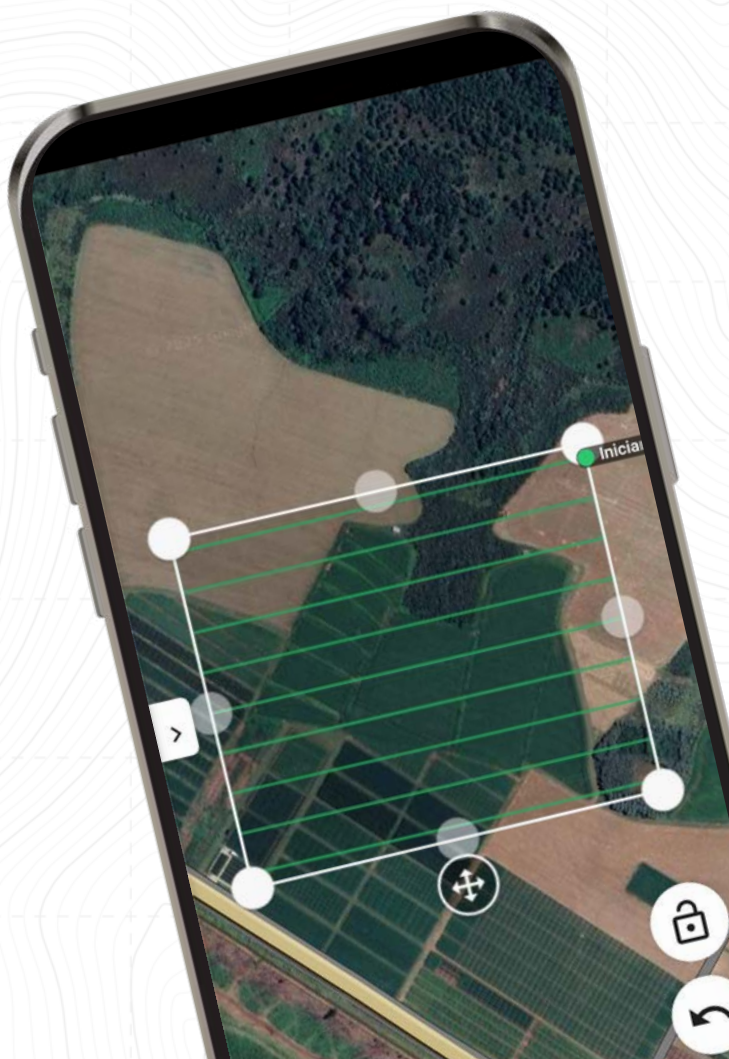
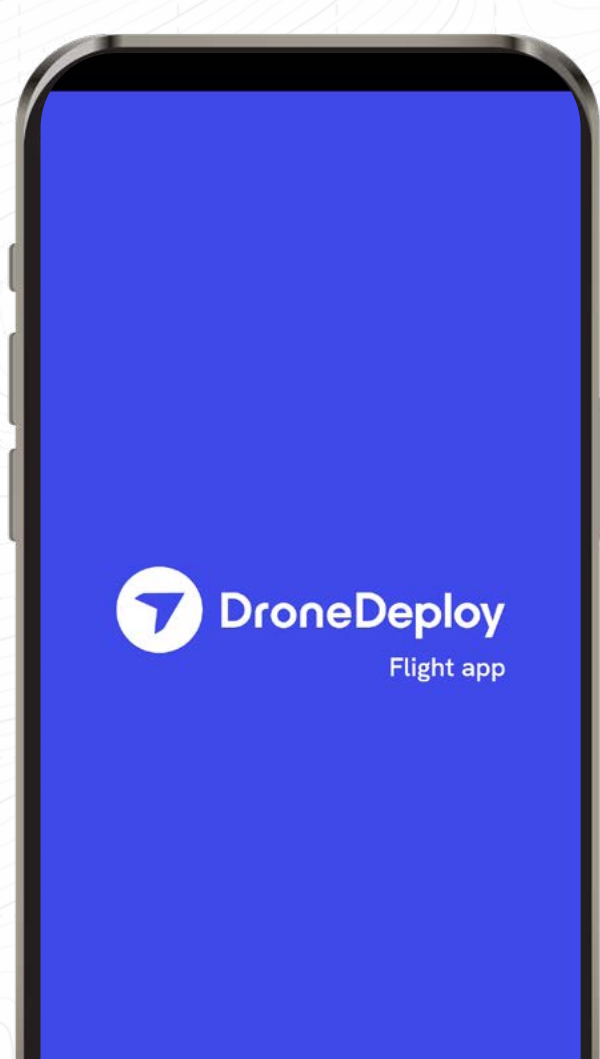


Manual Técnico

Guia Prático de Planejamento de Voo com DroneDeploy



SISTEMA FAEP



Universidade
Estadual de
Ponta Grossa



DroneDeploy



PARANÁ
GOVERNO DO ESTADO
SECRETARIA DA CIÊNCIA,
TECNOLOGIA E ENSINO SUPERIOR

SISTEMA FAEP

FAEP - Federação da Agricultura do Estado do Paraná

Presidente: Ágide Meneguette | **Presidente Interino:** Ágide Eduardo Perin Meneguette | **Vice-Presidentes:** Ivonir Lodi, Francisco Carlos do Nascimento, Oradi Francisco Caldato, Lisiane Rocha Czech e Nelson Gafuri | **Diretores- Secretários:** Livaldo Gemin e Ivo Pierin Júnior | **Diretor Financeiro:** Paulo José Buso Júnior e Mar Sakashita | **Conselho Fiscal:** Aristeu Kazuyuki Sakamoto, Sebastião Olímpio Santaroza e Walter Ferreira Lima | **Delegados Representantes:** Ágide Meneguette, Rodolpho Luiz Werneck Botelho, Eduardo Medeiros Gomes e Cezar Augusto Massaretto Bronzel.

SENAR-PR - Administração Regional do Estado do PR

Conselho Administrativo | Presidente: Ágide Meneguette | **Presidente Interino:** Ágide Eduardo Perin Meneguette | **Membros Efetivos:** Rosanne Curi Zarattini (SENAR/AC), Nelson Costa (Ocepar), Darci Piana (Fecomercio) e Alexandre Leal dos Santos (Fetaep) | **Conselho Fiscal:** Sebastião Olímpio Santaroza (FAEP), Paulo José Buso Júnior (SENAR/AC) e Carlos Alberto Gabiatto (Fetaep) | **Superintendente:** Pedro Carlos Carmona Gallego.

Autores:

Ricardo Kwiatkowski Silva – ricardokds@gmail.com

Luís Miguel Schiebelbein – lmschiebelbein@uepg.br

Neyde Fabiola Balarezo Giarola – neydef@uepg.br

Eduardo Augusto Agnellos Barbosa – eaabarbosa@uepg.br

Fabrizio Tondello Barbosa – fabriciotondello@gmail.com

Departamento de Relações com a Imprensa:

Carlos Guimarães Filho

Projeto Gráfico e Diagramação:

Fernando dos Santos



APRESENTAÇÃO

Este manual técnico apresenta as Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARP) como ferramentas eficientes para o monitoramento de áreas experimentais e aplicações científicas. A obra destaca as vantagens dessas tecnologias em relação a métodos convencionais, como o menor custo, a alta resolução espacial e temporal das imagens e a autonomia operacional proporcionada por softwares de planejamento de voo. Aborda aspectos técnicos fundamentais, como a definição da resolução (GSD), sobreposição das imagens e o uso de algoritmos de reconstrução 3D (SfM) para geração de ortomosaicos e modelos digitais de elevação, essenciais em estudos de cultivos, pastagens e processos erosivos. Além disso, enfatiza o cumprimento das normas brasileiras de operação aérea (ICA 100-40/2023) e o gerenciamento de riscos associados às missões com ARP, fornecendo uma base sólida para o uso responsável e preciso dessas aeronaves em pesquisas e aplicações ambientais.

A cartilha foi elaborada como um dos produtos técnicos e científicos gerados pela Rede Paranaense de Agropesquisa e Formação Aplicada, atualmente consolidado como um Novo Arranjo de Pesquisa e Inovação – NAPI Prosolo. As orientações aqui consolidadas contribuem para a difusão de conhecimento aplicado à gestão sustentável dos recursos naturais no Paraná. A Rede de Agropesquisa Prosolo é uma iniciativa que conta com fomento e articulação público privada, por parte do Sistema FAEP, Fundação Araucária e Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior, voltada à promoção da sustentabilidade agropecuária por meio da integração entre instituições de pesquisa, ensino, extensão rural e setor produtivo. Seu foco é o manejo e a conservação do solo e da água, buscando desenvolver e disseminar práticas agrícolas que conciliem produtividade e mitigação das mudanças climáticas. A rede atua de forma colaborativa em diferentes regiões do estado, desenvolvendo projetos experimentais e tecnológicos que fortalecem a base científica para políticas públicas e para o avanço da agricultura conservacionista e regenerativa.

