

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SÃO
PAULO**

CAMPUS AVARÉ

CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA DE BIODIVERSIDADE

LUCAS FAXINA

**PROJETO DE DRONE DE BAIXO CUSTO PARA MONITORAMENTO
EM ÁREAS AGRÍCOLAS.**

AVARÉ

2021

LUCAS FAXINA

PROJETO DE DRONE DE BAIXO CUSTO PARA MONITORAMENTO EM ÁREAS AGRÍCOLAS.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de biossistemas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo - *Campus Avaré*, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Biossistemas.

Orientador: Prof. Edvaldo Guedes Junior

Co-Orientador: Prof. Demétrio Zacarias

AVARÉ

2021

Catálogo na fonte
Instituto Federal de São Paulo – Campus Avaré

Faxina, Lucas.
Projeto de drone de baixo custo para monitoramento em áreas agrícolas/ Lucas Faxina.
Avaré, 2021.
52 p.

Orientador: Prof.º Dr. Edvaldo Guedes Junior
Coorientador: Prof.º Dr. Demétrios Zacarias

Monografia (Graduação – Bacharelado em Engenharia de Biosistemas) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – Campus Avaré, Avaré, 2021.

1. Tecnologia. 2. Mapeamento. 3. Drone. 4. Território Agrícola. I. Junior, Edvaldo Guedes. II. Zacarias, Demétrios. III. Título

FORMULÁRIO N.º 19/2021 - CBEB-AVR/DAE-AVR/DRG-AVR/IFSP

FOLHA DE APROVAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO		
IDENTIFICAÇÃO DO ALUNO		
Nome: Lucas Faxina		
Título: Projeto de Drone e Baixo Custo para Monitoramento de Áreas Agrícolas		
Curso: Bacharelado em Engenharia de Biossistemas		
BANCA EXAMINADORA		
Nome: Edvaldo Guedes Júnior		
Instituição/Departamento: IFSP/Avaré		
Nota:	9,3	Julgamento: (x) Aprovado () Reprovado
Assinatura: [assinado eletronicamente]		
Nome: Demétrio Zacarias		
Instituição/Departamento: IFSP/Avaré		
Nota:	9,2	Julgamento: (x) Aprovado () Reprovado
Assinatura: [assinado eletronicamente]		
Nome: André Giovanini de Oliveira Sartori		
Instituição/Departamento: IFSP/São Carlos		
Nota:	8,8	Julgamento: (x) Aprovado () Reprovado
Assinatura: [assinado eletronicamente]		

RESULTADO FINAL
Como parte das exigências para conclusão do Curso de Engenharia de Biossistemas, o candidato(a)/aluno(a), em sessão pública, foi considerado Aprovado pela Comissão Examinadora, com média final 9,1.

Avaré, 07 de dezembro de 2021.

Documento assinado eletronicamente por:

- Edvaldo Guedes Junior, PROF ENS BAS TEC TECNOLOGICO-SUBSTITUTO , em 07/12/2021 16:51:35.
- Demetrio Zacarias, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 08/12/2021 09:49:33.
- Andre Giovanini de Oliveira Sartori, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 08/12/2021 17:44:35.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 06/12/2021. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse

<https://suap.ifsp.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 267441



FORMULÁRIO N.º 19/2021 - CBEB-AVR/DAE-AVR/DRG/AVR/IFSP

Dedico o presente trabalho primeiramente
a Deus e as pessoas que de alguma
forma foram fundamentais na minha
formação como estudante e como
pessoa.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, onde busco refúgio e respostas para as coisas mais impossíveis da vida.

Aos meus pais, Duílio Faxina e Helena Quaglio Faxina, que sempre estiveram comigo me apoiando mesmo antes de saber ao certo o caminho que iria percorrer.

Às minhas irmãs, Tatiane, Daiane e Liliane Faxina, que sempre de alguma forma me ajudaram tanto com o projeto quanto com a minha formação social.

Aos meus avós, que sempre me incentivaram, mesmo com palavras simples, mas que sempre me fortaleceu.

Ao engenheiro químico Rubens Felipe Giglioli que me deu ideias e me ajudou a todo o momento.

Ao Professor e orientador Edvaldo Guedes Junior por me ensinar, me auxiliar e me ouvir, mesmo em tempos de pandemia ajudou com o projeto.

Aos meus amigos de república com quem dividi cinco anos da minha vida, dividindo todos os meus sonhos e projetos de vida.

A todos os professores e servidores do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – Campus Avaré, especialmente ao Profº Drº Rafael Aparecido Ferreira por ceder um pouco de si para a minha formação.

A todos os meus amigos de graduação, em especial ao Vitor, Mayara, Ruan, Igor, Jamil, Matheus, Leonardo e Rafael, que sempre caminharam comigo e sofreram nas listas e provas.

Ao Vitor Salles, que desde o primeiro dia me incentivou e ajudou sempre com bom humor.

A todos que de alguma forma se fizeram presentes desde o começo da graduação até o último ponto final deste trabalho.

E novamente, A Deus pelo despertar dos olhos todos os dias.

O cientista não é o homem que fornece as
verdadeiras respostas; é quem faz as
verdadeiras perguntas”.
(Claude Lévi-Strauss)

RESUMO

Muitos acreditam que os drones são tecnologias recentemente inventadas, porém vale ressaltar que na Primeira Guerra Mundial (1914-1918), este dispositivo já estava sendo conduzido, porém foi se popularizando em meados nos anos 90, atualmente sendo usado para diversas finalidades, entre elas o mapeamento de fazendas e outros territórios agrícolas. Gradativamente, os VANT's estão substituindo as grandes aeronaves por causa de sua praticidade operacional e em razão custo benéfico. Deste modo, o intuito deste estudo foi trabalhar na montagem de um drone de baixo custo que possa atender as necessidades dos pequenos produtores agrícolas, sobrevoando áreas de cultivo e capturar imagens de georreferenciamento para análises. Ao construir e programar o drone, sobrevoou-se uma faixa de 15,8 hectares de cana de açúcar captando vídeos e fotos em diferentes dias e diferentes estágios da colheita. Ao final, foi obtida fotos da plantação e após a colheita com imagens satisfatórias dentro do orçamento de R\$ 2.660,37 do drone.

Palavras-chave: Construção; Drone; Georreferenciamento, Montagem.

ABSTRACT

Many believe that drones are recently invented technologies, but it is noteworthy that in World War I (1914-1918), this device was already made, but became popular in the mid-1990s, and is currently used for various purposes, including mapping of farms and other agricultural territories. Gradually, UAVs are replacing large aircraft due to their operational convenience and cost benefit. Thus, the objective of this study was to work on the assembly of a low-cost drone that serves small agricultural producers, flying over cultivation areas and capturing georeferenced images for analysis. During the construction and programming of the drone, a 15.8-hectare strip of sugarcane was flown over, capturing videos and photos on different days and different stages of harvest. At the end, photos of the planting and after harvesting were obtained with satisfactory images within the budget of R\$ 2,660.37 for the drone.

Key-words: Construction; Drone; Georeferencing, Mounting.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – VANT para fins bélicos.....	7
Figura 2 – Exemplificação de VANT no campo	9
Figura 3 – Cadastro de drones por estado brasileiro	11
Figura 4 – Classificação de drones quanto às hélices	12
Figura 5 – Frame do drone F450.....	13
Figura 6 – Motores utilizados no projeto	13
Figura 7 – ESC e controladora utilizados no drone	14
Figura 8 – Câmera 1.8mm Caddx	14
Figura 9 – Transmissor de vídeo.....	15
Figura 10 – Óculos receptor Eachine	15
Figura 11 – Hélices Genfan.....	16
Figura 12 – GPS Beitian.....	16
Figura 13 – Rádio controlador Flysky	17
Figura 14 – Receptor FS-IA6.....	17
Figura 15 – Carregador Toolkitrc.....	18
Figura 16 – Bateria Lipu Tattu	18
Figura 17 – Diagrama do modelo do drone F450.....	20
Figura 18 – Tela inicial da plataforma INAV	23
Figura 19 – Controle do drone F450	24
Figura 20 – Produção de cana-de-açúcar	25
Figura 21 – Mapa das Imagens captadas	26
Figura 22 – Drone F450	28
Figura 23 – Primeira imagem da área	29
Figura 24 – Segunda imagem da área	29

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Registro de drones no Brasil entre 2018 e 2020.....	7
---	---

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Cronograma das atividades do drone F450.....	27
Tabela 2 – Orçamento das peças que compôs o drone F450.....	31

Lista de abreviaturas e siglas

VANT.	Veículo Aéreo Não Tripulado
OTAM.	Organização do Tratado do Atlântico Norte
IBGE.	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
PIB.	Produto Interno Bruto
GPS	Global Positioning System
FPV.	First Person View
ITA.	Administração do Comércio Internacional
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
RPA	Robotic Process Automation
DECEA.	Departamento de Controle do Espaço Aéreo
ANATEL	Agência Nacional de Telecomunicações
SISANT	Sistema de Aeronaves não Tripuladas
ESC	Controlador Eletrônico de Velocidade
V.	Volts
INAV	INavflight
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Ghz	GigaHertz

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	1
1.1.	PROBLEMATIZAÇÃO	5
2.	OBJETIVOS	5
2.1.	Objetivo Geral	5
3.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	5
3.1.	Indústria do Agronegócio Brasil	5
3.2.	Como o custeamento pode ajudar pequenos produtores	7
3.3.	Uso de drones nos dias atuais	9
3.4.	Processo de cadastramento de um drone	10
3.5	Classificação dos Drones:	11
4.	MATERIAIS UTILIZADOS NA MONTAGEM	13
5.	METODOLOGIA:	19
5.1.	Divisão do Projeto	19
5.2.	Processo de montagem	20
5.3.	Configurações no INAV:	22
5.4.	Configuração do controle e dos óculos receptores	23
5.5.	Área de estudo.....	25
6.	RESULTADOS:.....	26
6.1.	Resultado da montagem:.....	26
6.2.	Resultado do georreferenciamento:	28
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
	REFERÊNCIAS CONSULTADAS	33
	APÊNDICE A – FOTOS DOS PRIMEIROS TESTES DO DRONE F450.....	37
	ANEXO A – FICHA DE CAMPO PARA DIRECIONAR O PILOTO DE DRONES....	38

1. INTRODUÇÃO

A origem dos drones não está ligada à produção de conteúdo: eles nasceram de uma necessidade militar para vigilância em combates e reconhecimento tático. Além disso, eles se mostraram eficazes para poupar vidas em situações de risco, além de economizar recursos, sendo uma tecnologia antiga cujo as origens remetem ao início do século XX. Em 1917, militares americanos testaram o Ruston Proctor Aerial Target – considerado o primeiro drone que se tem notícia. Tratava-se de um avião sem piloto, acionado por controle remoto, que foi projetado por Nikola Tesla. (Roseli Andrion, 2020).

