INTERFACE TECNOLÓGICA

USO DAS TECNOLOGIAS AGRÍCOLAS NO BRASIL

AGRICULTURAL TECHNOLOGY IN BRAZIL

Pedro Augusto dos Santos Silva - pedro_augustosta@hotmail.com
Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga (Fatec) - Taquaritinga - SP –Brasil

Fabio Alexandre Cavichioli – fabio.cavichioli@fatectq.edu.br
Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga (Fatec) - Taquaritinga - SP –Brasil

DOI: 10.31510/infa.v20i2.1761
Data de submissão: 06/09/2023
Data do aceite: 16/11/2023
Data da publicação: 20/12/2023

RESUMO

O agronegócio segue em ascensão no Brasil, especialmente na pandemia foram exportadas toneladas de produtos, como soja, café, açúcar, entre outros, fazendo com que a demanda na produção aumentasse. Com isso, as tecnologias agrícolas se tornaram essenciais para melhorar a produtividade e otimização do tempo. Nesse contexto, o objetivo do trabalho é verificar através de um levantamento bibliográfico as tecnologias agrícolas vigentes no Brasil, assim como as vantagens desses recursos ao produtor rural e a toda população. Foi possível averiguar que nos dias atuais predomina o conceito de Agricultura 4.0, que emprega as principais tecnologias rurais, como drones, rede de sensores sem fio, internet das coisas, inteligência artificial, trabalho autônomo e robótica. Os resultados apontam para o uso positivo das tecnologias agrícolas, no monitoramento de culturas e do clima, e na análise de solo, em tempo real e sem a necessidade de estar no campo. No entanto, algumas dificuldades ainda precisam ser solucionadas, como a falta de conexão com a internet no campo. Conclui - se que as tecnologias agrícolas são indispensáveis para suprir à demanda das produções do agricultor, e assim oferecer produtos de qualidade a população, com menores impactos ambientais.

Palavras-chave: Agricultura 4.0. Inovações tecnológicas. Produtividade.

ABSTRACT

Agribusiness continues to rise in Brazil, especially in the pandemic, tons of products were exported, such as soy, coffee, sugar, among others, causing demand in production to increase. As a result, agricultural technologies have become essential to improve productivity and time optimization. In this context, the objective of the work is to verify through a bibliographical survey the agricultural technologies in force in Brazil, as well as the advantages of these resources to the rural producer and the entire population. It was possible to verify that nowadays the concept of Agriculture 4.0 predominates, which employs the main rural technologies, such as drones, wireless sensor network, internet of things, artificial intelligence, autonomous work and robotics. The results point to the positive use of agricultural technologies, in crop and climate monitoring, and in soil analysis, in real time and without the need to be in the field. However, some difficulties still need to be solved, such as the lack of internet connection in the

INTERFACE TECNOLÓGICA

field. Concludes that agricultural technologies are essential to meet the demand of farmer productions, and thus offer quality products to the population, with lower environmental impacts.

Keywords: Agriculture 4.0. Technological innovations. Productivity.

1 INTRODUÇÃO

Os processos agrícolas assumem um importante papel no Agronegócio, sendo um dos setores que mais se expandem no Brasil, o termo "Agronegócio" é utilizado para designar as atividades relacionadas às atividades da cadeia produtiva agrícola e pecuária (Castro, 2020). De acordo com o Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA/ESALQ/USP) o Agronegócio é responsável por 24,8% do Produto Interno Bruto (PIB) e 20% da nossa força de trabalho, tornando o país destaque mundial nas exportações de produtos agrícolas, entre os principais produtos exportados estão à soja, o café, o açúcar e o etanol de cana-de-açúcar, entre outros (Cepea, 2023).

Especialmente na pandemia, o volume de produções agrícolas brasileiras atingiu recordes nunca antes alcançados, apenas na safra de soja foram contabilizadas 124,8 milhões de toneladas exportadas (Alves, 2021). Nesse contexto, as tecnologias se tornaram uma ferramenta indispensável na agricultura, e suas ações são responsáveis pelos resultados satisfatórios na produtividade, além de fornecer inovações para as atividades de cultivo, auxiliam na redução de mão de obra alocados, reduzem o potencial de erro do trabalhador, e também diminuem o impacto ambiental (Massruhá e Leite, 2017).

