



FACULDADE VALE DO AÇO – FAVALE

CURSO DE GESTÃO DO AGRONEGÓCIO

WELINGTON DIAS CAMPOS

**AS PRINCIPAIS TECNOLOGIAS DA AGRICULTURA 4.0 NA PRODUÇÃO DE
SOJA**

AÇAILÂNDIA

2022

WELINGTON DIAS CAMPOS

**AS PRINCIPAIS TECNOLOGIAS DA AGRICULTURA 4.0 NA PRODUÇÃO DE
SOJA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Agronegócio da Faculdade Vale do Aço para obtenção do grau em Gestão do Agronegócio.

Orientadora: Profa. Dra. Thatyane Pereira de Souza

AÇAILÂNDIA

2022

**Ficha catalográfica - Biblioteca José Amaro Logrado
Faculdade Vale do Aço**

C198p

Campos, Welington Dias.

As principais tecnologias da agricultura 4.0 na produção de soja. / Welington Dias Campos – Açailândia, 2022.

34 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Agronegócio,
Faculdade Vale do Aço, Açailândia, 2022.

Orientadora: Profa. Dra. Thatyane Pereira de Sousa.

1. Agricultura 4.0. 2. Produção de grãos. 3. Drones. I. Campos, Welington
Dias. II. Sousa, Thatyane Pereira de. (orientadora). III. Título.

CDU 633.34:631.152

WELINGTON DIAS CAMPOS

**AS PRINCIPAIS TECNOLOGIAS DA AGRICULTURA 4.0 NA PRODUÇÃO DE
SOJA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Gestão do Agronegócio da Faculdade Vale do Aço para obtenção do grau em Gestão do Agronegócio.

Aprovado em ___/___/2022

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Thatyane Pereira de Souza (Orientadora)
Faculdade Vale do Aço – FAVALE

Prof. Dr. Bruno Lucio Meneses Nascimento
Faculdade Vale do Aço – FAVALE

Prof. Me. Mônica Helena Pinto de Araújo Fernandes
Faculdade Vale do Aço – FAVALE

Aos meus avós e minha mãe.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo do dom da vida e da saúde.

Aos meus avós, minha mãe e minhas irmãs, pelo incentivo pra seguir estudando e por terem me ajudado nos momentos em que mais necessitei.

Aos meus dois colegas de turma Iara e Paulo, que me acompanharam até o fim da disciplina, ao incentivo que os mesmos me deram e pelo companheirismo de sempre.

Aos professores e profissionais da faculdade FAVALE que de alguma forma contribuíram para o meu processo de graduação, em especial, os professores e ao coordenador do curso de gestão do agronegócio e também a minha orientadora pela ajuda e paciência na orientação do meu TCC.

A minha namorada que me acompanhou durante esses três anos, aos meus amigos da vida, em especial, o Lucas que no início foi fundamental para que eu desse o ponta pé inicial da minha graduação e ao meu vizinho e amigo de infância Maurilio, pelo o suporte oferecido.

Aos demais colegas de faculdade que tive o prazer de conhecer.

“A inovação que vem do campo é refletida na sua mesa.”

Marianna Moreno

RESUMO

O crescimento acelerado da população mundial tem exposto cada vez mais as demandas por alimentos que sejam produzidos de forma mais consciente e rentável. A agricultura 4.0 surge como uma importante ferramenta para o aumento da produtividade em campo, otimização dos problemas de campo e conseqüentemente manutenção, preservação e uso consciente dos recursos naturais, através da redução do uso da água, fertilizantes e defensivos. Nessa perspectiva este estudo teve como objetivo apresentar as principais tecnologias da agricultura 4.0 disponíveis para a cultura da soja. A agricultura 4.0 tem sido amplamente utilizada na produção de grãos no Brasil, como a soja, principalmente através de sistemas de posicionamento (GPS), sensores, drones, big data, inteligência artificial, que desenvolvem funções em todos os segmentos da cadeia produtiva. Em virtude dos dados citados no presente estudo conclui-se que a utilização da agricultura 4.0 na produção de soja é composta desde o preparo do solo até seu processo de colheita, fomentando uma grande importância para a rentabilidade econômica nos custos de produção bem como para a preservação do meio ambiente e uso racional de seus recursos naturais.

Palavras-chave: Agricultura 4.0. Produção de grãos. Drones.

ABSTRACT

The accelerated growth of the world's population has increasingly exposed the demands for food that is produced more consciously and profitably. Agriculture 4.0 emerges as an important tool for increasing field productivity, optimizing field problems and consequently maintaining, preserving and consciously using natural resources, through the reduction of water, fertilizers and pesticides. In this perspective, this study aimed to present the main technologies of agriculture 4.0 available for soybean cultivation. Agriculture 4.0 has been widely used in the production of grains in Brazil, such as soybeans, mainly through positioning systems (GPS), sensors, drones, big data, artificial intelligence, which develop functions in all segments of the production chain. Due to the data cited in the present study, it is concluded that the use of agriculture 4.0 in soybean production is composed from soil preparation to its harvesting process, promoting great importance for economic profitability in production costs as well as for the preservation of the environment and rational use of its natural resources.

Keywords: Agriculture 4.0. Grain production. UAV.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Revolução agrícola ao longo do tempo.....	17
Figura 2 -	6 Vs que conceituam o termo Big Data.	19
Figura 3 -	Agricultura 4.0 na produção de soja	25
Figura 4 -	Mapa de taxa variável para correção do solo e aplicação de fertilizante	26
Figura 5 -	Robô agrícola para semeadura de milho da AGCO GmbH Fendt (A), controle de rastreamento do robô no campo (B).....	27
Figura 6 -	Colheitadeira e mapa de produtividade sendo gerado.	28

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

GPS	Sistema de Posicionamento Global
IA	Inteligência Artificial
IoT	Internet das Coisas
NDVI	Índice de Vegetação de Diferença Normalizada
TI	Tecnologia da Informação
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
UAV	Unmanned Aerial Vehicle (DRONE)
RED	Banda Vermelho
NIR	Infravermelho Próximo

LISTA DE SIMBOLOS

ha: Hectare

t: toneladas

Kg: Quilograma

%: porcentagem

US\$: Dólar

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	12
2.	METODOLOGIA.	14
3.	REFERENCIAL TEÓRICO.	14
3.1	Agronegócio brasileiro	14
3.2	Origem e fundamentos da agricultura 4.0	16
3.2.1	Internet das coisas (IoT)	17
3.2.2	Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC).....	18
3.2.3	Inteligência Artificial (IA).....	18
3.2.4	Big Data.....	18
3.2.5	Computação em Nuvem – Cloud Computing	19
3.3	Cultura da soja	20
3.4	Produção e comercialização	21
3.5	Agricultura 4.0.....	22
3.6	Principais tecnologias para produção da Soja.....	23
3.6.1	Preparo de solo e plantio	25
3.6.2	Manejo nutricional e fitossanitário.....	27
3.6.3	Colheita	28
3.7	Desafios da agricultura 4.0	28
4.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	31
	REFERÊNCIAS	32

1. INTRODUÇÃO

O crescimento acelerado da população mundial tem exposto cada vez mais as demandas por alimentos, e conseqüentemente a busca constante por alternativas cada vez mais rentáveis e sustentáveis. Segundo Silva e Cavichioli (2020), para que haja sustentabilidade é necessário que ocorra uma reformulação no manejo de se produzir alimento de forma imediata. O que sugere o uso de tecnologias como uma importante ferramenta para o apogeu produtivo e sustentável do atual cenário do agronegócio podendo ser conceituada como agricultura 4.0 (LIMA et al., 2020; SIMIONATO et al., 2020; BENYAM; SOMA; FRASER, 2021).