É claro que essa alta tecnologia desenvolvida na área militar tem reflexos no campo civil, de forma que os drones passaram a ser utilizados nos mais diversos contextos das engenharias.

No Brasil observa-se a utilização de drones nas áreas de segurança pública para reforçar as operações da Guarda Civil Metropolitana e da Defesa Civil, auxiliando no monitoramento de áreas de risco, invasões ambientais, locais com grande aglomeração de pessoas, e no combate à criminalidade. No contexto das engenharias, os drones são utilizados na vistoria de obras e em tarefas que demandam perigo para os trabalhadores. No Brasil uma das aplicações mais promissoras do uso de drones se verifica no contexto das engenharias agrícolas, sendo utilizado, principalmente no monitoramento das áreas de cultivos.

O termo VANT, um acrônimo para veículos aéreos não tripulados, é comumente usado para se referir a aeronaves militares controladas remotamente, enquanto que o termo “drone” vem da palavra inglesa zangão, que significa pequeno e muito ágil. Uma descrição detalhada do termo é por Oliveira e Wonzoski:

“O termo drone adotado surgiu após lançamento de pequenos aeromodelos que utilizam rotores, proporcionais ao seu tamanho, controlados via rádio ou de forma autônoma. Esses veículos podem possuir de duas a oito hélices, sendo o modelo quadricóptero o mais utilizado atualmente, com uso de um microcontrolador auxiliado por diversos sensores para que o mesmo possa voar, contendo sensores para manter a estabilização como o giroscópio, e o acelerômetro com função de saber o nível de inclinação do drone. Com essas informações o mesmo pode acelerar ou desacelerar cada motor individualmente para manter o veículo nivelado, auxiliando assim, na pilotagem. Alguns drones possuem tecnologias extras

como GPS, magnetômetro e barômetro”. (OLIVEIRA E WONZOSKI 2020).

As Aeronaves não tripuladas obtêm duas funções principais, civil e militar. Utilizado para maior reconhecimento do espaço geográfico, os drones de guerra são utilizados para ataques em áreas específicas; também servem como instrumento de espionagem, que são utilizados pelos Estados Unidos e países aliados na chamada “Guerras ao Terror” (iniciadas em 2002 e que perduram até hoje em regiões do Oriente Médio e Ásia Central). Estes conflitos foram uma campanha organizada pela OTAN como resposta aos ataques que ocorreram em 11 de Setembro de 2001, tendo como objetivo geral de combater o extremismo religioso; o terrorismo e o poder separatista comum no Oriente Médio em zonas de guerra. Abaixo, segue uma representação de como os VANTs eram projetados. (PINTO, Tales dos Santos, 2019).

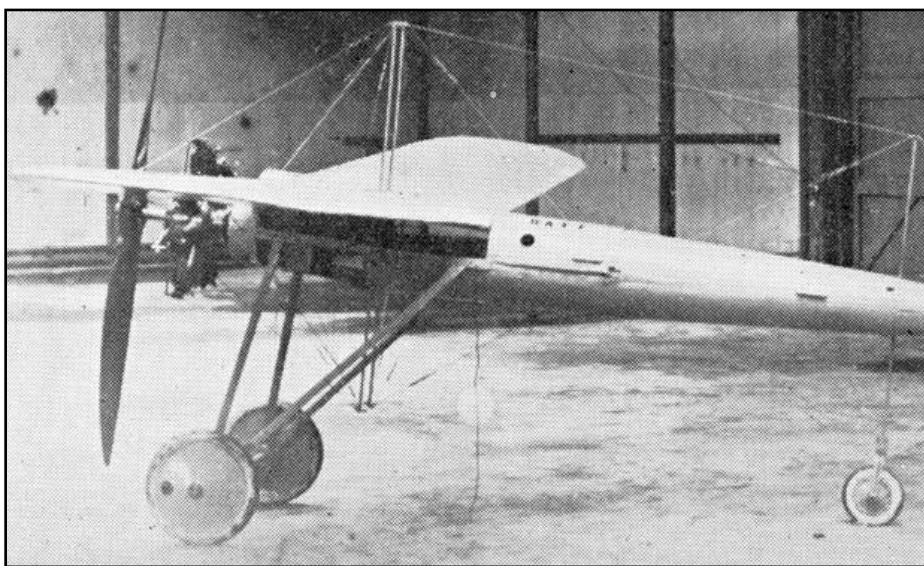


Figura 1: VANT para fins bélicos (1849). Fonte: AEROJR, 2018.

Projetado para ser um instrumento de auxílio para guerras, os Drones sofreram um processo de ressignificação e domesticação. No decorrer da História temos o exemplo do GPS que também era um instrumento majoritariamente de fins estratégicos e militares e passou a ser utilizado para fins civis e está presente em diversos equipamentos de acesso livre, como os celulares, computadores, relógios inteligentes e afins, bem como em veículos e equipamentos de transporte e deslocamento. Tendo em vista a evolução da tecnologia e domesticação de equipamentos anteriormente utilizados para fins militares, as aeronaves não

tripuladas também passaram por processos de domesticação ampliando seu mercado de atuação para atender além das necessidades e aplicações civis.

De acordo com um relatório do Wall Street Journal (2015), a história do uso não militar de drones começou a valer em 2006. Enquanto empresas começaram a usar drones para inspecionar oleodutos e pulverizar cultivos agrícola em fazendas. As agências governamentais utilizavam os VANT's para vigilância de fronteiras, combate a incêndios e alívio de outros desastres. À medida que a tecnologia de VANT's melhorava no setor militar, essas mesmas melhorias tecnológicas podiam ser usadas na área civil.

As Indústrias de criação de Drones tem total potencial de aplicação em áreas rurais a fim de contribuir com o agronegócio. Estas aplicações se dão por meio do monitoramento e mapeamento das diversas atividades ligadas ao manejo do setor agropecuário, como nas criações de bovinos e em áreas de cultivos agrícolas. As imagens coletadas através de Drones possibilita a criação de “imagens aéreas ou séries temporais” sobre a área, tarefa essa que anteriormente era executada com outros veículos aéreos e tripulados com altos custos operacionais, como por exemplo, o helicóptero.

A agricultura Brasileira possui um papel muito importante para a sociedade e também para a economia, representando cerca de 27% do PIB referente ao ano de 2020, segundo dados do Censo Agropecuário. Logo a elaboração desta pesquisa é de suma importância, contribuindo com a acessibilidade e facilidade na compra.

Na modernidade, a adoção de tecnologias locais integradas a sistemas automatizados em máquinas e implementos, é chamado de Agricultura de Precisão, e segundo Lamparelli (2016), é um conjunto de técnicas que permitem a obtenção de dados por meio de softwares e a partir desses pode-se iniciar determinada ação, seja em correção de fertilizantes, aplicação de defensivos, identificação de falhas de plantio, irrigação e colheita.

A agricultura teve seu impulso para evolução e melhoria por volta do século XX, surgindo a Agricultura 1.0 utilizando a tração animal para diversas atividades desenvolvidas no campo. A posterior surge a Agricultura 2.0 substituindo a tração animal pelo motor a combustão, propiciando o desenvolvimento de máquinas agrícolas. Mais tarde, por volta de 1990, nasce a Agricultura 3.0 que desenvolveu e apresentou o sistema Global Positioning System, que conhecemos por GPS. Esse

sistema foi e ainda é uma grande criação, e tem serventia para os produtores para muitas atividades, entre elas o gerenciamento do plantio. Nossa atualidade já tem difundida a Agricultura 4.0 que se dá pela revolução da conectividade e automação, oferecendo infinidade de máquinas, veículos aéreos não tripulados, Drones, robôs e sensores para acompanhamento de toda a atividade rural. (ESPERIDIÃO et al. 2019).

Nos Drones modernos, sua montagem consiste basicamente em: Motor; Giroscópio; Placa Distribuidora de energia; bateria; Hélice, Sistema FPV, que envia dados ao vivo para o operador, como Imagem e Som; e por último uma câmera para a captação da filmagem.

Há inúmeras vantagens na utilização de Drones, tendo em vista que é uma aeronave muito menor do que a habitual, comparado com um Helicóptero, por exemplo. Será poupado combustível ao decorrer do seu uso, além do custo de compra ou de sua fabricação, economizando assim no mantimento e na operação desta aeronave. Vale ressaltar também o fato de que pelo tamanho ser reduzido, não há necessidade do preparo de terrenos específicos nem infraestrutura como pista de pouso, método que pode resultar em situações críticas e de emergências ou riscos de desastres. Os pontos negativos na utilização de Drones nestes meios é que por ser habitualmente de tamanho modesto, este não possui grande capacidade de carga; também está exposto a eventualidades climáticas, podendo ser danificados por chuvas ou ventos fortes.

