

Agricultura de precisão: drones



SENAR



Presidente do Conselho Deliberativo

João Martins da Silva Junior

Entidades Integrantes do Conselho Deliberativo

Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil - CNA
Confederação dos Trabalhadores na Agricultura - CONTAG
Ministério do Trabalho e Emprego - MTE
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA
Ministério da Educação - MEC
Organização das Cooperativas Brasileiras - OCB
Confederação Nacional da Indústria - CNI

Diretor Executivo

Daniel Klüppel Carrara

Diretora de Educação Profissional e Promoção Social

Andréa Barbosa Alves



Coleção SENAR

Agricultura de precisão: operação de drones

© 2018, SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL – SENAR

Todos os direitos de imagens reservados. É permitida a reprodução do conteúdo de texto desde que citada a fonte.

A menção ou aparição de empresas ao longo desta cartilha não implica que sejam endossadas ou recomendadas pelo Senar em preferência a outras não mencionadas.

Coleção SENAR - 249

Agricultura de precisão: operação de drones

COORDENAÇÃO DE PRODUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE MATERIAIS INSTRUCIONAIS

Bruno Henrique B. Araújo

EQUIPE TÉCNICA

Marcelo de Sousa Nunes / Valéria Gedanken

COLABORAÇÃO

Rafael Diego

AGRADECIMENTOS

À empresa DRONE STORM HOBBY, de Campo Grande - MS, por disponibilizar pessoal, infra-estrutura e máquinas para a produção fotográfica.

FOTOGRAFIA

Wenderson Araújo

ILUSTRAÇÃO

Plínio Quartim

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Serviço Nacional de Aprendizagem Rural.

Agricultura de precisão: operação de drones / Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. – Brasília: Senar, 2018.

84 p; il. 21 cm (Coleção Senar, 249)

ISBN: 978-85-7664-198-8

1. Agricultura de precisão. 2. Tecnologia na agricultura. 3. Agricultura, uso de drone. II. Título.

631.17

Sumário

Apresentação.....	5
Introdução.....	7
I. Conhecer o drone e suas aplicações.....	8
1. Entenda os conceitos mais utilizados.....	8
2. Conheça os tipos de plataforma.....	10
3. Conheça os principais sensores.....	14
II. Conhecer a tecnologia dos drones.....	17
1. Conheça os principais componentes do sistema.....	17
III. Conhecer a legislação sobre drone.....	27
1. Conheça os órgãos regulamentadores.....	27
2. Saiba como regularizar seu drone.....	30
3. Entenda as boas práticas de segurança.....	35
4. Acesse informações importantes relacionadas à regulamentação de drones no Brasil.....	39
IV. Utilizar as técnicas de pilotagem.....	45
1. Planeje os trabalhos.....	45
2. Faça os <i>checklists</i>	48
3. Voe seu drone.....	51
V. Compreender o processamento digital de imagens.....	71
1. Processe os dados.....	72
2. Interprete as imagens.....	75
Considerações finais.....	83
Referências.....	84

Apresentação

O elevado nível de sofisticação das operações agropecuárias definiu um novo mundo do trabalho, composto por carreiras e oportunidades profissionais inéditas, em todas as cadeias produtivas.

Do laboratório de pesquisa até o ponto de venda no supermercado, na feira ou no porto, há pessoas que precisam apresentar competências que as tornem ágeis, proativas e ambientalmente conscientes.

O Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (Senar) é a escola que dissemina os avanços da ciência e as novas tecnologias, capacitando homens e mulheres em cursos de Formação Profissional Rural e Promoção Social, por todo o país. Nesses cursos, são distribuídas cartilhas, material didático de extrema relevância por auxiliar na construção do conhecimento e constituir fonte futura de consulta e referência.

Conquistar melhorias e avançar socialmente e economicamente é o sonho de cada um de nós. A presente cartilha faz parte de uma série de títulos de interesse nacional que compõem a Coleção SENAR. Ela representa o comprometimento da instituição com a qualidade do serviço educacional oferecido aos brasileiros do campo e pretende contribuir para aumentar as chances de alcance das conquistas a que cada um tem direito. Um excelente aprendizado!

Serviço Nacional de Aprendizagem Rural

www.senar.org.br

Acesse pelo seu celular

Esta cartilha possui o recurso QR Code, por meio do qual o participante do treinamento poderá acessar, utilizando a câmera fotográfica do celular, informações complementares que irão auxiliar no aprendizado.

Introdução

A agricultura de precisão utiliza geotecnologias como o Sistema Global de Navegação por Satélite (GNSS), o sensoriamento remoto orbital, o Sistema de Informação Geográfica, o geoprocessamento e a aerofotogrametria para obter, processar e analisar dados e, assim, auxiliar no entendimento das condições ideais para o cultivo das principais culturas agrícolas.

Problemas como falhas de plantio, estresse hídrico, competição com outras espécies e doenças das plantas podem ser identificados e mapeados a partir do uso combinado dessas tecnologias. Com isso, uma vez detectado o problema, o produtor rural poderá tomar decisões com mais assertividade, segurança e celeridade.

Nesse contexto, os drones facilitam o levantamento de dados, fornecendo informações estratégicas aos agricultores. Sua aplicação na área agrícola vem sendo favorecida pelo avanço tecnológico, pela redução dos custos de equipamentos e *softwares* e, finalmente, pela crescente necessidade de otimização dos recursos de produção.

Esta cartilha foi elaborada com o objetivo de fornecer aos produtores rurais informações gerais sobre a mais nova tecnologia de sensoriamento remoto aplicada à agricultura de precisão, abordando temas como plataformas e sensores dos drones, regras de segurança, técnicas de pilotagem e de processamento digital de imagens, entre outros temas.



Conhecer o drone e suas aplicações

Drone é um termo utilizado para se referir a uma aeronave sem piloto embarcado. Originalmente, essa palavra era usada apenas para os aviões militares não tripulados. Atualmente, serve para designar os aeromodelos radiocontrolados com mais de um rotor, como os quadricópteros.

1. Entenda os conceitos mais utilizados

- **Drone:** é um termo genérico, usado para descrever desde pequenos equipamentos até aeronaves não tripuladas de aplicação militar. Nesta cartilha, o termo será usado para designar Aeronave Remotamente Pilotada, que é a terminologia correta empregada às aeronaves não tripuladas de caráter não recreativo.
- **Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT):** é o termo usado para descrever todo e qualquer tipo de aeronave que não necessita de pilotos embarcados para ser guiada.
- **Aeromodelo:** aeronave não tripulada com propósito recreativo: esporte, lazer, hobby ou diversão.

- **Aeronave Remotamente Pilotada (RPA, do inglês *Remotely Piloted Aircraft*):** subcategoria de Veículo Aéreo Não Tripulado. O piloto não está a bordo da RPA, mas controla remotamente o equipamento por uma interface externa (controle remoto, computador, simulador, dispositivo digital, entre outros). É utilizada de modo não recreativo: pesquisa, militar e comercial.
- **Sistema de Aeronave Remotamente Pilotada (RPAS, do inglês *Remotely Piloted Aircraft Systems*):** sistema formado pela aeronave com estação de pilotagem remota, link de comando que possibilita o controle da aeronave e qualquer outro equipamento de apoio.

Atenção

1. No Brasil, as aeronaves não tripuladas ainda são amplamente conhecidas como drones, termo muito utilizado pelos órgãos de imprensa e pelos usuários. Embora seja aceito, não tem amparo técnico ou definição na legislação existente. A sigla RPA, atualmente, tem sido a preferida pela comunidade, sobretudo pelos órgãos reguladores. A terminologia oficial no Brasil é RPA e VANT.

2. A diferença entre aeromodelo e RPA é o propósito de uso. Aeromodelo é destinado ao uso recreativo, enquanto RPA se destina a usos comerciais, militares e pesquisa.

2. Conheça os tipos de plataforma

Existem diferentes tipos de drone para diferentes finalidades, como os de asa rotativa, mais populares, e os de asa fixa, cada um com suas características e aplicabilidades.

- **Asa rotativa:** plataforma do tipo helicóptero convencional ou multirrotor (com mais de um rotor), como os quadricópteros.





- **Asa fixa:** plataforma que utiliza asas similares às do avião.





