

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE GOIÁS – UNIGOIÁS  
PRÓ-REITORIA DE ENSINO PRESENCIAL – PROEP  
SUPERVISÃO DA ÁREA DE PESQUISA CIENTÍFICA – SAPC  
CURSO DE AGRONOMIA

**UTILIZAÇÃO DE VEÍCULOS AÉREOS NÃO TRIPULADO  
PARA IDENTIFICAÇÃO DE FALHAS NO PLANTIO NA CANA DE  
AÇÚCAR**

HIGOR DA SILVA REIS  
ORIENTADOR: MS. MARCOS VINÍCIUS ALEXANDRE DA SILVA

GOIÂNIA  
Novembro/2020

HIGOR DA SILVA REIS

**UTILIZAÇÃO DE VEÍCULOS AÉREOS NÃO TRIPULADO PARA  
IDENTIFICAÇÃO DE FALHAS NO PLANTIO NA CANA DE AÇÚCAR**

Monografia apresentada ao curso de agronomia do Centro Universitário Goiás – UNIGOIÁS como pré-requisito para a obtenção do título de bacharelado em Agronomia.

Orientador: Ms. Marcos Vinícius Alexandre da Silva

GOIÂNIA

Novembro/2020

HIGOR DA SILVA REIS

UTILIZAÇÃO DE VEÍCULOS AÉREOS NÃO TRIPULADO PARA  
IDENTIFICAÇÃO DE FALHAS NO PLANTIO NA CANA DE AÇÚCAR

Trabalho final de curso apresentando e julgado como requisito para a obtenção do grau de bacharelado no curso de agronomia do Centro Universitário de Goiás – UNIGOIÁS na data de 25 de novembro de 2020.

*Marcos Vinícius A. da Silva*

Prof. Ms. Marcos Vinícius Alexandre da Silva  
UNI-GOIÁS

---

Prof. Dr. Lino Carlos Borges  
UNI-GOIÁS

---

Prof. Ms. Fenelon Lourenço de Sousa Santos  
UNI-GOIÁS

Dedico esse trabalho primeiramente a Deus por ter permitido que tivesse aqui concluindo mais uma etapa de minha vida e a realização de um sonho e por ser essencial em minha vida me dando força, saúde e determinação, aos meus pais que sempre me deram todo apoio, coragem, amor e carinho em todas as situações.

Quero agradecer primeiramente a Deus por ter me dado força nesse momento crucial em minha vida, a minha família por ter me proporcionado tudo que tenho hoje, a instituição UNI-GOIÁS, aos professores e colaboradores pela dedicação e empenho proporcionada em todo o curso, ao orientador Marcos Vinícius que me deu todo apoio e incentivo durante esse trabalho, permitindo um maior conhecimento ao tema, aos meus amigos que conheci nesse período, que sei que posso contar a qualquer momento e que levarei por toda minha vida.

## RESUMO

A cana-de-açúcar é uma cultura muito importante para o Brasil, sendo o maior produtor dessa cultura em todo mundo, com isso é de extrema importância a adoção de tecnologias a agricultura, para otimizar o tempo e uma maior qualidade de produção, logo na cultura da cana um fator que afeta a produção são as falhas de plantio, que podem ser ocasionadas por diversos fatores. Dessa forma, o objetivo desse trabalho é avaliar a capacidade dos veículos aéreos não tripulados em identificar falhas de plantio em dois parâmetros de voo diferentes, com 60 e 100 metros de altura, e por meio de técnicas de Geoprocessamento mensurar os tamanhos dessas falhas, indicando o replantio nas regiões que não brotaram. Por meio de um vant/drone de baixo custo, sobrevoou a área de cana, e em seguida processou as imagens capturadas, extraíndo as falhas de plantio no mosaico formado e comparando entre sim e com os dados obtidos com a trena em campo. Foram utilizados os softwares *Agisoft Metashape* e o QGIS, onde foi possível extrair as métricas das imagens. Os resultados demonstram que é possível, por meio de drones identificar as falhas de plantio e tomar uma decisão precisa para não acarretar perdas significativas para o produtor. A altura de 60 metros foi mais eficiente, pois com essa altura obteve uma maior precisão na identificação das falhas de plantio, quando comparada ao voo de 100 metros. Essa tecnologia é considerada barata, pois não é necessária uma demanda de mão-de-obra quando comparada o método manual, pois com o drone não são necessárias várias pessoas para mensurar as falhas, há uma redução do tempo na coleta dos dados, permite uma ação rápida caso é necessário realizar o replantio nas regiões onde foram identificadas as falhas, mas em contrapartida exige um grau de conhecimento por parte dos profissionais responsáveis pela operação e processamento dos dados. Mas economicamente, é viável a utilização dessas tecnologias no campo.

**Palavras-chave:** Drone. Geotecnologia. Linhas de plantio. Vant.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>8</b>
2.1	CANA DE AÇÚCAR ( <i>Saccharum sp.</i> )	8
2.2	FALHAS DE PLANTIO NA CANA-DE-AÇÚCAR	9
2.3	GEOTECNOLOGIAS NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR	9
2.4	DRONES E AGRICULTURA DE PRECISÃO	10
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>12</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>19</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>26</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>27</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A agricultura tem papel fundamental no desempenho e fortalecimento da economia brasileira e ela vem passando por uma série de transformações, tornando-se uma atividade que requer cada vez mais o gerenciamento de seus processos produtivos. Logo, o crescimento tecnológico tem proporcionado ganhos significativos (SOARES FILHO *et al.*, 2015). Entre as culturas que desempenham um papel importante para economia brasileira a cana-de-açúcar é um dos produtos fundamentais no país.

A cana-de-açúcar é a principal matéria-prima para a produção do etanol utilizado pelos veículos automotores, além de ser destinado para a produção do açúcar, um dos principais produtos de exportação nacional. A cana é uma gramínea perene e se desenvolve através de touceiras, o seu ciclo normalmente é de cinco anos, sendo que o plantio é realizado apenas no primeiro, e nos demais anos o rebrote é cultivado e colhido anualmente até que sua produtividade demonstre ser economicamente viável sua renovação (MANHÃES *et al.*, 2015).

Levando em consideração que, a cana-de-açúcar tem uma importância econômica muito significativa no país, na safra 2018/2019 a produção foi de 620,44 milhões de toneladas em 8,59 milhões de hectares colhidos, com uma produtividade média de 72,22 t.ha<sup>-1</sup>, com destaque para as regiões Sudeste e Centro-Oeste. O estado de São Paulo é o maior produtor de cana-de-açúcar do Brasil, onde o mesmo produz 64% da produção nacional, segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2014).

Mesmo que a cana é considerada um produto economicamente viável, a produção da cana-de-açúcar é marcada por uma defasagem na adoção de tecnologias que se refletem em resultados de pouca eficiência técnica. Um fator muito importante que está diretamente ligada a produtividade da cana é o plantio que se mal conduzido pode ocasionar falhas e consequentemente, diminuição de produtividade e lucros. Os principais fatores que interferem na qualidade do plantio são: o paralelismo entre sulcos, número de gemas viáveis por metro de sulco, cobertura e profundidade do sulco, os quais estão relacionados à regulagem da plantadora e a qualidade da colheita de mudas (MISSIO *et al.*, 2016).

Historicamente a cana era conhecida como cultura com baixos investimentos em tecnologias, usando métodos ultrapassados, como por exemplo, o plantio e colheita de forma manual. Contudo, com o avanço tecnológico, existem diversas técnicas que podem ser adotadas para que tenha um alto rendimento produtivo, como a utilização de máquinas automatizadas, técnicas de agricultura de precisão, softwares para captação de dados e tomadas de decisões. Portanto, para alguns produtores é uma realidade distante ou um projeto ainda embrionário.



Na agricultura, a adoção de tecnologias é um processo chamado de agricultura de precisão e segundo Lamparelli (2016), é um conjunto de técnicas que permite 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 ou até mesmo a colheita.

Para tanto são utilizados sistemas de posicionamento global (GPS), sistema de mapeamento, softwares, sensores e os veículos aéreos não tripulados/ drones.