O drone é capaz de ser criado e programado com instintos diferentes, de modo manual, quando há um piloto que remotamente controla este dispositivo, mas também pode ser manuseado de modo autônomo em sua operação, assim a área que deverá ser mapeada é programada e, posteriormente, será sobrevoada pelo Vant ou drone. Porém em ambos os casos, a imagem e/ou o som serão entregues no dispositivo cadastrado, para que o responsável tenha sempre o acesso e conhecimento da situação de seu terreno. Essa coleta de dados e o desempenho do drone são muito importantes não só para o curso de Engenharia, mas também para os pequenos e grandes produtores, porque atende e entrega dados de maneira rápida e precisa, de acordo com as necessidades individuais de cada lavoura, porção de terra ou propriedade (ALMEIDA, I. C, 2014).

1.1. Problematização

Visto a importância do agronegócio na sociedade e economia Brasileira, é necessário popularizar o uso de Drones nesses territórios, a fim de tornar funcional esta manutenção dos campos além de diminuir o custo do processo de mapeamento, uma vez que com um dispositivo móvel pode-se tornar capaz de inspecionar todo este ambiente. A operação dos drones consiste no uso de câmeras com boas resoluções, capazes de filmar ou fotografar a superfície escolhida, podendo percorrer por toda a fazenda, interpassando pelos gados; cana-de-açúcar; café ou qualquer outro tipo de cultivo.

De acordo com o Marco Aurélio Nalon (2021):

“Os drones reúnem todas as características de um aerolevante clássico, só que feito com tecnologia de ponta e imagens de altíssima resolução. Se uma aeronave mapeia com precisão as espécies e sua localização, podemos identificar quais estão crescendo próximas das outras e compreendemos melhor essas relações. Também conseguimos saber que tipo de animais frequentam a floresta e a quantidade de carbono fixada nela, dado importante em um cenário de acentuadas mudanças climáticas”.

Assim como apontou Nalon em sua pesquisa sobre os drones no combate ao desmatamento, pode-se usar tal ferramenta para se ter uma amplitude maior de uma determinada área e assim, e melhorar o trabalho a que se destina.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

O objetivo deste projeto será a montagem de um Drone para o monitoramento de territórios agrícolas, com baixo custeamento em sua montagem. Logo, os seguintes objetivos específicos serão executados:

- Executar a montagem de um drone com bom custo benefício.
- Experenciar o drone em um território agrícola, captando imagens aéreas.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1. Indústria do Agronegócio Brasil

A agricultura de precisão é um processo que vem ocorrendo no Brasil desde o ano de 2010, no início ainda como um processo embrionário, o foco era da indústria

de colhedoras, onde ofereciam métodos para gerar mapas de produtividade em lavouras de grãos, logo surgiram receptores de navegação de baixo custo que se popularizou, depois de alguns anos começaram a utilizar GPS, mapas, softwares, máquinas inovadoras e veículos aéreos para o monitoramento georreferenciado da variabilidade da produção agrícola (MOLIN et al, 2015).

O mercado de drones é ainda pouco consolidado, com dados existentes apenas de algumas empresas que decidem disponibilizá-los. Muito se restringe o uso de drones para sobrevoo em construções civis para captação de imagens e no ramo de mineração e levantamento de dados, porém o setor que mais cresce junto com estas indústrias é a agricultura.

Na agricultura, existe uma grande diversidade de aplicações, a exemplo da análise e demarcação do plantio, monitoramento e desenvolvimento da safra e pulverização da plantação.

A Administração do Comércio Internacional (ITA) do Departamento de Comércio dos EUA estima que o mercado brasileiro de Drones representa em torno de US\$ 60 milhões (Wilson A Holler, 2018). O Brasil ainda não permite voos totalmente autônomos e o mercado ainda é pequeno, composto predominantemente por Drones com preços que variam de R\$ 2.000 a valores que ultrapassam a R\$ 50.000. No entanto, seguindo a tendência mundial, o mercado brasileiro deve crescer rapidamente nos próximos anos. No Brasil, os Drones são usados principalmente para recreação, agricultura e segurança pública. A partir do ano de 2015, a EMBRAPA tem feito diversos estudos e discutido novidades para o ramo de drones. A implantação desses VANTs para a agricultura de precisão já é realidade e agora passa por diversos aprimoramentos. Outro exemplo bastante citado é a pulverização com drones, que minimizaria o contato do operador com produtos químicos e substitui a bomba costal, aplicando os reagentes somente em locais apropriados (Ariosto Mesquita, 2014).

No Brasil, o mercado de drones é promissor, mas ainda incipiente. Os primeiros investimentos ocorreram para o melhoramento da segurança pública em 2014 e 2016 devido a realização da Copa do Mundo e das Olimpíadas, o que resultou na compra de drones militares pelo governo federal, que eram equipados com sensores de vigilância capazes de varrer uma área de 100 km (CASTELLARO, 2017).

De acordo com a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), apenas no ano de 2020 (de janeiro a maio) foram registrados 366.615 (trezentas e sessenta e seis mil seiscientos e quinze) drones. Deste total, 62% representam o uso para recreação

e o restante (38%) para uso profissional. Em comparação com o mesmo período de 2019, verificamos um aumento aproximado de 11% na quantidade total de equipamentos no país. Embora a comparação entre os dois últimos anos já demonstre importante crescimento, maior atenção deve ser despendida na análise comparativa entre os anos de 2018 e 2020, já que verificamos o aumento de 89% na quantidade de registros entre os meses de janeiro a maio, conforme mostrado no gráfico abaixo.

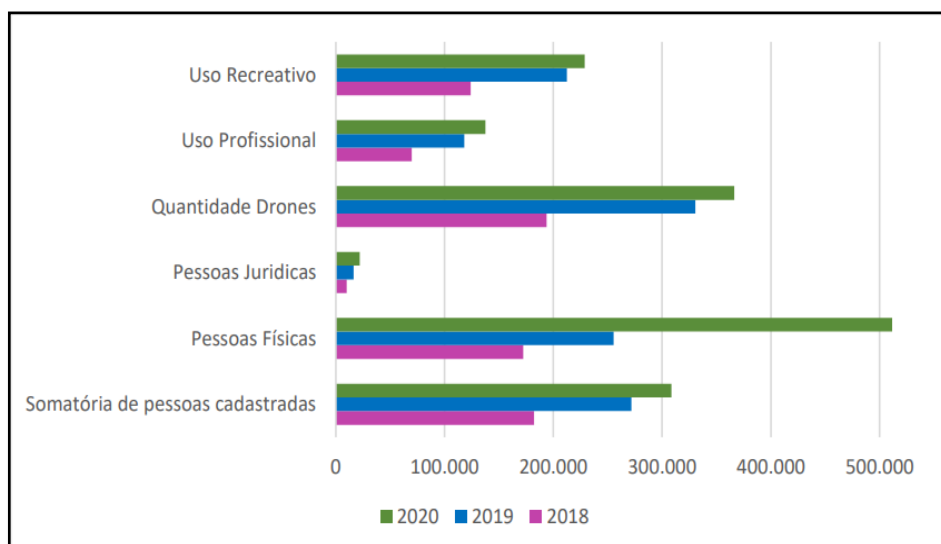


Gráfico 1: Registro de drones no Brasil entre 2018 e 2020.
Fonte: ANAC, 2018,2019,2020.

A análise dos dados da ANAC (BRASIL, 2020) corrobora o entendimento de que, muito embora tenha havido um aumento substancial no período analisado, e que por pouco não dobrou o número de drones registrados no espaço de um ano (2018 – 2019), o crescimento se mantém pela constância da demanda, ocasionada por fatores como a velocidade com que as tecnologias são aperfeiçoadas, mediante o aumento de suas utilidades e também a variedade de preços e a facilidade de comercialização.

3.2. Como o custeamento pode ajudar pequenos produtores

Segundo Vera Filho e Tollini (1979) o grande instrumento de transformação da situação dos pequenos agricultores é o progresso tecnológico. É através dele que os pequenos agricultores terão condição de alcançar para si e suas famílias o progresso econômico-social. Uma pesquisa realizada pelo Sebrae em maio de 2017 nas 27 unidades federativas demonstrou que os produtores ainda sequer utilizam ferramentas como o excel para fazer a gestão de seu negócio. Dessa forma, o uso

de drone seria um passo adiante para esses produtores que já utilizam T.I., mas que ainda são minoria.

Neste sentido, Avila et al (1986) corroborando com Vera Filho e Tollini (1979) afirmam que a melhoria das condições de renda e, conseqüentemente, de vida, dos pequenos agricultores dependem de um aumento da produtividade dos fatores de produção. Esta transformação realiza-se, em grande parte, pelo progresso tecnológico. A adoção de tecnologias mais eficientes de produção, técnicas de conservação de produtos e da capacidade de gerenciamento da atividade produtiva. A geração de novas tecnologias pela pesquisa constitui-se no motor destas transformações. Todavia, quando se faz uma análise da utilização de tecnologias tradicionais e/ou alternativas pelos pequenos agricultores, percebe-se que estas tem sido pouco utilizada pelos mesmos.

Com esse intuito, o drone de baixo custo entraria para ajudar os pequenos produtores e proprietários que sofrem com a falta de técnicas modernas de manejo e ainda não fazem uso dessa tecnologia. Com os drones, o pequeno produtor pode monitorar mais de perto, identificar lugares onde está começando uma doença, antecipar uma ação preventiva no campo e, com isso, diminuir seu custo, porque conseguirá mitigar aquela doença em um tempo viável.

