

COMO OS DRONES ESTÃO REVOLUCIONANDO O MANEJO DE PRAGAS NA AGRICULTURA

HOW DRONES ARE REVOLUTIONIZING PEST MANAGEMENT IN AGRICULTURE

Júlia Augusta Barão – juliabarao166@gmail.com
Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga – Taquaritinga – São Paulo - Brasil

Fábio Alexandre Cavichioli - fabio.cavichioli@fatectq.edu.br
Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga – Taquaritinga – São Paulo – Brasil

DOI: 10.31510/infa.v21i2.2022

Data de submissão: 13/09/2024

Data do aceite: 23/11/2024

Data da publicação: 20/12/2024

RESUMO

Drones desempenham um papel fundamental nas mudanças no manejo de pragas da agricultura. Com grande capacidade de monitorar eficientemente vastas extensões de terra detectam infestações precocemente, permitindo que agricultores atuem com rápida resposta mitigando danos à colheita. Além disso, a utilização de drones possibilita a aplicação precisa de pesticidas em áreas afetadas, diminuindo a utilização dos agrotóxicos reduzindo assim o impacto ambiental. Com o auxílio da análise de dados avançada, os agricultores conseguem por meio de decisões estratégicas o real controle de pragas. Em resumo, os drones estão revolucionando o manejo de pragas na agricultura, proporcionando assim uma abordagem eficiente, sustentável e econômica no que tange a proteção de colheitas. O objetivo deste trabalho é comparar a eficiência técnica e econômica de drones pulverizadores com tratores agrícolas na cultura da soja. A justificativa para esse estudo se dá por meio do significativo aumento deste tipo de equipamento na agricultura, pois o mesmo evita o amassamento nas entre linhas, além da expressiva redução de tempo e recursos, minorando o impacto ambiental.

Palavras-chave: Agricultura de precisão; Impacto ambiental; índice de vegetação.

ABSTRACT

Drones play a fundamental role in changes in the management of agricultural practices. With its great ability to efficiently monitor vast areas of land, it detects infestations early, allowing farmers to act quickly to mitigate crop damage. Furthermore, the use of drones enables the precise application of pesticides in affected areas, avoiding the rapid use of pesticides as well as the environmental impact. With the help of advanced data analysis, farmers achieve real planning control through strategic decisions. In short, drones are revolutionizing the management of agricultural practices, thus providing an efficient, sustainable and cost-effective approach to crop protection. The objective of this work is to compare the technical and economic efficiency of drones sprayed with agricultural tractors in soybean cultivation. The justification for this study is to provide a significant increase in this type of equipment in agriculture, as it avoids accumulation in the lines, in addition to a significant reduction in time and resources, reducing the environmental impact.

Keywords: Precision agriculture; Environmental impact; vegetation index.

1. INTRODUÇÃO

A utilização dos drones como uma ferramenta de facilitação para diversas áreas tem se destacado nas últimas décadas, suprimindo as necessidades do campo com as suas vantagens. Essa vantagem encontrava-se no uso de drones na execução de missões militares ou policiamento aéreo, em tarefas que colocariam em risco a vida de um piloto (MILESK, 2007).

Para a ANAC (2017), as aeronaves conhecidas como drones possuem um elevado grau de automatismo, essa descreve as aeronaves comerciais ou experimentais como Aeronaves Remotamente Pilotadas ou simplesmente RPA, onde a utilização de drones na agricultura tem revolucionado práticas tradicionais, principalmente no manejo de pragas, permitindo maior eficiência e sustentabilidade no campo.

De acordo com Feil (2019), a inovação da agricultura de precisão auxiliou no surgimento dos VANT's (veículos aéreos não tripulados), assim os drones vão de encontro a um grande avanço na agricultura, pois possuem muitas vantagens, como a redução dos custos, além de ser um equipamento menor do que os convencionais.

No entanto, essa dinâmica está mudando rapidamente. Os drones levam aos agricultores a capacidade de realizar o mapeamento e o monitoramento aéreo de suas lavouras de maneira rápida e detalhada. Eles também são utilizados para aplicação rápida e precisa de agroquímicos.