Ágide Eduardo Meneguette

Presidente Interino do Sistema FAEP

Ramiro Wahrhaftig

Presidente da Fundação Araucária

Aldo Nelson Bona

Secretário de Estado da Ciência,
Tecnologia e Ensino Superior do Paraná

Miguel Sanches Neto

Reitor da Universidade Estadual de Ponta Grossa

SUMÁRIO

1. Introdução.....	5
2. Acesso ao aplicativo DroneDeploy.....	6
3. Inicialização e configuração do Sistema de Unidades.....	7
4. Criando um novo projeto.....	9
5. Criando um plano de voo.....	12
6. Executando o plano de voo.....	18
Apêndice A - Outras verificações de pré-voo.....	19
Apêndice B - Principais problemas durante o voo.....	20
Apêndice C - Escolha do GSD (Ground Sample Distance).....	22
Referências.....	27



1. Introdução

A Aeronave Remotamente Pilotada (ARP) (tradução para Remotely Piloted Aircraft - RPA) popularmente conhecida como Drone ou Veículo Aéreo Não Tripulado (tradução para Unmanned Aerial Vehicle - UAV), é uma aeronave não tripulada, pilotada a partir de uma estação remota e que tenha qualquer outra finalidade que não seja recreativa, tais como comercial, corporativa e experimental (ANAC, 2023). Atualmente demais termos além do ARP (ou RPA) para designar tais equipamentos são considerados obsoletos na comunidade internacional (DECEA, 2023).

O uso das ARPs como plataforma para monitoramento de áreas experimentais apresenta vantagens em detrimento de outras. Cita-se a possibilidade de obtenção de imagens a um custo reduzido quando comparada à utilização de câmeras métricas embarcadas em aeronaves tripuladas ou via sensores em plataformas orbitais.

Outros benefícios são a possibilidade de obtenção de fotos da superfície do terreno com alta resolução espacial e temporal mesmo em dias nublados. Em determinados estudos, a resolução espacial é um fator limitante para bons resultados devido a necessidade de identificar detalhes sobre o objeto de pesquisa. Devido a maior Distância Amostral em Solo (tradução para Ground Sample Distance - GSD) que as imagens obtidas apresentam, estas são mais adequadas para estudos de características fenotípicas, em detrimento das imagens geradas por meio de sensores orbitais. Experimentos realizados por Tattaris et. al. (2016) demonstraram esta limitação. Eskandari et al. (2020), constatou que 90% dos estudos avaliados, que utilizaram aprendizado de máquina ou modelos estatísticos aplicados a imagens captadas por ARPs, utilizaram um GSD entre 0 e 10 cm.

Além de definir a resolução a ser utilizada, outro fator fundamental a ser definido é a sobreposição lateral e longitudinal das imagens. Porcentagens ótimas de sobreposição visando a posterior aplicação de algoritmos SfM (Structure from Motion) nas fotos variam dependendo do tipo de estudo e do sensor. Para o estudo de culturas e pastagens, as sobreposições 80% frontal e 70% lateral normalmente trazem bons resultados. Porém, é essencial realizar uma análise preliminar do projeto e dos equipamentos disponíveis para determinar os valores adequados.

Com o desenvolvimento das ARPs também ocorreu o surgimento de softwares livres que visam automatizar o voo e a captura das fotos aéreas. Por meio destes aplicativos, instalados em smartphones ou tablets, são elaborados os planos de voo a serem executados sobre as áreas de estudo para que o levantamento das imagens seja realizado. Desta forma, os programas supracitados

assumem o controle da ARP e da estação de comando em solo, até que ocorra, caso necessário, a intervenção do piloto. Desta forma, conforme NIAG (2004), o software permite que o sistema possa ser considerado autônomo porque possui a capacidade de operar sem intervenção humana contínua. A aeronave segue seu plano de voo até o fim da missão, a não ser que o segmento em terra ordene seu retorno ao ponto de decolagem. Caso o retorno à base seja necessário antes de terminar o plano de voo, é possível continuá-lo.

Para a utilização destes equipamentos no Brasil, por meio de voos automatizados ou não, devem ser observadas as regras da Instrução de Comando da Aeronáutica (ICA) 100-40 (2023) e ANAC (2023), que regulamenta os procedimentos e responsabilidades para o acesso ao Espaço Aéreo Brasileiro. Desta forma, antes de utilizar o equipamento deve-se ter ciência das disposições existentes na normatização supracitada. Dentre elas, antes de iniciar um voo, o operador do sistema deve estar ciente de todas as informações necessárias sobre a ARP e que os parâmetros de voo definidos são adequados. Um plano de gerenciamento de risco deve ser elaborado considerando-se aspectos como: a) Condições meteorológicas, b) Cálculo adequado de combustível ou autonomia de bateria, e c) Planejamento alternativo em caso de o voo não poder ser completado.

Ciente das disposições legais sobre o tema, um programa livre ou pago e compatível com a ARP disponível pode ser escolhido para o gerenciamento do voo e levantamento das fotos. Dentre os programas existentes temos o DroneDeploy, no qual o plano de voo pode ser elaborado por meio do site da empresa (www.dronedeploy.com) ou por meio dos sistemas operacionais Android e iOS. Cerifique-se por meio da empresa desenvolvedora que o programa de voo suporta a ARP.

Posteriormente, as fotos aéreas da área experimental são submetidas a perfilação em ambiente computacional conforme as linhas de voo, permitindo a geração dos dados necessários para os Modelos Digitais de Elevação (MDE) e a consequente restituição do terreno fotografado (ANDRADE, 1998). Esta técnica denomina-se Fototriangulação e pode ser realizada usando-se algoritmos SfM conforme Carrivick et al. (2016). Na etapa final do processamento realiza-se a junção das ortofotos em uma única imagem, criando-se desta forma um ortomosaico da área de estudo. Estes por sua vez são utilizados (juntamente com Modelos Digitais de superfície ou nuvens tridimensionais de pontos) para estudos de culturas ou para monitoramento de processos erosivos.

2. Acesso ao aplicativo DroneDeploy

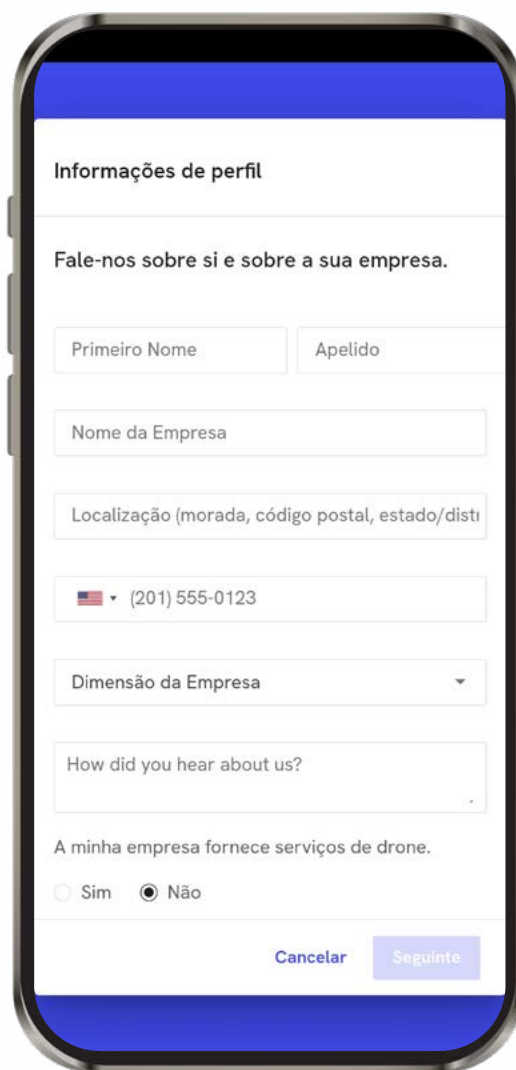
2.1 Interface de acesso



Após instalar o App DroneDeploy, o usuário pode acessá-lo inserindo e-mail e palavra-passe (senha) previamente registrados.

Caso ainda não possua registro, este pode ser criado por meio do campo “ Não possui uma conta? Registrar-se” localizado na parte inferior da interface gráfica do programa.

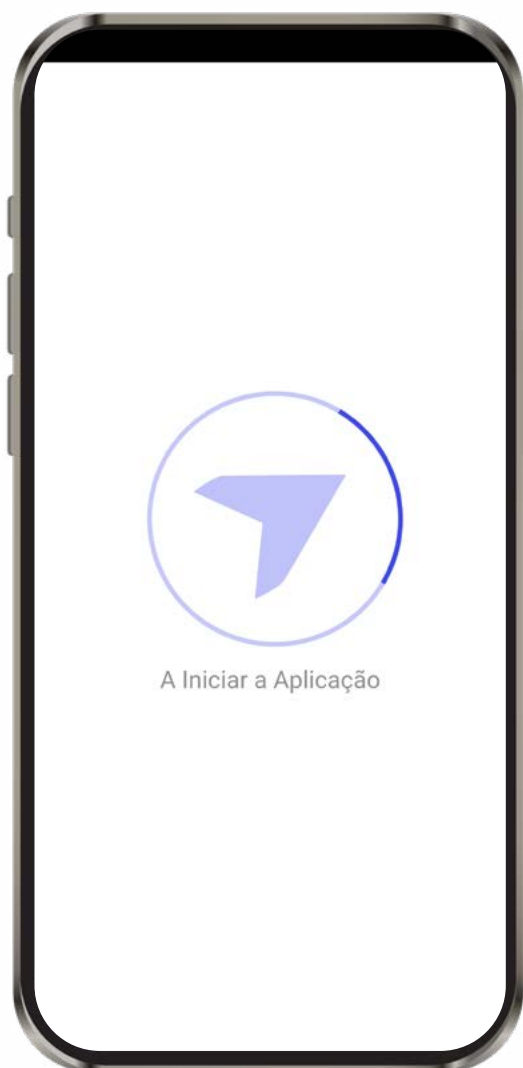
2.2 Criação de perfil



Após criado seu perfil será possível acessar o App via Interface de acesso.

