



UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA

MARCOS BITTENCOURT PREVE

UTILIZAÇÃO DE *DRONES* PARA IDENTIFICAÇÃO DE FALHAS NO PLANTIO

Tubarão

2021

MARCOS BITTENCOURT PREVE

UTILIZAÇÃO DE *DRONES* PARA IDENTIFICAÇÃO DE FALHAS NO PLANTIO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade do Sul de Santa Catarina como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientadora: Profa. Patrícia Menegaz de farias, Dra.

Tubarão
2021

MARCOS BITTENCOURT PREVE

UTILIZAÇÃO DE *DRONES* PARA IDENTIFICAÇÃO DE FALHAS NO PLANTIO

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do título de Engenheiro Agrônomo e aprovado em sua forma final pelo Curso de Agronomia da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Tubarão, 12 de julho de 2021.

Professora e orientadora Patrícia Menegaz de Farias, Dra.
Universidade do Sul de Santa Catarina

Prof. Juliano Cesconeto, Me.
Universidade do Sul de Santa Catarina

Alnahar Oliveira, Eng. Agr.

Dedico esse trabalho a toda a minha família e em especial a minha mãe que sempre esteve ao meu lado, me encorajando a conquistar meus objetivos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais e familiares por todo apoio e incentivos depositados, sempre e acreditando no meu potencial.

A Universidade do Sul de Santa Catarina e ao todo corpo docente, por oportunizar a realização de um sonho. Agradeço em especial minha orientadora, professora Patrícia Menegaz de Farias, pelo auxílio no desenvolvimento do trabalho.

Aos profissionais e colegas de trabalho que durante a caminhada contribuíram compartilhando conhecimentos e experiências.

Aos amigos que partilharam dessa trajetória comigo, apoiando e contribuindo. E aos colegas que construí nestes anos de faculdade, que enfrentaram comigo todas as dificuldades do curso.

“Quando você faz de modo inusitado as coisas comuns da vida, você controla a atenção do mundo.” (George Washinton Carver, 1943).

RESUMO

Diante das tecnologias de geração de dados que vem se tornando cada vez mais presente no meio agrícola, o presente estudo teve como objetivo avaliar a prospecção da utilização agronômica do *drone*, para falha de plantio através da interpretação de imagens e por meio de técnicas de geoprocessamento, bem como localizar e mensurar os tamanhos dessas falhas. Foram realizados voos com o *drone*, em diferentes estágios da cultura do arroz para se conseguir visualizar e comparar os dados gerados a partir dos aerolevantamentos. Para tal foi definida uma área amostral de 3,2 hectares localizados no município de Treze de Maio, Santa Catarina, Brasil, safra 2020/21. Para a realização do voo autônomo foi utilizado o aplicativo PIX4D, o Agisoft Photoscan foi o software escolhido para processar as imagens feitas pelo *drone* e gerar os ortomosaicos, que foram interpretados utilizando o Arcgis, onde foi possível extrair as métricas das imagens. Foram gerados sete mapas que permitiram a identificação e diferenciação de malhas onde ocorreram a sobreposição de plantio. Com isso, os resultados demonstraram ser possível identificar e quantificar a sobreposição de plantio na área de estudo. Com os ortomosaicos gerados a partir dos voos, se observou as falhas e com o auxílio das ferramentas de SIG foi possível definir as áreas com sobreposição, tornando a ferramenta, uma aliada no gerenciamento da propriedade. Assim, o *Drone* juntamente com as técnicas de geoprocessamento e processamento de imagens, demonstrou ser capaz de capturar imagens com qualidade necessária para realizar a diferenciação dos pontos onde ocorreu a falha ocasionando a sobreposição no plantio.

Palavras-chave: *Drone*. Falha de plantio. Geoprocessamento.

ABSTRACT

Due to data generation technologies which have been becoming increasingly present in the agricultural environment, this academic work had the purpose of evaluate the prospect of the agronomic use of the drone for planting failure through image interpretation and through geoprocessing techniques to locating and measuring the sizes of these faults. As a matter of fact drone flights were carried out at different stages of the rice crop in order to visualize and compare the data generated from the aerial surveys. For this purpose, a sample area of 3.2 hectares located in the municipality of Treze de Maio, Santa Catarina, Brazil, 2020/21 crop was defined. The PIX4D application was used for autonomous flight; Agisoft Photoscan was the software chosen to process the images taken by the drone and generate the orthomosaic images, which were interpreted using Arcgis, so it was possible to extract the metrics from the images. Seven maps were generated that allowed the identification and differentiation of meshes where the planting overlap occurred. This way, the results showed that it is possible to identify and quantify the overlapping planting in the study area. With the orthomosaics generated from the flights, failures were observed and with the help of GIS tools it was possible to define the areas with overlapping, making the tool an ally in property management. According to this, the Drone, together with geoprocessing and image processing techniques, proved to be able to capture images with the necessary quality to differentiate the points where the failure occurred, causing the overlap in the planting.

