

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS

VINICIUS POMPEU FERREIRA

AGRICULTURA 4.0:

TRASFORMANDO O SETOR AGROPECUÁRIO COM INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

Varginha/MG

2024

VINICIUS POMPEU FERREIRA

AGRICULTURA 4.0:

TRASFORMANDO O SETOR AGROPECUÁRIO COM INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

Trabalho de conclusão de curso apresentado como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Ciências e Economia pela Universidade Federal de Alfenas.

Orientador: Prof. Dr. João Marcos

Varginha/MG

2024

RESUMO

A Agricultura 4.0, marcada pela convergência de tecnologias digitais, representa uma revolução no setor agropecuário, prometendo remodelar métodos tradicionais de produção e gestão. Originada nas revoluções industriais anteriores, essa evolução agora incorpora tudo que a tecnologia tem a nos oferecer promovendo uma abordagem digital e sustentável para a agricultura contemporânea. A introdução da Agricultura 4.0 no Brasil, enfrenta desafios específicos, incluindo barreiras tecnológicas, treinamento, regulamentações e questões ambientais. Estudos ressaltam a necessidade de superar esses obstáculos para garantir uma transição suave e eficaz. Tecnologias disruptivas, como Internet das Coisas (IoT), sensores, drones e inteligência artificial, desempenham papéis cruciais em todas as fases do ciclo agrícola. A conectividade proporcionada pela IoT e a análise de Big Data proveniente de sensores e drones permitem otimizar e personalizar as práticas agrícolas. O Big Data, central na Agricultura Digital, oferece uma visão abrangente das operações agrícolas, promovendo estratégias preditivas e prescritivas. A interação entre Agricultura 4.0 e sustentabilidade destaca práticas agrícolas mais eficientes e responsáveis, contribuindo para a gestão eficiente dos recursos naturais e a redução do desperdício. Entretanto, a implementação da Agricultura 4.0 não é isenta de desafios. Custos iniciais, falta de acesso à tecnologia, segurança de dados, resistência cultural e falta de padronização são obstáculos significativos. A necessidade de treinamento adequado, políticas públicas claras e parcerias público-privadas são cruciais para uma adoção bem-sucedida. Apesar dos desafios, a Agricultura 4.0 representa uma oportunidade para maximizar a qualidade e quantidade de todo o setor. A colaboração entre o público e privado, investimentos em pesquisa e desenvolvimento adaptados à realidade e o estabelecimento de regulamentações favoráveis são fundamentais nessa transformação. Em suma, a Agricultura 4.0 é um marco na evolução agrícola, incorporando inovações tecnológicas para enfrentar os desafios contemporâneos, promovendo a sustentabilidade e melhorando a eficiência do setor agropecuário brasileiro e do mundo. A metodologia utilizada foi a, pesquisa qualitativa e quantitativa com uma revisão bibliográfica e bibliométrica centrada na análise crítica de fontes existentes.

Palavras-chave: agricultura 4.0; tecnologia disruptivas; big data, sustentabilidade.

ABSTRACT

Agriculture 4.0, marked by the convergence of digital technologies, represents a revolution in the agricultural sector, promising to remodel traditional production and management methods. Originating in previous industrial revolutions, this evolution now incorporates everything technology has to offer us by promoting a digital and sustainable approach to contemporary agriculture. The introduction of Agriculture 4.0 in Brazil faces specific challenges, including technological barriers, training, regulations and environmental issues. Studies highlight the need to overcome these obstacles to ensure a smooth and effective transition. Disruptive technologies such as the Internet of Things (IoT), sensors, drones and artificial intelligence play crucial roles in all phases of the agricultural cycle. The connectivity provided by IoT and Big Data analysis from sensors and drones make it possible to optimize and personalize agricultural practices. Big Data, central to Digital Agriculture, offers a comprehensive view of agricultural operations, promoting predictive and prescriptive strategies. The interaction between Agriculture 4.0 and sustainability highlights more efficient and responsible agricultural practices, contributing to the efficient management of natural resources and the reduction of waste. However, the implementation of Agriculture 4.0 is not without challenges. Upfront costs, lack of access to technology, data security, cultural resistance and lack of standardization are significant obstacles. The need for adequate training, clear public policies and public-private partnerships are crucial for successful adoption. Despite the challenges, Agriculture 4.0 represents an opportunity to maximize quality and quantity across the sector. Public and private collaboration, investments in research and development adapted to reality and the establishment of favorable regulations are fundamental in this transformation. In short, Agriculture 4.0 is a milestone in agricultural evolution, incorporating technological innovations to face contemporary challenges, promoting sustainability and improving the efficiency of the Brazilian agricultural sector and the world. The methodology used, qualitative research with a bibliographic review focused on the critical analysis of existing sources.

Keywords: agriculture 4.0; disruptive technologies; big data, sustainability.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	05
1.1	OBJETIVOS.....	05
1.1.1	Objetivo Geral.....	05
1.1.2	Objetivos Específicos.....	06
2	AGRICULTURA 4.0: TRASFORMANDO O SETOR AGROPECUÁRIO COM INOVAÇÃO TECNOLÓGICA.....	07
2.1	INTRODUÇÃO A AGRICULTURA 4.0.....	07
2.2	TECNOLOGIAS DISRUPTIVAS NA AGRICULTURA.....	09
2.3	BIG DATA E ANÁLISE DE DADOS NA GESTÃO AGRÍCOLA.....	10
2.4	SUSTENTABILIDADE E AGRICULTURA 4.0: PROMOVENDO PRÁTICAS RESPONSÁVEIS NO CAMPO.....	11
2.5	DESAFIOS E PERSPECTIVAS FUTURAS.....	12
3	METODOLOGIA.....	14
4	RESULTADOS.....	16
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	22
	REFERÊNCIAS.....	23

1 INTRODUÇÃO

A Agricultura 4.0, marcada pela convergência de tecnologias digitais avançadas, emerge como uma revolução significativa no setor agropecuário, prometendo remodelar fundamentalmente a maneira como cultivamos e produzimos alimentos. Este fenômeno representa um divisor de águas, conduzindo a agricultura para uma era de inovação tecnológica sem precedentes. Para compreender plenamente essa transformação, é imperativo mergulhar nas origens históricas, traçando uma linha desde as revoluções industriais anteriores até a atual era digital, enfatizando a evolução constante da agricultura impulsionada pela tecnologia.

A Revolução Industrial, desde sua fase inicial com a mecanização até a introdução dos computadores, serviu como trampolim para a Agricultura 4.0. Nesse contexto evolutivo, as tecnologias emergentes, como Internet das Coisas (IoT), Big Data, sensores, drones e inteligência artificial, desempenham papéis cruciais, redefinindo práticas agrícolas em todas as fases do ciclo produtivo.

A Agricultura 4.0 representa uma transição para a era digital, integrando máquinas inteligentes equipadas com sensores e algoritmos avançados. Essas tecnologias possibilitam tarefas autônomas, otimizando a eficiência operacional e promovendo uma gestão agrícola mais eficaz.

