

DESENVOLVIMENTO DE UMA PLATAFORMA WEBGIS PARA O GERENCIAMENTO OPERACIONAL DA ERRADICAÇÃO DE PLANTAS COM SINTOMAS DE HUANGLONGBING (HLB) NA CITRICULTURA

Jhonata Santos Santana¹, Josimar Cirilo Batista da Costa²

1. Doutor em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa-MG.
2. Graduando em Agronomia, Centro Universitário de Ourinhos (UNIFIO), Ourinhos-SP.
agro.starf@gmail.com

Recebido em: 15/08/2026 – Aprovado em: 05/09/2026 – Publicado em: 30/09/2026
DOI: 10.18677/EnciBio_2026C5

RESUMO

A erradicação de plantas com sintomas de *Huanglongbing* (HLB) constitui uma das principais estratégias para reduzir a disseminação da doença na citricultura, exigindo o gerenciamento contínuo de informações operacionais e geoespaciais. Entretanto, o acompanhamento dessas atividades ainda é frequentemente realizado por meio de planilhas eletrônicas e registros dispersos, dificultando a atualização dos indicadores e a visualização espacial das operações. Neste trabalho, foi desenvolvida uma plataforma WebGIS capaz de integrar automaticamente dados provenientes de planilhas eletrônicas e arquivos cartográficos no formato GeoJSON, permitindo a classificação do status operacional dos talhões, a atualização dinâmica de indicadores gerenciais e a representação espacial das áreas concluídas e pendentes de erradicação. A plataforma foi desenvolvida utilizando tecnologias web e conceitos de Agricultura Digital, possibilitando a integração entre dados tabulares e geoespaciais em uma interface interativa acessível por navegadores. O sistema permite acompanhar o desempenho das equipes, monitorar a evolução das operações e identificar espacialmente áreas prioritárias para intervenção, fornecendo informações em tempo quase real para apoio à gestão fitossanitária, ao planejamento e à tomada de decisão. A solução proposta reduz a fragmentação das informações operacionais, amplia a rastreabilidade das atividades de campo e favorece a integração entre diferentes fontes de dados. Os resultados demonstram o potencial da plataforma como ferramenta de apoio à organização, visualização e análise espacial das operações agrícolas, contribuindo para a modernização da gestão operacional da citricultura.

PALAVRAS-CHAVE: Agricultura digital; Gestão fitossanitária; GeoJSON; Integração de dados; Rastreabilidade; Tomada de decisão.

DEVELOPMENT OF A WEBGIS PLATFORM FOR THE OPERATIONAL MANAGEMENT OF THE ERADICATION OF PLANTS WITH HUANGLONGBING (HLB) SYMPTOMS IN CITRUS PRODUCTION

ABSTRACT

The eradication of plants exhibiting Huanglongbing (HLB) symptoms is one of the main strategies for reducing the spread of the disease in citrus production, requiring continuous management of operational and geospatial information. However, these activities are still commonly monitored using electronic spreadsheets and fragmented records, making it difficult to update management indicators and visualize field operations spatially. In this study, a WebGIS platform was developed to automatically integrate data from electronic spreadsheets and GeoJSON cartographic files, enabling the classification of orchard operational status, dynamic updating of management indicators, and spatial representation of completed and pending eradication activities. The platform was developed using web technologies and Digital Agriculture concepts, allowing the integration of tabular and geospatial data into an interactive browser-based interface. The system enables monitoring of field crew performance, tracking the progress of operations, and spatially identifying priority areas for intervention, providing near real-time information to support phytosanitary management, operational planning, and decision-making. The proposed solution reduces the fragmentation of operational information, improves the traceability of field activities, and facilitates the integration of multiple data sources. The results demonstrate the potential of the platform as a tool for organizing, visualizing, and spatially analyzing agricultural operations, contributing to the modernization of operational management in citrus production.

KEYWORDS: Digital Agriculture; Phytosanitary management; GeoJSON; Data integration; Traceability; Decision-making.

INTRODUÇÃO

A citricultura constitui uma das principais cadeias produtivas da agricultura mundial, com elevada importância econômica e social, especialmente em países onde a produção de citros está integrada à agroindústria de processamento e à exportação. No Brasil, além da relevância na produção de laranjas, a atividade destaca-se pela liderança mundial na produção e exportação de suco de laranja, exigindo sistemas produtivos cada vez mais eficientes e sustentáveis. Nesse contexto, a adoção de tecnologias digitais voltadas ao gerenciamento das operações agrícolas tem contribuído para melhorar a eficiência operacional, a organização das informações e o suporte à tomada de decisão (CARRER *et al.*, 2015; CARRER *et al.*, 2017).

Entre os principais desafios da citricultura destaca-se o *Huanglongbing* (HLB), ou *greening*, considerada a doença mais destrutiva dos citros devido aos seus impactos sobre a produtividade e a longevidade dos pomares (GUO *et al.*, 2024; GRAHAM *et al.*, 2024). A doença é causada por bactérias do gênero *Candidatus Liberibacter* e transmitida principalmente pelo psílideo-asiático-dos-citros (*Diaphorina citri*), sendo seu manejo baseado na produção de mudas saudáveis, no controle do inseto vetor, no monitoramento dos pomares e na erradicação das plantas sintomáticas (BASSANEZI *et al.*, 2020; KILLINY, 2022; PÉREZ-HEDO *et al.*, 2025). A experiência obtida em São Paulo demonstra que a integração dessas estratégias reduz a velocidade de disseminação da doença e constitui a principal abordagem

atualmente disponível para seu controle (BASSANEZI *et al.*, 2020; GRAHAM *et al.*, 2024).

Paralelamente, a Agricultura Digital vem promovendo a integração de sensores, Internet das Coisas (IoT), sistemas de informação geográfica (GIS), plataformas WebGIS e computação em nuvem para aquisição, processamento e visualização de informações agrícolas. Essas tecnologias permitem integrar dados espaciais e operacionais em uma única plataforma, favorecendo o monitoramento das atividades de campo e o apoio à tomada de decisão em diferentes escalas (SAFARI BAZARGANI *et al.*, 2021; XU *et al.*, 2022; VINUEZA-MARTINEZ *et al.*, 2024). Entre essas tecnologias, os sistemas WebGIS destacam-se pela capacidade de disponibilizar informações georreferenciadas em interfaces acessíveis via navegador, facilitando a visualização e o gerenciamento de dados espaciais (ZHAO *et al.*, 2022; VINUEZA-MARTINEZ *et al.*, 2024).