Keywords: Drone. Geoprocessing. Planting failure.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Fotografias aéreas de acordo com a orientação do eixo da câmera.....	16
Figura 2 - Localização da área de estudo	20
Figura 3 - Foto panorâmica da área de estudo.....	21
Figura 4 - VANT Mavic Air.....	22
Figura 5 - Etapas básicas na utilização de VANT para obtenção de produtos cartográficos. ..	22
Figura 6 -Planejamento de voo realizado no PIX4D.....	23
Figura 7 - Interface do software PIX4D após o término do voo.	24
Figura 8 - Alinhamento de fotos pelo software Agisoft PhotoScan.....	25
Figura 9 - Nuvem densa de pontos	25
Figura 10 - Modelo Digital de Elevação (DEM).....	26
Figura 11 - Ortoimagem processada,.....	26
Figura 12 -Área com sobreposição de plantio	28
Figura 13 -Área sem sobreposição de plantio	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Áreas de sobreposição	29
--	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1	PRODUÇÃO DO ARROZ	13
2.2	EVOLUÇÃO DA AGRICULTURA	14
2.3	FOTOGRAMETRIA	15
2.4	GEOTECNOLOGIAS NA AGRICULTURA DE PRECISÃO	16
2.5	USO DE <i>DRONES</i> PELA AGRICULTURA	18
3	MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1	LOCALIZAÇÃO DA ÁREA	20
3.2	PLANEJAMENTO DE VOO	21
3.2.1	Aeronave utilizada.....	21
3.2.2	Planejamento das missões.....	22
3.3	PROCESSAMENTO DAS IMAGENS	24
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
5	CONCLUSÃO.....	31
	REFERÊNCIAS	32
	APÊNDICES	36
	APÊNDICE A – Mapa de situação, levantamento 22/10/20	37
	APÊNDICE B – Mapa de situação, levantamento 05/11/20	38
	APÊNDICE C – Mapa de situação, levantamento 17/11/20	39
	APÊNDICE D – Mapa de situação, levantamento 19/12/20	40
	APÊNDICE E – Mapa de situação, levantamento 04/01/21	41
	APÊNDICE F – Mapa de situação, levantamento 02/02/21.....	42
	APÊNDICE G – Mapa de situação, levantamento 23/02/21	43

1 INTRODUÇÃO

Nos métodos convencionais de produção agrícola os tratamentos para correção de problemas como à baixa fertilidade são feitos de maneira homogênea (LÓPEZ *et al.*, 2015). Não existe segmentação por áreas afetadas, por exemplo, por pragas ou degradação do solo utilizando sem necessidade a mesma correção para toda a lavoura. Assim, o setor do agronegócio possui grande interesse em ferramentas que auxiliem na gestão da produção (BERNARDI *et al.*, 2014).

Com base em dados coletados, armazenados e processados por um sistema de apoio à decisão, agrônomos, legisladores e agricultores podem tomar potenciais ações na gestão da produção agrícola. Avanços veem sendo desenvolvidos para o meio agrícola proporcionando ganhos de produtividade, melhorando o gerenciamento e reduzindo custos (ANTONOPOULOU *et al.* 2010). Desta forma, tecnologias empregadas na agricultura, como o GPS (*Global Positioning System*) vieram para atender as necessidades e buscar melhores resultados, trazendo inovações para as máquinas controladas por computadores (DENVER, 2019).

Uma vez que é possível extrair informações relevantes da produção agrícola a partir de imagens de satélite (SUGIURA *et al.*, 2003). A resolução deste tipo de imagem dificulta a determinação de características do solo e da plantação em alguns cenários, contudo a problemática tem sido resolvida com a introdução da nova geração de Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs) (PEÑA *et al.*, 2013).

O monitoramento por meio de *drones* possibilita um melhor controle no plantio, garantindo o alcance da produtividade desejada (GOMES, 2018). Ressalta-se que a fotografia aérea é um registro instantâneo dos detalhes do terreno que se determina principalmente pela distância focal entre a lente da câmera e pela altura do voo do avião (RAY, 1963). Com o surgimento da fotogrametria digital, a partir da criação das imagens digitais, houve uma grande utilização da fotogrametria. Esta que foi impulsionada pelos avanços na informática onde os computadores com maior capacidade e softwares avançados processavam as imagens (FURTADO, 2003).

O plantio é sempre o investimento crucial na condução de qualquer cultura e é a base de seu desenvolvimento. Já as falhas se tornam um fator limitante na produção, uma vez que são resultados da variabilidade das condições climáticas, as condições do solo, dos sistemas mecanizados, dos índices de qualidade de operações agrícolas e da qualificação dos operadores (ALBIERO, 2010).

Por meio do crescimento tecnológico, novas ferramentas estão sendo desenvolvidas permitindo uma melhor aquisição de dados, redução do custo de produção, maior eficiência de trabalho, melhor precisão e velocidade nos processos produtivos (OTAKE, 2017). Desse modo, o Processamento Digital de Imagens (PDI), a Geoestatística e os SIG compõem uma parte da geotecnologia que se apresenta como uma ferramenta facilitadora para a gestão da produção agrícola. Nessa ótica, o trabalho teve como objetivo a prospecção da utilidade agronômica do *drone*, para falha de plantio através da interpretação de imagens.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 PRODUÇÃO DO ARROZ

O arroz é um dos cereais mais produzidos e consumidos no mundo, sendo o principal alimento de mais da metade da população mundial. O Brasil é responsável por 77,45% da produção de arroz no bloco Mercosul (CONAB, 2019). Dois terços da produção nacional provêm do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (SOSBAI, 2016).

O cereal teve seu cultivo iniciado no Brasil após 1530, na capitania de São Vicente, onde se espalhou mais tarde pelas regiões do litoral. Chegou na região sul em 1904, no município de Pelotas, no estado do Rio Grande do Sul, onde foi produzido de maneira profissional utilizando técnicas de irrigação. E em 1912, a produção sofreu um incremento alavancado por veículos movidos a vapor, que acionavam bombas de irrigação, facilitando assim a produção (PERREIRA, 2002).

Em Santa Catarina, no início do século XX, o arroz começou a ser produzidos por imigrantes italianos no Vale do Itajaí, provavelmente em decorrência das características ambientais da região que tem predominância de solos argilosos e mal drenados e pelo fato de inexistência de uma estação seca (EPAGRI, 2002).

