

AGRICULTURA DE PRECISÃO: sistema Autopilot sintetizado com a automação do maquinário agrícola na plantação de cana-de-açúcar

PRECISION AGRICULTURE: Autopilot system synthesized with the automation of agricultural machinery in the sugar cane plantation

Monique Amado Rodrigues[I]
Luis Carlos Geron[II]

A1. Automação e Controle de Processos (ACP)
S1: Automação Agrícola

RESUMO

Diante do desenvolvimento das tecnologias atuais, a agricultura tem recebido grandes investimentos para sua otimização e precisão. A automação se destaca pela sua capacidade de criar sistemas autônomos com pouca intervenção humana, com isso facilita os processos produtivos, devido sua maior precisão e segurança. Dentro desse contexto, o setor agrícola também tem se desenvolvido, se destacando pelo desenvolvimento de tecnologias presentes na Agricultura 4.0 e na Agricultura de Precisão. No Brasil, o setor sucroenergético existe em grande escala e, com o auxílio da automação e da Agricultura de Precisão, é possível desenvolver maquinários agrícolas automatizados e com o sistema Autopilot, voltados para a plantação de cana-de-açúcar, minimizando a fadiga do operador e, consequentemente, diminuindo acidentes e erros de trabalho, além de obter maior produtividade.

Palavras-chave: Agricultura. Sistema Autopilot. Automação. Agricultura de Precisão. Cana-de-açúcar. Maquinário agrícola.

ABSTRACT

In the face of the development of current technologies, agriculture has received large investments for its optimization and precision. Automation stands out for its ability to create autonomous systems with little human intervention, which may facilitate the production processes, due to its greater precision and security. Within this context, the agricultural sector has been developed, highlighted by the development of the Agriculture 4.0 and the Precision Agriculture technologies. In Brazil, the sugar-energy sector exists on a large scale and, with the help of automation and Precision Agriculture, it is possible to develop automated agricultural machinery with the Autopilot system, aimed at planting sugarcane, minimizing fatigue operator and, consequently, reducing accidents and work errors, besides the achievement of greater productivity.

Keywords: Agriculture. Autopilot system. Automation. Precision agriculture. Sugar cane. Agricultural machinery.

[I] Fatec Sertãozinho-SP. E-mail: moniqueamado2@gmail.com
[II] Prof. Me da Fatec Sertãozinho-SP. E-mail: luis.geron@fatec.sp.gov.br



Data de submissão do artigo: 30/06/2023.
Data de aprovação do artigo: 20/10/2023.
DOI: 10.33635/sitefa.v1i1.258

1 INTRODUÇÃO

A agricultura, em conjunto com as tecnologias desenvolvidas ao longo dos anos, tem ganhado destaque pela sua importância e eficácia. Com o advento da Indústria 4.0 em 2011, originária na Alemanha através da Feira de Hannover, surgiu a Agricultura 4.0, também conhecida como Agricultura Digital (Sebrae, 2022).

A Agricultura 4.0 está relacionada ao maior volume e precisão na coleta de dados (*Big Data*), Internet das Coisas (IoT) e automação. Diante dessas evoluções, o setor canavieiro tem recebido pesquisas e investimentos para se enquadrar ao cenário atual.

A Agricultura de Precisão pode otimizar custos, além de melhorar as práticas de manejo (Santos; Carpes; Barbieri, 2023). Com isso, a finalidade desse trabalho é analisar a possibilidade de automação total do maquinário agrícola para a plantação de cana-de-açúcar, no Brasil, em conjunto com a Agricultura de Precisão e demais tecnologias presentes, a fim de reduzir a fadiga do operador e induzi-lo à análise dos dados gerados, para a tomada de decisões mais assertivas durante o processo.

A combinação de fatores que desenvolvem o desgaste e a fadiga no ambiente agrícola pode aumentar a propensão de acidentes durante o trabalho (Gimenez, 2023.). Sendo assim, aplicar um sistema Autopilot no plantio automatizado de cana-de-açúcar pode otimizar o processo e evitar acidentes.

De acordo com o Nachiluk (2021), "O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar e, na safra 2020/21, foi responsável pela produção de 654,5 milhões de toneladas destinados à produção de 41,2 milhões de toneladas de açúcar e 29,7 bilhões de litros de etanol1". Com a automatização completa, desde o processo de plantio ao deslocamento do maquinário, é possível maior agilidade e precisão no plantio da cana-de-açúcar, o que resulta em produções em maior escala, fazendo com que o Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil tende a crescer, resultando na melhoria da economia do país.