Por meio de câmeras, sensores e recursos avançados, os drones têm a capacidade de substituir os satélites artificiais por imagens georreferenciadas de lavouras, determinando o alcance das reservas legais. As imagens permitem que os topógrafos gerem mapas, e modelos de nivelamento circunstâncias gerais da cultura (MESQUITA, 2014).

Em suma, os drones estão revolucionando o manejo de pragas na agricultura, oferecendo aos setores ferramentas poderoso no combate às dificuldades de maneira mais sustentável.

É fato que os drones vieram para complementar ou até substituir ferramentas que causam danos ou perda a qualquer tipo de cultura, como no caso de um trator com pulverizador de barras na cultura da soja, acarretando muitas perdas, derrubando as flores e as vagens com o amassamento ocasionado pelas rodas, já os drones não apresentam problemas por trabalharem de forma aérea (FORNARI E COL., 2018).

A justificativa para esse estudo é o significativo aumento da utilização do drone na agricultura, evitando amassamento nas entre linhas, e reduzindo tempo e recursos, minorando

o impacto ambiental, tendo como objetivo a comparação dos drones pulverizadores (como o DJI Agras T40) e os tratores agrícolas convencionais (como M4030 da John Deere), assim, demonstrando a relevância econômica quanto a utilização do drone em relação ao trator, avaliando a crescente do uso de drones na cultura da soja que é justificada pela necessidade de reduzir perdas econômicas causadas pelo amassamento entre as linhas de plantio e pelo potencial de minimizar impactos ambientais por meio de aplicações mais precisas de agroquímicos.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Pragas na lavoura

Pragas em lavouras são geralmente organismos, insetos, ácaros, nematoides e outros inimigos, que atacam as plantas cultivadas, causando danos que causam grandes perdas na produção da lavoura. Essas pragas podem afetar a lavoura de várias formas, como se alimentando das folhas, caules, raízes, frutos ou sementes, transmitindo doenças ou competindo com as plantas por recursos como nutrientes, água e luz.

Exemplos de pragas:

- Lagarta-do-cartucho (*Spodoptera Frugiperda*): essa praga ataca as culturas de milho, soja, sorgo, entre outras, se alimentando das folhas e causando danos severos.
- Pulgões (*Aphididae*): São insetos pequenos que atacam uma grande variedade de culturas como soja, trigo, algodão e hortaliças, enfraquecendo as plantas pela sucção da seiva e transmitindo viroses que causam deformações.
- Mosca-branca (*Bemisia Tabaci*): Afeta culturas como tomate, feijão e algodão, eles sugam a seiva da planta, sendo transmissor de doenças virais que causam grandes perdas na lavoura.

Segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), pelo menos 20% a 40% da produção mundial é perdida anualmente, por causa das pragas que atingem as lavouras. Esse valor corresponde a aproximadamente 220 milhões de dólares. No Brasil, essa perda decorrente dos insetos é aproximada de 7,7%, o que corresponde a 25 milhões de toneladas de produtos perdidos (LODOVICA, 2018).

2.2. Surgimentos da utilização dos drones

A pulverização com drones é uma tecnologia que propõe imensas oportunidades para a agricultura dos dias atuais (FORNARI ET al., 2020a; FORNARI et al., 2020b). Com a precisão dos drones, é possível aplicar a quantidade certa de defensivos em diversos pontos dentro de um mesmo talhão. Assim, essa fundamentação teórica proporciona insights cruciais sobre como os drones estão se tornando peças-chave no arsenal dos agricultores para lidar com os desafios do manejo de pragas na agricultura moderna.

Os drones foram criados para amparar nos combates, no início, era um modelo diferente do que é conhecido hoje, por conta do seu longo processo de revolução. Hoje eles ocupam lugar em vários setores, da agropecuária até o setor de construções civis, entrega de mercadorias, auxílio em policiamento e muitos outros setores que utilizam essa nova tecnologia. (PEREIRA, 2017).

Para PEREIRA (2017) o primeiro surgiu na Alemanha em meados da Segunda Guerra Mundial, o mesmo foi inspirado em uma bomba, e ficou chamado de “Buzz Bombe”. O tipo de modelo que conhecemos nos dias atuais, foi criado pelo engenheiro espacial Abraham (Abe) Karem, em 1977, que era utilizado tanto para os militares quanto para resgates em incêndios e segurança no geral (ITARC, 2018).