Segundo a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), aeronaves remotamente pilotadas (RPA) são as aeronaves não tripuladas utilizadas para fins experimentais, comerciais ou institucionais e só podem ser operados em áreas com no mínimo 30 metros horizontais de distância das pessoas. Na agricultura o “drone agrícola” tem por objetivo capturar imagens aéreas e georreferenciar, onde posteriormente, estes dados serão processados por meio de softwares avançados com um baixo custo de operação e maior rapidez na obtenção dos dados (ALVES *et al.*, 2015b).

Nessa ótica, o trabalho deve como objetivo verificar a capacidade de um veículo aéreo não tripulado, de baixo custo, no monitoramento em plantação de cana de açúcar, detectando e quantificando as falhas de plantio.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 CANA DE AÇÚCAR (*Saccharum sp.*)

A cana-de-açúcar é uma monocotiledônea de espécie perene e se desenvolve através de touceiras, o caule é formado por colmos divididos em nós e entrenós, onde estão presentes as gemas, a reserva energética e ao seu final, as raízes são fasciculadas. A realização do plantio é feita através do corte dos colmos, chamados de toletes e são distribuídos em sulcos e sua reprodução é de forma assexuada, de acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2020).

A cana-de-açúcar vem sendo cultivada no Brasil desde o ano de 1532, sendo uma excelente opção para a geração de energia renovável, e assim mantendo grande importância no cenário agrícola mundial (VASCONCELOS, 2013). Ela é de origem asiática e foi trazida para o Brasil por colonos. Foi uma das culturas pioneiras a serem produzidas em larga escala no território brasileiro, talvez por ser uma planta típica de climas tropicais e subtropicais. Segundo dados da (CONAB, 2014) a cana-de-açúcar é o terceiro produto mais cultivado no Brasil, ficando atrás apenas do milho e soja, essa alta demanda se dá pelo consumo dos produtos e subprodutos provenientes da cana, tais como, o açúcar, melado, etanol, bagaço para a alimentação de ruminantes e outros produtos.

A cana tem uma importância econômica muito significativa no país, na safra 2018/2019 a produção foi de 620,44 milhões de toneladas em 8,59 milhões de hectares colhidos, com uma produtividade média de 72,22 t.ha<sup>-1</sup>, com destaque para as regiões Sudeste e Centro-Oeste. O estado de São Paulo é o maior produtor de cana-de-açúcar do Brasil, correspondendo 64% da produção nacional (CONAB, 2014).

A produção da cana-de-açúcar é marcada por uma defasagem na adoção de tecnologias que se reflitam em resultados de eficiência técnica. Historicamente a cana era conhecida com cultura com baixos investimentos em tecnologias, usando métodos ultrapassados, como por exemplo, o plantio e colheita de forma manual. Contudo, com o avanço tecnológico, existem diversas técnicas que podem ser adotadas para que tenha um alto rendimento produtivo, como a utilização de máquinas automatizadas, técnicas de agricultura de precisão, softwares para captação de dados e tomadas de decisões, entre outros.

Um fator muito importante que está diretamente ligada a produtividade da cana é o plantio que mal conduzidas pode ocasionar em falhas e conseqüentemente em diminuição de produtividade e lucros.

## 2.2 FALHAS DE PLANTIO NA CANA-DE-AÇÚCAR

O ciclo da cana-de-açúcar geralmente é cinco anos, sendo que o plantio é realizado apenas no primeiro, nos demais anos o rebrote é cultivado e colhido anualmente até que sua produtividade demonstre ser economicamente viável sua renovação (MANHÃES *et al.*, 2015).

O plantio define a produtividade dos canaviais, pois implica na produção de colmos por área e se mal conduzido pode ocasionar falhas no perfilhamento com conseqüente redução da produtividade e dos lucros esperados (MISSIO *et al.*, 2016). Para recompensar essas falhas muitas vezes faz-se o replantio, mas essa decisão depende muito do tamanho das falhas e idade do canavial.

As falhas de plantio são muito comuns em produção em larga escala, que tem por definição a distância a partir de 0,5 m entre duas canas ao longo do sulco, ao nível do solo (MARCHIORI; TREVISAN, 2016). Há diversos fatores para ocorrerem, por exemplo, profundidade do sulco, falta ou excesso de umidade, algumas doenças ou até mesmo fatores causados pelo homem, como falha na mecanização, entre outros fatores que pode comprometer a produtividade da cana-de-açúcar.

Para realizar a quantificação das falhas de plantio existem o método manual que é uma forma mais trabalhosa e leva-se muito tempo e mesmo assim não tem uma boa precisão nas informações coletadas, já o outro método que vem sendo bastante utilizado é com a utilização de equipamentos com alta tecnologia, é uma maneira mais prática, rápida e que não depende de muita mão de obra, tornando esse método mais barato e eficaz (BARROS, 2018).

Portanto, a maneira mais rápida de verificar as falhas de plantio exige pessoas com um certo conhecimento tecnológico. Geralmente são utilizados drones para obtenção das imagens cartográficas geradas em campo e a partir daí utiliza-se softwares de georreferenciamento para analisar as imagens e quantificar as falhas de plantio e após os dados gerados tomar decisões corretas para corrigir as falhas de plantio.

## 2.3 GEOTECNOLOGIAS NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR

Com o crescimento tecnológico acelerado, diversas ferramentas vêm sendo criadas para auxiliar as pessoas em diversas áreas, incluindo o setor agrícola. Essas tecnologias permitem uma melhor aquisição de informações, redução do custo de produção, maior eficiência de trabalho, melhor precisão e velocidade nos processos produtivos (OTAKE, 2017).

A aplicação dessas tecnologias está restrita a técnicas de sensoriamento como o levantando de dados a respeito de cobertura vegetal, dinâmicas sazonais e fenológicas, mas a tentativa de introdução de drones agrícolas para análise de dados é a nova aposta nessa cultura

(PALOSCHI; CECHIM JÚNIOR; JOHANN, 2015), chamamos esse processo de agricultura de precisão ou também conhecida como agricultura 4.0, um outro termo utilizado para esse método.

Segundo Lamparelli (2016), agricultura de precisão é um conjunto de técnicas que auxiliam os produtores e que permite a obtenção de dados por meio de softwares e a partir desses dados gerados pode-se iniciar determinada ação, sendo ela em correção de fertilizantes, aplicação de defensivos, identificação de falhas de plantio, irrigação e colheita. São utilizados GPS, sistema de mapeamento, softwares, sensores e os veículos aéreos não tripulados/ drones.

O termo “drone agrícola” se refere a um veículo aéreo não tripulado (VANT) que tem por objetivo promover principalmente captura de imagens aéreas e georreferenciando, posteriormente, estes dados serão processados por meio de softwares avançados. Na cana-de-açúcar esses drones estão sendo aperfeiçoados para identificar falhas de plantio, levantamento cartográfico e mapeamento de variações de crescimento vegetal (ALVES *et al.*, 2015a).

Logo, todos esses dados servirão para a correção das falhas, induzindo o maior rendimento do talhão e conseqüentemente maior retorno financeiro.

Diferente de outras culturas como soja e milho, que usam as geotecnologias para mensurar produtividade, momento de pulverização, verificação de estresse hídrico e até manejo integrado de pragas, na cultura da cana-de-açúcar a sua utilização é embrionária, quando comparadas às culturas já citadas (RICHETTI *et al.*, 2018).

## 2.4 DRONES E AGRICULTURA DE PRECISÃO

Nas últimas décadas é constante o surgimento de novas tecnologias e informações, isso em toda área está nítido esse crescimento exuberante e o homem está o tempo todo em busca de inovações para o melhoramento de certas técnicas em diversas áreas e não é diferente no campo.

Não é porque o meio rural está longe dos centros urbanos que não está acompanhando o avanço de tecnologias, esse paradigma onde o campo é relacionado a coisas antigas é ultrapassado, cada dia que passa o os agricultores estão sempre inovando e buscando alternativas tecnológicas para aderirem ao novo método de produção, a agricultura de precisão e os métodos tecnológicos vem ganhando um espaço gigantesco no meio, tornando a propriedade rural em uma empresa do campo.

A agricultura não diferente de outros setores tem passado por diversas inovações, fazendo com que se torne uma atividade que requer uma demanda maior nos gerenciamentos dos seus processos produtivos, a adoção de novas técnicas, equipamentos e insumos mais

eficientes têm proporcionado ganhos significativos no rendimento das culturas (SOARES FILHO, DA CUNHA., 2015).

