

**Área:** Agronegócio | **Tema:** Sustentabilidade no Agronegócio

**IMPACTO SUSTENTÁVEL DO USO DE DRONES NA AGRICULTURA: UMA REVISÃO  
BIBLIOMÉTRICA**

**SUSTAINABLE IMPACT OF THE USE OF DRONES IN AGRICULTURE: A BIBLIOMETRIC REVIEW**

Mariana Juliani Da Silva Portal, Menigui Spanevello Dalcin, Paloma De Mattos Fagundes, Tanice Andreatta

e Rosani Marisa Spanevello

**RESUMO**

A demanda global de alimentos e o desenvolvimento das tecnologias de informação e comunicação impulsionaram o processo de modernização agrícola. O avanço das tecnologias, agregadas ao desenvolvimento de sistemas de navegação e geoprocessamento, bem como a necessidade de sistemas agroalimentares mais sustentáveis, ampliaram as perspectivas do uso de drones para o setor.

**Palavras-Chave:** Drone. VANT. Agricultura. Sustentabilidade.

**ABSTRACT**

No entanto, apesar de ser um tema bastante difundido recentemente, pouco se sabe sobre sua repercussão na academia e seu impacto para a sustentabilidade dos agronegócios. Diante deste cenário, o objetivo deste estudo é analisar a produção bibliográfica à respeito da utilização de drones na agricultura brasileira, bem como analisar o impacto sustentável da ferramenta, de acordo com a literatura encontrada.

**Keywords:** Drone. UAV. Agriculture. Sustainability.

## 1. INTRODUÇÃO

O avanço da demanda global de alimentos, o crescimento da população mundial e o surgimento das tecnologias de informação e comunicação (TICs), impulsionaram o processo de modernização agrícola no Brasil e no mundo. A necessidade do aumento produtivo, bem como do uso consciente de recursos naturais, alavancou o desenvolvimento de inovações e a adesão de novas tecnologias no agronegócio (GALVAN et al., 2020; ARANTES et al., 2019).

A busca por práticas agropecuárias produtivas e com consumo consciente de recursos ou insumos, tem resultado no desenvolvimento de sistemas agroalimentares mais sustentáveis e tecnificados. O avanço das TICs, agregadas ao desenvolvimento de sistemas de navegação e geoprocessamento, trouxeram o uso de drones, também conhecidos como Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs) para o setor. Os drones apresentam utilizações recentes em agroindústrias, empresas do setor e entre produtores rurais, para análise e monitoramento preciso da produção e do espaço rural (ANDRADE, 2016).

A Associação Brasileira de Aeromodelismo (ABA) descreve VANT como “veículo capaz de voar na atmosfera, fora do efeito de solo, que foi projetado e modificado para não receber um piloto humano e que é operado por controle remoto ou autônomo” (OLIVEIRA et al., 2020). Os drones podem ser classificados através do tipo de controle que assumem, pode ser drone autônomo (sem necessidade de controle humano, guiado por sensores e sistemas próprios); drone monitorado (com a necessidade de controle humano e mais comum em trabalhos de precisão agrícola, fotogrametria ou topografia); supervisionado (o operador realiza algumas tarefas, outras são autônomas); pré-programado (com plano de vôo já pré-concebido); e controlado remotamente (controlado de forma remota, através de determinado console) (PINO, 2019).

Os drones tornaram-se aliados para a prática da agricultura de precisão, permitindo o monitoramento estratégico do campo em tempo real, com sistemas que localizam pragas e condições vegetais de forma rápida e precisa, bem como acompanham rebanhos. As áreas monitoradas por drones podem receber tratamentos químicos, fertilizantes e manejos pontuais, evitando desperdícios e gerando uma atividade agrícola mais sustentável, ambientalmente e economicamente viável (DE SOUZA et al., 2019; GOMES et al., 2019).

Apesar de sua utilidade, existem poucas informações na literatura sobre o uso prático dos drones na agricultura brasileira. Portanto, diante deste cenário, o objetivo deste estudo é analisar a produção bibliográfica à respeito da utilização de drones na agricultura brasileira, bem como analisar o impacto sustentável da ferramenta, de acordo com a literatura encontrada.

