO, José Maurício. **O homem e a filosofia**: pequenas meditações sobre existência e cultura. Porto Alegre: EDIPUCRS – 2º edição, 2018.

CAVALCANTE, J. Q. P. **O desemprego tecnológico**. Tomo Direito do Trabalho e Processo do Trabalho, n. 1, 2020. Disponível em: https://enciclopediajuridica.pucsp.br/verbete/399/edicao-1/o-desemprego-tecnologico . Acesso em: 20 mar. 2024.

COLEZEA, M. MUSAT, G. POP, F. NEGRU, C. DUMITRASCU, A. MOCANU, M. CLUeFARM: Integrated web-service platform for smart farms. **Computers and Electronics in Agriculture.** 154, 134–154, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.08.015 . Acesso em: 08 mar. 2024.

KAMIYAMA, Araci. **Cadernos de Educação Ambiental Agricultura Sustentável,** n.13, São Paulo, 2011.

DAREAGRO. **AGRICULTURA E SUSTENTABILIDADE** | Entendendo aspectos importântes eBook Kindle, 2022.

Dias, Eduardo Mario et al. **Agro 4.0** Fundamentos, Realidades e Perspectivas para o Brasil. Rio de Janeiro, 2023.

EHLERS, M-H. FINGER, R. BENNI, N. E. GOCHT, A. SORENSEN, C. A. G. GUSSET, M. PFEIFER, C. POPPE, K. REGAN, Á. ROSE, D. C. WOLFERT, S. HUBER, R. **Scenarios for European agricultural policymaking in the era of digitalisation. Agricultural Systems.** 196, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.agsy.2021.103318 . Acesso em: 05 mar. 2024.

ELIJAH, O. RAHMAN, T. A. ORIKUMHI, I. LEOW, C. Y. HINDIA, M. N. An Overview of Internet of Things (IoT) and Data Analytics in Agriculture: Benefits and Challenges. IEEE **Internet of Things Journal**. 5 (5), 3758–3773, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1109/JIOT.2018.2844296 . Acesso em: 08 mar. 2024.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Visão 2030. **O futuro da agricultura brasileira**, 2021. Disponível em: https://www.embrapa.br/documents/10180/9543845/Vis%C3%A3o+2030+-+o+futuro+da+agricultura+brasileira/2a9a0f27-0ead-991a-8cbf-af8e89d62829 . Acesso em: ago. de 2023.

EMBRAPA. **Tecnologia na agricultura,** 2017. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/30015917/artigo-a-tecnologia-na-agricultura . Acesso em: 29 fev. 2024.

FERRÁNDEZ-PASTOR, F. J. GARCÍA-CHAMIZO, J. M. NIETO-HIDALGO, M. MORA-PASCUAL, J. MORAMARTÍNEZ, J. Developing ubiquitous sensor network platform using internet of things: **Application in precision agriculture. Sensors**. 16 (7), 2016. Disponível em: https://doi.org/10.3390/s16071141 . Acesso em: 05 mar. 2024.

FIELKE, S. J. GARRARD, R. JAKKU, E. FLEMING, A. WISEMAN, L. TAYLOR, B. M. Conceptualising the DAIS: Implications of the 'Digitalisation of Agricultural Innovation Systems' on technology and policy at multiple levels. **NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences**. 90, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.04.002 . Acesso em: 05 mar. 2024.

GAN, H. LEE, W. S. Development of a Navigation System for a Smart Farm. **IFAC – Papers OnLine**. 51 (17), 1–4, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.08.051 . Acesso em: 05 mar. 2024.

GRIEVE, B. D. DUCKETT, T. COLLISON, M. BOYD, L. WESTE, J. YIN, H. ARVIN, F. PEARSON, S. The challenges posed by global broadacre crops in delivering smart agri-robotic solutions: A fundamental rethink is required. **Global Food Security**. 23, 116-124, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.04.011 . Acesso em: 05 mar. 2024.

HACKENHAAR, N. M.; HACKENHAAR, C.; ABREU, Y. V. **Robótica na agricultura**. Interações, Campo Grande, v. 16, n. 1, p. 119-129, 2015. Disponível em: https://www.scielo.br/j/inter/a/Pbb7RB3wzTypx6GH4fYKMFQ/?format=pdf&lang=pt . Acesso em: 21 mar. 2024.

HANG, L. ULLAH, I. KIM, D-H. A secure fish farm platform based on blockchain for agriculture data integrity. **Computers and Electronics in Agriculture**. 170, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105251 . Acesso em: 08 mar. 2024.