O objetivo geral é analisar a possibilidade da automação total do maquinário agrícola, destacando o setor canavieiro, onde é possível produzir principalmente açúcar, etanol e bioeletricidade (energia limpa).

Os objetivos específicos são:

1. Definir o conceito de Agricultura 4.0 e Agricultura de Precisão;
2. Definir elementos que compõem a automatização de processos; e
3. Definir o conceito e utilização do sistema Autopilot.

2 AGRICULTURA 4.0

Com o objetivo de facilitar os processos e adquirir maior precisão dos dados agrícolas, a Agricultura 4.0 possibilita a digitalização da produção rural e, por isso, também é conhecida como Agricultura Digital. Os pilares da Agricultura 4.0 implicam na gestão baseada em dados, produção a partir de novas ferramentas, sustentabilidade e profissionalização (Revista Cultivar, 2019).



2.1 Agricultura de Precisão

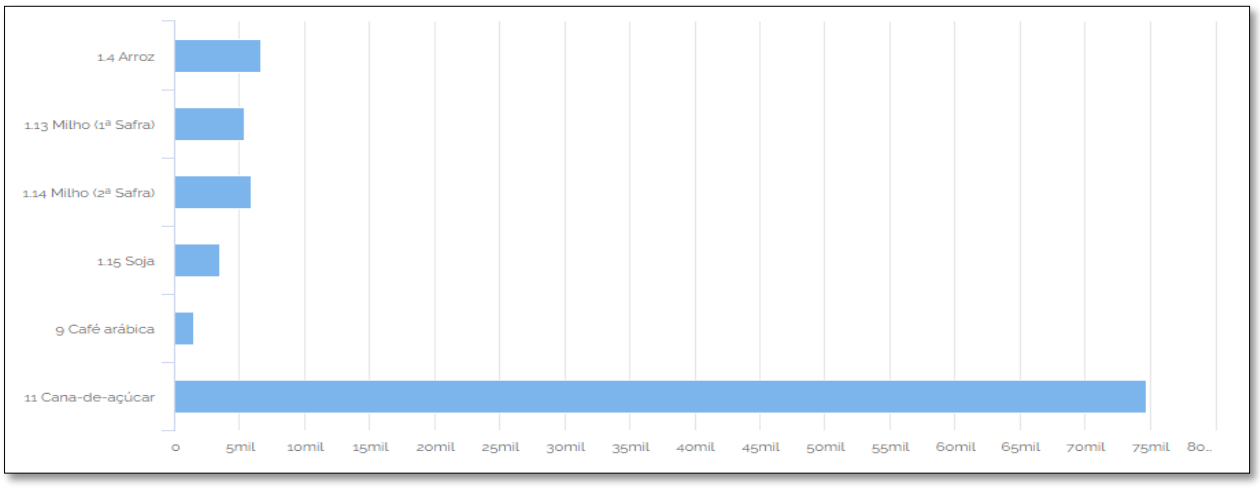
Em conjunto com a Agricultura 4.0, há a Agricultura de Precisão (AP). Embora semelhantes, a Agricultura de Precisão, por sua vez, possui um sistema de gerenciamento centralizado em cada ponto da propriedade agrícola, e tem por objetivo otimizar o uso de insumos por área, aumentando a produtividade e a sustentabilidade (Grego, p.443, 2014). A Agricultura de Precisão é uma excelente ferramenta para o acompanhamento das atividades agrícolas (Mantovani *et al*., 2020), sendo atualmente quase que indispensável para o aprimoramento de produções no meio rural.

Enquanto a Agricultura Digital oferece ferramentas para a coleta de dados, a Agricultura de Precisão utiliza desses dados para a otimização da produção e sustentabilidade no meio rural. O Brasil é o 3° no ranking de produção científica mundial com Agricultura de Precisão, segundo a base de dados Scopus, destaca o site de pesquisas Laboratório de Agricultura de Precisão (LAP, 2023).

Pesquisadores da Feagri (Faculdade de Engenharia Agrícola) criaram um sistema que possibilita a criação de mapas de produtividade, utilizando Agricultura de Precisão (Otaviano, 2017). Com isso, o diretor da empresa Enalta, Cléber Manzoni, afirma: “Conseguimos identificar áreas de maior e menor produtividade, além de fazer uma gestão do manejo para tentar melhorar a produtividade. Os mapas de produtividade são o princípio da Agricultura de Precisão”.