- **Asa híbrida:** plataforma que utiliza tecnologia de aeronaves adaptáveis, considerada híbrida entre aeronaves de asa fixa e rotativa. Ainda operando em testes experimentais, é uma tendência de mercado para o futuro.



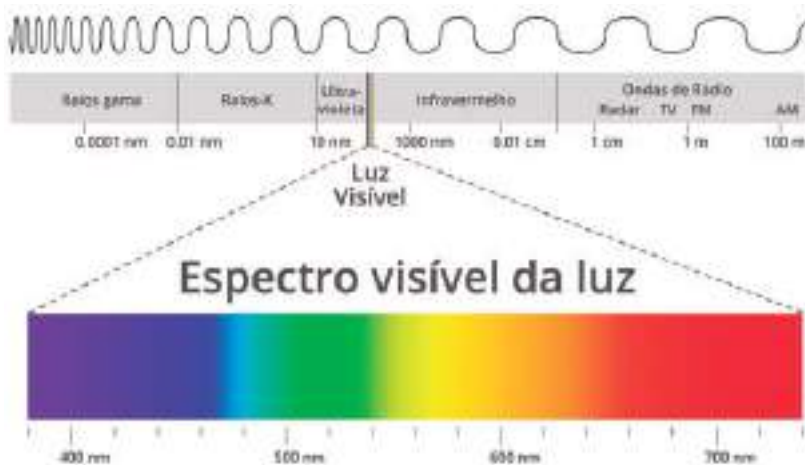
No Quadro 1, podem ser observadas as principais vantagens e desvantagens dos diferentes tipos de drone, segundo a asa, fixa ou rotativa.

Quadro 1 - Diferenças relativas entre plataformas de asa fixa e rotativa

	Drone de asa fixa	Drone de asa rotativa
Projeto	Mais voltado para mapeamento e monitoramento de médias e grandes áreas.	Mapeamento e monitoramento de pequenas áreas, além de inspeção de obras e recursos naturais.
Aplicações mais comuns	Agricultura, mineração, topografia, monitoramento de perímetro (fronteiras), monitoramento da vida selvagem, engenharia, entre outros.	Agricultura, inspeção e fiscalização ambiental, mercado imobiliário, videografia, topografia, emergência, entre outros.
Velocidade de voo	Maior	Menor
Autonomia da bateria	Maior	Menor
Cobertura de área por voo	Maior	Menor
Pilotagem manual	Mais difícil	Mais fácil
Modo de decolagem e pouso	Horizontal	Vertical
Área de decolagem e pouso	Maior	Menor
Modo de orientação das imagens	Vertical	Vertical e oblíqua (panorâmica)

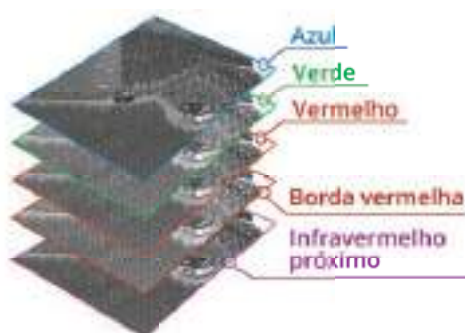
3. Conheça os principais sensores

Os sensores são equipamentos que captam e registram a energia eletromagnética refletida ou emitida pelos elementos da superfície terrestre. As câmeras fotográficas são exemplos de sensores.



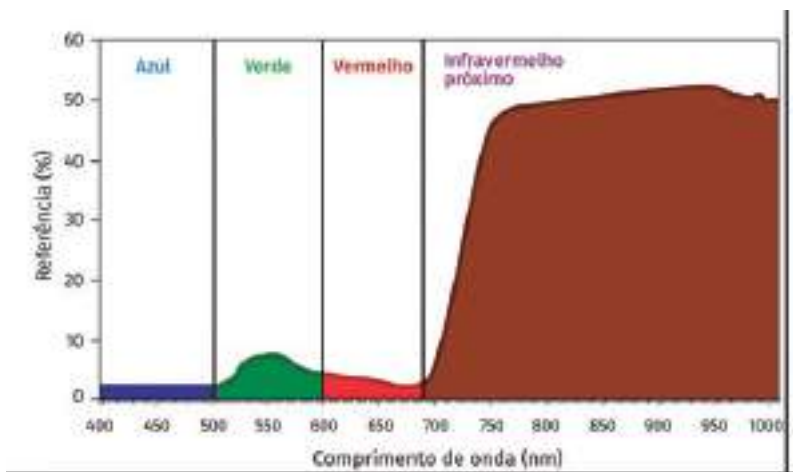
Existem sensores operando em diferentes regiões do espectro eletromagnético. Dependendo do tipo, o sensor capta dados de uma ou mais regiões.

O olho humano é um sensor natural que enxerga somente a luz ou energia visível. Sensores artificiais nos permitem obter dados de regiões de energia invisível ao olho humano. Isso significa que é possível obter imagens de uma mesma área, em diferentes faixas espectrais, também denominadas canais ou bandas.



Além do espectro visível, as faixas espectrais mais utilizadas no sensoriamento remoto são infravermelho próximo, infravermelho de ondas curtas, infravermelho médio e infravermelho termal. A faixa do infravermelho próximo é a que vem sendo cada vez mais explorada no monitoramento agrícola, pois traz informações sobre o vigor da vegetação.

A técnica de mapeamento da vegetação se baseia no conhecimento do comportamento espectral das plantas. A vegetação verde e saudável absorve a energia solar de forma intensa na região espectral do vermelho e reflete fortemente na região do infravermelho próximo. A operação aritmética dessas duas bandas espectrais é bastante utilizada na determinação dos chamados índices de biomassa ou de vegetação.



Assinatura espectral típica da vegetação verde e sadia

Em geral, podemos resumir os sensores segundo as suas aplicações, o que pode ser visto no Quadro 2.

Quadro 2 – Tipos de sensores e respectivos usos na agricultura

Sensores	Usos na agricultura
Câmeras RGB 	Mapeamento da área plantada; monitoramento da lavoura; avaliação da qualidade do plantio; mapeamento das falhas de plantio; contagem de plantas/touceiras/árvores; inspeção de danos à lavoura causados por inundações, queimadas ou ventanias.
Câmeras multiespectrais 	Avaliação de danos causados por ataques de pragas e doenças; mapeamento de zonas de manejo; determinação de estresse nutricional; estimativas de biomassa e produtividade agrícola; detecção de infestação de ervas daninhas, entre outros.
Câmeras hiperespectrais 	Com mais de 40 bandas espectrais, esses sensores permitem detectar e mapear manchas de solo, além de testar e avaliar índices de vegetação capazes de identificar variados tipos de anomalia nas folhas.
Câmeras térmicas 	Ao fornecer estimativas de temperatura da superfície, as câmeras térmicas têm potencial para serem utilizadas em várias aplicações, incluindo inferências sobre o teor de umidade do solo e a eficiência de sistemas de irrigação.



Conhecer a tecnologia dos drones

O piloto de drones depende de um sistema complexo responsável pelo domínio e pela segurança da operação durante a pilotagem, além da qualidade de transmissão de dados do equipamento, necessários à execução do voo.

1. Conheça os principais componentes do sistema

1.1. Conheça os componentes da aeronave

- **Frame:** corpo da asa fixa ou da asa rotativa, onde são embarcados os sensores e outros componentes.



- **Controladora:** trata-se de uma central de comando, o cérebro do equipamento. É responsável pela comunicação entre os demais componentes e periféricos.



- **GPS:** sensor de posicionamento, essencial para o mapeamento aéreo automático.



- **Motores e hélices:** responsáveis pela sustentação do equipamento no ar. Os motores mais utilizados são os elétricos.





Atenção

Nunca utilize hélices avariadas ou não balanceadas, pois podem causar sérios danos ao motor.

- **Baterias:** são recarregáveis e fornecem energia para os equipamentos.



Atenção

A bateria deve ser manuseada com cuidado e armazenada em local adequado (seco e com temperatura amena).

Precaução

Caso a bateria não seja manuseada de maneira adequada, pode provocar acidentes graves, por explosões e incêndios.

Alerta ecológico

As baterias, após totalmente descarregadas e fora de uso, devem ser descartadas corretamente e em local adequado, como pontos de coleta.