## 2. PROCEDIMENTOS DE PESQUISA

Utilizou-se do método quantitativo bibliométrico, baseado em dados secundários obtidos na plataforma Scopus, um dos maiores repositórios de pesquisa mundial. Em razão da baixa produção científica sobre a temática no Brasil, a busca foi realizada a partir da seguinte estrutura: (TITLE-ABS-KEY ("drone") OR TITLE-ABS-KEY ("Unmanned Aerial Vehicles") OR TITLE-ABS-KEY ("UAV") AND TITLE-ABS-KEY ("agri\*")) AND TITLE-ABS-KEY ("brazil"). Não houve exclusão de período, tipos de documentos ou palavras-chave. Com os critérios mencionados, foram identificados 65 documentos, publicados entre 2004 e 2023. Após exportação da plataforma Scopus, os documentos foram sistematizados e tratados no software Bibliometrix.

Considerando o potencial transformacional da tecnologia, postulamos que uma análise aprofundada da temática pode produzir novos insights a respeito do potencial dos drones para a agricultura brasileira. Assim sendo, buscou-se identificar publicações influentes com

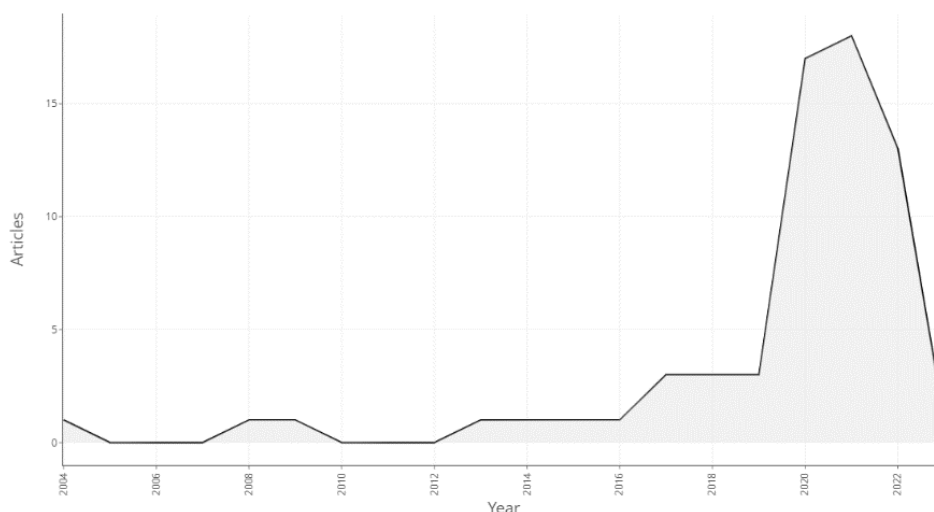
contribuições destacadas para o uso de drones na agricultura, acompanhar a evolução da temática ao longo do tempo, bem como realizar o mapeamento dos principais estudos e termos relacionadas à temática. Esta análise bibliométrica também permite compreensão sobre redes de citações, afiliados e áreas profissionais envolvidas.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1. Principais métricas relacionadas a temática

A trajetória da produção científica relacionada ao uso de drones na agricultura brasileira é extremamente recente, o primeiro estudo ocorreu em 2004, mas até 2016 a temática não evoluiu, em alguns dos anos a produção foi igual a zero e outros totalizaram apenas um artigo. Entre 2017 e 2019 a produção média foi de três artigos anuais, a partir de 2020 a temática passou a produções exponenciais, com 17 artigos neste mesmo ano, 18 artigos em 2021, 13 em 2022, e até o mês de julho de 2023, um artigo atual. De toda a produção mapeada ao longo dos anos, apenas 4 artigos são revisão. Conforme apresentado na Figura 1:

Figura 1- Evolução da publicação anual 2001 a 2023



Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados da pesquisa no Scopus (2023)

Entre os cinco periódicos mais relevantes, destaca-se o *Computers and Electronics in Agriculture* (4 artigos), *International Journal of Remote Sensing* (3 artigos), *Irriga* (3 artigos), *Precision Agriculture* (3 artigos). O primeiro é um periódico de alcance internacional sobre avanços no desenvolvimento e aplicação de hardware de computador, software, instrumentação eletrônica e sistemas de controle para a agricultura, é desenvolvido pela Elsevier (editora global) e possui 8.3 (2022) em fator de impacto (Tabela 1).

Entre universidades/institutos de pesquisa mais relevantes no Brasil, no que se refere às afiliações, são de destaque a Universidade de São Paulo (6 artigos); a Universidade Federal de Lavras (5 artigos); Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (3 artigos); Universidade Estadual Paulista (3 artigos). A Universidade de São Paulo (USP) é uma das maiores, mais antigas e importantes universidades públicas do país, prestigiada internacionalmente. A Universidade Federal de Lavras (UFLA) foi criada inicialmente para estudos agrícolas, posteriormente ganhou expansão e atualmente está entre as melhores do país (Tabela 1).