As inovações no setor agrícola são citadas por diferentes autores, entre elas estão à automação e a robótica agrícola (DE Sousa et al., 2014; Hackenhaar et al., 2015) e a Internet das Coisas (Seixas e Contini, 2017). Massruhá e Leite (2017) apontam para a integração entre a tecnologia agrícola e a tecnologia virtual, que passou a ser chamado de Agricultura 4.0 (Agro 4.0), este conceito conta com métodos computacionais, rede de sensores, conectividade entre dispositivos móveis, entre outros métodos.

A tecnologia na agricultura do Brasil vem se tornando um investimento necessário, segundo uma pesquisa realizada pela Embrapa, entre 750 produtores rurais brasileiros, 84% já utilizaram ao menos uma tecnologia digital em suas produções (Embrapa, 2020).

No entanto, um dos maiores empecilhos encontrado pelos produtores na adesão das tecnologias agrícolas é o acesso à internet, de acordo com o último Censo Agropecuário, mais de 70% das propriedades em áreas rurais não apresentam conexão com a internet (IBGE, 2017).

Com a necessidade de aumentar a demanda das produções agrícolas, torna-se necessário o aperfeiçoamento por meio das inovações tecnológicas, a fim de melhorar a produtividade, e consequentemente a renda dos brasileiros. Nesta perspectiva, o objetivo deste estudo é averiguar por meio de uma revisão bibliográfica as tecnologias agrícolas vigentes no Brasil, assim como as vantagens que essas ferramentas propiciam ao produtor rural e a toda população.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 EVOLUÇÃO DAS TECNOLOGIAS AGRÍCOLAS

No início do século XX, surgiu o conceito de Agricultura 1.0 que era caracterizada pela baixa produtividade, pois as famílias mantinham o cultivo apenas para consumo próprio, usando como auxílio ferramentas simples e tração animal (Massruhá et al., 2020). Segundo Souza (2019), a principal motivação para a transformação das tecnologias agrícolas foi o crescimento populacional e a distribuição desigual de renda, o que afetou a disponibilidade de alimentos e exigiu novos métodos para aumentar a produtividade da terra. Com isso, foram aplicadas tecnologia para criação de máquinas agrícolas que auxiliassem todos os processos de produção rural, mas por volta de 1950 e 1960 menos de 2% das propriedades rurais possuíam essas máquinas (Embrapa, 2020).

Na década de 70, Hayami & Ruttan (1971 citado por Hoffmann, p. 271-290, 2020), classificou as tecnologias agrícolas em: mecânica, biológica e química. A tecnologia mecânica foi argumentada como poupadora de trabalho, pelo uso de tratores e outros maquinários que substituem a mão de obra aumentando a quantidade de terras aráveis. Enquanto a tecnologia biológica e química seriam as poupadoras de terra, através do uso, por exemplo, de sementes híbridas na biológica, e de fertilizantes, pesticidas e inseticidas na química. De Janvry (1973, p.415-417 citado por Souza, 2019), acrescentou à classificação a tecnologia agronômica como poupadora de terra, que se caracteriza por inovações nas práticas de culturas e técnicas de manejo.

Ao longo dos anos, com o avanço tecnológico, as inovações mencionadas anteriormente por Hayami & Ruttan (1971) e De Janvry (1973) também progrediram, algumas das principais

inovações tecnológicas surgiram a partir da revolução verde que emergiu durante a revolução industrial, tendo como enfoque o melhoramento vegetal e modificação nos métodos de fertilização do solo, e uso de pesticidas, bem como a intensificação do uso de colheitadeiras, levando finalmente à Agricultura 2.0 (Gonçalves, 2020).

A partir dos anos 90 a tecnologia rural avançou para aprimorar a coleta de vários tipos de dados, como informações sobre solo, clima e características das plantas, para isso nas máquinas foram acoplados sensores, além de outras ferramentas, como imagens de satélite, drones e muito mais. Essa tendência ficou conhecida como Agricultura de Precisão ou Agricultura 3.0 (Springer, 2020).

Atualmente, propõem-se sistemas de produção sustentáveis que utilizem os recursos naturais e serviços ambientais de forma mais eficiente, e para atender a essas novas demandas na agricultura, se iniciaram a transformação digital, trazendo novas tecnologias de coleta de dados em larga escala envolvendo análises, monitoramento e previsão mais sofisticados, levando à Agricultura 4.0 (Agro 4.0) (Massruhá et al., 2020).