HINSON, R. LENSINK, R. MUELLER, A. Transforming agribusiness in developing countries: SDGs and the role of **FinTech. Current Opinion in Environmental Sustainability.** 41, 1-9, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.cosust.2019.07.002 . Acesso em: 08 mar. 2024.

HUH, J. H. KIM, K.Y. **Time-based trend of carbon emissions in the composting process of swine manure in the context of agriculture 4.0.** Processes. 6 (9), 2018. Disponível em: https://doi.org/10.3390/pr6090168 . Acesso em: 05 mar. 2024.

JAWAD, H. M. NORDIN, R. GHARGHAN, S. K. JAWAD, A. M. ISMAIL, M. **Energy-efficient wireless sensor networks for precision agriculture:** A review. Sensors, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.3390/s17081781 . Acesso em: 08 mar. 2024.

KERNECKER, M. KNIERIM, A. WURBS, A. KRAUS, T. BORGES, F. Experience versus expectation: farmers' perceptions of smart farming technologies for cropping systems across Europe. **Precision Agriculture**. 21, 34–50, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s11119-019-09651-z . Acesso em: 08 mar. 2024.

KHATRI-CHHETRI, A. PANT, A. AGGARWAL, P. K. VASIREDDY, V. V. YADAV, A. Stakeholders' prioritization of climate-smart agriculture interventions: Evaluation of a framework. **Agricultural Systems.** 174, 23-31, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.03.002 . Acesso em: 08 mar. 2024.

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.** 24, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.100347 . Acesso em: 05 mar. 2024.

KODAN, R. PARMAR, P. PATHANIA, S. Internet of Things for Food Sector: Status Quo and Projected Potential. Food Reviews International, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1080/87559129.2019.1657442 . Acesso em: 05 mar. 2024.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Mariana de Andrade**. Fundamentos da Metodologia Cientifica:** 9ª ed. São Paulo: Atlas, 2021.

MIRANDA, J. PONCE, P. MOLINA, A. WRIGHT, P. Sensing, smart and sustainable technologies for Agri-Food 4.0. **Computers in Industry.** 108, 21-36, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.compind.2019.02.002 . Acesso em: 08 mar. 2024.

MOON, A. KIM, J. ZHANG, J. SON, S. W. Evaluating fidelity of lossy compression on spatiotemporal data from an IoT enabled smart farm. **Computers and Electronics in Agriculture**. 154, 304–313, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.08.045 . Acesso em: 05 mar. 2024.

MUANGPRATHUB, J. BOONNAM, N. KAJORNKASIRAT, S. LEKBANGPONG, N. WANICHSOMBAT, A. NILLAOR, P. IoT and agriculture data analysis for smart farm. Computers and Electronics in **Agriculture.** 156, 467–474, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.12.011 . Acesso em: 05 mar. 2024.

NAWANDAR, N. K. SATPUTE, V. R. IoT based low cost and intelligent module for smart irrigation system. **Computers and Electronics in Agriculture**. 162, 979-990, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.compag.2019.05.027 . Acesso em: 05 mar. 2024.

OLIVEIRA, J. K. S. **Modernização e Inovação na Mecanização da Agricultura no Sudoeste Goiano.** 2019. 58 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Agronegócio) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Rio Verde, GO, 2019. Disponível em: https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/506/3/tcc_Jennifer%20Karolinne%20Silva%20Oliveira_.pdf . Acesso em: 16 mar. 2024.

OZDOGAN, B. GACAR, A. AKTAS, H. Digital agriculture practices in the context of agriculture 4.0. **Journal of Economics, Finance and Accounting (JEFA).** 4, 184-191, 2017. Disponível em: http://doi.org/10.17261/Pressacademia.2017.448 . Acesso em: 05 mar. 2024.

PACHECO, Anna Luiza. **AGRICULTURA 4.0:** UM LEVANTAMENTO DAS TECNOLOGIAS PARA O FUTURO DA AGRICULTURA. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2021. Disponível em: https://repositorio.ufms.br/bitstream/123456789/4209/1/TCC%20Anna%20Pacheco.pdf . Acesso em: 20 mar. 2024.

PHILLIPS, P. W. B. RELF-ECKSTEIN, J. A. JOBE, G. WIXTED, B. Configuring the new digital landscape in western Canadian agriculture. **NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences**, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.04.001 . Acesso em: 08 mar. 2024.