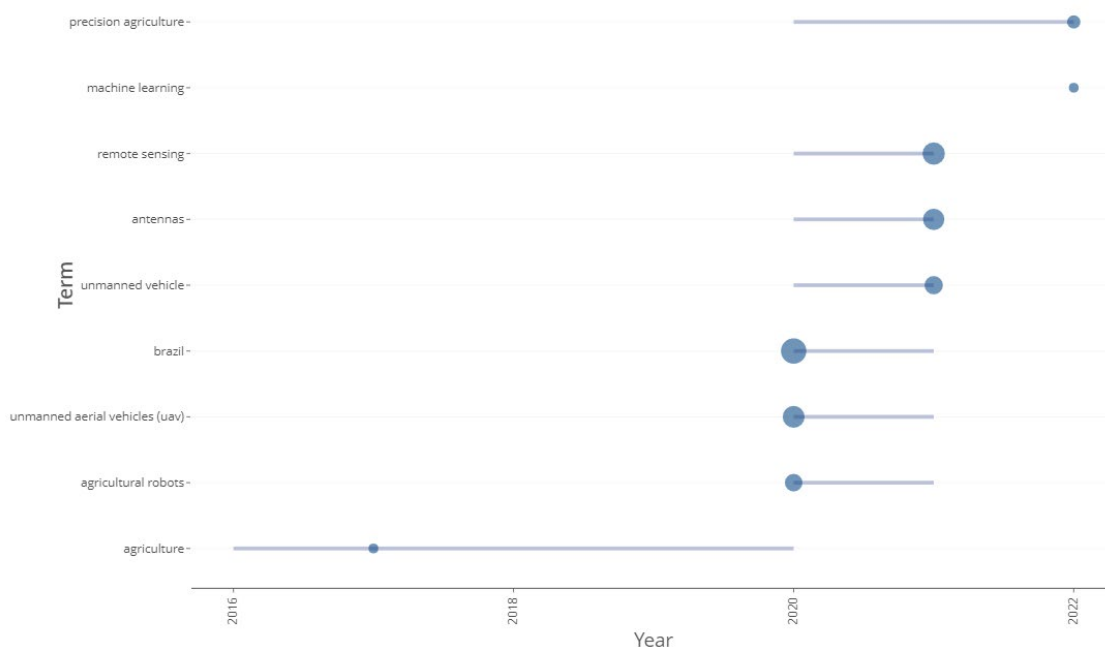
Tabela 1 – Síntese das principais métricas

| Publicações por ano                        | Artigos | Periódicos de maior impacto              | Artigos |
|--|---------|--|---------|
| 2023                                       | 1       | Computers and Electronics in Agriculture | 4       |
| 2022                                       | 13      | Internacional Journal of Remote Sensing  | 3       |
| 2021                                       | 18      | Irriga                                   | 3       |
| 2020                                       | 17      | Precision Agriculture                    | 3       |
| Affiliations                               | Artigos | Países científica do país                | Artigos |
| Universidade de São Paulo                  | 6       | Brasil                                   | 135     |
| Universidade Federal de Lavras             | 5       | França                                   | 7       |
| Universidade Federal do Mato Grosso do Sul | 3       | Estados Unidos                           | 6       |
| Universidade Estadual Paulista             | 3       | China                                    | 5       |

Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados da pesquisa no Scopus (2023)

Com relação aos *Trend Topics*, Agricultura de Precisão é o tema que mais se perpetuou, está em alta desde 2020 até os dias atuais. A partir de 2022, no entanto, é interessante notar o aparecimento do termo *machine learning*, relacionado a inteligência artificial, como visto na Figura 3.

Figura 2 – *Trend Topics*



Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados da pesquisa no Scopus (2023)

As áreas que concentram-se em estudar a respeito de drones na agricultura brasileira são correlatas, compreendendo, portanto, Ciências Agrárias e Biológicas em maior expressão (21,54%); Ciência da Computação (13,85%); Ciência Ambiental (13,8%); Ciências da Terra e Planetárias (12,31%) e; Engenharia (10,77%), além de outras de menor abrangência. Na

frequência de palavras-chave destacam-se: Sensoriamento Remoto (26 menções); Brasil (23 menções); Veículos Aéreos Não Tripulados (UAV) (19 menções); Antenas (18 menções) e; Agricultura de Precisão (17 menções).