Segundo Bolfe et al. (2020), já se fala sobre a evolução da Agricultura 4.0 para a Agricultura 5.0, que conta uma agricultura ainda mais conectada para oferecer vantagens competitivas, contribuindo socio ambientalmente, pois promete reduzir os danos sobre o uso dos recursos naturais. No entanto, este trabalho enfatiza as principais tecnologias agrícolas empregadas pela Agro 4.0.

2.2 AS TECNOLOGIAS AGRÍCOLAS

2.2.1 DRONES E VEÍCULOS AÉREOS NÃO TRIPULADOS (VANT)

Os Drones e VANT são recursos que capturam imagens e gravam vídeos para fornecer informações precisa aos agricultores, sobre suas culturas. Com esses dados, é possível avaliar o ambiente de forma detalhada, e assim o produtor consegue escolher melhores técnicas de manejo, planejando o melhor momento para realizar o plantio e possíveis pulverizações, além de otimizar os recursos naturais (Rios-Hernández, p. 75-84, 2021).

Imagem 1: Drone agrícola.



Fonte: FORBES. (2023)

2.2.2 REDE DE SENSORES SEM FIO (RSSF)

A RSSF pode ser classificada como uma rede sem fio de dispositivos autônomos contendo sensores para diagnósticos, como variabilidade do solo, fluxo de pragas, clima e até mesmo erros de gerenciamento de insumos. A RSSF pode monitorar, coletar e armazenar parâmetros como umidade, velocidade do vento, temperatura, luminosidade, entre outros (Cavalcanti, 2020). Sensores (chamados de nós) podem ser colocados a uma distância do ambiente a ser medido. Os nós podem se comunicar entre si através da rede, e os nós sensores são responsáveis por adquirir e processar os dados e enviá-los para a estação central, que por sua vez processa e gerencia as operações de dados (Souza, 2011).

2.2.3 INTERNET DAS COISAS (IoT)

A IoT pode ser descrita como uma rede de objetos, que podem interagir e comunicar uns com os outros através da internet, de forma que os objetos do mundo físico podem recuperar dados do ambiente, e posteriormente partilhar as informações coletadas por meio da internet, essa integração pode ser realizada por sensores, dispositivos automotivos e residenciais etc. (Mascarenhas et al., 2021). Nas áreas rurais, espera-se que os sensores integrados a IoT ajudem o agricultor a entender melhor o seu campo de cultivo e a melhorar a produtividade, a eficiência, trazendo benefícios ambientais (Camacho, 2016).

Imagem 2: Internet das coisas.



Fonte: Digital Agriculture Service. (2020)

2.2.4 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA)

A IA em diálogo com a visão computacional e a robótica, levou o uso de drones no campo, com a finalidade de realizar análises de solo no plantio e até na colheita de lavouras, aparecendo em aplicações, como mapeamento completo de propriedade rural, que ajuda a identificar, por exemplo, desmatamentos, áreas com uso excessivo de agrotóxicos e identificação mais precisa de fenômenos climáticos (Syngenta Digital, 2020).

Imagem 3: A IA na agricultura.



Fonte: Syngenta Digital. (2020)

INTERFACE TECNOLÓGICA

2.2.5 TRABALHO AUTÔNOMO E ROBÓTICA

Os robôs agrícolas, ou AgriBots, começam a aparecer em fazendas e realizando tarefas que vão desde o plantio e a irrigação até a colheita e a classificação, substituindo o trabalho humano por automação, se tornando eficiente, pois na agricultura o trabalho composto de tarefas repetitivas e padronizadas. Eventualmente, esta nova onda de equipamentos inteligentes possibilitará produzir mais e mais alimentos de qualidade com menos recursos humanos (Amer, 2015).

Imagem 4: Robô agrícola dispara laser contra ervas daninhas



Fonte: Ag Evolution. (2021)

2.3 OS DESAFIOS DAS TECNOLOGIAS NO MEIO RURAL

Um dos principais desafios para a aderência das tecnologias agrícolas é falta de conexão com a internet no campo, segundo Latorraca e Silva (2018) apontam em seu relatório do AgriHub a instabilidade dos serviços de internet, a questão da "conectividade" foi apontada como um dos problemas mais graves dos produtores rurais, e os dados mostraram que 86% dos entrevistados responderam negativamente sobre conectividade no meio rural, e apenas 14% afirmaram ter internet.

