

Uso de Vants na agricultura



USO DE VANTS NA AGRICULTURA

Veículos aéreos não tripulados (Vants/drones), na agricultura, são tecnologias que permitem aperfeiçoar o manejo agrícola, garantindo que práticas de cultivo se tornem mais precisas e eficientes, reduzindo desperdícios e melhorando a sustentabilidade. Tais práticas visam à otimização das atividades agrícolas, por meio do mapeamento aéreo, do monitoramento de culturas e da coleta de dados essenciais para a tomada de decisões.

Esses equipamentos, juntamente com o uso de sensores multiespectrais e softwares de processamento de imagens, permitem monitorar, de forma detalhada, as condições do solo, a saúde das plantas, bem como a aplicação de insumos agrícolas, a custos relativamente baixos e de forma não destrutiva, e, com isso, melhorar o acompanhamento e o gerenciamento agrícola. Entre as diversas aplicações do Vant, citam-se as utilizadas para diagnóstico e as utilizadas para mitigação.

Para o diagnóstico, podem-se mencionar: a capacidade de coletar informações detalhadas e de forma ágil sobre as condições das culturas; a contagem de plantas; a identificação de locais com falhas nas linhas de plantio, com ocorrência de estresse por pragas, doenças e por deficiência nutricional, e com excesso ou falta de irrigação; a estimativa da produtividade das diferentes áreas; a avaliação do desempenho das práticas adotadas, visando à realização de ajustes em safras futuras. A Figura 1 demonstra falhas em lavoura de soja em imagem obtida por Vant.

Em processos de mitigação, pode-se realizar a pulverização em locais específicos. Com isso, é possível: promover a dessecação da cultura, visando à uniformização da maturação; realizar o controle de plantas invasoras; promover a aceleração da colheita, a redução da umidade nos grãos e do amassamento de plantas; realizar intervenções rápidas e localizadas, minimizando perdas e evitando o uso excessivo de insumos.

Figura 1 - Imagem de Vant (drone) para a identificação de falhas na cultura da soja



Marley Lamounier Machado

Modelos de Vant utilizados para agricultura no Brasil

Os Vants utilizados na agricultura podem ser classificados como de asa fixa e multirrotor. Os de asa fixa possuem eficiência em cobrir grandes áreas em um único voo, visto que seu design aerodinâmico proporciona maior autonomia de bateria. Por outro lado, estes não possuem capacidade para pairar em um ponto fixo e necessitam de espaço físico para aterrissagem. Já os Vants multirrotadores oferecem maior flexibilidade e facilidade de manobra. A Figura 2 apresenta Vants comerciais para diagnósticos de áreas agrícolas.

Os Vants de pulverização (Fig. 3) são capazes de aplicar fertilizantes, pesticidas e herbicidas de maneira mais eficiente e controlada, o que reduz o desperdício de produtos e limita o impacto ambiental, já que a aplicação pode ser direcionada com precisão para áreas específicas. Além disso, facilitam o trabalho em terrenos de difícil acesso, onde equipamentos tradicionais não conseguem operar.

Figura 2 - Vants de diagnóstico

Modelo	Tipo de sensor	Sensor compatível	Autonomia (min)
Trinity F90+  https://quantum-systems.com	RGB Multiespectral Térmico Lidar	Micasense Altum	60
Ebee X  https://ageagle.com	RGB Multiespectral Térmico	Micasense Altum, Parrot Sequoia+	90
Mavic 3  https://enterprise.dji.com	RGB Multiespectral Térmico	Sensor próprio do Vant	45
Matrice 350  https://enterprise.dji.com	RGB Multiespectral Térmico	Pika L, Micasense Altum, Senterra 6X, Parrot Sequoia+, DJI Zenmuse XT, FLIR Vue TZ20, Workswell WIRIS Pro	55
Yuneec H520E  https://yuneec.online	RGB Multiespectral Térmico	Parrot Sequoia+	28