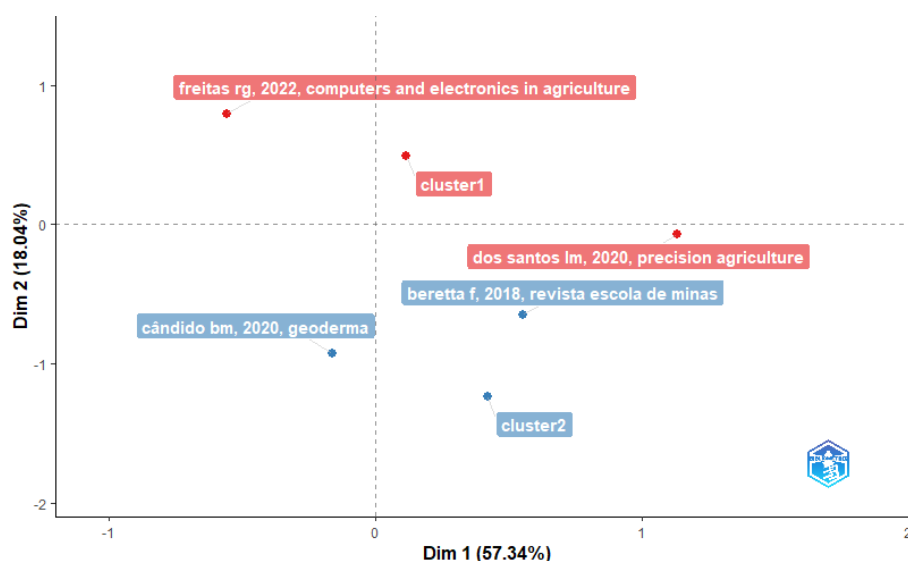
Figura 3 – Nuvem de palavras-chave mais utilizadas



Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados da pesquisa no Scopus (2023)

A partir de uma análise de correspondência múltipla foi identificado dois grupos/clusters que promovem maior contribuição na temática, que em larga medida, também refletem as tendências dos estudos na área das inovações do uso de veículos aéreos não tripulado na agricultura brasileira. O primeiro foi compreendido como uso de drones para o monitoramento vegetal, e o segundo, uso de drones para o monitoramento topográfico.

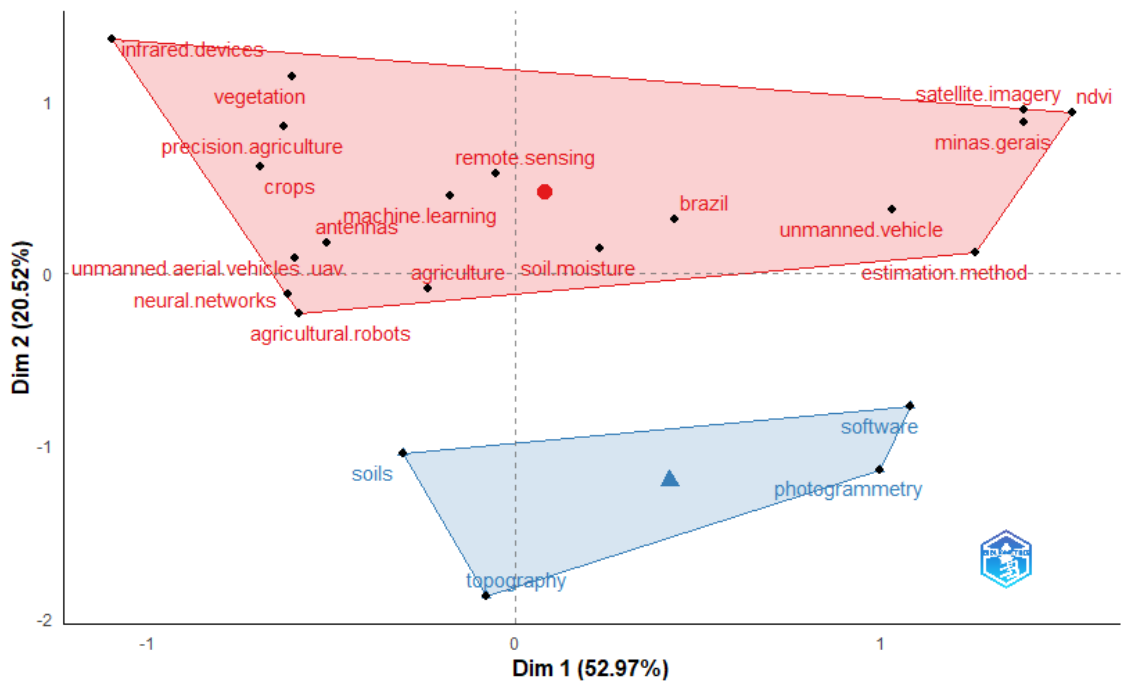
Figura 4 – Mapa fatorial dos documentos com elevada contribuição



Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados da pesquisa no Scopus (2023)

Os clusters encontrados também são visualizados a partir do mapa de estrutura conceitual elaborado pelo software Bibliometrix. O cluster 1 apresenta as palavras *vegetation*, *crops*, *precision agriculture*, entre outras. Enquanto o cluster 2 apresenta em relevância *soils*, *topography* e *photogrammetry*.

Figura 4 – Mapa de estrutura conceitual com elevada contribuição



Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados da pesquisa no Scopus (2023)

### 3.2. Uso de drones para o monitoramento vegetal

O avanço da agricultura digital e do uso de tecnologias de informação e comunicação (TIC), combinados com novas ferramentas computacionais, drones, também conhecidos como Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs), e câmeras multiespectrais com sensores ópticos, permitiram a extração de índices de vegetação e parâmetros biofísicos através de algoritmos (BENDIG et al., 2015; WALLACE et al., 2016; PANAGIOTIDIS et al., 2017; MARTÍNEZ-CARRICONDO et al., 2018). A bibliometria global realizada por Rejeb et al. (2022), concluiu que apesar do aumento da produção científica sobre o uso de drones na agricultura após 2012, a temática ainda necessita de amadurecimento. Entre os países que mais contribuem com as pesquisas, o Brasil está em sétimo lugar. Em conformidade com os resultados encontrados, a pesquisa de Rejeb et al. (2022) também mostrou que a exploração de tecnologias em monitoramento vegetal/ambiental, manejo de culturas, forragens e ervas daninhas predominaram entre os estudos mais influentes sobre uso de drones na agricultura.

Os resultados desta bibliometria apontam que entre as pesquisas mais influentes, os tópicos sobre monitoramento vegetal com sensoriamento remoto se destacam. Entre os estudos de maior contribuição, conforme análise fatorial, apresentam-se três artigos. O primeiro fez a experimentação de diferentes variáveis sensoriais derivadas de imagens de drones para estimar a produção de pastagens (FREITAS et al., 2022). Já o segundo (DA SILVA QUINAIA et al., 2021), analisou a precisão e eficácia dos sistemas de sensoriamento remoto e imagens dos drones para definir índices de pastagens. Por fim, o terceiro e último

artigo avalia a precisão dos drones para estimar a altura e diâmetro da copa de cafeeiros (DOS SANTOS et al., 2020).

O artigo de Freitas et al. (2022), destaca que um veículo aéreo não tripulado (VANT) é uma ferramenta viável e de baixo custo para obter estimativas rápidas sobre biomassa acima do solo em diferentes sistemas produtivos, principalmente em sistemas integrados lavoura-pecuária (ILP), cuja demanda de monitoramento e amostragem pode ser maior e intensiva. O estudo testou conjuntos de dados de variáveis compostas por bandas espectrais originais (RGB-NIR), índices de vegetação e matriz de coocorrência em nível de cinza para estimar a biomassa das pastagens usando algoritmos e métodos de seleção de recursos. O estudo testou diferentes modelos, com combinações diferentes das variáveis mencionadas acima. O experimento foi realizado em uma fazenda no oeste do estado de São Paulo/BR, no período de cinco meses. Em comparação com os resultados obtidos a campo, alguns modelos mostraram-se mais precisos que outros, com resultados semelhantes aos extraídos manualmente no campo. Portanto, a pesquisa concluiu que com a formulação de variáveis e algoritmos corretos, as estimativas geradas por drones podem ser úteis para a construção ágil e atemporal dos dados em ILPs (FREITAS et al., 2022).

Em conformidade, o estudo de Da Silva Quinaia et al. (2021) reforça que o manejo inadequado de pastagens causa degradação da terra por meio da redução da grama, incidindo no aumento da presença de plantas invasoras e outras. Portanto, é essencial estudar e monitorar a degradação e pastagens. Imagens de pastagens podem ser traduzidas em mapas NDVI, mas para utilizar drones necessita-se de sensores de alto custo. Dessa forma, o estudo realizado em Minas Gerais/BR, testou imagens capturadas com câmeras RGB, encontradas em drones comuns. A pesquisa comprovou que é possível monitorar pastagens através dos índices de vegetação gerados por câmeras RGB. Sendo assim, o uso de veículos aéreos não tripulados pode auxiliar na conformidade ambiental e no desenvolvimento econômico das propriedades rurais (DA SILVA QUINAIA et al., 2021).