Embora plataformas WebGIS tenham sido amplamente aplicadas ao monitoramento agrícola e à gestão de recursos naturais, observa-se escassez de sistemas voltados especificamente ao gerenciamento operacional da erradicação de plantas com sintomas de HLB. Além disso, a integração automática entre registros operacionais provenientes de planilhas eletrônicas e bases cartográficas georreferenciadas ainda é pouco explorada na literatura, limitando a atualização dinâmica de indicadores e o acompanhamento espacial das operações (FOUNTAS *et al.*, 2015; ZHAO *et al.*, 2022; VINUEZA-MARTINEZ *et al.*, 2024).

Diante desse cenário, este trabalho teve como objetivo desenvolver uma plataforma WebGIS capaz de integrar informações provenientes de planilhas eletrônicas e arquivos GeoJSON, permitindo a atualização automática do status operacional dos talhões, a visualização espacial das atividades de erradicação de plantas com sintomas de HLB e a geração de indicadores para apoio à tomada de decisão, contribuindo para a aplicação dos conceitos de agricultura digital no gerenciamento fitossanitário da citricultura.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

O sistema foi desenvolvido para apoiar o monitoramento de operações manuais de erradicação de plantas com sintomas de *greening* (Huanglongbing – HLB), (ZHANG *et al.*, 2022). A atividade que demanda o acompanhamento contínuo da execução dos serviços, do rendimento das equipes e do cumprimento das metas estabelecidas para cada talhão. Tradicionalmente, esse controle é realizado por meio de planilhas eletrônicas, dificultando a visualização espacial das áreas concluídas e a identificação de regiões que necessitam de acompanhamento.

Para preservar a confidencialidade das informações operacionais da empresa parceira, a plataforma foi demonstrada utilizando uma área geográfica distinta da área de produção onde o sistema é empregado. A base cartográfica é composta por polígonos representando talhões agrícolas em formato GeoJSON (FOSCI; PSAILA, 2023), enquanto os dados operacionais foram adaptados exclusivamente para fins de demonstração, preservando o fluxo de processamento, a integração entre dados espaciais e tabulares e todas as funcionalidades da plataforma.

Fluxo metodológico de funcionamento do sistema

A plataforma WebGIS foi estruturada para integrar dados operacionais e espaciais em um ambiente único de análise, permitindo o acompanhamento

sistemático das operações de erradicação de plantas com sintomas de *greening*. Conforme apresentado na Figura 1, a metodologia compreende seis etapas: Registro das atividades em campo, armazenamento dos dados em planilhas eletrônicas, importação para a plataforma, integração entre os dados tabulares e espaciais, atualização da interface WebGIS e análise dos indicadores para suporte à tomada de decisão.

FIGURA 1. Fluxo da Plataforma WebGIS



Fonte: Os autores (2026).

A integração automática entre as planilhas operacionais e os polígonos dos talhões, realizada por meio do identificador único (ZT), possibilita a atualização dos mapas temáticos e indicadores, consolidando as informações em um ambiente geoespacial para apoio ao monitoramento e ao planejamento das operações.

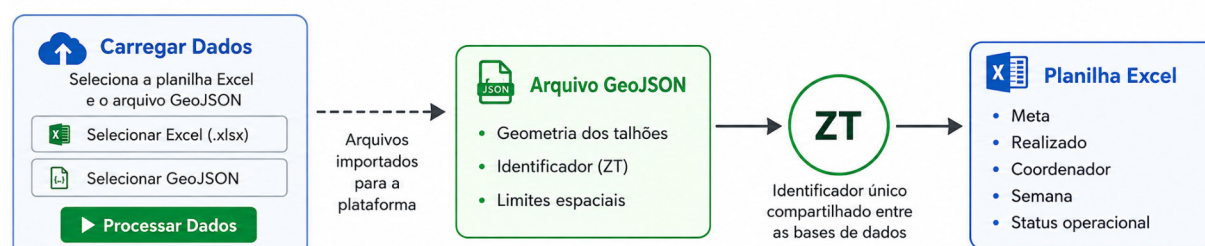
Estrutura dos dados de entrada

A plataforma WebGIS utiliza uma base cartográfica em formato GeoJSON, contendo os polígonos e identificadores (ZT) dos talhões, e uma planilha eletrônica com os registros operacionais das atividades de campo. A integração entre essas bases é realizada automaticamente por meio do identificador único (ZT), permitindo a atualização automática das informações operacionais sem a necessidade de edição manual dos dados espaciais.

Estrutura dos dados de entrada

A Figura 2 apresenta a estrutura dos dados de entrada da plataforma WebGIS, composta por uma base cartográfica vetorial em formato GeoJSON e uma planilha eletrônica contendo os registros operacionais das atividades de campo.

FIGURA 2. Estrutura dos dados de entrada.



Fonte: Os autores (2026).

A base GeoJSON armazena os polígonos dos talhões e seus identificadores (ZT), enquanto a planilha contém os registros operacionais. A integração automática pelo identificador (ZT) permite a atualização dos dados sem intervenção manual.

Fluxo de processamento e integração dos dados

Após a importação da planilha eletrônica e do arquivo GeoJSON, a plataforma associa automaticamente os registros operacionais aos respectivos talhões por meio do identificador único (ZT), atualizando os atributos espaciais e gerando a base geoespacial utilizada para o cálculo dos indicadores e visualização das informações.

Algoritmo de classificação automática dos talhões

A classificação automática dos talhões é realizada pela comparação entre o valor realizado e a meta operacional. Talhões com valor realizado igual ou superior à meta são classificados como *finalizado*; os demais permanecem como *Não finalizado*. O status é associado automaticamente aos respectivos polígonos do arquivo GeoJSON, atualizando simultaneamente a representação cartográfica, as tabelas e os indicadores da plataforma.