Os últimos dados oficiais do Censo Agropecuário de 2017 apontam que apenas 28% das instituições rurais tiveram acesso à internet em 2017 (IBGE, 2017). Enquanto os resultados do IBGE de 2018 apontam que havia 14.991 mil domicílios no ano da pesquisa sem acesso a

internet, correspondendo a 20,8% na área rural, contra apenas 1,0% das respostas na área urbana. Entre os motivos alegados para a não utilização da rede, está a indisponibilidade do serviço de internet na área do domicílio (IBGE, 2018).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Foi realizado um levantamento bibliográfico por meio de livros, artigos científicos e periódicos, buscando compreender temas relacionados ao uso das tecnologias no setor agrícola brasileiro.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Cavalcanti (2020) realizou um estudo sobre RSSF em uma fruticultura irrigada de uva na região do vale do São Francisco, em sua pesquisa o autor usou um sensor de umidade de solo (Watermark 200SS), associado a outros dois sensores, um de temperatura de solo e outro para determinar a tensão de água no solo (kPa). Foi usado também o sensor SHT10 digital para comparar todas as leituras anteriores.

Os sensores em questão foram conectados a um computador com acesso à Internet, os dados captados foram processados e transmitidos a um roteador ou sorvedouro, em seguida enviados para o serviço web-Front Sensor para a conversão em gráficos. O autor enfatiza sobre a importância da aplicação da RSSF para as atividades de campo, como o monitoramento do clima e do ambiente, detecção de pragas, irrigação e análise de solo, sempre em tempo real. Esse tipo de RSSF são uma excelente alternativa para melhoria de eficácia no campo, como já apontado pelos autores, no entanto é necessária uma conexão estável, um dos pontos com maior dificuldade apontadas anteriormente pelos produtores e pelos próprios autores deste trabalho.

De Souza (2022) captou em uma lavoura de batata-doce no município de Guanambi-BA, imagens multiespectrais por meio de drones, em seguida foram realizados os processamentos das imagens e a extração de dados foram realizados por softwares.

As imagens possibilitaram mensurar as plantas de batata-doce nas fases iniciais de crescimento, segundo Green Power (2020) esta é uma das fases mais importante do cultivo, pois nesse momento é preciso tomar decisões importantes acerca da necessidade ou não de uma aplicação de nutrientes e/ ou herbicidas para o desenvolvimento saudável da planta. Com isso,

o drone pode ser um excelente aliado para o monitoramento de culturas, além de facilitar o trabalho do agricultor por meio da automação de rotinas na agricultura.

Cardoso et al. (2020), realizaram no município de Barretos, no interior de São Paulo testes do ERACI (Estrutura Robótica para Aquisição e Classificação de Imagens), além de capturarem imagens por meio do Dispositivo Robótico Remoto (DRR) em áreas urbanas e rurais, a ERACI permite a troca de informações entre os dispositivos, e a conexão entre vários especialistas por meio de dispositivos móveis com o Dispositivo Gerador e Gestor de Conhecimento, para realizar a pré-classificação manual das imagens armazenadas no banco de dados.

O DRR foi acoplado a um veículo automotor e estabelecido por meio do ERACI, posteriormente as imagens armazenadas são classificadas através do módulo de software responsável pela IA, que são baseados em algoritmos. Foram determinadas as seguintes classes: Área Rural, Canavial e a área urbana, sendo criado um algoritmo que faz uso da validação cruzada, sobre as imagens previamente classificadas no banco de dados. O ERACI é capaz de verificar a acurácia de diferentes quantidades de árvores, além de utilizar a função de entropia para estabelecer os nós de cada uma das árvores. O recurso é vantajoso, pois realiza tudo em tempo real e remotamente, sem a necessidade de um especialista estar em campo, porém os autores apontam para a necessidade de melhorias em relação aos algoritmos, e na locomoção do robô no campo.

Silva (2018) desenvolveu um pluviômetro com materiais reutilizáveis para a internet das coisas, sua programação foi baseada no fluxograma desenvolvido, o qual possibilita registrar o volume de chuva total, além de permitir que o módulo se conecte a internet e envie os dados pluviométricos em tempo real, permitindo também o envio de outros dados, como temperatura, umidade, índice de calor. Posteriormente, foi criada uma página web para registrar e transmitir esses dados, utilizando um sistema da Bug Labs, que possibilitou criar uma interface simples para a visualização dos dados enviados pela “coisa” (pluviômetro).

O dispositivo foi testado durante 100 dias em uma universidade federal rural na cidade de Caraúbas-RN, e observou-se que o pluviômetro permite o monitoramento remoto das chuvas por meio de qualquer dispositivo conectado, possibilitando a integração do conceito loT. Dessa forma, os produtores podem aumentar a produtividade, reduzir perdas, economizar água e energia e auxiliar na tomada de decisões sobre qual agricultura plantar, quando plantar e adubar, promovendo a sustentabilidade.