As falhas de plantio, por sua vez, são oriundas de todos os processos de produção, como: preparo do solo, plantio, tratamentos culturais e colheita, assim como de fatores como clima adverso, ataque de pragas e doenças (MATSUOKA; STOLF, 2012; SANTOS *et al.*, 2013; CAMPANHÃO, 2020). Ainda, existem outros fatores que acarretam falhas no plantio. A variabilidade das condições climáticas, as condições do solo, dos sistemas mecanizados, dos índices de qualidade de operações agrícolas e da qualificação dos operadores (ALBIERO, 2010).

Em áreas onde o plantio mecanizado do arroz é realizado por máquinas semeadoras, e na operação, é necessário que o equipamento distribua as sementes uniformemente na linha de plantio, esses fatores se tornam um dos mais importantes para a produtividade das culturas semeadas em linha (ANDERSON, 1986). Assim, a identificação e a quantificação de falhas nas lavouras são de extrema importância para verificar a uniformidade da germinação, os padrões de perfilho por metro, entre outros. E, mensurar a qualidade da operação realizada, garantindo assim a produtividade.

2.2 EVOLUÇÃO DA AGRICULTURA

O Brasil passou a ser nos últimos anos um grande exportador de alimento, com aumentos significativos na produção e na produtividade agropecuárias, sendo o avanço tecnológico um aspecto de suma importância para esse aumento da produtividade, ao qual se refere a quantidade produzida em uma determinada área (EMBRAPA, 2018).

Segundo a CONAB (2021) o Brasil passou de uma produção de arroz com produtividade de 2723 kg/há em 1996, para uma produtividade de 6715 kg/há em 2020, tendo a tecnificação como um dos incrementos responsável pelo aumento de produtividade. As operações empregadas na agricultura atual são realizadas de forma diferentes de anos atrás, é possível identificar que esses avanços na produtividade se deram principalmente por novas tecnologias empregadas pela agricultura 4.0 (DENVER, 2019).

Muitos avanços estão sendo desenvolvidos para o meio agrícola proporcionando ganhos de produtividade, melhorando o gerenciamento e reduzindo custos. Assim, tecnologias como o GPS vieram para atender as necessidades e buscar melhores resultados, trazendo inovações para as máquinas controladas por computadores (DENVER, 2019). O sistema de posicionamento global (GPS) foi criado pelo governo dos Estados Unidos, constituído por 24 satélites, dos quais 21 são de uso corrente e três em “*stand-by*”. Esse sistema permite uma visão de cinco a oito satélites constantemente, em qualquer lugar da Terra (STABILE; BALASTREIRE, 2006).

O *drone* foi das últimas tecnologias implantadas, auxiliando em aspectos no meio agrícola, estando presente em diversos processos, tornando esses equipamentos capazes de realizar levantamento de dados da colheita, identificação de pragas, pulverização, mapeamento de falhas de plantio, otimizando o tempo de tomada de decisões, reduzindo perdas e aumentando a produtividade (GIRALDELI, 2019).

As tecnologias de informação transformaram a maneira como as empresas, as pessoas e os governos trabalham, promovem a eficiência e a inclusão (FAO, IFPRI & OCDE, 2017). No campo também é possível visualizar o uso dessas tecnologias, que trazem impactos diretos para as cooperativas e agroindústrias, melhorando a produtividade, gestão e custos (MASSRUHA; LEITE, 2016).

A agricultura 4.0 se refere a utilização de novas tecnologias no campo, estimulando processos de valor agregado no setor agrícola, utilizando sistemas de rastreamento, sensores, câmeras, GPS, algoritmos inteligentes, produtos e negócios (SIMÕES; SOLER; PY, 2017). Para Bonneau (2017) a base da agricultura 4.0 é a tecnologia, tanto que o desafio que o setor

enfrenta é a padronização tecnológica para garantir a compatibilidade dos equipamentos, requerendo investimentos para a modernização.

De acordo com a EMPRAPA (2016), existe investimentos em projetos para a agricultura 4.0 em parceria com a empresa norte americana Qualcomm, para a produção de *drones* que serão capazes de coletar, processar, analisar e transmitir informações das lavouras em tempo real e para os sistemas de monitoramento ambiental. No nível nacional, tem-se através das instituições de pesquisa agropecuária, priorizado ações de pesquisa e desenvolvimento, inovação e transferência de tecnologia em vários segmentos do agronegócio brasileiro para prover uma melhor assimilação pelos produtores rurais na apropriação de tecnologias (MASSRUHA; LEITE, 2016).

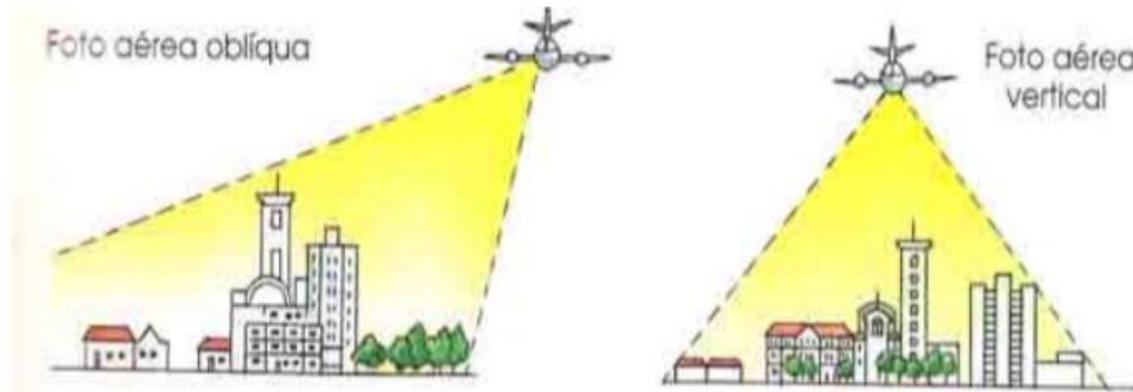
Algumas aplicações dessas novas tecnologia, são destacas pela Sociedade Nacional de Agricultura (2016): 1) sistema de irrigação inteligente, são acionados por dispositivos, que realizam a operação com a quantidade de água e nutrientes necessários (MASSRUHA; LEITE, 2017); 2) agricultura de precisão envolvendo a aplicação de inteligência embarcada, automação e rede de sensores locais para mapeamento de solos e tecnologias que tornam as atividades agrícolas mais precisas e automatizadas (OMEGA AGROSCIENCE, 2016); 3) monitoramento de doenças e de variáveis meteorológicas por meio de sensores, onde os dados são processados gerando os boletins, assim como formas, etapas e manejos do plantio (FACHIN, 2019); e 4) sensoriamento remoto, visando obter mais dados sobre a produção com capacidade de intervenção imediata quando necessário (GSI BRASIL, 2018).