Finalizado, se $V_r \geq M$

O critério de classificação adotado é representado pela Equação (1).

$$Status = \begin{cases} Finalizado, & \text{se } V_r \geq M \\ Não finalizado & \text{se } V_r < M \end{cases}$$

onde:

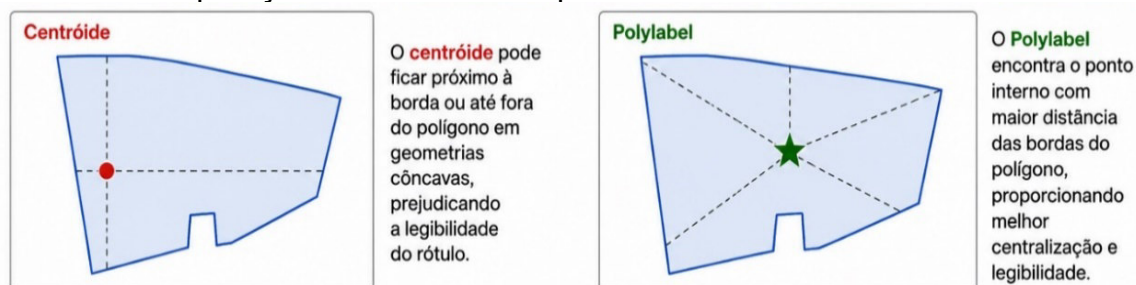
V_r = valor realizado;

M = meta operacional semanal do talhão.

Processamento espacial e posicionamento dos rótulos

A Figura 3 compara o posicionamento dos rótulos utilizando o centróide geométrico e o algoritmo *Polylabel*, empregado neste trabalho para determinar automaticamente o ponto interno mais adequado em polígonos irregulares.

FIGURA 3. Comparação dos métodos de posicionamento de rótulos.



Fonte: Os autores (2026).

Para o posicionamento dos rótulos dos talhões foi utilizado o algoritmo *Polylabel*, que identifica o ponto interno mais adequado para inserção de rótulos, proporcionando melhor centralização visual do que o centróide geométrico

(BOURKE, 1988). Após a importação do arquivo GeoJSON, o algoritmo foi aplicado automaticamente a cada polígono, aumentando a legibilidade cartográfica e reduzindo conflitos entre rótulos e elementos do mapa (LI *et al.*, 2020; GEDICKE *et al.*, 2021).

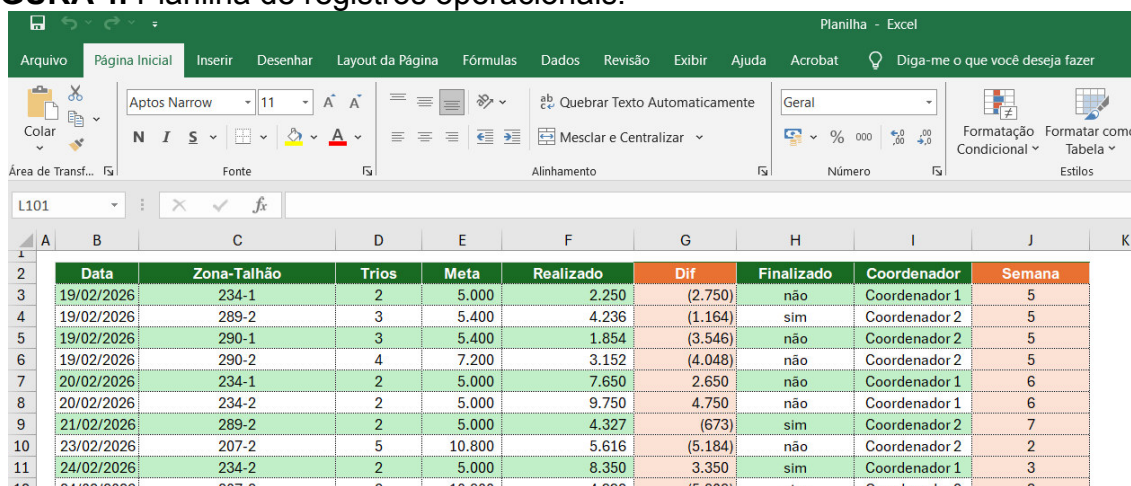
Dashboards e ferramentas de visualização

A plataforma WebGIS foi desenvolvida com uma interface integrada composta por mapa temático, *dashboards*, tabela operacional e filtros interativos, sincronizados automaticamente após o processamento dos dados. Os *dashboards* apresentam indicadores operacionais, enquanto a tabela e os filtros permitem a consulta e seleção dos registros importados da planilha eletrônica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 4 apresenta a planilha eletrônica utilizada para registrar as informações operacionais das atividades de campo, contendo dados como identificação do talhão, metas, valores realizados, coordenador responsável e semana operacional.

FIGURA 4. Planilha de registros operacionais.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
2											
3			Data	Zona-Talhão	Trios	Meta	Realizado	Dif	Finalizado	Coordenador	Semana
4			19/02/2026	234-1	2	5.000	2.250	(2.750)	não	Coordenador 1	5
5			19/02/2026	289-2	3	5.400	4.236	(1.164)	sim	Coordenador 2	5
6			19/02/2026	290-1	3	5.400	1.854	(3.546)	não	Coordenador 2	5
7			19/02/2026	290-2	4	7.200	3.152	(4.048)	não	Coordenador 2	5
8			20/02/2026	234-1	2	5.000	7.650	2.650	não	Coordenador 1	6
9			20/02/2026	234-2	2	5.000	9.750	4.750	não	Coordenador 1	6
10			21/02/2026	289-2	2	5.000	4.327	(673)	sim	Coordenador 2	7
11			23/02/2026	207-2	5	10.800	5.616	(5.184)	não	Coordenador 2	2
12			24/02/2026	234-2	2	5.000	8.350	3.350	sim	Coordenador 1	3