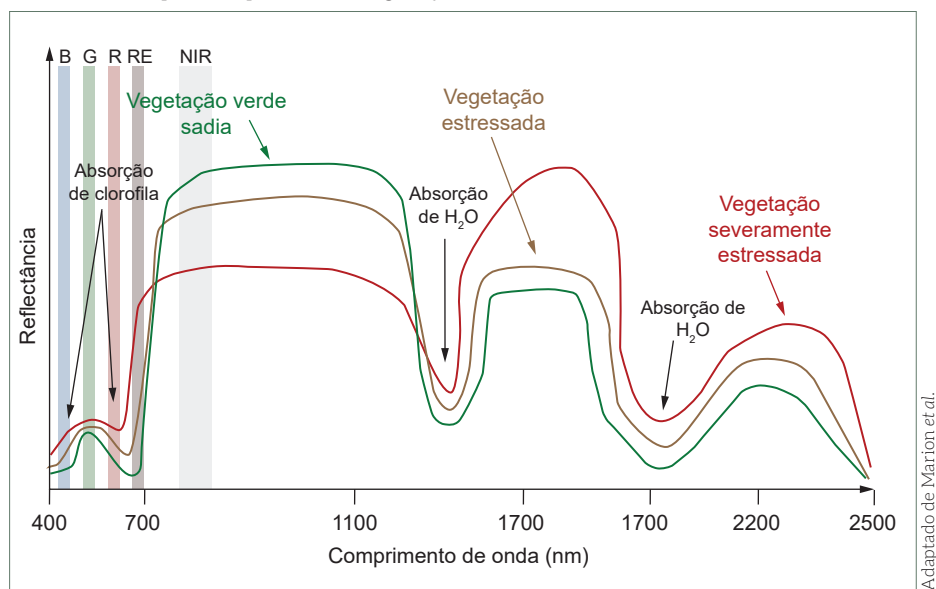
Figura 3 - Vants de pulverização

Modelo	Capacidade (L)	Velocidade (m/s)	Largura de dispersão (m)	Autonomia (min)	Carga (kg)
DJI Agras T50  www.dji.com/br	40	12	4 a 11	10	92
XAG P100  www.xa.com/en	40	13,8	9	12	104
Agri X4  www.aerobotics.com	10	7	2	15	25
Pelicano  https://skydrones.com.br	8	15	4 a 5	10 a 15	20

Sensores/Câmeras

As imagens multiespectrais são capturadas por sensores que conseguem registrar a radiação eletromagnética em diferentes faixas do espectro eletromagnético, incluindo as que os olhos não percebem. Assim, esse conjunto de imagens multiespectrais pode informar sobre a condição fisiológica da cultura e a condição física dos solos. O Gráfico 1 apresenta exemplo da curva espectral da vegetação em diferentes comprimentos de onda, considerando o estágio vegetativo nas condições: sadia, estressada e severamente estressada.

Gráfico 1 - Resposta espectral da vegetação



Nota: B - Azul; G - Verde; R - Vermelho; RE - Borda do vermelho; NIR - Infravermelho próximo; SWIR - Infravermelho de ondas curtas.

Vants podem portar diferentes tipos de sensores (câmeras), tais como: multiespectrais, hiperespectrais, termográficas e Lidar (Laser Imaging Detection and Ranging).

As câmeras multiespectrais têm a capacidade de obter imagens no espectro do visível (bandas azul, verde e vermelho), na borda do vermelho e no infravermelho-próximo. É comum que se encontre no mercado câmeras multiespectrais de 4 a 6 bandas.

A câmera hiperespectral diferencia-se da multiespectral pela utilização de múltiplas bandas estreitas. Com isso, ao utilizar esses sensores, há a possibilidade de melhorar o poder investigativo sobre a cultura, em virtude da maior resolução espectral. No mercado, encontram-se câmeras hiperespectrais de 30 a 200 bandas.

Câmeras termográficas conseguem detectar a radiação infravermelha emitida pelos corpos convertendo-a em imagens visíveis. Neste caso, essas câmeras conseguem identificar o aumento de temperatura nas folhas, provocadas, por exemplo, pelo estresse hídrico ou por ação de patógenos.

Já o sistema Lidar permite obter informações relacionadas com a cultura, como altura das plantas, densidade da copa, estimativa de biomassa, número de indivíduos, etc.

A Figura 4 apresenta modelos de câmeras disponíveis no mercado, contendo sensores multiespectral, hiperespectral e termais, para Vants.



