

CONFIGURAÇÃO DE CÂMERA E VOO DE ARP PARA DETECÇÃO DE PRAGAS

Palavras-Chave: SENSORIAMENTO REMOTO, DRONES, MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS

Autores:

VINICIUS HENRIQUE BOSCHINI, FEAGRI – UNICAMP

RODRIGO GREGGIO DE FREITAS, FEAGRI - UNICAMP

Prof. Dr. LUCAS RIOS DO AMARAL (orientador), FEAGRI - UNICAMP

INTRODUÇÃO:

O monitoramento de pragas é uma atividade importante para atividade agrícola, pois as pragas reduzem a produtividade e qualidade dos cultivos, uma vez que se alimentam das plantas e/ou favorecem o aparecimento de doenças (HARTMAN et al., 2016). Métodos manuais de monitoramento de pragas demandam mão de obra no campo para identificar e quantificar os insetos, cujo rendimento operacional é baixo e sujeito à subjetividade dos avaliadores. Uma alternativa para contornar essas dificuldades seria a utilização de câmeras digitais embarcadas em ARPs (Aeronaves Remotamente Pilotadas), as quais são consideradas de fácil manuseio, capazes de tirar muitas fotos com rapidez, qualidade e com custo baixo, permitindo aumentar o rendimento do registro de imagens e cobrir grandes áreas muito mais rapidamente do que via trabalho humano (BARBEDO, 2019).

As ARPs têm sido usadas em diversas aplicações agrícolas, principalmente no contexto de agricultura de precisão, e sua adoção tem crescido nos últimos anos (HOGAN et al., 2017). Um dos grandes diferenciais dos ARPs é a sua possibilidade de acesso a áreas onde veículos terrestres ou humanos encontram dificuldades, com deslocamento rápido e bom controle posicional. Por estas razões, as ARPs são aplicadas em tarefas agrícolas de captura de imagens de alta qualidade para fins de geração de mapas diversos, como os de relevo, detecção de falhas de plantio e detecção de doenças por imagem (BARBEDO, 2019). Contudo, fotografar pragas pode ser uma tarefa mais desafiadora, pois insetos são muito pequenos, se movimentam e muitas espécies apresentam cores iguais à da vegetação ou solo, e, além disso, o crescimento e movimentação da própria vegetação pode dificultar ainda mais a tarefa. Portanto, são necessárias adaptações e ajustes no emprego das câmeras com a finalidade de registro de imagens de pragas agrícolas.

Os ajustes de câmera são diretamente influenciados pelo comportamento de voo da ARP que atua como uma plataforma móvel. Adequações do ARP quanto a velocidade e altura de voo, seja por questões de desempenho operacional (capacidade de cobrir determinada área em certo tempo), como também de segurança, impactam no resultado de registro da quantidade e qualidade das imagens. Neste projeto estamos principalmente interessados em obter imagens com qualidade, sem desconsiderar o rendimento operacional em um eventual cenário de aplicação a campo. O objetivo deste trabalho foi testar diferentes configurações de voo da ARP combinadas com configurações de uma câmera RGB para produzir registros de imagens de insetos com qualidade adequada para a identificação das pragas com nitidez por um avaliador, fornecendo subsídios para desenvolver o monitoramento de pragas com imagens via ARP.

METODOLOGIA:

Para realização dos testes, utilizamos a ARP modelo G-Q45 da G-Drones. Trata-se de um drone multirrotor com decolagem e pouso verticais e funções automáticas de voo que permite obter imagens em alturas e velocidades

baixas. Durante a elaboração do projeto de pesquisa, conduzimos testes preliminares que indicaram que a utilização de altitudes inferiores a 1,0 m para o voo poderia acarretar danos ao equipamento devido à imprecisão do sistema de posicionamento presente na ARP; e voos realizados a altitudes superiores a dois metros impossibilitaram a visualização adequada dos insetos nas imagens. Em virtude disso, programamos quatro planos de voo no software Mission Planner, com duas altitudes distintas (1,5 e 2,0 m) e duas velocidades de voo (1,0 e 1,5 m/s).