3. Inicialização e configuração do Sistema de Unidades

3.1 Inicialização do Aplicativo



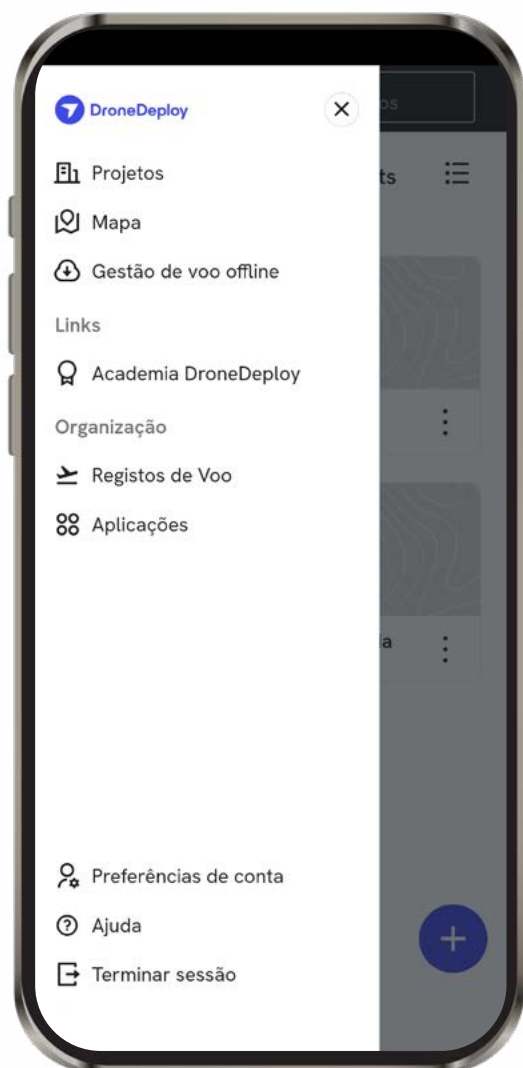
Após inserir o e-mail cadastrado e a senha o aplicativo será iniciado.

3.2 Interface “ Projetos ”



Na interface inicial do programa pressione o ícone representado pelos “ três traços ” localizado no canto superior esquerdo da tela.

3.3 Configuração de Unidades



Selecione “ Preferência de conta ”.

Nesta tela existem opções que podem ser exploradas posteriormente pelo usuário.



No campo “ Unidades ” selecione sistema “ Métrico ”.

Click novamente no ícone “ três traços ” e em seguida selecione “ Projetos ” para retornar a tela inicial do aplicativo.

4. Criando um novo projeto

4.1 Interface “ Projetos ”

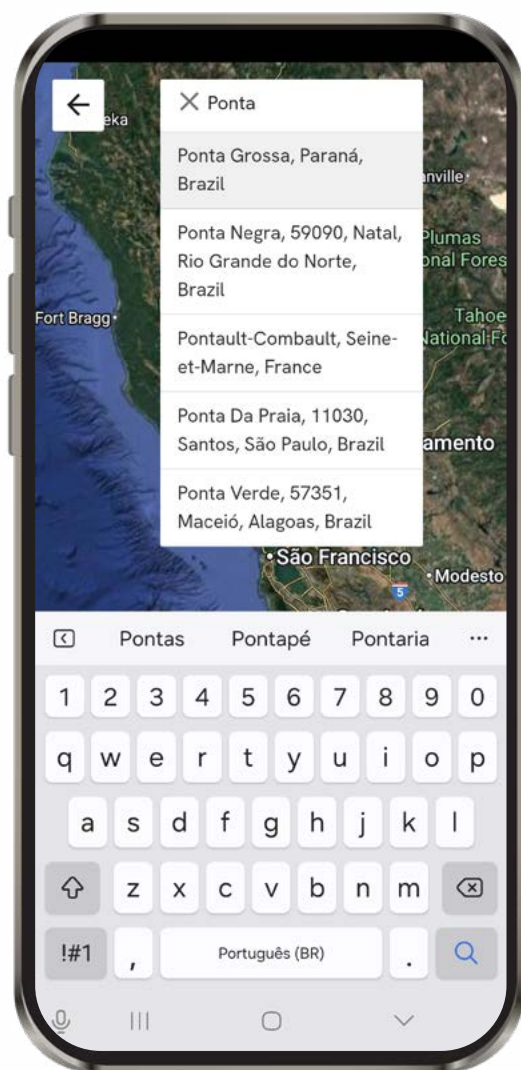


Pressione o botão “ + ”.



Em seguida “ Novo projeto ”.

4.2 Localização da área a ser mapeada



Digite na caixa de diálogo uma referência geográfica. Neste exemplo buscamos a cidade de Ponta Grossa.



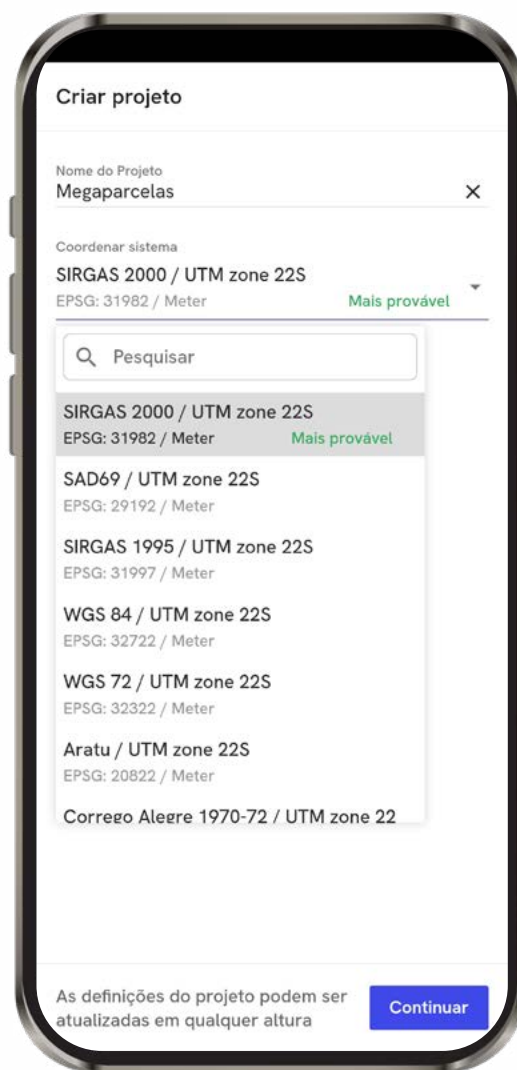
O programa irá posicionar o projeto baseando-se na localização geográfica inicialmente informada.

Deve-se então por meio da tela do smartphone localizar e posicionar adequadamente o projeto.

4.3 Finalizando o Projeto



Neste exemplo, o projeto foi posicionado sobre as Megaparcelsas do Projeto NAPI Proso-lo na Fazenda Escola Capão da Onça (UEPG). Agora pressione “ Crie o projeto aqui ”.



Dê um nome ao projeto e informe o sistema de coordenadas que será utilizado. Pressione o botão “ Continuar ”.