Uma pesquisa realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2023), mostra o rendimento médio por ano na produção de cana-de-açúcar em relação ao arroz, milho, soja e café arábico, conforme mostra o Gráfico 1. Com o avanço da produção de cana-de-açúcar, se faz notório a necessidade da implantação da Agricultura de Precisão e demais tecnologias, para sua otimização e desenvolvimento.

Gráfico 1 – Rendimento médio por ano da safra e produto (Kg por Hectare)



Fonte: IBGE (2023)

3 AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

A automação industrial refere-se ao controle e autonomia das tarefas, funções e mecanismos das máquinas industriais, com o objetivo de melhorar o desempenho da cadeia



produtiva (Futurecom (2023). Dentro desse conceito, existem equipamentos e dispositivos que trabalham em conjunto na automatização de processos.

3.1 Sensores

Os sensores são dispositivos sensíveis as formas de energia do ambiente, eles servem para captar grandezas físicas de um objeto, máquina ou ambiente, a fim de transferir para uma plataforma de controle. Com os sensores, é possível medir a energia luminosa, térmica e cinética, além de pressão, temperatura, velocidade, corrente, aceleração, posição e outros (Sensores Industriais, 2008, p.17).

Os dados dos sensores são levados através de transmissores para um sistema de controle, geralmente usa o Controlador Lógico Programável (CLP). Normalmente, o sinal de saída de um sensor precisa ser manipulado antes da sua leitura no sistema de controle, onde é realizado através de um circuito de interface a produção de um sinal que possa ser lido pelo controlador.

Para melhor aplicação, usa-se o transdutor, onde é possível converter uma grandeza física em um sinal de tensão ou corrente elétrica, e que pode ser interpretado pelo sistema de controle. Ou seja, o transdutor é considerado um dispositivo completo, contendo além do sensor, a capacidade de ser uma interface com o controle e com o atuador.

3.2 Inteligência Artificial (IA)

A IA é um campo de estudos da computação que visa criar máquinas que possam imitar ações semelhantes à inteligência humana, tendo a capacidade de raciocinar, reconhecer padrões, planejar e solucionar problemas (Souza, 2021). Seu subconjunto “Machine Learning”, comumente conhecido como “Aprendizado de Máquina”, possui a capacidade de aprendizagem de máquina através da experiência, proporcionando a tomada de decisões por histórico de ações (Cloud Google, 2023a). Com essa tecnologia, pode-se desenvolver sistemas automatizados para a plantação de cana-de-açúcar, onde o próprio software da IA direcione o maquinário agrícola durante seu percurso, trazendo precisão, agilidade e segurança durante o trabalho.

4 AUTOMAÇÃO NA PLANTAÇÃO DE CANA DE AÇÚCAR

A princípio, a colheita da cana-de-açúcar era manual e, para facilitar esse trabalho, queimava-se hectares de plantação de cana-de-açúcar para eliminar as folhas e manter apenas os caules. Esse método foi abolido em 19 de setembro de 2002, através da Lei N° 11.241, devido a seus impactos ambientais (São Paulo, 2002). Com isso, a busca pela mecanização no setor canavieiro aumentou e alguns anos depois com a necessidade de otimizar os processos industriais e na agricultura, surgiu a Indústria 4.0 e, consequentemente, a Agricultura 4.0.

O setor canavieiro é responsável por movimentar há mais de 500 anos a economia brasileira, resultando em cerca de 2% do produto interno bruto (PIB) nacional (CropLife Brasil, 2019). Com isso, é necessário que haja o desenvolvimento e praticidade das ações agrícolas que envolvem o controle dos processos da cana-de-açúcar, inclusive no plantio.

Pensando nisso, a automação em conjunto com a Agricultura de Precisão pode facilitar o plantio da cana-de-açúcar, trazendo dados mais precisos coletados através do sensoriamento e gerar novos empregos, pois com essa tecnologia serão necessários profissionais treinados para a manutenção e controle dos dispositivos implantados no maquinário agrícola.



