

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CAMPUS CHAPADÃO DO SUL
CURSO DE ADMINISTRAÇÃO**

**O IMPACTO DA INTERNET DAS COISAS (IOT) NA GESTÃO DA PRODUÇÃO
AGRÍCOLA**

JOÃO PEDRO RODRIGUES

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CAMPUS CHAPADÃO DO SUL
CURSO DE ADMINISTRAÇÃO**

**O IMPACTO DA INTERNET DAS COISAS (IOT) NA GESTÃO DA
PRODUÇÃO AGRÍCOLA**

JOÃO PEDRO RODRIGUES

Artigo Científico apresentado como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Administração, pelo Curso de Graduação em Administração da UFMS.

Orientadora: Prof. Dra. Susan Yuko Higashi

CHAPADÃO DO SUL - MS
2023

Agradecimentos

Primeiramente, gostaria de expressar minha gratidão a Deus por me conceder a oportunidade de concluir este trabalho e a força para superar os desafios ao longo do caminho.

Gostaria também de agradecer aos meus familiares e amigos pelo constante apoio, incentivo e compreensão durante todo o período de estudos. Agradeço especialmente aos meus pais e a minha avó, que sempre estiveram ao meu lado, me motivando a nunca desistir.

Agradeço a minha orientadora, Prof. Dra. Susan Yuko Higashi, por sua orientação, dedicação e por compartilhar seus conhecimentos e experiências, que foram fundamentais para o sucesso deste trabalho.

À instituição de ensino, UFMS, pelos recursos disponibilizados e pela formação de profissionais capacitados e éticos.

Por fim, agradeço a todos os professores do corpo docente pelo aprendizado proporcionado durante todo o curso e pela dedicação à formação de profissionais competentes.

Mais uma vez, meu sincero agradecimento a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

O IMPACTO DA INTERNET DAS COISAS (IOT) NA GESTÃO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA

RESUMO - A Internet das Coisas (IoT) é uma tecnologia que vem sendo cada vez mais utilizada na gestão da produção agrícola, permitindo o monitoramento e controle de diversos fatores que afetam a produtividade e qualidade dos produtos agrícolas. Este artigo acadêmico tem como objetivo verificar o impacto da *Internet* das Coisas (IoT) na gestão da produção agrícola. O processo de gestão da produção agrícola é complexo e envolve diversos fatores, como clima, solo, fertilizantes e pragas. A IoT permite o monitoramento desses fatores em tempo real e faz ajustes precisos, aumentando a eficiência da produção e reduzindo custos. Além disso, a IoT permite a integração de dados e informações de diversas fontes, facilitando a tomada de decisão e melhorando a eficácia da gestão agrícola. A tecnologia pode ser utilizada em diferentes etapas do processo produtivo, desde o plantio até a colheita e armazenamento. Os resultados mostram que a IoT tem um impacto positivo na gestão da produção agrícola, permitindo a adoção de práticas mais sustentáveis e responsáveis, reduzindo o desperdício de recursos e protegendo o meio ambiente. Além disso, a tecnologia permite uma gestão mais eficiente e econômica, com a redução de custos de produção e aumento da produtividade. No entanto, é necessário considerar os desafios na implementação da IoT na gestão da produção agrícola, como a falta de infraestrutura de comunicação em algumas áreas rurais, a complexidade do gerenciamento de grandes quantidades de dados e a necessidade de treinamento adequado dos usuários da tecnologia. Em suma, a IoT tem um potencial significativo para transformar a gestão da produção agrícola, melhorando a eficiência, sustentabilidade e rentabilidade do setor.

Palavras-chave: Internet das Coisas, gestão da produção agrícola, monitoramento em tempo real, eficiência, sustentabilidade.

THE IMPACT OF THE INTERNET OF THINGS (IOT) ON AGRICULTURAL PRODUCTION MANAGEMENT

ABSTRACT - The Internet of Things (IoT) is a technology that is increasingly being used in agricultural production management, allowing for the monitoring and control of various factors that affect the productivity and quality of agricultural products. This academic article aims to verify the impact of Internet of Things (IoT) on agricultural production management. The process of agricultural production management is complex and involves various factors such as weather, soil, fertilizers, and pests. IoT enables the real-time monitoring of these factors and makes precise adjustments, increasing production efficiency and reducing costs. In addition, IoT enables the integration of data and information from various sources, facilitating decision-making and improving the effectiveness of agricultural management. The technology can be used at different stages of the production process, from planting to harvesting and storage. The results show that IoT has a positive impact on agricultural production management, allowing for the adoption of more sustainable and responsible practices, reducing waste of resources, and protecting the environment. Furthermore, the technology allows for more efficient and cost-effective management, with a reduction in production costs and an increase in productivity. However, it is necessary to consider the challenges in implementing IoT in agricultural production management, such as the lack of communication infrastructure in some rural areas, the complexity of managing large amounts of data, and the need for adequate training of technology users. In summary, IoT has significant potential to transform agricultural production management, improving the efficiency, sustainability, and profitability of the sector.

Keywords: Internet of Things, agricultural production management, real-time monitoring, efficiency, sustainability.

1. INTRODUÇÃO

A agricultura é uma das atividades mais antigas da humanidade e tem desempenhado um papel vital na alimentação da população mundial. Com o aumento da população e a demanda por alimentos, a produção agrícola enfrenta muitos desafios, incluindo a escassez de recursos naturais, o aumento da pressão ambiental, as mudanças climáticas e a necessidade de aumento da produtividade. Para enfrentar esses desafios, os agricultores precisam adotar novas tecnologias e métodos de gestão que lhes permitam otimizar seus recursos e produzir mais alimentos de forma sustentável (KHANNA, 2019).

Nesse contexto, a *Internet das Coisas* (IoT) surge como uma das tecnologias mais promissoras para a gestão da produção agrícola. A IoT refere-se à conexão de dispositivos, sensores e máquinas através da *internet* para coletar e compartilhar informações em tempo real, permitindo que os agricultores gerenciem seus recursos de forma mais eficiente e tomem decisões mais informadas. Na produção agrícola, a IoT pode ajudar a monitorar as condições do solo, temperatura, umidade e outros fatores ambientais, bem como a gerenciar equipamentos e sistemas de irrigação. Esse uso da tecnologia pode aumentar a eficiência da produção, reduzir custos e aumentar a produtividade, ao mesmo tempo em que ajuda a mitigar os impactos ambientais da agricultura (FERNANDES, 2019).

A IoT possui diversas aplicações na produção agrícola, incluindo a monitorização de culturas, o controle de pragas e doenças, a gestão de água e a automação de tarefas agrícolas (KRUGLIANSKAS, 2021).

Fora os benefícios para a produção agrícola, a IoT também pode ajudar a mitigar os impactos ambientais da agricultura. Ao monitorar as condições ambientais e a gestão de recursos, os agricultores podem reduzir o uso de produtos químicos, diminuir o consumo de água e evitar a erosão do solo. Além disso, a IoT também pode ser usada para monitorar a qualidade do ar e da água, garantindo que as atividades agrícolas não afetem negativamente o meio ambiente (SCHWAB, 2016).

