

## ORBIO Web: Sistema de Gestão de Rotas de VANTs no Controle Biológico de Pragas

Bruno S. da Silva<sup>1</sup>, Marcelo S. Moreira<sup>2</sup>, Tauã M. Cabreira<sup>2</sup>, Paulo R. Ferreira Jr.<sup>1</sup>,  
Lúcio A. de Castro Jorge<sup>3</sup>, Nicholas R. Matias<sup>4</sup>, Ricardo A. O. Machado<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas (UFPEL)

<sup>2</sup>Instituto Federal Sul-rio-grandense (IFSUL) – Pelotas, RS – Brasil

<sup>3</sup>EMBRAPA Instrumentação – São Carlos, SP – Brasil

<sup>4</sup>BirdView Drone Bio Control - São Manoel, SP – Brasil

{bruno.siqueira, paulo}@inf.ufpel.edu.br, professionalsmbr@gmail.com

tauacabreira@ifsul.edu.br, lucio.jorge@embrapa.br

{nicholas, ricardo}@birdview.com.br

**Abstract.** *Agricultural pests and diseases pose a significant threat to food security, with financial losses estimated in millions annually. This paper introduces ORBIO Web, an innovative web application designed to manage and optimize the route planning of Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) for the dispersion of biological control agents in crops. The solution aims to overcome challenges related to manual route planning, offering an automated planning tool that ensures efficiency, accuracy, and operational cost reduction.*

**Resumo.** *Pragas e doenças agrícolas representam uma ameaça significativa à segurança alimentar, com perdas financeiras estimadas em milhões anualmente. Este trabalho apresenta o ORBIO Web, uma aplicação web inovadora para gerenciar e otimizar o planejamento de rotas de Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs) na dispersão de agentes de controle biológico em lavouras. A solução visa superar desafios relacionados ao planejamento manual de rotas, oferecendo uma ferramenta de planejamento automatizado que garante eficiência, precisão e redução de custos operacionais.*

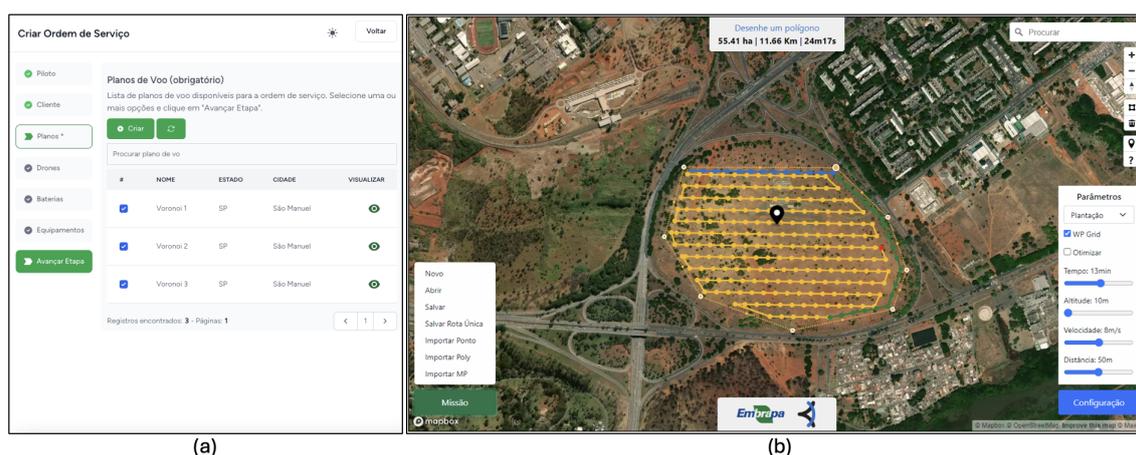
### 1. Contexto

Pragas agrícolas e doenças representam sérios riscos à segurança alimentar, acarretando prejuízos financeiros significativos [FAO 2020]. O controle biológico (CB) surge como alternativa sustentável, utilizando predadores naturais para reduzir perdas agrícolas, sem depender de produtos químicos [Embrapa 2022]. No entanto, a implementação em larga escala do CB enfrenta desafios logísticos na distribuição de agentes biológicos. Os Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs) oferecem uma solução eficiente para essa dispersão em grandes áreas agrícolas [Freitas et al. 2020], exigindo um planejamento detalhado das rotas de voo, levando em conta o tamanho da área, locais ideais para decolagem e pouso, limitações de bateria e necessidades específicas de aplicação dos agentes biológicos.