1.2. Conheça a estação de pilotagem

Indispensável, a estação de pilotagem pode ser simples e funcionar em celulares ou tablets, ou mais complexa quando operada em computadores e associada a outros periféricos.



1.3. Conheça o sistema de comunicação

É o componente responsável por viabilizar o controle da pilotagem e o status do voo, composto por Rádio Controle (RC), receptor e link de comando. Cada conjunto tem um determinado número de canais de frequência para operação de comandos básicos e específicos. Para mais comandos, são necessários canais de frequência adicionais.



1.4. Conheça os acessórios

- **Carregador de bateria**

Um carregador convencional demora, em média, de 30 a 60 minutos para carregar a bateria. Podem ser encontrados modelos alternativos para carregar as baterias no carro ou até mesmo “hubs de recarga”, que são modelos projetados para carregar até quatro baterias ao mesmo tempo.



- **Carregadores**



Acessórios (Hub, carregador veicular e inversor de voltagem)

- **Cartão de memória**

É um dispositivo de armazenamento de dados. Deve apresentar alta velocidade de leitura e otimização no desempenho da transferência de dados. Deve ter também capacidade de armazenamento, uma vez que as imagens de drones requerem muita memória. É interessante ter sempre em mãos um adaptador SD para acessar os dados do cartão em outros dispositivos, como o computador com entrada para cartão SD.



- **Receptor GNSS e rastreador**

O GPS (*Global Positioning System*) é o Sistema Global de Navegação por Satélite (GNSS) que fornece a um aparelho receptor móvel sua posição na superfície da Terra. Além das coordenadas geográficas, com um receptor GPS é possível encontrar o caminho para um determinado local, além de saber a velocidade e a direção do seu deslocamento. Existem diversos tipos, marcas e modelos de GPS, assim como celulares que possuem o GPS integrado e acessível por seus próprios aplicativos.

O rastreador é um dispositivo capaz de emitir um sinal que possibilite a localização do equipamento em caso de quedas involuntárias.



- **Antena amplificadora de sinal**

É um refletor de chapa fina de alumínio ou material similar que ajuda a melhorar a qualidade de sinal entre o Rádio Controle e o drone multirrotor, mantendo o sinal forte e estável e ampliando o alcance do aparelho.



- **Radiocomunicador**

É um equipamento que facilita a comunicação entre os membros da equipe.



- **Mochila ou *case* (estojo) para transporte**

É um acessório feito de materiais de alta qualidade, leve e resistente, com divisórias internas, normalmente revestido de espuma ou similar. Oferece praticidade no transporte e mantém o equipamento protegido e seguro.





Conhecer a legislação sobre drone

É importante entender que drone não é um brinquedo, mas sim um equipamento que apresenta alto nível de complexidade, e que existem riscos envolvidos na sua operação. Portanto, deve-se conhecer e cumprir rigorosamente a legislação e adotar as boas práticas de segurança.

A legislação estabelece regras claras para o uso de drones no Brasil e tem por objetivo tornar viáveis as operações desses equipamentos, preservando a segurança das pessoas e promovendo o desenvolvimento sustentável e seguro do setor.

1. Conheça os órgãos regulamentadores

Quatro órgãos regulamentam o uso dos drones no Brasil:

- Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel), responsável pela homologação do sinal de radiofrequência;
- Agência Nacional de Aviação Civil (Anac), que mantém um cadastro de operadores e equipamentos;
- Departamento de Controle do Espaço Aéreo (Decea), onde o usuário solicita o uso do espaço aéreo; e
- Ministério da Defesa (MD), em alguns casos, responsável pela regulamentação dos trabalhos de aerofotogrametria.

Atenção

1. Além das homologações e licenças, o operador de drone ainda deve contratar um seguro obrigatório para cobrir acidentes contra terceiros e danos a pessoas e bens no solo, causados por colisão ou choque violento.
2. Procure um corretor de seguros especializado em drones para mais informações sobre a contratação do seguro.

1.1. Conheça a Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel)

A agência foi criada pela Lei 9.472, de 16 de julho de 1997, mais conhecida como Lei Geral de Telecomunicações (LGT), sendo a primeira agência reguladora a ser instalada no Brasil, em 5 de novembro do mesmo ano. A ela cabem os poderes de outorga, regulamentação e fiscalização sobre os serviços de telecomunicações.

1.2. Conheça a Agência Nacional de Aviação Civil (Anac)

É uma agência reguladora federal que fiscaliza as atividades de aviação civil, a infraestrutura aeronáutica e aeroportuária no Brasil, além de realizar o controle em relação aos procedimentos de autorização de uso de aeronaves, sejam elas tripuladas ou não.

A Anac estabelece requisitos mínimos para operações dessas aeronaves, fornece a documentação necessária para pilotos e aeronaves e contribui para o desenvolvimento desse segmento da aviação.

Na legislação vigente existem três formas de operação dos drones:

- **Operação VLOS**

Operação na qual o piloto mantém o contato visual direto com o drone, sem o auxílio de lentes ou outros equipamentos.



- **Operação EVLOS**

Operação na qual o piloto remoto só é capaz de manter contato visual direto com o drone com o auxílio de lentes ou outros equipamentos e precisa de auxílio de observadores de drone.



- **Operação BVLOS**

Operação na qual o piloto não consegue manter o drone dentro de seu alcance visual, mesmo com a ajuda de um observador.



1.3. Conheça o Departamento de Controle do Espaço Aéreo (Decea)

É o provedor dos serviços de navegação aérea que viabiliza os voos e faz a ordenação do tráfego aéreo no país.

2. Saiba como regularizar seu drone

No ato de compra do drone, o usuário precisa verificar se este já é homologado na Anatel. Caso contrário, deve, antes de tudo, homologar a radiofrequência na Anatel. Em seguida, é realizado o cadastro do operador e do equipamento junto à Anac e, posteriormente, contratado um seguro obrigatório. Por fim, sempre que realizar um voo, o operador deve solicitar a permissão do uso do espaço aéreo junto ao Decea.

2.1. Saiba como homologar o drone na Anatel

Os interessados em utilizar drones que não adquiriram os equipamentos já homologados devem se cadastrar no Sistema de Gestão de Certificação e Homologação e preencher um requerimento disponível no site da Anatel.

Atenção

Um tutorial com o passo a passo está disponível no site www.anac.anatel.gov.br.

Acesse pelo seu celular

Acesse o tutorial de homologação da Anatel.



A medida visa evitar interferências dos drones em outros serviços, como as comunicações via satélite, sistemas *wi-fi*, portões eletrônicos, sistemas de segurança, entre outros.

2.2. Saiba como fazer o cadastro na Anac

Para drones entre 250 g e 25 kg, que não voarão acima de 400 pés ou 120 m acima do nível do solo (operação BVLOS), o operador interessado deve acessar a plataforma SISANT para se cadastrar e cadastrar também a aeronave. A grande maioria dos drones usados no agronegócio se encontra na classe 3 da norma.

- **Classe 3 - Abaixo ou igual a 25 kg**

A norma determina que as RPAs classe 3 que operam além da linha de visada visual (BVLOS) ou acima de 400 pés (120 m) devem ser de projeto autorizado pela Anac e registradas e identificadas com suas marcas de nacionalidade e matrícula.

Drones dessa classe que operam em até 400 pés (120 m) acima da linha do solo e em linha de visada visual (operação VLOS) não precisam ser de projeto autorizado, mas devem ser cadastradas na ANAC por meio do sistema SISANT, apresentando informações sobre o operador e o equipamento.

Drones com até 250 g não precisam ser cadastrados ou registrados, independentemente de sua finalidade (uso recreativo ou não).

Acesse pelo seu celular

Para conhecer as orientações para usuários de drones, um glossário e um resumo da RBAC-E 94 da Anac, acesse a cartilha para usuários de drones da Anac.



Atenção

1. As operações totalmente autônomas dos drones, nas quais o piloto remoto não é capaz de intervir, continuam proibidas no país. Essas operações diferem das automatizadas, nas quais o piloto remoto pode interferir a qualquer momento.
2. Não é permitido transportar pessoas, animais, artigos perigosos (RBAC nº 175/2009) e outras cargas proibidas por autoridades competentes.