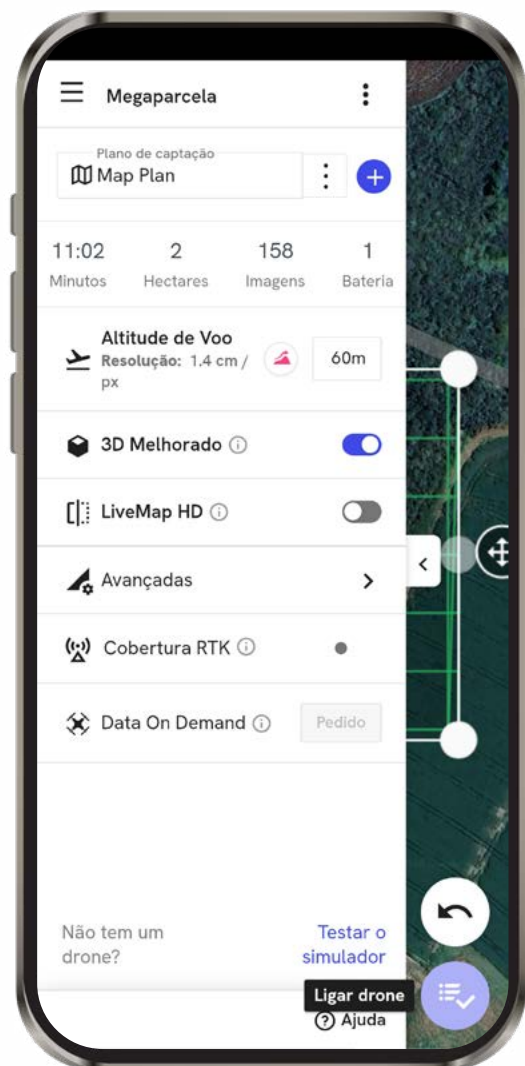
5. Criando um Plano de voo

5.1 Seleção do Modelo: plano de voo

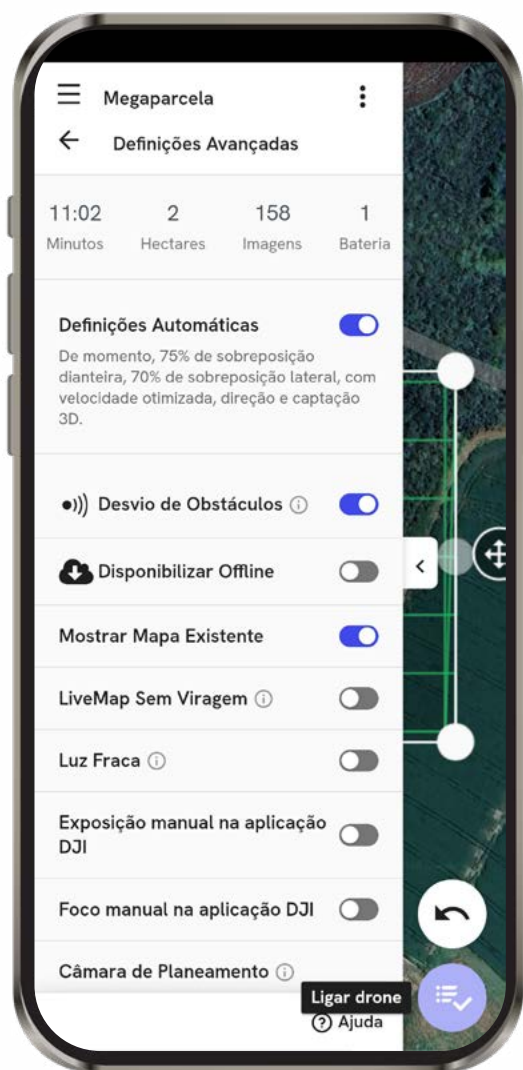


Para o mapeamento de uma área de interesse, selecionamos a primeira opção denominada “ Padrão: Criar um mapa e modelo ”.

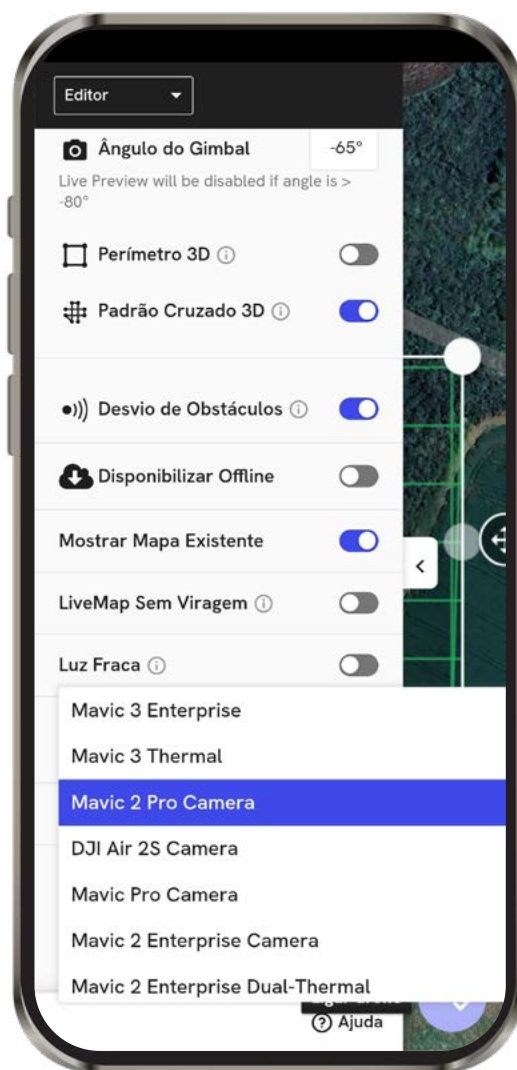
5.2 Configuração do plano de voo



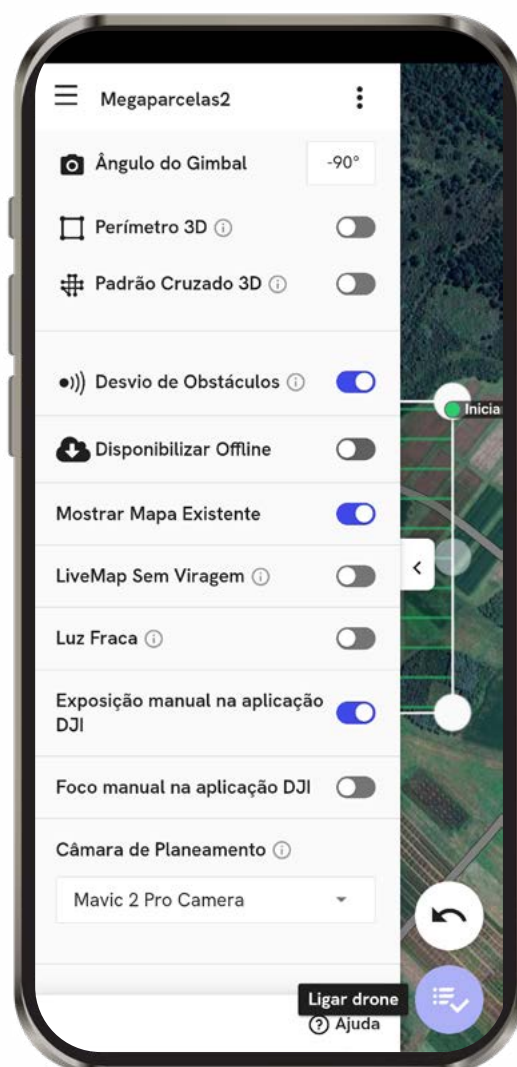
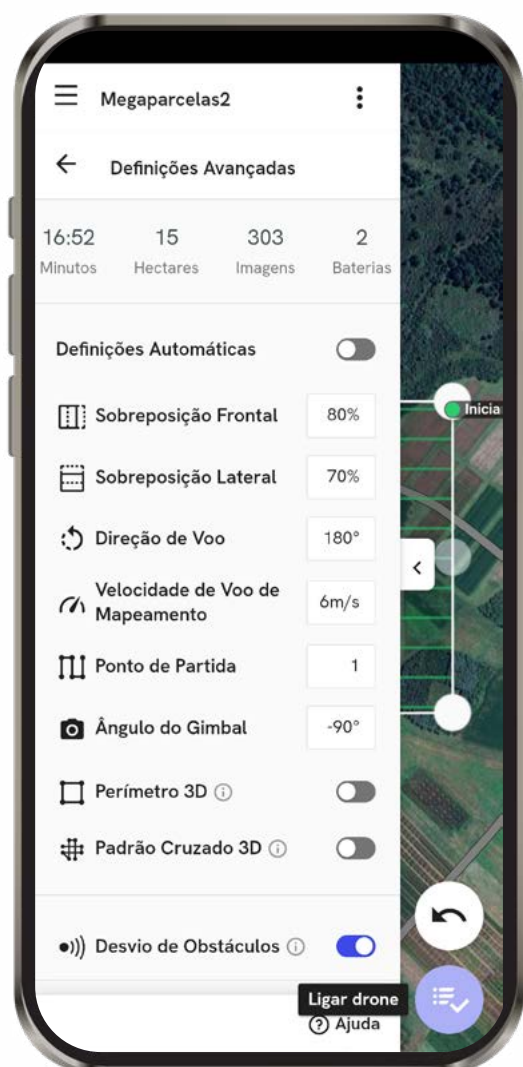
Selecione a opção “ Avançadas ”



Desmarque a opção “ Definições Automáticas ”.



Percorra o menu da tela de Definições Avançadas até a opção “ Câmara de Mapeamento ” e selecione o equipamento a ser utilizado para tomada das fotos.



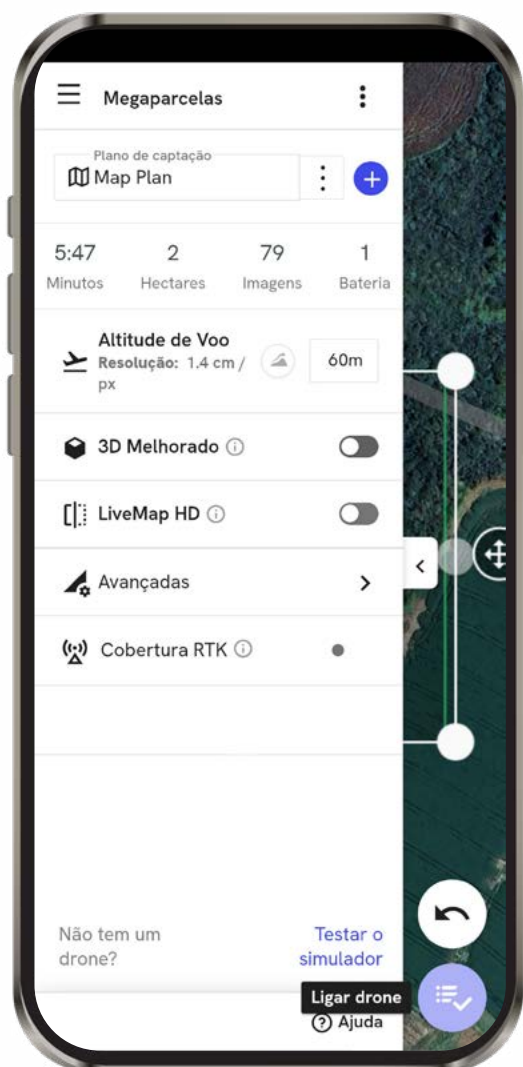
A definição de parâmetros de voo pode variar conforme o objetivo do estudo ou de acordo com as preferências do piloto. Os principais parâmetros que recomendamos, baseando-se no conhecimento empírico adquirido por meio do mapeamento sistemático da área experimental das Megaparcels (de aproximadamente 10 hectares), são os seguintes:

- **Sobreposições:** Frontal de 80% e lateral de 70% (uma maior sobreposição facilita a posterior elaboração de ortomosaicos).
- **Direção de voo:** Sua alteração pode permitir que o equipamento voe a favor do vento.