Apesar dos diversos benefícios que o uso da IoT constitui para a produção agrícola, sua adoção ainda enfrenta alguns desafios. Um dos principais é o alto custo de implementação da tecnologia, que pode ser um obstáculo aos pequenos produtores e agricultores familiares. Além disso, a complexidade da tecnologia e a necessidade de treinamento dos agricultores para a sua utilização também são desafios a serem enfrentados (KRUGLIANSKAS, 2021).

Diante da crescente demanda global por alimentos e da necessidade de uma produção agrícola mais eficiente e sustentável, a IoT surge como uma tecnologia promissora para a gestão da produção agrícola (FERNANDES, 2019).

Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo verificar o impacto da *Internet das Coisas* (IoT) na gestão da produção agrícola. Para isso, um estudo de caso acerca da empresa Cerradinho Bioenergia é realizado. Os principais temas abordados neste trabalho se referem aos benefícios da adoção da tecnologia, como a melhoria da produtividade, redução dos custos operacionais e mitigação dos impactos ambientais. Também são discutidos os desafios enfrentados na implementação da tecnologia, como o alto custo e a complexidade da tecnologia.

Para tanto, estudos e artigos científicos sobre o assunto foram revisados, bem como casos de sucesso na utilização da IoT na produção agrícola. A metodologia utilizada foi a pesquisa bibliográfica, com análise de artigos científicos e livros que abordem o tema.

Entende-se que este trabalho contribui para o avanço do conhecimento acerca da aplicação da IoT na produção agrícola, bem como para a conscientização sobre a importância da adoção de tecnologias inovadoras para uma produção mais eficiente e sustentável.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Este tópico do trabalho referente à revisão da literatura consiste na busca, seleção e análise de artigos, livros e outras fontes relevantes para o tema da pesquisa, com o intuito de identificar lacunas no conhecimento e embasar a fundamentação teórica desse trabalho acadêmico. Para tanto, os temas abordados são: agronegócio, agronegócio no Brasil, 4ª revolução industrial e o agronegócio 4.0.

2.1 Agronegócio

O agronegócio é uma atividade econômica que envolve todo o complexo produtivo relacionado à agricultura e à pecuária, incluindo a produção de insumos, o processamento e a distribuição dos produtos agrícolas. Em nível global, o agronegócio é um setor estratégico que exerce grande influência na economia dos países e na segurança alimentar das populações (FAO, 2017).

O agronegócio é responsável pela produção de uma grande variedade de produtos, desde alimentos básicos como arroz, milho e feijão até produtos de alto valor agregado como vinhos, queijos artesanais, chocolates e até mesmo cosméticos naturais. Além disso, o setor também é

responsável pela produção de insumos utilizados na agricultura, como fertilizantes, defensivos agrícolas e sementes (SILVA, 2019).

Dada a ampla gama de mercadorias produzidas, o agronegócio é uma atividade que está em constante evolução tecnológica. O setor tem investido em tecnologias como a agricultura de precisão, a biotecnologia, a automação e a robótica para aumentar a eficiência e a produtividade da produção agrícola. Essas tecnologias também permitem a produção de alimentos mais saudáveis e sustentáveis, contribuindo para a segurança alimentar das populações (KPMG, 2018).

Entretanto, o agronegócio também enfrenta desafios, como a sustentabilidade ambiental e a segurança alimentar. A produção de alimentos deve ser feita de forma a preservar o meio ambiente e garantir a qualidade dos alimentos produzidos. Além disso, a segurança alimentar é um desafio global, com milhões de pessoas sofrendo com a fome e a desnutrição em todo o mundo (GEHLER *et al.*, 2020).

Diante desses desafios, é importante que o setor do agronegócio esteja em constante evolução, investindo em tecnologias e práticas sustentáveis para garantir a segurança alimentar da população e a preservação do meio ambiente. Além disso, é fundamental que o setor tenha uma visão global e integrada, colaborando para a solução dos desafios enfrentados pela humanidade (PAGLIARINI *et al.*, 2021).

Também possui um importante papel na geração de emprego e renda em todo o mundo. De acordo com a FAO (2017), cerca de 40% da população mundial está envolvida em atividades relacionadas à agricultura, pecuária e pesca. No Brasil, o setor é responsável por cerca de 24,8% do Produto Interno Bruto (CEPEA, 2023) e emprega cerca de 19,3% da população ativa, de acordo com dados da Sociedade Nacional de Agricultura (SNA, 2023). Dada a importância que o agronegócio possui para a economia brasileira, se faz necessário um tópico para tratar desse tema.

2.2 Agronegócio brasileiro

O agronegócio é um setor econômico de extrema importância para o Brasil, que se destaca mundialmente como um dos maiores produtores e exportadores de *commodities* agrícolas (SOUZA *et al.*, 2020). A história do agronegócio no país tem origem no período colonial, quando as atividades agrícolas se concentravam nas lavouras de cana-de-açúcar, algodão e tabaco (SILVA, 2018).

Com a independência do Brasil em 1822, o país se tornou ainda mais voltado para o agronegócio, principalmente por meio da produção de café. A partir da década de 1960, o setor passou a se modernizar, com a adoção de novas tecnologias e o aumento da produtividade (MENEZES e CASSUCE, 2018).

Atualmente, o agronegócio representa uma parcela significativa do Produto Interno Bruto (PIB) do país e é responsável por gerar aproximadamente 18,97 milhões de empregos (PNAD, 2022) movimentando mais de 2,4 trilhões (R\$) no Brasil. Além disso, tem papel fundamental na garantia da segurança alimentar e na preservação do meio ambiente, por meio da adoção de práticas sustentáveis de produção (SOUZA *et al.*, 2020).

O agronegócio é um setor fundamental para a economia brasileira, representando cerca de 24,8% do PIB nacional em 2022 (CEPEA, 2023). Essa importância não é recente, pois desde a época colonial o país teve sua economia baseada na produção agrícola, inicialmente com o cultivo de cana-de-açúcar e posteriormente com a exploração de outras culturas (MARTINS, 2008). Com o passar do tempo, o agronegócio modernizou-se e se tornou cada vez mais tecnológico, contribuindo para o aumento da produtividade e da competitividade do setor (ALVES, 2017).

A partir da década de 1960, o Brasil tornou-se um dos principais produtores de grãos do mundo, com destaque para a soja, o milho e o algodão (BATALHA, 2017). Essa produção em larga escala foi impulsionada pela adoção de novas tecnologias, como a mecanização, a biotecnologia e o uso de defensivos agrícolas (PEREIRA, 2013). O agronegócio também se expandiu para outras áreas, como a produção de carne e leite, que têm grande demanda no mercado interno e externo (CARVALHO, 2018).