Assim, a transformação chave está na capacidade de coletar, processar e interpolar dados, sendo esses obtidos através de sensores embarcados em tratores, no solo e a utilização de imagens de satélites ou *Drones* (BONNEAU *et al.*, 2017).

2.3 FOTOGRAMETRIA

A fotografia aérea é um registro instantâneo dos detalhes do terreno que se determina principalmente pela distância focal entre a lente da câmera e pela altura do voo do avião (RAY,1963). E, de acordo com a orientação do eixo da câmera são classificas em fotografia aérea oblíquas ou fotografia aérea vertical (Figura 1).

Figura 1 - Fotografias aéreas de acordo com a orientação do eixo da câmera.



Fonte: Almeida (1995, p. 11).

As fotografias aéreas verticais são tomadas com eixo ótico coincidindo com a vertical do lugar fotografado. Nas aerofotos verticais o eixo ótico da câmera é mantido, o mais vertical possível, possibilitando dessa forma, apresentar grande número de detalhes e fornecem uma visão mais uniforme. As aerofotos oblíquas são quando o eixo ótico possui um ângulo de inclinação em relação a vertical, não possuindo relação com a altura do avião (RAY, 1963).

A fotogrametria está em constante evolução tecnológica. Os avanços mais intensos da fotogrametria foram na década de 60, pois até a década de 50 os processos fotogramétricos eram mecânicos, sendo denominada fotogrametria analógica (FURTADO, 2003). Com as imagens digitais como fonte de dados, nos anos 80 surge a fotogrametria digital. processos matematicamente complexos puderam ser implementados e popularizados. Hoje, ortofotos têm alcançado níveis de popularidade próximos aos das cartas convencionais, e essa situação tende a perdurar (COELHO; BRITO, 2009).

A fotogrametria digital é fundamentada na utilização de imagens digitais, no armazenamento em meio magnético e na forma de pixel (FURTADO, 2003). O formato digital de imagem representa a imagem no formato de matriz ou malha. A imagem pode ser considerada digital quando cada elemento nela contido pode ser representado por um valor numérico possibilitando sua localização no espaço (WOLF, 2000).

2.4 GEOTECNOLOGIAS NA AGRICULTURA DE PRECISÃO

O crescimento tecnológico vem proporcionando a criação de diversas ferramentas, que estão auxiliando em diferentes áreas, incluindo a agrícola. Essas tecnologias permitem uma

melhor aquisição de dados, redução do custo de produção, maior eficiência de trabalho, melhor precisão e velocidade nos processos produtivos (OTAKE, 2017).

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 a tomada de decisão. São utilizados GPS, sistema de mapeamento, softwares, sensores e os veículos aéreos não tripulados.

A EMBRAPA (2014), define que geotecnologias são conjuntos de técnicas e métodos científicos utilizados para a análise, exploração, estudo e conservação dos recursos naturais, considerando diferentes escalas e a informação espacial, sendo também utilizadas no estudo da paisagem e variáveis ambientais, na análise e auxílio na prevenção de desastres naturais, além de gerenciar e de monitorar a atividade humana. Esse conjunto de técnicas é formado por hardware (satélites, câmeras, GPS, computadores) e software capaz de armazenar e manipular as informações.

As geotecnologias englobam processamento e armazenamento de dados geoespaciais por meio dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG), Sistema de Navegação Global por Satélite (GNSS), e Sistemas de Processamento de Imagens (SPI). O nome mais correto para o *Global Positioning System* (GPS) é *Navigation System for Timing and Ranging* (NAVSTAR), esse sistema é composto por três segmentos: espacial (satélites), controle (rede de estações terrestres de monitoramento) e por fim, usuários.

O Processamento Digital de Imagens (PDI), a Geoestatística e os SIGs compõem uma parte da geotecnologia. Os conceitos de definem geotecnologia é muito mais amplo do que se estabelece, não se limitando em apenas mapeamento, localizações e outros, mas sim a um conjunto de fatores que levam a resultados esperados por diferentes profissionais (SILVA, 2003).

Rodrigues (1993) define o geoprocessamento como o conjunto de tecnologias de coleta, tratamento, manipulação e apresentação de informações espaciais voltado para um objetivo específico. Este conjunto tem como ferramenta principal o Geographical Information System GIS, também conhecido como Sistema de Informações Geográficas (SIG).

Permitindo uma avaliação mais ágil e objetiva o SIG, possibilita o cruzamento de diferentes informações para gerar mapas valiosos na avaliação de terras (FILHO *et al.*, 2016). O geoprocessamento associado às técnicas atuais de mapeamento, dentre elas a topografia convencional, utilização de fotografias aéreas, imagens de satélite, Sistema de Posicionamento Global por Satélite (GPS), imagens de vídeo, bem como outras formas de aquisição de dados, torna possível a aquisição de mapas temáticos e a quantificação de áreas, como por exemplo:

áreas de agricultura, pastagem, campo nativo, reflorestamentos e florestamentos, florestas nativas (consideradas de preservação permanente), fruticultura, afloramentos rochosos, banhados, áreas sujeitas a alagamento, açudes, barragens, áreas erodidas ou em processos, comprimento de estradas e cercas, áreas degradadas, bem como outras formas de utilização (MOTTA; WATZLAWICK, 2000).