Dos Santos et al. (2020) em seu estudo com lavouras de café em Minas Gerais/BR, também avaliou a precisão da técnica de fotogrametria para estimar a altura e diâmetro de cafeeiros a partir de imagens obtidas com drones em câmera RGB. As imagens foram comparadas com resultados medido in situ por 12 meses. Os resultados demonstraram uma correlação de 87% entre os valores de altura obtidos no campo e os obtidos pelo drone, e uma correlação de 95% entre os valores de diâmetro obtidos no campo e os obtidos pelo drone. O estudo conclui que as imagens geradas por drones são de alta resolução e podem auxiliar na criação de séries históricas para o monitoramento das lavouras, assim como podem servir para análises biofísicas, evitando a necessidade de medições de solo constantes (DOS SANTOS et al., 2020).

Em síntese, os artigos mais influentes, que permeiam a construção deste grupo, buscam testar a eficácia e o desempenho de veículos aéreos não tripulados para o monitoramento e acompanhamento das lavouras. O foco recaí sobre pastagens, acompanhamento de biomassa e demais parâmetros biofísicos. Também denota-se importância para aspectos de qualidade de drones, equipamentos, câmeras, imagens, softwares e algoritmos utilizados. Atribuindo o conhecimento e uso do equipamento como estratégia fundamental.

### **3.3. Monitoramento topográfico**

O solo é um dos recursos mais preciosos e necessários para a agricultura, investimentos em tecnologias e práticas agrícolas mais sustentáveis e eficientes são essenciais para a atividade. A erosão do solo está entre os principais fatores que levam à degradação agrícolas em todo o mundo, reduz a capacidade de retenção de água e nutrientes no solo

(BOARDMAN et al., 2003, BAKKER et al., 2004, ZHAO et al., 2019). Sendo assim, o monitoramento e medição topográfica, incluindo taxas de erosão entre outros aspectos, auxilia na prevenção e recuperação de áreas. Entre os estudos recentes com base em diferentes técnicas de *machine learning* (aprendizado de máquina) e sensoriamento remoto, Diaz-Gonzalez et al. (2022) defende que os VANTs são úteis para estimar indicadores de solo e até mesmo superam sistemas de satélites em termos de resolução, temporalidade e flexibilidade.

O segundo grupo de artigos com maior contribuição, segundo análise fatorial realizada nesta pesquisa, destaca três artigos e reflete a respeito de práticas de monitoramento topográfico a partir do uso de drones. O primeiro analisa semelhanças entre curvas de nível da topografia tradicional e de VANTs (FREIRE et al., 2022). O segundo artigo, também em forma de experimento, busca validar medições de erosão de solo com drones, em comparação com a coleta física das parcelas (CÂNDIDO et al., 2020). Já o terceiro artigo, quantifica a incerteza gerada pelo uso de drones em atualizações topográficas de uma pedreira, com aqueles gerados por técnicas tradicionais (BERETTA et al., 2018).

O objetivo do estudo de Freire et al. (2022) foi analisar as semelhanças entre curvas de nível de topografia convencional com curvas estimadas por drones. A pesquisa realizada no Rio de Janeiro/BR, mostrou que houve maior semelhança entre as curvas de nível em áreas com relevo acidentado do que em relevo suave. Além disso, a similaridade entre as curvas de nível da topografia convencional e do drone rendeu diferença inferior a 6,1% para pelo menos 95% das áreas estudadas. Dessa forma, os resultados indicaram viabilidade de curvas estimadas por drones, incluindo por exemplo, linhas de contorno para plantio na Agricultura de Precisão (FREIRE et al., 2022).

A pesquisa de Cândido et al. (2020), por outro lado, frisa a importância das medições de taxas de erosão no solo, que de modo convencional possuem cobertura espacial limitada e altos custos operacionais. Assim sendo, o estudo que se denomina como inédito e foi realizado em Minas Gerais/RS, busca validar as medições de erosão via drone para baixar custos e garantir maior flexibilidade à atividade, bem como assegurar maior sustentabilidade e produtividade agrícola. Os valores de perda de solo obtidos indicaram cerca de 95% de correlação, sendo, portanto, eficiente o uso de drones em estudos de erosão. Os resultados permitem quantificação sobre perda de solo e também são importantes para dimensões espaciais e temporais do processo de erosão do solo, permitindo acompanhamento contínuo (CÂNDIDO et al., 2020).