O uso de drones na agricultura tem sido de grande demanda e muito sucesso para aqueles que já possuem. Parte desse sucesso vem do princípio que esse tipo de equipamento é relativamente fácil de trabalhar, e possuem um custo relativamente baixo, em relação ao que proporciona para o imóvel. Este, coleta dados de altura, relevo e doenças que podem estar começando um determinado espaço, assim como mostra a imagem abaixo:

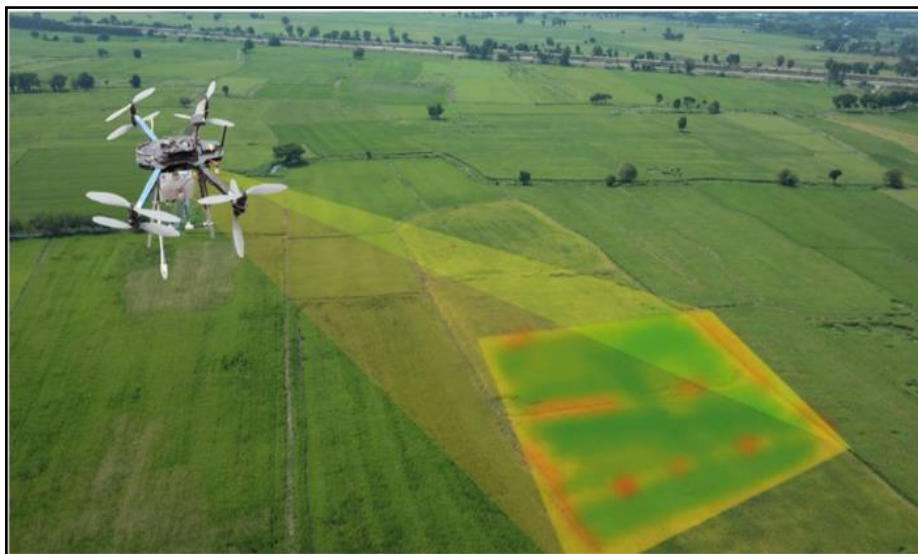


Figura 2: Exemplificação do que um Vant faz no campo
Fonte: Unifor, 2018.

Os drones possibilitam realizar o mapeamento em áreas de cultivo, colaborando para sanar problemas de relevo e outros mais, demandando pouco tempo e mínima mão de obra. Para que isso ocorra de forma eficaz, basta uma programação de voo na região de interesse e o resultado são fotos sequenciais e imagens para a produção de mosaicos, modelos digitais de elevação, entre outros produtos destinados ao estudo da variabilidade da produção agrícola.

3.3. Uso de drones nos dias atuais

O Congresso Brasileiro de Sensoriamento Remoto, no ano de 2015, teve mais de vinte trabalhos com abordagem de VANT's, com destaques para áreas importantes como modelagem digital de terreno, avaliação de dados espaciais, planejamento urbano, estimativa de cobertura verde em pastagens, georreferenciamento usando fotogrametria (ZUCON et. al., 2015; SILVA et. al., 2015; JÚNIOR et. al., 2015; CHAVES et. al., 2015)

Os VANTS estão hoje sendo utilizados na dispersão de aglomerações e prevenção ao COVID-19, além de serem utilizados para desinfecção das áreas públicas com maior número de tráfego humano (MundoGeo, 2020). No Brasil, cerca de 40% do total de Drones registrados, são utilizados para fins agrícolas e no ano de 2019, chegou a atingir a marca de 79 mil registros. Tendo em vista tais fatos, a criação e montagem do Drone para monitoramento agrícola, não atende somente o Interior Paulista, mas todo o Brasil e numa escala maior, todo o Mundo.

3.4. Processo de cadastramento de um drone

O termo drone é usado popularmente para descrever qualquer aeronave (e até mesmo outros tipos de veículos) com alto grau de automatismo. De forma geral, toda aeronave drone é considerada uma aeronave não tripulada categorizada como Aeromodelo ou Aeronave não Tripulada Autônoma. As aeronaves não tripuladas autônomas estão divididas em três classes, de acordo com o peso máximo de decolagem, no qual devem ser considerados os pesos do equipamento, da bateria ou combustível, e da carga eventualmente transportada.

Classe 1 – RPA: Peso máximo de decolagem maior que 150 kg

Classe 2 – RPA: Peso máximo de decolagem maior que 25 kg e até 150 kg

Classe 3 – RPA: Peso máximo de decolagem de até 25 kg

No caso desse projeto, as peças e equipamentos utilizados se enquadram na classe 3 onde o peso máximo de decolagem não irá ultrapassar os 25kg indicados. Para operar drones é necessário também seguir as regras da ANATEL (Agência Nacional de Telecomunicações) e de utilização do espaço aéreo do DECEA (Departamento de Controle do Espaço Aéreo), assim as diretrizes para sobrevoar áreas com drones serão:

- Idade mínima de 18 anos para pilotar;
- Somente os equipamentos com peso máximo de decolagem acima de 250g precisam ser cadastrados na ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil) por meio do Sistema de Aeronaves não Tripuladas (SISANT)
- Pilotos não precisam de documento emitido pela ANAC e são considerados devidamente licenciados;
- Só é permitido operar um único sistema de RPA (Robotic Process Automation) por vez;
- É obrigatório possuir seguro com cobertura de danos a terceiros para pilotar aeronaves;
- Fazer uma avaliação de risco operacional para operações com aeronaves com peso máximo de decolagem superior a 250g;
- É permitida a troca do piloto remoto em comando durante a operação;
- Não é necessário registrar os voos;
- As operações só poderão ser iniciadas se houver autonomia suficiente da aeronave para realizar o voo e para pousar em segurança no local previsto.

- Portar a certidão de cadastro junto a ANAC, o seguro, a avaliação de risco e o manual de voo do equipamento nas operações com aeronaves com peso máximo de decolagem acima de 250g.

No ano de 2019 foi realizada uma pesquisa pela ANAC e obteve-se que dentre os Estados do Brasil, o Estado de São Paulo sai em disparada com cerca de um pouco mais de 27 mil Drones cadastrados e utilizados na agricultura. Em segundo lugar temos o Rio de Janeiro, com aproximadamente 10 mil Aeronaves, e Minas Gerais em terceira posição, chegando aos 8 mil cadastros, pode-se analisar melhor seguindo o gráfico abaixo.



Figura 3: Cadastro de drones por estado brasileiro. Fonte: Arte criada por Marcel Oliveira /Agrolink, ANAC

A Agência Nacional de Aviação Civil, tem em vista a importância dos Drones para a ampliação do setor agro, sendo assim cada vez mais estes serão inseridos neste meio e prestarão serviços pertinentes, importantes assim para a produção e a economia nacional, local e regional.

3.5 Classificação dos Drones:

Segundo Ana Lígia Giraldeili (2019), existem vários tipos de drones: Os tipos de drones existentes são classificados em três categorias; drones de rotor único, possui uma única hélice, são muito recomendados para realizar voos onde é preciso pairar com o aparelho e também garantem maior durabilidade de voo, em seguida temos a classe dos multi-rotor, muito semelhantes ao de rotor único, porém

possuem um ou mais rotores, são drones de porte maior e com muita agilidade. E por fim, temos os drones de asa fixa, sobre o design são muito parecidos com nossas aeronaves habituais, onde há um corpo central e duas asas de cada lado. Dentro da categoria de multi-rotor, temos algumas variações, sendo elas: tricóptero, quadricóptero, hexacóptero e octacópteros possuindo respectivamente 03, 04, 06 e 08 rotores. Alguns exemplos podemos ver na figura abaixo:



Figura 4: Classificação de drones quanto às hélices. Fonte: ACOD - Associação Cearense dos Operadores de Drones, 2021.

O que foi feito neste trabalho foi o modelo de multi-rotor, chamado mais especificamente de quadricóptero. Esta categoria de drone possui diversos rotores para movimentar as hélices e manobrar o aparelho. Esta categoria possui alguns sub-modelos e cada um é diferente devido à quantidade de hélices que compõem a aeronave, o que consequentemente irá resultar em peculiaridades no funcionamento entre um e outro, de forma que a quantidade de hélices também denomina o modelo de drone.

Os rotores ficam localizados na extremidade de cada “braço” da aeronave, e cada um tem um sensor de localização integrada. Este modelo consegue manter-se estabilizado durante o voo e possui diversos sensores e circuitos eletrônicos integrados.

O quadricóptero possui quatro hélices e consequentemente quatro rotores. Este modelo da categoria multi-rotor é bem veloz e fácil de manobrar. As quatro hélices ficam dispostas uma em cada uma das extremidades das hastes da

aeronave. Também tem boa autonomia e com possibilidade de carregar acessórios, portanto esse modelo de drone tem baixo custo e é o mais comum entre os pilotos de drones.

4. MATERIAIS UTILIZADOS NA MONTAGEM

A seguir é detalhado os componentes e etapas de montagem do drone de baixo custo, objeto de análise deste trabalho:

Frame F450: Frame é o esqueleto do drone, responsável por armazenar e carregar todos os equipamentos de forma rígida, conforme mostrado na figura 5.



Figura 5: Frame do drone F450.
Fonte: AliExpress, 2021.

Motor Brushless 2212 920kv: Os motores são os responsáveis pelo empuxo e sustentação do drone no ar e também são eles que fazem o drone mudar de direção, uma vez que um drone não possui superfície de comando aerodinâmico.



Figura 6: Motores utilizados no projeto.
Fonte: AliExpress, 2021.

ESC simonk 30 Ampere: Eletronic speed control como é conhecido, o esc é responsável em oscilar a rotação dos motores de acordo com o comando para ele fornecido.

Controladora matek F405-OSD: A controladora é o processador de um drone. É nela que o software de configuração é instalado e são configurados todos os recursos utilizados.

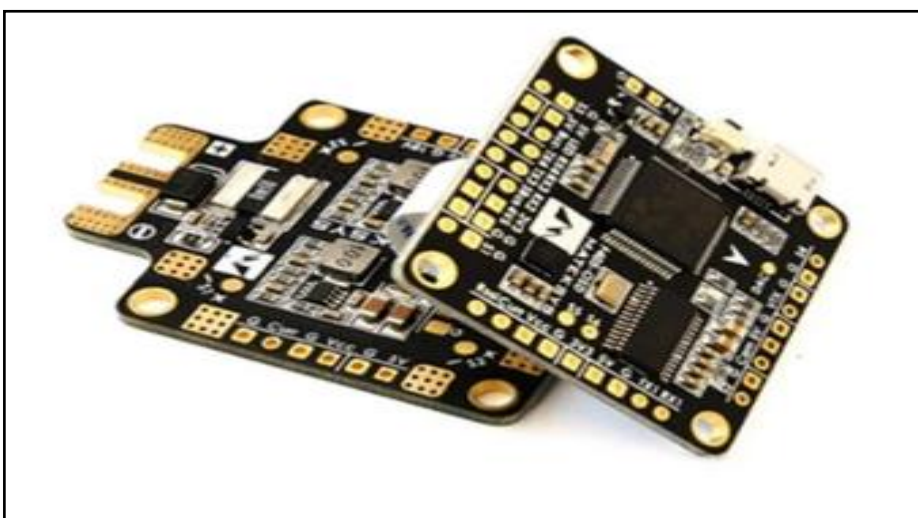


Figura 7: ESC e controladora utilizados no drone.
Fonte: AliExpress, 2021.