Neste contexto, buscaremos compreender as transformações impulsionadas por essa revolução tecnológica, desde as implicações das tecnologias disruptivas até a interação entre Agricultura 4.0 e sustentabilidade. Investigaremos, ainda, os desafios enfrentados na sua implementação e as perspectivas futuras para uma agricultura mais eficiente, sustentável e adaptada principalmente à realidade brasileira.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Mostrar o impacto da Agricultura 4.0 no mercado agropecuário geral com ênfase no setor brasileiro, explorando as transformações advindas da convergência de tecnologias digitais, investigando as implicações das tecnologias disruptivas,

como IoT, Big Data, e inteligência artificial, na gestão agrícola, e avaliando como essas inovações promovem práticas sustentáveis, enquanto identificando os desafios e perspectivas para a sua implementação efetiva.

1.1.2 Objetivos específicos

- a) Investigar as origens históricas da Agricultura 4.0, desde as revoluções industriais anteriores até a transição para a atual era digital, destacando a importância da tecnologia na agricultura contemporânea;
- b) Definir o papel das tecnologias disruptivas, como IoT, sensores, drones e inteligência artificial, nas diferentes fases do ciclo agrícola, compreendendo como essas inovações otimizam a eficiência operacional;
- c) Explorar o papel do Big Data e da análise de dados na gestão agrícola moderna, destacando como a coleta e interpretação massiva de informações impactam as práticas preditivas e prescritivas, promovendo a eficiência operacional.
- d) Examinar a interação entre Agricultura 4.0 e sustentabilidade, analisando como a digitalização contribui para práticas agrícolas mais eficientes, responsáveis e sustentáveis, considerando os aspectos ambientais e econômicos;
- e) Identificar os desafios enfrentados na implementação da Agricultura 4.0 no Brasil, incluindo questões relacionadas a custos, acesso à tecnologia, segurança de dados, treinamento da força de trabalho e resistência cultural;
- f) Avaliar as perspectivas futuras da Agricultura 4.0, considerando a interoperabilidade entre tecnologias, a necessidade de políticas públicas eficientes, parcerias público-privadas e investimentos em pesquisa e desenvolvimento adaptados à realidade agrícola brasileira.
- g) Averiguar a inserção das diversas classes de produtores na agricultura 4.0, em especial os agricultores familiares, os aspectos de inclusão e desigualdades em relação aos produtores mais capitalizados.

2 AGRICULTURA 4.0: TRANSFORMANDO O SETOR AGROPECUÁRIO COM INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

2.1 INTRODUÇÃO A AGRICULTURA 4.0

A Agricultura 4.0 emerge como um divisor de águas no setor agropecuário, fundamentado na convergência de tecnologias digitais que prometem remodelar a forma como cultivamos e produzimos alimentos. Para compreender plenamente essa revolução, é imperativo traçar suas origens a partir das revoluções industriais anteriores, ao mesmo tempo em que destacamos a importância da tecnologia na agricultura contemporânea.

A Agricultura teve seu impulso para evolução no século XX onde surgiu a Agricultura 1.0 e a tecnologia mais usada era a tração animal. A Agricultura 2.0 deu-se pela substituição da tração animal pelo motor a combustão, mais conhecida como máquinas agrícolas. No decorrer dos anos, a Agricultura 3.0 deu-se pelo desenvolvimento do sistema Global Positioning System (GPS) o qual é utilizado até os dias atuais, porém, essa criação foi um grande feito para que os agricultores pudessem ter melhor gerenciamento do seu plantio. Por fim, conforme a cronologia, a Agricultura Digital 4.0 foi a última revolução, incorporando a conectividade e automação, com uso de máquinas, veículos, drones, robôs e animais com sensores. (Santos, Esperdião e Amarante, 2019, p. 2).

Essa nova fase da Agricultura, por sua vez, abraça a era digital, promovendo a integração de tecnologias avançadas para aprimorar a eficiência e a sustentabilidade. A digitalização é um dos pilares fundamentais, conforme apontado por Brusadin, Alves e Cavichioli (2023, p. 522), envolvendo a conversão de dados analógicos em formato digital. Esse processo facilita a coleta massiva de informações por meio de sensores, drones e outras tecnologias, proporcionando insights valiosos para aprimorar todas as fases do ciclo agrícola.

“A Agricultura 4.0 integra máquinas inteligentes, equipadas com sensores e algoritmos avançados, permitindo tarefas autônomas que otimizam a eficiência operacional.” (Lima, Costa 2021, p. 34).

A Agro 4.0 emprega métodos computacionais de alto desempenho, rede de sensores, comunicação máquina para máquina (M2M), conectividade entre dispositivos móveis, computação em nuvem, métodos e soluções analíticas para processar grandes volumes de dados e construir sistemas de suporte à tomada de decisões de manejo. Além disso, contribuirá para elevar os índices de produtividade, da eficiência do uso de insumos, da redução de custos com mão de obra, melhorar a qualidade do trabalho e a segurança dos trabalhadores e diminuir os impactos ao meio ambiente. Engloba a agricultura e pecuária de precisão, a automação e a robótica

agrícola, além de técnicas de bigdata e a Internet das Coisas. (Massruhá, Leite, 2017, p. 31).

O Brasil, como ator-chave na agricultura global, enfrenta desafios e oportunidades únicos na adoção da Agricultura 4.0, incluindo barreiras tecnológicas, treinamento adequado, questões regulatórias, o crescimento demográfico, limitação dos recursos naturais, mudança no clima e desperdício de alimentos. (Ribeiro et. al., 2018, p. 4).

Essas considerações são respaldadas por Silva, Cavichioli (2020, p. 620), que destaca a importância de superar obstáculos para garantir uma transição suave no contexto brasileiro. A revisão sistemática de Villafuerte et. al. (2018, p. 153) enfatiza a relevância da Internet das Coisas (IoT) na agricultura, proporcionando uma visão abrangente das potencialidades e desafios associados à sua implementação e ainda abordam desafios e oportunidades específicos da implementação de tecnologias 4.0 na agricultura brasileira.

Ribeiro, Marinho e Espinosa (2018, p. 5) discutem os impactos tangíveis na produção agropecuária brasileira, destacando melhorias na eficiência, sustentabilidade e qualidade dos produtos. Em consonância, Silva, Cavichioli (2020, p. 620) realiza uma análise crítica das tecnologias digitais na agricultura brasileira, ressaltando não apenas os benefícios, mas também as possíveis limitações e desafios éticos associados. Massruhá, Leite (2017, p. 32). Explora o panorama da adoção de práticas dessa nova dinâmica por produtores rurais no Brasil, fornecendo insights sobre a aceitação e implementação dessas tecnologias na prática.

Lima et. al. (2021, p. 11) destaca “o papel fundamental da Agricultura 4.0 no impulsionamento das inovações tecnológicas na agricultura brasileira, evidenciando como essa revolução molda o cenário futuro do setor”.