Além de sua importância econômica, o agronegócio brasileiro também tem um papel relevante na preservação ambiental, pois a adoção de técnicas sustentáveis pode contribuir para a redução do desmatamento e da poluição (LOPES, 2010). Outro aspecto a ser destacado é a geração de empregos, tanto no campo como nas indústrias que processam os produtos agrícolas (CAVALCANTE, 2015).

Apesar dos avanços tecnológicos e da contribuição do agronegócio para a economia, ainda existem desafios a serem superados, como a questão da distribuição de terras e da concentração de renda no setor (SCHNEIDER, 2016). A falta de infraestrutura em algumas regiões também pode afetar a produção e a logística de transporte dos produtos (FERNANDES, 2014). Porém, é inegável que o agronegócio brasileiro é um setor estratégico para o desenvolvimento do país e sua importância tende a aumentar cada vez mais (SOUZA, 2018).

No entanto, apesar de sua importância, o agronegócio também enfrenta desafios, como o uso excessivo de defensivos agrícolas e a falta de infraestrutura em algumas regiões do país. Por isso, é fundamental que sejam adotadas políticas públicas e práticas sustentáveis para garantir a continuidade do desenvolvimento do setor (MENEZES e CASSUCE, 2018).

2.3 Quarta Revolução Industrial

A Quarta Revolução Industrial (4RI) tem sido amplamente discutida na literatura nos últimos anos por vários autores, que apontam para sua significância na transformação da economia global. De acordo com Schwab (2016), a 4RI é caracterizada por uma fusão de tecnologias que está desintegrando barreiras entre o mundo físico, digital e biológico. As principais tecnologias incluem robótica avançada, inteligência artificial, biotecnologia, impressão 3D e Internet das coisas (IoT).

A 4RI oferece uma série de oportunidades empolgantes para a economia global, como apontado por diversos autores. Segundo um relatório da Accenture (2020), a implementação bem-sucedida de tecnologias 4RI pode gerar uma economia global de US\$14,2 trilhões até 2030. De acordo com Bughin *et al.* (2018), a 4RI também pode levar a melhorias significativas em produtividade, eficiência e qualidade em muitas indústrias.

Além disso, a 4RI está abrindo novos caminhos para a criação de empregos. De acordo com uma pesquisa da *World Economic Forum* (2022), a implementação de tecnologias 4RI criará 97 milhões de novos empregos globalmente até 2025. Isso inclui novas oportunidades em áreas como inteligência artificial, robótica, *blockchain* e nanotecnologia. De acordo com Chen e Dai (2018), a 4RI pode levar a um aumento na demanda por trabalhadores com habilidades em tecnologia da informação, engenharia e matemática.

A IoT também está criando oportunidades para aprimorar serviços públicos, como transporte e energia. Segundo Brynjolfsson e McAfee (2014), a 4RI pode levar a uma melhoria na eficiência energética, redução das emissões de carbono e soluções inovadoras para desafios ambientais.

Embora a adoção da 4RI possa ser desafiadora em alguns aspectos, como a necessidade de treinamento e requalificação de trabalhadores, é importante reconhecer seu grande potencial em transformar positivamente a economia global. A 4RI pode ajudar a resolver muitos dos desafios globais que enfrentamos atualmente, desde a mudança climática até a desigualdade econômica. Segundo Muro *et al.* (2017), a 4RI também pode ajudar a diminuir a lacuna de produtividade entre países e regiões, levando a uma maior igualdade econômica.

A indústria 4.0, também conhecida como a quarta revolução industrial, tem como objetivo aumentar a eficiência e reduzir custos por meio da aplicação de tecnologias digitais, como *Internet das Coisas* (IoT), Inteligência Artificial (IA) e *Big Data*, em diversos setores produtivos, incluindo o agronegócio (AVANZI *et al.*, 2019). Devido a relevância que a indústria 4.0 possui para o agronegócio, o próximo tópico irá tratar especificamente desse assunto.

2.4 Agronegócio 4.0

O termo “Agronegócio 4.0” tem sido utilizado para descrever a implementação de tecnologias da indústria 4.0 no setor agropecuário. Essas tecnologias podem ser aplicadas em diversas áreas do agronegócio, desde a produção até a comercialização, passando pelo processamento e logística (AMARAL *et al.*, 2019).

A 4ª Revolução Industrial, também conhecida como Indústria 4.0, representa um novo período de mudanças tecnológicas que estão transformando a forma como as empresas operam. Ela se caracteriza pela integração de tecnologias avançadas, como inteligência artificial, *internet das coisas* (IoT), *big data*, entre outras, em todos os setores da indústria (SILVA, 2020).

A utilização de drones equipados com sensores e câmeras é um exemplo de tecnologia da indústria 4.0 aplicada ao agronegócio. Esses equipamentos podem ser utilizados para monitorar o desenvolvimento das lavouras, identificar áreas com problemas, mapear o terreno e realizar pulverizações com precisão (SILVA *et al.*, 2020).

Outra tecnologia da indústria 4.0 que tem sido aplicada ao agronegócio é a utilização de sistemas de gestão de dados e análise de *Big Data*. Esses sistemas permitem a coleta e análise de grandes quantidades de dados, o que pode ajudar na tomada de decisão em diversas áreas, desde o planejamento da produção até a definição da estratégia de marketing (GHELLER *et al.*, 2020).

A aplicação de tecnologias da indústria 4.0 no agronegócio também pode trazer benefícios para a gestão da cadeia de suprimentos. A utilização de sensores e rastreadores pode ajudar na monitoração da qualidade dos produtos durante todo o processo, desde a produção até a entrega ao consumidor final (SOUZA e MORAES, 2021).

É importante ressaltar que a implementação das tecnologias da indústria 4.0 no agronegócio deve ser feita de forma estratégica e planejada. Para tanto, é necessário avaliar as necessidades e potencialidades de cada área do setor, além de considerar os custos e benefícios da adoção dessas tecnologias (PAGLIARINI *et al.*, 2021).

A adoção dessas tecnologias no agronegócio pode trazer benefícios para toda a cadeia produtiva, compreendendo desde os produtores até os consumidores. Essas tecnologias podem aumentar a eficiência, reduzir custos e melhorar a qualidade dos produtos, além de contribuir para a sustentabilidade ambiental do setor (KPMG, 2018). O uso de tecnologias avançadas na agricultura, pecuária e pesca, conhecido como Agronegócio 4.0, vem se tornando cada vez mais presente na rotina dos produtores rurais (KURATA *et al.*, 2021).

O Agronegócio 4.0 visa aumentar a eficiência e a produtividade no campo, além de reduzir os custos e minimizar os impactos ambientais. Para isso, utiliza ferramentas como sensores, drones, *softwares* de gestão, máquinas autônomas e sistemas de inteligência artificial (PEREIRA *et al.*, 2019).