O primeiro drone foi desenvolvido exclusivamente para uso militar, com início de sua utilização em meados da segunda guerra mundial, em foco para treinamento de artilharia antiaérea e testar armas de combate aéreo, (Figura 01).



Figura 1: Drone desenvolvido para uso militar.
Fonte: ITARC.ORG (2018).

O primeiro veículo aéreo não tripulado – VANT, foi criado no Brasil e tomou o nome de BQM1BR, construído pela CBT (Companhia Brasileira de Tratores), tinha como objetivo ser um alvo aéreo (ITARC, 2018). Os drones usados nas guerras são diferentes dos atuais, porém esse tipo de “máquina” vem sendo cada dia mais utilizado para várias tarefas (Augusto, 2018).

2.3. A agricultura de precisão e a tecnologia emergente

Segundo NARVAEZ ET AL. (2017), na terceira Revolução Agrícola, surgiu o conceito de Agricultura de Precisão, onde as energias verdes renováveis também foram exploradas.

A Agricultura 4.0 está relacionada com tecnologias emergentes, sendo elas: Automatização de seleção de grãos (FERRAZ, 2019); Inteligência Artificial para análise do solo (KOUADIO ET AL., 2018) e Sistemas Complexos de identificação e controle de pragas e doenças (LAÇO E CORRALES, 2018).

A agricultura de precisão aumenta a produtividade agrícola por meio da aplicação precisa de insumos. Essa atitude tem como base a utilização das tecnologias avançadas, como sistemas de posicionamento global (GPS), sensores remotos, análise de dados e dispositivos automatizados, para monitorar, mapear e gerenciar as variações espaciais e temporais nas propriedades do solo (AGROGALAXY, 2023).

Contudo, a agricultura de precisão, somada a tecnologia emergente, está revolucionando o manejo de pragas juntamente com os drones, assim, oferecem aos agricultores ferramentas poderosas que monitoram as infestações de forma mais sustentável. Essa abordagem combina o poder da coleta de dados com a aplicação precisa de medidas de controle, o que proporciona uma maneira inovadora e eficaz de proteger as colheitas e garantir a segurança alimentar (REHAGRO, 2024).

2.3.1 Sensoriamento Remoto na Agricultura

O sensoriamento remoto é uma técnica utilizada na agricultura moderna, pois permite uma visão detalhada das condições do ambiente agrícola. Com a crescente disponibilidade das tecnologias avançadas, como drones equipados com câmeras de alta resolução.

Vários itens podem ser analisados através do sensoriamento remoto, onde uma delas destaca a estimativa da biomassa e produtividade da cultura, também monitorando o estresse hídrico e avaliando o estágio fenológico (BRANDÃO, 2009).

A imagem já processada de um imóvel rural, onde foi utilizado os sensores NDVI (Índice de vegetação por Diferença Normalizada), (Figura 02), muito usado para observar fertilidade de solo, visando uma aplicação em taxa variável, além de ser capaz de detectar falhas na lavoura e através das cores apresentar também os índices de clorofila das plantações.

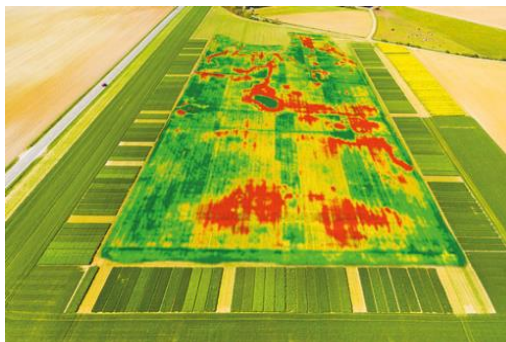


Figura 2: Determinação do índice de vegetação
Fonte: Revista Cultivar (2021).

As imagens obtidas pelos drones são detalhadas, e assim fornecem uma grande riqueza de informações importantes, que de alguma outra forma, não seriam tão acessíveis. Isso inclui imagens de alta resolução, como as imagens encontradas na REVISTA CULTIVAR (2021), que identificam individualmente plantas doentes, imagens multiespectrais que revelaram informações sobre a presença de pragas, e imagens térmicas que podem indicar variações na temperatura do solo e das plantas.