Derivada da Indústria 4.0, o termo da agricultura 4.0 define o uso de tecnologias digitais para otimização da produção no campo, que se baseia desde a semeadura até o armazenamento da produção, ou como conceituado por Lima et al. (2020), é o processo de digitalização da produção agrícola.

A agricultura 4.0 vem com objetivo de aumentar a produtividade, rentabilizar os problemas do campo com base em dados previamente coletados *in loco*, com isso a agricultura 4.0 contribui com a manutenção, preservação e uso consciente dos recursos naturais, através da redução do uso da água, fertilizantes e defensivos (SILVA; CAVICHIOLI, 2020).

A soja é uma importante cultura que tem definido o agronegócio brasileiro, sendo responsável pela geração de emprego e renda, de forma direta e indireta (GIACOMINI, 2021). Dessa forma o uso das tecnologias disponíveis na agricultura 4.0 promove a otimização nas tomadas de decisão operacional e estratégica de sua produção, aumentando a produtividade, reduzindo os custos e aumentando ainda a sua eficiência, que por sua vez melhora a qualidade da produção e reduz impactos ambientais (SIMIONATO et al., 2020; BENYAM; SOMA; FRASER, 2021).

A partir da agricultura 4.0 é possível desenvolver mapas com taxas variáveis das propriedades do solo (ZIZALA et al., 2022), detecção de doenças em plantas de soja (VEERENDRA et al., 2022; PAN et al., 2022), avaliação da produtividade de grãos e do impacto do tráfego das máquinas agrícolas na compactação do solo (KHANAL et al., 2021), plantadeira autônoma (FERNANDES; HERESA; CERRADA, 2018).

Nessa perspectiva a agricultura 4.0 tem somado na produção de soja no Brasil, que apresenta uma área cultivada de 103,32 milhões de hectares, sendo responsável ainda pela produção anual de 270 milhões de toneladas de grãos no último ano (SILVA; CAVICHIOLI, 2020; SIMIONATO et al., 2020; BENYAM; SOMA; FRASER, 2021). Diante disso o objetivo do presente trabalho é apresentar as principais tecnologias da agricultura 4.0 disponíveis para a

cultura da soja para que o produtor possa alcançar altos ganhos de produtividade e retorno econômico.

2. METODOLOGIA

No presente trabalho realizou-se uma pesquisa bibliográfica através de pesquisas na internet, leitura de livros e artigos, levantando dados sobre as tecnologias da agricultura 4.0 na produção de soja, com o intuito de entender a importância que a tecnologia traz para o agronegócio brasileiro, segundo Amaral (2007), a pesquisa bibliográfica é a etapa fundamental em todo e qualquer trabalho científico, ela influencia todas as outras etapas de uma pesquisa e no consiste no levantamento, seleção, fichamento e arquivamento de informações relacionadas à pesquisa.

O método utilizado foi a pesquisa qualitativa, por meio de uma análise de dados, onde aprofundou-se na interpretação de conteúdo. Segundo Dezin e Lincol (2006), a pesquisa qualitativa engloba uma interpretação do mundo, onde seus pesquisadores estudam o assunto em seu cenário natural.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Agronegócio brasileiro

O agronegócio é um conjunto integrado de atividades econômicas, responsável desde a produção e suprimento de insumos, o cultivo de lavouras, cria e recria de animais, processamento, acondicionamento, armazenamento e logística de distribuição de todos e quaisquer produtos de origem agrícola e pecuária (BARROS, 2022).

Apesar dos diferentes conceitos do agronegócio, todos eles convergem em uma visão sistêmica entre as cadeias de produção agropecuárias, que vão desde os processos e procedimentos da matéria prima, armazenamento, distribuição, e comercialização dos bens e produtos advindos de atividades agrícolas, pecuárias e agroindustriais (RAMOS, 2014). Ainda segundo o autor, o poder aquisitivo das camadas mais pobres da população vem aumentando significativamente, criando, assim, espaço para uma ampliação e diversificação do seu consumo. O setor vem gerando substanciais superávits comerciais, que permitiram a solvência do País durante as turbulências de sucessivas crises internacionais e tem permitido inéditas reduções da dívida externa brasileira.

Dada à importância de se alimentar um mundo que tem crescido de forma acelerada a cada ano, a demanda de alimentos tem alavancado os diversos setores do agronegócio a buscar cada vez soluções mais sustentáveis e tecnológicas, que produzam cada vez mais sem

comprometer as gerações futuras e de forma que possa garantir suas qualidades e rentabilidade na produção (BURANELLO, 2017).

O agronegócio contribui direta e indiretamente na vida de todos, desde as refeições diárias até a interferência na economia doméstica e mundial, para tanto Ramos (2014), destaca que a sociedade brasileira como um todo tem se beneficiado de várias maneiras do desempenho que o agronegócio vem apresentando desde a década de 1990. Sua produtividade vem crescendo rapidamente e as reduções de custo de produção têm sido repassadas ao consumidor na forma de preços mais acessíveis.

No Brasil, o Produto Interno Bruto (PIB) tem apresentado frequente crescimento nos últimos 20 anos, com um aumento médio de 1,6% ao ano, enquanto que a renda do agronegócio (PIB-renda) tem se elevado a taxas médias específicas de 1,8% para lavouras e 4,2% para a pecuária brasileira (BARROS, 2022). Segundo o autor, o agronegócio é bastante integrado internacionalmente devido suas taxas de exportação que representam 25% de todo seu PIB, sendo responsável por metade do PIB brasileiro.

Um dos fatores que favorece o desempenho gradual do PIB no agronegócio é a sua reconhecida competitividade e resiliência quanto as exportações de matérias primas agropecuárias principalmente as commodities (soja, milho e carne bovina), esse fator será preponderante para o quadro preocupante de suprimentos de insumos e defensivos que depende da importação nesse primeiro semestre de 2022 (BARROS, 2022).

Em janeiro de 2022 as exportações do agronegócio fecharam em US\$ 8,8 bilhões, isto representa 57,5% a mais de exportações se comparado ao mesmo período do ano passado (2021), para tanto o valor das importações apresentaram uma queda significativa de US\$ 1,1 bilhão representando queda de 15,5% se comparado ao mesmo período do de 2021. Como é apresentado no quadro a seguir (IPEA, 2022):

Tabela 1 - Balança comercial total e do agronegócio brasileiro do mês de janeiro 2022.

Setores	Exportação		
	Jan/21 (US\$ bilhões)	Jan/22 (US\$ bilhões)	Variação (%)
Total	14,9	19,6	31,4
Agronegócio	5,6	8,8	57,5
Demais bens	9,3	10,8	15,7
Participação do agronegócio %	37,5	44,9	-
Setores	Importação		

	Jan/21 (US\$ bilhões)	Jan/22 (US\$ bilhões)	Variação (%)
Total	15,2	19,8	30,9
Agronegócio	1,3	1,1	-15,5
Demais bens	13,9	18,7	35,2
Participação do agronegócio %	8,6	5,5	-

Saldo (US\$ bilhões)		
Setores	Jan/21 (US\$ bilhões)	Jan/22 (US\$ bilhões)
Total	- 0,2	- 0,2
Agronegócio	4,3	7,7
Demais bens	- 4,5	- 7,9
Participação do agronegócio %	-	-

Fonte: Adaptado (IPEA, 2022).