• O programa irá calcular uma velocidade adequada para o voo. O drone não atingirá necessariamente essa velocidade, porque pode ser necessária uma velocidade menor para captura nítida de imagens, considerando seu hardware e as configurações de altitude e sobreposição (DroneDeploy Guides, 2022).

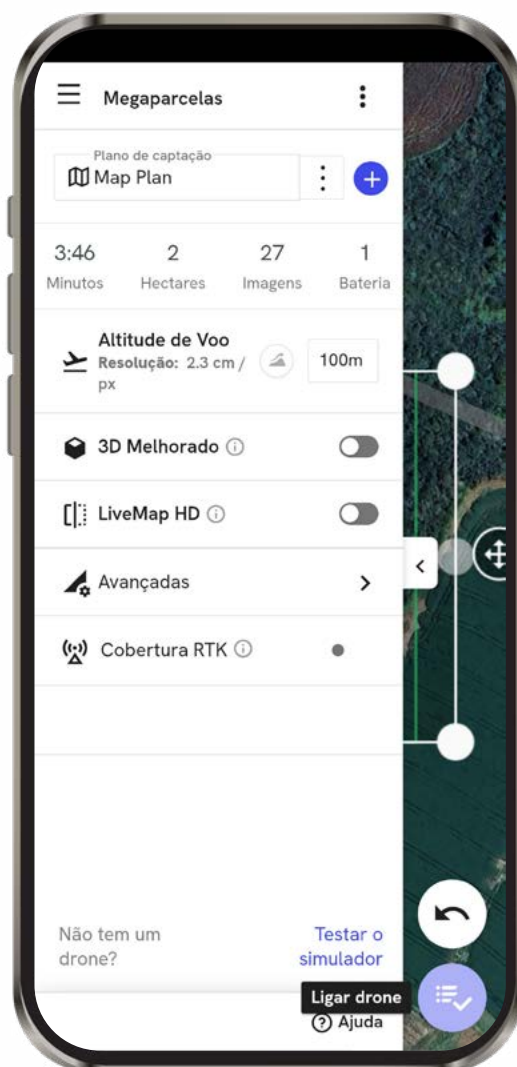
- Ângulo do Gimbal de 90°
- Manter ativada a opção “Desvios de Obstáculos”
- Manter ativada a opção “Mostrar Mapa Existente”
- Manter ativada a opção “Exposição manual na aplicação DJI”

Após inserir as opções desejadas, pressione “Definições Avançadas” para retornar ao menu anterior.



Desmarque a opção “ 3D Melhorado ”.

A resolução espacial aproximada pode ser definida por meio do campo “Altitude de Voo “. No exemplo acima, o programa calculou que para um voo realizado a 60 metros, pode-se obter uma resolução espacial de aproximadamente 1,4 centímetros.



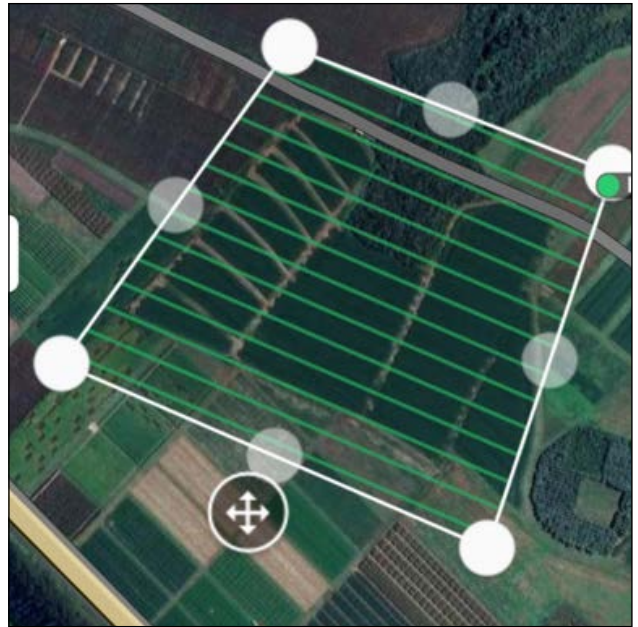
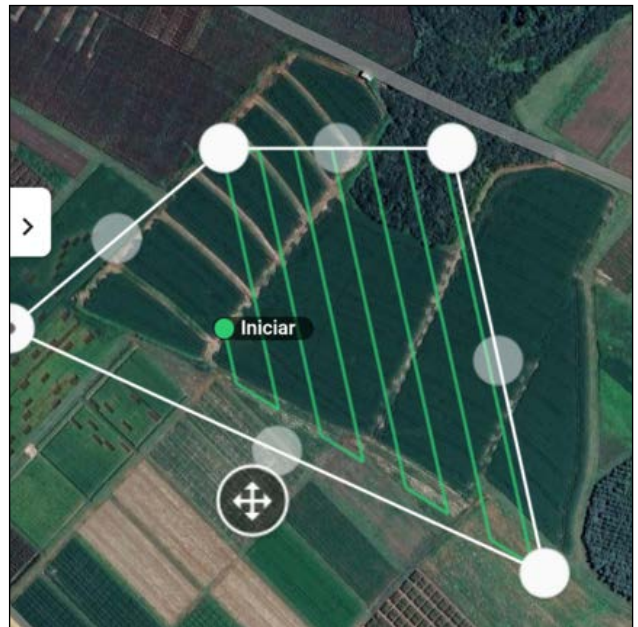
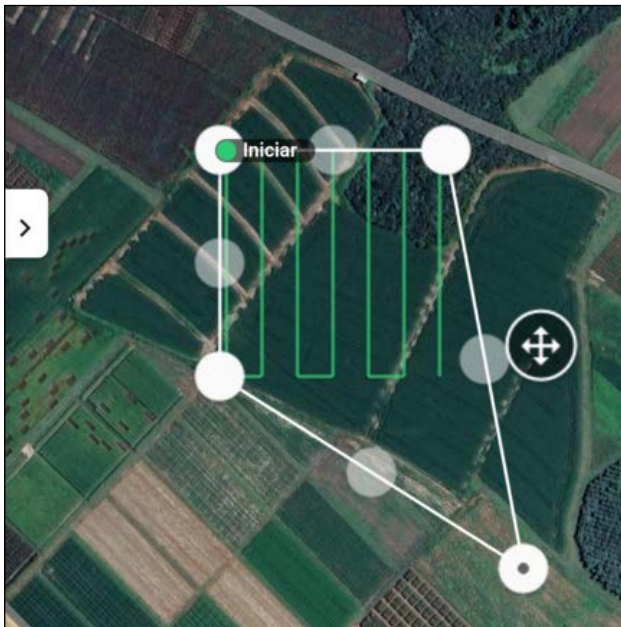
No caso acima, para uma altura de 100 metros, espera-se que a resolução das fotos seja de 2,3 centímetros.

Após a definição da resolução espacial, pressione a seta localizada a direita na parte central do menu para definir a área a ser mapeada.

Ademais, podem ser configuradas opções que delimitam a aplicabilidade das imagens para o processamento de modelos tridimensionais, bem como parâmetros que determinam a captura complementar de imagens oblíquas, após a aquisição das imagens principais destinadas ao mapeamento.

Essas imagens oblíquas, obtidas em diferentes ângulos e altitudes, têm como finalidade auxiliar na demarcação do perímetro da área imageada, não sendo, entretanto, utilizadas diretamente no processamento cartográfico ou na geração do modelo tridimensional.

5.3 Definição da Área a ser Mapeada



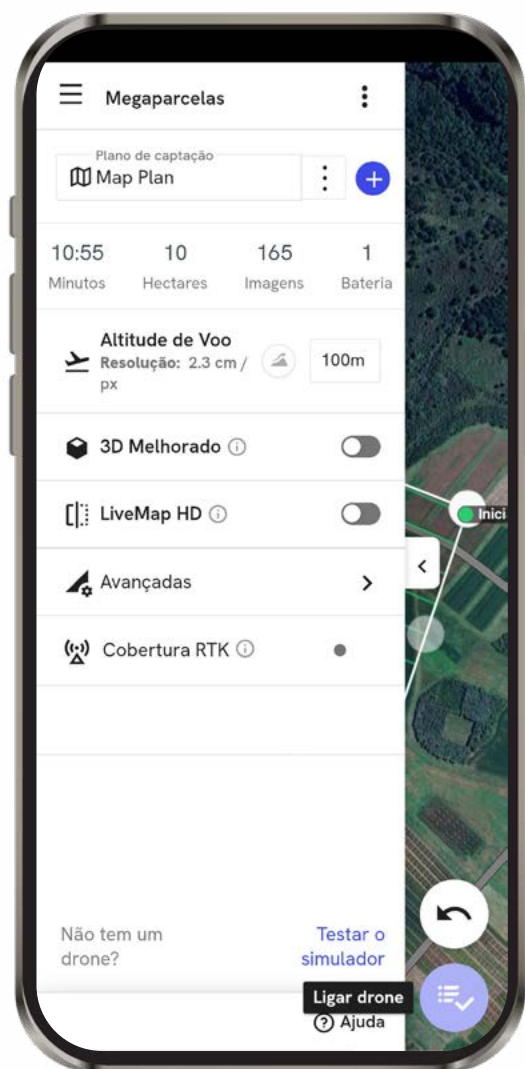
Pressionando e “arrastando” os vértices do polígono inicial, gerado quando selecionado o modelo de voo, a área na qual será realizado o levantamento das fotos aéreas é definida. O polígono pode ser movido na tela do smartphone por meio da cruzeta e novos vértices podem ser inseridos. Após definida a área, pressione a seta localizada à esquerda na parte central da tela para voltar ao menu anterior e conferir os resultados das estimativas para realização do plano de voo.