Figura 4 - Câmeras para Vant

Câmeras Hiperespectrais	Câmeras Multiespectrais	Câmeras Termais
FS-62c (900-1700 nm) 1024 bandas de 6,5 nm  www.figspec.com	Micasense Altum Multispectral 6-bandas c/ LWIR  https://ageagle.com	DJI Zenmuse XT  www.dji.com
Pika L (400-1000 nm) 281 bandas de 2.7 nm  https://resonon.com	Sentera 6X Multispectra 5-Bandas  https://senterasensors.com	FLIR Vue TZ20  https://www.flir.com
Ultris X20 Plus (350-1000 nm) 164 bandas de 4 nm  https://cubert-hyperspectral.com	Parrot Sequoia+ 5-bandas  www.parrot.com	Workswell WIRIS Pro  https://workswell.eu

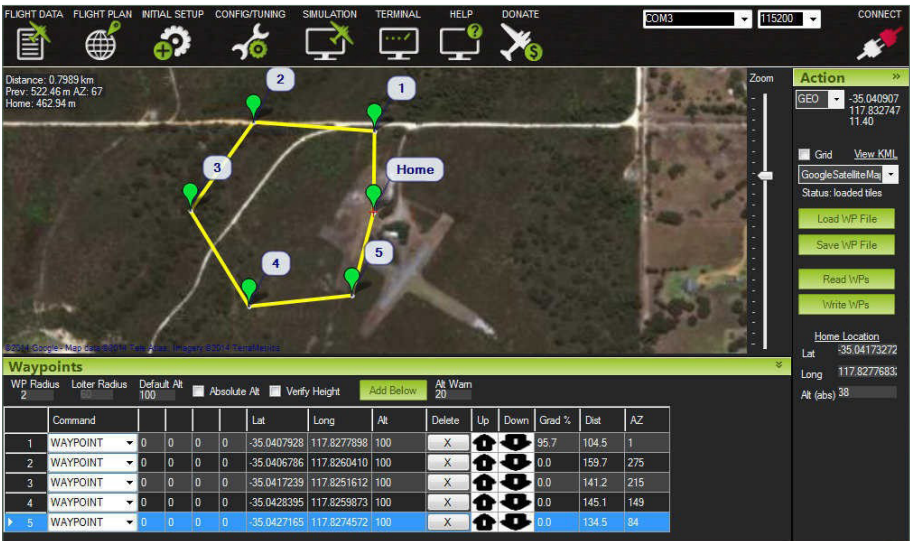
Operacionalização do voo

Alguns aspectos devem ser observados para a operacionalização e o planejamento de voo, são estes: a altura; o percentual de sobreposição longitudinal e transversal; a área de abrangência; o tempo de autonomia; a calibração radiométrica; a calibração de itens internos do Vant, Sistema de Posicionamento Global (GPS), Unidade de Medição Inercial (IMU), bússola; a configuração de parâmetros de segurança do drone; o georreferenciamento de pontos de controle; o horário de voo e a autorização da Agência Nacional de Aviação Civil (Anac) para a reserva de espaço aéreo.

Planejamento de voo

Muitos fabricantes de Vants disponibilizam seu próprio software para o planejamento de voo. No entanto, há os que são de domínio público e têm compatibilidade com uma grande quantidade de Vants, como, por exemplo, o Misson Planner¹ e o QgroundControl². A Figura 5 apresenta a tela com rota de voo no Mission Planner.

Figura 5 - Tela do software Mission Planner



<https://ardupilot.org/planner/#>

A sobreposição longitudinal e transversal permite que softwares de fotogrametria utilizados para o mosaico das imagens identifiquem pontos comuns entre imagens consecutivas, criando nuvens de pontos para modelagem 3D. Além disso, facilita a correção das distorções nas bordas das imagens e possibilita que os softwares combinem pontos comuns nas imagens por coordenadas de GPS, garantindo alinhamento.

¹<https://ardupilot.org/planner/#>

²<https://qgroundcontrol.com>

mento e georreferenciamento mais preciso. O padrão é que se utilize sobreposições superiores a 60%.