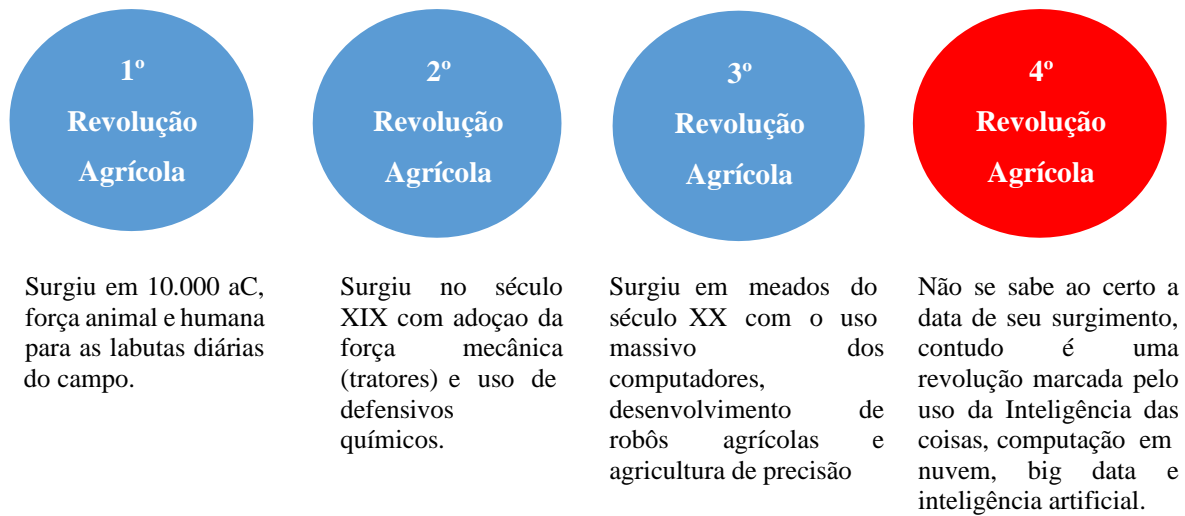
3.2 Origem e fundamentos da agricultura 4.0

Agricultura 4.0 é conceituada como uma conexão em tempo real através de dispositivos e softwares que otimizam os processos de produção de forma mais precisa, assim como o uso de sensores e mecanismos que buscam cada vez mais a automação (robótica) do manejo agrícola (LIMA et al., 2020; SILVA; CAVICHIOLI, 2020). A fim de reduzir custos, maximizar a produção de alimentos, racionalizar os recursos naturais e minimizar ao máximo qualquer tipo de desperdício.

As tecnologias de conectam com todos os sistemas de uma cadeia produtiva, sendo responsável por impulsionar o avanço do setor tecnológico dentro do agronegócio, fomentando na agricultura 4.0 ou agricultura digital, termo esse derivado da indústria 4.0. Segundo Silva e Cavicholli (2020) “as operações e decisões são de acordo com o clima, terra e a lavoura de onde são retirados de dados coletados pelas tecnologias digitais em tempo real”.

Corroborando com o proposto anteriormente, Albiero et al. (2020) conceituam a agricultura 4.0 como uma analogia ao termo Indústria 4.0 que foi previamente denominando pelo Ministério da Educação e Pesquisa do governo alemão em um relatório final do Grupo de Trabalho que tinha como objetivo principal desenvolver diretrizes para indústria alemã para integrá-lo a um mundo inteligente com atuação em rede. Os autores definem ainda que a terminologia 4.0 é proveniente das revoluções que a agricultura passou, como mostra a figura 1.

Figura 1 - Revolução agrícola ao longo do tempo.



Fonte: Adaptado de Albiero et al. (2020).

A agricultura 4.0 é toda e qualquer ferramenta digital que auxilia geração de dados para uma futura tomada de decisão, funciona devido a Internet das Coisas (IoT), Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC), Inteligência Artificial (IA), Big Data e a Computação em Nuvem (SILVA; CAVICHIOLI, 2020).

3.2.1 Internet das coisas (IoT)

Dentre as diversas tecnologias utilizadas na agricultura 4.0, esta é a que tem sido mais investida, isto porque ela proporciona um potencial de transformação impactante na economia. Segundo Silva e Cavichioli (2020) estima-se que o Brasil seja impactado de 50 a 200 bilhões de dólares em 2025, advindo da Internet das coisas (LIMA et al., 2020).

Nessa perspectiva a IoT tem aplicações diretas no campo através do monitoramento de condições climáticas, crescimento da plantação, desempenho das máquinas agrícolas, ou seja, gestão detalhada da produ o (LIMA et al., 2020).

Segundo Simionato et al. (2020) a digitaliza o da agricultura 4.0   fundamentada em 4 pilares com base na incorpora o das tecnologias de informa o e comunica o. Os sensores são presentes tanto em tratores como nas colheitadeiras, nos bovinos, em campo no solo ou no ar a fim de coletar dados sobre as características edafoclimáticas da fazenda.

Como proposto por Verrendra et al. (2022) ao analisarem sintomas de doenças em plantas através de banda eletromagnética, através de técnicas de sensoriamento remoto que

exploram a captura de componentes multi e hiperespectrais. Entende que a inteligência artificial em campo de processamento de imagens tem sido amplamente necessária para viabilizar a detecção de doenças em plantas como milho e soja, de forma precoce, assertiva e imediata, para ser tomada a decisão de manejo o quanto antes.

3.2.2 Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC)

Tem como objetivo introduzir as informações coletadas em campo nas bases de dados, proporcionando um melhor processamento e armazenamento desses dados, como condições climáticas, pragas, doenças, solo, fertilidade, desmatamento entre outros além de todos os registros da safra desde a semeadura até a colheita, independente de qual seja a cultura (SILVA; CAVICHIOLI, 2020). Dessa forma é possível antecipar manejos, e tomadas de decisões, uma vez que o banco de dados apresenta a antecipação de alguns desses dados apresentados anteriormente.

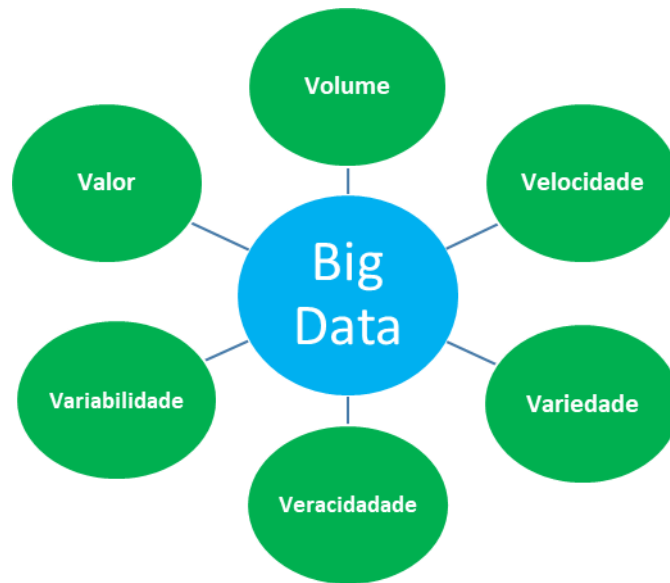
3.2.3 Inteligência Artificial (IA)

Na agricultura 4.0 a Inteligência Artificial está presente como visão computacional e robótica, na utilização de drones, veículos não tripulados, ou aqueles em pequena escala ainda utilização por condução via satélite. Sendo uma tecnologia que corresponde a todo o processo produtivo que vai desde a análise de solo até sua colheita, criando mapas com subcamadas das propriedades que variam de acordo com seu objetivo, como maior incidência de pragas e doenças, maior utilização de defensivos, área com menor teor de fertilidade entre outros (SILVA; CAVICHIOLI, 2020).