Um planejamento cuidadoso do trajeto da aeronave (considerando pontos de referência, faixas de voo, velocidade, altitude e pon-

tos de controle) aliado a uma gestão flexível da missão em tempo real, é essencial para alcançar resultados eficientes (Colomina e Molina, 2014). A delimitação da área é feita interativamente e pode ser ajustada a qualquer tempo conforme necessário, inserindo ou removendo vértices por meio dos círculos brancos do polígono.

No Apêndice C, apresentamos alguns exemplos de trabalhos realizados a partir de fotos obtidas por meio do programa Dro-neDeploy para estudos agrícolas em áreas experimentais”, que podem auxiliar na definição da resolução espacial a ser utilizada em função da altura de voo.

5.4 Estimativas para realização do voo



Considerando o polígono que define a área de levantamento, a altura de 100 metros e os demais parâmetros fornecidos, obtiveram-se as seguintes estimativas:

- Tempo de voo de aprox. 10:55 min.
- Área a ser mapeada de aprox. 10 ha.
- Número de fotos de aprox. 165.
- Estimativa de utilização de 1 bateria para levantamento de aprox. 10 hectares.

Após verificar se os parâmetros de voo estão adequados em função dos objetivos do estudo e se as estimativas recalculadas estão corretas, pressione a seta localizada a direita da parte central do menu para realizar a “Verificação pré-voo”.

Importante: Para a revisão final dos parâmetros de voo a RPA deve estar conectada ao DroneDeploy. Caso contrário, as estimativas de tempo, área, contagem de imagens e carga de bateria, provavelmente serão calculadas baseando-se em um modelo da série Phantom 4 (DroneDeploy Guides, 2022).

Após a definição da área a ser mapeada, o principal parâmetro para estimativa do tempo de voo, número de baterias, número de fotos e resolução é a altura de voo que deve ser inserida de acordo com a Distância Amostral em Solo (tradução para Ground Sample Distance - GSD). Esta deve ser definida com base no objeto de estudo.

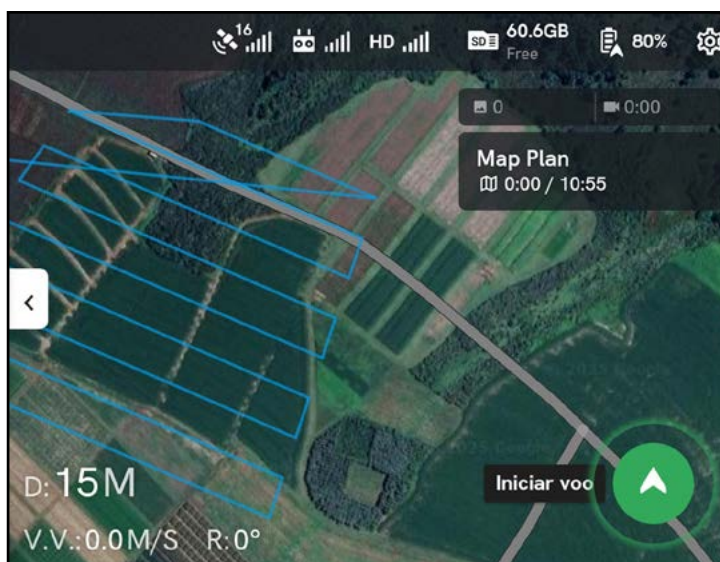
O App possui um algoritmo que calcula e recalcula estimativas de voo a medida que novos parâmetros do plano

são inseridos. Assim, serão válidas para realização do voo somente as estimativas calculadas finais, quando as configurações e a inserção de parâmetros estiverem totalmente concluídas e houver enlace RPA/Controle/ DroneDeploy. O enlace C2 possibilita a pilotagem da aeronave e fornece a telemetria necessária para prover a situação de voo ao piloto (DECEA, 2023).

6. Executando o plano de voo



Com a RPA conectada ao App Drone Deploy, pressione o botão:
“ Iniciar lista de verificação pré-voo ”.

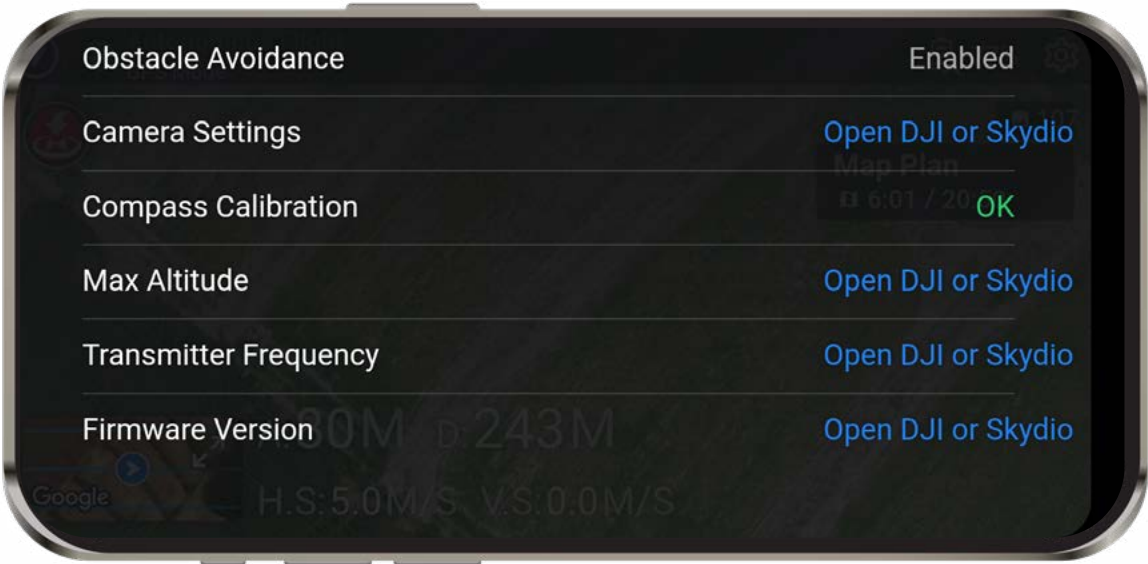
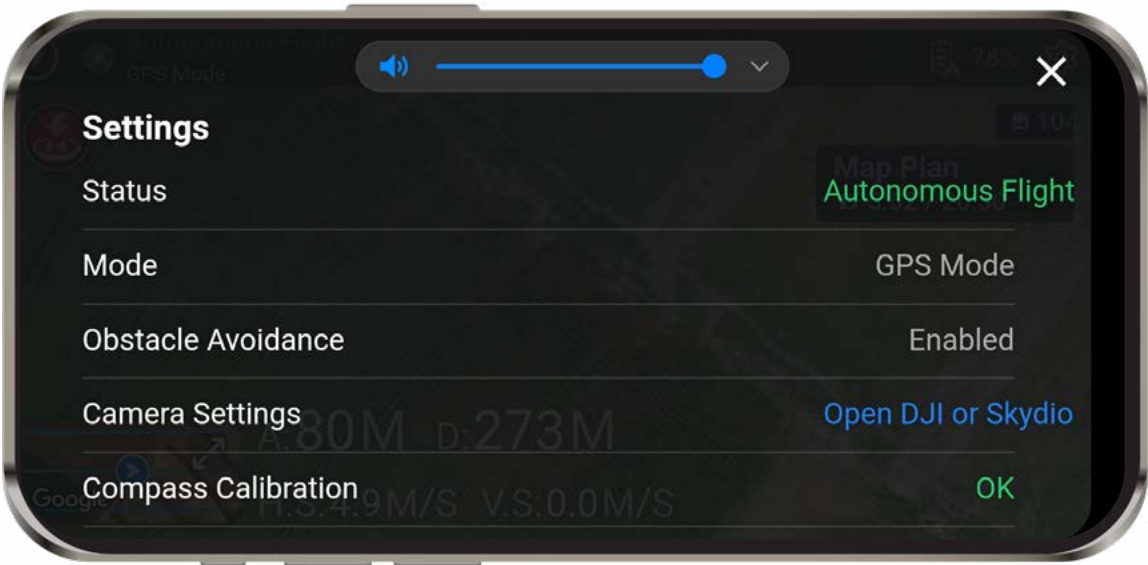


As “ Verificações Pré-Voo ” serão executadas. Caso todos os pré-requisitos sejam atendidos, pressione o botão “ Iniciar voo ”. O equipamento irá decolar e iniciará o levantamento das fotos conforme as linhas de voo.