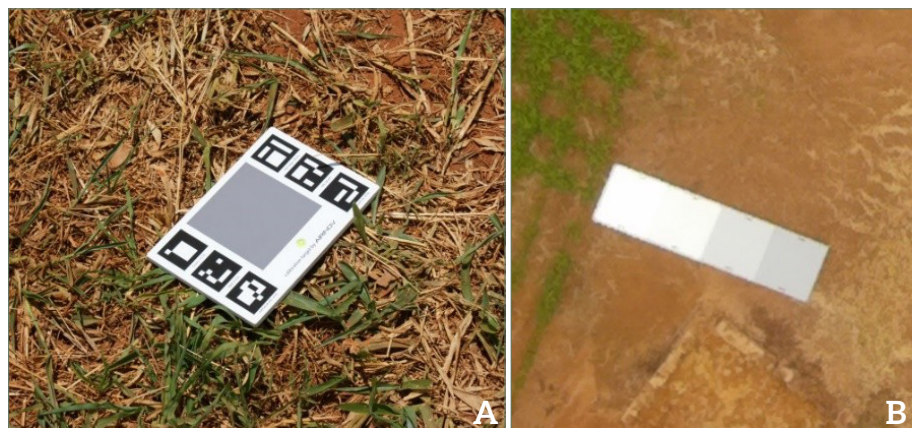
Para a calibração do GPS, da IMU e da bússola (magnetômetro), deve-se consultar o manual do fabricante.

Calibração radiométrica

A calibração radiométrica é desejável para corrigir inconsistências causadas por variações nas condições de iluminação, como mudanças na intensidade solar durante o voo. Essas inconsistências podem gerar respostas espectrais nos sensores do Vant que não correspondem à realidade. Nesse caso, requer o uso de painéis de calibração radiométrica, ou seja, com propriedades espectrais conhecidas. A Figura 6 apresenta exemplos de placa de reflectância conhecida para correção radiométrica.

Alguns Vants permitem a utilização de placa de calibração antes do voo. Por outro lado, é possível a calibração durante o processamento para estabelecer o mosaico.

Figura 6 - Placas de calibração radiométrica



Fotos: Marley Lamounier Machado

Nota: A - Placa de referência do Vant Ebee SQ; B - Placa de referência de fabricação própria.

As imagens poderão ser corrigidas no software de mosaico das imagens ou mesmo em softwares de domínio público, como o Qgis³, por meio da opção [Raster > Calculadora Raster]. Nestes casos, deve-se fazer a correspondência (regra de três ou modelos de regressão) entre os valores médios dos pixels amostrados na imagem da placa de referência e seus respectivos valores de reflectância, com os demais pixels da imagem. Esta relação pode ser obtida pela equação a seguir:

$$R = \frac{(\text{valor do pixel na imagem}) \cdot (\text{valor da reflectância da placa})}{(\text{valor médio dos pixels na imagem da placa})}$$

em que:

R = Pixel da imagem em reflectância.

Horário do dia para obtenção de imagens

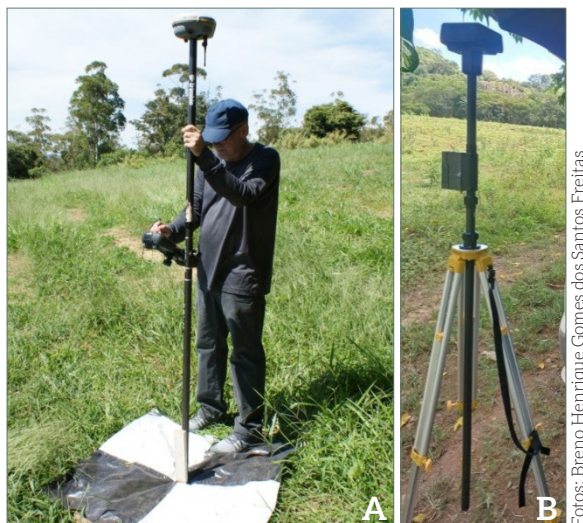
As imagens das lavouras por Vant devem ser obtidas entre os horários de 11h e 13h, a fim de diminuir o efeito de sombreamento na lavoura.