3.2.4 Big Data

Conceituado como um sistema inteligente de armazenamento e análise de dados, o Big Data utiliza um algoritmo com uma quantidade de informações precisas e concretas, coletadas sempre em tempo real. É utilizada na agricultura 4.0 em função de sua viabilidade de gerenciamento mais minucioso da produção (JACTO, 2019). Segundo Silva e Cavichioli (2020), o Big Data pode ser definido por 6 Vs, como apresenta a figura 2.

Figura 2 - 6 Vs que conceituam o termo Big Data.



Fonte: Autor (2022).

Ainda sobre os 6 Vs, Albiero et al. (2020) destacam: O big data é baseado em seis características: o volume, pois um grande volume de dados é gerado a cada minuto através de diferentes meios e tecnologias; a velocidade, que permite que os dados sejam gerados com agilidade e acessados em tempo real para otimizar tarefas; a variedade, pois os dados são coletados de diferentes tecnologias e devem ter a capacidade de serem processados em conjunto; a veracidade, referente à integridade e exatidão dos dados para que não haja armazenamento de informações incertas; a variabilidade, que permite a compreensão e o tratamento dos dados para eliminar eventos específicos que não refletem o padrão de comportamento de longo prazo; e o valor, que é uma característica altamente relevante, pois informações ricas, precisas e confiáveis são necessárias para a tomada de decisão (ALBIERO et al., 2020, p.05).

Dessa forma Big Data é um dos pilares primordiais da agricultura 4.0, uma vez que permite a coleta, análise e disseminação prática de dados, podendo alcançar produtividades no cultivo de grão nunca alcançadas desde o processo de mecanização (ALBIERO et al., 2020).

3.2.5 Computação em Nuvem – Cloud Computing

As informações coletadas em campo em tempo real são armazenadas e dessa forma o agricultor pode acessar os valores do mercado em tempo real, viabilizando seus planejamentos estratégicos quanto aos custos de produção, precificação do seu produto, capacidade produtiva

estimada, o que agirá de forma mais assertiva em suas tomadas de decisões (SILVA; CAVICHIOLI, 2020).

A computação em nuvem é composta pela disponibilidade de aplicativos computacionais com acesso pela internet, por meio de hardware e software, baseado no conceito de usar em qualquer lugar e independentemente da plataforma, com os mais variados tipos de aplicativos pela internet com a mesma facilidade de tê-los instalados (ALBIERO et al., 2020).

3.3 Cultura da soja

A soja é uma planta herbácea da classe: Magnoliopsida, ordem: Fabales, família: Fabaceae, subfamília: Faboideae e gênero: *Glycine* L. Trata-se de uma planta com muita variabilidade genética tanto em seu período vegetativo que corresponde desde a emergência da plântula até a abertura das flores, como no seu período reprodutivo, sendo também influenciada pelo ambiente onde está sendo cultivada (pluviometria, solo, luz e etc) (GIACOMINI, 2021).

Com origem chinesa a soja chegou ao Brasil inicialmente como uma proposta para alimentação animal de suas partes vegetativas, contudo ela foi sendo domesticada e apresentou aptidão de grãos que viria a ser mais tarde ingredientes indispensáveis na alimentação humana (FUREGATO; BONETE, 2020).

Como destaca os autores:

“A soja chegou ao Brasil dos Estados Unidos, no início do século XX, por meio da pesquisa do professor Gustavo Dutra (1892) da Escola de Agronomia da Bahia. Após sua pesquisa, o Instituto Agrônomo de Campinas (São Paulo) fez outras adaptações e pesquisas adicionais do professor Dutra. Inicialmente, o uso no Brasil era direcionado exclusivamente ao consumo de forragens e animais, na época ainda distante do uso industrial. Por volta de 1930, os imigrantes japoneses que vieram para o Brasil trouxeram sementes em suas malas e começaram a cultivar no interior de São Paulo” (FUREGATO; BONETE, 2020, p.04).

A soja é uma importante cultura que tem definido o agronegócio brasileiro, sendo responsável pela geração de emprego e renda, de forma direta e indireta (GIACOMINI, 2021). Contudo apesar de seu expressivo padrão comercial, sua importação é concentrada a china e união europeia com 74,15% das exportações do Brasil, destacando 64% apenas da China (FUREGATO; BONETE, 2020).

Com ciclos médios que variam entre 60 e 160 dias, os diferentes materiais genéticos podem ser definidos como precoces, semi-precoces, médio, semitardia e tardia, o que é primordial para sua boa desenvoltura a depender da época e região de plantio (AGROLINK, 2022).

Sua maior variabilidade de crescimento está relacionada a luminosidade do dia, ou seja, em regiões com alto fotoperíodo (dias longos) a soja se desenvolve muito bem, contudo em regiões com baixo fotoperíodo essa cultura inicia seu processo de florescimento ainda no estágio vegetativo o que aporta uma queda significativa em sua produção, por isso a escolha do material genético é imprescindível para o sucesso da lavoura (BRASMAX, 2022).

Para tanto a estrutura vegetativa da soja é dívida em: Folhas: Cotiledonares, folha primaria ou simples, folhas trifoliadas ou compostas e prófilos simples; Caule: Tamanho médio de 100 cm de modo ramoso e hispido, apresentando racemo terminal nas variedades de crescimento determinado ou sem racemo terminal nas variedades de crescimento indeterminado; Flor: Cultura autógama, com flores geralmente branca ou roxa; Raiz: Sistema radicular difuso com profundidade média de 15 cm; Vagem: Formada por valvas de carpelo simples, assegurando entre 1 a 5 sementes; Semente: Lisas, ovais, globosas ou elípticas, com hilo de coloração escura (AGROLINK, 2022).

O ciclo da soja é definido de acordo com seus estádios, da seguinte forma: VE: Emergência; VC: Cotilédone; V1: Primeiro nó; V2: Segundo nó; V3: Terceiro nó; V(n) enésimo nó; R1: Início do florescimento; R2: Pleno florescimento; R3: Início da formação de vagens; R4: Plena formação de vagens; R5: Início do enchimento das sementes; R6: Pleno enchimento das sementes; R7: Início da maturação; R8: Maturação plena (BRASMAX, 2022).

3.4 Produção e comercialização

A soja é a principal cultura comercial em extensão de área, volume e produção no Brasil, representando cerca de 50% dos 240,65 milhões de toneladas de grãos produzidos em 2019 no país (FUREGATO; BONETE, 2020).

Sua produção deverá apresentar uma queda de 9% em sua produção quando comparada a safra passada com uma produção de 125,47 milhões de toneladas. O seu cultivo obedeceu a janela de produção, contudo as condições climáticas não foram as desejadas com a escassez de chuvas em períodos críticos da produção como florada e enchimento de grãos, além das altas temperaturas (CONAB, 2022).

Mais de 70% da produção de soja é comercializada em forma de grão verde e os outros 30% em forma de óleo ou farinha, sendo seus maiores mercados a União Europeia, Rússia, Turquia, América do sul e Ásia (ACOSTA et al., 2018).