Câmera caddx ant 1.8 mm 1200 TVL: A câmera captura as imagens de forma digital e envia para a controladora.



Figura 8: Câmera 1.8mm Caddx.
Fonte: AliExpress, 2021.

Transmissor de vídeo boscam thunderbolt 2000mw 5.8ghz: O transmissor de vídeo recebe as imagens da câmera através da controladora e as transmite para o receptor de vídeo.



Figura 9: Transmissor de Vídeo.
Fonte: AliExpress, 2021.

Óculos receptor eachine ev 800dm 5.8ghz 40ch: Os óculos é uma mistura de receptor de vídeo e tela de exibição da imagem.



Figura 10: Óculos receptor Eachine.
Fonte: AliExpress, 2021.

Hélice genfan 9045: As hélices são acionadas pelo motor e sopram o ar para baixo de maneira sincronizada.



Figura 11: Hélices Genfan.
Fonte: AliExpress, 2021.

Gps beitian bn-880: O GPS utiliza satélites convencionais para posicionamento e orientação do drone conforme determinada latitude e longitude.



Figura 12: GPS Beitian.
Fonte: AliExpress, 2021.

Rádio flysky fs-i6: O rádio é responsável pela transmissão dos comandos em solo até o drone.



Figura13: Rádio controlador Flysky.
Fonte: AliExpress, 2021.

Receptor flysky fs-ia6: O receptor recebe os comandos do rádio e transferem para a controladora.



Figura 14: Receptor FS-IA6.
Fonte: AliExpress, 2021.

Carregador toolkitrc M6 150W 10 âmperes: O carregador é responsável por recarregar a bateria que fornece toda a tensão ao drone.



Figura 15: Carregador Toolkitrc.
Fonte: AliExpress, 2021.

Bateria lipo tattü 4S 14,8V 35C 5200MAH: A bateria depois de carregada fornece toda a tensão ao drone no momento do voo.



Figura 16: Bateria Lipu Tattu.
Fonte: AliExpress, 2021.

5. METODOLOGIA:

5.1. Divisão do Projeto

A esquematização e montagem do projeto de drone de baixo custo para mapeamento de áreas agrícolas foi dividido em duas partes: a primeira consiste em planejar o custeamento e a própria montagem do aparelho de mapeamento. Já a segunda, com o projeto físico já montado, consiste em colocá-lo em execução para assim conseguir obter resultados de monitoramento de plantações agrícolas.

O projeto consiste em uma pesquisa qualitativa, buscando compreender e aprofundar em específico as necessidades dos pequenos produtores rurais tanto no agronegócio quanto na pecuária.

1º Parte do projeto: Na primeira parte do projeto, foi realizada a construção e programação do drone. Após comprar as peças que o compõe, aconteceu a montagem e programação com o auxílio do programa INAV, assim o drone seguiu os comandos do controlador.

2º Parte do Projeto: A segunda parte do projeto foi testar o drone em uma plantação agrícola. Com o drone pronto e configurado, foi submetido a voos em uma plantação de cana-de-açúcar em diferentes dias, capturando imagens em tempo real.

5.2. Processo de montagem

No processo de criação, na montagem e até mesmo nas ideias, foi pensado em uma Aeronave não Tripulada que atendesse todas as necessidades de vigias agrárias, sendo assim as áreas geográficas que mais serão contempladas com o uso do drone são áreas rurais, tais como sítios, fazendas, plantações e invernadas. Com o intuito de ser uma maneira ágil, tecnológica e mais prática de monitorar as áreas, também é muito válido para evitar o furto de gado ou outros artefatos de grande valor financeiro ou sentimental contidos neste espaço; a ronda é extremamente necessária para o bom funcionamento e manutenção da zona requerida. Este por sua vez pretende contemplar com maior vislumbre áreas de desmatamento e focos de incêndio, podendo assim combatê-los e os prevenir com maior eficiência, além da demarcação do território e do plantio.

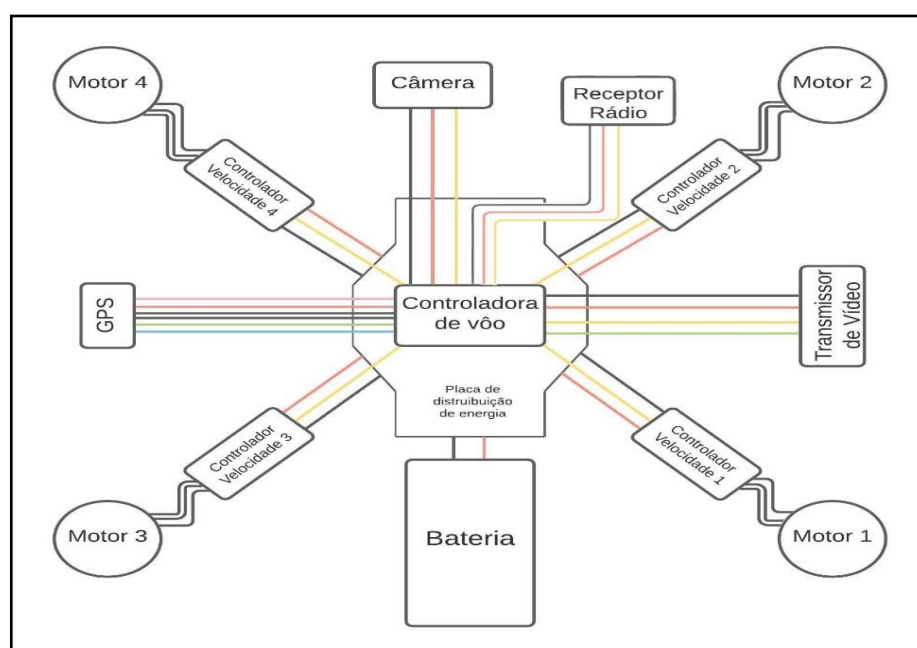


Figura 17: Diagrama do modelo do drone F450.

Fonte: O autor, 2021.

A montagem do drone F450 de baixo custo teve início com a limpeza dos equipamentos, todos os aparelhos de plástico, borracha, e metal foram higienizados com pano e álcool 70%. O primeiro passo para a confecção dos aparelhos é aparafusar o frame, as placas top plate (parte de cima) e bottom plate (parte de baixo), conectando-as formando um “sanduiche”. O frame se caracteriza por ser leve e resistente, suportando assim, o peso da bateria e da controladora. Diferencia-se o bottom plate do top plate, pelo fato dele ser maior e suportar mais peso, além de já ter

os furos já programados para a conexão de cabos e soldas. No botton plate foi parafusado os braços do drone F450 com o auxílio de uma chave de fenda até que os mesmos ficassem firmes. Ao parafusar os braços do drone, foi dada uma atenção especial para a cor que elas estavam expostas. Os quatro braços, são divididos em dois de uma cor (no caso branco) e dois de outra cor (vermelho) isso se deve para que quando o drone estiver no ar, saber onde é a frente, os dois braços vermelhos e onde ficará a parte de trás, a parte branca, e vice-versa.

Após a montagem e fixação dos braços na ordem correta, o próximo passo foi conectar os primeiros componentes eletrônicos, ou seja, os motores. Eles foram colocados no final dos quatro pontos do braço, totalizando quatro motores. Esses, devem ser colocados contra o sentido da rosca, para que não haja nenhum perigo de soltar as hélices quando estiverem em voo. Os fios dos motores foram conectados aos seus respectivos ESCs. Vale ressaltar que o motor Brushless 2212 920kv que compôs o drone é trifásico, sendo assim, conecta-se os três fios (polo positivo, negativo e o que chamamos de sinal), nas partes do ESC destinadas a eles. Ao todo, foram doze fios saindo dos motores, passando pelos furos dos braços e se conectando ao ESC. Os fios que saem do rotor e se conectam ao ESC tem o objetivo da passagem da corrente elétrica, (polos positivos e negativos) e o que chamamos de fio sinal, irá controlar a aceleração dos motores.

Próximo passo após instalados os motores, foi a instalação da controladora. A controladora dispõe de uma entrada de alimentação de 5V diretamente da bateria, sendo levada pelos fios (positivo e negativo) até o ESC e até a controladora, assim o circuito será alimentado. O fio a que demos o nome de sinal, teve uma posição específica na controladora já indicada na mesma por uma seta, estes foram encaixados e soldados para o controle de aceleração de cada motor. Após a correta instalação dos fios do ESC à controladora e a bateria que irá fornecer 5V, o circuito estará pronto e os motores já podem ser ligados.

Depois de instalada a controladora, ela fornece informações internas OSD que são compartilhadas nos óculos receptor, assim, o sinal de vídeo da câmera entra na controladora e o sinal vai para o transmissor de vídeo onde irá transmitir as informações internas para os óculos. Neste momento, instalou-se a câmera com um dispositivo de três fios, assim como na controladora. Os fios da câmera (positivo, negativo e sinal) foram ligados na controladora que por sua vez transmite esse sinal para o transmissor de vídeo, usando diretamente a tensão da bateria. É recomendado

que se instale o transmissor de vídeo (VTX) localizado o mais afastado possível do GPS e do receptor (rádio) para uma qualidade de recepção de sinal maior. Feito o distanciamento adequado do rádio, foi instalado seu receptor. Assim como nos casos de instalações anteriores, o receptor também dispõe de três fios (positivo, negativo e sinal) que foi alimentado diretamente da controladora a 5V. No caso do receptor do rádio, o fio sinal tem a função de transmitir todos os canais em um único fio, facilitando assim o comando na hora da operação, esse método de unificação de canais por um único fio é conhecido como YBUSS. O receptor também tem dois fios de antena, que ficaram posicionadas formando um ângulo de 90° entre as mesmas para que o rádio receba sinal em várias posições e também que esse sinal seja de boa qualidade.