De acordo com Beretta et al. (2018), os Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs) estão revolucionando diversos campos, ambientais, visuais e civis. Portanto, outras indústrias também podem e devem se beneficiar dessa tecnologia, inclusive a de mineração, que exige grandes esforços em topografia. Apesar das técnicas modernas serem mais baratas, fornecerem aquisição e processamento de dados mais rápidos, ainda existe incerteza sobre a validade das medições topográficas via drones. Sendo assim, a pesquisa busca validar as medições de drones, em comparação com as medições de métodos tradicionais em uma pedreira do Rio Grande do Sul/BR. Os resultados mostraram consistência de imagem, reforçando que os VANTs podem ser uma alternativa mais simples e rápida para reconciliação de mineração (comparar a quantidade de material movido da mina para outro destino) (BERETTA et al., 2018).

Neste grupo, os três artigos de maior contribuição analisados avançam no sentido de validar medições topográficas a partir do uso de drones. Os estudos analisados também contribuem para um caminho positivo de maior difusão do uso de drones em aspectos topográficos e de solo, demonstram benefícios profissionais, técnicos, ambientais, econômicos, temporais e gerenciais.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**



O objetivo do artigo foi analisar a produção bibliográfica à respeito da utilização de drones na agricultura brasileira, bem como analisar o impacto sustentável da ferramenta, de acordo com a literatura encontrada. A base do Scopus foi utilizada para realizar a busca e seleção dos artigos entre o período de 2004 a 2023. A sistematização e realização das análises se deu no software Bibliometrix, disponível no R Studio. Além das métricas mais usuais, também foi realizada uma análise de correspondência múltipla, em que foi identificado os artigos mais relevantes, seis deles analisados de forma mais aprofundada. As métricas demonstram que a ascensão da temática passou por oscilações ao longo do tempo, mas a partir de 2020 apresentou produções mais exponenciais, demonstrando que a temática ainda carece de amadurecimento no setor agropecuário.

Considerando os seis artigos decorrentes da Análise de Correspondência Múltipla, predominam artigos de experimentação. Os artigos majoritariamente buscam testar a eficácia e o desempenho do uso de drones para o monitoramento vegetal e topográfico, em comparação com outros meios convencionais de monitoramento e avaliação. Tratam principalmente do monitoramento de pastagem, biomassa, lavoura e solo. Acredita-se que a preocupação em validar o uso de drones nessas atividades, aconteça pela baixa evolução científica da temática, bem como pela necessidade de utilização de recursos mais baratos para o manejo eficaz de culturas ou animais.

Os trabalhos demonstraram que o uso de drones torna-se efetivo na medida em que permite temporalidade, flexibilidade, baixo custo e precisão. Monitorar em tempo real as atividades agropecuárias, com baixo custo e rapidez, permite que as decisões sejam mais precisas e direcionadas, assim como auxilia na criação de séries históricas de dados, economizando o uso de insumos e demais recursos, garantindo sustentabilidade para o setor. Os drones apresentam-se como aliados na construção de uma agricultura sustentável, com potencial e impacto para mais descobertas de usos.

A utilização da bibliometria e a utilização de softwares, nesse caso o Bibliometrix, são excelentes instrumentos para sistematizar produções científicas e entender sobre determinada temática ao longo dos anos. A realização de um estudo bibliométrico apresenta-se como uma alternativa eficaz para mapear referenciais teóricos e/ou métodos de análise em diferentes áreas do conhecimento. Contudo, também é essencial evitar generalizações, uma vez que as decisões de palavras-chave de buscas, período, áreas do conhecimento e outras, podem ser consideradas subjetivas e atendam objetivos específicos dos autores.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, R. **Drones sobre o campo: avanços tecnológicos ampliam as possibilidades do uso de aeronaves não tripuladas na agricultura.** Pesquisa FAPESP, 2016.

ARANTES, B. H. T.; ARANTES, L. T.; COSTA, E. M.; VENTURA, M. V. A. **Drone aplicado na agricultura digital.** Ipê Agronomic Journal, v. 3, n. 1, p. 14-18, 2019.