2.3. Saiba como fazer a contratação do seguro obrigatório

Considerando que os drones podem vir a ser obstáculos para aeronaves em movimento, comprometendo a segurança do espaço aéreo, o Decea elaborou instruções com normas de utilização segura do espaço aéreo brasileiro.

O seguro com cobertura contra danos a terceiros, conhecido como seguro RETA (Responsabilidade do Explorador de Transporte Aéreo), é obrigatório nas operações de uso não recreativo, em aeronaves não tripuladas de 250 g até 25 kg, com exceção das operações de aeronaves pertencentes às entidades controladas pelo Estado.

Voar com seu drone sem um seguro é infringir a lei, ficando o piloto, o contratante e a contratada sujeitos a responder nas esferas cível, administrativa e penal.

Atenção

1. Não é necessário fazer o seguro obrigatório RETA para equipamentos com menos de 250 g ou quando o uso for recreativo.
2. Procure empresas ou profissionais de confiança e verifique se o seguro oferecido se encaixa nas exigências da Anac.
3. O seguro RETA é um seguro obrigatório exigido pela Anac que cobre apenas acidentes contra terceiros. Caso queira assegurar seu equipamento ou sensores embarcados, procure outra modalidade de seguro.

2.4. Saiba como fazer a solicitação de uso do espaço aéreo

Considerando que os drones podem vir a ser obstáculos para aeronaves em movimento, comprometendo a segurança do espaço aéreo, o Decea elaborou instruções com normas de utilização segura do espaço aéreo brasileiro.

O operador de drone deve se registrar na plataforma Sarpas, registrando também o seu equipamento e todos os voos que for executar junto ao Decea, além de conhecer a ICA 100-40. O procedimento é necessário para conseguir a liberação e posterior utilização do espaço aéreo em local e data predefinidos.

Acesse pelo seu celular

Como fazer o cadastro de usuário.



Acesse pelo seu celular

Como consultar o andamento da solicitação de autorização para voo de RPAs.



Acesse pelo seu celular

Como solicitar operações de até 100 ft.



Acesse pelo seu celular

Como solicitar operações
acima de 400 ft.



3. Entenda as boas práticas de segurança

- **Não sobrevoe áreas críticas**

É proibido sobrevoar áreas de segurança, como presídios e instalações militares, bem como não é aconselhável sobrevoar áreas como usinas termelétricas ou estações de distribuição de energia, com risco de penalidades.

**Acesse pelo seu celular**

Como solicitar operações
de 100 a 400 ft.



- **Faça manutenção preventiva em seu equipamento**

A manutenção periódica contribui para uma operação com mais segurança, assim como o *checklist* realizado antes, durante e após o voo.



- **Conheça as limitações do seu equipamento**

Conheça as características técnicas do seu equipamento, a distância e o tempo máximo de voo, a altura crítica de retorno, entre outras informações, para saber como agir em situações anormais.

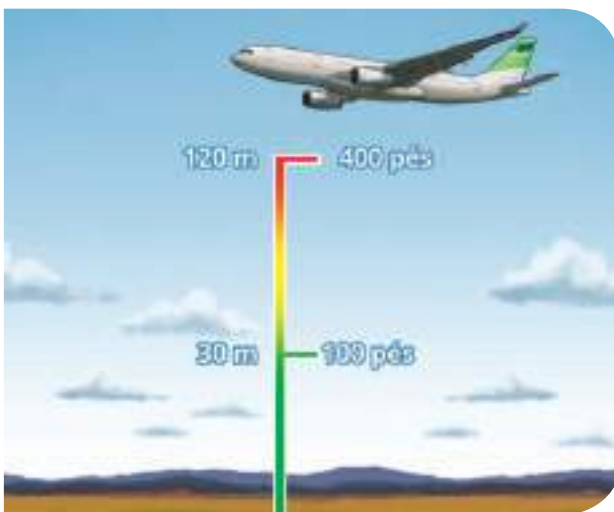


- **Faça voos nas alturas e distâncias permitidas**

A menos que autorizado, deve ser respeitado um raio de distância mínima de 30 metros entre o equipamento, as pessoas e as edificações.



Realize voos com o equipamento na sua linha de visada visual VLOS e até 120 m de altura. Caso necessite realizar voos mais distantes ou altos, procure a legislação pertinente.



Atenção

Realize, preferencialmente, voos diurnos, quando é possível ver o equipamento com facilidade.



- **Não voar sobre pessoas não anuentes**

O sobrevoo de pessoas, a menos de 30 m da projeção vertical só é autorizado caso estas sejam anuentes, ou seja, se tiverem consentido e expressado o conhecimento de que serão sobrevoadas.



- **Não voe próximo aos aeródromos**

Evite realizar voos próximo aos aeroportos, heliportos e aeródromos em geral. Assim que identificar a aproximação de alguma aeronave tripulada, abaixe imediatamente o seu equipamento.

4. Acesse informações importantes relacionadas à regulamentação de drones no Brasil

- **Anatel**

Acesse pelo seu celular

Manual do usuário SCH – Solicitante –
Declaração de conformidade para
quadricóptero (drone).



- **Anac**

Acesse pelo seu celular

Orientações para usuários.



Acesse pelo seu celular

Cadastro de drones.



Acesse pelo seu celular

Regulamento Brasileiro da Aviação Civil Especial – RBAC-E 94 – Requisitos gerais para aeronaves não tripuladas de uso civil.



Acesse pelo seu celular

Instrução Suplementar – IS E94 – Procedimentos para elaboração e utilização de avaliação de risco operacional para operadores de aeronaves não tripuladas.



- **Decea**

Acesse pelo seu celular

ICA 100-40 – Sistemas de aeronaves remotamente pilotadas e o acesso ao espaço aéreo brasileiro.

**Acesse pelo seu celular**

AIC - N 17 – Aeronaves remotamente pilotadas para uso recreativo - aeromodelos.

**Acesse pelo seu celular**

AIC 23/17 – Aeronaves remotamente pilotadas para uso em proveito dos órgãos ligados aos governos federal, estadual e municipal.



Acesse pelo seu celular

AIC 24/17 - Aeronaves remotamente pilotadas para uso exclusivo em operações dos órgãos de segurança pública, defesa civil e fiscalização da Receita Federal.



Acesse pelo seu celular

Plataforma Sarpas.



Acesse pelo seu celular

Replay do webinar pós-regulamentação de drones: o que mudou com o Cel. Vargas.



- **Ministério da Defesa**

Acesse pelo seu celular

Decreto-Lei 1.177, de 21 de junho de 1971: dispõe sobre aerolevantamentos no território nacional.

**Acesse pelo seu celular**

Decreto 2.278, de 17 de julho de 1997: regulamenta as atividades de aerolevantamento no território nacional.

**Acesse pelo seu celular**

Portaria Normativa 953/MD, de 16 de abril de 2014: dispõe sobre a adoção de procedimentos para a atividade de aerolevantamento no território nacional.



Acesse pelo seu celular

Portaria Normativa 953/MD, de 16 de abril de 2014: dispõe sobre a adoção de procedimentos para a atividade de aerolevantamento no território nacional.



Acesse pelo seu celular

Lei 7.565, de 19 de dezembro de 1986: dispõe sobre o Código Brasileiro de Aeronáutica.



Acesse pelo seu celular

Decreto 7.845, de 14 de novembro de 2012: regulamenta procedimentos para credenciamento de segurança e tratamento de informação classificada em qualquer grau de sigilo e dispõe sobre o Núcleo de Segurança e Credenciamento.





Utilizar as técnicas de pilotagem

O drone é, reconhecidamente, uma excelente ferramenta de observação remota, mas, para obter o melhor benefício dessa tecnologia, é necessário entender os requisitos ou as técnicas de pilotagem.

1. Planeje os trabalhos

Antes de sobrevoar com o drone, o operador deve levantar informações sobre o local a ser sobrevoado e as expectativas do demandante do serviço. Essa etapa pode ser feita juntamente com o proprietário do imóvel rural, com o consultor ou com o profissional que pretende utilizar o produto do aerolevante em suas análises. Recomenda-se o uso de planilhas ou questionários que poderão abordar os seguintes temas:

- Qual é a finalidade do levantamento aéreo (inspeção, mapeamento, monitoramento, entre outras)?
- Qual é o tamanho da propriedade ou área de interesse?
- Qual é a localização da área de interesse? Existem mapas digitais da área a ser sobrevoada? Estão disponíveis para acesso?
- Que produtos atendem às necessidades dos clientes (vídeos, fotos, mapas, entre outros)?
- Qual é o objeto de análise que terá como base o ortomosaico (qualidade do plantio, contagem de plantas, levantamento planialtimétrico, definição de zonas de manejo, entre outros)?
- Qual é a urgência do trabalho? Qual é o prazo de entrega?
- A área de interesse é servida por energia elétrica e internet?