Desta forma, nota-se que o sensoriamento remoto na agricultura tem ênfase na visão aérea proporcionada pelos drones, representando uma abordagem poderosa e inovadora para o monitoramento e gerenciamento das lavouras, contribuindo para que a agricultura de precisão avance cada vez mais.

2.3.2 Eficiências na detecção de pragas na lavoura

A utilização das tecnologias na agricultura cresce disparadamente nos últimos anos, onde vale destacar os drones, que se tornaram uma ferramenta essencial no setor agrícola, com projeções cada dia mais presentes no campo. Ele reduz tempo e custo dos produtores, aumentando a produtividade na lavoura (GONÇALVES; CAVICHIOLLI, 2021).

A eficiência na detecção de pragas é o principal benefício proporcionado pelos drones dentro da agricultura, pois antigamente essa visualização exigia inspeções manuais e eram mais demoradas, resultando na infestação mais rápida, causando danos mais significativos às plantações (PERFECT FLIGHT, 2024).

No entanto, com o uso de drones, esse processo tornou-se muito mais rápido, preciso e abrangente. Com a habilidade de detectar as pragas precocemente, os agricultores podem agir rapidamente para programar medidas de controle e mitigação, como a aplicação direcionada de pesticidas ou a introdução de insetos naturais para se realizar o controle de pragas. Isso não só ajuda a evitar danos significativos às plantações, mas também reduz a demanda de utilizar certas

quantidades de produtos químicos, pois ao se utilizar produtos classificados como biológico isso se resulta em benefícios ambientais e econômicos para os agricultores GONÇALVES e CAVICHIOLI (2021).

3. METODOLOGIA

A metodologia utilizada neste trabalho é baseada em uma pesquisa bibliográfica, que segundo FONSECA (2002), é fundamental no meio acadêmico, com o objetivo de aprimorar e alavancar o estudo em um determinado assunto por meio da investigação científica. Foram analisados custos de operação e perdas por amassamento, comparando a tecnologia de drones com tratores pulverizadores em uma área de 10 hectares, levando em conta dados econômicos e operacionais apresentados na Tabela 1.

Segundo DENZIN E LINCOLN (2006), é uma abordagem interpretativa, onde os pesquisadores estudam os cenários atuais de determinado assunto, entendendo os fenômenos e os significados. Seguindo essa mesma linha, VIEIRA E ZOUAIN (2005) conta que as pesquisas qualitativas trazem importância para os depoimentos dos atores envolvidos no trabalho. No mesmo sentido, a pesquisa preza em uma descrição detalhada dos elementos que envolvem o mesmo.

Inicialmente, foi conduzida uma extensa revisão da literatura para compreender o estado atual da pesquisa nesse campo, identificando estudos que abordam a eficácia dos drones na detecção, monitoramento e controle de pragas agrícolas são eficazes em atividades elaboradas no campo, visando economia de tempo e recurso.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nos últimos anos, os drones se destacaram por ser uma ferramenta essencial nas lavouras, principalmente no controle de pragas e doenças. As contribuições trazidas pelo mesmo transformam o setor agrícola de maneira benéfica.

Os drones oferecem a detecção rápida das infestações, fator esse que é crucial para uma rápida resposta no controle eficaz, ou seja, a identificação precoce, permite que a medida preventiva seja implementada, antes que os danos se tornem maiores e incontroláveis, maximizando a eficácia do controle de pragas (SOARES; ROGGIA E ADEGAS, 2021).

Outro ponto relevante é a aplicação precisa de pesticidas. Segundo EAVISION (2024), os drones são capazes de pulverizar esses produtos de forma milimétrica, garantindo a eficaz distribuição. Por trabalhar com bicos atomizadores que ajudam no dispêndio de agroquímicos,

os drones não causam impactos ambientais, diminuindo drasticamente a contaminação do solo e a água, além da menor exposição por parte do operador.