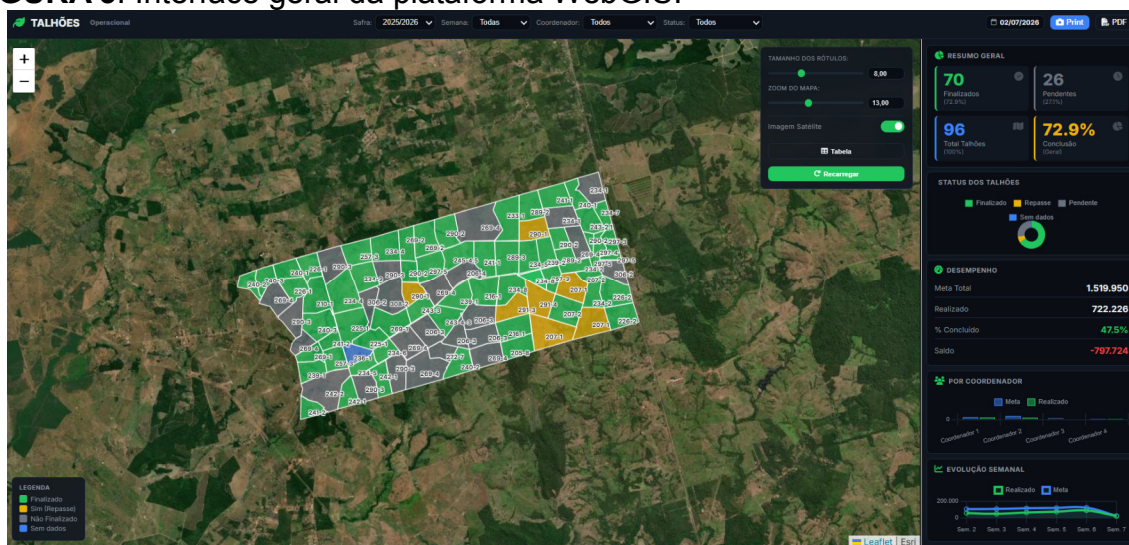
Fonte: Os autores (2026).

Embora reunisse informações operacionais relevantes, a análise dependia de consultas manuais e dificultava a visualização integrada das operações. Essa limitação evidenciou a necessidade de uma plataforma capaz de integrar dados tabulares e geoespaciais em um único ambiente. A integração dessas informações em sistemas WebGIS favorece a visualização espacial, a análise geográfica e o apoio à tomada de decisão, além de centralizar os dados e otimizar o monitoramento das operações (YE *et al.*, 2013; LI *et al.*, 2016; VINUEZA-MARTINEZ *et al.*, 2024).

Interface geral da plataforma WebGIS

A Figura 5 apresenta a interface geral da plataforma WebGIS desenvolvida, composta por mapa interativo dos talhões, filtros operacionais, painéis de indicadores e gráficos analíticos.

FIGURA 5. Interface geral da plataforma WebGIS.



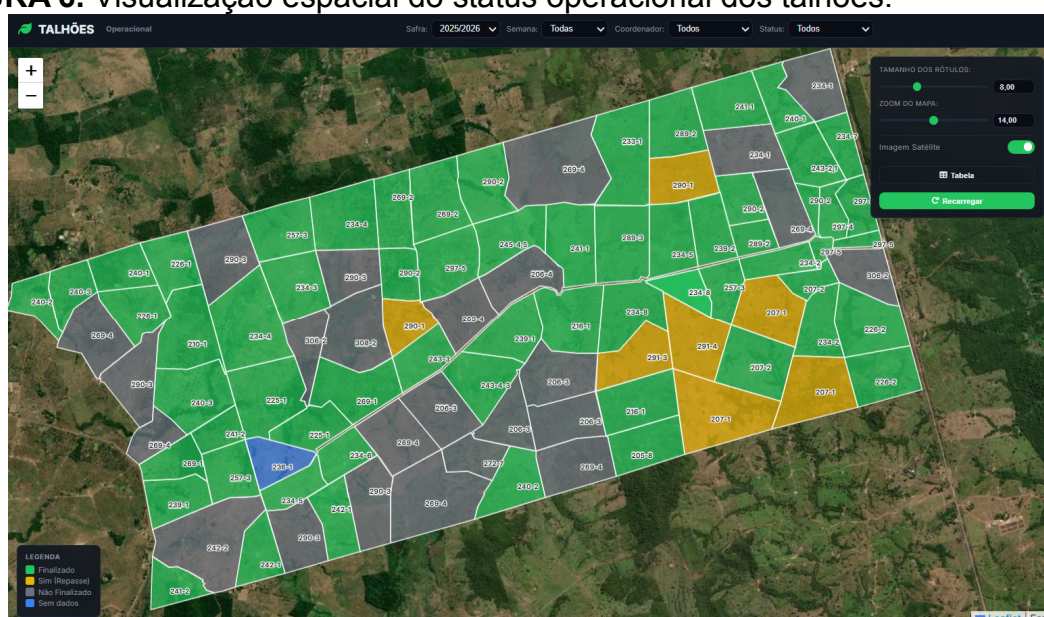
Fonte: Os autores (2026).

A integração das informações operacionais e geoespaciais permitiu visualizar simultaneamente a distribuição espacial dos talhões, o status das operações, o desempenho das equipes e o progresso das metas. Os filtros interativos e a atualização dinâmica dos indicadores favorecem o monitoramento das atividades e o apoio à tomada de decisão, enquanto a centralização dos dados amplia a rastreabilidade e a capacidade de análise das operações (GAIKWAD *et al.*, 2021; LATA *et al.*, 2022; ZHAO *et al.*, 2022).

Visualização espacial dos talhões

A Figura 6 apresenta a visualização espacial dos talhões na plataforma WebGIS, utilizando simbologia temática para representar o status operacional de cada área.

FIGURA 6. Visualização espacial do status operacional dos talhões.



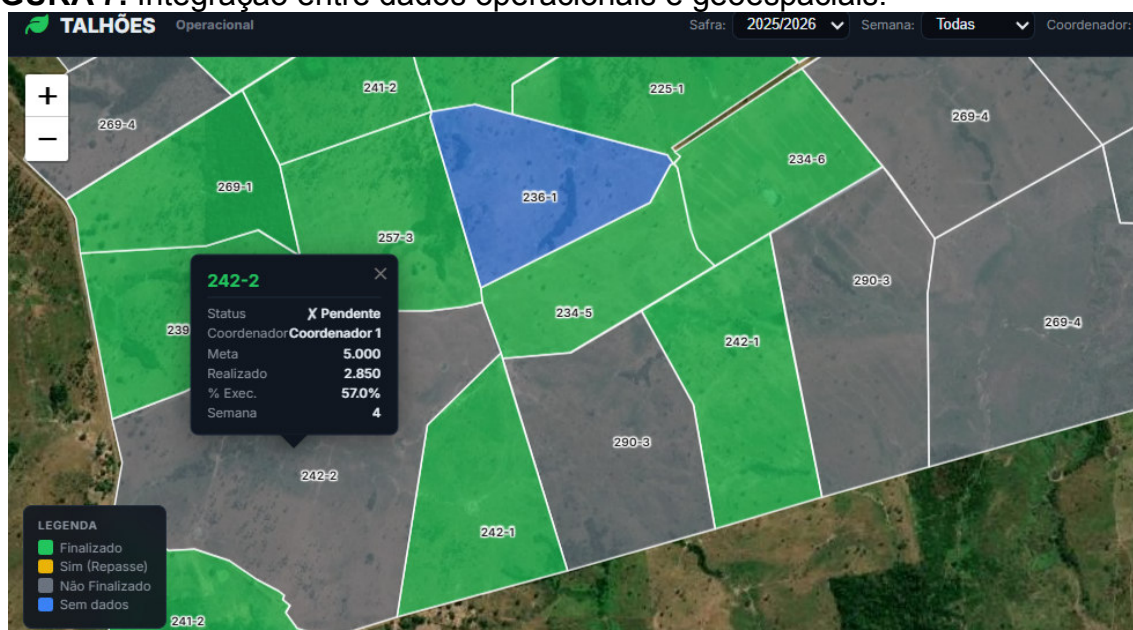
Fonte: Os autores (2026).