Atenção

O levantamento de informações é fundamental para o planejamento dos trabalhos, pois é nessa etapa que o responsável pela operação começa a definir a melhor configuração de voo, de modo a atender às reais necessidades do demandante.

De posse das informações, o encarregado pela operação deve fazer a escolha da plataforma, do sensor e dos equipamentos que atenderão aos objetivos do trabalho. Deve-se sempre fazer o planejamento das ações pensando em todas as possibilidades de risco, considerando não apenas os requisitos envolvidos na operação de voo, mas também itens como:

- Equipamentos de Proteção Individual (EPIs);
- Logística de deslocamento;
- Alimentação e hidratação;
- Equipamentos de comunicação da equipe;
- Acessórios; e
- Mapas e croquis de acesso.

Atenção

1. Verifique com o proprietário do imóvel rural a existência de locais de risco para a operação de voo (redes de energia, torres de monitoramento de incêndio, aeródromos, entre outros).
2. Tenha sempre mapas da região e, se possível, solicite o acompanhamento de pessoas que conheçam a área.
3. Acessórios como corda, pá e enxada são recomendáveis e muito úteis em caso de imprevistos durante os deslocamentos.
4. É recomendável, mas não obrigatória, a presença de uma equipe de, no mínimo, duas ou três pessoas durante a operação, preferencialmente de posse de rádios de comunicação.

Precaução

O operador deve seguir as normas de segurança durante a operação e fazer uso dos EPIs, como camisa de manga e calça comprida, perneiras, óculos escuros e chapéu de aba larga ou boné árabe.

O piloto deverá atender a todos os requisitos de segurança para garantir o bom andamento do levantamento e verificar previamente os equipamentos e acessórios direta ou indiretamente relacionados com a operação, tais como:

- Baterias;
- Hélices e motores;
- Carregador de bateria;
- Cabos;
- Cartão de memória;
- Atualização de programas e *firmwares* (programas que rodam no drone para corrigir falhas, incluir novas funcionalidades, entre outros); e
- Tablet, celular e computador.

Atenção

1. Sabe-se que, nas regiões mais afastadas dos grandes centros, o sinal de internet ainda não chega. Por isso, é altamente recomendável fazer atualizações de programas, missões de voo e testes antes de sair do escritório.
2. Mantenha seu drone e os aplicativos sempre atualizados e calibrados.
3. Verifique se há espaço disponível para armazenamento de dados no cartão de memória.

2. Faça os *checklists*

Checklist ou lista de verificações é um instrumento de controle, composto por um conjunto de condutas essenciais, itens ou tarefas que devem ser cumpridos antes, durante e depois da execução do voo. Sugere-se também que, após cada voo, seja feito um breve relatório de lições aprendidas, falhas ou imprevistos que eventualmente tenham surgido durante a operação, úteis para evitar erros futuros.



<i>Checklist de preparação</i>	S	N
Atendimento a todas as regras de regulamentação (Anatel, Anac e Decea)		
Atualização de programas e <i>firmwares</i>		
Verificação da integridade da plataforma (rachaduras, trincas ou peças quebradas)		
Checagem da integridade de sensores, motores e hélices		
Verificação da carga da bateria da aeronave, do Rádio Controle e de dispositivos móveis		
Checagem da quantidade de baterias reserva para o tempo planejado de voo		
Destrave e limpeza da lente da câmera		
Inserção de cartão SD com espaço de armazenamento suficiente para o voo		
Disponibilidade de mapas e croquis da área a ser sobrevoada		
Detalhamento do plano de voo		
Disponibilidade de ferramentas para manutenção e pequenos reparos		

Atenção

Dependendo das condições de trabalho, observe outros quesitos, como kit de limpeza de lente, GPS de navegação, relógio, lanterna, inversor de 12v para 110/220v, HD externo para backup dos dados, correia para o pescoço, corda, pá, entre outros.

<i>Checklist pré-voo</i>	S	N
Checar as condições meteorológicas (direção e velocidade do vento e probabilidade de chuvas)		
Verificar o índice KP (tempestades geomagnéticas)		
Checar princípios básicos de segurança para o piloto, para outras pessoas e para o equipamento, além da presença de animais e outras aeronaves		
Verificar a plataforma quanto a possíveis cabos soltos, além do funcionamento dos motores e da fixação das hélices		
Se necessário, realizar a calibração do drone		
Conferir a qualidade e intensidade do sinal de GPS para o retorno de emergência		
Certificar-se de que a área de decolagem esteja livre de pessoas ou objetos		

<i>Checklist pós-voo</i>	S	N
Desligar o drone e posteriormente o Rádio Controle e o dispositivo móvel		
Verificar a integridade do drone, dos motores e das hélices		
Retirar a bateria e colocá-la em local com temperatura amena		
Retirar o cartão SD e inserir travas e protetores nos sensores		
Ainda no campo, fazer a transferência das fotografias para um computador		
Ainda no campo, processar as imagens no modo menos rigoroso e checar o resultado		

Registro de voo		
Data: ____ / ____ / ____	Horário de início:	Horário de fim:
Local:	Baterias utilizadas:	
Operador responsável:		
Projeto / Voo:		
Equipamento utilizado:		
Notas:		

Obs: Aqui devem ser relatadas todas as particularidades do voo e as lições aprendidas.

Acesse pelo seu celular

Baixe os *checklists* de preparação, pré-voo e pós-voo.



3. Voe seu drone

De posse dos equipamentos, dos acessórios e do material de apoio, o operador deverá dar início às etapas de decolagem, missão e pouso. Na ocasião do voo, o piloto deve:

- Verificar as condições climáticas;
- Verificar as possíveis interferências ou obstruções;
- Escolher a melhor área para pouso e decolagem;
- Realizar o monitoramento do voo por meio da estação de controle; e
- Utilizar os mecanismos de gestão de riscos para finalizar o voo com segurança.

3.1. Verifique as condições meteorológicas

Além da avaliação visual dos elementos da atmosfera, alguns aplicativos (APPS) de celular ajudam o operador com informações relevantes como: velocidade e direção do vento; quantidade de satélites de GPS disponíveis; temperatura do ar; visibilidade; probabilidade de chuvas; locais de voo proibidos na região, entre outras informações.

A velocidade e direção do vento também podem ser verificadas pela observação de uma biruta.





https://play.google.com/store/apps/details?id=com.uavforecast&hl=pt_BR

3.2. Verifique a integridade do equipamento e os princípios básicos de segurança

Checadas as condições climáticas, use o *checklist* para verificar a integridade do equipamento, dos cabos, das conexões, das hélices e dos parafusos.

3.3. Certifique-se de que a área de decolagem esteja livre de obstruções

Quanto à decolagem, é recomendável que ocorra em área bem posicionada, de preferência uma região mais alta, distante de povoaamentos, árvores, redes de energia elétrica, torres ou qualquer estrutura que possa causar obstrução ao sinal de comunicação e comprometer a segurança do voo.

3.4. Execute o voo

Independentemente da plataforma utilizada (asa fixa ou multirrotor), é necessário seguir alguns princípios básicos para a montagem do equipamento.

Realize os procedimentos de decolagem e mantenha contato visual com o equipamento. Durante a operação, monitore os parâmetros de voo: tempo de voo, nível de bateria, velocidade do vento, número de satélites disponíveis, qualidade do link de comando, vídeo, entre outros.



Atenção

1. Configure uma carga mínima da bateria para que seu equipamento retorne com segurança.
2. Antes, durante e após executar o voo, faça todas as verificações contidas no *checklist*.

Precaução

Mantenha o equipamento em local de baixa temperatura, pois os motores e as baterias aquecem durante o voo e devem ser resfriados após cada uso para evitar queimaduras.

Acesse pelo seu celular

Acesse o vídeo da decolagem do equipamento.