Devido a dependência de 64% da produção brasileira ser exportada para a China, quaisquer fatores que intervenha na economia chinesa pode comprometer toda a cadeia de

oferta e demanda dessa commodity, ditando dessa forma seu valor no mercado internacional (FUREGATO; BONETE, 2020)

3.5 Agricultura 4.0

Para além de sua importância quanto a produção de alimentos, a agricultura 4.0 traz consigo diversas oportunidades para o agricultor, bem como todas as informações e dados coletados em tempo real passa a está disposto e armazenado para consulta quando se fizer necessário. (SILVA; CAVICHIOLLI, 2020). Ela é um complemento para a agricultura de precisão que é uma importante ferramenta para ganho de eficiência econômica e produtiva. É um sistema de lavoura que usa a variabilidade espacial para aumentar o lucro e diminuir os impactos negativos ao meio ambiente, as tomadas de decisão são feitas com base em informações coletadas da variabilidade extraída em cada trecho de sua área cultivada. (SENAR, 2015).

Dessa forma o agricultor terá total conhecimento de sua área, podendo a dividir em zonas de produção que serão diferenciadas de acordo com o manejo mais indicado para cada base dados coletados (LIMA et al., 2020). Além do que a agricultura 4.0, visa reduzir o consumo de água, fertilizantes e defensivos químicos (RIBEIRO et al., 2020).

Ao exemplo em que se recomenda uma quantidade genérica de adubo por hectare, com esses dados será possível adubar essa mesma área em taxa variada, depositando a quantidade exata que a área exige de forma direta e específica. Isso contribuirá com a redução de fertilizantes, defensivos e consumo de água quando irrigado, minimizando assim os danos ao meio ambiente (SILVA; CAVICHIOLLI, 2020).

Ainda segundo Silva e Cavichioli (2020)

“A utilização da tecnologia permite a melhoria dos resultados no campo e acaba incentivando e motivando os produtores rurais, aumentando a quantidade de investimentos para melhorar a qualidade de vida, melhoria de renda e obter ferramentas que auxiliam o crescimento da produção tais como máquinas agrícolas, softwares, serviços, insumos, produtos agrícolas e entre outros. Essas ferramentas também tem como função controlar os desperdícios e altos custos com a produção (SILVA; CAVICHIOLI, 2020. p. 620)”.

Dessa forma a utilização da agricultura 4.0 na produção de grãos, permite que o agricultor possa monitorar os potenciais riscos no processo produtivo em tempo real, rentabilizando seus custos e tempo, uma vez que sua resposta será mais precisa, formando uma camada resiliente na sua produção (SIMIONATO et al., 2020).

Sua versatilidade, precisão e rapidez faz a agricultura 4.0 ser caracterizadas como a ferramenta indispensável para busca constante das altas produtividades de grãos. Isto porque o seu funcionamento é baseado na captação de informações da produção para que possam ser interpretadas e posteriormente tomadas as decisões de manejo em conjunto (SILVA; CAVICHIOLI, 2020; LIMA et al., 2020).

Através dessa coleta de dados é produzido diferentes mapas que auxiliam na tomada de decisão do produtor, segundo o Senar (2015) esses mapas podem ser mapa de topografia que apresenta a declividade do terreno auxiliando na operação do maquinário necessário para produção da soja, mapa da fertilidade do solo e de suas características físicas, auxiliando na tomada de decisão de manejo específicos para cada condição física de solo e distribuição de insumos (corretivos, adubos) em taxa variável de acordo com a análise de solo, mapa de infestação de pragas, doenças e plantas daninhas auxiliando na aplicação precisa em área mais afetadas e por fim mapa de produtividade responsável por definir melhorias no manejo em conjunto com os mapas anteriores.

A coleta de dados é realizada por sensores que obtém uma imagem em tempo real que pode ser plotada de acordo com a melhor possibilidade para sua interpretação. A geração e agregação parte da inteligência artificial que apresentam insights dos dados ao produtor que deve tomar alguma decisão e por fim a automação robótica que de fato vai efetuar alguma ação baseada nos dados coletados. (SIMIONATO et al., 2020).

3.6 Principais tecnologias para produção da Soja

Várias tecnologias têm sido adotadas em campo pelos agricultores, todas com objetivo de aumentar a produtividade de suas lavouras (RIBEIRO, 2019), podendo ser tecnologias voltadas para a biotecnologia com material geneticamente modificado, ou tecnologias voltadas para agricultura 4.0 e suas possibilidades.

Nessa perspectiva segue algumas dessas tecnologias da agricultura 4.0 que tem auxiliado a produção de grão no Brasil:

- **Sensores:** Responsáveis pelo monitoramento de aspectos edafoclimáticos na fazenda, tem sido amplamente utilizado no cultivo de grãos no Brasil. Para medir parâmetros como umidade do solo, aspectos fotossintéticos da planta, mapeamento da cultura, estimativa de produtividade, mapeamento de pragas e doenças e etc. Esses sensores interagem em tempo real com tecnologia

de 4G, o que viabiliza em tempo real a tomada de decisão do agricultor, minimizando os erros e consequentemente maximizando os lucros;

- Sistema de posicionamento global (GPS): Auxilia na localização no campo o que possibilita uma palatabilidade e aplicação de defensivos e adubação cada vez mais precisa, evitando sobreposição ou mesmo falhas. Seus benefícios são – Mapeamento dos talhões de plantio, amostragens virtuais do solo, controle de navegação das máquinas agrícolas e etc.
- Drones: Atua no monitoramento aéreo da plantação através de suas câmeras com resolução cada vez maior, bem como no manejo fitossanitário com aplicação de defensivos em áreas específicas, seja por ataques em zonas concentradas, ou mesmo pela dificuldade de entrada de maquinário.
- Big Data: Gerenciamento e armazenamento de dados coletados em campo seja por sensores, GPS, drones e etc. Esses dados podem ser armazenados por um longo período de tempo bem como em grandes quantidades o que possibilita o agricultor acompanhar e ter em mãos de forma objetiva todo o histórico de sua área de produção, podendo dividir por zonas de manejo.

Através da figura 3 é possível compreender toda a dinâmica da agricultura 4.0 na produção da soja, desde o preparo de solo até a colheita (CEMEA, 2017). Segundo Mantovani (2002) a agricultura de precisão é dividida em três etapas, sendo: 1. Coleta de dados, que corresponde a coleta pela colheitadeira e/ou monitor de produtividade, indo posteriormente para armazenamento e análise de dados que serão convertidos em mapas; 2. Interpretação dos dados coletados, através de mapas, modelos e softwares pré-definidos para realizar as ações que foram decididas e 3. Aplicação dos insumos, através dos mapas gerados anteriormente é possível realizar em taxa variável a correção do solo, adubação, semeadura, pulverizações até a colheita (MANTOVANI, 2002).

Figura 3 - Agricultura 4.0 na produção de soja.



Fonte: Adaptado de CEMEA (2017).

Especificamente para a cultura da soja a agricultura de precisão se inicia no sistema de amostragem de solo através de amostras compostas georreferenciadas, após a interpretação dessa análise de solo é realizada a distribuição de corretivos e fertilizantes, semeadura e aplicação de defensivos agrícolas através de taxas variáveis ou seja, dispondo cada insumo desse na quantidade necessária sob medida para cada área, posteriormente é elaborada o mapa de produtividade durante a operação de colheita, tudo por meio de orientações por sinais de satélite (SENAR, 2015).