Câmeras fotográficas permitem ajustes de parâmetros para obtenção de imagens com maior qualidade variando e combinando as configurações disponíveis. Desde os modelos digitais mais simples, encontramos três parâmetros disponíveis com influência direta na qualidade de imagem: ISO, velocidade do obturador e abertura de lente. O sensor utilizado foi uma câmera RGB Canon G9x de 20,2 megapixels, produzindo imagens com resolução máxima de 5472 x 3648 pixels. Neste trabalho, optamos pelo ISO 125, pois é mais indicado para dias ensolarados (DICKMAN et al, 2009), adequado às condições em que os voos foram realizados. O sensor permite velocidades do obturador de 1 a 1/2000 segundos, cuja função é controlar o tempo que esse dispositivo da câmera permanece aberto. Quanto maior o tempo, mais luz entra, ou seja, uma velocidade de obturador mais lenta captura imagens de alvos em movimento com desfoque, enquanto velocidades mais rápidas congelam a ação (DICKMAN et al, 2009). Testamos duas velocidades do obturador (1/500s e 1/1000s), visando obter imagens congeladas para melhor visualização dos insetos. Por fim, usamos as aberturas de lente equivalentes a f/5.6 e f/11 (adimensional). A abertura de f/5.6 é frequentemente utilizada em situações em que se deseja obter uma profundidade de campo moderada, permitindo uma boa nitidez nos objetos em primeiro plano da foto, enquanto o fundo fica um pouco desfocado. Já a abertura de f/11 é uma abertura menor e é empregada em situações em que se deseja obter uma profundidade de campo maior, permitindo que mais elementos da cena fiquem em foco, proporcionando mais detalhes nítidos em toda a imagem. Considerando as quatro configurações de câmera (Tabela 1) e as quatro do voo da ARP (Tabela 2), obtivemos 16 combinações de teste, denominadas de “tratamentos” ao longo do trabalho.

TABELA 1. Configurações da câmera RGB Canon G9x testadas variando velocidade de obturador e abertura de lente.

Configuração	Velocidade Obturador	Abertura de Lente
1	1/500	f5.6
2	1/500	f11
3	1/1000	f5.6
4	1/1000	f11

TABELA 2. Configurações de voo da ARP testadas variando altura de voo sobre os alvos e velocidade de deslocamento.

Configuração	Altura	Velocidade
A	1,5 m	1 m/s
B	1,5 m	1,5 m/s
C	2 m	1 m/s
D	2 m	1,5 m/s

Os insetos alvo foram preparados com indivíduos de coleções entomológicas. Grupos de diferentes espécies foram espetados em placas de fundo azul medindo 0,35x0,35m. Sobre um gramado plano, alinhamos três placas no sentido do plano de voo da ARP distanciadas cerca de dois metros entre elas (Figura 1). Para cada tratamento, realizamos três passagens do ARP/sensor sobre as placas, garantindo imagens suficientes de todas as placas (Figura 2). A quantidade de imagens geradas por voo foi da ordem de centenas devido à velocidade de disparo (1 imagem por segundo) da câmera; entretanto, foram utilizadas entre 15 a 40 imagens por tratamento referente às imagens em que as placas foram registradas. A variação ocorreu por não utilizarmos navegação com correção diferencial do sistema GNSS da ARP, e, portanto, as passagens de voo não foram absolutamente sobre a mesma posição.