A agricultura de precisão chegou ao Brasil em meados do século XX, 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, veículos aéreos para o monitoramento georreferenciado (MOLIN, 2017).

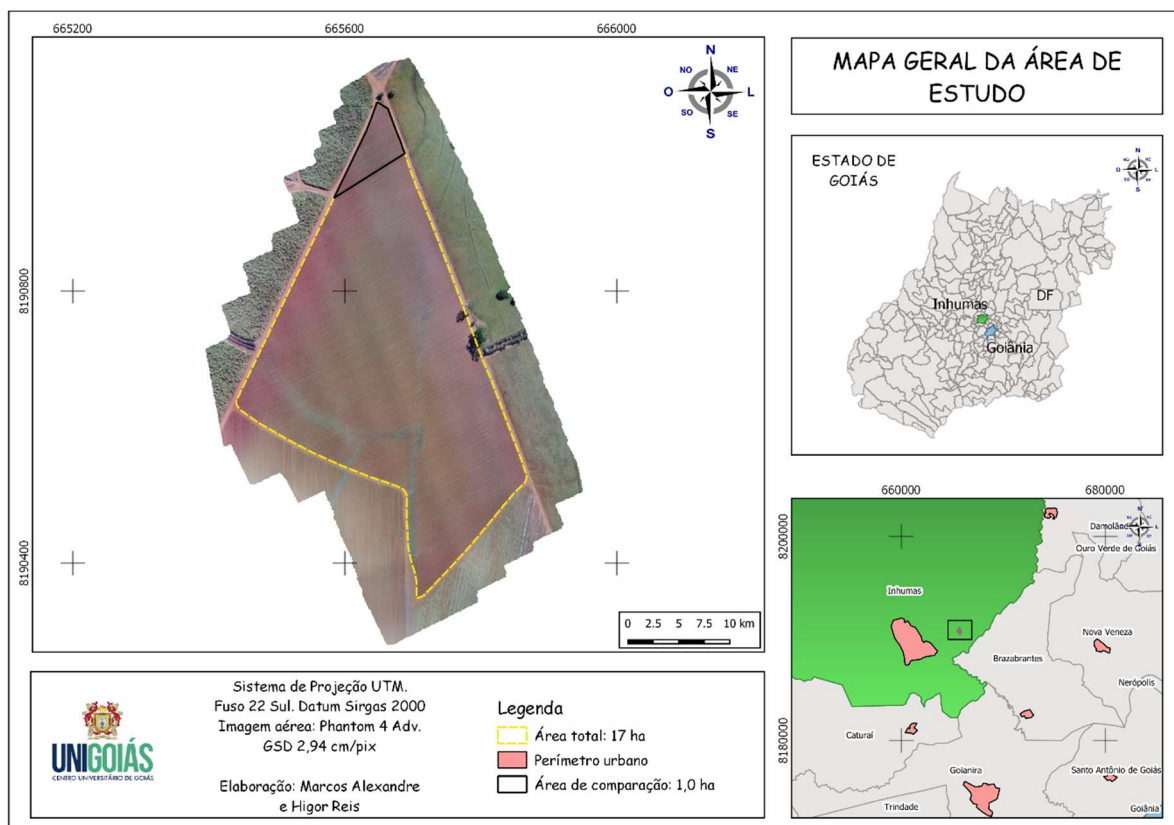
Diversos equipamentos, métodos e estratégias vem sendo desenvolvidas para auxiliarem os produtores a tomarem certas decisões no tempo correto, a agricultura de precisão proporciona uma redução na mão de obra, diminuição ao tempo para tomada de decisão, maior qualidade de produtos e maior eficiência na aplicação de insumos, podendo produzir com mais eficiência em uma menor área.

Os veículos aéreos não tripulados, conhecidos como drone é um equipamento muito utilizado na agricultura de precisão, pois através dele pode-se obter imagens que dificilmente o produtor teria sem sua utilização, logo os produtores possam fazer uma análise e identificar regiões danificadas e culturas saudáveis, conseqüentemente uma tomada de decisão mais precisa e criteriosa. Além da obtenção de imagens, os drones poderão ser utilizados para fazer pulverização, com objetivo de reduzir a quantidade de agrotóxico aplicado. O uso do SprayDrone tenderá a crescer muito, já que é uma tecnologia de pulverização aérea, e cerca de 20% mais preciso do que os aviões (ARANTES *et al.*, 2015).

Na agricultura, os drones devem seguir amplas etapas, sendo elas, planejamento de voo, voo com sobreposição, obtenção de imagens georreferenciadas, processamento das imagens, geração de mosaico, análises por meio de software e geração de relatórios. Portanto, pode-se obter um mapeamento mais preciso, trazendo diversos benefícios para o produtor, tais como, monitoramento de plantas, identificação de pragas e doenças, estimativa de produtividade e mapeamentos agrícolas e hídricos (DE OLIVEIRA, 2020).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Usina de cana de açúcar da empresa Centroálcool e está situada na zona rural do município de Inhumas, aproximadamente 45 km de Goiânia, capital do estado de Goiás, pertencente a região central do estado. A área mapeada de cana possui aproximadamente 17 hectares e com coordenadas centrais N = 665.660, E = 8.190.681, no sistema geodésico Sirgas 2000, Fuso 22 Sul e projeção UTM (Figura 1).



**Figura 1.** Mapa de localização da área de estudo, Inhumas – GO, 2020.

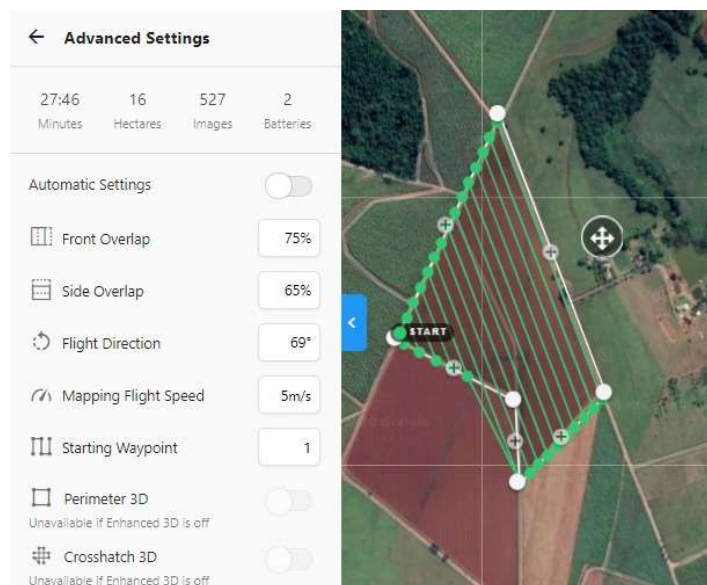
**Fonte:** Autor (2020).

Para fazer o mapeamento e levantamento da área foi utilizado um conjunto de técnicas, estratégias e equipamentos inovadores. As imagens foram obtidas por meio de um veículo aéreo não tripulado, modelo *Phantom 4 Advanced* da *DJI*, esse equipamento permite gravar vídeos em 4K com a sua câmera de 20 mega pixel. O aparelho alcança até 8 km de distância e 0,5 Km de altura e é indicado para usos profissionais e pode gerar mosaicos, modelos de elevação, curvas de nível entre outros (Figura 2).



**Figura 2.** Veículo aéreo não tripulado, modelo *Phantom 4 Advanced* da *DJI*.  
**Fonte:** DJI, 2020.

Antes de iniciar o experimento em campo foi necessário fazer o planejamento de voo por meio do aplicativo gratuito *DroneDeploy*, específico para essa atividade, que consiste em delimitar a área, inserindo parâmetros de voo como altura do equipamento em relação ao solo e sobreposição das fotos. De acordo com os parâmetros do voo será determinado o GSD/pixel (*Ground Sample Distance*) (Figura 3).



**Figura 3.** Plano de voo no *DroneDeploy*.  
**Fonte:** Autor., (2020)

A pesquisa contou com dois mapeamentos na mesma área, sendo um com altura de voo de 60 metros e o segundo com 100 metros. A sobreposição frontal de 75% e a sobreposição lateral de 65% foram adotadas para ambos os voos. Com esses valores de entrada obteve-se imagens com resolução espacial GSD **2,7** no voo de 60 metros e **3,8** no de 100 metros.