Estudos como os de [Di Franco 2015] e [Cabreira et al. 2018] avançaram na otimização de trajetórias para VANTs em aplicações energéticas e fotogrametria, mas não abordaram a dispersão de agentes biológicos. [Valente et al. 2013] ampliaram para áreas irregulares e múltiplos VANTs, ainda sem focar na dispersão biológica. Inovações em dispositivos de dispersão foram mencionadas em [Peter and Beitz-Heineke 2014] e [Nicodemo 2020], sem integração com otimização de voo para eficiência energética. [Rangel 2016] e [Freitas et al. 2020] exploraram a otimização de rotas para dispersão biológica, mas não abordaram limitações energéticas para o retorno seguro do VANT. A combinação de otimização de rotas com dispositivos de dispersão em VANTs para contextos biológicos representa um campo aberto para inovações futuras.

Nesse contexto, a parceria entre a BIRDVIEW *Drone Bio Control*<sup>1</sup>, pesquisadores da EMBRAPA Instrumentação, dois Institutos Federais (IFSul e IFFar) e a Universidade Federal de Pelotas (UFPEL) resultou no desenvolvimento do sistema web ORBIO, projetado para otimizar o planejamento de rotas para VANTs, visando o melhor aproveitamento da dispersão de agentes biológicos. O ORBIO oferece uma *Dashboard* multifuncional para gestão de operações para CB, incluindo a gestão de ordens de serviço, pilotos, inventário equipamentos, dados da operação detalhados (voo e material aplicado), além do registro de incidentes, em conformidade com a Agência Nacional de Aviação Comercial (ANAC).

A Figura 1(a) exibe a interface da *dashboard* de criação de ordem de serviço no ORBIO Web, implementada para operar via navegador. A plataforma assegura a execução completa de operações com VANTs, abrangendo a seleção de pilotos, clientes/propriedades rurais, planos de voo, aeronaves não tripuladas, baterias e equipamentos auxiliares. Paralelamente, como mostrado na Figura 1(b), o módulo de planejamento de voos possibilita a demarcação de zonas agrícolas por meio de polígonos sobre um mapa interativo. Além da definição dos parâmetros do voo, o módulo permite importar e exportar planos de voos em diferentes formatos e salvar planos de voo único ou múltiplos.



**Figura 1. Orbio Web: (a) tela Ordem de Serviço e (b) tela Planos de voo**

A escolha de pontos de decolagem e pouso é simplificada com um clique duplo sobre uma aresta do polígono, seguido de um algoritmo que gera automaticamente uma

<sup>1</sup>Empresa brasileira pioneira na criação de dispositivos de dispersão. Patentes no Brasil e exterior: BR1020190147539, BR10202101581, WO2022016244, WO2021007632, ZA202201887. Startup destaque no Sicombiol 2023, Premio MAPA Conecta 2021 e Prêmio Sebrae Startups do Futuro 2022.

rota de vai-e-volta alinhada à maior aresta do polígono. Configurações de voo como tempo, altitude, velocidade e distância entre linhas podem ser ajustadas antes ou depois da criação da rota. Modificações posteriores recalculam e atualizam a rota no mapa para revisão, permitindo exportá-la como um arquivo de *waypoints* para carregar em um VANT e realizar o voo programado.

O parâmetro de tempo de voo, crucial para gerenciar a capacidade energética de VANTs de baixo custo, permite ao algoritmo fragmentar rotas em sub-rotas para o planejamento eficiente de áreas extensas. Introduce comandos automáticos de retorno à base para recarga e reabastecimento do dispensador com agentes biológicos. Esta metodologia simplifica a criação de rotas e é projetada para funcionar em navegadores, tornando-a ideal para uso em dispositivos mais acessíveis como tablets e smartphones, facilitando sua aplicação na agricultura.