5 SISTEMA AUTOPILOT

O sistema Autopilot (ou Piloto Automático), está presente principalmente em navios e aviões, servindo como um guia aos pilotos. Há várias etapas e dispositivos ligados ao piloto automático de um avião, sendo um dos principais dispositivos o GPS (Moria, 2019). Aplicando essa tecnologia de forma personalizada em maquinários agrícolas, é possível obter um maquinário que se movimente de forma autônoma em um campo rural, podendo realizar a plantação de cana-de-açúcar e outras funções.

Para a implantação dessa tecnologia em maquinários agrícolas voltados para a plantação de cana-de-açúcar, são necessários dispositivos e sistemas presentes na automação e na Agricultura de Precisão.

Para se obter um sistema Autopilot de precisão, o modelo de sinal RTK (real-time kinematic) entra como uma forma de captar e corrigir os sinais emitidos por satélites, como por GNSS (Global Navigation Satellite System), que fornece maior precisão de posicionamento através do sistema de triangulação (Agres, 2021). Para isso, a base do RTK precisa estar em um local fixo e plano no maquinário agrícola, e pode ter precisão de 2,5 cm no plantio (Valtra, 2023).

Assim que o maquinário agrícola percorrer o campo para a plantação de cana-de-açúcar, pode-se enfrentar obstáculos, porém com a ação do sistema Autopilot e da IA (Inteligência Artificial), é possível identificar o objeto e realizar o desvio do maquinário agrícola para voltar ao seu trajeto original, de forma autônoma. O diretor de marketing da Jhon Deere, Rodrigo Bonato, afirma que “A autonomia é a máquina andar sozinha. A automação é ela tomar as decisões. São questões distintas e complementares. Hoje, as máquinas aprendem enquanto estão colhendo” (Azevedo, 2022).

6 DISPOSITIVOS E SISTEMAS NO MAQUINÁRIO AGRÍCOLA

A base para se desenvolver a tecnologia de automação dos processos para a realização do plantio da cana-de-açúcar juntamente com o sistema Autopilot, é a utilização de sensores, antena para captação de sinais e um sistema inteligente, projetado para o display do sistema de controle. Atualmente, se torna possível desenvolver um sistema inteligente para a identificação e desvio de obstáculos e demais objetos específicos, pois a Inteligência Artificial (IA) permite isso (Microsoft, 2023).

Sendo assim, é possível aplicar essa tecnologia no maquinário agrícola para o seu deslocamento com maior precisão. Além disso, com a *Internet of Things (IoT)* e a Computação em Nuvem, pode-se conectar o maquinário com a internet e armazenar todos os dados em nuvem para maior segurança. Essas e outras tecnologias atuais são necessárias para garantir a segurança alimentar e a produção agrícola mais sustentável, afirma Mantovani e Bernardi (2021).

A Computação em Nuvem disponibiliza sob demanda o armazenamento de dados e serviços, onde o custo é baseado somente pelo que for utilizado na plataforma. Além disso, é possível armazenar todos os dados em datacenters em outros países e regiões, tornando seu custo menor e eliminado a necessidade de a empresa adquirir, configurar e gerenciar a infraestrutura (Cloud Google, 2023b).

Os sensores (ou transdutores) geram dados e, quando se trata de dados, é necessário que haja a organização e segurança deles. Com isso, o *Big Data* presente em um dos pilares da



Indústria 4.0 auxilia nessa gestão, pois ele trata de grandes volumes de dados que precisam ser processados e armazenados (Garcia, 2022).

Os dispositivos diretamente ligados ao maquinário agrícola devem ser sensor de proximidade, câmeras, sensor de temperatura e outros, além de um sistema de GNSS e automação para os movimentos do maquinário na realização do plantio.

7 METODOLOGIA

Para a realização deste artigo, foram realizadas pesquisas bibliográficas de tecnologias atuais para a implantação da automação total em máquinas agrícolas, destacando o uso dela na plantação de cana-de-açúcar.

Conforme o decorrer das pesquisas, foram selecionados os principais temas e sua aplicabilidade, diante dos resultados obtidos através de tecnologias presentes, desenvolvidas e em desenvolvimento.