Os dois voos foram executados no dia 10/07/2020, iniciando às 10:20 horas e contou com autorização prévia da Agência Nacional de Aviação Civil e a presença de funcionários da empresa Centroálcool (Figura 4).

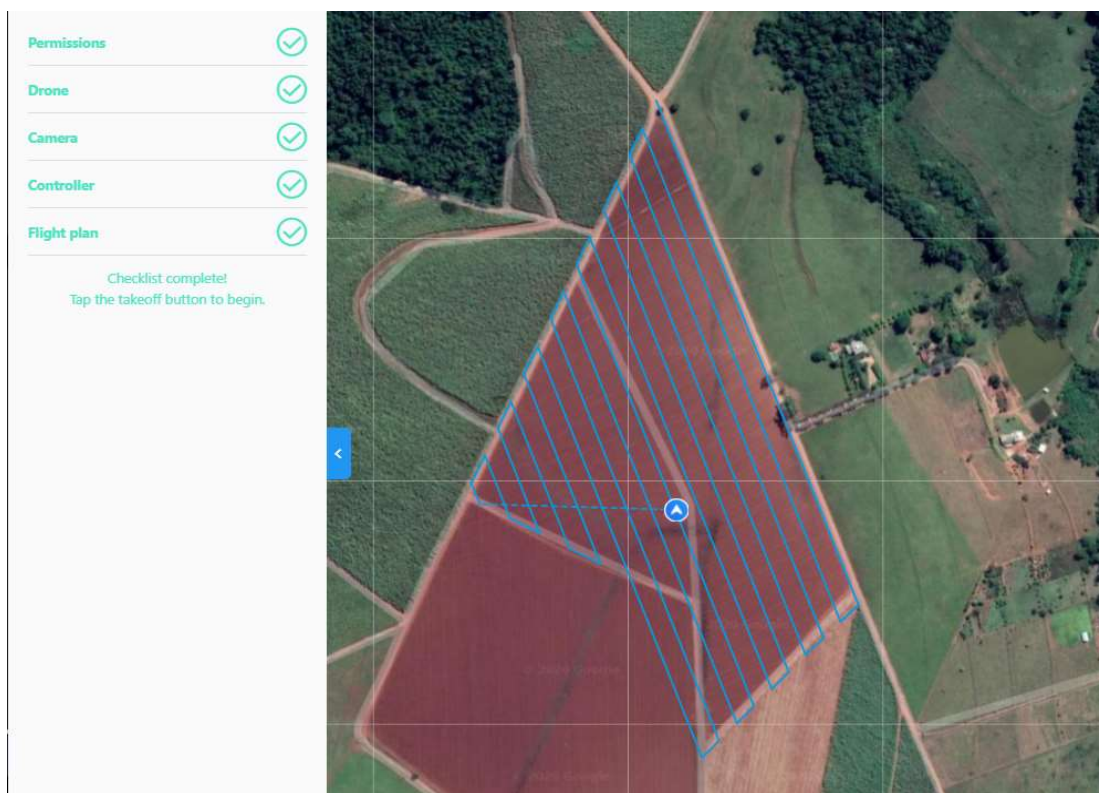


**Figura 4.** Início do voo com drone.

Fonte: Autor, 2020

Após a inserção dos parâmetros, já em campo, foi realizada a checagem dos instrumentos de voo, momentos antes de levantar a aeronave. Essa verificação é feita pelo próprio *Dronedeploy* e observa-se há alguma inconformidade na parte mecânica da aeronave e do controle, assim como a câmera e as permissões de voo (figura 5).



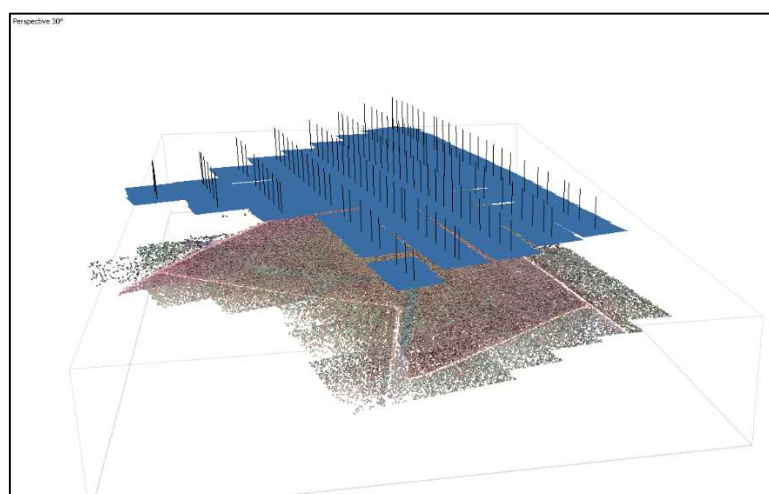


**Figura 5.** Plano de voo *Dronedeploy*.

**Fonte:** Autor, 2020

Depois do voo nas duas alturas, foi importante a conferência em campo do conjunto de imagens recém capturadas para verificar a qualidade das cenas e se não houve erros. Caso fosse necessário seria realizado novos levantamentos.

De posse das imagens capturadas pela câmera do drone, foram realizados os processamentos desses arquivos digitais no software russo *Agisoft Metashape* (Figura 6).



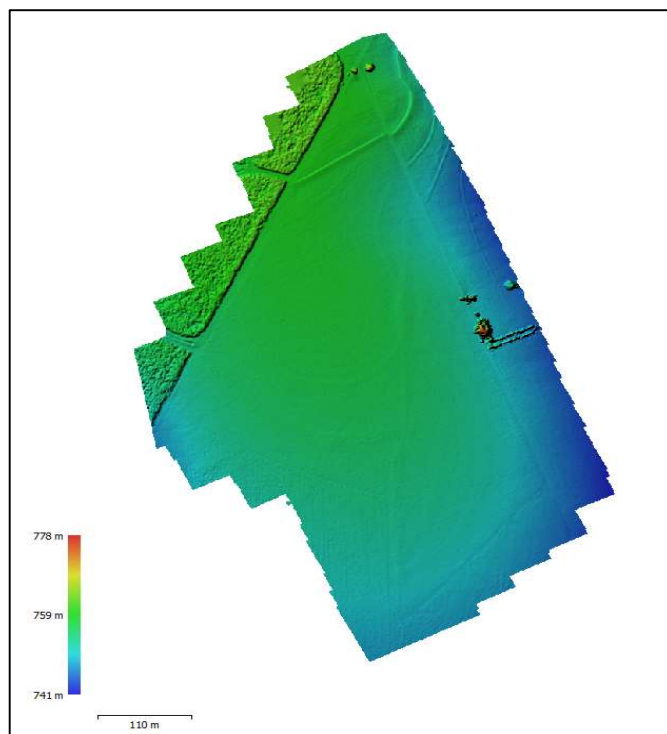
**Figura 6.** Inserção e alinhamento das fotos e Nuvem de pontos

**Fonte:** Autor, 2020

Para esse trabalho, adotou-se os seguintes procedimentos com a finalidade de obter o mosaico de toda a região:

- 1) Inserção e alinhamentos das fotos;
- 2) Transformação de coordenadas. As fotos são registradas inicialmente no sistema de coordenadas geográficas e Datum planimétrico WGS-84 e precisam ser convertidas para o sistema de coordenadas projetadas UTM e Datum Sirgas 2000;
- 3) Geração da nuvem de pontos. Procedimento necessário para geração dos modelos de superfície, pois, é nesses pontos que contém as altitudes;
- 4). Elaboração do Modelo Digital de Elevação - MDE. Traz informações do relevo, levando em consideração tudo que está acima do solo;
- 5) Confeção do ortomosáico, que é a junção das fotos em um único arquivo.

