

## **Geotecnologias Aplicadas à Agricultura de Precisão** **GEOTECHNOLOGIES APPLIED TO PRECISION AGRICULTURE**

**Thalline Rodrigues da Silva**

Professor Mestre de Negócios e Gestão da Escola do Futuro do Estado de Goiás - Luiz Rassi, Aparecida de Goiânia, Brasil

Doutoranda em Agronomia, Linha Solo e Água, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Brasil  
thalline.ro@gmail.com

ORCID iD <https://orcid.org/0000-0002-6166-6127>

**Ivone Borges Souza**

Professor de Negócios e Gestão da Escola do Futuro do Estado de Goiás - Luiz Rassi, Aparecida de Goiânia, Brasil

Ivonebs3@gmail.com

**Grupo de Trabalho (GT): nº12. Impactos socioambientais das novas tecnologias no agronegócio**

### **Resumo**

Este trabalho buscou demonstrar a aplicabilidade das geotecnologias na agricultura de precisão, com foco em milho, soja e pastagens, promovendo um manejo mais eficiente e sustentável. Utilizando SIG, sensoriamento remoto e interpolação geoestatística (Krigagem e IDW), a pesquisa visa mapear a fertilidade do solo, monitorar a vegetação e identificar áreas degradadas precocemente. Para embasar o estudo, foi realizada uma revisão sistemática nas bases Springer, Web of Science e Scopus, entre 2021 e 2025, utilizando os termos “precision agriculture AND drone”. Dos 2.799 artigos encontrados, apenas 14 atenderam aos critérios definidos.

**Palavras-chave:** Agricultura de precisão, Geotecnologias, Drones

### **Abstract**

*This study aimed to demonstrate the applicability of geotechnologies in precision agriculture, focusing on corn, soybeans and pastures, promoting more efficient and sustainable management. Using GIS, remote sensing and geostatistical interpolation (Kriging and IDW), the research aims to map soil fertility, monitor vegetation and identify degraded areas early. To support the study, a systematic review was carried out in the Springer, Web of Science and Scopus databases, between 2021 and 2025, using the terms “precision agriculture AND drone”. Of the 2,799 articles found, only 14 met the defined criteria.*

**Key words:** Precision agriculture, Geotechnologies, Drones

## **1. INTRODUÇÃO**

A crescente demanda por alimentos e a necessidade de otimizar a produção agrícola impulsionam o uso de geotecnologias para tornar o manejo do solo e das culturas mais eficientes e sustentáveis (Oliveira et al., 2019). A utilização de técnicas de geoprocessamento, aliadas à interpolação espacial da fertilidade do solo, possibilita um planejamento mais preciso, reduzindo custos e aumentando a produtividade (Silva et al., 2021; Souza, 2020). O geoprocessamento consiste na aquisição, análise e representação de dados espaciais, sendo fundamental para a agricultura de precisão. O uso de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) permite integrar dados de diferentes fontes, como sensoriamento remoto, coletas em campo e análises laboratoriais, proporcionando um diagnóstico espacializado da fertilidade do solo.

Através dessas ferramentas, é possível identificar a variabilidade intra lavoura e estabelecer estratégias diferenciadas de manejo conforme a necessidade específica de cada área cultivada (Ribeiro et al., 2022; Mendes et al., 2020; Santos et al., 2018). A interpolação geoestatística é uma técnica crucial para estimar a distribuição de nutrientes e a qualidade do solo em áreas agrícolas. Métodos como Krigagem e IDW (Inverse Distance Weighting) permitem a criação de mapas detalhados de fertilidade, fornecendo informações precisas para a tomada de decisões assertivas no manejo agrícola. Essas abordagens possibilitam determinar zonas homogêneas de fertilidade e definir taxas variáveis de aplicação de fertilizantes, promovendo um uso mais eficiente dos insumos agrícolas e reduzindo impactos ambientais (Ferreira et al., 2022; Matos et al., 2020; Borges et al., 2018). O sensoriamento remoto, aliado ao uso de drones e imagens de satélite, potencializa a análise da qualidade do solo e da cobertura vegetal em cultivos agrícolas. Técnicas como a obtenção do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) permitem monitorar a saúde das lavouras e a eficiência da adubação. Dessa forma, a identificação de padrões espaciais contribui para um planejamento agrícola mais preciso, permitindo correções antecipadas para evitar perdas de produtividade (Pereira et al., 2021; Costa et al., 2019; Lima, 2018).