Sabendo do grande volume de dados é preciso que técnicas não convencionais sejam adotadas pelo produtor para manipulação, planejamento e simulação dos dados. Assim, o geoprocessamento e as técnicas de sensoriamento remoto demonstram grande potencial de aplicação (REGHINI; CAVICHIOLI, 2020).

É possível ao produtor, relacionar ao seu mapa um banco de dados, visando um aumento na produtividade. Com isso, o geoprocessamento aumenta a eficiência na utilização dos insumos e a lucratividade da cultura, auxiliando na tomada de decisão, diminuindo o impacto ambiental da atividade, realizando o controle e acompanhamento no manejo de pastagens e solos, reflorestamentos e o monitoramento de áreas irrigadas, pragas e doenças (MOTTA; WATZLAWICK, 2000).

2.5 USO DE DRONES PELA AGRICULTURA

Conceitualmente, as aeronaves que não têm contato físico direto com pilotos são chamadas de Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT), que vem da expressão em inglês *Unmanned Aerial Vehicles* (UAV), que substituiu o termo *Remotely Piloted Vehicle* (RPV) (NEWCOME, 2004). *Drone* é um termo genérico, sem definição técnica ou na legislação. Esse termo originado dos Estados Unidos, se difundiu designando todo e qualquer objeto voador não tripulado, para fins profissionais, recreativos, comerciais, entre outros (GALVÃO, 2017).

O Regulamento Brasileiro da Aviação Civil Especial N.º 94 estabelece que todo VANT é um aeromodelo capaz de ter sustentação e circular no espaço aéreo por meio de reações aerodinâmicas (ANAC, 2015). Esses tipos de aeronaves são capazes de realizar monitoramentos, reconhecimento tático, vigilância e mapeamento, e se forem equipadas com transmissores de dados, também existe a possibilidade de transmissão de dados em tempo real (MEDEIROS, 2007).

Os VANT's vêm se consolidando como uma importante opção na agricultura de precisão, visto que a aplicação de novos conhecimentos no meio rural, ajudam o produtor na identificação das estratégias que possam aumentar a eficiência no gerenciamento maximizando a produtividade. (ALONÇO, 2005; MEDEIROS *et al.*, 2008). Nos últimos anos os principais

usos dos *drones* na agricultura, estão relacionados à topografia, mapeamento e pulverização (SINDAG, 2018). Ainda, os *drones* auxiliam em diversos aspectos no meio agrícola, tendo capacidade de fornecer dados para avaliar a produtividade da lavoura, além de avaliar aspectos de operações agrícolas como plantio, controle de plantas daninhas, presença de pragas e doenças, estado nutricional da lavoura e manejo do rebanho. Isso é possível devido aos sensores infravermelhos, imagem multiespectral e imagens e filmagens da lavoura (GIRALDELI, 2019).

O investimento no equipamento para área agrícola é compensado pela sua versatilidade, desempenhando várias funções no campo (BASTOS, 2015). Para Gomes (2018) várias são as utilizações do *drone* no campo, trazendo inúmeros benefícios ao produtor rural. O monitoramento por meio de *drones* possibilita um melhor controle no plantio, garantindo que a produtividade que se deseja seja alcançada, desempenhando as atividades de maneira mais eficiente, quando comparado a outros métodos como a utilização de aviões e satélites.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA

A área definida para o estudo se localiza no bairro Lajeado, município de Treze de Maio, Santa Catarina (E= 688383,42 m; N= 6840630,92 m, 2 metros de altitude) (Figura 2). A área possui um total de 3,2 hectares. Trata-se de uma gleba de várzea (Figura 3), pertencente ao senhor Jairo Marcon, que junto com a família gerencia a propriedade há 15 anos.

Historicamente, pelo período de 40 anos a área vem sendo utilizada exclusivamente para o cultivo de arroz irrigado convencional. Neste sistema, o cultivo utiliza de uma lâmina de água em partes do ciclo e o preparo do solo se dá em duas etapas, uma mais profunda realizada com arado que visam, principalmente o rompimento das camadas compactadas e outra mais superficial utilizando grades para nivelar, destorroar, destruir crostas superficiais, incorporar agroquímicos e eliminar plantas daninhas no início do desenvolvimento. A semeadura inicialmente se fazia a lanço e atualmente é realizado em linha.

Figura 2 - Localização da área de estudo, Treze de Maio, Santa Catarina, Brasil.



Fonte: Autor, 2021.

Figura 3 - Foto panorâmica da área de estudo.



Fonte: Autor, 2020.

Na safra 2020/21 o plantio foi realizado no dia 17 de outubro de 2020, utilizando a cultivar IRGA 424 ri com ciclo médio, de 135 dias. Realizou-se uma aplicação antes do plantio de herbicida RADUP® ORIGINAL produzido pela Monsanto, e IMAZETAPIR® registrado pela Nortox. Após o plantio ocorreu novamente a aplicação do IMAZETAPIR®, consorciado com o herbicida CLINCHER® produzido pela Dow Agrosiences. Outro controle fitossanitário se deu através de aplicação única do fungicida NATIVO® produzido pela Bayer

O solo foi corrigido através das duas aplicações de ureia, uma branca e outra fosfatada, e uma do fertilizante NPK 8–28-18.

No mesmo período se deu início ao levantamento aéreo, com intervalos pré-estabelecidos de 15 dias, ocorrendo intervalos maiores nos períodos em que, por motivos climáticos, o voo não pode ser realizado.