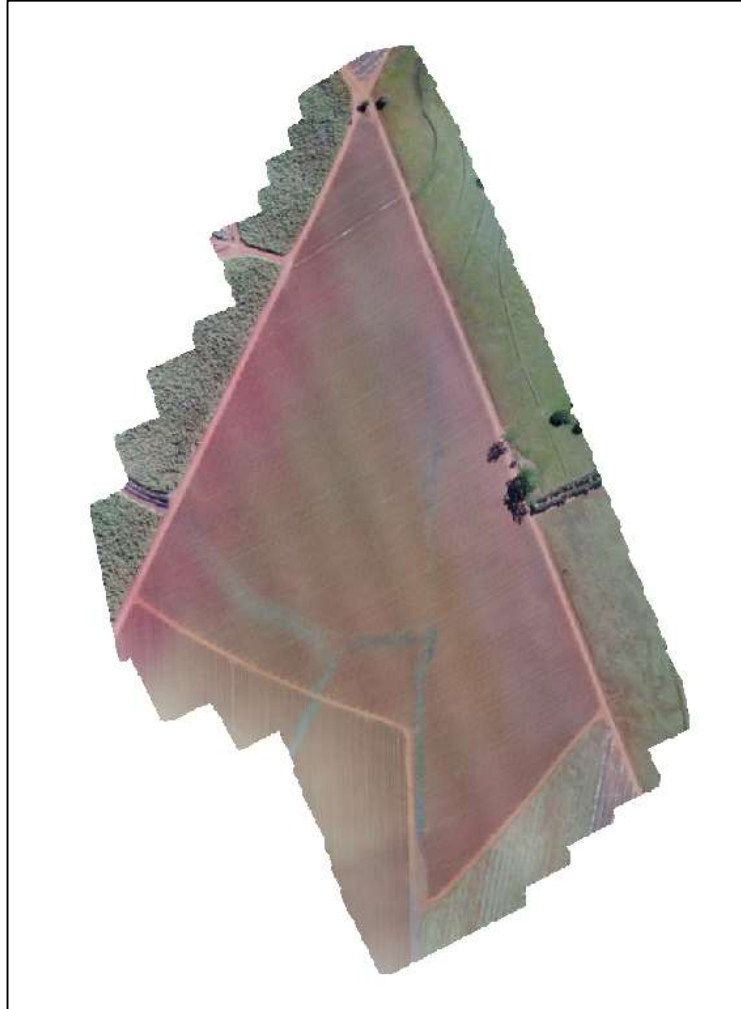
O Modelo Digital de Elevação (MDE), é um modelo que consiste na representação altimétrica de elementos presentes na superfície da terra (Figura 7). Com isso foi utilizado no suporte na identificação das mudas de cana de açúcar presentes na linha de semeadura, aonde a parte mais baixa seria a porção da linha sem a cana, estando apenas solo exposto.



**Figura 7.** Modelo digital de elevação (MDE).

**Fonte:** Autor, 2020.

O Ortomosaico, que corresponde ao mosaico das ortofotos, livre de distorções, foi o produto final a ser gerado, em área total de 17 hectares, como mostrado a seguir (Figura 8).



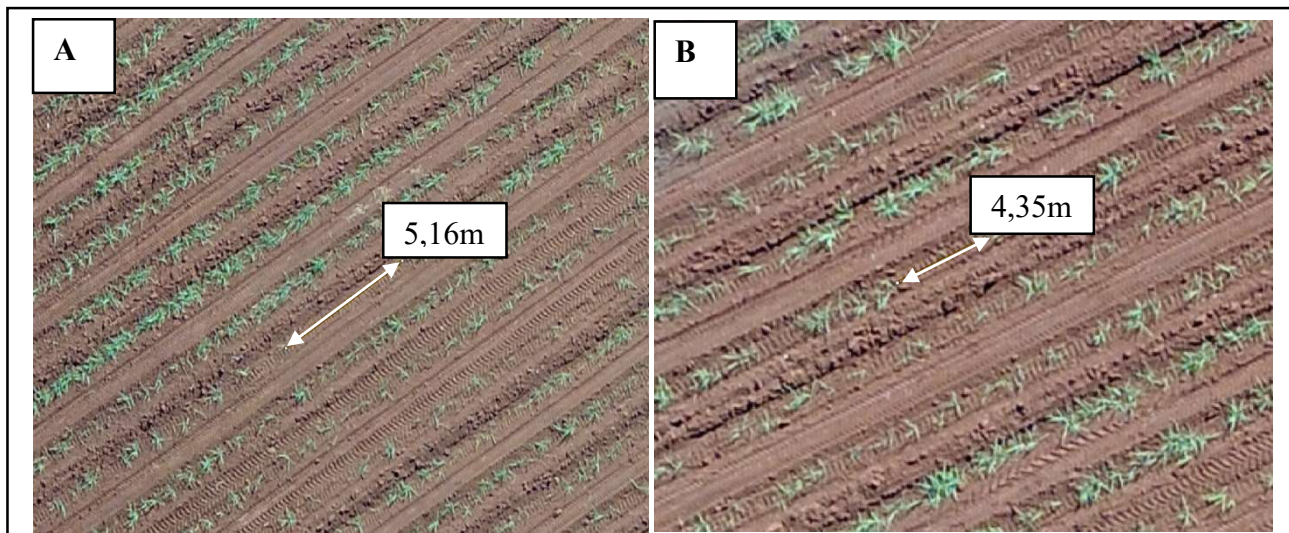
**Figura 8.** Imagem realizada por drone na área.

**Fonte:** Autor, 2020

As imagens processadas foram enviadas para o software livre de Geoprocessamento QGIS, na versão 3.10.

Dentro dos 17 hectares mapeados, foi escolhida uma área de 1,0 hectares para a comparação dos resultados nas duas alturas de voo, 60 metros (A) e 100 metros (B). Em seguida realizou-se nos dois mosaicos, a vetorização de todas as linhas de plantio, e a separação dos trechos com e sem a cana.

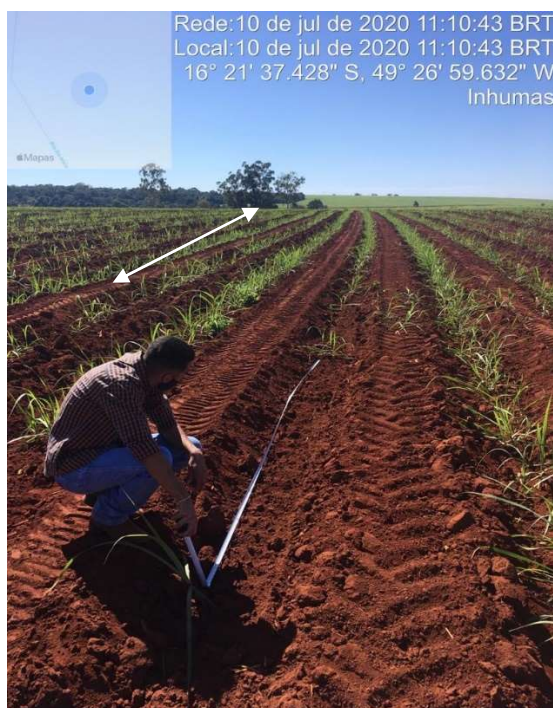
De posse da vetorização, foi possível realizar a identificação das falhas de plantio e a sua mensuração, calculando o tamanho médio das falhas e a sua porcentagem (Figura 9).



**Figura 9.** Distância entre uma planta e outra.

Fonte: Autor, 2020.

Na imagem 10 mostra a coleta de informações, onde está sendo medida as falhas de plantio em determinados pontos, com a utilização de trena, onde na imagem o tamanho da falha foi de 11 metros e 20 centímetros.