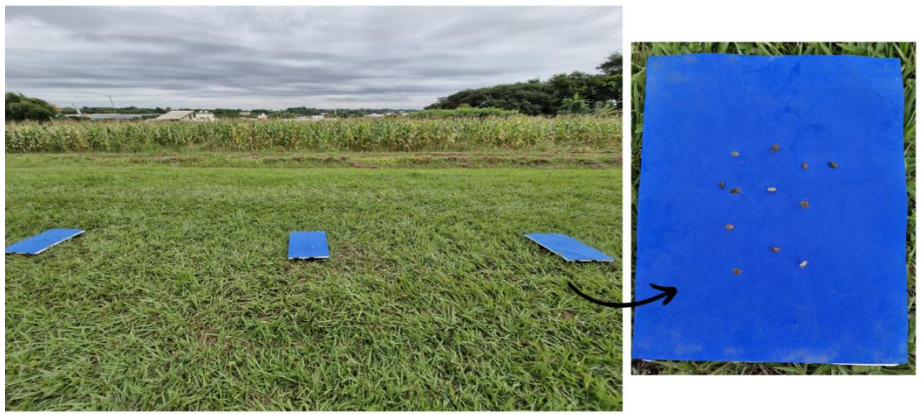


FIGURA 1. Alvos dispostos no campo experimental para realização do experimento, plano de voo da ARP ela percorre uma linha sobre os alvos em determinadas velocidades e alturas, e destaque para uma placa alvo contendo os insetos fixados.

As imagens de cada tratamento foram analisadas individualmente por um avaliador utilizando o visualizador de imagens digitais do Windows. A qualidade das imagens foi avaliada utilizando o zoom digital, a fim de verificar a possibilidade de identificar corretamente os insetos, em especial quanto à nitidez da imagem. Assim, estabelecemos dois referenciais: imagens com nitidez suficiente para visualização dos insetos ("Aprovadas") e as demais ("Reprovadas").

Testamos um modo de automatizar o referencial visual estabelecido submetendo as imagens a um processamento digital utilizando o filtro laplaciano (RITTER, 2012) para medir a pontuação de borrimento das imagens. O objetivo foi quantificar a classificação de nitidez de forma automática e torná-las mais produtiva e menos subjetiva em outras ocasiões. O filtro Laplaciano mede a 2ª derivada de uma imagem, destacando regiões de uma imagem que contém mudanças rápidas de intensidade e, por isso, é frequentemente utilizado para detecção de bordas (RITTER, 2012). Uma imagem está em foco quando se detecta muitas bordas presentes na imagem, enquanto imagens com baixa presença de bordas, indica uma imagem desfocada. A partir do valor do filtro Laplaciano de cada imagem, verificamos o limiar para aprovação das imagens, ou seja, o valor de filtro que separava as imagens "Aprovadas" das "Reprovadas". O limiar foi estabelecido individualmente para cada um dos 16 tratamentos, uma vez que as diferentes configurações testadas produziram imagens muito distintas entre tratamentos. Estabelecido o limiar de cada tratamento, confrontamos a classificação automática com a análise visual realizada para referencial.



FIGURA 2. ARP sobrevoando os alvos durante os testes

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

As configurações de voo a uma altura de 2 metros (configurações C e D) demonstraram resultados inferiores na obtenção de imagens nítidas para a identificação dos insetos (Figuras 3 e 4), resultado semelhante ao observado por Tetila et al. (2020), ao voar com as mesmas configurações na cultura da soja. Por outro lado, os tratamentos realizados a uma altura de 1,5 metros resultaram em imagens de melhor qualidade (Figuras 3 e 5), com o tratamento B3 sendo o mais eficaz. Este tratamento combinou uma altura de 1,5 metros do alvo, velocidade de voo de 1,5 m/s, velocidade do obturador de 1/1000 segundo e abertura de lente f5.6. Apesar da altura reduzida comprometer o rendimento operacional para grandes áreas, a proximidade do alvo mostra-se como fator importante para a obtenção

de imagens mais nítidas dos insetos, ainda que a maior velocidade (1,5m/s) de deslocamento seja adotada. Com relação a esse aspecto, a combinação entre abertura de lente f5.6 que proporcionou um foco adequado nos elementos em primeiro plano e maior velocidade do obturador (1/1000) contribuíram para a nitidez das imagens em movimento.