Assim, para finalizar a montagem das peças eletrônicas, instalou-se o GPS. O GPS, tem uma bússola embutida para a orientação do drone, assim é composto por seis fios. Dois desses fios (positivo e negativo) se conectam diretamente na controladora e ser alimentado a uma tensão de 5V. Outros dois fios (RX e TX) são próprios do GPS para a captação de sinal de satélite e os dois últimos são próprios da bússola para a orientação do próprio drone. O GPS foi colocado o mais livre possível em cima do drone para que ele fique com seu módulo voltado para cima.

Para que o transmissor de vídeo não queime, fez-se necessária a instalação da antena do transmissor que funciona para captar o sinal, ela foi instalada na parte superior do drone.

Para finalizar a montagem, posicionaram-se as hélices com rosca nos quatro rotores de modo que ela gire fazendo vento para baixo, para que o drone consiga ganhar altura e sustentação.

5.3. Configurações no INAV:

O INAV é uma plataforma de recursos de GPS para modelos de aeroplanos e multirrotores que foi utilizado no projeto para configurar os modelos de voo do drone. Nele, podemos calibrar altura de subida, retenção de posição, return to home (volte para a casa), estilo em que o drone irá voar e muito mais recursos.

Ele é dividido em seções e em cada uma destas, pode-se configurar um tipo de mecanismo para agregar ou simplesmente modificar as configurações do drone. Para que se estabeleça uma conexão entre a plataforma de comandos e o drone, deve ligar o drone com uma entrada USB no computador e realizar as configurações desejadas.

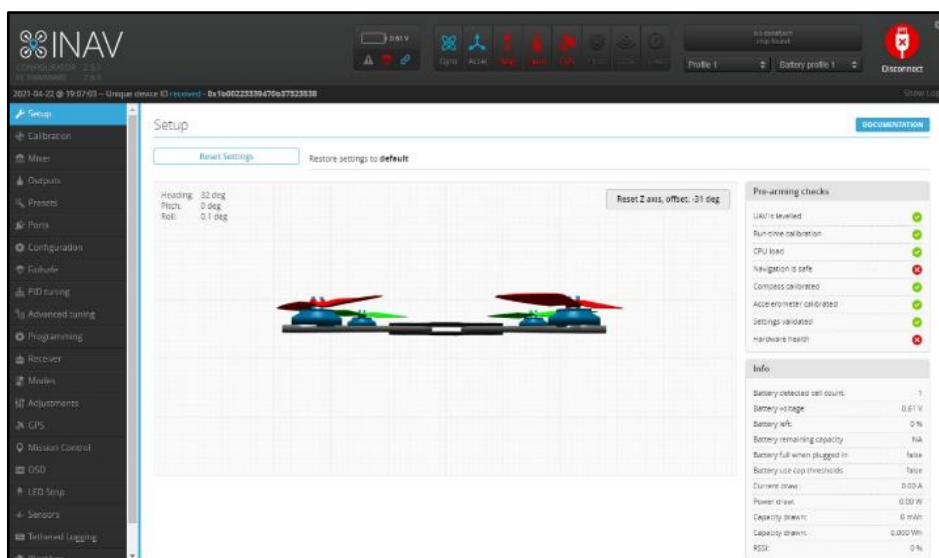


Figura 18: Tela inicial da plataforma INAV.

Fonte: O autor, 2021.

As principais abas em que se precisa configurar o drone são: calibração, configuração, failsafe e modos.

Na aba calibração é onde se realiza a calibração dos acelerômetros e também a posição da função compass (bússola). Nessa etapa é importante colocar o drone em um espaço aberto e plano para que não ocorra interferências de posição.

Na função configuração é muito importante, pois é nela que configuramos a maioria dos eletrônicos, é nessa função que ocorre o ajustamento do protocolo do ESC, o alinhamento da placa, a leitura da voltagem da bateria, a configuração do receptor do rádio e ativa-se o GPS.

Há também a função “failsafe”, onde se configura o drone para caso perca o controle tanto de velocidade quanto de altitude e distância, para ele voltar para a casa (Return to home), onde apertando uma chave no rádio controlador, o drone volta para o seu local de partida.

Já na opção “modes”, calibra-se o modo de voo que o drone irá sobrevoar. Tendo como base uma maior estabilidade no ar para que o drone, na hora do mapeamento, mantenha imagens nítidas e não trema.

5.4. Configuração do controle e dos óculos receptores

Outro importante componente para sobrevoar com um drone é o rádio controlador. É nele que controlamos a direção, velocidade, altitude e obtemos

informações importantes como o desgaste da bateria. O rádio possui três componentes primordiais para que se possa obter um voo com sucesso, sendo eles a frequência, o visor e a bateria.

O rádio de controle utilizado possui 2,4 GHz de frequência que pode proporcionar maior alcance, menor interferência de comunicação e, portanto, maior distância e menor perda de sinal.

O dispositivo Flysky, como mostrado na imagem abaixo, foi equipado com tela que podem exibir informações de telemetria, como altitude, distância, velocidade, etc. Outros rádios já possuem sistemas de informação mais potentes e softwares integrados.

A vida útil da bateria do controle varia de acordo com a capacidade de carga da bateria, frequência de uso do equipamento, display integrado, baterias adicionais e peças que podem ser substituídas conforme necessário durante a operação. A autonomia da pilha (bateria) do rádio utilizado nos voos foi de 1,5h se não desligado.



Figura 19: Controle do drone F450.
Fonte: O autor, 2021.

Assim como o transmissor de vídeo, os óculos receptores operam alterando frequências que vão desde 5.6 a 5.8 Ghz. Essas frequências são selecionadas por meio de canais CH e bandas BAND que se selecionam automaticamente para transmitir a melhor imagem. Para o transmissor de vídeo enviar a imagem até os óculos, estes precisam estar na mesma frequência (canal e banda). A transmissão é feita por rádio frequência e podem transmitir imagem de vídeo e áudio.

5.5. Área de estudo

A área de estudo corresponde ao município de Dois Córregos – SP, na qual estão integradas várias áreas de pequenos proprietários de cana de açúcar. Localizada no centro-oeste paulista, a cidade baseia sua economia na agricultura e indústria, evidenciadas pelas extensas plantações de cana de açúcar e café e indústrias madeireiras e moveleiras. Dentre tais motivos supracitados e pelo aumento na economia através de proprietários da área rural no qual produzem a cultura da cana de açúcar, o presente trabalho realizou a montagem do drone F450 e posteriormente fez imagens em uma fazenda produtora.

A escolha da cultura da cana de açúcar foi feita em razão de pesquisas que concluem que o Brasil detém de 40% da produção de cana de açúcar de todo o mundo e com estudos mostrando que esses números devem crescer ainda mais.

País	Produção (1000 t)	Área (1000 ha)	Produtividade (t/ha)
Brasil	719,157	9,081	79,1
Índia	277,750	4,200	66,1
China	111,454	1,695	65,7
Tailândia	68,808	978	70,4
México	50,423	704	71,6
Paquistão	49,373	943	52,4
Filipinas	34,000	363	93,7
Austrália	31,457	405	77,6
Argentina	29,000	355	81,7
Indonésia	26,500	420	63,1
EUA	24,821	355	69,9
Colômbia	20,273	172	118,1
Guatemala	18,392	213	86,2
África do Sul	16,016	267	60,0
Egito	15,709	135	116,8
Costa Rica	3,735	56	66,9
Etiópia	2,400	19	126,9
Total Mundial	1 686,014	23,832	57,5

Figura 20: Produção de cana de açúcar.

Fonte: Estatísticas Fao, 2010.

As principais características que colocam o Brasil no topo dessa classificação são os fatores climáticos como a disponibilidade hídrica e também ao solo que proporciona uma boa nutrição das plantas. Entre os maiores produtores de cana de açúcar do mundo estão a Colômbia, Argentina, Austrália, Filipinas e Brasil, estes com mais de 20 milhões de toneladas ao ano. Normalmente possuem médias de produtividade de 80 t/ha ou superior.

As filmagens foram realizadas na fazenda São Domingos, bairro Coqueiral, município de Dois Córregos – SP, latitude 22°16'3.83"S e longitude 48°21'43.49"O, onde com a autorização do proprietário foram feitos 3 voos em diferentes dias para captar diferentes estágios da plantação de cana de açúcar em uma única área.

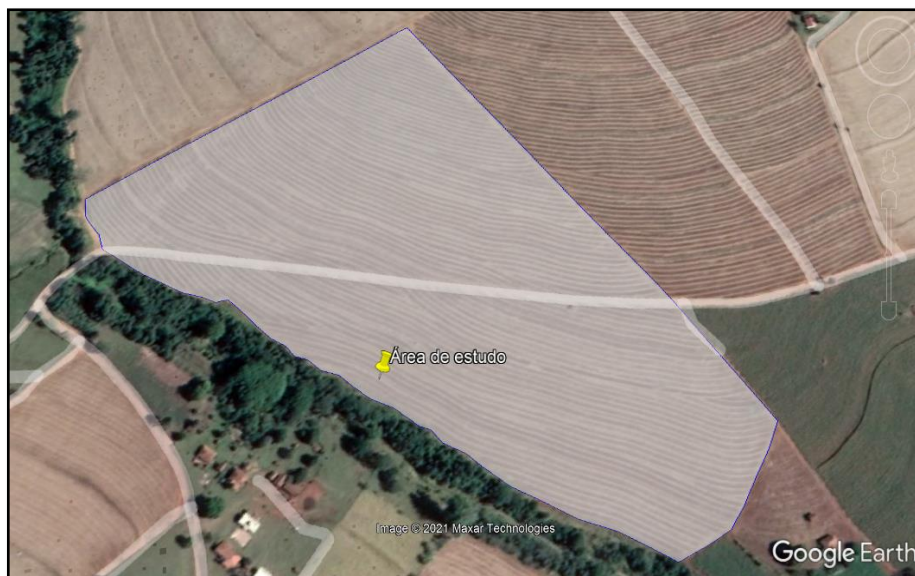


Figura 21: Mapa das Imagens captadas
Fonte: Google Earth Pro, 2021.