INTERFACE TECNOLÓGICA

5- CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos últimos anos, além do aumento da demanda de alimentos em resultado do crescimento populacional, outros desafios começaram a emergir, como os fenômenos climáticos, prejudicando a capacidade produtiva e a restrição de recursos naturais. Com isso, foi preciso inovar a forma de produção dos alimentos, de forma que a produção e consumo sustentável não fossem excluídas.

Nesta perspectiva, a tecnologia assume um papel essencial na renovação da agricultura brasileira, ao trazerem dados precisos, com informações em tempo real. Assim, se torna possível aumentar a produtividade, diminuir os custos, melhorar as condições dos trabalhadores, além de evitar o uso demasiado de defensivos agrícolas, excesso de fertilização, podendo também diminuir o desperdício de água ao orientar a irrigação nos momentos corretos, garantindo a produtividade, alimentos com qualidade e sustentabilidade.

Apesar dos inúmeros benefícios proporcionados pelas tecnologias agrícolas, desafios da conexão com a internet no campo ainda precisam ser superados, para que dessa forma, as inovações possam ser usadas por mais produtores rurais.

REFERÊNCIAS

ALVES, Daniel Ferreira. Desempenho econômico e financeiro das empresas do setor agrícola no contexto da pandemia da COVID-19: um foco na variação cambial. 2021.

AMER, Gulam; MUDASSIR, S. M. M.; MALIK, M. A. Design and operation of Wi-Fi agribot integrated system. In: **2015 International Conference on Industrial Instrumentation and Control (ICIC)**. IEEE, 2015. p. 207-212.

BOLFE, E. L. et al. Desafios, tendências e oportunidades em agricultura digital no Brasil. Embrapa Agricultura Digital-Capítulo em livro científico (ALICE), 2020.

CAMACHO, José; PARDAL, Miguel L.; CUNHA, Alberto. Comunicação: Agricultura de Precisão com Sensores e Tecnologias da Internet das Coisas. 2016.

CARDOSO, José Ricardo Ferreira et al. Desenvolvimento de estrutura robótica para aquisição e classificação de imagens (ERACI) em cultura da cana-de-açúcar. **Revista Ciência Agronômica**, v. 51, n. spe, 2020.

CAVALCANTI, Alexandre José Ferreira Neves; CORREIA, Felipe Pinheiro; BRITO, Josilene Almeida. Validação de uma rede de sensores sem fio aplicada à fruticultura irrigada do vale do São Francisco. **Brazilian Applied Science Review**, v. 4, n. 5, p. 2763-2780, 2020.

CEPEA. PIB do Agronegócio Brasileiro. 28 set. 2023. Disponível em: https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx

DA SILVA CASTRO, Giovana Maxine; SISDELLI, Wagner; DE OLIVEIRA, João Paulo Leonardo. Os impactos da gestão da qualidade no desempenho operacional: estudo em uma usina sucroalcooleira. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 10, p. 78066-78078, 2020.

DE JANVRY, Alain. A socioeconomic model of induced innovations for Argentine agricultural development. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 87, n. 3, p. 410-435, 1973.

DE SOUSA, Rafael Vieira; LOPES, Wellington Carlos; INAMASU, Ricardo Yassushi. Automação de máquinas e implementos agrícolas: eletrônica embarcada, robótica e sistema de gestão de informação. **Embrapa Instrumentação-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2014.

DE SOUZA, Ernando Donato et al. Índice NDVI em lavoura de batata-doce obtido por mapeamento com drone. **Conjecturas**, v. 22, n. 2, p. 1377-1385, 2022.

EMBRAPA. Secretaria Geral. Gerência de Comunicação e Informação. Embrapa em números. Brasília, DF: Embrapa, 2019. 140 p. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1121938/1/Embrapa-em-Nu769meros.pdf. Acesso em 30 março 2022.

EMBRAPA. Estudos socioeconômicos e ambientais Geotecnologia Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação Automação e Agricultura de Precisão, 2020. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/54770717/pesquisa-mostra-o-retrato-da-agricultura-digital-brasileira. Acesso em 20 março 2022.