A degradação do solo é um desafio crescente para a sustentabilidade da produção agrícola, especialmente em sistemas intensivos de cultivo. A identificação de áreas degradadas através do mapeamento geoespacial possibilita a adoção de estratégias corretivas, como rotação de culturas, adubação verde e recuperação da matéria orgânica do solo. Técnicas de modelagem digital do terreno auxiliam na detecção de áreas suscetíveis à erosão e compactação, permitindo a implementação de práticas conservacionistas (Ferreira et al., 2022; Matos et al., 2020; Borges et al., 2018).

A tomada de decisão baseada em dados espaciais proporciona ganhos econômicos e ambientais. O uso de mapas de fertilidade e indicadores de degradação possibilita que produtores rurais adotem um manejo de solo mais eficiente, reduzindo desperdícios e otimizando a aplicação de corretivos e fertilizantes. A precisão na identificação das áreas problemáticas e a aplicação de técnicas específicas para cada local contribuem para o aumento da produtividade agrícola e a sustentabilidade dos sistemas de produção (Ribeiro et al., 2022; Mendes et al., 2020; Santos et al., 2018). O uso de sensoriamento remoto permite avaliar a biomassa, a cobertura do solo e a disponibilidade de nutrientes na pastagem, promovendo ajustes no manejo e garantindo a nutrição adequada do gado. A análise de padrões espaciais auxilia na reposição dos nutrientes no solo e na adoção de práticas como o pastejo rotacionado, otimizando a produção pecuária (Pereira et al., 2021). Diante desse cenário, este estudo busca demonstrar como as geotecnologias podem revolucionar a agricultura de precisão, fornecendo subsídios científicos para um manejo agrícola mais eficiente.

## **2- METODOLOGIA**

Dentre os tipos de revisão, a revisão sistemática destaca-se por adotar uma abordagem mais metódica e padronizada do que as revisões tradicionais, com o objetivo de reunir e analisar, de forma abrangente e criteriosa, a produção científica existente sobre determinado tema. Para isso, são elaboradas estratégias de busca bem definidas, voltadas à identificação rigorosa das fontes mais relevantes (Cronin, Ryan & Coughlan, 2008; Routroy & Behera, 2017; Filippi, 2019).

A realização da revisão sistemática segue um protocolo estruturado que compreende etapas como: (i) definição clara da pergunta de pesquisa; (ii) estabelecimento de critérios para inclusão e exclusão dos estudos; (iii) localização e seleção das fontes pertinentes; (iv) avaliação crítica da qualidade dos estudos selecionados; e (v) análise, síntese e divulgação dos resultados obtidos (Cronin, Ryan & Coughlan, 2008; Filippi, 2019).

O Quadro 01, a seguir, apresenta o detalhamento das etapas adotadas neste estudo para a execução da revisão sistemática

**Quadro 1. Etapas do protocolo de revisão sistemática**

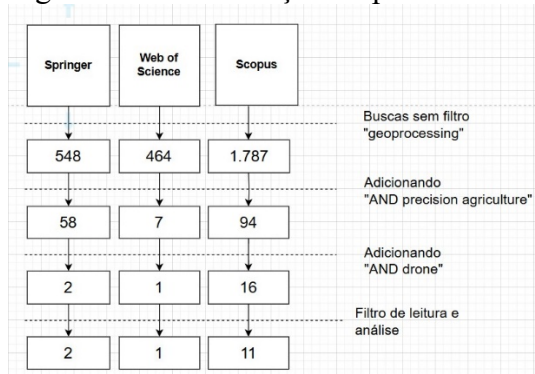
| <b>Etapas do protocolo</b>                                           | <b>Desenvolvimento</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>(i) Formulação da questão de pesquisa</b>                         | Quais os trabalhos já publicados sobre o uso de drones na agricultura de precisão?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>(ii) Estabelecimento de critérios de inclusão e exclusão</b>      | Os critérios de inclusão e exclusão utilizados nas buscas da literatura existente obedeceram às seguintes delimitações para obter materiais: (a) palavra-chave em inglês: <i>geoprocessing</i> (b) operadores booleanos: uso do AND (inclusão da palavra <i>precision agriculture AND drone</i> ); (c) apenas artigos completos em periódicos (exclusão de resumos, capítulos de livros, anais de eventos, editoriais, patentes etc.); (d) período de publicação: 2021-2025. (e) base de dados: <i>Springer</i> , <i>Web of Science</i> e <i>Scopus</i> em qualquer idioma. |
| <b>(iii) Seleção e acesso à literatura</b>                           | Artigos completos publicados nas bases de dados de acordo com os critérios de inclusão e exclusão estabelecidos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>(iv) Avaliação da qualidade da literatura incluída na revisão</b> | A partir das buscas e dos critérios estabelecidos no protocolo, foram encontrados inicialmente 2.799 artigos. Deste, apenas 14 artigos que abordavam ou mencionavam o uso de drone aplicado à agricultura de precisão                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>(v) Análise, síntese e disseminação dos resultados</b>            | Figura 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

Fonte: Autor

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos na revisão sistemática da literatura estão apresentados na Figura 1.