A área de estudo, marcado acima, abrangeu um total de 15,8 hectares georreferenciada pelo drone F450. A imagem foi retirada do aplicativo Google Earth Pro no ano de 2021 para ilustrar e demarcar a área em que o drone sobrevoou para tentar assim capturar as imagens e obter informações.

6. RESULTADOS:

6.1. Resultado da montagem:

A realização do processo de montagem aconteceu em etapas que foi desde a escolha das peças, até a fase de testes.

A cotação e posteriormente compra das peças levou em conta fatores como baixo custo, para dar mais acessibilidade ao pequeno produtor, qualidade das peças, tamanho e tempo de voo para que atingisse um tempo relativamente bom no ar para as filmagens. Já no processo de montagem e na configuração do INAV foram demandados um pouco mais de tempo, assim como as primeiras imagens, conforme mostrado na tabela abaixo:

Tabela 1 – Cronograma das atividades do drone F450.

Atividade	Data inicial	Data final
Compra das peças	20/11/2020	23/01/2021
Processo de montagem	25/01/2021	13/02/2021
Configuração no INAV	15/02/2021	16/02/2021
Testes	20/02/2021	07/05/2021
Primeiro voo	16/05/2021	16/05/2021
Segundo voo	19/07/2021	19/07/2021
Configuração de estabilidade	21/07/2021	22/07/2021
Terceiro voo	10/10/2021	10/10/2021

Fonte: O autor, 2021.

Após a configuração do programa INAV, o drone F450 está pronto para a fase de testes e voos. Para que ele possa fazer o georreferenciamento de uma área, precisa-se parafusar a torre do GPS no drone e o levar para um local aberto para captar satélites e só assim ter uma localização mais precisa do local.

Ao colocar o drone em um local nivelado e aberto, liga-se o rádio comunicador e o alarme no drone, é com este que o rádio se conecta ao drone recebendo comandos a uma longa distância. Ao conectar a chave do lipo alarme, o led irá piscar quatro vezes para dar sinal que o drone foi ligado corretamente e já entrou em contato com os satélites locais. Com esses passos feitos corretamente, o drone já está pronto para levantar voo.

Para iniciar o voo, o rádio comunicador deve estar com a chave do GPS ligada e os comandos de direção e velocidade no neutro, para que ao ligar o rádio, o drone não saia voando sem direção e se perca. As chaves em posição neutra indicam que quando o operador estiver preparado para levantar voo, fica a critério colocar a velocidade que necessita e a direção e altitude que quer alcançar. Logo abaixo, a imagem ilustra como ficou o drone F450 sem a conexão com a bateria.



Figura 22: Drone F450.
Fonte: O autor, 2021.

Em seguida, após ter realizado o georreferenciamento e o voo, ativa-se a chave do fail safe, (a prova de falhas) que configuramos anteriormente, assim, o drone irá parar por segundos, ficará a aproximadamente 50 metros de altura (a altura varia de acordo com a configuração que realiza no INAV), e voltará ao ponto em que ele saiu do solo. Ao chegar ao local, apenas desliga-se a chave do radio, fazendo com que os motores do drone parem e ele termine seu voo.

6.2. Resultado do georreferenciamento:

O resultado do georreferenciamento da área escolhida teve como base a cultura da cana-de-açúcar na fazenda São Domingos, bairro Coqueiral, município de Dois Córregos – SP. As imagens foram captadas em dois diferentes dias, coletando a cultura também em dois diferentes níveis. A primeira imagem foi tirada com a área coberta pela plantação 100%. Já a segunda imagem foi captada após dois meses com metade da cana de açúcar cortada, ou seja, 50% da área.

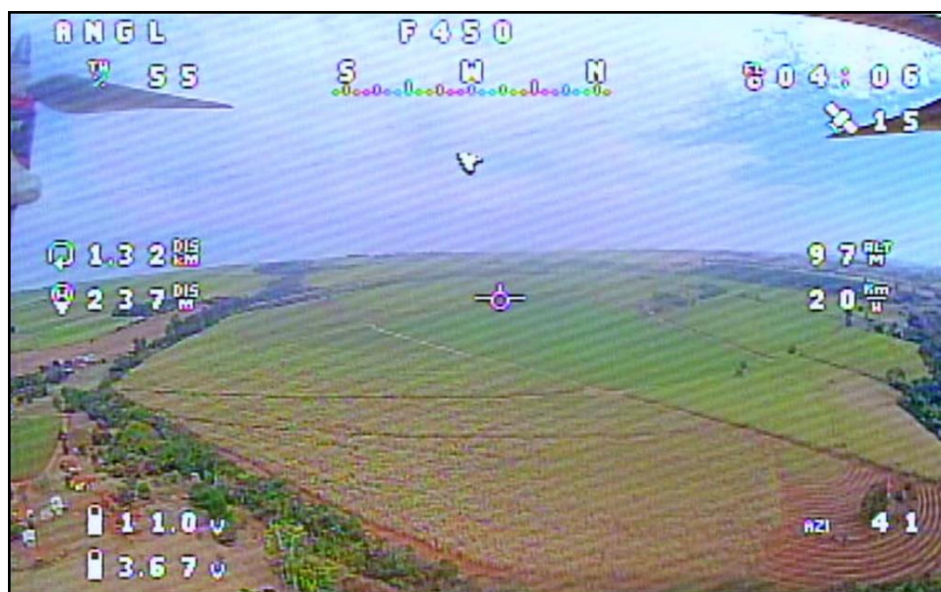


Figura 23: Primeira imagem da área.
Fonte: O autor, 2021.

Como mostrado na figura 23, a primeira imagem da área tentou cobrir o território completo de estudo. O drone F450 alcançou uma altura de 97 metros em relação ao ponto de partida e conseguiu ler 15 sinais de satélite pelo GPS, como mostra no canto superior direito. Acima da captação de satélite, encontra-se o tempo de voo realizado pelo drone. Já no canto inferior esquerdo, localiza-se o consumo da bateria e o quanto ainda pode suportar, dado em volts.



Figura 24: Segunda imagem da área.
Fonte: O autor, 2021.

No segundo georreferenciamento, procurou manter as mesmas características do primeiro voo. O drone manteve a altitude de 90 a 100 metros a partir do local de partida e obteve uma velocidade de 28km/h no momento da foto. No canto superior direito foram captados 20 sinais de satélite, 5 a mais que no primeiro voo, dando mais estabilidade ao drone após a partida. Já no terceiro voo, o drone obteve alguns problemas no momento de salvar as imagens e dados coletados, fazendo assim com que não registrasse no presente trabalho.

6.3. Análise dos resultados:

O processo de orçamento de peças e montagem do drone propiciou um estudo mais a fundo de como cada parte do drone funciona separadamente e como juntas elas podem se interligar e proporcionar ao drone um voo estável e seguro.

A compra das peças teve início com um pensamento de facilitar a pequenos produtores o levantamento de dados das suas terras. Assim, se pensou na construção do drone para mapeamento e georreferenciamento de lugares e culturas que ajudariam e economizasse tempo e dinheiro para quem vive no campo. Para isso, foram compradas 13 peças que compõe um drone, dentre eles carregador, bateria, GPS, rádio comunicador e óculos receptor, agregando um valor total de R\$2.660,37 reais. Em comparação com modelos similares ao montado do projeto, o drone F450 se manteve abaixo do valor de mercado, desprezando o valor da mão de obra, fazendo assim com que se torne mais acessível aos pequenos produtores.

Tabela 2 – Relação de quantidade e preço que compõem o drone F450.

Peças	Quantidade	Preço Unitário\$
Bateria Lipu Tattu	1	147,85
Frame	1	52,37
Motor Brushless 2212 920kv	4	73,63
ESC simonk 30 Ampere	1	91,83
Controladora MATEK F405-OSD	1	416,10
Câmera CADDX ANT 1.8 mm 1200 TVL	1	106,08
Transmissor de vídeo	1	138,53
Óculos receptor	1	576,40
Hélice genfan	4	13,54
Gps beitian bn-880	1	111,10
Radio flysky fs-i6	1	242,77
Receptor flysky fs-ia6	1	155,40
Carregador	1	192,64
TOTAL + frete		2.660,37

Fonte: O autor, 2021.

Já no processo de georreferenciamento, houve variáveis que prejudicaram na captação das fotos da cultura de cana-de-açúcar. Por se tratar de um projeto de baixo custo, optou-se pela compra de uma câmera de qualidade inferior, um grande desafio, pois quanto melhor a resolução, maior é o valor de mercado. Assim, as imagens do georreferenciamento não obtiveram uma alta qualidade.

Outro desafio do drone de baixo custo a ser considerado é o tempo de voo que a bateria aguentou no ar. Nos testes e no primeiro voo, a duração da bateria teve uma média de 12 minutos antes de acionar o alerta de “bateria baixa”. Já no segundo e terceiro pouso, a bateria aguentou aproximadamente 10 minutos antes do alerta. Isso pode ser explicado pelo desgaste da bateria nos testes e primeiro voo, ou até mesmo do tempo de dois meses de intervalo entre as filmagens.

Através dos óculos receptor, procurou-se tirar fotos e delimitar a área da plantação de uma forma homogênea, ou seja, de uma angulação própria. Mesmo com a presença do vento e as oscilações de altura e velocidade, o que tornava o drone um pouco instável, as 3 imagens foram reproduzidas de uma angulação próxima. Já a velocidade no momento das fotos, foi entre 20 e 30 km/h, para que a imagem ficasse mais focada.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os drones crescem em utilização nas mais diversas áreas de atuação, principalmente no setor agrícola. Hoje em dia, há uma comunidade de usuários amadores e profissionais que utilizam desta técnica para facilitar a coleta de dados e poupar tempo e dinheiro. Neste trabalho mostrou-se que o projeto de um drone leva em conta inúmeros parâmetros, desde a capacidade da carga de uma bateria, até a dinâmica de rotação dos motores.