3.2 PLANEJAMENTO DE VOO

3.2.1 Aeronave utilizada

Para realizar a cobertura aerofotogramétrica vertical da área de estudo, foi utilizado o VANT modelo Mavic Air (Figura 5), produzido pela DJI. Possui GPS integrado de navegação, o que possibilita a realização de missões no modo totalmente automático, desde a decolagem até a aterrissagem do aeromodelo. O VANT possui mecanismo de estabilização nos três eixos (*pitch*, *yaw* e *roll*), conhecido como Gimbal, cujo objetivo é minimizar as variações da câmera durante o voo, no momento de captura da imagem. Esta estabilização é essencial na captura de fotos com qualidade.

Figura 4 - VANT Mavic Air.



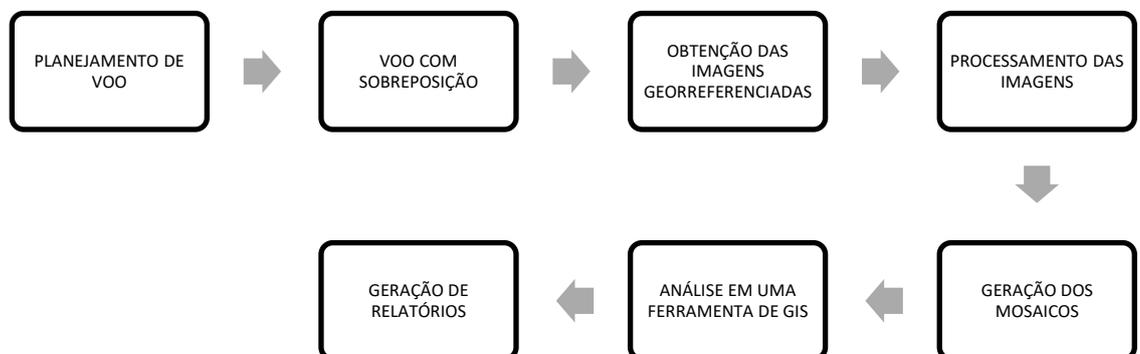
Fonte: Autor,2020.

Para cobrir toda a gleba de 3,2 hectares com uma altura média de 53 metros, o equipamento demandou um tempo de voo médio de 10 minutos e seis segundos, capturando um total de 224 imagens nesse período.

3.2.2 Planejamento das missões

Para realizar os aerolevantamentos foi seguido as diretrizes sugeridas por Jorge e Inamasu (2014) (Figura 5).

Figura 5 - Etapas básicas na utilização de VANT para obtenção de produtos cartográficos.

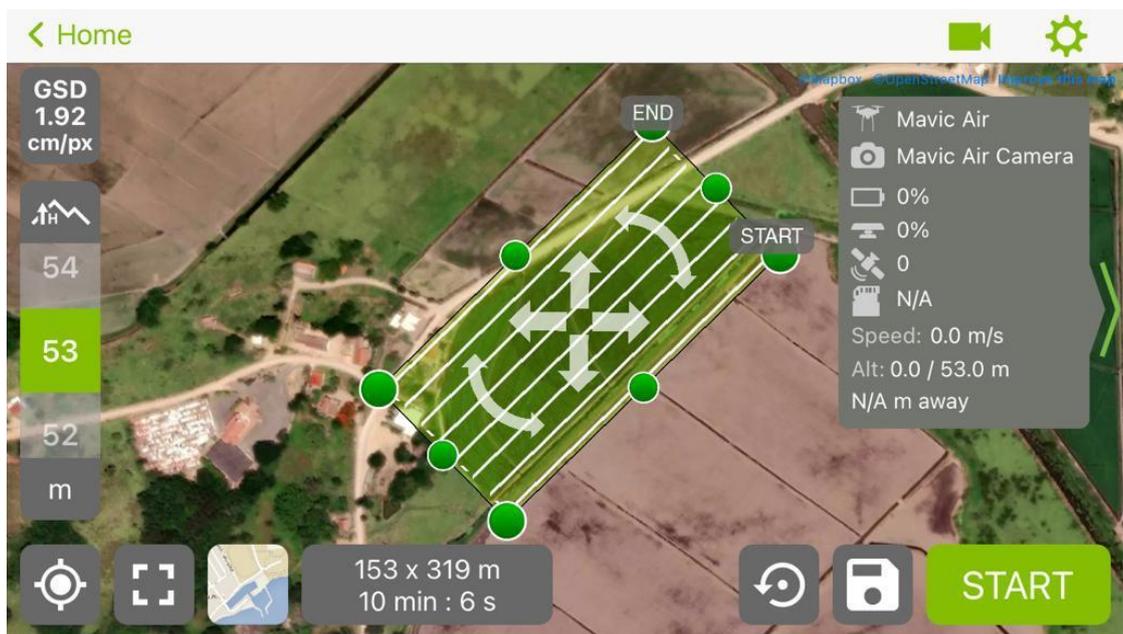


Fonte: Adaptado de Jorge e Inamasu (2014).

O software utilizado para realizar o voo autônomo, foi o PIX4D, este permite criar planos de voo automatizado para capturar imagens da área definida. O limite da área do levantamento aéreo foi baseado nos limites da propriedade. A área de recobrimento foi maior que a de estudo para evitar possíveis distorções nas ortoimagens geradas posteriormente.

Na figura 6, está sendo demonstrado o planejamento pré voo através do aplicativo PIX4D.

Figura 6 -Planejamento de voo realizado no PIX4D.



Fonte: Autor, 2020.

Com a voo planejado, o *Drone* segue de maneira autônoma percorrendo a área definida, coletando as imagens de maneira uniforme conforme Figura 7, que mostra o aplicativo após a realização do levantamento.