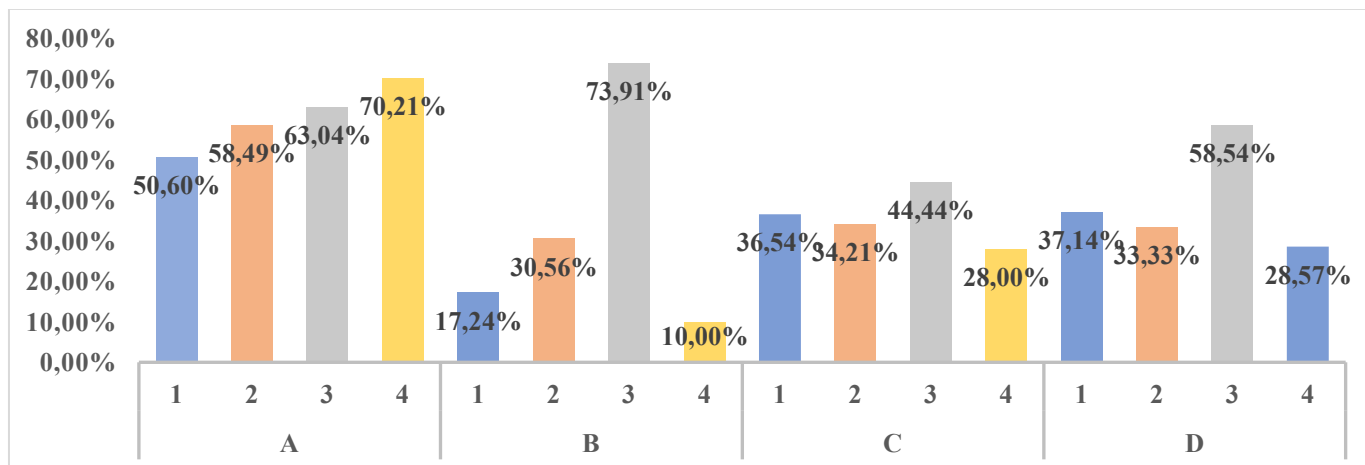


FIGURA 3. Percentual de aprovação visual das imagens por tratamento, integrando as configurações de câmera e de ARP

Os tratamentos que utilizaram maior velocidade do obturador (1/1000) e abertura de lente f5/6 (configuração comum dos tratamentos 3) se sobressaíram aos demais (figura 3), mostrando ser essa uma boa configuração de câmera. Entretanto, com as combinações de configurações da ARP testadas, temos a possibilidade de adotar configurações de câmera mais flexíveis. Os tratamentos A mostram que uma vez definidas as configurações de altura de voo (1,5m) e menor velocidade de voo (1,0m/s), é possível obter imagens adequadas mesmo variando a abertura de lente e a velocidade do obturador. Portanto, voar a alturas mais próximas do alvo e com velocidades menores mostram-se preponderantes na definição das configurações de câmera, ainda que o rendimento operacional seja impactado.

O estabelecimento das configurações de voo deve ser priorizado e subsequentemente, ajustadas as configurações da câmera, escolhendo velocidades de obturador mais altas para assegurar a nitidez das imagens e ajustando a abertura de lente conforme a situação específica.

A tentativa de automatizar a verificação de nitidez das imagens produziu resultados inconsistentes (Figura 6) com o que encontramos nas aprovações da avaliação visual mostrados na figura 3. Um dos motivos



FIGURA 4. Exemplo de imagem obtida nos testes considerada ruim, e ao lado zoom computacional mostrando a falta de nitidez dos insetos da imagem



FIGURA 5. Exemplo de imagem obtida nos testes considerada boa, e ao lado zoom computacional mostrando a nitidez dos insetos da imagem

que pode ter trazido este resultado é o fato do processamento digital medir o borramento da imagem em toda a sua extensão, enquanto no processamento visual nos atentamos a observar a nitidez somente dos insetos contidos na imagem. Uma possibilidade para contornar essa questão em futuros trabalhos avaliar é a avaliação da imagem por seções, com foco nos insetos.