Importante: Antes de iniciar o voo verifique se o enlace RPA/Controle é estável. A principal telemetria a ser verificada é a carga de bateria dos equipamentos e se esta é capaz de concluir o plano de voo elaborado.

APÊNDICE A - Outras verificações de pré-voo

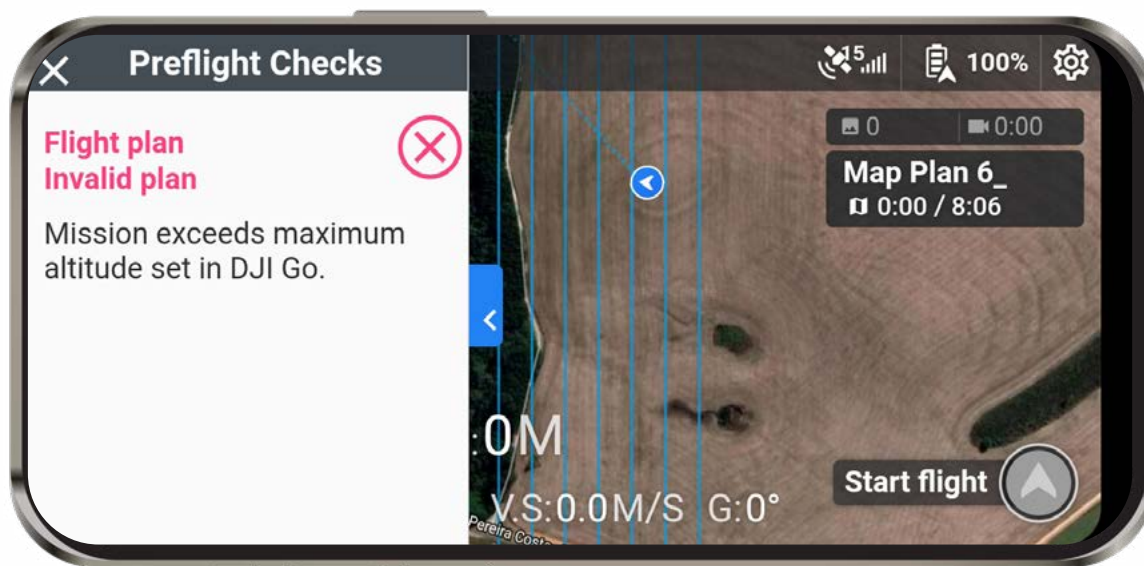
Podem ser acessadas por meio do ícone “engrenagem” no canto superior direito da tela.



APÊNDICE B - Principais problemas durante o voo



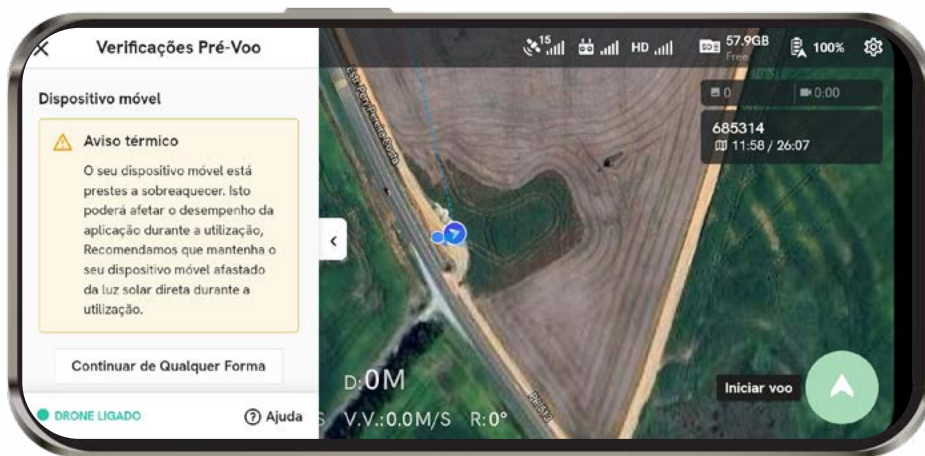
Missão cancelada (Mission Aborted): Plano de voo não concluído por falta de bateria.



O plano de voo não é válido: Configuração inadequada do DroneDeploy impede o equipamento de decolar. Reconfigure o programa.



Erro de configuração do controle: Equipamento não decola devido a configuração errada de hardware. Reconfigure o controle.



Superaquecimento do equipamento (Aviso térmico): Não ignore este aviso. “ Risco de travamento do controle e/ou smartphone durante o voo ”. Neste caso, no melhor dos cenários você estará operando sem telemetria, enquanto no pior cenário, poderá ocorrer extravio do equipamento.



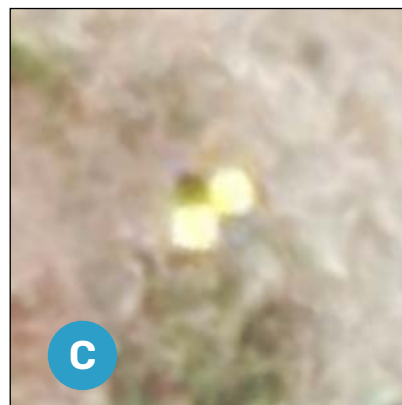
Condições de tempo inadequadas para voo: No exemplo acima, o equipamento não consegue manter a rota planejada. Caso o equipamento saia da área limite definida no plano de voo poderá ocorrer perda do equipamento devido ao vento ou falha no DroneDeploy. Neste caso cancele a missão.

APÊNDICE C - Escolha do GSD (Ground Sample Distance)

Demonstra-se na figura abaixo a capacidade de delimitar e caracterizar uma das placas que sinalizam os pontos de controle nas fotos obtidas em diferentes alturas de voo a partir de um mesmo sensor, determinando-se assim diferentes resolu-

ções espaciais para as imagens. A capacidade de detecção, identificação e caracterização dos objetos nas fotos aéreas depende principalmente da altura de voo e das características da câmara como resolução e distância focal.

Resolução espacial em função da altura de voo



Fonte: Os autores.

Nota: Caracterização dos sinalizadores dos pontos de controle, a partir das alturas de voo a 60 metros de altura (a), 100 metros de altura (b) e 200 metros de altura (c), por meio de fotos aéreas obtidas pela câmara L1D-20c. Verifica-se que a resolução espacial das fotos do objeto de estudo é inversamente proporcional a altura de voo e que as fotos tomadas a 200 m de altura não permitiam a caracterização do objeto de estudo.

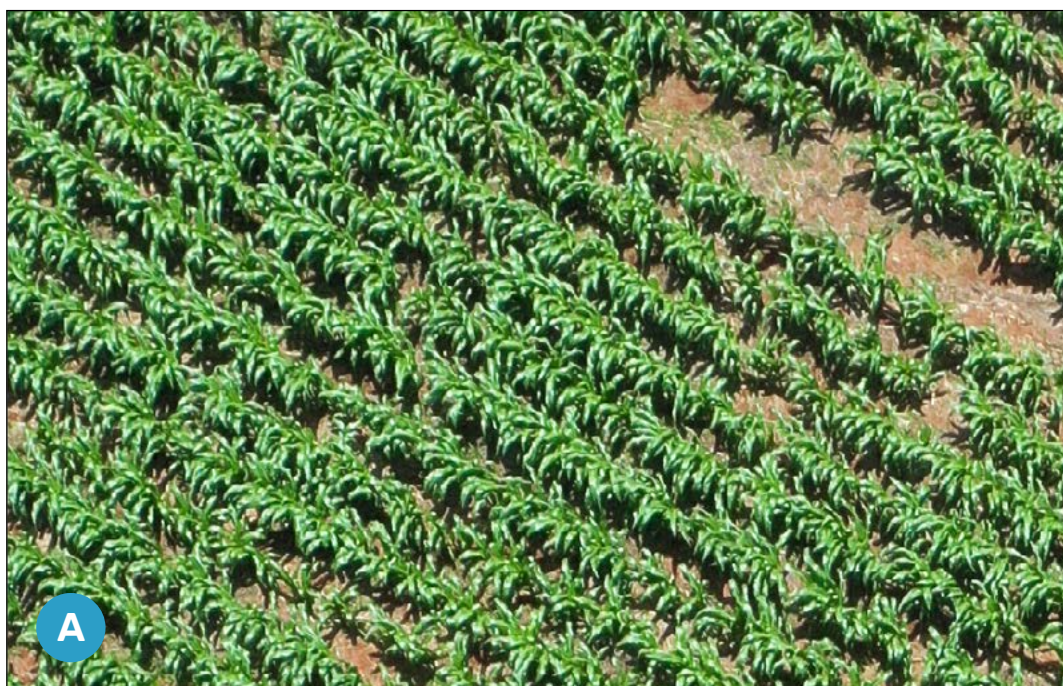
Imagem coletada pela RPA a 100 m de altura



Fonte: Os autores.

Nota: Imagem RGB obtida pela câmera L1D-20c a uma altura de 100 m. A foto representa a cultura do milho em estádio V6. Percebe-se que neste estádio as linhas de plantio são facilmente delimitadas. Ao lado direito temos uma das calhas H de 2,5' alocada na porção inferior da Megaparcela para coleta de amostras de sedimentos provenientes de escoamento superficial. No canto superior direito temos uma placa sinalizadora com coordenadas geodésicas para pós-processamento das fotos aéreas obtidas por meio do programa DroneDeploy.

Capacidade de caracterização de uma cultura em função da altura de voo



Fonte: Os autores.