A altura do voo foi definida a partir da relação de fatores mensurados em campo. Foi observado a topografia da área, avaliando relevos que pudessem interferir no trajeto do equipamento. As vegetações próximas a gleba de estudo, também foram consideradas a fim de evitar acidentes com o *drone*. Ainda, se avaliou o GSD (*Groud Sample Distance*), que em uma tradução literal significa “distância da amostra do solo”. Essa amostra corresponde a cada pixel, sendo o tamanho do pixel o GSD. Assim o plano de voo para a área de estudo teve a altura definida em 53 metros gerando um GSD de 1,94 cm/pixel.

Figura 7 - Interface do software PIX4D após o término do voo.



Fonte: Autor, 2020.

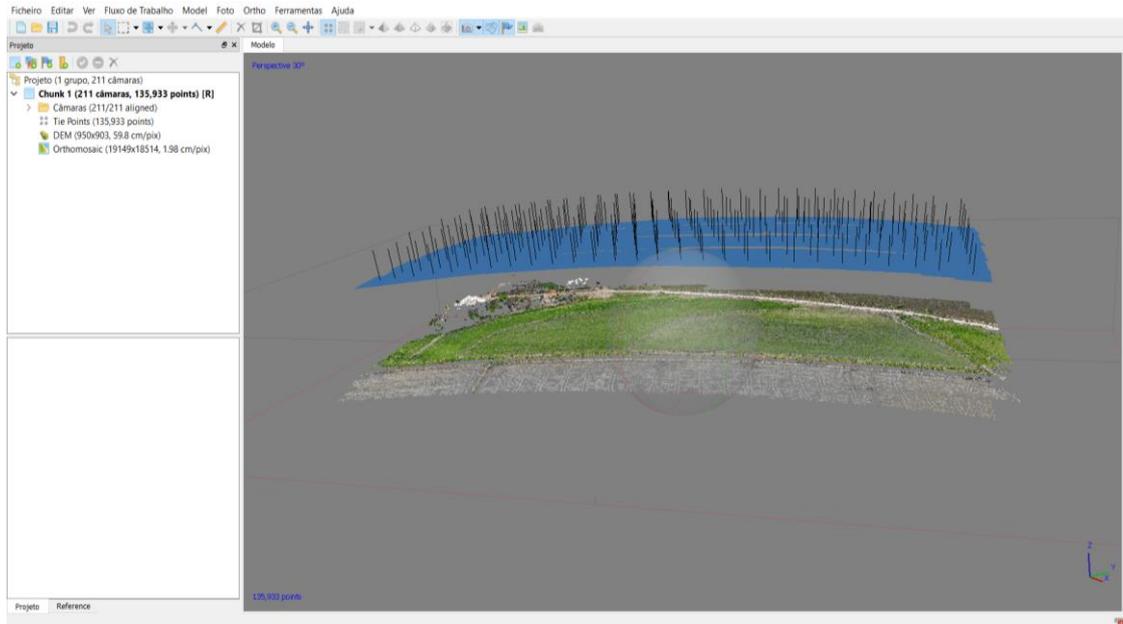
3.3 PROCESSAMENTO DAS IMAGENS

As ortoimagens foram geradas a partir do software de processamento de imagens Agisoft Photoscan. O aplicativo possui uma tecnologia que usa a técnica de fotogrametria digital, permitindo gerar dados, como nuvens de pontos, modelos digitais de elevação, ortoimagens, entre outros.

O processamento das imagens através do Photoscan se dá através de algumas etapas. Com as imagens capturadas pelo *Drone*, o processo tem início com a importação dessas imagens para dentro do software e corrigindo em sequência o sistema de coordenadas para o Sirgas UTM 2000/22S. As fotos são posicionadas sistematicamente no ambiente de trabalho do software, de acordo com a posição geográfica obtida pelo GPS integrado.

As imagens adicionadas no Agisoft passaram pelo processo de alinhamento das fotografias (Figura 8), que através da orientação relativa, busca pontos homólogos nas fotografias sobrepostas e no terreno, gerando uma nuvem de pontos. Foi realizado na sequência uma nova seleção nas fotos, retirando aquelas que não foram orientadas pelo método.

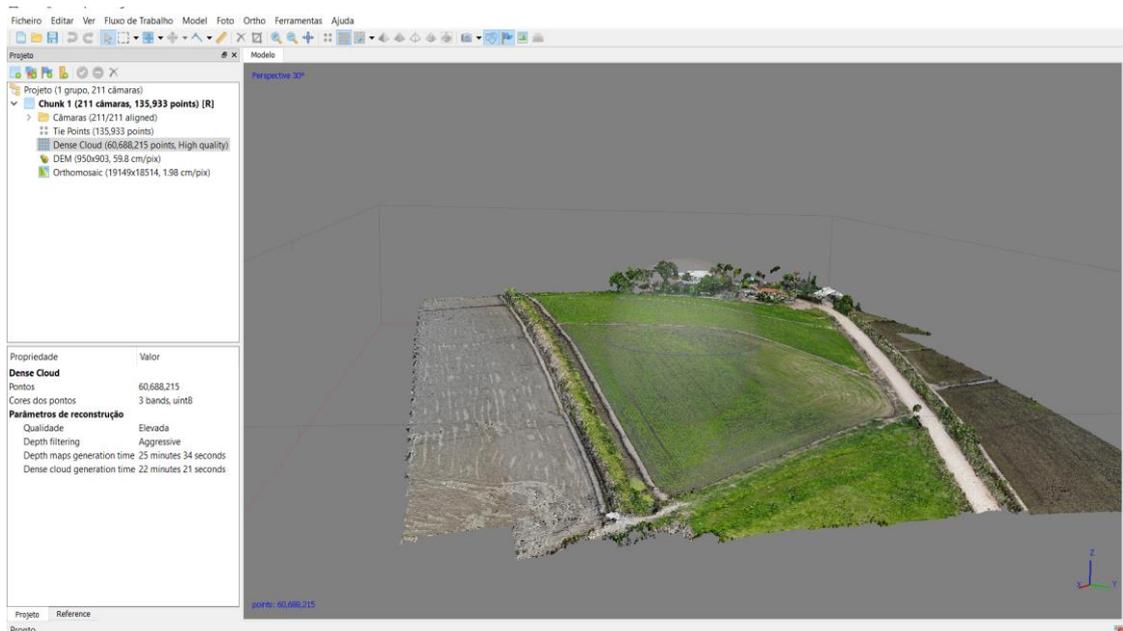
Figura 8 - Alinhamento de fotos pelo software Agisoft PhotoScan.