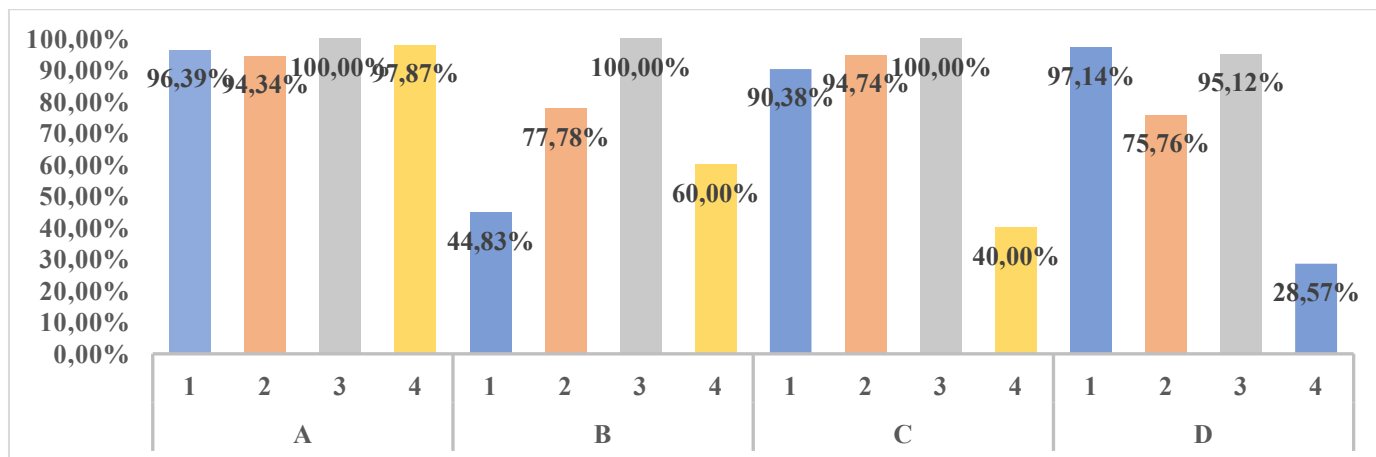


FIGURA 6. Percentual de aprovação digital das imagens por tratamento, integrando as configurações de câmera e de ARP

CONCLUSÕES:

Este estudo demonstra o potencial para identificar pragas agrícolas por meio de imagens RGB utilizando câmeras embarcadas em Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARPs). Parâmetros de voo e da câmera devem ser combinadas, a fim de obter resultados adequados. Recomendamos definir inicialmente a altura de voo ao redor de 1,5m de altura sobre a vegetação, manter a velocidade de voo entre 1,0 e 1,5 m/s e, em seguida, ajustar os parâmetros de velocidade de obturador para 1/1000s e distância focal entre f5/6 e f11 para registros em dias ensolarados utilizando ISO 125.

BIBLIOGRAFIA:

- BARBEDO, Jayme Garcia Arnal. A review on the use of unmanned aerial vehicles and imaging sensors for monitoring and assessing plant stresses. *Drones*, v. 3, n. 2, p. 40, 2019.
- DICKMAN, Jay.; KINGHORN, Jay Perfect Digital Photography. 2nd ed. New York: McGraw-Hill, 2009.
- HARTMAN, Glen L. et al. Organically grown soybean production in the USA: Constraints and management of pathogens and insect pests. *Agronomy*, v. 6, n. 1, p. 16, 2016.
- HOGAN, Sean et al. Unmanned aerial systems for agriculture and natural resources. *California Agriculture*, v. 71, n. 1, p. 5-14, 2017.
- RITTER, G. X. Computer Vision Algorithms in Image Algebra. 2nd ed. Boca Raton, FL: CRC Press, 2012.
- TETILA, Everton Castelão et al. Detection and classification of soybean pests using deep learning with UAV images. *Computers and Electronics in Agriculture*, v. 179, p. 105836, 2020.