Complementando essa visão abrangente, França et. al. (2021, p. 615) oferece uma visão geral das perspectivas e desafios da agricultura digital, destacando a necessidade de equilibrar os benefícios tecnológicos com as questões éticas e sociais, proporcionando um panorama abrangente das tendências e desafios nesta área.

Juntos, esses estudos oferecem uma compreensão “do todo” das transformações em curso no setor agrícola brasileiro impulsionadas pela Agricultura 4.0, considerando desde os impactos práticos até as questões éticas e sociais associadas.

2.2 TECNOLOGIAS DISRUPTIVAS NA AGRICULTURA

A revolução tecnológica tem desencadeado uma transformação sem precedentes na agricultura, conduzindo-a em direção à Agricultura 4.0. Essa evolução é impulsionada por tecnologias disruptivas, como a Internet das Coisas (IoT), sensores, drones e inteligência artificial, que desempenham papéis cruciais em todas as fases do ciclo agrícola. Neste contexto, pesquisadores e estudiosos têm explorado as implicações e aplicações dessas tecnologias, fornecendo insights valiosos para o setor agrícola.

As tecnologias emergentes estão redefinindo as práticas agrícola e integrando agricultura 4.0+IoT para monitorar variáveis cruciais no campo, como umidade do solo e temperatura. Lima et. al. (2021, p. 3) destacam como sensores conectados fornecem dados em tempo real, possibilitando a otimização do uso de recursos e a redução de desperdícios.

Os sensores são a base da agricultura digital. Eles fornecem os dados para permitir o desenvolvimento de sistemas de supervisão agrícola e para analisar o desempenho das práticas de gestão. Sensores podem ser usados para fornecer dados aos algoritmos desenvolvidos para automatizar a prescrição de insumos na agricultura. (Queiroz et. al., 2021, p. 1).

Esses dispositivos coletam dados sobre condições específicas do solo e das plantas, permitindo a personalização de práticas agrícolas. Sensores remotos, por exemplo, podem indicar a necessidade de irrigação em áreas específicas, melhorando a eficiência hídrica.

Os drones, uma tecnologia versátil, estão revolucionando a inspeção agrícola. Barbizan, Cavichioli (2022, p. 585) conduziram um estudo de caso em propriedades rurais brasileiras, destacando o uso de drones para inspecionar visualmente as plantações. Essa abordagem proporciona uma visão detalhada das culturas, permitindo a identificação precoce de pragas, doenças ou deficiências nutricionais.

A inteligência artificial (IA) é essencial na análise de dados agrícolas complexos. Silva, Cavichioli (2020, p. 621) demonstram a importância dos algoritmos avançados na previsão de padrões climáticos e na otimização do plantio. A IA capacita os agricultores a tomarem decisões informadas, melhorando a eficiência operacional e a produtividade.

As tecnologias 4.0, que englobam robótica, veículos autônomos e sistemas integrados, estão modernizando a agricultura. Villafuerte et. al. (2018, p. 153) destacam como essas tecnologias automatizam tarefas complexas, como a colheita de culturas específicas, reduzindo custos e aumentando a eficiência.

Com a inovação da Agricultura 4.0 e as inserções de tecnologia no meio agro, houve conectividade entre máquina x homem x tecnologia, as melhorias nos trouxeram resultados significativos, vantagem na otimização de demanda, evolução dos processos na agricultura e aumento da produtividade/rentabilidade. (Esperdião, Santos e Amarante., 2019, p. 119).

Enquanto o Brasil emerge como um protagonista na agricultura global, enfrenta desafios específicos: como a necessidade de superar obstáculos como infraestrutura e treinamento para garantir uma transição suave para essa nova era. (Silva Júnior, et al., 2021 p. 11).

Villafuerte et. al. (2018, p. 152) exploram as tendências e oportunidades associadas à Agricultura 4.0 no Brasil, ressaltando como essa combinação de tecnologias abre novos horizontes para inovações contínuas e melhorias na produção agrícola.

2.3 BIG DATA E ANÁLISE DE DADOS NA GESTÃO AGRÍCOLA

“Big data é geralmente referido a uma coleta muito grande de dados ou informações que não podem ser definidas ou de certa forma descrita precisamente em alguma linguagem computacional.” (Silva Júnior, et al, 2021, p. 5). A coleta e análise de informações agrícolas em larga escala não só oferecem uma visão abrangente das operações agrícolas, mas também possibilitam a implementação de estratégias preditivas e prescritivas. Essas estratégias não apenas otimizam a tomada de decisões, mas também melhoram a eficiência operacional e maximizam os rendimentos.

A Agricultura Digital, como abordada por Ribeiro, Marinho e Espinosa (2018, p. 6), destaca o papel central do Big Data na transformação digital do campo. A coleta massiva de dados provenientes de sensores, drones e maquinário agrícola gera insights valiosos sobre variáveis como umidade do solo, condições climáticas e padrões de crescimento, permitindo uma gestão mais informada e eficaz.

A visão de Villafuerte et. al. (2018, p. 155) sobre os desafios e perspectivas da Agricultura 4.0 no Brasil destaca como o Big Data é fundamental para superar

barreiras. A capacidade de analisar grandes conjuntos de dados é essencial para compreender as necessidades específicas do contexto agrícola brasileiro e implementar soluções adaptadas.

A IoT, discutida por Lima et. al. (2021, p. 5), também desempenha um papel crucial ao alimentar o Big Data com dados provenientes de dispositivos conectados. Sensores IoT em maquinário agrícola e na plantação geram um fluxo contínuo de dados, enriquecendo o conjunto de informações disponíveis para análise.

Silva Júnior, et. al. (2021, p. 5) destacam como o Big Data possibilita a personalização das práticas agrícolas. A análise detalhada de dados permite a aplicação precisa de recursos, como água e fertilizantes, otimizando o desempenho das culturas e reduzindo os custos operacionais.

Silva, Cavichioli (2020, p. 621) em seu estudo sobre o uso da agricultura 4.0 como perspectiva do aumento da produtividade no campo ressalta como o Big Data é vital para enfrentar as complexidades do setor agrícola.

Já Lima et. al. (2021, p. 5) destaca a sinergia entre IoT e Big Data. A conectividade proporcionada pela IoT amplia significativamente a quantidade de dados disponíveis para análise, enriquecendo as ferramentas de gestão agrícola.

Com capacidade de promover uma avaliação da produção com alta precisão, 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, Cavichioli, 2020, p. 621)

2.4. SUSTENTABILIDADE E AGRICULTURA 4.0: PROMOVENDO PRÁTICAS RESPONSÁVEIS NO CAMPO

A interação entre a Agricultura 4.0 e a sustentabilidade tornou-se um ponto focal para a evolução do setor agrícola brasileiro. O impacto dessa revolução digital na sustentabilidade ambiental e econômica é substancial, moldando práticas agrícolas mais eficientes e responsáveis. Esta abordagem é respaldada pelas contribuições de diversos estudiosos.