Georreferenciamento

Para estabelecer o mosaico das imagens, é necessário que estas sejam obtidas em sistemas de arquivo que permitam o registro de coordenadas geográficas, como por exemplo, o GeoTiff. No entanto, essa condição não garante um georreferenciamento preciso. Para isto, é necessário utilizar o Global Navigation Satellite System (GNSS) para obter coordenadas em alvos posicionados na área durante o voo (Fig. 7A). Ou ainda, é possível fazer uso de uma base Real Time Kinematic (RTK), para fornecer correções em tempo real das coordenadas ao drone (Fig. 7B), desde que este equipamento suporte essa tecnologia.

³ <https://www.qgis.org/download/>

Figura 7 - Equipamentos para obter e corrigir coordenadas durante o voo



Nota: A - Sistema Navegação Global via Satélite (GNSS); B - Base RTK.

Permissão de uso do espaço aéreo pela Agência Nacional de Aviação Civil

Para a execução do voo, é necessária a Solicitação de Acesso de Aeronaves Remotamente Pilotadas (Sarpas), por meio da plataforma Sarpas NG⁴ (Fig. 8), do Departamento de Controle do Espaço Aéreo (Decea) da Anac. Essa etapa garante que a operação do Vant esteja alinhada às normas de segurança aérea, permitindo voos apenas em áreas autorizadas e em conformidade com as regulamentações.

No entanto, para a utilização desta plataforma, é necessário o cadastro da equipe de trabalho e das aeronaves, por meio do Sistema de Aeronaves Não Tripuladas (Sisant), no site da Anac. Além disso, há a necessidade de aquisição de seguro de responsabilidade civil, para cobrir eventuais danos a terceiros.

⁴ <https://sarpas.decea.mil.br/login/>

Figura 8 - Solicitação de Acesso de Aeronaves Remotamente Pilotadas - Sistema Sarpas

SOLICITAR VOO

Inicio

Aeronaves

Voos

Equipes

Operadores

Compartilhamento

CONTA:

Solicitar Voo

Quer entender melhor como solicitar o seu voo? Confira o material de apoio que criamos que explicamos o passo-a-passo. [Clique aqui.](#)

01 Dados Básicos do voo

02 Localização

03 Resumo da Solicitação

Regulamentação e Segurança

A Anac estabelece três classes que levam em consideração pesos máximos de decolagem, e que, de acordo com sua respectiva classe, terão que seguir exigências e restrições de operação (Tabela 1).

Tabela 1 - Classes de Vants estabelecidas pela Anac

Classe	Peso de decolagem	Exigências principais
1	Mais de 150 kg	Registro, seguro obrigatório e certificação de aeronavegabilidade.
2	Entre 25 e 150 kg	Cadastro, seguro obrigatório e avaliação de risco operacional.
3	Até 25 kg	Cadastro e, em alguns casos, seguro e avaliação de risco.

Vants da Classe 3 podem operar até a altitude de 120 m, e devem ser conduzidos dentro da linha de visada visual, ou seja, com o piloto mantendo contato visual direto com a aeronave. Também é necessário manter a aeronave a pelo menos 30 m de distância horizontal de pessoas não envolvidas, exceto quando houver barreira física protetora. Todos os Vants dessa classe, acima de 250 g, precisam estar cadastrados no Sisant da Anac.

Na Classe 2, além das restrições de altura e visibilidade, é necessário realizar uma avaliação de risco, antes de cada operação, e registrar a aeronave junto à Anac, obtendo o Certificado de Aeronavegabilidade Especial (Caer). Operações além do alcance visual ou acima de 120 m exigem licenças específicas para o piloto e o cumprimento das diretrizes de manutenção do fabricante.

Na Classe 1, as aeronaves necessitam de certificação de aeronavegabilidade padrão ou restrita e de uma Inspeção Anual de Manutenção (IAM), cuja declaração deve ser submetida à Anac. Além disso, as operações só podem ocorrer em áreas isoladas e exigem habilitação avançada do piloto, incluindo licenças específicas e um Certificado Médico Aeronáutico (CMA). Voos fora do campo visual ou acima de 120 m necessitam de autorização especial e devem seguir rigorosos protocolos de segurança.