## 2. Processo adotado

O desenvolvimento do ORBIO adotou uma metodologia ágil, privilegiando iterações rápidas que facilitaram a integração contínua de *feedbacks* visando aprimoramentos no sistema. A avaliação de usabilidade, implementada por meio do método *System Usability Scale*, com a participação de treze pilotos de VANTs com vasta experiência, resultou em um *score* de 90, refletindo uma aceitação substancialmente elevada do sistema.

A validação empírica do ORBIO, realizada através de uma Prova de Conceito em operações reais de voo sobre uma área de 50 hectares, evidenciou diferenças entre o método de planejamento manual e o proposto pelo ORBIO, elucidando avanços notáveis em termos de acurácia, minimização do tempo de preparação e aumento da eficácia operacional. Esses achados validam a eficiência do ORBIO no refinamento do planejamento e execução de missões de VANTs, contribuindo significativamente para o avanço metodológico e prático das estratégias de controle biológico em ambientes de agricultura de precisão.

## 3. Solução

O ORBIO representa um avanço crucial no campo do software de gestão e otimização de rotas de VANTs na dispersão de agentes biológicos. Experimentos demonstraram que foi possível reduzir o erro humano médio de 18%, graças à automatização, e para menos de 1% nas distâncias entre as linhas necessárias para o controle biológico<sup>2</sup>. A automação proposta pelo ORBIO não só acelera a preparação e melhora a distribuição de agentes, diminuindo custos operacionais, mas também entrega benefícios estratégicos para organizações ao otimizar operações agrícolas e evidencia um impacto positivo no mercado de software pela promoção de métodos eficientes e econômicos no gerenciamento de cultivos, apontando para o potencial de novas aplicações em robótica aérea. Essas inovações estabelecem uma base sólida para a evolução do ORBIO em um SaaS, ampliando seu alcance e aplicabilidade no gerenciamento de planos de voo e operações de drones no setor agrícola.

---

<sup>2</sup>Resultados publicados no *Latin American Robotics Symposium (LARS) 2022*: [da Silva et al. 2022].

## Referências

- Cabreira, T. M., Di Franco, C., e Ferreira, Paulo R e Buttazzo, G. C. (2018). Energy-aware spiral coverage path planning for uav photogrammetric applications. *IEEE Robotics and automation letters*, 3(4):3662–3668.
- da Silva, B. S., Cabreira, T. M., De Souza, B. J., Matias, N. R., Machado, R. A., Jorge, L. A. C., e Ferreira, P. R. (2022). Framework for biological control with unmanned aerial vehicles. In *2022 Latin American Robotics Symposium (LARS), 2022 Brazilian Symposium on Robotics (SBR), and 2022 Workshop on Robotics in Education (WRE)*, pages 25–30. IEEE.
- Di Franco, Carmelo e Buttazzo, G. (2015). Energy-aware coverage path planning of uavs. In *2015 IEEE international conference on autonomous robot systems and competitions*, pages 111–117. IEEE.
- Embrapa (2022). Controle biológico. <https://www.embrapa.br/tema-controle-biologico/sobre-o-tema>. [Acesso em: 30-jan-2024].
- FAO (2020). Pests and diseases. <https://www.fao.org/fsnforum/topics/pests-and-diseases>. [Acesso em: 30-jan-2024].
- Freitas, H., Faiçal, B. S., e Silva, A. V. C., e Ueyama, J. (2020). Use of uavs for an efficient capsule distribution and smart path planning for biological pest control. *Computers and Electronics in Agriculture*, 173:105387.
- Nicodemo, F. G. (2020). Sistema para liberação de agentes biológicos no controle biológico de pragas. Patent BR 11 2020 008560 0.
- Peter, B. F. e Beitzel-Heineke, W. (2014). Veículo de dispersão em grande superfície, de unidade de dispersão substancialmente esféricas contendo organismos Úteis apropriados para controle biológico. Patent BR 10 2014 016416 2 B1.
- Rangel, R. K. (2016). Development of an uavs distribution tools for pest’s biological control “bug bombs!”. In *2016 IEEE Aerospace Conference*, pages 1–8. IEEE.
- Valente, J., Sanz, D., Del Cerro, J., Barrientos, A., e de Frutos, M. Á. (2013). Near-optimal coverage trajectories for image mosaicing using a mini quad-rotor over irregular-shaped fields. *Precision agriculture*, 14(1):115–132.