Na atualidade com crescimento da população, do consumo per capita, desejo por melhor qualidade de vida e restrições do uso de terras, acaba presenciando uma alta cobrança pelo aumento da demanda de alimentos para suprir a humanidade. A agricultura 4.0 ajuda a superar esses desafios propondo o aumento da produtividade, aproveitando as terras existentes, otimização das operações agrícolas, maximização da utilização de recursos naturais e entre outros. (Silva, Cavichioli, 2020, p. 625)

A análise de Lima et. al. (2021, p. 7) ressalta a importância da gestão eficiente dos recursos naturais. O monitoramento constante proporcionado pela IoT permite uma utilização otimizada da água, promovendo práticas sustentáveis em regiões propensas à escassez hídrica.

Queiroz et. al. (2021, p. 3) exploram o papel fundamental dessa evolução na redução do desperdício. Sensores e análise de dados possibilitam a identificação de áreas com menor produtividade, permitindo ajustes precisos e evitando a aplicação excessiva de insumos.

Dessa forma, a Agricultura 4.0 vem como uma alternativa para maximizar os resultados de qualidade e quantidade dos produtos, promovendo ainda melhora nas condições de trabalho, e diminuição de custos operacionais e redução dos desperdícios na lavoura. (Brusadin, Alves e Cavichioli, 2023, p. 527).

Lima et. al. (2021, p. 6) evidenciam como a conectividade promovida pela IoT contribui para práticas mais sustentáveis. O monitoramento em tempo real possibilita a identificação precoce de problemas, reduzindo a necessidade de intervenções drásticas e minimizando os impactos ambientais.

Massruhá, Leite (2017, p. 31) ressaltam que a sustentabilidade não se restringe apenas às práticas agrícolas, mas envolve a gestão de resíduos e a busca por alternativas sustentáveis na cadeia de suprimentos.

França et. al. (2023, p. 623), enfatizam que não apenas promove práticas sustentáveis no presente, mas também orienta a pesquisa e inovação para o desenvolvimento de tecnologias mais responsáveis no futuro.

A agricultura, assim como outras áreas vem evoluindo ano após ano, e aperfeiçoando os resultados para os produtores, e clientes (agroindústrias, consumidores nacionais e internacionais) tanto em quantidade, como em qualidade, por meio do uso eficiente de insumos, mão de obra, máquinas e equipamentos aplicados na agricultura. (Brusadin, Alves e Cavichioli, 2023, p. 527).

2.5 DESAFIOS E PERSPECTIVAS FUTURAS

A implementação desse novo jeito de realizar agricultura no Brasil e no mundo não é isenta de desafios substanciais. Os custos iniciais associados à adoção de tecnologias avançadas, conforme destacado por França et. al. (2023, p. 62), representam uma barreira significativa para muitos produtores. O investimento em sensores, drones e sistemas de automação pode não ser acessível, especialmente

para agricultores de pequena escala.

Os desafios se estendem à questão do acesso à tecnologia, conforme discutido por Villafuerte et. al. (2018, p. 150) a falta de infraestrutura em áreas rurais, como conectividade de internet de alta velocidade, pode limitar a implementação efetiva e isso destaca a necessidade de investimentos em infraestrutura digital para democratizar o acesso às inovações tecnológicas no campo.

Santos, Esperidião e Amarante (2019, p. 3) enfatiza outra questão importantíssima, a preocupação com a segurança de dados. Com a crescente quantidade de informações coletadas por sensores e dispositivos conectados, há uma necessidade urgente de protocolos de segurança robustos para proteger dados sensíveis e garantir a integridade das operações agrícolas.

A transição para a Agricultura 4.0 exige uma força de trabalho qualificada, capaz de operar e manter as tecnologias avançadas. A falta de treinamento adequado pode ser um entrave significativo para a plena adoção das práticas agrícolas digitais (Lima, Costa 2017, p. 78).

A resistência cultural também é um desafio a ser enfrentado nas mudanças de paradigma, passando de métodos tradicionais para práticas altamente tecnológicas. A conscientização e programas de incentivo são cruciais para superar essa resistência de acordo com França et. al. (2023, p. 62).

A falta de padronização pode levar à incompatibilidade entre os sistemas utilizados pelos agricultores, dificultando a integração eficaz das tecnologias e a obtenção de dados significativos. (Queiroz et. al., 2021, p. 3).

Silva Júnior, et. al. (2021, p. 5) ressaltam a importância de políticas públicas. O estabelecimento de regulamentações claras e políticas de incentivo pode facilitar a adoção generalizada desse “novo manejo”, criando um ambiente favorável para os produtores.

Brusadin, Alves e Cavichioli, (2023, p. 527) destaca um ponto super importante, e parcerias público-privadas. Colaborações estratégicas podem acelerar a inovação e facilitar o acesso à tecnologia, superando obstáculos financeiros e promovendo uma transição mais rápida.

É essencial para superar desafios únicos. O investimento em pesquisa e desenvolvimento adaptados à realidade agrícola do Brasil pode ser uma chave para o sucesso da Agricultura 4.0 de acordo com Massruhá, Leite (2017, p. 31).

Como vimos, a Agricultura 4.0 é um termo criado para designar a nova revolução na agricultura, onde são aplicadas as mais novas

tecnologias no sentido de promover o aumento da produção de alimentos, reduzir custos e racionalizar a utilização de recursos naturais. Essas novas tecnologias vêm no sentido de se posicionarem como solução aos principais problemas surgidos na agricultura envolvendo falta de terras para plantio, solo em condições inadequadas, crescimento populacional, aquecimento global, poluição e desperdício de alimentos. (Ribeiro, Marinho e Espinosa, 2018, p. 6)

De acordo com Ribeiro, Marinho e Espinosa, (2018) outro ponto importante é a agroindustrialização da produção dos agricultores familiares é uma importante alternativa para tornar as famílias independentes dos complexos agroindustriais. Nesse tipo de empreendimento, os agricultores são os protagonistas do processo, passando a atuar em toda a cadeia produtiva. Além disso, promovem a descentralização e a diversificação da produção e o desenvolvimento local, fortalecendo os valores culturais, a sustentabilidade e a oferta de produtos diferenciados e de qualidade. A Agroindústria Familiar tem enfrentado desafios em relação à legalidade para poder acessar os mercados. Porém, o Governo Federal apoia a implementação de ações para capacitar o agricultor familiar, inseri-lo e mantê-lo de forma competitiva no mercado e nesse sentido, a inserção na agricultura 4.0 também é mais tranquila já que os gastos com tecnologia são baixos e resultados altos.