Entre as tecnologias mais utilizadas no Agronegócio 4.0, destacam-se a agricultura de precisão, que permite uma gestão mais precisa e eficiente do solo e dos insumos utilizados, e a pecuária de precisão, que utiliza sensores para monitorar a saúde e o comportamento dos animais, além de otimizar o manejo e a alimentação (KRUGLIANSKAS e MOTA, 2021).

Outra tecnologia importante é a *blockchain*, que permite a rastreabilidade dos produtos desde o plantio até o consumidor final, garantindo a transparência e a segurança na cadeia produtiva. Além disso, a tecnologia também pode ser utilizada para gerenciar contratos, pagamentos e financiamentos no setor agropecuário (HADDAD *et al.*, 2020).

A utilização de drones na agricultura e na pecuária também tem se mostrado promissora, permitindo o monitoramento remoto das áreas de cultivo e pastagens, a detecção de pragas e doenças, além da aplicação precisa de defensivos agrícolas e de fertilizantes (GONTIJO *et al.*, 2021).

O uso de sistemas de inteligência artificial também está se tornando cada vez mais comum no Agronegócio 4.0, permitindo a análise de grandes quantidades de dados e a tomada de decisões mais assertivas. Essas tecnologias podem ser utilizadas, por exemplo, na previsão de safras, no monitoramento de clima e na detecção de anomalias na produção (MENDES *et al.*, 2021).

Outra tecnologia muito utilizada no Agronegócio 4.0 é a *Internet das Coisas* (IoT), devido seu foco no aprimoramento do gerenciamento de processos e aumento da produtividade (Jorge *et al.*, 2020), portanto a análise da IoT no agronegócio será apresentada nos resultados deste trabalho.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia de pesquisa deste estudo é baseada em uma pesquisa bibliográfica exploratória, com abordagem qualitativa. A busca bibliográfica foi realizada em bases de dados eletrônicos e bibliotecas digitais, utilizando palavras-chave específicas para delimitar a pesquisa. Foram incluídos trabalhos publicados em português e inglês, que abordassem o tema central da pesquisa, sendo o impacto da IoT na produção agrícola. Para tanto, foram analisados 7 artigos acadêmicos e científicos, apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Artigos analisados no trabalho

Nº	Autor (ano)	Título
1	GUBIANI <i>et al.</i> (2020)	<i>Internet of things in agriculture: A systematic literature review</i>
2	SILVA <i>et al.</i> (2020)	<i>Industry 4.0 technologies in agriculture and the challenges of building resilient agro-industrial ecosystems in Brazil</i>
3	CAIADO <i>et al.</i> (2019)	<i>Internet of Things: concepts, applications and future directions for precision livestock farming. Computers and Electronics in Agriculture</i>
4	LOUREIRO <i>et al.</i> (2019)	<i>Internet of Things applied to traceability in the food supply chain</i>
5	FANG <i>et al.</i> (2020)	<i>IoT-based traceability system for agricultural products: A review</i>
6	GAO <i>et al.</i> (2019)	<i>A smart agriculture IoT system based on sensors and unmanned aerial vehicles</i>
7	CARVALHO <i>et al.</i> (2020)	A aplicação da Internet das Coisas no agronegócio: uma revisão sistemática

Fonte: dados da pesquisa

Os artigos selecionados foram analisados criticamente, considerando a sua relevância para o estudo e a sua qualidade metodológica. Os dados relevantes foram extraídos dos artigos selecionados e organizados em categorias temáticas para análise.

Para a análise dos dados, foi utilizada a técnica de análise de conteúdo, que consiste em uma metodologia sistemática e objetiva para analisar e interpretar os dados (BARDIN, 2016). Por meio das análises nos artigos acadêmicos, livros e publicações relevantes, buscou-se identificar tendências significativas, desafios e oportunidades que emergem da integração da tecnologia IoT nas diversas fases da cadeia de produção agrícola. Essa investigação é fundamental para entender como as inovações tecnológicas estão moldando a agricultura contemporânea e fornecendo soluções concretas para a crescente demanda por alimentos, sustentabilidade e eficiência.

Para demonstrar como uma empresa do agronegócio adota a IoT no seu dia a dia, uma segunda etapa foi realizada neste trabalho, contemplando um estudo de caso acerca da empresa Cerradinho Bioenergia, que possui destaque no setor do agronegócio. Optou-se pelo estudo de caso, pois o fenômeno investigado neste trabalho, aplicação da IoT no agronegócio, é atual e pretende-se compreender como tal fenômeno ocorre no mundo real (YIN, 2015).

Para tanto, fez-se o uso de dados secundários, disponíveis em artigos, portais de notícias, redes sociais da empresa, *websites* e jornais.

4. RESULTADOS

Para uma apresentação mais didática dos resultados, estes foram divididos em três tópicos, sendo o primeiro a síntese dos trabalhos encontrados em relação à aplicação da IoT no agronegócio; o segundo se refere ao histórico da empresa Cerradinho Bioenergia; e por fim no terceiro tópico, as aplicações da IoT na empresa Cerradinho Bioenergia são identificadas.

4.1 IoT no agronegócio

A IoT consiste na interconexão de dispositivos e sensores através da *internet*, permitindo a coleta e análise de dados em tempo real. Essa tecnologia tem o potencial de revolucionar a forma como a produção agrícola é gerida, permitindo uma gestão mais eficiente dos recursos e uma tomada de decisão mais informada (GUBIANI *et al.*, 2020).

A IoT possui diversas aplicações, dentre elas o monitoramento do solo, das condições climáticas, como temperatura, umidade e velocidade do vento, automação de processos agrícolas, rastreabilidade da qualidade da operação, diagnóstico remoto de máquinas dentre outras que contribuem para melhorar a eficiência, produtividade e sustentabilidade do negócio (GUBIANI *et al.*, 2020).

Os sensores IoT podem ser usados para monitorizar as condições do solo, como temperatura, umidade, nutrientes e PH, permitindo que os agricultores ajustem a irrigação, a fertilização e outros processos agrícolas conforme as necessidades específicas de cada ambiente. Os sensores também podem ser usados para monitorizar a qualidade do ar e do solo, ajudando os agricultores a tomar decisões informadas sobre a utilização de produtos químicos e fertilizantes (SILVA *et al.*, 2020).

Além disso, os sensores IoT permitem o monitoramento de variáveis ambientais, como temperatura e umidade, e auxiliam na detecção precoce de problemas de produção, reduzindo custos e aumentando a eficiência (GUBIANI *et al.*, 2020).

A IoT também é utilizada para a automação de processos, como a irrigação e a aplicação de defensivos, o que proporciona economia de água e redução de resíduos químicos (CAIADO *et al.*, 2019). Além disso, a IoT possibilita o controle em tempo real das operações, o que permite aos gestores tomarem decisões mais precisas e rápidas (SILVA *et al.*, 2020).