Processamento e análise das imagens

As imagens obtidas por Vants podem ser georreferenciadas, ou seja, associadas a coordenadas geográficas precisas. Isso é essencial para a criação dos ortomosaicos (imagens compostas) e de Modelos de Elevação Digital (MDE). Como exemplo de softwares utilizados para estabelecer mosaicos e MDE, citam-se os comerciais e os de domínio público. Exemplos dos comerciais são: o Pix4D⁵, o Agisoft Metashape⁶ e o DJI Terra⁷. Já o de domínio público, cita-se o WebODM⁸.

As imagens multiespectrais podem ser associadas entre si na forma de modelos matemáticos, conhecidos como índices de vegetação (IVs), para informar sobre a condição fisiológica das plantas. Alguns dos softwares utilizados para estabelecer o mosaico podem também

⁵ www.pix4d.com.

⁶ www.agisoft.com.

⁷ <https://enterprise.dji.com/pt-br/dji-terra>.

⁸ www.opendronemap.org/webodm/.

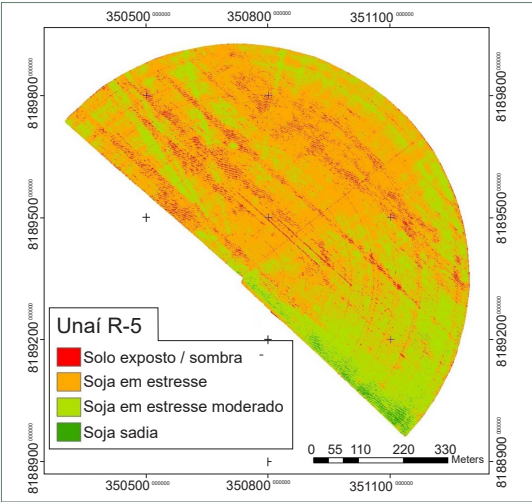
produzir os IVs. No entanto, softwares de domínio público, como o QGIS, podem ser usados para esse fim, utilizando-se a função [Raster > Calculadora Raster]. Neste caso, informar a equação do IV. A Tabela 2 apresenta exemplos de IVs muito utilizados em trabalhos técnicos.

Tabela 2 - Índices de vegetação (IVs)

Sigla	Nome	Equação
NDVI	Índice de Vegetação por Diferença Normalizada	$\frac{(NIR - R)}{(NIR + R)}$
SAVI	Índice de Vegetação Ajustado ao Solo	$\frac{(1,5 \cdot (NIR - R))}{(NIR + R + 0,5)}$
MCARI	Índice Modificado de Absorção de Clorofila na Reflectância	$((RE - R) - (0,2) \cdot (RE - G)) \cdot \left(\frac{RE}{R} \right)$

O Gráfico 2 apresenta mapa de soja pelo Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), demonstrando diferentes condições fisiológicas da cultura.

Gráfico 2 - Mapa NDVI de área cultivada com soja



Fonte: Elaboração dos autores.

Projetos

Monitoramento espectral para estimativa das condições
hídricas de áreas cafeeiras.

Coordenação: Margarete Marin Lordelo Volpato

Desenvolvimento de novas cultivares e tecnologias inovadoras
para a produção sustentável de grãos em Minas Gerais.

Coordenação: Aurinelza Batista Teixeira Condé

Cartilha. Uso de Vants na agricultura. 2025

Autores

Marley Lamounier Machado

Engenheiro Agrimensor - EPAMIG Sede

Breno Henrique Gomes dos Santos Freitas

Bolsista FAPEMIG/EPAMIG

Produção

Departamento de Informação Tecnológica

Fabriziano Chaves Amaral

Divisão de Produção Editorial

Ângela Batista Pereira Carvalho

Revisão

Rosely A. Ribeiro Battista Pereira

Maria Luiza Almeida Dias Trotta

Projeto Gráfico e Diagramação

Débora Silva Nigri

Apoio



AGRICULTURA,
PECUÁRIA E
ABASTECIMENTO



**MINAS
GERAIS**

GOVERNO
DIFERENTE.
ESTADO
EFICIENTE.

EPAMIG Sede

Av. José Cândido da Silveira, 1647, União, 31170-495 - Belo Horizonte, Minas Gerais
(31) 3489-5000 - faleconosco@epamig.br