8 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No evento da Agrishow que ocorreu no município de Ribeirão Preto-SP neste ano (2023), o especialista de marketing de produtos Vanderson Schneider, apresentou um sistema de piloto automático que pode ser aplicado em diversas máquinas agrícolas, utilizando de rotas pré-estabelecidas, como mostra na reportagem do Notícias Agrícolas Oficial (2023). Com isso, prova-se que é possível aplicar o sistema Autopilot juntamente com a automação em máquinas agrícolas. Aplicar as tecnologias atuais em maquinários agrícolas para a plantação de cana-de-açúcar reforça o desenvolvimento dele, atingindo positivamente as usinas e seus colaboradores, podendo gerar maior produção, segurança e lucratividade.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste artigo, apresentou-se a possibilidade de aplicação do sistema Autopilot juntamente com tecnologias de automação para maquinários agrícolas destinados a plantação de cana-de-açúcar, de forma que o operador otimize seu tempo e energia para redigir outras funções. Diante do avanço tecnológico atual, tanto na agricultura quanto no meio digital, o Brasil sendo um dos maiores produtores de cana-de-açúcar, tem potencial de alavancar ainda mais sua produção, de forma mais assertiva e sustentável. Com a aplicação do sistema Autopilot sintetizado com as tecnologias de automação presentes, se torna possível o operador demandar mais tempo e atenção na análise das informações geradas durante a plantação de cana-de-açúcar, além de diminuir seus esforços físicos e obter mais segurança e precisão na coleta e gestão dos dados, gerando mais sustentabilidade e lucratividade.

REFERÊNCIAS

AGRES. **Sinal RTK**. 2021. Disponível em: https://agres.com.br/sinal-rtk/.2021. Acesso em: 26 jun. 2023.

AZEVEDO, Gabriel. Máquinas agrícolas autônomas: o futuro do campo chegou na Agrishow. 2022. **Canal Rural**. Disponível em: https://www.canalrural.com.br/agricultura/maquinas-agricolas-autonomas-o-futuro-do-campo-chegou-na-agrishow/ . Acesso em: 27 set. 2023.



CROPLIFE BRASIL**. Cana-de-açúcar**: uma cultura de sucesso para a economia brasileira. 2019. Disponível em: https://croplifebrasil.org/conceitos/cana-de-acucar-uma-cultura-de-sucesso-para-a-economia-brasileira/#:~:text=A%20cana%2Dde%2Da%C3%A7%C3%BAcar%20h%C3%A1,para%20a%20exporta%C3%A7%C3%A3o%20desses%20produtos Acesso em: 02 maio 2023.

GARCIA, Marco. *i*: O que é, conceito e definição. **Cetax.** 2022. Disponível em: https://cetax.com.br/big-data/. Acesso em: 08 jun. de 2023.

GIMENEZ, Leandro. **Ergonomia e segurança**. 2023. Disponível em: https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://edisciplinas.usp.br/mod/resource/view.php%3Fid%3D2329704&ved=2ahUKEwiz6rarxMGBAxXau5UCHQq1DJIQFnoECBgQAQ&usg=AOvVaw1mwRmglgQPQeu2itJSVZj0 . Acesso em: 23 set. 2023.

FUTURECOM. **Automação Industrial**: conceito, objetivos e vantagens. 2023. Disponível em: https://www.futurecom.com.br/pt/imprensa/Noticias-do-Setor/Automacao-Industrial-conceito-objetivos-e-vantagens.html#:~:text=Ou%20seja%2C%20a%20automa%C3%A7%C3%A3o%20industrial,faz%20parte%20da%20automa%C3%A7%C3%A3o%20industrial. Acesso em: 08 jun. 2023.

CLOUD GOOGLE. **Inteligência artificial (IA) x machine learning (ML).** 2023a. Disponível em: https://cloud.google.com/learn/artificial-intelligence-vs-machine-learning?hl=pt-br . Acesso em 27 de set de 2023.

_____. **O que é a computação em nuvem?** 2023b. Disponível em: https://cloud.google.com/learn/what-is-cloud-computing?hl=pt-br . Acesso em: 20 jun. 2023.

GREGO, Célia Regina. *et al*. (s.d.). Agricultura de precisão em cana-de-açúcar. **Embrapa.** 2014. Disponível em: https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1002013/1/4223.pdf. Acesso em: 22 set. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA)**. 2023. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9201-levantamento-sistematico-da-producao-agricola.html. Acesso em: 22 set. 2023.

LABORATÓRIO DE AGRICULTURA DE PRECISÃO (LAP). **Brasil é o 3º na produção científica mundial com Agricultura de Precisão, segundo base de dados Scopus**, **e prof. JP Molin é destaque**. 2023. Disponível em: https://www.agriculturadeprecisao.org.br/brasil-e-o-3o-na-producao-cientifica-mundial-com-agricultura-de-precisao-segundo-scopus-e-prof-jp-molin-e-destaque/ . Acesso em: 20 set. 2023.