3.4.1. Monte o multirrotor

a) Verifique peças e acessórios

Em local adequadamente selecionado, inicie o procedimento de montagem, certificando-se de que todas as peças e acessórios estão à sua disposição. Normalmente são utilizados *cases* ou mochilas para transportar o equipamento.



b) Coloque a bateria na plataforma

Em seguida coloque a bateria, verifique o seu nível de carga e retire travas e protetores de lente.



c) Coloque as hélices

Coloque as hélices no equipamento, lembrando de verificar suas cores e marcações. Nos multirrotores, metade das hélices gira no sentido horário e a outra metade no sentido anti-horário.



d) Monte o Rádio Controle

Após fazer a montagem da aeronave, realize a montagem do Rádio Controle. A ele devem ser acoplados, por meio de cabos, a central de comando e controle – que pode ser um tablet ou celular – e os acessórios para melhorar o sinal de rádio, como defletor e itens de segurança para prendê-lo ao corpo do operador.



e) Faça as verificações e os *checklists*

Com o equipamento totalmente montado e de posse de todos os acessórios, faça a verificação dos aplicativos e realize o *checklist*.

Operação do equipamento:

- Ligue o dispositivo móvel (celular, tablet ou computador) e acesse o *software* de voo;
- Ligue o Rádio Controle e o drone e verifique seu funcionamento;
- Realize as calibrações e certifique-se de que o drone está pronto para voar; e
- Confira a qualidade e a intensidade do sinal GPS.



f) Ligue o equipamento e execute o voo



3.4.2. Monte o asa fixa

a) Verifique peças e acessórios

Em local adequadamente selecionado, inicie o procedimento de montagem, certificando-se de que todas as peças e acessórios estão a sua disposição. Disponha a parte central do equipamento sobre uma superfície plana e inicie a montagem, colocando a baioneta e fazendo a conexão das asas.





b) Fixe as asas

As asas podem ser fixadas por meio de parafusos ou elástico, de modo que permaneçam firmes durante o voo.



c) Conecte o sensor e a bateria

Faça a conexão do sensor (câmera) e da bateria e verifique seu funcionamento.





d) Ligue a central de comando e o Rádio Controle

Ligue a central de comando e controle (notebook) e o Rádio Controle e realize os primeiros testes de conexão do equipamento.



e) Prepare o sistema de pouso

Quando o equipamento possuir um sistema de pouso baseado em paraquedas, dobre-o e instale-o na aeronave.





f) Verifique o funcionamento da aeronave

Após montar a asa e instalar todos os acessórios, ligue a aeronave e verifique seu funcionamento.

Operação do equipamento:

- Ligue o dispositivo móvel (celular, tablet ou computador) e acesse o *software* de voo;
- Ligue o Rádio Controle e o drone e verifique seu funcionamento;
- Realize as calibrações e certifique-se de que o drone está pronto para voar; e
- Confira a qualidade e a intensidade do sinal GPS.



3.4.3. Conheça os modos de decolagem do tipo asa fixa

- **Lançamento manual**



- Lançamento com elástico





- Lançamento com elástico e rampa





Atenção

O lançamento também pode ser realizado com uma catapulta.

3.5. Finalize a operação

Após o voo, procure por danos físicos na estrutura dos equipamentos, como trincas, rachaduras e sujeira na lente da câmera. Posteriormente, remova o cartão de memória e transfira as imagens para um computador. Guarde seus equipamentos e acessórios em locais adequados ao transporte. Por fim, realize uma limpeza na plataforma e nos sensores.

3.6. Confira a qualidade das imagens obtidas

Após finalizar a operação do equipamento e em local adequado, retire o cartão SD do sensor e faça a transferência das fotos ou dos vídeos para um computador ou dispositivo, o que também pode ser realizado com cabos. Faça a verificação da qualidade das imagens obtidas e observe se atendem a suas necessidades. Caso apresentem baixa qualidade ou algum problema, volte a campo para obter novas imagens.



Compreender o processamento digital de imagens

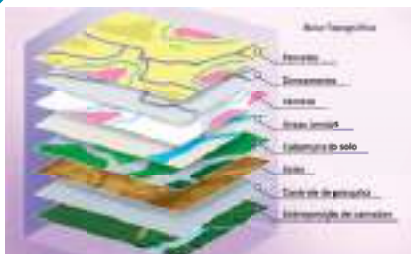
A captação de fotografias aéreas é apenas a etapa inicial dentro de um sistema mais complexo, que exige conhecimentos específicos em processamento de imagens e análise/interpretação dos produtos cartográficos. Em geral, as etapas de utilização de drones na agricultura de precisão se resumem em:



Coleta de imagens



Processos de fotogrametria



Interpretação e análise

1. Processe os dados

No componente do processamento digital de imagens obtidas por drones, os programas de fotogrametria permitem que se chegue aos dois principais produtos de informação geográfica: o ortomosaico e o Modelo Digital de Superfície (MDS).

O ortomosaico corresponde ao produto gerado a partir da união das fotografias realizadas na área coberta pelo voo. Portanto, diversas fotografias sobrepostas são consolidadas para produzir um único ortomosaico, que representa toda a área de trabalho.

O MDS, por sua vez, consiste numa representação digital da superfície terrestre, incluindo objetos acima dela. Essa informação contém a maior elevação de cada ponto, proveniente do solo ou acima da área de terreno. Sendo assim, o MDS fornece valores de elevação do topo das construções, do solo, do copado de árvores e de outros tipos de cobertura.

No ortomosaico abaixo, podem ser observadas diversas falhas de plantio de eucalipto com redução do povoamento ou estande ideal de plantas. Deriva-se do ortomosaico, por exemplo, o número total de árvores, informação-chave para o inventário florestal.



No MDS abaixo, vê-se as diferenças de elevação do talhão (em azul, a porção mais alta do terreno e, em laranja, as áreas mais baixas), de onde se extrai que as linhas de plantio cortam o sentido do escoamento das águas, como recomendam as boas práticas de conservação de solo.



Existem, no mercado, excelentes programas de aerofotogrametria para o processamento de dados gerados por drones. O usuário pode adquirir uma licença definitiva do programa ou optar por outros formatos de aquisição como, por exemplo, contratar uma versão *leasing* (aluguel) por determinado período.

Caso não haja interesse na aquisição de um programa de fotogrametria, é possível terceirizar a geração dos produtos cartográficos em plataformas de processamento de imagens *online* que oferecem serviços de processamento na nuvem. Nesse caso, o usuário necessita fazer o upload das imagens para a plataforma via internet.

Os programas de fotogrametria utilizam diversos algoritmos para executar as seguintes operações:

- Identificação automática de pontos comuns em pares de fotografias;
- Correção das distorções das lentes fotográficas;
- Ligação entre imagens ortorretificadas; e
- Homogeneização de cores de imagens corrigidas.

Apesar das etapas complexas de processamento, os procedimentos são simples e automáticos, não exigindo que o usuário tenha conhecimentos sólidos de fotogrametria.

Os desenvolvedores divulgam uma série de regras cujo cumprimento se faz necessário para o processamento, exigindo pouco conhecimento do utilizador.

As regras de processamento variam entre os diferentes programas. Por exemplo, o Photoscan, da empresa russa Agisoft, é indicado para quem está iniciando no mercado de mapeamento aéreo, por ser simples e possuir uma interface intuitiva, cuja sequência de procedimentos é descrita no Fluxograma 1.

Fluxograma 1 – Procedimentos programados para obtenção de ortomosaico



Os procedimentos do Fluxograma 1 podem, ainda, ser abreviados em apenas quatro etapas, caso a precisão posicional não seja uma exigência do projeto, dispensando assim a inserção de pontos de controle levantados no terreno.

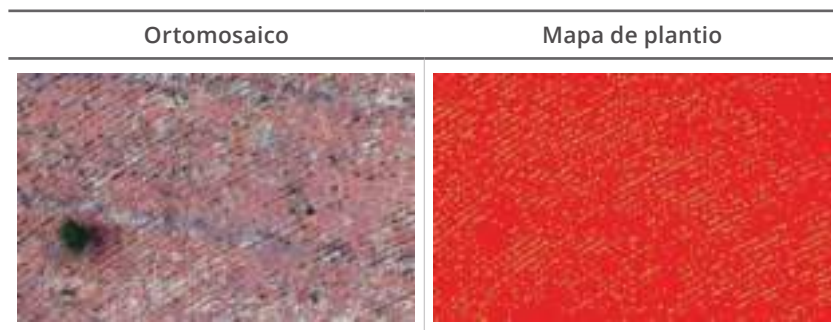
Isso é possível porque o processamento fotogramétrico pode ser realizado apenas com as posições dadas pelo sistema GNSS embarcado no drone. Além disso, o utilizador pode ter controle da precisão dos resultados, com a ajuda do relatório detalhado que é gerado no fim do processamento.