**Figura 10.** Falha de plantio de 11 metros e 20 centímetros.

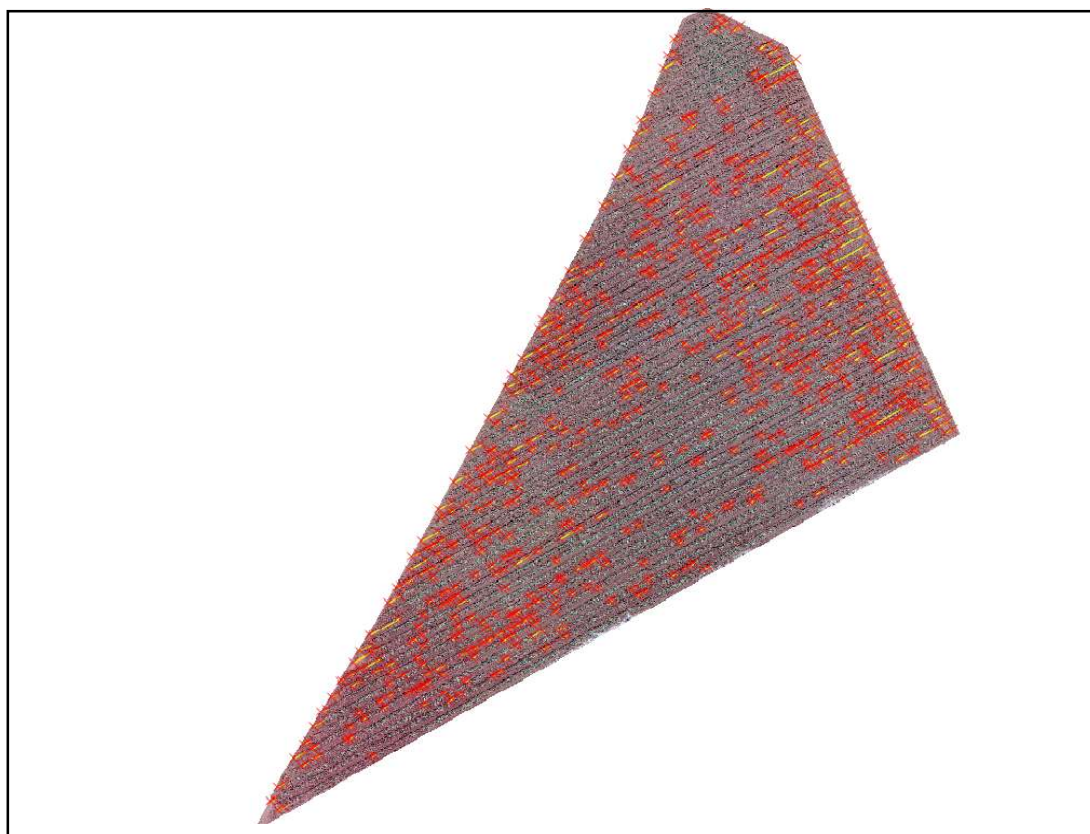
Fonte: Autor, 2020

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este trabalho teve por objetivo aferir a capacidade de um drone em identificar e mensurar falhas de plantio da cana-de-açúcar atestando se é um método economicamente viável, pois ele tem uma agilidade, praticidade e uma maior precisão para realizar a identificação dos erros de distribuição das mudas quando comparadas com outros métodos convencionais, como a visualização terrestre utilizando trenas.

Para a quantificação das falhas foi necessário utilizar o *software* de Geoprocessamento QGIS e o *Agisoft*, que por meio desses programas foram possíveis processar as imagens geradas em campo e analisar a distância entre uma planta e outra. No local do estudo foi recortada uma área de 1 hectare para fazer a média do comprimento dessas falhas comparadas com as diferentes alturas de voo, que foram de 60 e 100 metros e verificar qual extensão obteve valores mais próximos com as medidas com a trena.

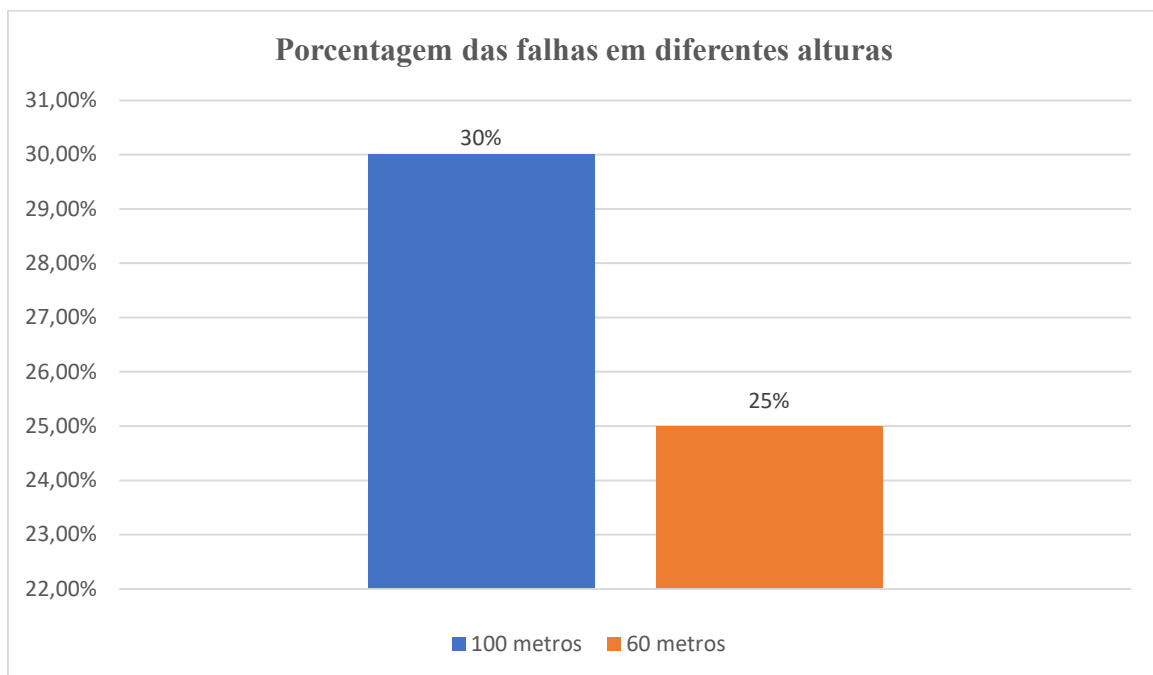
Em 1 hectare foram mensurados 3.630 metros de linhas plantadas e desse valor foram obtidos 933 metros de falha com a altura de 60 metros, já com o voo de maior altura foi de 1.085 metros de falha. No voo com 60 metros de altura fazendo a média da área total de 17 hectares dá aproximadamente 1,5 hectares de falhas, logo há uma porcentagem de 25% de falha na área total de 1 hectares. Na Figura 11 é possível visualizar as marcações onde são as falhas de plantio.



**Figura 11.** Falhas de plantio destacada.

Na altura de 100 metros foram mensurados 1.085 metros de falha em 1 hectare e uma porcentagem de 30% em toda área (17 hectares), levando em consideração que a cana na data do voo estava recente com apenas 0,45 m de altura, portanto, houve uma maior dificuldade de analisar e quantificar as falhas nessa altura. Com essa altura do voo a quantidade total de falhas são aproximadamente 1,8 hectares em média na área total.

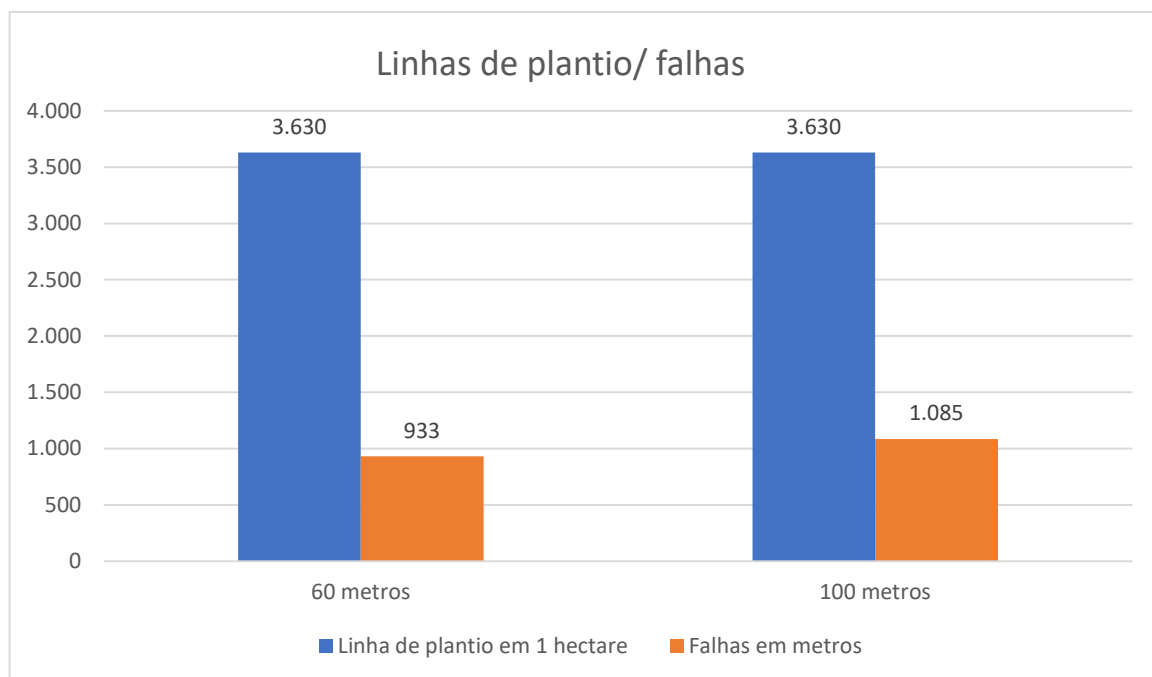
Na figura 12 pode-se observar a diferença das falhas entre as duas alturas, na altura de 100 metros foi possível obter uma diferença de 5% a mais na quantidade de falhas na área. Essa diferença é de 152 metros de falhas, onde na altura de 60 metros teve um resultado menor, porém foi mais precisa devido as imagens geradas nesse voo ter uma melhor resolução, pois na altura de 100 metros e com cana recém-plantada dificultou a visualização, pois há cana que não atingiu altura suficiente, logo foi computada como falha.