O objetivo geral desse trabalho foi desenvolver um projeto de drone de baixo custo para georreferenciamento de áreas agrícolas. Assim, com a parceria de um proprietário da fazenda no interior de São Paulo, sobrevoou uma cultura de cana-de-açúcar antes e após a sua colheita. O drone construído se mostrou um dispositivo eficaz e robusto para suportar a própria massa, uma massa adicional do GPS, câmera e turbulências de ventos.

Visto a importância do avanço da tecnologia no cenário mundial, o projeto visou principalmente os pequenos produtores e proprietários de terra para que ingressem no mercado que sempre está se renovando ao longo do tempo. Assim, o valor de R\$ 2.660,37 foi considerável ao compará-lo com outros modelos que carregam o mesmo peso e que chegam a custar R\$ 8.000,00. Vale ressaltar que as especificações são diferentes entre o drone elaborado e o drone comercial.

Assim, conclui-se que ainda existe uma infinidade de pesquisas e trabalhos futuros para melhorar ainda mais o projeto da construção do drone. A utilização de peças artesanais (feitas a mão) pode reduzir ainda mais o custo e mão de obra do projeto, dando mais acessibilidade a curiosos, amadores e até profissionais que procuram opções no mercado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AEROJR, UFMG. **A história dos Drones.** Disponível em: <<https://aerojr.com/blog/drones-atraves-da-historia/>>. Acesso em: 15 fev. 2021.

AEROJR, UFMG. **Como investir em drones.** Disponível em: <<https://aerojr.com/blog/como-investir-em-drones/>>. Acesso em: 15 fev. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. **Legislação ANAC.** Disponível em: <<https://www.anac.gov.br/assuntos/paginas->>. Acesso em 30 mar. 2021.

DE OLIVEIRA, Altacis Junior et al. **Potencialidades da utilização de drones na agricultura de precisão.** *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 9, p. 64140-64149, 2020.

INAV. **Inav Flinght.** Disponível em:< <https://github.com/iNavFlight/inav/wiki>>. Acesso em 15 fev. 2021.

REVIEW. **F450 primeiro voo, projeto drone.** Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=Xu9nOv4LNm0>>. Acesso em: 20 fev. 2021.

ZUCON, A. R. S.; HAWKES, B.; LEMOS, C. C. Z.; BATISTUZZO, G. Z. B.; HAKAMADA, R. E.; PONTES, G. R.; FREITAS, T. U.; BAZANI, J. H.; ALVARES, C. A.; ARTHUR JUNIOR, J. C.; GONÇALVES, J. L. M. **Use of Unmanned aerial vehicle images as a tool to evaluate stand uniformity in clonal Eucalyptus plantations.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2015, João Pessoa. Anais... São José dos Campos: INPE, p. 4636-4642, 2015.

REFERÊNCIAS CONSULTADAS

AGRO LINK. **Drones estão auxiliando no combate ao Covid-19.** Disponível em: < https://www.agrolink.com.br/noticias/drones-estao-auxiliando-no-combate-ao-covid-19_432671.html>. Acesso em: 14 mar. 2021.

ÁREA DRON. **Que tipos de drones existem.** Disponível em: <<https://www.areadron.com/que-tipos-de-drones-existen/>>. Acesso em 18 fev. 2021.

BORGES, R. O. et al. **Utilização de drones de pequeno porte como alternativa de baixo custo para caracterização topográfica da infraestrutura de transportes no Brasil.** 2017. Disponível em:<https://www.researchgate.net/profile/Raphael_Borges2/publication/326449>. Acesso em 26 abr. 2021.

CAVALCANTI, N. de B.; BRITO, LT de L.; OLIVEIRA, Carlos Alberto Vasconcelos. **Tecnologia tradicional e tecnologia alternativa: qual resolveria o problema dos pequenos agricultores na região semiárida do Nordeste brasileiro:** um estudo de caso. In: **Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso (ALICE).** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 34. 1996, Aracaju. Anais... Brasília, DF: SOBER, 1996.

DA, Adriano Pereira. **Uso de drone na agricultura 4.0**. Disponível em: <<http://repositorio.fama-ro.com.br/handle/123456789/163>>. Acesso em 03 mar. 2021.

AGRO LINK. **Drones estão auxiliando no combate ao Covid-19**. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/noticias/drones-estao-auxiliando-no-combate-ao-covid-19_432671.html>. Acesso em: 14 mar. 2021.

DEMOLINARI, Humberto Cascardo. **Projeto de construção um drone**. Disponível em: <<https://app.uff.br/riuff/bitstream/1/1792/1/projeto%20de%20constru%c3%87%c3%83o%20um%20drone%20hexacoptero%20%28sem%20assinaturas%29.pdf>>. Acesso em: 26 mar. 2021.

DRONE VISUAL. **Funcionamento do rádio controle dos drones**. Disponível em: <<https://www.dronevisual.com/post/funcionamento-do-r%C3%A1dio-controle-dos-drones>>. Acesso em 13 abr. 2021.

FONSECA, Cássia Kellen Lopes. **Uso de drone para estimativa de biomassa em áreas de caatinga do estado de Pernambuco**. 2020. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

IBGE. **Censo agro 2017**. Disponível em: <<https://censos.ibge.gov.br/2013-agencia-de-noticias/releases/25921-em-2017-pib-cresce-1-3-e-chega-a-r-6-583trilhoes.html>>. Acesso em 25 set. 2021.

MASSRUHA, SMFS. O campo cada dia mais tecnológico. **Embrapa Informática Agropecuária-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2018.

MESQUITA, Ariosto. **O avanço dos drones**. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1003261/1/cpamt2014shozodrones.pdf>>. Acesso em 15 mai. 2021.

MUNDO GEO. **Números do mercado de drones em aplicações civis e comerciais**. Disponível em: <<https://mundogeo.com/2018/07/04/artigo-numeros-do-mercado-de-drones-em-aplicacoes-civis-e-comerciais/>>. Acesso em: 21 mar. 2021.

OLHAR DIGITAL. **Entenda como os drones são usados para fins militares e para vigilância**. Disponível em: <<https://olhardigital.com.br/2020/05/29/videos/entenda-como-drones-sao-usados-para-fins-militares-e-para-vigilancia-2/>>. Acesso em 11 mar. 2021.

OTAKE, Vinicius Seiji. **Produtos cartográficos gerados a partir de drones e aplicações na agricultura**. UNICESUMAR. 2017.

REDE BRASIL ATUAL. **Perto das árvores, drones usam tecnologia no combate ao desmatamento**. Disponível em: <<https://www.redebrasilatual.com.br/blogs/planeta-azul/2021/05/perto-das-arvores-drones-usam-tecnologia-no-combate-ao-desmatamento/>>. Acesso em: 25 mai. 2021.

REIS, Higor da Silva. **Utilização de veículos aéreos não tripulado para identificação de falhas no plantio na cana de açúcar**. 2020.

SEBRAE. **Tecnologia da informação do agronegócio**. Disponível em: <<https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/Pesquisa%20SEBRAE%20-%20TIC%20no%20Agro.pdf>>. Acesso em 16 jun. 2021.

SIQUEIRA, Oniye Nashara et al. **As visões da pandemia: drones, reconhecimento facial, vigilância e a mitigação da privacidade**. **Revista Húmus**, v. 11, n. 25, 2021.

VULEJ, Rafael. **Drones em operações militares**. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/spolm/sites/www.marinha.mil.br.spolm/files/O%20Uso%20de%20Drones%20%28VANT%29%20em%20Opera%C3%A7%C3%B5es%20Militares.pdf>>. Acesso em 24 fev. 2021.

YARA BRASIL. **Produção mundial de cana-de-açúcar**. Disponível em: <<https://www.yarabrasil.com.br/conteudo-agronomico/blog/producao-mundial-de-cana-de-acucar/>>. Acesso em 14 abr. 2021.

GLOSSÁRIO

Agricultura 1.0 – Produção agrícola desde os tempos primórdios visto como um trabalho de subsistência, com baixos recursos tecnológicos e baixa produtividade, feito a mão.

Georreferenciamento – É o mapeamento de um imóvel rural ou urbano referenciando os vértices de seu perímetro ao Sistema Geodésico Brasileiro, definindo sua área e sua posição geográfica.

Agricultura 4.0 – É um conjunto de tecnologias digitais de ponta, integradas e conectadas por meio de softwares, sistemas e equipamentos capazes de otimizar a produção agrícola.

Sensoriamento Remoto – É um termo utilizado na área das ciências aplicadas que se refere à obtenção de imagens à distância, sobre a superfície terrestre. Estas imagens são adquiridas através de aparelhos denominados sensores remotos.

APÊNDICE A – FOTOS DOS PRIMEIROS TESTES DO DRONE F450

As fotos foram registradas na etapa de produção e testes do drone, para somente depois iniciar o georreferenciamento onde foram coletadas as fotos.

FOTO 1: COMPONENTES DO DRONE NECESSÁRIOS PARA O VOO.



Fonte: O autor, 2021.

FOTO 2: PRIMEIRO TESTE COM O DRONE NA ÁREA DE PLANTAÇÃO



Fonte: O autor, 2021.

ANEXO A – FICHA DE CAMPO PARA DIRECIONAR O PILOTO DE DRONES

FICHA DE CAMPO PARA IMAGENS DE DRONE
Operador: _____
Dia: ____/____/____ Horário: _____
Município/Ponto Amostral: _____
Código da Parcela/Imagem: _____
Coordenadas: _____
Uso do Solo: _____
Características do ambiente: _____ _____ _____
Detecção de falhas/problemas no voo: _____ _____ _____
Observações adicionais: _____ _____