O comparativo, segundo análises na tabela 01, quanto à utilização na pulverização da cultura de soja por tratores, em um formato convencional versus drones, este usufruindo dos recursos de agricultura de precisão, tem o trator apresentando um custo hora máquina mais barato, sendo este de R\$50,00 por hectare quando comparado ao drone.

Tabela 1: Comparativo do uso de drone em lavoura de soja x trator modo convencional.

CENÁRIO PARA COMPARAÇÃO – DRONE X TRATOR	
Cultura: Soja	
Área de Plantio: 10 Hectares	
Produção Média: 65 sacas / Hectare	
Valor da saca: R\$ 130,00	
Pulverizações: 04 Pulverizações	
DRONE	TRATOR
Perda por amassamento: 0%	Perda por amassamento: 5%
Perda = 0% = R\$ 0,00	5% x 65 sacas = 3,25 perda / sacas / hectare
	10 hectares x 3,25 sacas = 32,5 sacas em 10 ha
	32,5 sacas x R\$ 130,00 = R\$ 4.225,00
	Perda = 5% = R\$ 4.225,00
Pulverização Drone: R\$ 130,00 / Hectare	Pulverização Trator: R\$ 80,00 / hectare
10 ha x 130,00 x 4 Pulv. = R\$ 5.200,00	10 ha x 80,00 x 4 pulverizações = R\$ 3.200,00
Custo: R\$ 5.200,00	Custo: 3.200,00
Perda: + 0,00	Perda: + 4.225,00
Total: R\$ 5.200,00	Total: R\$ 7.425,00
Trator R\$ 7.425,00 (custo + perda de 5%)	
Drone - R\$ 5.200,00 (custo + não há perda)	
R\$ 2.225,00 DE DIFERENÇA ENTRE OS COMPARATIVOS	

Fonte: Aero agrícola Paraguaçu (2023).

GONÇALVES E CAVICHIOLI (2021) viram várias vantagens da implementação dos drones, como a redução de tempo de monitoramento, mapeamento de áreas de difícil acesso, vistorias e descobertas de pragas, e principalmente os custos reduzidos por cada aplicação, como visto na tabela 01.

No comparativo entre os drones e tratores para pulverização de soja em uma área de 10 hectares, o drone ganha mais destaque pela eficiência, onde elimina as perdas por amassamento, já o trator causa perdas que são estimadas em 5%, o que equivale a 32,5 sacas, dando um prejuízo de R\$4.225,00. Mesmo que os drones tenham um custo operacional maior, a ausência de perdas torna o mesmo mais econômico. A análise reforça os benefícios da tecnologia de precisão.

Quando projetasse os valores reais praticados a campo em pulverizações e na comercialização da soja, garante-se um grande benefício quanto a utilização do drone de pulverização, este retorna uma economia em torno de R\$ 2.225,00 a cada 10 hectares, ou seja, na escala quanto maior a área, maior será o prejuízo do produtor ao optar as pulverizações utilizando o trator.

No contexto das constantes inovações, os veículos aéreos não tripulados se tornaram mais acessíveis, o que beneficia os setores agrícolas, que antigamente eram carentes das tecnologias. De acordo com GIRALDELI (2019), os drones têm contribuindo para o aumento da produtividade, assim, permitindo uma gestão mais eficiente dos recursos e uma maior precisão na execução de tarefas diversas. Em resumo, a implementação dessa nova tecnologia é uma solução vantajosa, que com o tempo, proporcionará economias substanciais e promoverá práticas mais sustentáveis e precisas.

5. CONCLUSÃO

Considerasse que o uso de drones na agricultura, principalmente no controle de pragas, se mostrou uma solução inovadora e eficaz. Ficou explícita no impacto benéfico dessas tecnologias no melhoramento das práticas agrícolas e na proteção das colheitas e no benefício econômico dos drones, a análise demonstrou que os drones para pulverização na cultura da soja, especialmente em áreas maiores, onde o impacto das perdas por amassamento aumenta significativamente. Além disso, a tecnologia é uma alternativa sustentável e eficiente para o manejo de pragas, promovendo maior produtividade com menor impacto ambiental.

Demonstrou-se ainda a importância de um monitoramento eficiente das lavouras, permitindo a detecção de pragas facilitando a tomada de decisão pelos agricultores na resolução do problema.