3 METODOLOGIA

A metodologia utilizada para atingir os objetivos propostos neste estudo foi composta por diversas etapas. Inicialmente, foi realizada uma revisão bibliográfica ampla e sistemática para compreender as origens históricas da Agricultura 4.0, as tecnologias disruptivas envolvidas e suas aplicações na gestão agrícola, bem como a interação entre Agricultura 4.0 e sustentabilidade. Foram consultados livros, artigos científicos, relatórios técnicos e documentos oficiais relacionados ao tema no Google Acadêmico publicados no máximo em 2014. Foram coletados dados relevantes sobre a implementação da Agricultura 4.0 no Brasil, incluindo informações sobre os desafios enfrentados, perspectivas futuras e a inserção das diversas classes de produtores na agricultura digital.

Os dados coletados e analisados qualitativamente, foram pesquisados minuciosamente e selecionados os 12 mais relevantes com a proposta. Foram identificados padrões, tendências e pontos de convergência para responder às

questões de pesquisa levantadas. Abordando os principais aspectos da Agricultura 4.0 no contexto brasileiro, incluindo as origens históricas, o papel das tecnologias disruptivas, a interação com a sustentabilidade, os desafios enfrentados na implementação, as perspectivas futuras e a inclusão de diferentes classes de produtores.

Por fim, foram apresentadas discussões e conclusões a partir dos resultados obtidos, destacando as principais contribuições do estudo, suas implicações para o setor agropecuário e possíveis recomendações para promover a Agricultura 4.0 de forma eficiente e inclusiva no contexto brasileiro. A metodologia proposta visa abordar de forma abrangente e detalhada os objetivos estabelecidos, contribuindo para uma compreensão mais aprofundada da Agricultura 4.0 e suas implicações no setor agropecuário.

Segue relatório detalhado:

2.040 resultados: "Agricultura 4.0".

322 resultados: "Agricultura 4.0" BIG DATA E ANÁLISE DE DADOS NA GESTÃO AGRÍCOLA.

303 resultados: "Agricultura 4.0" SUSTENTABILIDADE E AGRICULTURA 4.0: PROMOVEDO PRÁTICAS RESPONSÁVEIS NO CAMPO.

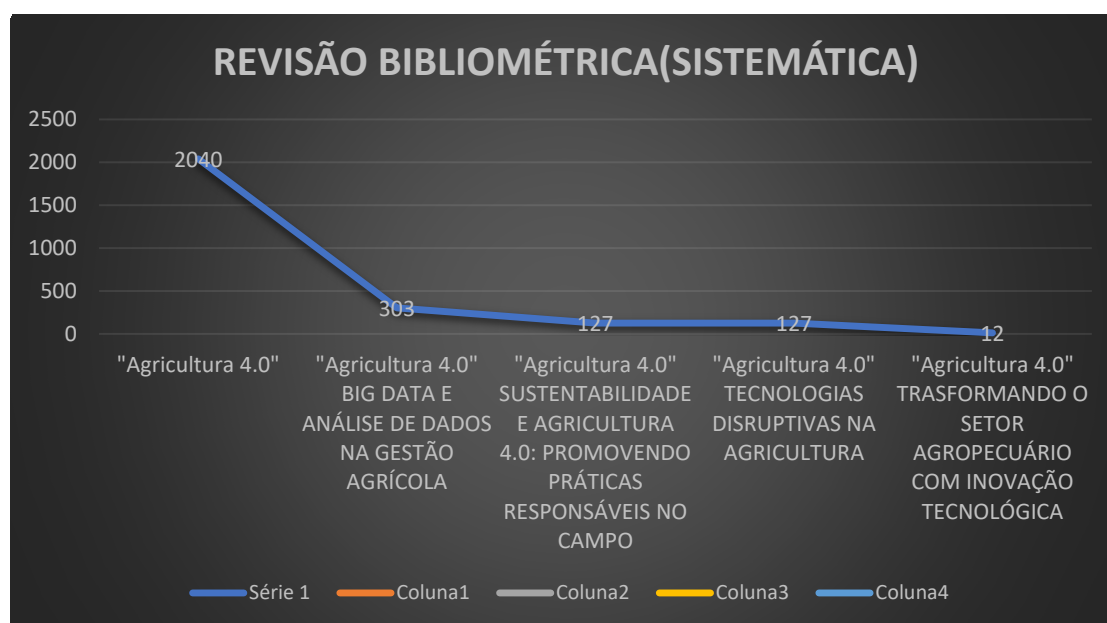
127 resultados: "Agricultura 4.0" TECNOLOGIAS DISRUPTIVAS NA AGRICULTURA.

12 resultados finais: "Agricultura 4.0" TRANSFORMANDO O SETOR AGROPECUÁRIO COM INOVAÇÃO TECNOLÓGICA.

MÉTRICA	PESQUISA
2.040 resultados	"Agricultura 4.0"
322 resultados	"Agricultura 4.0" BIG DATA E ANÁLISE DE DADOS NA GESTÃO AGRÍCOLA
303 resultados	"Agricultura 4.0" SUSTENTABILIDADE E AGRICULTURA 4.0: PROMOVEDO PRÁTICAS RESPONSÁVEIS NO CAMPO

127 resultados	"Agricultura 4.0" TECNOLOGIAS DISRUPTIVAS NA AGRICULTURA
12 resultados finais	"Agricultura 4.0" TRANSFORMANDO O SETOR AGROPECUÁRIO COM INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

Gráfico 0: revisão bibliométrica



4 RESULTADOS

Podemos concluir que a utilização da agricultura 4.0 traz benefícios visíveis para os produtores:

Segundo dados do primeiro trimestre de 2017 da CEMA – Comitê Europeu de Maquinário Agrícola– fazendas na Alemanha que já estão utilizando de tecnologia digital avançada mostraram os seguintes resultados: • 10% de aumento de produtividade por hectare; • 18% de redução no uso de defensivos agrícolas; • 20% de redução de custos com diesel (Esperdião, Santos e Amarante. 2019, p. 130).

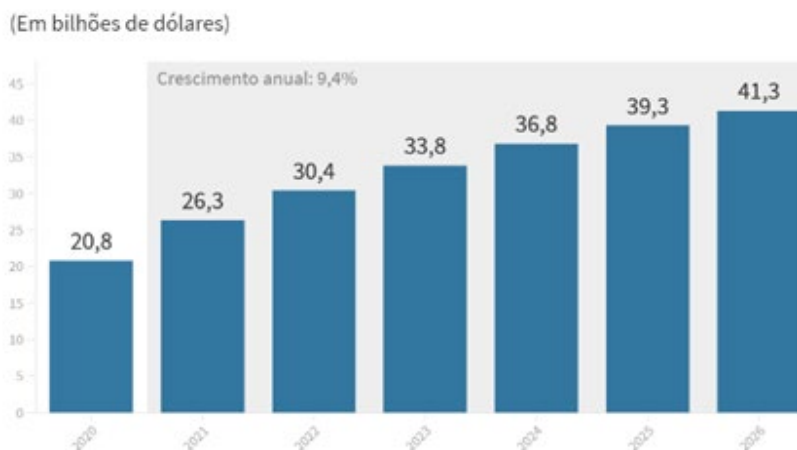
Figura 1: Fluxo de inovação tecnológico.