BAKKER, M.; GOVERS, G.; ROUNSEVELL, M. **The crop productivity–erosion relationship: an analysis based on experimental work.** Catena, 57 (2004), pp. 55-76

BENDIG, J et al. **Combining UAV-based plant height from crop surface models, visible, and near infrared vegetation indices for biomass monitoring in barley.** International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 39, 79–87, 2015.

BERETTA, Filipe et al. **Topographic modelling using UAVs compared with traditional survey methods in mining.** REM-International Engineering Journal, v. 71, p. 463-470, 2018.

BOARDMAN. J.; EVANS. R.; FORD. J. **Muddy floods on the South Downs, southern England: problem and responses.** Environ. Sci. Policy, 6, pp. 69-83, 2003.

CÂNDIDO, Bernardo M. et al. **High-resolution monitoring of diffuse (sheet or interrill) erosion using structure-from-motion.** Geoderma, v. 375, p. 114477, 2020.

DAVIS, J. H.; GOLDBERG, R. A. (1957). **A concept of agribusiness.** Cambridge: Harvard University.

DA SILVA CAVALCANTE, Wendson Soares et al. **Technologies and innovations in the use of drones in agriculture.** Brazilian Journal of Development, v. 8, n. 1, p. 7108-7117, 2022.

DA SILVA QUINAIA, Thiago Luiz et al. **Application of an improved vegetation index based on the visible spectrum in the diagnosis of degraded pastures: Implications for development.** Land Degradation & Development, v. 32, n. 16, p. 4693-4707, 2021.

DIAZ-GONZALEZ. F.; VUELVAS. J.; CORREA. C.; VALLEJO. V.; PATINO. D. **Machine learning and remote sensing techniques applied to estimate soil indicators – review.** Ecol. Ind., 135, Article 108517, 2022.

DOS SANTOS, Luana Mendes et al. **Biophysical parameters of coffee crop estimated by UAV RGB images.** Precision Agriculture, v. 21, n. 6, p. 1227-1241, 2020.

FREIRE, Alexandre Araujo Ribeiro et al. **Similarity Analysis between Contour Lines by Remotely Piloted Aircraft and Topography Using Hausdorff Distance: Application on Contour Planting.** Remote Sensing, v. 14, n. 14, p. 3269, 2022.

FREITAS, Rodrigo G. et al. **Estimating pasture aboveground biomass under an integrated crop-livestock system based on spectral and texture measures derived from UAV images.** Computers and Electronics in Agriculture, v. 198, p. 107122, 2022.

GALVAN, Walter; COSTA, Zoraide da Fonseca. **Incentivos e financiamentos para pesquisa e inovação na agricultura: estudo em fundações de pesquisas na região Sul do Brasil.** Cadernos EBAPE. BR, v. 17, p. 975-987, 2020.

GRUNERT, Klaus G. et al. **A framework for analysing innovation in the food sector. In: Products and process innovation in the food industry.** Boston, MA: Springer US, 1997. p. 1-37.

MARTÍNEZ-CARRICONDO, P et al. **Assessment of UAV-photogrammetric mapping accuracy based on variation of ground control points.** International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 72, 1–10, 2018.

OLIVEIRA, A. J et al. **Potencialidades Da Utilização De Drones Na Agricultura De Precisão.** Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 9, p. 64140–64149, 2020.

PANAGIOTIDIS, D et al. **Determining tree height and crown diameter from high-resolution UAV imagery.** *International Journal of Remote Sensing*, 38(8–10), 2392–2410, 2017.

PINO, E.V. **Los drones una herramienta para una agricultura eficiente: un futuro de alta tecnología.** *IDESIA (Chile)*, v. 37, n. 1, p. 75-84, 2019.

REJEB, A et al. **Drones in agriculture: A review and bibliometric analysis.** *Computers and electronics in agriculture*, v. 198, p. 107017, 2022.

WALLACE, L et al. **Assessment of forest structure using two UAV techniques: A comparison of airborne laser scanning and structure from motion (SfM) point clouds.** *Forests*, 7(3), 62, 2016.

ZAMBON, I.; CECCHINI, M.; EGIDI, G.; SAPORITO, M. G.; COLANTONI, A. **Revolution 4.0: Industry vs. Agriculture in a Future Development for SMEs.** *Processos*, 7, 36, 2019.

ZHAO. J.; YANG. Z.; GOVERS. G. **Soil and water conservation measures reduce soil and water losses in China but not down to background levels: Evidence from erosion plot data.** *Geoderma*, 337, pp. 729-741, 2019.