2. Interprete as imagens

Depois das etapas de planejamento/execução do voo e de processamento das imagens em programa de fotogrametria para geração do ortomosaico e MDS, finalmente os produtos cartográficos são analisados e interpretados.

Interpretar fotografias aéreas é identificar objetos nelas representados e dar um significado a eles, como por exemplo, quando identificado e traçado o perímetro de uma lavoura, delimitadas faixas de erosão do solo ou definida a mancha correspondente aos sintomas de doenças das plantas, entre outros.

Muitas vezes, o resultado direto da interpretação de um ortomosaico é exibido em forma de mapa. Frequentemente, ele próprio é usado como base, sobre a qual delimitam-se, por exemplo, zonas de manejo e outras feições, ou rotulam-se objetos de interesse.



Recorte de ortomosaico de um plantio jovem de pinus e, ao lado, o resultado da interpretação em forma de mapa, contendo a indicação das mudas sobreviventes

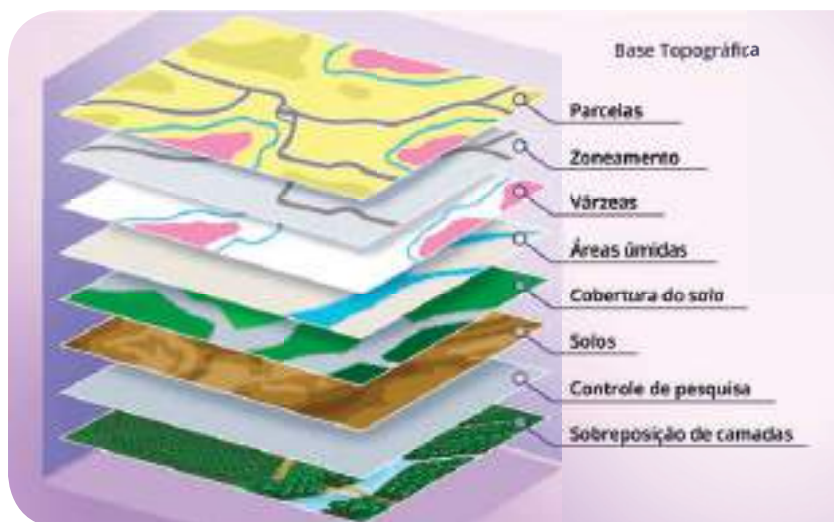
A vetorização de pontos no mapa pode ser feita manualmente, diretamente na tela do computador, ou por meio de algoritmos específicos. O resultado é o registro do número de árvores encontradas nas parcelas de um determinado inventário florestal.

Atenção

Mesmo com os resultados obtidos por meio dos recortes, as causas de um provável estande menor do que o esperado devem ser investigadas a campo.

Esse procedimento em formato digital é realizado diretamente na tela de um computador, com o uso de um *software* de processamento de imagens ou de uma plataforma de Sistema de Informação Geográfica (SIG).

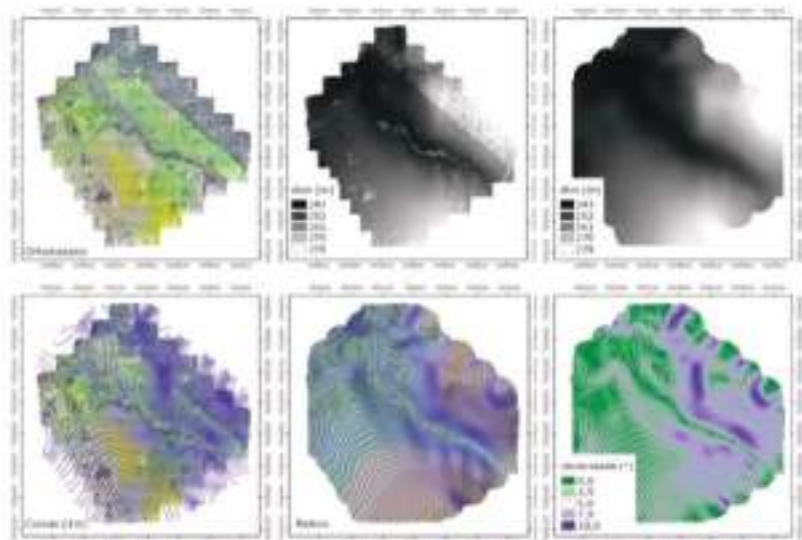
O SIG é um sistema computacional que permite integrar, numa única base de dados, informações espaciais provenientes de várias fontes, tais como: imagens orbitais; fotografias aéreas; mapas de fertilidade do solo; mapas de produtividade agrícola; dados vetoriais cadastrais; bases cartográficas oficiais; e modelos numéricos de terreno.



A maioria dos SIGs possui ferramentas para extração de variáveis topográficas do Modelo Digital do Terreno (MDT), que representa a superfície ao nível do solo, não sendo considerados valores de elevação referentes às construções, à vegetação e aos outros objetos artificiais.

A partir do processamento do MDT, é possível conhecer a topografia do terreno, gerar curvas de nível, conhecer as diferenças de declividade e a tendência à erosão, entre outros. Essas são informações fundamentais para o planejamento inicial do plantio de qualquer lavoura.

O MDT é gerado a partir do processamento fotogramétrico das imagens de alta resolução tomadas por um drone, preferencialmente no período pré-plantio. A utilização do MDT tem especial aplicação em projetos de talhamento de lavouras de cana-de-açúcar e de flores-tas plantadas, como também em projetos de irrigação, drenagem e conservação de solo.



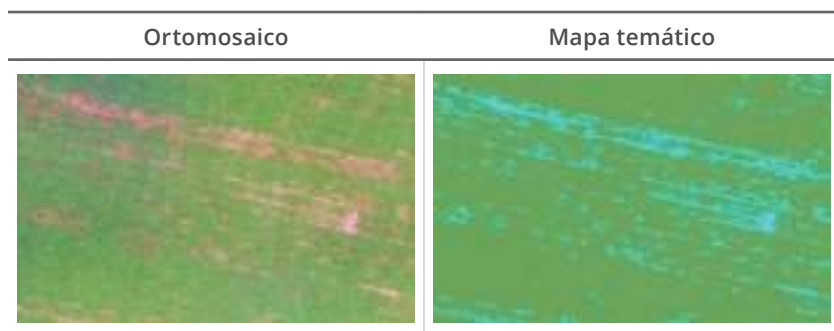
Ortomosaico e MDS são os principais produtos cartográficos gerados a partir do processamento das imagens

Do MDT, que é resultado do tratamento do MDS, são extraídos produtos e variáveis topográficas (curvas de nível, mapa de declividade, entre outros), que contribuem para o entendimento do relevo. O objetivo é gerar produtos que auxiliem o planejamento de mecanização, as práticas de conservação de solo e o desenho dos talhões que, preferencialmente, são criados contornando as curvas de nível.

As imagens aéreas tomadas no período pós-plantio, posteriormente interpretadas em ambiente SIG, quase sempre resultam em análises que servem de direcionamento para o agricultor adotar práticas de manejo adequadas para cada diagnóstico.

De posse de uma câmera RGB – que captura imagens no espectro visível por meio da interpretação visual do ortomosaico na tela do computador, sem recorrer a qualquer pós-processamento – é possível levantar importantes indicadores qualitativos e quantitativos da lavoura.

A partir da interpretação das imagens RGB, por exemplo, pode-se facilmente calcular a área ocupada com cada tipo de uso agrícola, monitorar as mudanças que ocorrem no desenvolvimento vegetativo da cultura e obter, assim, uma estimativa da produção.