Outro uso da tecnologia é o monitoramento e a rastreabilidade da produção, o que irá garantir a segurança alimentar do consumidor final (LOUREIRO *et al.*, 2019). Ainda é possível monitorar o processo produtivo desde o plantio até a colheita, registrando informações sobre a origem do produto e as condições de armazenamento e transporte (FANG *et al.*, 2020).

Além disso, a IoT pode ser utilizada para a criação de modelos preditivos baseados em dados coletados pelos sensores, possibilitando a previsão de safras e a identificação de problemas de produção antes mesmo da sua ocorrência (GAO *et al.*, 2019). Esses modelos podem ser utilizados para otimizar a produção e reduzir os custos, aumentando a competitividade no mercado (CARVALHO *et al.*, 2020).

Outro uso da IoT é o controle de pragas e doenças nas culturas. Os sensores de detecção de pragas podem ajudar os agricultores a identificar problemas precocemente, permitindo-lhes tomar medidas de controle mais eficazes e reduzir a quantidade de pesticidas utilizados. Os sensores também podem ser usados para monitorar a temperatura e a umidade das culturas, prevenindo a propagação de doenças fúngicas e bacterianas (CARVALHO *et al.*, 2020).

A gestão de água é outro exemplo de como a IoT pode ser utilizada. Como a irrigação é um processo fundamental na produção agrícola e, muitas vezes, é responsável por uma grande parte do consumo de água na fazenda, sua eficiente gestão é relevante na propriedade. A IoT pode ajudar os agricultores a gerir a irrigação de forma mais eficiente, utilizando sensores para monitorizar as condições do solo e determinar a quantidade de água necessária para cada cultura. Somado a isso, a IoT também pode ser usada para controlar a qualidade de água, ajudando os agricultores a garantir que a água utilizada para irrigação seja adequada para o cultivo de alimentos (CARVALHO *et al.*, 2020).

Além das aplicações mencionadas, a IoT também pode ser usada na automação de tarefas agrícolas. Os agricultores podem utilizar a tecnologia para controlar remotamente equipamentos agrícolas, como tratores e colheitadeiras, aumentando a eficiência do trabalho e reduzindo os custos operacionais. A automação também pode ser aplicada na colheita de culturas, com o uso de robôs e drones equipados com sensores e câmeras para identificar e colher frutas e vegetais de forma mais eficiente (CARVALHO *et al.*, 2020).

Apesar dos benefícios trazidos pela IoT no agronegócio, ainda existem desafios a serem superados, como a falta de padronização dos dispositivos e a necessidade de maior investimento em infraestrutura de conectividade (GUBIANI *et al.*, 2020). Contudo, a tendência é que a IoT se torne cada vez mais presente no agronegócio, proporcionando maior eficiência, sustentabilidade e segurança alimentar (SILVA *et al.*, 2020).

De fato, a IoT tem um grande potencial para transformar a produção agrícola, aumentando a eficiência e a sustentabilidade do setor. A tecnologia pode ajudar os agricultores a tomarem decisões mais informadas e a gerir seus recursos de forma mais eficiente, permitindo a produção de alimentos mais sustentáveis. Com a crescente demanda por alimentos em todo o mundo, a IoT pode ser uma das tecnologias mais importantes para o futuro da produção agrícola.

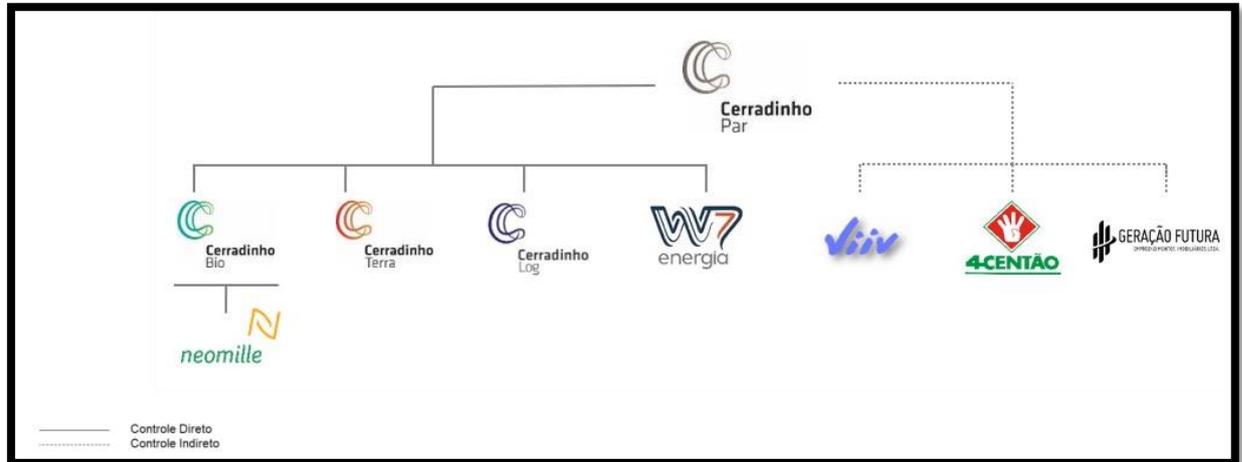
Portanto, para demonstrar como a IoT pode auxiliar na gestão da produção agrícola, os próximos tópicos irão apresentar como a Cerradinho Bioenergia emprega essa tecnologia e as vantagens obtidas pelo uso.

4.2 História da Cerradinho Bioenergia

A Cerradinho Bioenergia é uma empresa brasileira especializada na produção de etanol, açúcar e energia elétrica a partir da cana-de-açúcar e milho. Fundada em 1976 como um pequeno empreendimento familiar no estado de São Paulo, a empresa passou por uma notável expansão ao longo dos anos, consolidando-se como uma das principais produtoras do setor (CERRADINHOBIO, 2021).

A empresa faz parte do Grupo Cerradinho Participações S.A, a qual desempenha a função de *Holding* do Grupo, composta pela Cerradinho Log, que é responsável pela logística de Etanol do grupo, através do seu terminal ferroviário; W7 Energia, comercializadora de Energia Elétrica do grupo; Viiv Empreendimentos, responsável pela idealização de empreendimentos imobiliários que visam se adequar a diferentes tipos de público; Cerradinho Terra, especializada na gestão (seleção e aquisição) de propriedades agrícolas para investimento produtivo, com plantio e aproveitamento agropecuário, por meio de parcerias; Posto 4Centão, um posto de gasolina de bandeira Branca em Catanduva; e Neomille, uma subsidiária da CerradinhoBio, responsável pela produção de Etanol, óleo e DDG a base de processamento de Milho. O grupo abrange vários segmentos de mercado desde empreendimentos imobiliários até exportação de energia e terminal ferroviário, Figura 1 (CERRADINHOBIO, 2023).