Fonte: Grupo de Pesquisas Tecnologia de Acesso a Dados (GPTAD) apud Esperdião, Santos e Amarante, 2019.

Todo esse crescimento da agricultura 4.0 se deve ao aumento do uso das tecnologias disruptivas como mostrado no gráfico 1, o crescimento de uma delas:

Gráfico 1: Crescimento anual do mercado global de drones



Fonte: Ribeiro (2021) apud Barbizan, Cavichioli 2022.

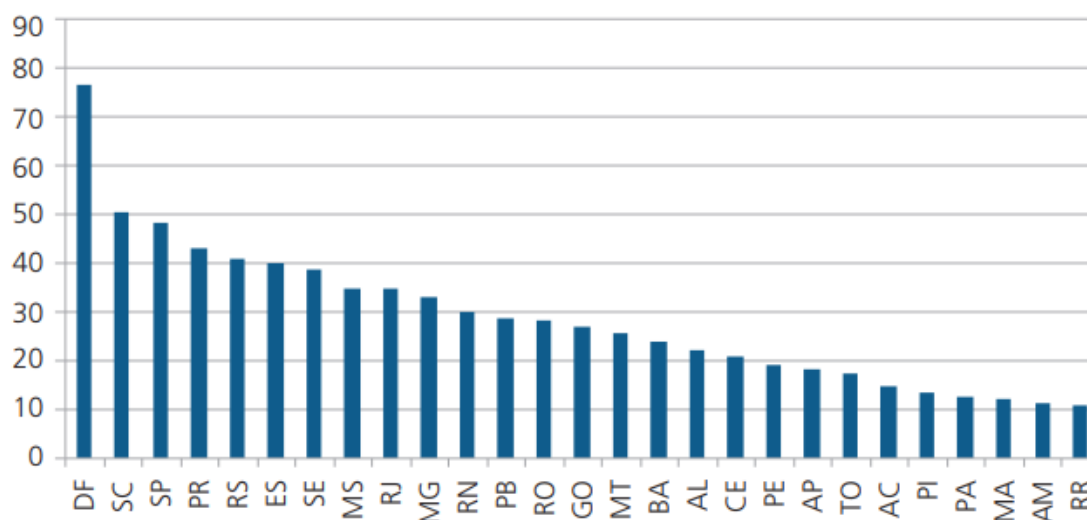
De acordo com Silva, Cavichioli, (2020 p., 620) a Internet das Coisas (IoT) é a que tem recebido maior investimento para a instalação na agricultura. De acordo com o McKinsey Global Institute, estima que o impacto de IoT na economia global será de 4% a 11% do produto interno bruto do planeta em 2025 (portanto entre 3,9 e 11,1 trilhões de dólares). No Brasil estima-se de 50 a 200 bilhões de dólares e impacto econômico anual em 2025. (Silva, Cavichioli, 2020, P. 620).

A dificuldade para acessar a Internet ainda é um dos limitantes para o

avanço dos aplicativos móveis no meio rural. Entretanto, os indicadores de uso vêm melhorando ao longo dos anos. A pesquisa TIC Domicílios 20157 divulgada pelo Comitê Gestor da Internet no Brasil (CGI.br)⁸, por meio do Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação (Cetic.br), apontou avanço do uso dos telefones celulares para acessar a Internet tanto no meio rural quanto no meio urbano. De acordo com a pesquisa, em 2015, a proporção de indivíduos que possuem telefone celular na região urbana é de 86% e na rural é de 71%. Destes, 90% já acessaram a Internet na região urbana e 85% na região rural (Massruhá, Leite, 2017, p. 30).

O Gráfico 2 demonstra principalmente que precisamos buscar uma maior conectividade para aproveitarmos melhor a tecnologia da Agricultura 4.0, pois estima-se que menos de 10% do território agrícola brasileiro esteja conectado atualmente, o que representa 7 mil quilômetros quadrados cobertos por internet 4G. Essa cobertura, quando não se situa perto das cidades com disponibilidade de sinal, é realizada, em grande parte, por soluções fechadas, usando frequências próprias, ou por meio de rádio. No entanto, o acesso à internet no meio rural no Brasil é realizado principalmente em estabelecimentos de grandes extensões. Quanto a estabelecimentos até 100 hectares (ha), o acesso à internet se dá em 27% dos estabelecimentos; na faixa de 100 ha a 1.000 ha, o percentual de acesso é de 32%; e, na faixa acima de 1.000 ha, o percentual de acesso à internet é de cerca de 49%, segundo os dados do Censo Agropecuário 2017.

Gráfico 2: Propriedades rurais com cobertura de internet, por unidade da Federação, 2017 (%)



Fonte: Censo Agropecuário 2017 apud Milanez et. al. 2020.

Mesmo com essa dificuldade da chegada da conectividade aos campos Brasileiros, principalmente para os pequenos produtores, o Brasil se destaca quanto à sustentabilidade e emerge como um dos principais produtores do futuro.

Em níveis de sustentabilidade o Brasil é um dos principais senão o principal emergente da Agricultura 4.0 apesar das dificuldades com a implementação: O Brasil está investindo em grande escala em recursos para pesquisas e avanço tecnológico, tendo objetivo de aumentar a produção de alimentos. Em especial as commodities que engloba maiores produtores, e neste íterim obteve um grande benefício por conta do uso das tecnologias no campo. Segundo o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) Interface Tecnológica - v. 17 n. 2 (2020) 620 (2017), com dados de 2017, a produtividade do milho em 2006 era em torno de 3.572 kg/há. Em 2017 atingiu 5.582 kg/há com um aumento de 56% na produção. Já o arroz alcançou um salto de 60%, sendo de 6.441 kg/ha para 4.010 kg/há. O feijão teve um acréscimo de 46%, e o algodão, 30% (Silva, Cavichioli, 2020, P. 620.)

Em suma, as tecnologias disruptivas, como IoT, sensores, drones e inteligência artificial, nas diferentes fases do ciclo agrícola, otimizam a eficiência operacional, o uso dessas tecnologias proporciona aos produtores rurais ampla vantagem competitiva, sendo fator fundamental de aumento de produção e controle produtivo. Além disso, promove eficiência econômica levando a redução dos custos de produção e otimização na gestão dos recursos. Desde a compra de insumos, produção, distribuição e por último comercialização, essas tecnologias permitem maior efetividade da cadeia produtiva. Os níveis de qualidade aumentam significativamente e sua consequente durabilidade.