GONÇALVES, Deyvison Andrey Medrado. Agricultura convencional x Agroecologia. Especialização em rochagem e remuneração de solos. Disponível em: https://aedmoodle.ufpa.br/pluginfile.php/407245/mod_resource/content/2/Agricultura%20convencional%20X%20Agroecologia%20-%20M%C3%B3dulo%20I.pdf. Acesso em: 30 março 2022.

GREEN POWER. Fase vegetativa: O que é e quanto tempo dura. 2020. Disponível em: https://greenpower.net.br/blog/fase-vegetativa/. Acesso em: 18 de maio de 2022.

HACKENHAAR, Neusa Maria; HACKENHAAR, Celso; ABREU, Yolanda Vieira de. Robótica na agricultura. **Interações (Campo Grande)**, v. 16, p. 119-129, 2015.

HAYAMI, Y. & RUTTAN, V. W. Desenvolvimento Agrícola: Teoria e Experiências Internacionais 1. ed, 1971. Acesso em: 24 abril 2022

HOFFMANN, Rodolfo. A dinâmica da modernização da agricultura em 157 microrregiões homogêneas do Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 30, n. 4, p. 271-290, 2020.

IBGE, Diretoria de Pesquisas. Coordenação de Trabalho e Rendimento, Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua. **Características Gerais dos domicílios e dos moradores**, 2018.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo agropecuário 2017. Disponível em: <https://sidra. ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/series-temporais>. Acesso em: 11 março 2022.

JORNAL DA FRUTA. 28 anos acompanhando a fruticultura brasileira. 13° ed. Disponível em: https://jornaldafruta.com.br Acesso em: 18 de abril de 2022.

LATORRACA, D.; SILVA, F. Onde estão as grandes oportunidades do Agro? Uma visão de dentro da porteira. Boletim Informativo AgriHub, Cuiabá, MT, abr. 2018.

MASCARENHAS, Ana Patrícia Fontes Magalhães et al. Desenvolvimento de produtos IoT. Brazilian Journal of Development, v. 7, n. 1, p. 4711-4724, 2021. Disponível em: https://www.brazilianjournals.com/index. php/BRJD/article/view/23059. Acesso em: 23 de abril de 2022.

MASSRUHÁ, Silvia Maria Fonseca Silveira; LEITE, MA de A. Agro 4.0-rumo à agricultura digital. In: **Embrapa Informática Agropecuária-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: MAGNONI JÚNIOR, L.; STEVENS, D.; SILVA, WTL da; VALE, JMF do; PURINI, SR de M.; MAGNONI, M. da GM; SEBASTIÃO, E.; BRANCO JÚNIOR, G.; ADORNO FILHO, EF; FIGUEIREDO, W. dos S.; SEBASTIÃO, I. (Org.). JC na Escola Ciência, Tecnologia e Sociedade: mobilizar o conhecimento para alimentar o Brasil. 2. ed. São Paulo: Centro Paula Souza, 2017.

MASSRUHÁ, Silvia Maria Fonseca Silveira et al. A transformação digital no campo rumo à agricultura sustentável e inteligente. **Embrapa Agricultura Digital-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2020.

RÍOS-HERNÁNDEZ, Rodolfo. Uso de Drones ou Veículos Aéreos Não Tripulados na Agricultura de Precisão. **Revista de Engenharia Agrícola**, v. 11, n. 4, pág. 75-84, 2021.

SEIXAS, M. A.; CONTINI, E. Internet das coisas (IoT): inovação para o agronegócio. **Área de Informação da Sede-Nota Técnica/Nota Científica (ALICE)**, 2017.

SILVA, Nadison Francisco da et al. Desenvolvimento de um pluviômetro automático de baixo custo utilizando material reutilizável para internet das coisas. Acesso em: 22 de maio de 2018.

SOUSA, Marcelo Portela; LOPES, Waslon Terllizzie A. Desafios em Redes de Sensores sem Fio. **revista de Tecnologia da Informação e Comunicação**, v. 1, n. 1, p. 41-47, 2011.

INTERFACE TECNOLÓGICA

SOUZA, Lucas Santos de. Uma revisão de literatura sobre inovação e mudança técnica na agricultura. Acesso em: 19 de abril de 2019.

SPRINGER. Precision agriculture. 2019. Disponível em: https://www.springer.com/journal/11119/updates/17240272 Acesso em 02 abril 2022.

SYNGENTA DIGITAL. A Inteligência Artificial Na Agricultura. Posts. 01 set. 2020. Disponível em: https://pordentrodoagro.com.br/inteligencia-artificial-na-agricultura-2/. Acesso em: 20 de abril de 2022.