3.6.1 Preparo de solo e plantio

Estudando as aplicações da agricultura de precisão na cultura da soja, Giacomini (2021) com base nos dados previamente coletados em campo utilizou o Software Qgis 2.18 com a localização de sua fazenda georreferenciada pelo UTM – Sirgas 200 para interpolar os dados com objetivo de produzir mapas de isolinhas e gradientes da fertilidade e acidez do solo do estudo. E posteriormente corrigida a fertilidade e acidez do solo por meio de taxa variável como apresentada na figura 4.

Figura 4 - Mapa de taxa variável para correção do solo e aplicação de fertilizante



Fonte: (SENAR, 2015)

Com o uso da taxa variável Giacomini (2021) aplicou apenas 18,5 toneladas de calcário se comparada as 31 toneladas propostas pelo método convencional, uma redução de 40,31% na quantidade de calcário, minimizando as despesas através da agricultura 4.0. O mesmo foi observado para adubação fosfata que obteve uma economia de 19,84%, ao aplicar 2484,80 kg se comparado com 3100 kg pelo padrão convencional.

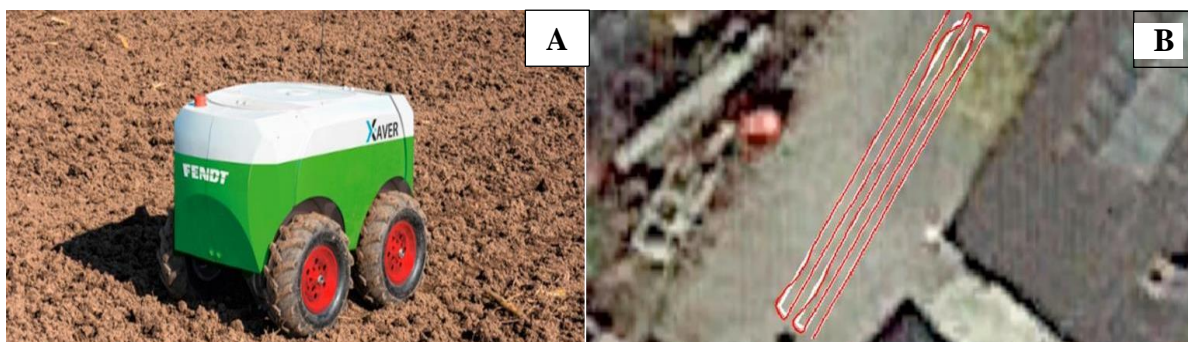
Em estudos realizados por Khanal et al. (2021), os autores utilizaram dados previamente coletados em campo por uma colheitadeira, para desenvolver um mapa de produtividade de grãos de soja tanto na escala de centímetros como em linhas individuais de plantio, com base nesse mapa estimaram também o impacto do tráfego de máquinas agrícolas na compactação do solo durante o ciclo da cultura.

Para tanto Khanal et al. (2021), evidenciaram com base em mapas de rendimento de grãos de soja de alta resolução, as diferenças de rendimento entre as fileiras que foram mais impactadas por pneus (ou seja, fileiras apertadas) e menos impactadas (ou seja, fileiras não apertadas) no momento do plantio foram inferiores a $0,1 \text{ t ha}^{-1}$ e não significativo. Além do que o rendimento de grãos de soja variou de acordo com o solo no campo, com 39-75% do campo apresentando maior rendimento de grãos em linhas (KHANAL et al., 2021).

A robótica tem sido cada vez mais inserida nos processos agrícolas, principalmente no desenvolvimento de máquinas autônomas. Segundo Fernandes, Herrera e Cerrada (2018), a robótica se adequa a aplicações práticas como semeadura, reconhecimento, fertilização e

controle de ervas daninhas em campo. Os autores projetaram um controlador digital para o robô agrícola *skid-steered* utilizado na semeadura, este controlador digital foi composto com regulagem de velocidade e senso de direção com movimentação multilateral capaz de se adequar as irregularidades do terreno Figura 5. (FERNANDES; HERESA; CERRADA, 2018).

Figura 5 - Robô agrícola para semeadura de milho da AGCO GmbH Fendt (A), controle de rastreamento do robô no campo (B).



Fonte: Fernandes, Herrera e Cerrada (2018).

3.6.2 Manejo nutricional e fitossanitário

Drones ou Unmanned Aerial Vehicle (UAV) tem sido amplamente utilizado durante o processo de manejo principalmente fitossanitário na cultura da soja (BERNARDO et al., 2019), através de pulverizações.

Tem se utilizado o NDVI que é o índice de vegetação da diferença normatizada, esse parâmetro é de extrema importância no monitoramento de pragas e doenças bem como deficiência ou excesso nutricional da área. Esse parâmetro é captado e calculado com auxílio de sensoriamento remoto e câmeras multiespectrais com bandas vermelho (RED) e infravermelho próximo (NIR), informando ao agricultor uma série de informação de suas lavouras através de valores numéricos (GIACOMINI, 2021).

Segundo o autor, essa ferramenta do NDVI “reduz a necessidade de ir a campo coletar dados e facilita a interpretação dos resultados, otimizando tempo e recurso para o produtor podendo identificar zonas com anormalidades como falha no plantio, doenças, deficiência nutricional e/ou hídrica, entre outras variabilidades, facilitando tomada de decisões e planejamento agrícola” (GIACOMINI, 2021). Ressaltando ainda que sua utilização na cultura da soja possui a particularidade que suas médias numéricas variam de acordo com o estágio fenológico da planta.

3.6.3 Colheita

A agricultura 4.0 aporta ferramentas que visam minimizar as perdas de grãos na colheita da soja, bem como em seu processo de transporte e armazenamento. Essa minimização das perdas durante o processo de colheita pode ser realizada através da leitura dos monitoramentos de perdas dispostos de acordo com os mapas de produtividade previamente realizados (ACOSTA et al., 2018).

A utilização desses monitores ainda são questionáveis devido sua não padronização para regulação do instrumento sob diferentes situações (ACOSTA et al., 2018). Contudo autores tem utilizado esses sensores de rendimento e umidade da soja, em colheitadeira equipadas com GPS GS3 2630 (Figura 6) (GIACOMINI, 2021).

Figura 6 - Colheitadeira e mapa de produtividade sendo gerado.

Fonte: (GIACOMINI, 2021).



A produtividade pode ser medida de forma automática através de sensores instalados nas colhedoras que armazenam os dados referentes a produção e área plantada. Esse processo acontece da forma seguinte: “Um receptor GPS fornece o posicionamento georreferenciado da produção, possibilitando o mapeamento das plantações. Por ser automático, o processo permite que grande quantidade de dados seja coletada e, como consequência, erros são introduzidos; logo, necessita-se do desenvolvimento de rotinas para reduzir erros” (COELHO et al., 2018).

3.7 Desafios da agricultura 4.0

Apesar de todas as vantagens na utilização da agricultura 4.0, o uso de tecnologias da informação (TI) que tem revolucionado a agricultura ainda encontra entraves como a conectividade, isso porque diferentes de outros países o Brasil ainda não tem uma malha de

redes na zona rural consolidada, o que dificulta a transmissão de dados (SILVA; CAVICHIOLI, 2020).

Segundo Massruhá (2018), nas regiões centro-oeste, sudeste e sul do país, há dificuldades, porém, nada comparado as dificuldades encontradas no norte e nordeste que mais sofrem com a falta de conectividade. Simionato et al. (2020) relatam a agricultura 4.0 como principal entrave em sua difusão, a disponibilidade de conectividade rural, limitando o acesso à internet e a cobertura dessas propriedades a dispositivos e máquinas que requeiram essas tecnologias. Apenas 29% das propriedades rurais do Brasil tem algum acesso à internet, o que representa apenas 351 milhões de há.