Figura 1: Grupo Cerradinho Participações S.A



Fonte: Cerradinho Bio (2023)

Atualmente, a Cerradinho Bioenergia possui duas unidades em Goiás e está em processo de construção de uma nova unidade em Mato Grosso do Sul. Até o 3º trimestre da safra 2022/23 a empresa indicou uma receita líquida de aproximadamente R\$ 2 bilhões. Apresentou um crescimento de 1% na quantidade de cana-de-açúcar moída (4,7 mil t para 4,8 mil t), 4% na moagem de milho (416 mil t para 433 mil t) e 4% na produção de etanol (585 mil m³ para 606 mil m³) quando comparado o acumulado do 3º trimestre da safra 21/22 com o mesmo período para a safra 22/23 (CERRADINHOBIO, 2023).

A companhia consegue aumentar sua produtividade por meio do uso das tecnologias disponíveis para o agronegócio, fazendo com que a Quarta Revolução Industrial faça parte do dia a dia da empresa (CERRADINHOBIO, 2021).

4.3 Aplicação da IoT na Cerradinho Bioenergia

Consciente da importância da inovação para manter sua posição competitiva, a Cerradinho Bioenergia abraçou a IoT como uma ferramenta estratégica para melhorar suas operações e maximizar sua eficiência. A empresa implementou a IoT em diversas áreas-chave, aproveitando os benefícios da conectividade e da coleta de dados em tempo real.

Abaixo estão alguns exemplos de como a Cerradinho Bioenergia utiliza a IoT:

Monitoramento de Cultivo: a empresa implantou sensores de umidade e temperatura no campo para monitorar as condições do solo e do clima em tempo real. Os sensores coletam dados precisos e enviam as informações para um sistema centralizado. Com base nesses dados,

a empresa pode otimizar a irrigação e a aplicação de fertilizantes, garantindo um uso eficiente dos recursos e aumentando a produtividade (CERRADINHO BIO, 2023).

Manutenção Preventiva: a Cerradinho Bioenergia utiliza sensores IoT para monitorar o desempenho de equipamentos e máquinas em suas instalações. Esses sensores coletam dados sobre o funcionamento, desgaste e condições operacionais dos equipamentos. Com algoritmos avançados de análise de dados, a empresa pode prever falhas e realizar manutenção preventiva, evitando interrupções não programadas e reduzindo os custos de manutenção (CERRADINHO BIO, 2023).

Logística Inteligente: a empresa utiliza tecnologia IoT para rastrear e monitorar seus veículos de transporte. Sensores instalados nos caminhões coletam dados sobre a localização, condições de carga, consumo de combustível e desempenho dos veículos. Isso permite que a empresa otimize as rotas de transporte, reduza os custos de combustível e monitore o cumprimento dos prazos de entrega (CERRADINHO BIO, 2023).

A adoção da IoT pela Cerradinho Bioenergia trouxe diversos benefícios para a empresa, fortalecendo sua posição competitiva e melhorando sua eficiência operacional. Alguns dos principais benefícios incluem:

Otimização dos Recursos: com o monitoramento em tempo real dos dados coletados pela IoT, a Cerradinho Bioenergia pode otimizar o uso de recursos, como água e fertilizantes, garantindo que sejam aplicados de forma adequada e sustentável. Isso resulta em maior produtividade e redução de custos (CERRADINHO BIO, 2023).

Redução de Paradas Não Programadas: a manutenção baseada na IoT permite que a empresa antecipe falhas em equipamentos e realize intervenções preventivas antes que ocorram paradas não programadas. Isso reduz os custos associados a interrupções na produção e aumenta a disponibilidade dos equipamentos (CERRADINHO BIO, 2023).

Tomada de Decisões Baseadas em Dados: com a coleta contínua de dados e o uso de algoritmos de análise avançada, a Cerradinho Bioenergia pode tomar decisões mais embasadas e estratégicas. Os dados coletados pela IoT fornecem *insights* valiosos sobre o desempenho operacional, permitindo melhorias contínuas e a implementação de práticas mais eficientes (CERRADINHO BIO, 2023).

Eficiência Logística: a monitorização dos veículos de transporte por meio da IoT possibilita a otimização das rotas e do consumo de combustível. Isso resulta em redução de custos operacionais, melhorias na eficiência logística e cumprimento dos prazos de entrega (CERRADINHO BIO, 2023).

A Cerradinho Bioenergia é um exemplo de como a adoção estratégica da IoT pode impulsionar o crescimento e a eficiência em uma empresa do setor de bioenergia. Por meio da implementação de tecnologias IoT em suas operações agrícolas, manutenção de equipamentos e logística de transporte, a empresa tem se beneficiado de um uso mais eficiente de recursos, maior produtividade e redução de custos. A Cerradinho Bioenergia destaca-se como uma líder inovadora, que utiliza a IoT para impulsionar a sustentabilidade e o sucesso nos negócios.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo deste estudo, foi investigado de forma abrangente como a aplicação da IoT está transformando os processos agrícolas, otimizando a eficiência, melhorando a produtividade e abrindo novas perspectivas para a agricultura no século XXI.

A Internet das Coisas (IoT) é uma tecnologia promissora que pode revolucionar a gestão da produção agrícola. Com o aumento da população mundial e a necessidade de produzir mais alimentos de forma sustentável, a IoT surge como uma aliada importante dos agricultores na otimização de recursos e aumento da produtividade.

A IoT pode ajudar a monitorar diversas condições ambientais que afetam a produção agrícola, como a temperatura, umidade, condições do solo, controle de pragas e doenças, gestão de água e automação de tarefas agrícolas. Além disso, sua adoção também pode ajudar a mitigar os impactos ambientais da agricultura, reduzindo o uso de produtos químicos, diminuindo o consumo de água e evitando a erosão do solo.

Apesar dos desafios na implementação da tecnologia, como o alto custo e a complexidade, o uso da IoT na produção agrícola pode trazer inúmeros benefícios, como a melhoria da produtividade, redução de custos operacionais e melhoria na qualidade dos produtos agrícolas.

Tais benefícios puderam ser observados na empresa Cerradinho Bioenergia, na qual utiliza a IoT para monitorar o preparo e cultivo de cana de açúcar, manutenção preventiva de seu maquinário automotivo e industrial, logística e demais otimizações.

A empresa destaca os diversos benefícios com a adoção da IoT, como a eficiência da logística interna, redução dos custos com manutenções corretivas e aumento da disponibilidade de seus ativos produtivos, bem como o auxílio na tomada de decisão de forma rápida e precisa por meio dos dados obtidos em tempo real da sua produção.

Entretanto, para que a empresa consiga usufruir dos benefícios que a implementação da IoT pode trazer, é necessário um investimento em infraestrutura e capacitação, além de uma

maior conscientização sobre a importância da adoção de tecnologias inovadoras para uma produção agrícola mais eficiente e sustentável.

É importante reconhecer que este estudo enfrentou algumas limitações inerentes à pesquisa. Primeiramente, a disponibilidade de recursos e tempo restringiu a amplitude das áreas de aplicação da IoT no agronegócio que puderam ser abrangidas. Além disso, a pesquisa se concentrou principalmente em uma região geográfica específica, limitando a generalização de nossas descobertas. Ademais, as tecnologias IoT estão em constante evolução, o que significa que algumas informações podem se tornar desatualizadas rapidamente. No entanto, mesmo com essas limitações, acredita-se que a pesquisa fornece uma base sólida para futuros estudos no campo da IoT no agronegócio.