**Figura 12.** Porcentagem das falhas nas duas alturas.

Fonte: Autor, 2020

Na figura 13 é possível ver a relação entre área total cultivada e as falhas de plantio em ambos os voos. Observe-se que no eixo y (vertical) está sendo mencionada em hectare e no eixo x os voos nas duas alturas, esse gráfico mostra que houve uma diferença na quantidade de falhas entre os voos, onde o voo de 100 metros teve uma maior quantidade de falhas em hectare.



**Figura 13.** Comparação das falhas em relação a área plantada em 1 hectare.

**Fonte:** Autor, 2020

Em 1 hectare foi apresentado 3.630 m de linha plantada com cana-de-açúcar. No voo com altura de 60 metros, foi possível identificar 933 metros de falhas, quando no voo de 100 metros 1.085 metros, uma diferença significativa. No voo com menor altura, no total de linha plantada houve 25% de falha, enquanto no voo de 100 metros essa margem foi para 30%.

Após os voos com a aeronave, foram escolhidos 4 diferentes pontos onde foi identificado falhas, e nesses pontos foram testadas a metodologia manual, com a utilização da trena, medindo essas falhas em solo e com o drone nas duas alturas citadas anteriormente. No primeiro local, com a trena foi possível chegar ao resultado de 70cm de distância entre uma planta e outra, portanto, pode se dizer que essa distância é considerada uma falha de plantio, pois é considerado até 0,5 metros de distância entre plantas (Figura 14).



**Figura 14.** Medindo a falha por meio de trena.

Fonte: Autor, 2020

Com a utilização do drone também foi possível identificar esse mesmo local da falha, no voo de 60 metros de altura houve uma diferença irrisória quando comparado com a trena, com essa altura ainda pode se obter uma boa precisão, pois não houve diferença significativa entre a visualização com essa altura e com a utilização da trena, pois foi de apenas 5cm a menos (Figura 15).



**Figura 15.** Voo de 60 metros de altura, comprimento de 79,5 cm.

Fonte: Autor, 2020



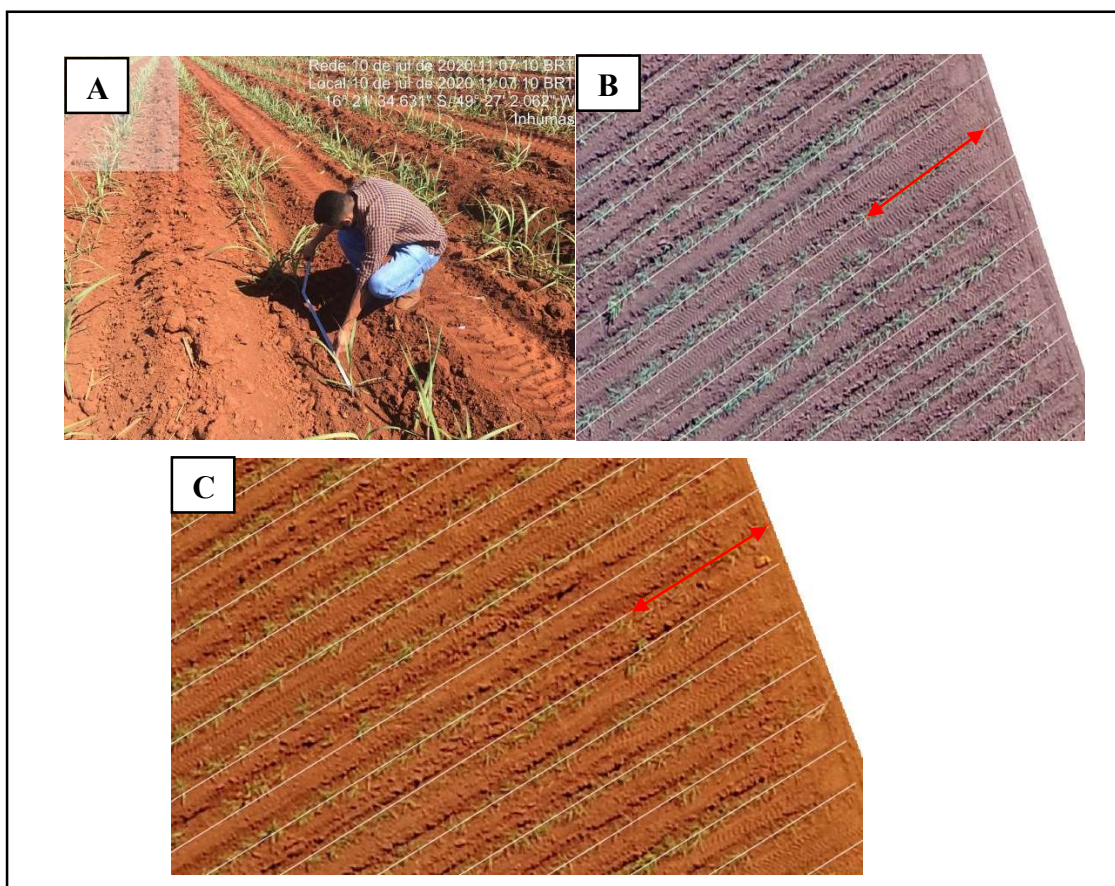
Já com o voo de 100 metros essa diferença foi um pouco maior, pois obteve-se 85cm de comprimento essa mesma falha, uma diferença de 15cm, que é considerada alta pelo fato de que a cana-de-açúcar normalmente é recomendado 0,5 metros o espaçamento entre uma cana e outra (Figura 16).



**Figura 16.** Voo de 100 metros de altura, falha de 60 cm.

**Fonte:** Autor, 2020

No segundo ponto de coleta foi identificado a maior falha na área, que na trena foi de aproximadamente 7 metros de comprimento (A), enquanto na altura de 60 metros (B) foi computada essa linha de falha com 6,35 metros e com a altura de 100 metros (C) essa diferença aumentou para 8,4 metros entre uma planta e outra, uma diferença muito grande comparada com as duas outras maneiras (Figura 17).



**Figura 17.** Mensurando as falhas de plantio em diferentes maneiras

**Fonte:** Autor, 2020

Em outro determinado ponto, com posse do material utilizado para mensuração de forma manual foi dimensionada uma falha de 65 cm, quando nos dados gerados pelos programas de Geoprocessamento deu-se que o resultado do voo com 60 metros foi de 50 cm, já com o outro voo foi para 85 cm.

No quarto ponto coletado na altura de 100 metros a distância dessa falha foi de 1,25 cm e no voo com 60 metros essa falha foi de 90 cm, já com a técnica manual esse espaço sem planta foi de 1,05 metros.

Em todos os pontos coletados o voo com menor distância do solo sempre teve um resultado mais aproximado do método convencional, com a utilização da trena. Portanto, para obter uma precisão maior é importante trabalhar com o voo na distância de 60 metros de altura, pois permite que a diferença seja a menor possível e assim mensurar essas falhas de forma ideal. Na altura de 100 metros houve uma diferença expressiva, onde difere do tamanho real da falha de plantio, logo, dificulta a tomada de decisão.