Algumas possibilidades para minimizar esse desafio, como fornecer o acesso à internet nas propriedades rurais, além dos acessos convencionais como fibra de rádio e fibra ótica, que podem ser considerados inviáveis devido o distanciamento entre as propriedades rurais, dessa forma pode ser utilizada alternativas baseadas em tecnologias de comunicação sem fio, terrestre ou via satélite (SIMIONATO et al., 2020; RIBEIRO et al., 2020).

Ainda segundo os autores, “Esta seção se concentra na cobertura de campo com tecnologias de acesso sem fio terrestre e conectividade de longo alcance para grandes extensões de terra, permitindo assim a agricultura de precisão e o monitoramento de variáveis agrícolas e pecuárias. Além do amplo uso da robótica que gera mais dados para os sistemas existentes no campo, o uso de tecnologias de processamento de dados, como algoritmos e inteligência artificial, facilitam nos processos de tomada de decisão (SIMIONATO et al., 2020, p. 08)”.

Dessa forma para que o Brasil em torno de sua dimensão territorial, possa avançar ainda mais na agricultura 4.0, faz-se necessário melhorar as telecomunicações, automação, transmissão e análise de dados, principalmente nas regiões norte e nordeste. Sendo fatores indispensáveis para uma migração tecnológicas em massa dos agricultores (SILVA; CAVICHIOLI, 2020).

Além do acesso democrático a internet, outra dificuldade é agregar valor a diferentes fontes de dados como safra, campo, máquinas, aspectos econômicos e etc, e transformar esses dados em conhecimento digerível pelo produtor (MOLIN et al., 2020). Além de estabelecer um conjunto consistente de variáveis que garantam resultados robustos e satisfatórios para todas as técnicas de manejo como proposto por Molin et al. (2020).

A dificuldade para modelar o comportamento de certas culturas dificulta a seleção das variáveis. Modelos com vários conjuntos de dados nem sempre são relacionados ao alto desempenho, pois um grande número de recursos irrelevantes simplesmente pode aumentar a probabilidade de tombamento (MOLIN et al., 2020).

O desafio para modelos futuros não são apenas para modelar os fatores conhecidos que afetam o rendimento das culturas, mas também incorporar todos os outros fatores externos que podem melhorar o modelo. Dessa forma, é preciso coletar grandes e adequados conjuntos de dados que discorram sobre o processo de produção. Nesse contexto, uma intervenção em tempo real baseada em grandes conjuntos de dados ainda é um desafio a ser superado no contexto da agricultura 4.0 (MOLIN et al., 2020).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os dados apresentados no presente estudo conclui-se que pra a produção de grãos de soja a agricultura 4.0 dispõe de tecnologias que vão desde o preparo do solo até seu processo de colheita, apresentando uma grande importância para a rentabilidade econômica nos custos de produção bem como para a preservação do meio ambiente e uso racional de seus recursos naturais.

A utilização da agricultura 4.0 na produção de soja se torna viável pelo fato de se tratar de uma produção bastante tecnificada, por isso se torna fácil a implementação das tecnologias bem como: sensores e GPS, para em seguida ser feita a coleta de dados e análise. O uso de tecnologias na cultura da soja se faz necessário por ela se tratar de uma *commoditie*, ou seja, um produto produzido em larga escala, comercializado in natura, tem seu preço regulado pelo mercado internacional e com baixa margem de lucro por unitário, o ganho econômico aumenta quando é comercializado grandes quantidades.

Dessa forma as tecnologias da agricultura 4.0 tem o objetivo de intensificar a maximização da produtividade por área, bem como a margem de lucro, fazendo com que o produtor ultrapasse bastante seu ponto de equilíbrio, pois é depois dele que seus lucros aumentam de verdade.

REFERÊNCIAS

AGROLINK. José Luis da Silva Nunes (ed.). **Características da soja**. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/culturas/soja/informacoes/caracteristicas_361509.html. Acesso em: 12 jun. 2022.

ACOSTA, Juan Jose Bonnin; CABRERA, María Gloria; IBRAS, Rubén Franco; GONZÁLEZ, Jorge Daniel; CHAMORRO, Sérgio Manuel; ESCOBAR, Jorge. Variabilidade espacial da produtividade, perdas na colheita e lucratividade da cultura de soja. **Revista Agrogeoambiental**, [S.L.], v. 10, n. 1, p. 1-12, 28 mar. 2018. IFSULDEMINAS (Instituto Federal do Sul de Minas). <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n120181050>.

ALBIERO, Daniel; PAULO, Rodrigo Leme de; FÉLIX JUNIOR, José Carlos; SANTOS, Jenyffer da Silva Gomes; MELO, Rafaela Paula. Agriculture 4.0: a terminological introduction. **Revista Ciência Agronômica**, [S.L.], v. 51, n. 5, p. 1-8, 2020. GN1 Genesis Network. <http://dx.doi.org/10.5935/1806-6690.20200083>.

AMARAL, João José Farias. Como fazer uma pesquisa bibliográfica. Fortaleza, CE: Universidade Federal do Ceará, 2007. Disponível em: <<http://200.17.137.109:8081/xiscanoe/courses-1/mentoring/tutoring/Como%20fazer%20pesquisa%20bibliografica.pdf>>. Acesso em: 10 de julho de 2022

BARROS, Geraldo Sant1Ana de Camargo. Coordenador científico do Cepea. **Perspectivas para o agronegócio em 2022**. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/opinioao-cepea/perspectivas-para-o-agronegocio-em-2022.aspx>. Acesso: 20 de março de 2022.

BENYAM, Addisalem (Addis); SOMA, Tammara; FRASER, Evan. Digital agricultural technologies for food loss and waste prevention and reduction: global trends, adoption opportunities and barriers. **Journal Of Cleaner Production**, [S.L.], v. 323, p. 129-143, nov. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129099>.

BERNARDO, Rodrigo; JÚNIOR, Vicente Marcio Cornago; DENADI, Marcelo Scantamburlo. Uso de drones para aplicações de defensivos agrícolas. **8 ° Jornada Científica e Tecnológica da Fatec de Botucatu**. Novembro de 2019.

BRASMAX. **O ciclo fenológico da soja e as principais praga e doenças**. Disponível em: https://www.bibliotecaagptea.org.br/agricultura/culturas_anuais/livros/O%20CICLO%20FENOLOGICO%20DA%20SOJA%20E%20AS%20PRINCIPAIS%20PRAGAS%20E%20DOENCAS.pdf. Acessado em: 12 de jun, 2022.

BURANELLO, R. Agronegócio: conceito. Enciclopédia jurídica da PUC-SP. Celso Fernandes Campilongo, Alvaro de Azevedo Gonzaga e André Luiz Freire (coords.). Tomo: Direito Comercial. Fábio Ulhoa Coelho, Marcus Elidius Michelli de Almeida (coord. de tomo). 1. ed. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2017. Disponível em: <https://enciclopediajuridica.pucsp.br/verbete/208/edicao-1/agronegocio:-conceito>

CEMA. Digital Farming: what does it really mean? European Agricultural Machinery, 2017.