Para avançar na compreensão e aplicação da IoT no agronegócio, há várias áreas de pesquisa que merecem atenção em estudos futuros. Primeiramente, explorar o impacto da segurança cibernética na implementação da IoT no setor agrícola é fundamental, uma vez que a proteção de dados e sistemas é crítica para a confiabilidade e a integridade das operações. Além disso, investigar a adoção e aceitação da IoT entre agricultores e comunidades rurais, bem como o treinamento necessário para sua utilização eficaz, são tópicos importantes. Também seria benéfico realizar estudos abrangentes em diferentes regiões geográficas para entender as especificidades locais da aplicação da IoT no agronegócio. Finalmente, a investigação de soluções de baixo custo e de código aberto para a implementação da IoT pode ajudar a tornar essa tecnologia mais acessível para agricultores de pequena escala. Essas áreas de pesquisa prometem contribuir significativamente para o progresso contínuo do uso da IoT no agronegócio.

A adoção da tecnologia IoT deve ser incentivada e difundida no setor agrícola, especialmente entre pequenos produtores e agricultores familiares. Investimentos em pesquisa e desenvolvimento de soluções tecnológicas mais acessíveis e fáceis de usar também podem ajudar a acelerar a adoção da IoT na produção agrícola.

Dessa forma, a IoT pode ajudar a garantir a segurança alimentar global e contribuir para um futuro mais sustentável para o agronegócio, em que a produção de alimentos é feita de forma mais eficiente, econômica e responsável com o meio ambiente.

6. REFERÊNCIAS

- ACCENTURE. **Industrializing AI: A roadmap to implementation**. Accenture. Disponível em: <https://www.accenture.com/_acnmedia/PDF-112/Accenture-Industrializing-AI-Report.pdf>. Acesso em: 12 Out. 2023.
- AGTECH GARAGE. **Cerradinho Bio firma parceria com o Agtech Garage, reforçando investimento em tecnologia**. Disponível em: <<https://www.agtechgarage.news/cerradinhobio-firma-parceria-com-o-agtech-garage-reforcando-investimento-em-tecnologia/>>. Acesso em: 27 out. 2023.
- ALVES, E. A. F. **A importância do agronegócio para a economia brasileira**. Portal Contábeis, 2017. Disponível em: <<https://www.contabeis.com.br/artigos/4939/a-importancia-do-agronegocio-para-a-economia-brasileira>>. Acesso em: 28 mar. 2023.
- AVANZI, I. R. et al. **Aplicação da indústria 4.0 no agronegócio: uma revisão sistemática**. Revista de Administração, v. 54, n. 3, p. 307-321, 2019.
- BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. São Paulo, SP: Edições 70, 2016.
- BATALHA, M. **O agronegócio no Brasil**. Editora Atlas, 2017.
- BRYNJOLFSSON, E.; MCAFEE, A. **The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies**. W. W. Norton & Company, 2017. Disponível em: <<https://books.wwnorton.com/books/The-Second-Machine-Age/>>. Acesso em: 13 Out. 2023.
- BUGHIN, J.; CATLIN, T.; HIRT, M.; WILLMOTT, P. **Why digital strategies fail**. *McKinsey Quarterly*, p. 1-10, 2018. Disponível em: <<https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-digital/our-insights/why-digital-strategies-fail>>. Acesso em: 12 Out. 2023.
- CAIADO, R. G. G., OLIVEIRA, J. F., FARIA, M. A. F., BORGES, K. A. V. **Internet of Things: concepts, applications and future directions for precision livestock farming**. *Computers and Electronics in Agriculture*, p. 436–446, 2019.
- CARVALHO, F. C. et al. **Indústria 4.0: Uma Revisão Bibliográfica**. Anais do IV Congresso Nacional de Excelência em Gestão, 2018.
- CARVALHO, F. J. C. **O impacto socioeconômico do agronegócio brasileiro**. Cenários & tendências, 2018.
- CARVALHO, T. P. de; SILVA, R. G. da; MENDES, A. R. dos S.; SOUZA, G. R. de; RAMOS, H. R. M. (2020). **A aplicação da Internet das Coisas no agronegócio: uma revisão sistemática**. *Revista Brasileira de Engenharia de Produção*, p. 224–236.
- CEPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada/ESALQ. **PIB do Agronegócio Brasileiro**. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>>. Acesso em: 26 out. 2023.

CERRADINHO BIO. **Cerradinho Bio entre as 100 inovadoras no uso de TI**. Disponível em: <<https://www.cerradinhobio.com.br/news/cerradinhobio-entre-as-100-inovadoras-no-uso-de-ti/>>. Acesso em: 28 out. 2023.

CERRADINHO BIO. **História - Linha do Tempo**. Disponível em: <<https://www.cerradinhobio.com.br/a-companhia-2/historia-linha-do-tempo>>. Acesso em: 26 out. 2023.

CERRADINHO BIO. **Notícias**. Disponível em: <<https://www.cerradinhobio.com.br/noticias>>. Acesso em: 26 out. 2023.

CHEN, Y.; DAI, T. **China in the age of artificial intelligence**. McKinsey Quarterly, p. 1-10, 2017. Disponível em: <<https://www.mckinsey.com/featured-insights/china/china-in-the-age-of-artificial-intelligence>>. Acesso em: 15 Out. 2023

DELAFIORI, J. et al. **Tecnologias 4.0 e sua aplicação no setor agroindustrial**. Boletim Técnico do Senac, v. 44, n. 3, p. 33-43, 2018.

FANG, Y.; ZHANG, J.; YAN, H.; REN, Y.; GUO, X. **IoT-based traceability system for agricultural products: A review**. Food Research International, p. 156-167, 2018.

FAO. **The future of food and agriculture: trends and challenges**. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2017. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i6583e.pdf>>. Acesso em: 22 set. 2023.

FERNANDES, M. C. S. et al. **A Indústria 4.0 como oportunidade para o Agronegócio brasileiro**. Anais do IX Congresso Brasileiro de Agroinformática, 2019.

KHANNA, ABHISHEK; KAUR, SANMEET. **Evolution of Internet of Things (IoT) and its significant impact in the field of Precision Agriculture**. Computers and Electronics in Agriculture, v. 157, p. 218-231, 2019.

GAO, S.; DUAN, J.; WANG, J.; ZHANG, Q.; LIANG, Z. **A smart agriculture IoT system based on sensors and unmanned aerial vehicles**. Computers and Electronics in Agriculture, p. 74–81, 2019.