PIVOTO, D. BARHAM, B. WAQUIL, P. D. FOGUESATTO, C. R. ZHANG, D. TALAMINI, E. Factors influencing the adoption of smart farming by Brazilian grain farmers. **International Food and Agribusiness Management Review**. 22, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.22434/IFAMR2018.0086 . Acesso em: 05 mar. 2024.

PONRAJ, A. S. VIGNESWARAN, T. Machine learning approach for agricultural IoT. **International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE).** 7, p. 383-392, 2019.

PORTAL DO AGRONEGÓCIO. **Revolução agrícola**: Solução de conectividade remota via satélite chega ao Brasil, 2023. Disponível em: https://www.portaldoagronegocio.com.br/tecnologia/conectividade-e-digital/noticias/revolucao-agricola-solucao-de-conectividade-remota-via-satelite-chega-ao-brasil . Acesso em: set. de 2023.

QUIROZ, I. A., ALFÉREZ, G. H. Image recognition of Legacy blueberries in a Chilean smart farm through deep learning. **Computers and Electronics in Agriculture**. 168. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.compag.2019.105044 . Acesso em: 05 mar. 2024.

RAMLI, M. R. DAELY, P. T. KIM, D- S. LEE, J. K. IoT-based adaptive network mechanism for reliable smart farm system. **Computers and Electronics in Agriculture.** 170, 105287, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105287 . Acesso em: 05 mar. 2024.

RIGHI, R. R. GOLDSCHMIDT, G. KUNST, R. DEON, C. COSTA, C. A. Towards combining data prediction and internet of things to manage milk production on dairy cows. **Computers and Electronics in Agriculture**. 169, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.compag.2019.105156 . Acesso em: 05 mar. 2024.

ROSSI, Camila; ADAGUINARIO, Leticia; TONIAL, Graciele. **COMPETÊNCIAS E HABILIDADES DOS COLABORADORES DA INDÚSTRIA 4.0 NO SETOR DO AGRONEGÓCIO**. Seminário de Iniciação Científica e Seminário Integrado de Ensino, Pesquisa e Extensão, p. e28668-e28668, 2021.

SANTOS, Diego Álvaro Gribler dos. **IMPORTÂNCIA DO USO DA MECANIZAÇÃO E INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NA AGRICULTURA DO MUNICÍPIO DE TRÊS DE MAIO/RS.** Trabalho de Conclusão submetido ao Curso Bacharelado em Desenvolvimento Rural – PLAGEDER, da Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS, 2022. Disponível em: https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/254347/001160417.pdf?sequence=1&isAllowed=y . Acesso em: 20 mar. 2024.

SILVA, José Renato da. **A TECNOLOGIA NO CAMPO E A GESTÃO EFETIVA DO AGRONEGÓCIO.** Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Automação e Controle de Processos Industriais, 2018. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/23192/1/PG_CEACP_2018_1_17.pdf . Acesso em: 20 mar. 2024.

SILVA, Renan Antônio; DEMO, Pedro. **Educação 4.0 para a indústria 4.0**: protagonismo do avanço social no cenário introduzido pela sociedade da informação. Revista de Estudos Interdisciplinares-CEEINTER, v. 2, p. 1-14, 2020.

TOTVS. **Agricultura 4.0:** Conceito, tecnologias, vantagens e desafios. 28 de jul. de 2020. Disponível em: https://www.totvs.com/blog/gestaoagricola/agricultura-4-0/ . Acesso em: 08 mar. 2024.

VAN DER BURG, S. BOGAARDT, M. J. WOLFERT, S. Ethics of smart farming: Current questions and directions for responsible innovation towards the future**. NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences.** 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.01.001 . Acesso em: 08 mar. 2024.

WOLFERT, S. VERDOUW, C. VAN WASSENAER, L. DOLFSMA, W. KLERKX, L. Digital innovation ecosystems in agri-food: design principles and organizational framework. **Agricultural Systems.** 204, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.agsy.2022.103558 . Acesso em: 05 mar. 2024.

ZAMBON, I. CECCHINI, M. EGIDI, G. SAPORITO, M. G. COLANTONI, A. Revolution 4.0: Industry vs. agriculture in a future development for SMEs. **Processes,** 2019. Disponível em: https://doi.org/10.3390/pr7010036 . Acesso em: 08 mar. 2024.

ZHAI, Z. MARTÍNEZ, J. F. BELTRAN, V. MARTÍNEZ, N. L. Decision support systems for agriculture 4.0: Survey and challenges. **Computers and Electronics in Agriculture**. 170, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105256 . Acesso em: 10 mar. 2024.