Conclui-se que o objetivo deste trabalho foi alcançado, pois foi possível demonstrar a realidade a campo quando comparasse os drones com os tratores na pulverização da cultura da soja, além dos valores quanto a custos para aquisição de equipamentos versus perdas por amassamentos das linhas. Além de ficar expresso que os drones conseguem pulverizar uma área maior em menor tempo, pois possuem uma excelente cobertura de gotas por cm² mesmo em baixa vazão, ainda se mostrando sustentável no que concerne ao uso racional de água. Os drones representam não apenas uma ferramenta, mas sim uma verdadeira revolução no controle de pragas na agricultura.

REFERÊNCIAS

- ANAC.** Regras sobre drones. Disponível em: http://www.anac.gov.br/noticias/2017/regras-da-anac-para-uso-de-drones-entram-em-vigor/release_drone.pdf. Acesso em: 15 mar. 2024.
- AUGUSTO, Thais.** Uso de drones cresce dentro de vários segmentos empresariais. 2018. Disponível em: <https://www.google.com/amp/s/veja.abril.com.br/economia/mercado-de-drones-cresce-dentro-do-setor-empresarial/amp/>. Acesso em: 15 mar. 2024.
- BRANDÃO, Ziany Neiva.** Estimativa da produtividade e estado nutricional da cultura do algodão irrigado via técnicas de sensoriamento remoto. 2009. 152 f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2009. Disponível em: <https://www.embrapa.br/equipe/-/empregado/303192/ziany-neiva-brandao>. Acesso em: 13 mar. 2024.
- DENZIN, Norman; LINCOLN, Yvonna.** Introdução: a disciplina e a prática da pesquisa qualitativa. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/7895700/mod_resource/content/1/2006_Denzin_planejamento%20da%20pesquisa%20qualitativa.pdf. Acesso em: 02 set. 2024.
- EAVISION.** "Drones pulverizadores para prevenção de infestações." Disponível em: <https://eavision.com.br>. Acesso em: 23 nov. 2024.
- FEIL, Bruna Eduarda Meinen.** Vale a pena investir no uso dos drones na agricultura? **Mais soja.** Disponível em: <https://maissoja.com.br/vale-a-pena-investir-no-uso-de-drones-na-agricultura>. Acesso em: 01 abr. 2024.
- FERRAZ, Vinicius Galvão.** Agricultura 4.0: Uma taxonomia por meio da teoria do enfoque meta-analítica consolidada. Faculdade de Tecnologia - Departamento de Engenharia de Produção. Disponível em: https://bdm.unb.br/bitstream/10483/35105/1/2022_ViniciusGalvaoFerraz_tcc.pdf. Acesso em: 15 mai. 2024.
- FONSECA, João José Saraiva Da.** Metodologia da pesquisa científica. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila. Disponível em: https://dirin.s3.amazonaws.com/drive_materias/1649850285.pdf. Acesso em: 02 set. 2024.
- FORNARI, Michele; AMADO, Telmo Jorge Carneiro; MOGORRÓN, Héctor; CHIOMENTO, José Luís Trevizan.** Veículos aéreos não tripulados (VANT) sobre o campo. **Revista Plantio Direto**, v. 177, n. 1, p. 35-40, 2020b. Acesso em: 15 mar. 2024.
- FORNARI, Michele; AMADO, Telmo Jorge Carneiro; CARVALHO, Luiz Felipe; CHIOMENTO, José Luís Trevizan; HOSS, Douglas Felipe.** Drones pulverizadores: uma nova tecnologia a favor da agricultura. **Revista Plantio Direto**, v. 178, n. 1, p. 34-39, 2020 a. Disponível em: <https://plantiodireto.com.br/artigos/36>. Acesso em: 13 mai. 2024.
- GIRALDELI, Ana Lígia.** Drones na agricultura: como eles te ajudam a lucrar mais. **Aegro**, 2019. Disponível em: <https://blog.aegro.com.br/drones-na-agricultura/>. Acesso em: 01 abr. 2024.

GONÇALVES, Vinicius; CAVICHIOLI, Fernando. Estudo das funcionalidades dos drones na agricultura. **Revista Interface Tecnológica**, v. 18, n. 1, p. 321–331, 2021.

Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/1126>. Acesso em: 10 set. 2024.

INSTITUTO AGROGALAXIA. Aumento de produtividade com a agricultura de precisão. Disponível em : <https://institutoagrogalaxy.org.br> . Acesso em: 23 nov. 2024.

ITARC. Drones estão se tornando uma vantagem competitiva para as empresas. Disponível em: <https://itarc.org/uso-de-drones-na-agricultura/>. Acesso em: 01 abr. 2024.

KOUADIO, Louis; DEO, Ravinesh; BYRAREDDY, Vivekananda; ADAMOWSKI, Jan; MUSHTAQ, Shahbaz; NGUYEN, Van Phuong. Artificial intelligence approach for the prediction of robusta coffee yield using soil fertility properties. **Comput. Electron. Agricult.**, vol. 155, p. 324–338, Dec. 2018. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168169918304733>. Acesso em: 21 jun. 2024.

LAÇO, Emanuel; CORRALES, Juan Carlos. Towards an alert system for coffee diseases and pests in a smart farming approach based on semi-supervised learning and graph similarity. In: **Proc. Int. Conf. ICT Adapting Agricult. Climate Change, Adv. Intell. Syst. Comput.**, vol. 687. Popayán, Colombia: Springer-Verlag, 2018, pp. 111–123. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-70187-5_9. Acesso em: 03 jul. 2024.

LODOVICA, Maria. Mudança climática influencia na perda da produção agrícola para pragas. **FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations.** Disponível em: <https://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/fr/c/1411810/>. Acesso em: 13 mai. 2024.

MESQUITA, Ariosto. O avanço dos drones. **Agro DBO**, maio 2014. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/114141/1/cpam-2014-shozo-drones.pdf>. Acesso em: 27 mai. 2024.

MILESKI, André. Uma história de alta tecnologia. **Revista Tecnologia e Defesa**, ano 20, n. 92, p. 42-61, 2007. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/revistaufg/article/download/58528/33586/260595>. Acesso em: 21 jun. 2024.

NARVAEZ, Francisco Yandun; REINA, Julio; TORRITI, Miguel Torres; CANTOR, Jorge; CHEEIN, Fernando Auat. A survey of ranging and imaging techniques for precision agriculture phenotyping. **IEEE/ASME Trans. Mechatron.**, vol. 22, n. 6, p. 2428–2439, Dec. 2017. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/A-Survey-of-Ranging-and-Imaging-Techniques-for-Narvaez-Reina/59defa8d4e9fae572fb195344a37bce6c28a3bbb#paper-topics>. Acesso em: 21 jun. 2024.

PEREIRA, Daniela Silva. Drones – A história por trás desta nova era tecnológica. 2017. Disponível em: <https://www.aerodronebrasil.com/2017/09/27/drones-historia-por-traz-destanova-era-tecnologica/>. Acesso em: 03 jul. 2024.

REHAGRO. Ciência de dados no agronegócio: veja as principais aplicações. Disponível em : <https://rehagro.com.br> . Acesso em: 23 nov. 2024.

REVISTA CULTIVAR. Ferramentas de sensoriamento remoto na agricultura. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/noticias/ferramentas-de-sensoriamento-remoto-na-agricultura>. Acesso em: 23 nov. 2024.

SOARES, Rafael; ROGGIA, Samuel; ADEGAS, Fernando. Drones são capazes de melhorar a pulverização. **Revista Campo e Negócios**, 2021. Disponível em: <https://revistacampoenegocios.com.br/controle-de-pragas-da-soja-drones-sao-capazes-de-melhorar-pulverizacao/>. Acesso em: 03 jul. 2024.

VIEIRA, Marcelo Milano; ZOUAIN, Deborah Moraes. Pesquisa qualitativa em administração: teoria e prática. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/resr/a/zYRKvNGKXjbDHtWhqjxMyZQ>. Acesso em: 02 set. 2024.

VOO PERFEITO. Drones na agricultura: monitoramento de safras, prevenção de previsões e melhoria da colheita . Disponível em : www.perfectflight.com.br. Acesso em: 23 nov. 2024.