GEHLER, J. J. et al. **O Agronegócio na Economia Brasileira: Uma Análise sob a Ótica da Competitividade e do Desenvolvimento Sustentável**. Gestão & Regionalidade, v. 36, n. 109, p. 1-17, 2020. Disponível em: <<https://revistas.face.ufmg.br/index.php/gestaoeregi/article/view/5477>>. Acesso em: 22 set. 2023.

GONTIJO, G. B. et al. **Agriculture 4.0 and the Challenges of the Brazilian Agribusiness**. Revista de Economia e Agronegócio, v. 19, n. 4, p. 513-532, 2021.

GUBIANI, R.; VIANA, F. M. P.; FERREIRA, A. C. S.; VIEIRA, L. A. **Internet of things in agriculture: A systematic literature review**. Computers and Electronics in Agriculture, 2020.

HADDAD, A. N. et al. **Indústria 4.0: Reflexões sobre as Implicações na Agricultura.** Revista de Administração e Inovação em Saúde, v. 11, n. 1, p. 13-24, 2020.

JORGE, L. A.; MORAES, M. A. F. D.; LIMA, L. P. R.; CARDOSO, J. L. **Application of internet of things (IoT) technology in agribusiness: A systematic review.** Computers and Electronics in Agriculture, v. 17, 2020.

KPMG. **Agronegócio: oportunidades de negócios em um mercado dinâmico e globalizado.** São Paulo: KPMG, 2018. Disponível em: <<https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/br/pdf/2018/11/agronegocio-oportunidades-de-negocios-em-um-mercado-dinamico-e-globalizado.pdf>>. Acesso em: 22 set. 2023.

KRUGLIANSKAS, I.; MOTA, C. M. M. **O agro 4.0 e a gestão do conhecimento na produção agroindustrial.** Revista de Administração da UFSM, v. 14, n. 1, p. 47-67, 2021.

KURATA, K. et al. **Precision Agriculture 4.0: A Perspective for Japanese Rice Farming.** Journal of Agricultural Science, v. 13, n. 2, p. 68-78, 2021.

LAMPERT, R. L. et al. **Indústria 4.0 e Agricultura de Precisão: Uma Revisão.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 24, n. 7, p. 520-526, 2020.

LOUREIRO, V. F. B.; MOREIRA, J. L.; ABREU, L. R. B.; Silva, V. A. de P. **Internet of Things applied to traceability in the food supply chain: a systematic literature review.** Computers and Electronics in Agriculture, 162, 800–818, 2019.

MENDES, L. C. et al. **The fourth industrial revolution and its impacts on agriculture: a systematic review.** Agricultural Systems, v. 190, p. 1-13, 2021.

MENEZES, R. S.; CASSUCE, A. M. **O agronegócio no Brasil: evolução histórica e perspectivas futuras.** Revista de Ciências da Administração, v. 20, n. 49, p. 124-137, 2018.

MURO, M.; MAXIM, R.; WHITON, J.; WHITAKER, E. **A bridge to somewhere: mapping America's transportation technology future.** Brookings Institution, 2008. Disponível em: <https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2017/03/es_20170327_bridge_to_somewhere.pdf>. Acesso em: 15 Out. 2023.

PAGLIARINI, M. F. et al. **Evolução da competitividade do agronegócio brasileiro: um estudo da década de 2000 a 2010.** Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional, v. 17, n. 3, p. 1-23, 2021. Disponível em: <<http://www.rbgdr.net/revista/index.php/rbgdr/article/view/4487/3314>>. Acesso em: 22 set. 2022.

PEREIRA, W. C. et al. **Industry 4.0 on the Brazilian agricultural scenario.** Journal of Engineering and Applied Sciences, v. 14, n. 4, p. 1264-1274, 2019.

REVISTA RPANEWS. **Cerradinho Bio aprova implantação de fábrica de açúcar em Chapadão do Céu.** Disponível em: <<https://revistarpanews.com.br/cerradinho-bio-aprova-implantacao-de-fabrica-de-acucar-em-chapadao-do-ceu>>. Acesso em: 26 out. 2023.

REVISTA RPANEWS. **Cerradinho multiplica o resultado com lucro líquido de R\$ 513,6 milhões.** Disponível em: <<https://revistarpanews.com.br/cerradinho-multiplica-o-resultado-com-lucro-liquido-de-r-5136-milhoes>>. Acesso em: 26.out. 2023.

ROSA, M. A. S. et al. **Indústria 4.0: um estudo de revisão bibliográfica.** Revista Eletrônica de Ciência Administrativa, v. 18, n. 3, p. 321-340, 2019.

SCHNEIDER, T. A. **Indústria 4.0 e a transformação digital do agronegócio.** Anais do XXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 2016.

SCHWAB, K. **The Fourth Industrial Revolution.** World Economic Forum, 2016. Disponível em: <<https://www.weforum.org/about/the-fourth-industrial-revolution-by-klaus-schwab/>>. Acesso em: 16 Out. 2023.

SILVA, A. C. F. **O desenvolvimento do agronegócio brasileiro.** Anais do Simpósio Nacional de História, 2018.

SILVA, A. R. DA, CALDEIRA-PIRES, A., & AMARAL, L. A. C. **The Internet of Things (IoT) and its potential for manufacturing in agriculture: A review.** Computers and Electronics in Agriculture, 154, 491–504, 2018.

SILVA, J. M. et al. **Industry 4.0 technologies in agriculture and the challenges of building resilient agro-industrial ecosystems in Brazil.** Ciência Rural, v. 50, n. 2, 2020.

SILVA, L. A. et al. **O Agronegócio e a sua importância na economia brasileira.** Revista <Interdisciplinar Científica Aplicada, v. 13, n. 2, p. 131-144, 2019. Disponível em: <https://revistainterdisciplinar.uninovafapi.edu.br/index.php/RevInter/article/view/1423>>. Acesso em: 22 set. 2023.

SNA - Sociedade Nacional de Agricultura. **Aumenta o número de empregos no agronegócio brasileiro.** Disponível em: <<https://www.sna.agr.br/aumenta-o-numero-de-empregos-no-agronegocio-brasileiro>>. Acesso em: 26 out. 2023.

SOUZA, L. S. S.; MORAES, A. M. A. **O agronegócio no Brasil: evolução e importância para a economia.** Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional, v. 14, n. 2, p. 157-176, 2018. Disponível em: <<http://www.rbgdr.net/revista/index.php/rbgdr/article/view/1932/1686>>. Acesso em: 22 set. 2023.

SOUZA, T. M. et al. **Agronegócio e desenvolvimento: uma análise histórica e estrutural do setor no Brasil.** Revista de Administração da UFSM, v. 13, n. 3, p. 559-574, 2020.

WORLD ECONOMIC FORUM. **The Future of Jobs Report 2018.** World Economic Forum, 2019. Disponível em: <http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2018.pdf>. Acesso em: 17 Out. 2023.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

ZHANG, J. et al. **The Application of Industry 4.0 in Agriculture and Rural Areas: A Review.** *Journal of Cleaner Production*, v. 275, p. 122, 2020.