**Figura 1. Sistematização do protocolo de pesquisa**



Fonte: Autor

A integração de geoprocessamento e modelos de aprendizado de máquina (ML) no planejamento urbano tem sido amplamente explorada em diversos estudos, destacando seus papéis fundamentais na melhoria das capacidades preditivas, otimização da alocação de recursos e promoção do desenvolvimento sustentável.

Alguns estudos demonstraram que a combinação de geoprocessamento e análise geoestatística pode reduzir significativamente os custos operacionais e melhorar a produtividade agrícola (Alvares et al., 2008; Fonseca Neto et al., 2017). A identificação de áreas degradadas é outro aspecto fundamental para o manejo sustentável do solo. Técnicas como a interpolação espacial da fertilidade permitem mapear padrões de degradação antes que seus impactos sejam visíveis, auxiliando na adoção de práticas de conservação e recuperação ambiental (Matos et al., 2020; Borges et al., 2018; Oliveira et al., 2011).

A análise de imagens de satélite e drones tem sido uma ferramenta poderosa para esse diagnóstico, facilitando a gestão de áreas produtivas e preservadas. Além disso, a qualidade das pastagens pode ser monitorada por meio de geotecnologias, permitindo um manejo mais eficiente e a reposição adequada de nutrientes no solo. Estudos recentes mostram que a utilização de imagens de satélite de alta resolução e índices espectrais pode identificar variações na biomassa e na produtividade das pastagens, proporcionando um controle mais preciso do pastejo e do uso dos recursos forrageiros (Sano et al., 2019; Costa et al., 2019; Lima 2018). A integração de aprendizado de máquina e SIG também representa um avanço promissor na agricultura de precisão. Essa abordagem permite a criação de modelos preditivos para a gestão agrícola, antecipando tendências e ajustando estratégias de cultivo de forma mais eficaz. A utilização desses modelos em propriedades agrícolas tem demonstrado impactos positivos na eficiência da produção e na redução do desperdício de insumos (Pereira et al., 2021; Ramos et al., 6 2022; Lemes et al., 2020; Oliveira et al., 2023).

O uso de geotecnologias também permite um melhor zoneamento agrícola, otimizando a ocupação do solo conforme a aptidão agrícola das áreas. Técnicas de modelagem espacial podem auxiliar no planejamento de cultivos em regiões de alto risco climático, reduzindo perdas produtivas e otimizando a eficiência no uso da água e de fertilizantes (Lewis et al., 2022; Gili, 2017; Crósta, 2004). Essas ferramentas possibilitam uma análise detalhada da relação entre fatores ambientais e produtividade agrícola, garantindo um planejamento mais eficaz. Por fim, a necessidade de desenvolvimento sustentável na agricultura reforça a importância do uso de tecnologias inovadoras para otimizar a produção e minimizar impactos ambientais.

#### **4. CONCLUSÃO**

O monitoramento contínuo das condições do solo, aliado à análise preditiva de mudanças ambientais, permite a adoção de práticas agrícolas mais resilientes às variações climáticas. Dessa forma, esta pesquisa contribuiu significativamente para o avanço da agricultura sustentável, promovendo um melhor equilíbrio entre produtividade e conservação ambiental.

#### **Referências Bibliográficas**

- ALVARES, C. A. et al. Modelagem geoestatística da fertilidade do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 32, n. 1, p. 45-53, 2008.
- BARBOSA, M. P. et al. Agricultura de precisão: aplicações e benefícios. *Revista Brasileira de Agricultura*, v. 12, n. 4, p. 57-68, 2009.
- BORGES, R. T. et al. Monitoramento da qualidade do solo por meio de SIG. São Paulo: Unesp, 2018.
- COSTA, F. S. et al. Avaliação da pastagem por meio de geotecnologias. *Ciência e Tecnologia Rural*, v. 40, n. 3, p. 55-68, 2019.