Levando em conta, na data do voo o solo ainda estava com marcas da máquina pois ainda não havia passado o trator para quebrar os torrões de terra e fechar os sulcos, com isso dificultou bastante a identificação dessas falhas. Outro fator que dificultou o processo foi o

tamanho da cana-de-açúcar, pois ainda estava muito nova e assim algumas não desenvolveram o suficiente.

Na figura 18 demonstra-se o Ortomosaico de uma secção ampliada da área sem vetorização, onde é possível visualizar algumas falhas e marcas de máquinas no solo.



**Figura 18.** Imagem ampliada da área.

Fonte: Autor, 2020

Com a utilização do drone e rápida coleta desses dados, a entrada do plano de ação nesse local é fundamental, pode se afirmar que nesse caso é necessário realizar o replantio, pois a falha tem uma expressão significativa que pode acarretar prejuízos econômicos para a empresa.

Por fim, esse método se faz eficaz e viável, é um recurso que demanda um custo de operação relativamente baixo, a sua precisão faz com que reduza a mão-de-obra pelo fato de que não são necessárias diversas pessoas trabalhando para calcular manualmente em campo essas falhas ou possíveis falhas, há uma redução no tempo de coleta de dados e logo é possível ter uma ligeira tomada de decisão. Nesse caso, o voo com 60 metros de altura se mostrou mais eficiente do que de 100 metros, em relação a precisão.

Essas falhas de plantio podem ter sido ocasionadas devido a regulagem da máquina ou alguma adversidade ambiental. Com isso, é possível realizar o replantio onde ocorreu as falhas para não ter perda de produção e não ocasionar prejuízos para a empresa.

## 5 CONCLUSÃO

Pode se concluir que o voo com 60 metros foi mais eficiente quando comparado ao voo de 100 metros de altura, pois permitiu uma melhor visualização para identificação de falhas de plantio.

Essas falhas podem ter sido ocasionadas por problemas de regulagem da máquina, solo, pragas ou doenças, é necessário a empresa fazer uma avaliação nessa área para realizar o diagnóstico e entrar com plano para intervir e evitar mais falhas e conseqüentemente perdas econômicas.

A utilização do drone para fazer essa identificação é mais ágil que a metodologia ultrapassada de mensurar essas falhas em campo, pois feita de forma manual demanda um maior custo de mão-de-obra e também leva um tempo maior. Essa identificação manual é feita com trenas métricas, onde pessoas andavam dentre os talhões identificando e medindo os intervalos entre cada planta e assim anotadas para verificar se é uma possível falha, é um trabalho demorado. Todavia, tinha produtores que não utilizavam técnica nenhuma de verificação e essas áreas ficavam com falhas e produtor com prejuízos econômicos, por não ter um plano de ação.

## 6 REFERÊNCIAS

ALVES, Matheus Oliveira *et al.* Otimização da Identificação de Falhas de Plantio na Cana-de-açúcar com Uso de Geoprocessamento. In: **X Congresso Brasileiro de AgroInformática**, 2015a.

ALVES, Matheus Oliveira *et al.* O Uso de Imagens do “Drone Agrícola” para Identificação de Falhas no Plantio de Cana-de-Açúcar, 2015b.

ARANTES, Bruno Henrique T. Tondato *et al.* APLICAÇÕES COM DRONE NA AGRICULTURA. Anais da Semana Agrônômica da Faculdade Evangélica de Goianésia, v. 8, n. 2018.

BARROS, José Érico do Nascimento. **Análise de falhas no cultivo de cana de açúcar a partir de imagens de aeronave remotamente pilotada**. 2018. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

CONAB, CNDA. Acompanhamento da safra brasileira Cana-de-açúcar. 2020.

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.

GREGO, Célia Regina *et al.* Agricultura de precisão em cana-de-açúcar. **Embrapa Territorial-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2014.

JORGE, Lúcio André de Castro; INAMASU, Ricardo Yassushi. Uso de veículos aéreos não tripulados (VANT) em agricultura de precisão. **Embrapa Instrumentação-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2014.

LAMPARELLI, Rubens Augusto Camargo. Agricultura de precisão Agência Embrapa de Informação Tecnológica, 2016. Acesso em, v. 6, 2016.

MANHÃES, Carmen Maria Coimbra *et al.* Fatores que afetam a brotação e o perfilhamento da cana-de-açúcar. 2015.

MANTOVANI, Evandro Chartuni; COELHO, Antônio Marcos; MATOSO, Marcos Joaquim Agricultura de precisão. EMBRAPA. Artigos... disponível em:< <http://www.embrapa.br/noticias/artigos/folder>, p. 02-02.1550581232, 2005.

MARCHIORI, Luís Fernando Sanglade; TREVISAN, Hedio Manzano. Levantamento de falhas na cultura de cana-de-açúcar por veículo aéreo não tripulado (VANT).

MISSIO, Camilla *et al.* Qualidade do plantio mecanizado de cana-de-açúcar. 2016.

MOLIN, José Paulo. Agricultura de precisão: números do mercado brasileiro. *Boletim Técnico*, v. 3, 2017.

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

PALOSCHI, Rennan Andres; JÚNIOR, Clóvis Cechim; JOHANN, Jerry Adriani. Geotecnologias e redes neurais artificiais para o mapeamento da cultura de cana-de-açúcar por

meio de serie temporal de EVI no estado do Paraná. **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTOSBSR**, v. 17, p. 3875-3881, 2015.

RICHETTI, Jonathan *et al.* Modelos agrometeorológicos, espectrais e de inteligência artificial para estimação de produtividade de soja. 2018.

SILVA, Jadson Maximiano. *et al.* **USO DE DRONE FOTOGRAFÉTRICO PARA IDENTIFICAÇÃO AUTOMÁTICA DE FALHAS NO PLANTIO DE MILHO.**

SILVA, Mateus Tinoco; LEMOS, Odair Lacerda. Análise De Falhas No Plantio De Café Por Meio De Ortomosaico Produzido Com Aeronave Remotamente Pilotada. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA**. 2017. p. 430-433.

SOARES FILHO, Romeu *et al.* Agricultura de precisão: particularidades de sua adoção no sudoeste de Goiás–Brasil. *Engenharia Agrícola*, v. 35, n. 4, p. 689-698, 2015.

VASCONCELOS, Jane Rodrigues. Cana-de-açúcar: crescimento, maturação e distribuição de energia. 2013. 52 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade o Oeste Paulista – Unoeste, Presidente Prudente, SP.

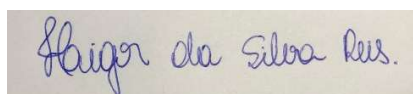
## AUTORIZAÇÃO PARA PUBLICAÇÃO

Eu, HIGOR DA SILVA REIS, matricula nº 201711055, declaro, para os devidos fins e sob pena da lei, que o trabalho intitulado UTILIZAÇÃO DE VEICULOS AEREOS NÃO TRIPULADOS PARA IDENTIFICAÇÃO DE FALHAS DE PLANTIO NA CANA-DE-AÇÚCAR é uma produção de minha exclusiva autoria e que assumo, portanto, total responsabilidade por seu conteúdo.

Declaro que tenho conhecimento da Legislação de Direito Autoral, bem como da obrigatoriedade da autenticidade desta produção científica. Autorizo sua divulgação e publicação, sujeitando-me ao ônus advindo de inverdades ou plágio e uso inadequado de trabalhos de outros autores. Nestes termos, declaro-me ciente que responderei administrativa, civil e penalmente nos termos da Lei 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, que altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos autorais e dá outras providências.

Pelo presente instrumento autorizo o Centro Universitário de Goiás – UNIGOIÁS a disponibilizar o texto integral deste trabalho, tanto em suas bibliotecas, quanto em demais publicações impressas ou eletrônicas, como periódicos acadêmicos ou capítulos de livros e, ainda, estou ciente que a publicação será em coautoria com o/a orientador/orientadora do trabalho.

Goiânia, 15 de dezembro de 2020.



---

Higor da Silva Reis

Discente