COELHO, Antonio Marcos; FARIA, Carla Moreira; CUNHA, Thiago Ferreira; MOTA JUNIOR, Hudson Augusto. Agricultura de precisão mapeia colheita de grãos. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/950804/1/Agriculturaprecisao2.pdf>. Acesso em 27 jun 2022.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. Nova estimativa aponta para uma produção de grãos na safra 2021/22 em 268,2 milhões de toneladas. Disponível em: < <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4494-nova-estimativa-aponta-para-uma-producao-de-graos-na-safra-2021-22-em-268-2-milhoes-de-toneladas#:~:text=A%20produ%C3%A7%C3%A3o%20brasileira%20de%20gr%C3%A3os,a%20mais%20a%20serem%20colhidas.>>. Acesso em 07 mai. 2022.

DEZIN, N. K. e LINCOLN, Y. S. **Introdução:** a disciplina e a prática da pesquisa qualitativa. In: DEZIN, N.K. e LINCOLN, Y.S. (Orgs). *O planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens*. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

FERNANDEZ, Benjamin; HERRERA, Pedro Javier; CERRADA, Jose Antonio. Robust digital control for autonomous skid-steered agricultural robots. **Computers And Electronics In Agriculture**, [S.L.], v. 153, p. 94-101, out. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compag.2018.07.038>.

FUREGATO, João Victor; BONETTE, Luiz Rodrigo. Aspectos da produção, comercialização internacional e matriz de transportes para a soja brasileira entre 2016 a 2020. XI FATELOG desafios da logística no universo virtual. Bragança Paulista. 2020. Disponível em: https://fateclog.com.br/anais/2020/ASPECTOS%20DA%20PRODU%C3%87%C3%83O_%20COMERCIALIZA%C3%87%C3%83O%20INTERNACIONAL%20E%20MATRIZ%20DE%20TRANSPORTES%20PARA%20A%20SOJA%20BRASILEIRA%20ENTRE%202016%20A%202020.pdf. Acessado em 06 de jun de 2022.

GIACOMINI, Luan Trevisan. Implantação da agricultura de precisão em cultivo de soja na Fazenda Giacomini localizada em Xanxerê-SC. Trabalho de conclusão de curso (TCC), curso de Engenharia Agrônômica, Universidade Federal do Paraná. 53f. 2021.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Agronegócio brasileiro começa 2022 com superávit de US\$ 7,7 bilhões**. Artigo publicado em 14 de fevereiro de 2022. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=38952#:~:text=Agroneg%C3%B3cio%20brasileiro%20come%C3%A7a%202022%20com%20super%C3%A1vit%20de%20US%24%207%2C7%20bilh%C3%B5es&text=O%20Instituto%20de%20Pesquisa%20Econ%C3%B4mica,na%20balan%C3%A7a%20comercial%20do%20agroneg%C3%B3cio. Acesso em 21 março de 2022.

JACTO. Acompanhe as principais estatísticas da agricultura mundial. **Blog Jacto**. 20 mai. 2019. Disponível em: <https://blog.jacto.com.br/agricultura-mundial/>. Acesso em 24 abril 2022.

KHANAL, Sami; KLOPFENSTEIN, Andrew; KC, Kushal; RAMARAO, Venkatesh; FULTON, John; DOURIDAS, Nathan; SHEARER, Scott A.. Assessing the impact of agricultural field traffic on corn grain yield using remote sensing and machine learning. **Soil And Tillage Research**, [S.L.], v. 208, p. 104-112, abr. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.still.2020.104880>.

LIMA, Gustavo Correa; FIGUEIREDO, Fabrício Lira; BARBIERI, Armando Eduardo; SEKI, Jorge. Agro 4.0: enabling agriculture digital transformation through iot. **Revista Ciência Agronômica**, [S.L.], v. 51, n. 5, p. 112-118, 2020. GN1 Genesis Network. <http://dx.doi.org/10.5935/1806-6690.20200100>.

MANTOVANI, E. C. Agricultura de precisão. Anais I – Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto, 2002.

MASSRUHÁ, S. O Mundo Digital Revoluciona o Campo. Revista Fonte. Prodemge. Minas Gerais, ano 15, n. 20, p 6-13, dez. 2018. Acesso em: 23 abr. 2022.

MOLIN, Jose Paulo; BAZAME, Helizani Couto; MALDANER, Leonardo; CORREDO, Lucas de Paula; MARTELLO, Mauricio; CANATA, Tatiana Fernanda. Precision agriculture and the digital contributions for site-specific management of the fields. **Revista Ciência Agronômica**, [S.L.], v. 51, n. 5, p. 1-12, 2020. GN1 Genesis Network. <http://dx.doi.org/10.5935/1806-6690.20200088>.

PAN, Shuai-Qun; QIAO, Jing-Fen; WANG, Rui; YU, Hui-Lin; WANG, Cheng; TAYLOR, Kerry; PAN, Hong-Yu. Intelligent diagnosis of northern corn leaf blight with deep learning model. **Journal Of Integrative Agriculture**, [S.L.], v. 21, n. 4, p. 1094-1105, abr. 2022. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s2095-3119\(21\)63707-3](http://dx.doi.org/10.1016/s2095-3119(21)63707-3).

RAMOS, Paula Daniella Prado. Conceitos de agronegócio e agricultura familiar: visões importância e funcionamento. 27 f. Trabalho de conclusão de curso (Curso Bacharel em Gestão do Agronegócio). Universidade de Brasília, Faculdade UnB Planaltina. 2014.

RIBEIRO, Josiana Gonçalves; MARINHO, Douglas Yusuf; ESPINOSA, Jose Waldo Martínez Agricultura 4.0: desafios à produção de alimentos e inovações tecnológicas. Simpósio de Engenharia de Produção Universidade Federal de Goiás. Agosto, 2020.

RIBEIRO, Rodrigo. Guerra – Pesquisador do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **A evolução da tecnologia na produção de grãos**. Disponível em <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/opiniaoecepea/a-evolucao-da-tecnologia-na-producao-de-graos.aspx>. Acesso: 08 de mai. 2022.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL – SENAR. Programa Agricultura de Precisão. Agricultura de precisão em diferentes culturas. 2015 (Curso online 17 horas).

SILVA, Juliane Maíra Pedro; CAVICHIOLI, Fabio Alexandre. 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, 18 dez. 2020. Interface Tecnológica. <http://dx.doi.org/10.31510/infa.v17i2.1068>.

SIMIONATO, Rafael; TORRES NETO, José Rodrigues; SANTOS, Carla Julciane dos; RIBEIRO, Bruno Silva; ARAËJO, Fernando Cesar Britto de; PAULA, Antonio Robson de; OLIVEIRA, Pedro Augusto de Lima; FERNANDES, Paulo Silas; YI, Jin Hong. Survey on connectivity and cloud computing technologies: state-of-the-art applied to agriculture 4.0. **Revista Ciência Agronômica**, [S.L.], v. 51, n. 5, p. 1-19, 2020. GN1 Genesis Network. <http://dx.doi.org/10.5935/1806-6690.20200085>.

VEERENDRA, G.; SWAROOP, R.; DATTU, D.s.; JYOTHI, Ch. Aruna; SINGH, Mahesh K.. Detecting plant Diseases, quantifying and classifying digital image processing techniques. **Materials Today: Proceedings**, [S.L.], v. 51, p. 837-841, 2022. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.matpr.2021.06.271>.

ZIZALA, Daniel; MINAŘÍK, Robert; SKÁLA, Jan; BEITLEROVÁ, Hana; JUŘICOVÁ, Anna; ROJAS, Jessica Reyes; PENÍŽEK, Vít; ZÁDOROVÁ, Tereza. High-resolution agriculture soil property maps from digital soil mapping methods, Czech Republic. **Catena**, [S.L.], v. 212, p. 106-124, maio 2022. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.catena.2022.106024>.