A classificação por cores permitiu identificar rapidamente o status operacional dos talhões, evidenciando a distribuição espacial das operações. A integração entre os polígonos, seus identificadores e a imagem de satélite facilitou a localização das equipes e a definição de prioridades de manejo. Em comparação com planilhas convencionais, a representação geográfica ampliou a interpretação dos dados e o planejamento das operações agrícolas (PATEL *et al.*, 2023; TERRIBILE *et al.*, 2024).

Integração entre dados operacionais e geoespaciais

A Figura 7 ilustra a integração automática entre os dados das planilhas operacionais e os arquivos GeoJSON, permitindo que as informações de cada talhão sejam apresentadas diretamente sobre o mapa por meio de *pop-ups* interativos.

FIGURA 7. Integração entre dados operacionais e geoespaciais.



Fonte: Os autores (2026).

A consulta interativa dos talhões permitiu acessar, em uma única interface, informações como status operacional, coordenador responsável, meta, valor realizado, percentual de execução e semana da operação, eliminando a necessidade de consultas manuais às planilhas. Resultado semelhante foi observado por Patel *et al.* (2023), que relataram maior eficiência no monitoramento agrícola por meio da integração de dados espaciais e operacionais em uma plataforma WebGIS. De forma análoga, Zhao *et al.* (2022) demonstraram que a integração entre informações geoespaciais e operacionais favorece a atualização contínua dos dados e amplia o suporte à tomada de decisão. No presente estudo, a sincronização automática entre dados tabulares e geográficos tornou as informações mais acessíveis e contribuiu para maior agilidade no acompanhamento das operações de campo.

A Figura 8 apresenta o posicionamento automático dos rótulos dos talhões utilizando o algoritmo *Polylabel*, que determina o ponto visualmente mais adequado no interior de cada polígono para inserção do identificador.

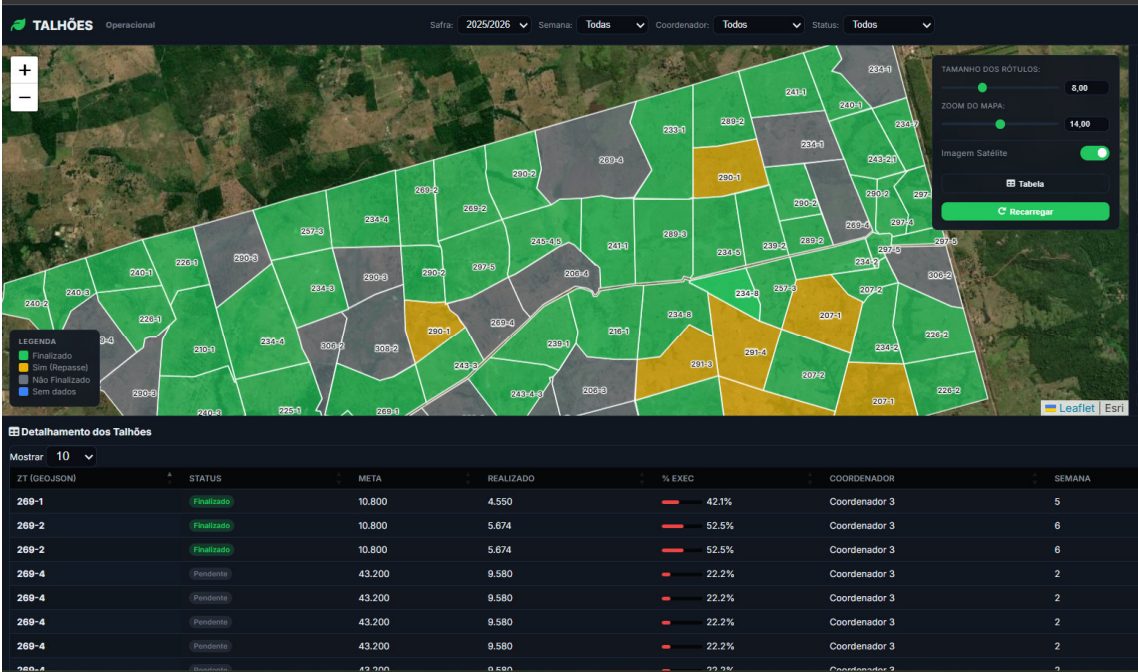
FIGURA 8. Posicionamento dos rótulos utilizando o algoritmo *Polylabel*.

O ajuste dinâmico do tamanho dos rótulos e do nível de zoom melhorou a legibilidade dos identificadores dos talhões e facilitou a navegação entre a visão geral da área e a inspeção de regiões específicas. Gedicke *et al.* (2021) demonstraram que a adaptação da rotulagem ao contexto de visualização é fundamental para preservar a legibilidade em mapas digitais interativos. De forma complementar, Atzl *et al.* (2022) destacaram que a adequação do nível de detalhamento cartográfico conforme a escala de visualização favorece uma navegação mais intuitiva e a interpretação das informações espaciais. Os resultados obtidos neste trabalho corroboram esses estudos, evidenciando que a adaptação dinâmica dos rótulos e da escala de visualização contribuiu para o monitoramento mais eficiente das operações agrícolas.

Classificação automática do status operacional dos talhões

A Figura 10 apresenta a integração entre o mapa interativo e a tabela operacional da plataforma WebGIS, permitindo a consulta simultânea de informações espaciais e operacionais dos talhões.

FIGURA 10. Integração entre mapa temático e tabela operacional.