MANTOVANI, Evandro Chartuni; MIRANDA, Rubens Augusto de; LANDAU, Elena Charlotte; PASSOS, Alexandre Martins Abdão dos. A agricultura de precisão no contexto do sistema de produção: lucratividade e sustentabilidade. 2020. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 209.** Embrapa Milho e Sorgo Sete Lagoas, Minas Gerais, 2020.

MANTOVANI, Evandro Chartuni; BERNARDI, Alberto C. de Campos. Contribuição do Portfólio de Automação, Agricultura de Precisão e Digital ao Plano Nacional de Fertilizantes. 2021. Documentos 141. **Embrapa Pecuária Sudeste**, São Carlos-SP, 2021.

MICROSOFT. **Detectar objetos em imagens com o Visão Personalizada de IA do Azure**. 2023. Disponível em: https://learn.microsoft.com/pt-br/training/modules/detect-objects-images-custom-vision/. Acesso em: 20 jun. 2023.

MONTE, João Bosco. Agricultura 4.0: tecnologia aliada ao desenvolvimento sustentável. 2019. **Revista Cultivar**. Disponível em: https://revistacultivar.com.br/artigos/agricultura-4-0-tecnologia-aliada-ao-desenvolvimento-sustentavel. Acesso em: 08 jun. 2023.

MORIA, Ricardo.Como os aviões se orientam durante o voo? **Airway.** 2019. Disponível em: https://www.airway.com.br/como-os-avioes-se-orientam-durante-o-voo/. Acesso em: 08 jun. 2023.

NACHILUK, K. Alta na Produção e Exportações de Açúcar Marcam a Safra 2020/21 de Cana. **Análises e Indicadores do Agronegócio**, São Paulo, v. 16, n. 6, jun. 2021, p. 1-5. Disponívelem: http://www.iea.sp.gov.br/out/TerTexto.php?codTexto=15925#:~:text=O%20Brasil%20%C3%A9%20o%20maior,de%20litros%20de%20etanol1. Acesso em: 18 abr. 2023.
OTAVIANO, Carolina. **Sistema monitora a produtividade da cana-de-açúcar:** tecnologia desenvolvida na Unicamp vem sendo implementada em usinas da América Latina. 2017. Disponível em: https://www.unicamp.br/unicamp/ju/noticias/2017/12/18/sistema-monitora-produtividade-da-cana-de-acucar. Acesso em: 30 abr. 2023.

NOTÍCIAS AGRÍCOLAS OFICIAL. **Sistema de piloto automático pode ser adaptado em máquinas antigas, novas e de todas as marcas**. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=MQVAjqM5QP0. Acesso em: 20 jun. 2023.

SANTOS, Gustavo dos; CARPES, Dauto; BARBIERI, Juan Paulo. **Revista Cultivar**. 2023. Disponível em: https://revistacultivar.com.br/artigos/piloto-automatico-de-opcional-a-item-obrigatorio-na-mecanizacao-moderna. Acesso em: 08 jun. 2023.

SÃO PAULO. **Lei Nº 11.241**, de 19 de Setembro de 2002. Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo. Disponível em: https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2002/lei-11241-19.09.2002.html . Acesso em: 28 abr. 2023.

SEBRAE. **Quando surgiu a Indústria 4.0?**2022. Disponível em: https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/quando-surgiu-a-industria-40,4542c009cbce3810VgnVCM100000d701210aRCRD#:~:text=O%20termo%20Ind%C3%BAstria%204.0%20foi,estudo%20sobre%20a%20Ind%C3%BAstria%204.0. Acesso em: 30 abr. 2023.



SOUZA, Jarlyson Brunno Costa. **Técnicas de Agricultura Digital para Predição da Maturação do Amendoim**. 2021. Dissertação (Mestre em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, Jaboticabal-SP, 2021.

THOMAZINI, Daniel; ALBUQUERQUE, Pedro Urbano Braga de. **Sensores Industriais**: fundamentos e aplicações. São Paulo: Érika Ltda, 2008. p.17.

VALTRA. **Rede RTK**. 2023. Disponível em: https://www.valtra.com.br/agricultura-inteligente/rede-rtk.html . Acesso em: 26 jun. 2023.