Big Data, por sua vez, permite a análise de dados na gestão agrícola moderna. A coleta e interpretação massiva de informações impactam as práticas preditivas e prescritivas, dessa forma há um grande acúmulo de informações para servir de base para tomada de decisões, podendo ser formativas, somativas e incrementais, além da análise dos dados em si, através do Big Data é possível fazer o manejo das informações adquiridas pelas tecnologias disruptivas, esta disponibilizada em banco de dados para uma futura utilização e suporte para demais atividades. Constitui-se também em uma importante ferramenta de controle e avaliação, sendo que todas as informações ficam armazenadas, possibilitando comparar os resultados atuais com os iniciais, assim como projetar cenários futuros, aprovando ajustes e redesenho.

Toda essa integração entre as tecnologias promove ao produtor rural desenvolvimentos de técnicas personalizadas que podem ser inseridas durante o

ciclo produtivo da cultura, em analogia com a agricultura tradicional, percebe-se através dessas variáveis, o desempenho consideravelmente superior.

Em análise dos vetores eficiência x eficácia x efetividade, percebe-se, de forma clara, as vantagens específicas que agricultura 4.0 provoca que são: otimização do uso de recursos, redução de desperdícios, automatização e prescrição de insumos, redução de desperdícios, análise das condições específicas do solo e das plantas, identificação precoce de pragas, doenças ou deficiências nutricionais, previsão de padrões climáticos e na otimização do plantio, robótica, veículos autônomos e sistemas integrados.

Portanto, é evidente que a agricultura 4.0 impulsiona uma maior performance em relação a agricultura tradicional, tanto em aspectos quantitativos como qualitativos. As variáveis, dados e resultados demonstram esse cenário.

Além dos fatores produtivos, a agricultura 4.0 contribui para práticas agrícolas responsáveis e sustentáveis, considerando os aspectos ambientais, sociais e econômicos, permitindo o desenvolvimento sustentável, produzindo externalidades positivas, sendo elas: a gestão eficiente dos recursos naturais, através do monitoramento constante proporcionado pelas tecnologias disruptiva, redução do desperdício, gestão de resíduos e a busca por alternativas sustentáveis na cadeia de suprimentos. Desse modo, por gerar essas externalidades positivas, atrai investimentos da iniciativa pública/privada para fomento do desenvolvimento sustentável, contribuindo ainda mais para eficácia em relação à agricultura tradicional.

Entretanto, existem desafios enfrentados na implementação da Agricultura 4.0 no Brasil, dentre elas: custos, acesso à tecnologia, segurança de dados, treinamento da força de trabalho e resistência cultural. Os custos iniciais associados à adoção de tecnologias avançadas, representam uma barreira significativa para muitos produtores, essas tecnologias precisam ser avaliadas conforme cada produtor específico para que sua implementação seja realizada com melhor custo-benefício, ou seja o custo é sim um desafio, mas não um impedimento para sua implementação, assim como a falta de infraestrutura em áreas rurais, como conectividade de internet de alta velocidade pode limitar a implementação efetiva, porém com estratégias e incentivos é possível sua execução. Com a crescente quantidade de informações coletadas por sensores e dispositivos conectados, há uma necessidade urgente de protocolos de segurança robustos para proteger dados

sensíveis e garantir a integridade das operações agrícolas, desenvolvendo um verdadeiro hedge de segurança, geralmente alinhados aos grandes produtores, haja vista que os pequenos produtores não manejam tantas informações.

Agricultura 4.0 necessita de trabalho qualificado, capaz de operar e manter as tecnologias avançadas. A falta de treinamento adequado pode ser um problema significativo para a plena adoção das práticas agrícolas digitais, portanto é essencial que além da correta implementação das tecnologias seja realizado treinamento integral dos trabalhadores, através da gestão de pessoas, liderança e motivação.

Além disso, a resistência cultural também é um desafio, passando de métodos tradicionais para práticas tecnológicas. A conscientização e programas de incentivo são cruciais para superar essa resistência. Em especial, para a agricultura familiar, constitui um ponto de importante relevância, pois necessita de uma mudança da cultura e clima organizacional.

A falta de padronização pode levar à incompatibilidade entre os sistemas utilizados pelos agricultores, dificultando a integração eficaz das tecnologias e a obtenção de dados significativos, assim é necessário utilizar da normalização de dados e variáveis e uniformização da linguagem.

A Agricultura 4.0 permite perspectivas futuras, considerando a integração entre tecnologias, a necessidade de políticas públicas eficientes, parcerias público-privadas e investimentos em pesquisa e desenvolvimento adaptados à realidade agrícola brasileira. Define-se política pública como o programa de ação governamental que resulta de um processo ou conjunto de processos juridicamente regulados e que deve visar a realização de objetivos sociais relevantes, expressando a seleção de prioridades, a reserva de meios necessários à sua consecução e o intervalo de tempo para o atingimento dos resultados. Desse modo nota-se que a agricultura 4.0 é um importante setor de investimento futuro, basta ver sua importância relativa ao ciclo produtivo brasileiro.

Inicialmente essas tecnologias vêm no sentido de se posicionarem como solução aos principais problemas surgidos na agricultura envolvendo falta de terras para plantio, solo em condições inadequadas, crescimento populacional, aquecimento global, poluição e desperdício de alimentos, pois assim, através das variáveis e indicadores é possível criar cenários futuros, e assim desenvolver um verdadeiro planejamento estratégico para construção de metas e objetivos, o planejamento estratégico é o grande responsável por estabelecer a direção a ser

seguida, ou seja, é ele que define como a aplicará as estratégias para atingir os seus objetivos. É o planejamento estratégico que possibilita um maior grau de interação com o ambiente.

Não menos importante, é necessário desenvolver parcerias público-privadas e colaborações estratégicas para acelerar a inovação e facilitar o acesso à tecnologia, superando obstáculos financeiros. Como esse ambiente é amplamente mutável é imprescindível o investimento em pesquisa e desenvolvimento adaptados à realidade agrícola do Brasil.

Agricultura 4.0 realiza a inserção das diversas classes de produtores, em especial os agricultores familiares, permitindo sua inclusão e afastando sua desigualdade em relação aos produtores mais capitalizados. A adesão da agricultura 4.0 pelos agricultores familiares é um importante mecanismo para sua agroindustrialização, tornando assim independentes de complexos agroindustriais.

É notável que existe um vale entre produtores familiares e grandes produtores, porém o papel dessas tecnologias é promover mais competitividade a aqueles, mesmo que o acesso e custos a essas tecnologias podem aparentar uma barreira para produtores familiares, de acordo com os resultados a inserção na agricultura 4.0 prevalece mais vantagens do que desafios, levando em consideração que seus custos de implementação não são tão altos, pois não necessita de tecnologia avançada como os grandes produtores.

Além disso, existe apoio do Governo Federal para implementação de ações para capacitar o agricultor familiar, inseri-lo e mantê-lo de forma competitiva no mercado. Indo além, de fato os grandes produtores representam maior parcela da agricultura 4.0, por desenvolver atividades mais complexas, porém é importante destacar que a adesão dos produtores familiares à agricultura 4.0 constitui-se principal mecanismo de redução de desigualdade entre eles.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao percorrer as variações da Agricultura 4.0, torna-se evidente que essa revolução tecnológica não apenas transforma, mas redefine os horizontes do setor agropecuário. O presente trabalho buscou traçar uma visão abrangente, desde as raízes históricas até as tecnologias disruptivas que moldam a agricultura contemporânea. Diante de todo o conteúdo apresentado algumas conclusões são

necessárias.