Ortomosaico da lavoura de soja com falhas generalizadas de plantio, submetido a uma simples técnica de classificação de imagem, resultando em um mapa temático da área ocupada com a cultura e com solo exposto

A informação derivada do mapa temático é essencial para projeções mais assertivas de produtividade em toneladas por hectare, contribuindo para a estratégia comercial do produtor. A mesma abordagem pode ser aplicada para milho, algodão, trigo ou feijão.

Outra aplicação agrícola muito comum dos drones é o monitoramento de plantios em área total, para detectar algum tipo de anormalidade ou doença. A partir da interpretação dos ortomosaicos, é possível constatar os primeiros sintomas da presença de espécies de fungos e nematoides de grande importância em lavouras de milho, soja e feijão. O mesmo diagnóstico pode ser conduzido para florestas plantadas de eucalipto e pinus.



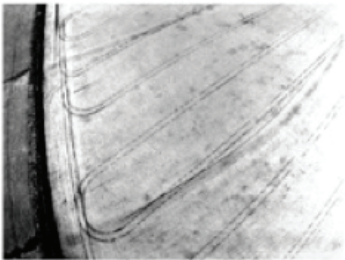
Recorte de ortomosaico de um talhão de eucalipto que apresenta sintomas da presença do fungo *Dothiorella* sp

O fungo *Dothiorella* sp causa uma doença caracterizada pela necrose dos ramos, seca de ponteiros e desfolha. Os prejuízos são causados pela morte das árvores, criando, conseqüentemente, falhas na floresta. A análise da imagem permite prontamente avaliar a severidade e a extensão do problema, contribuindo para tomadas de decisão relativas ao controle e à prevenção de novas infestações.

Já as imagens do infravermelho próximo, obtidas por drones equipados com sensores multiespectrais, proporcionam ganhos de interpretação quando combinados com mapas de índices de vegetação, reconhecidamente úteis na identificação de diferenças sutis entre os tipos de cobertura vegetal ou de variação do vigor da vegetação.

O monitoramento das condições das lavouras agrícolas pode também ser realizado por meio da avaliação de parâmetros biofísicos como Índices de Vegetação (IV), derivados dos dados multiespectrais.

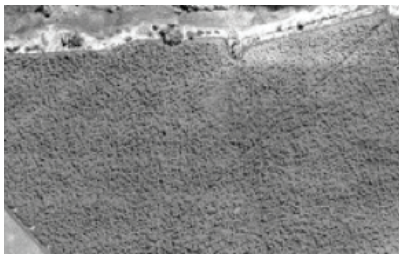
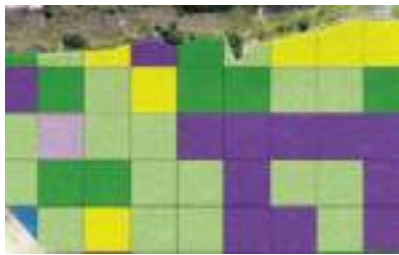
Um dos índices mais utilizados para análise de vegetação é o *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) ou Índice de Vegetação por Diferença Normalizada. O seu resultado é uma escala linear de medida, variando de -1 a +1. Os valores negativos representam corpos d'água e aqueles próximos de zero representam o solo exposto ou sem vegetação. Quanto mais próximo de 1, maiores a densidade e o vigor da cobertura vegetal.

Imagem do infravermelho próximo	Imagem NDVI
	

A variabilidade espacial do vigor da vegetação agrícola, observada nas imagens, pode ser causada por estresse hídrico decorrente de seca ou ainda por prejuízos causados por geada, granizo, ataque de pragas, problemas relacionados à má drenagem do solo ou qualquer outro fator nocivo à produtividade agrícola.

Essas alterações no vigor vegetativo, visíveis em Índices de Vegetação, permitem a segmentação do ortomosaico em zonas que partilham características semelhantes, o que permitirá intervir apenas em determinadas unidades de gestão, ao invés de se fazer uma intervenção generalizada na totalidade da lavoura.

Com a aplicação de Índices de Vegetação (IV), é possível extrair informações sobre o vigor da vegetação de interesse. A partir da estratificação do IV, feito com base nas diferenças de biomassa, criam-se zonas de manejo. Com isso, podem ser realizadas técnicas específicas para cada zona, como por exemplo a aplicação de insumos em taxa variável.

Índice de vegetação	Zonas de manejo
	

Não menos importante é o aspecto multitemporal das imagens obtidas por drones, ou seja, a possibilidade de se realizar diversos levantamentos aéreos durante um determinado ciclo da cultura. Isso permite capturar variações no desenvolvimento vegetativo que têm influência na produção e registrá-las em mapas, de forma manual ou automática, utilizando um SIG.

Considerações finais

Esta cartilha traz as noções básicas de como utilizar um drone na propriedade rural, além de mostrar que a tecnologia exige procedimentos e cuidados na operação.

Vimos que drones instrumentados com câmeras digitais fornecem informações importantes sobre áreas cultivadas de forma rápida e com baixo custo, permitindo a produção, com programas apropriados, de produtos com alta qualidade.

O drone é mais um grande aliado no aperfeiçoamento de processos agrícolas. Traz, ainda, possibilidades adicionais de gestão de informação espacial – tão essencial para a agricultura de precisão –, para que seja possível ao produtor obter, quase em tempo real, informações sobre a produção.

Referências

BRASIL. Agência Nacional de Aviação Civil. **Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) 94: Requisitos gerais para aeronaves não tripuladas de uso civil**. Brasília, 2017. Disponível em: <http://anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-e-94-emd-00/@@display-file/arquivo_norma/RBACE94EMD00.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2017.

BRASIL. Agência Nacional de Aviação Civil. **Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) 175: Transporte de artigos perigosos em aeronaves civis**. Brasília, 2009. Disponível em: <http://anac.gov.br/assuntos/paginas-tematicas/drones/orientacoes_para_usuarios.pdf>. Acesso em: 23 jan. 2018.

BRASIL. Agência Nacional de Aviação Civil. **Orientações para usuários de drones**. Disponível em: <<http://anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/boletim-de-pessoal/2009/50/rbac-175/view>>. Acesso em: 22 jan. 2018.

BRASIL. Agência Nacional de Telecomunicações. **Manual de Orientações. Homologação de drones. Uso próprio/pessoal - Declaração de Conformidade**. Disponível em: <<http://anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-e-94-emd-00>>. Acesso em: 05 jan. 2018.

BRASIL. Decreto-Lei nº 1.117, de 21 de junho de 1971. Dispõe sobre aerolevantamentos no território nacional e dá outras providências. Disponível em: <http://www.anac.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/1965-1988/Del1177.htm>. Acesso em: 20 jan. 2018.

BRASIL. Decreto nº 2.278, de 17 de julho de 1997. Dispõe sobre aerolevantamentos no território nacional e dá outras providências. Disponível em: <http://www.anac.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d2278.htm>. Acesso em: 20 jan. 2018.

BRASIL. Portaria Normativa nº 953, 16 de abril de 2014. Dispõe sobre a adoção de procedimentos para a atividade de aerolevantamento no território nacional. Disponível em: <http://www.anac.lex.com.br/legis_25437425_PORTARIA_NORMATIVA_N_953_DE_16_DE_ABRIL_DE_2014.aspx>. Acesso em: 20 jan. 2018.

BRASIL. Portaria DECEA nº 415, de 9 de novembro de 2015. Aprova a edição da ICA 100-40, que trata dos Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas e o Acesso ao Espaço Aéreo Brasileiro. Disponível em: <<https://www.anac.decea.gov.br/static/uploads/2015/12/Instrucao-do-Comando-da-Aeronautica-ICA-100-40.pdf>>. Acesso em: 30 jan. 2018.

MENESES, P.R.; NETTO, J.S.M. (Org.) Sensoriamento remoto. **Reflectância dos alvos naturais**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2001, 262p.

JORGE, L.A.C.; INAMASU, R. ANAC. Uso de veículos aéreos não tripulados (VANT) em agricultura de precisão. In: BERNARDI, A.C.C. et al. (Ed). **Agricultura de precisão. Resultados de um novo olhar**. Brasília: Embrapa, 2014. p. 109-134.



Formação Profissional Rural

<http://ead.senar.org.br>

SGAN 601 Módulo K
Edifício Antônio Ernesto de Salvo • 1º Andar
Brasília-DF • CEP: 70.830-021
Fone: +55(61) 2109-1300

www.senar.org.br