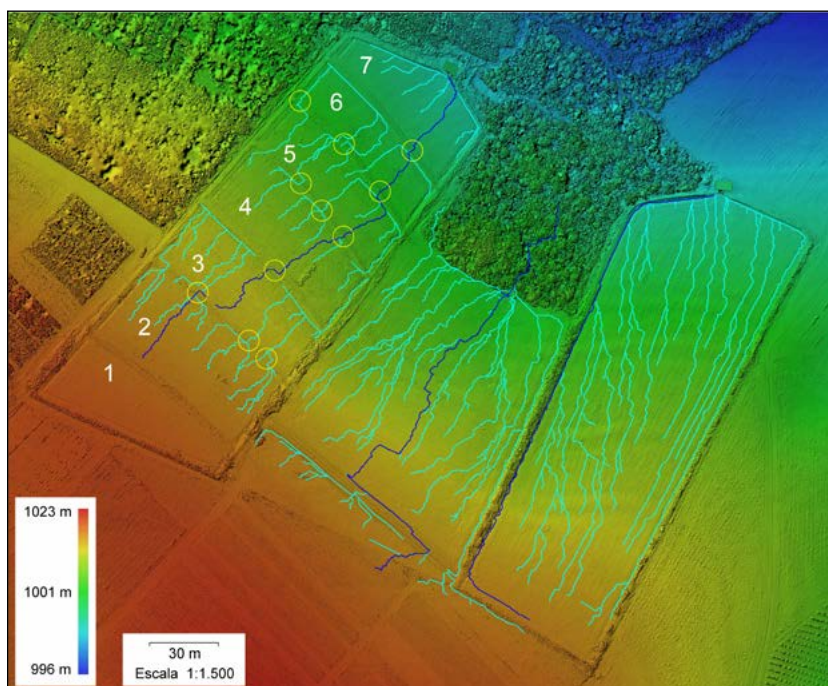
Nota: Caracterização do milho a partir das alturas de voo a 60 (Figura a) e 200 metros de altura (Figura b), por meio de fotos aéreas obtidas pela câmara L1D-20c para uma mesma data e hora. Silva e Ribeiro (2020), demonstraram que a altura da cultura do milho pode ser estimada computacionalmente por meio de nuvens de pontos tridimensionais obtidas a partir de fotos captadas por RPA nas alturas de 60, 100 e 200 metros acima da superfície do solo.

Modelagem tridimensional para estudos hidrológicos



Fonte: Os autores.

Nota: Modelagem tridimensional parcial da Megaparcela com terraços. Para obtenção das fotos aéreas foi utilizado o programa DroneDeploy para um voo na altura de 100 m.



Fonte: SCHIEBELBEIN et al. (2024).

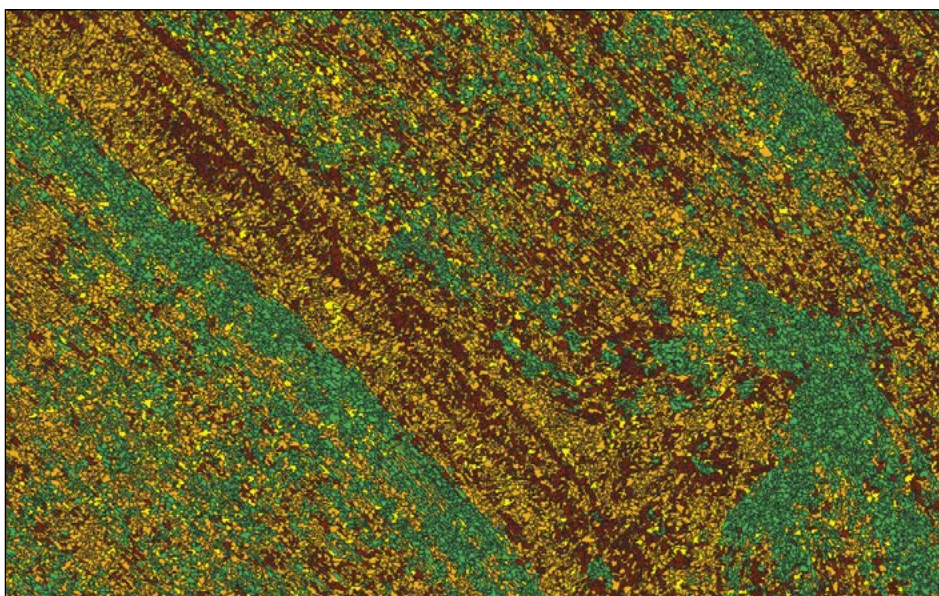
Nota: Modelagem tridimensional obtida a partir de fotos captadas a uma altura de 80 m, utilizando-se o programa DroneDeploy para estudos hidrológicos na área experimental das Megaparcels.

Aprendizado de máquina aplicada a ortomosaicos de alta resolução



Fonte: SILVA et al. (2024).

Nota: Recorte de ortomosaico elaborado a partir de fotos obtidas com o programa DroneDeploy a uma altura de 80m para estudo da aveia preta. Os pontos representam amostras coletadas para estudos de Machine Learning (Aprendizado de Máquina)



Fonte: SILVA et al. (2024).

Nota: Resultado da extração de vetores promovida pelo algoritmo de agrupamento Mean-Shift, quando aplicada a ortomosaico elaborado com fotos obtidas a 80m de altura. Em verde a aveia preta, em marrom o solo e os tons de amarelo a palha ou palha/solo.

Cartografia digital de áreas experimentais



LEGENDA

Perímetro das Megaparcels

Informações técnicas:

Coordenadas planas UTM
Datum Geodésico SIRGAS 2000, Fuso 22S (MC 51°)
Escala: 1:1.000 Data: 01/08/2023



LEGENDA

Perímetro das Megaparcels

Informações técnicas:

Coordenadas planas UTM
Datum Geodésico SIRGAS 2000, Fuso 22S (MC 51°)
Escala: 1:1.000 Data: 06/03/2023



Fonte: GIAROLA et al. (2025).

Nota: Monitoramento de cobertura vegetal nas Megaparcels experimentais (encosta), nas quais a maior ou menor formação do escoamento superficial ocorre em função das condições de cobertura do solo. Os voos realizados a 80 metros de altura por meio do App Drone Deploy forneceram com a câmera L1D-20c, fotos que possibilitaram a elaboração de cartografia com resolução espacial de 2 cm para monitoramento do experimento.

Referências

ANAC. Agência Nacional de Aviação Civil. Regulamento Brasileiro de Aviação Civil Especial - RBAC-E, n. 94, 2023

ANDRADE, J. B. Fotogrametria. SBRR, 246 p., 1998.

CARRIVICK, J.L.; SMITH, M. W.; QUINCEY, D.J. Structure from Motion in the Geosciences. Wiley-Blackwell, 208 p., 2016.

COLOMINA, I.; MOLINA, P. Unmanned aerial systems for photogrammetry and remote sensing: A review. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, v. 92, p. 79-97, 2014.

DECEA. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. Instrução de Comando da Aeronáutica (ICA) 100-40. Brasil, Ministério da Defesa, 56 p., 2023

DroneDeploy Guides. <https://support.dronedeploy.com/docs>

Acesso em: 05 nov. 2022

ESKANDARI, R. et. al. Meta-analysis of Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Imagery for Agro-environmental Monitoring Using Machine Learning and Statistical Models. Remote Sensing, v. 12, n. 3511, 2020.

GIAROLA, N. F. B. et. al. Qualidade do solo e dinâmica hidrossedimentológica na mesorregião Centro-Oriental do Paraná. In: BARBOSA, G. M. C. et. al. Manejo e conservação do solo e água: Resultados da hidrossedimentometria e atributos do solo. Rede Paranaense de Agropesquisa e Formação Aplicada. Curitiba: SENAR AR/PR, 2025. cap. 1, p. 25 – 86.

NIAG. Pre-Feasibility Study on UAV Autonomous Operations. NATO Industrial Advisory Group, SG/75, 2004.

SILVA, R. K.; RIBEIRO, S. R. A. Análise de nuvens de pontos geradas de forma semicontrolada para verificação do crescimento das plantas de milho a partir de dados obtidos em diferentes alturas de voo In: 7ª Conferência Ibero Americana Computação Aplicada, Lisboa. Atas das Conferências Ibero-Americanas, IADIS. 2020, p.217 – 221

SCHIEBELBEIN, L. M. et. al. Processamento de fotos obtidas a partir de uma RPA (Drone) para caracterização de processo erosivo em áreas agrícolas. In: Congresso Agropecuário, Industrial e Tecnológico do Paraná, 43ª EFAPI, Ponta Grossa-PR. Anais do Congresso Agropecuário, Industrial e Tecnológico do Paraná (CONAITEC), 2024

SILVA, R. K. et. al. Delimitação automática da aveia preta (*Avena strigosa*) utilizando-se de softwares com código aberto e de imagens obtidas pelo processamento de fotos captadas por RPA (Drone). In: Workshop de Computação Aplicada no Agronegócio, 43ª EFAPI, Ponta Grossa-PR. Anais do Workshop de Computação Aplicada no Agronegócio. 2024

TATTARIS, M.; REYNOLDS, P. R.; CHAPMAN S.C. A. Direct Comparison of Remote Sensing Approaches for High-Throughput Phenotyping in Plant Breeding. Frontiers in Plant Science, v. 7, n. 1131, 2016.

REALIZAÇÃO

SISTEMA FAEP