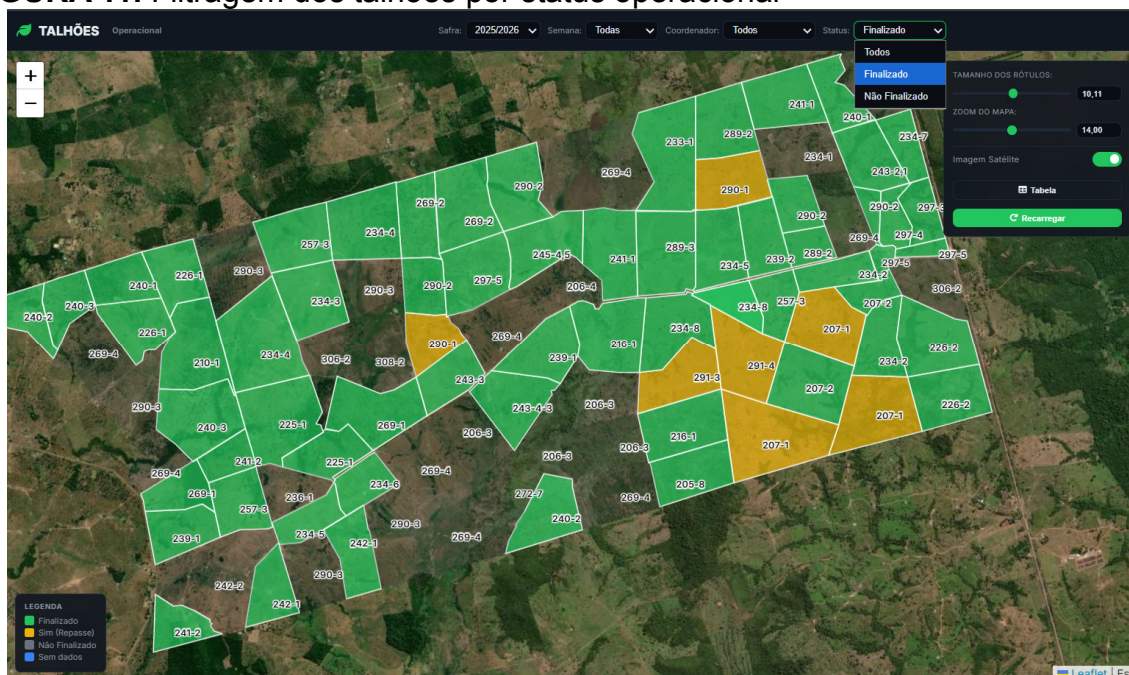
Fonte: Os autores (2026).

A tabela operacional permitiu acompanhar indicadores como meta, valor realizado, percentual de execução, coordenador e semana operacional. A classificação automática dos talhões, baseada na comparação entre a meta e o valor realizado, possibilitou identificar rapidamente áreas finalizadas e aquelas que demandavam acompanhamento ou ações corretivas. Resultado semelhante foi apresentado por Du *et al.* (2016), que demonstraram que a integração de indicadores operacionais em plataformas WebGIS favorece o monitoramento contínuo e o suporte à tomada de decisão. No presente estudo, a automatização da classificação operacional ampliou a agilidade na identificação das áreas prioritárias, reduzindo a necessidade de análises manuais.

Filtragem dinâmica dos talhões por status operacional

A Figura 11 apresenta a funcionalidade de filtragem dos talhões por status operacional na plataforma WebGIS. O recurso permite selecionar e visualizar apenas as áreas classificadas como finalizadas ou não finalizadas, ocultando temporariamente os demais registros.

FIGURA 11. Filtragem dos talhões por status operacional



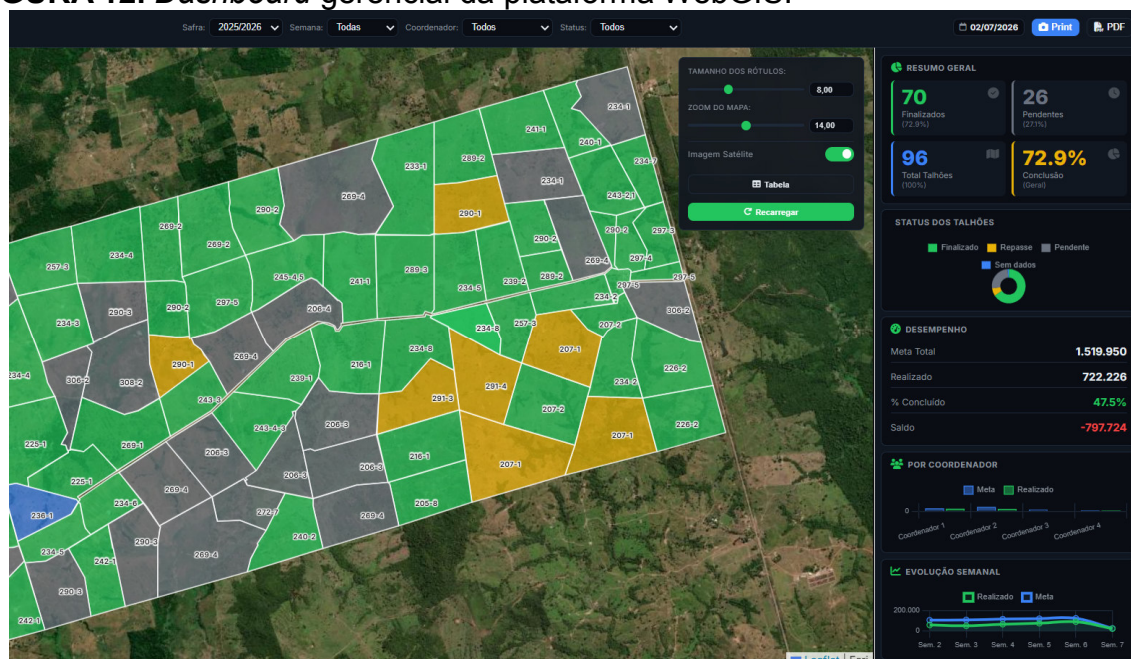
Fonte: Os autores (2026).