A Agricultura 4.0, fundamentada em tecnologias como IoT, Big Data, sensores e inteligência artificial, impulsiona a eficiência operacional e a sustentabilidade. A integração de máquinas inteligentes, conectividade em tempo real e a análise de dados em larga escala capacitam os agricultores a adotar práticas mais precisas e conscientes do meio ambiente.

Entretanto, o caminho rumo à plena implementação da Agricultura 4.0 no Brasil está pontuado por desafios significativos. Os custos iniciais, a resistência cultural, a falta de padronização e a necessidade de infraestrutura digital são obstáculos que demandam abordagens estratégicas e investimentos robustos.

A sustentabilidade, aspecto crucial da Agricultura 4.0, emerge como um ponto crucial. A personalização de práticas agrícolas, impulsionada pelo uso preciso de insumos e pela análise de dados, contribui não apenas para a eficiência econômica, mas também para a gestão responsável dos recursos naturais.

No cenário futuro, é imprescindível abordar os desafios com soluções inovadoras. Investir em pesquisa e desenvolvimento adaptados à realidade agrícola brasileira, promover parcerias público-privadas e estabelecer políticas claras são passos essenciais para superar barreiras e acelerar a adoção generalizada da Agricultura 4.0.

Em última observação, a Agricultura 4.0 representa uma oportunidade única para elevar a produtividade, reduzir impactos ambientais e fortalecer a competitividade do setor agropecuário. No entanto, seu sucesso depende não apenas da tecnologia, mas da capacidade de enfrentar e superar os desafios internos à sua implementação. Ao abraçar essa revolução com visão estratégica e colaboração, o Brasil pode não apenas adaptar-se, mas liderar a transformação global na agricultura do século XXI.

REFERÊNCIAS

BARBIZAN, R. Z.; CAVICHIOLI, F. A. Uso de drones na pulverização da agricultura 4.0. **Revista Interface Tecnológica**, v. 19, n. 2, p. 584-596, 2022. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/367534388_USO_DE_DRONES_NA_PULVERIZACAO_DA_AGRICULTURA_40. Acesso em: 12 jan. 2024.

BRUSADIN, I. E.; ALVES, M. R.; CAVICHIOLI, F. A. O Uso Da Agricultura 4.0. **Revista Interface Tecnológica**, v. 20, n. 1, p. 518-529, 2023. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/1653>. Acesso em: 12 jan. 2024.

SILVA JÚNIOR, A. H.; RODRIGUES, E. F.; SIMÃO, L.; LOURENÇO, L. A.; DE OLIVEIRA, C. R. S. Agricultura 4.0: uma visão geral das inovações tecnológicas no aumento da produtividade agrícola. In: **Congresso Internacional da Agroindústria**. 2021. Disponível em: <https://ciagro.institutoidv.org/ciagro2021/uploads/739.pdf>. 14 jan. 2024.

SANTOS, T. C.; ESPERIDIÃO, T. L.; AMARANTE, M. DOS S. Agricultura 4.0: Software De Gerenciamento De Produção. **Revista Pesquisa e Ação**, v. 5, n. 4, p. 122-131, 5 dez. 2019. Disponível em: <https://revistas.brazcubas.edu.br/index.php/pesquisa/article/view/768>. Acesso em: 13 jan. 2024.

FRANÇA, Renata de Souza; CORREA, Fábio; MARIA, Thaís Campos; RIBEIRO, Jurema Suely de Araújo Nery; FERREIRA, Eric de Paula. Transformação agrícola digital: o entrelaçamento da agricultura e transformação digital para o futuro inovador do setor agrícola. **Exacta**, [S. l.], v. 21, n. 3, p. 603–628, 2023. Disponível em: <https://periodicos.uninove.br/exacta/article/view/18745>. Acesso em: 15 jan. 2024.

LIMA, G. C.; FIGUEIREDO, F. L.; BARBIERI, A. E.; SEKI, J. Agro 4.0: Habilitando a transformação digital da agricultura por meio da IoT. **Revista Ciência Agronômica**, v. 51, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rca/a/DVtW6Gqn88LZ7KSrMG8TnJh/#>. Acesso em: 14 jan. 2024.

MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, MA de A. Agro 4.0-rumo à agricultura digital. **JC na Escola Ciência, Tecnologia e Sociedade: mobilizar o conhecimento para alimentar o Brasil**, v. 2, p. 28-35, 2017. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1073150>. Acesso em: 11 jan. 2024.

MILANEZ A. Y.; MANCUSO R. V.; MAIA G. B. S.; GUIMARÃES D. D.; ALVES C. E. A.; MADEIRA R. F. **Conectividade Rural: Situação Atual E Alternativas Para Superação Da Principal Barreira À Agricultura 4.0 No Brasil**. 2020. Disponível em:

https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/20180/1/PR_Conectividade%20rural_BD.pdf. Acesso em: 01 mar. 2024.

RIBEIRO, J. G.; MARINHO, D. Y.; ESPINOSA, J. M. Agricultura 4.0: desafios à produção de alimentos e inovações tecnológicas. In: **Simpósio de Engenharia De Produção**. 2018. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/1012/o/AGRICULTURA_4.0_DESAFIOS_%C3%80_PRODU%C3%87%C3%83O_DE_ALIMENTOS_E_INOVA%C3%87%C3%95ES_TECNOL%C3%93GICAS.pdf. Acesso em: 12 jan. 2024.

SILVA, J. M. P.; CAVICHIOLI, F. A. O Uso Da Agricultura 4.0 Como Perspectiva Do Aumento Da Produtividade No Campo. **Revista Interface Tecnológica**, [S. l.], v. 17, n. 2, p. 616–629, 2020. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/1068>. Acesso em: 14 jan. 2024.

QUEIROZ, D. M.; COELHO, A. L. F.; VALENTE, D. S. M.; SCHUELLER, K. Sensores aplicados à Agricultura Digital: Uma revisão. **Revista Ciência Agronômica**, v. 51, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rca/a/wpRcKwcN4kmzQXYC8fNLJWv/abstract/?lang=p>. Acesso em 13 jan. 2024

VILLAFUERTE, A.; VALADARES, F. G.; CAMPOLINA, G. F.; SILVA, M. G. P. Agricultura 4.0: estudo de inovação disruptiva no agronegócio brasileiro. In: **Simpósio Internacional de Inovação Tecnológica**. 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/335937764_AGRICULTURA_40_-_ESTUDO_DE_INOVACAO_DISRUPTIVA_NO_AGRONEGOCIO_BRASILEIRO. Acesso em: 14 jan. 2024.