A filtragem dinâmica permitiu selecionar rapidamente grupos específicos de talhões, direcionando o monitoramento para áreas concluídas ou pendentes conforme a necessidade operacional. Resultado semelhante foi relatado por Patel *et al.* (2023), que demonstraram a eficiência de filtros interativos em plataformas WebGIS para consulta de informações espaciais e operacionais. De forma complementar, Avanidou *et al.* (2023) destacaram que sistemas WebGIS favorecem a visualização e a consulta dinâmica de dados agrícolas em diferentes escalas. No presente estudo, essa funcionalidade tornou a exploração dos dados mais ágil e direcionada, contribuindo para o monitoramento contínuo e o planejamento das operações.

***Dashboards* para monitoramento operacional**

A Figura 12 apresenta o *dashboard* gerencial da plataforma WebGIS, desenvolvido para consolidar indicadores operacionais em tempo real.

FIGURA 12. *Dashboard* gerencial da plataforma WebGIS.



Fonte: Os autores (2026).

O *dashboard* reuniu indicadores como número de talhões finalizados e pendentes, percentual de conclusão, distribuição do status operacional, desempenho em relação às metas, produtividade por coordenador e evolução semanal das atividades, proporcionando uma visão integrada do andamento das operações. Resultado semelhante foi relatado por Avaniadou *et al.* (2023), que integraram indicadores operacionais e informações espaciais em uma plataforma WebGIS para monitoramento agrícola. Entretanto, enquanto esses autores concentraram a análise em práticas agrícolas e indicadores ambientais, a plataforma desenvolvida neste trabalho incorporou métricas específicas para o gerenciamento da erradicação de plantas com HLB, incluindo metas semanais, produtividade por coordenador e classificação automática do status dos talhões.

De forma complementar, Zhao *et al.* (2022) demonstraram que a integração entre *dashboards* e informações geoespaciais em ambientes WebGIS amplia o suporte ao monitoramento operacional. Os resultados obtidos evidenciam que a atualização automática dos indicadores e sua integração com a representação espacial dos talhões facilitaram a identificação de desvios em relação ao planejamento e a priorização das atividades em campo.

CONCLUSÕES

A plataforma WebGIS desenvolvida permitiu integrar automaticamente dados provenientes de planilhas eletrônicas e arquivos GeoJSON, possibilitando a atualização do status operacional dos talhões, a visualização espacial das operações e a geração de indicadores para apoio ao gerenciamento da erradicação de plantas com sintomas de *Huanglongbing* (HLB). A integração entre informações tabulares e geoespaciais reduziu a necessidade de consultas manuais, ampliou a organização e a rastreabilidade dos dados operacionais e favoreceu o monitoramento das atividades por meio de mapas temáticos, filtros interativos, tabelas operacionais e *dashboards*. Dessa forma, a plataforma demonstrou potencial

como ferramenta de apoio ao gerenciamento operacional e à tomada de decisão na citricultura, contribuindo para a aplicação dos conceitos de Agricultura Digital no manejo fitossanitário.

REFERÊNCIAS

ATZL, C.; MITTLBÖCK, M.; KNOTH, L.; Design decisions for multidimensional digital and interactive basemaps of urban environments. **Cartography and Geographic Information Science**, v. 49, n. 3, p. 220-236, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/15230406.2021.2015719>>. doi: 10.1080/15230406.2021.2015719

AVANIDOU, K.; ALEXANDRIDIS, T.; KAVROUDAKIS, D.; KIZOS, T. Development of a multi-scale interactive Web-GIS system to monitor farming practices: A case study in Lemnos Island, Greece. **Smart Agricultural Technology**, v. 5, p. 100313, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.atech.2023.100313>>. doi: 10.1016/j.atech.2023.100313

BASSANEZI, R. B.; LOPES, S. A.; MIRANDA, M. P.; WULFF, N. A.; VOLPE, H. X. L.; AYRES, A. J. Overview of citrus huanglongbing spread and management strategies in Brazil. **Tropical Plant Pathology**, v. 45, n. 3, p. 251-264, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s40858-020-00343-y>>. doi: 10.1007/s40858-020-00343-y

BOURKE, P. Calculating the area and centroid of a polygon. **Swinburne University of Technology**, v. 7, 1988. Disponível em: <<https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=3271947>>.

CARRER, M. J.; SOUZA FILHO, H. M.; BATALHA, M. O.; ROSSI, F. R. Farm Management Information Systems (FMIS) and technical efficiency: An analysis of citrus farms in Brazil. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 119, p. 105-111, 2015. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168169915003269?via%3Dihub>>. doi: 10.1016/j.compag.2015.10.013

CARRER, M. J.; SOUZA FILHO, H. M.; BATALHA, M. O. Factors influencing the adoption of Farm Management Information Systems (FMIS) by Brazilian citrus farmers. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 138, p. 11-19, 2017. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168169916302629>>. doi: 10.1016/j.compag.2017.04.004

DU, K.; CHU, J.; SUN, Z.; ZHENG, F.; XIA, Y.; YANG, X. Design and implementation of monitoring system for agricultural environment based on WebGIS with Internet of Things. **Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering**, v. 32, n. 4, p. 171-178, 2016. Disponível em: <<https://www.ingentaconnect.com/content/tcsae/tcsae/2016/00000032/00000004/art0024>>.

FOSCI, P.; PSAILA, G. Soft querying features in GeoJSON documents: The GeoSoft proposal. **International Journal of Computational Intelligence Systems**, v. 16, n. 67, 2026. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer – Jandaia-GO, v.23 n.57; p. 67

1, p. 163, 2023. Disponível em: < <https://doi.org/10.1007/s44196-023-00325-3>>. doi: 10.1007/s44196-023-00325-3

FOUNTAS, S.; CARLI, G.; SØRENSEN, C. G.; TSIROPOULOS, Z.; CAVALARIS, C.; *et al.*; Farm management information systems: Current situation and future perspectives. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 115, p. 40-50, 2015. Disponível em: < linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0168169915001337 >. doi: 10.1016/j.compag.2015.05.011

GAIKWAD, S. V.; VIBHUTE, A. D.; KALE, K. V.; Design and implementation of a Web-GIS platform for monitoring of vegetation status. **ICTACT Journal on Image & Video Processing**, v. 11, n. 3, 2021. Disponível em: < https://www.researchgate.net/publication/351870231_DESIGN_AND_IMPLEMENTATION_OF_A_WEB-GIS_PLATFORM_FOR_MONITORING_OF_VEGETATION_STATUS>. doi: 10.21917/ijivp.2021.0338

GEDICKE, S.; BONERATH, A.; NIEDERMANN, B.; HAUNERT, J. H. Zoomless maps: External labeling methods for the interactive exploration of dense point sets at a fixed map scale. **IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics**, v. 27, n. 2, p. 1247-1256, 2021. Disponível em: < <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9222088>>. doi: 10.1109/TVCG.2020.3030399

GUO, C. F.; KONG, W. Z.; MUKANGANGO, M.; HU, Y. W.; LIU, Y. T.; SANG, W.; QIU, B. L. Distribution and dynamic changes of Huanglongbing pathogen in its insect vector *Diaphorina citri*. **Frontiers in Cellular and Infection Microbiology**, v. 14, p. 1408362, 2024. Disponível em: < <https://doi.org/10.3389/fcimb.2024.1408362>>. doi:10.3389/fcimb.2024.1408362

GRAHAM, J. H.; BASSANEZI, R. B.; DAWSON, W. O.; DANTZLER, R. Management of Huanglongbing of citrus: Lessons from São Paulo and Florida. **Annual Review of Phytopathology**, v. 62, n. 1, p. 243-262, 2024. Disponível em: <<https://doi.org/10.1146/annurev-phyto-121423-041921>>. doi: 10.1146/annurev-phyto-121423-041921

HARRIE, L.; OUCHEIKH, R.; NILSSON, Å.; OXENSTIERNA, A.; CEDERHOLM, P.; WEI, L.; *et al.*; Label placement challenges in city wayfinding map production: Identification and possible solutions. **Journal of Geovisualization and Spatial Analysis**, v. 6, n. 1, p. 16, 2022. Disponível em: < <https://link.springer.com/article/10.1007/s41651-022-00115-z>>. doi: 10.1007/s41651-022-00115-z

KILLINY, N. Made for each other: Vector–pathogen interfaces in the huanglongbing pathosystem. **Phytopathology**, v. 112, n. 1, p. 26-43, 2022. Disponível em: < <https://doi.org/10.1094/PHYTO-05-21-0182-FI>>. doi:10.1094/PHYTO-05-21-0182-FI

LATA, K.; SOOD, A.; KAUR, K.; BENIPAL, A. K.; PATERIYA, B. Web-GIS based dashboard for real-time data visualization and analysis using open source

ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer – Jandaia-GO, v.23 n.57; p. 68 2026

technologies. **Journal of Geomatics**, v. 16, n. 2, p. 134-146, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.58825/jog.2022.16.2.42>>. doi:10.58825/jog.2022.16.2.42

LI, S.; DRAGICEVIC, S.; CASTRO, F. A.; SESTER, M.; WINTER, S.; *et al.*; Geospatial big data handling theory and methods: A review and research challenges. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, v. 115, p. 119-133, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2015.10.012>>.doi: 10.1016/j.isprsjprs.2015.10.012

LI, Y.; SAKAMOTO, M.; SHINOHARA, T.; SATOH, T.; Automatic label placement of area-features using deep learning. **The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences**, v. 43, p. 117-122, 2020. Disponível em: < <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLIII-B4-2020-117-2020>>. doi:10.5194/isprs-archives-XLIII-B4-2020-117-2020

PATEL, S.; KAUR, B.; VERMA, S.; SOOD, A.; LITORIA, P. K.; *et al.*; Web GIS based decision support system for agriculture monitoring and management. **Geoinformatics & Geostatistics: An Overview**, v. 11, n. 1, p. 28, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2015.10.012>>.doi: 10.1016/j.isprsjprs.2015.10.012

PÉREZ-HEDO, M.; HODDLE, M. S.; ALFEREZ, F.; TENA, A.; WADE, T.; *et al.*; Huanglongbing (HLB) and its vectors: recent research advances and future challenges. **Entomologia generalis**, p. 1-19, 2025. Disponível em: < https://www.researchgate.net/publication/389122448_Huanglongbing_HLB_and_its_vectors_recent_research_advances_and_future_challenges>.doi:10.1127/entomologia/2024/3081

SAFARI BAZARGANI, J.; SADEGHI-NIARAKI, A.; CHOI, S. M.; A survey of GIS and IoT integration: Applications and architecture. **Applied Sciences**, v. 11, n. 21, p. 10365, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/app112110365>>. doi:10.3390/app112110365

TERRIBILE, F.; ACUTIS, M.; AGRILLO, A.; ANZALONE, E.; AZAM-ALI, S.; *et al.*; The LANDSUPPORT geospatial decision support system (S-DSS) vision: Operational tools to implement sustainability policies in land planning and management. **Land Degradation & Development**, v. 35, n. 2, p. 813-834, 2024. Disponível em: <<https://doi.org/10.1002/ldr.4954>>. doi:10.1002/ldr.4954

VINUEZA-MARTINEZ, J.; CORREA-PERALTA, M.; RAMIREZ-ANORMALIZA, R.; FRANCO ARIAS, O.; VERA PAREDES, D.; Geographic information systems based on WebGIS architecture: Bibliometric analysis of the current status and research trends. **Sustainability**, v. 16, n. 15, p. 6439, 2024. Disponível em: < <https://doi.org/10.3390/su16156439>>. doi: 10.3390/su16156439

XU, J.; GU, B.; TIAN, G.; Review of agricultural IoT technology. **Artificial Intelligence in Agriculture**, v. 6, p. 10-22, 2022. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.aiia.2022.01.001>>. doi: 10.1016/j.aiia.2022.01.001

YE, J.; CHEN, B.; LIU, Q.; FANG, Y.; A precision agriculture management system based on Internet of Things and WebGIS. In: **2013 21st International Conference on Geoinformatics**. IEEE, p. 1-5, 2013. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6626173>>. doi: 10.1109/Geoinformatics.2013.6626173

ZHANG, F.; QIU, Z.; FENG, T.; DAI, Y.; FAN, G.; Modeling the importation and local transmission of Huanglongbing disease: bifurcation and sensitivity analysis. **International Journal of Bifurcation and Chaos**, v. 32, n. 08, p. 2250117, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1142/S0218127422501176>>. doi:10.1142/S0218127422501176

ZHAO, H.; DI, L.; SUN, Z.; WaterSmart-GIS: A web application of a data assimilation model to support irrigation research and decision making. **ISPRS International Journal of Geo-Information**, v. 11, n. 5, p. 271, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/ijgi11050271>>. doi: 10.3390/ijgi11050271