Fonte: Autor, 2020.

Com o processo de alinhamento das imagens realizado, foi possível dar sequência no processamento das imagens. Foi gerado a partir do alinhamento, a nuvem densa de pontos (Figura 9), que contém 60.688.215 pontos.

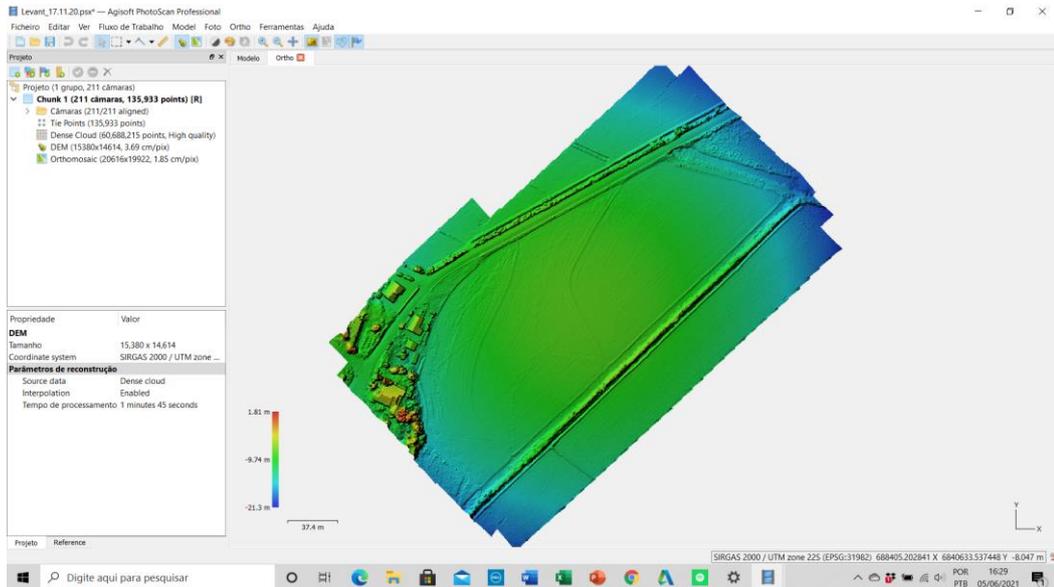
Figura 9 - Nuvem densa de pontos



Fonte: Autor, 2020.

A partir da nuvem densa de pontos foi gerado o Modelo Digital de Elevação (DEM) (Figura 10). Com o processamento do DEM, se conseguiu uma resolução espacial de 3,69 cm/pixel.

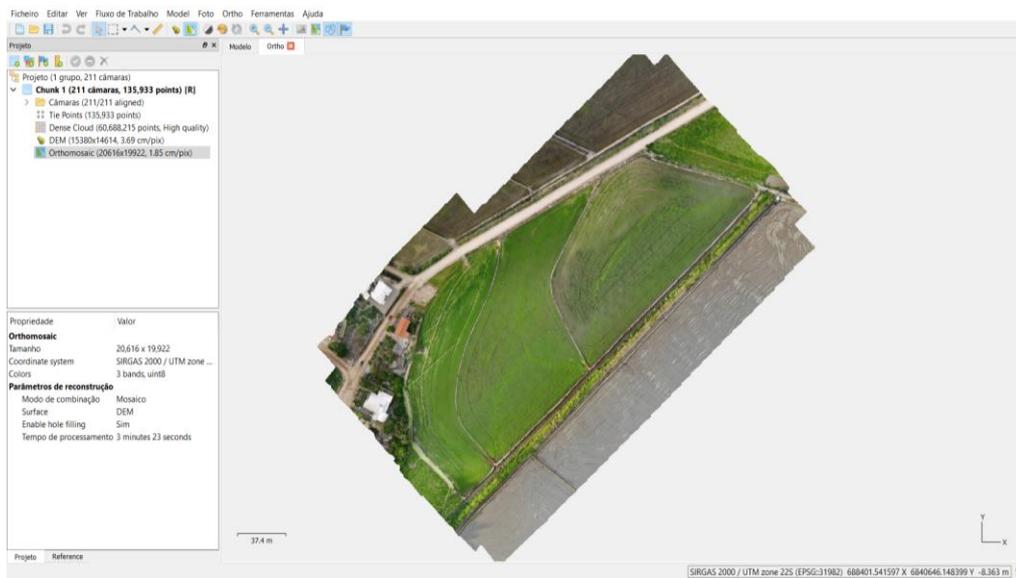
Figura 10 - Modelo Digital de Elevação (DEM).



Fonte: Autor, 2020.

Com o DEM processado, foi possível gerar a ortoimagem (Figura 11). Nesta, conseguiu-se uma precisão de 1,85cm/pixel, o que possibilitou gerar imagens com alta resolução.

Figura 11 - Ortoimagem processada,



Autor, 2020.

Fonte:

Assim que a ortofoto foi processada e exportada para um arquivo com extensão “.tif”. Assim, nessa extensão, foi possível abrir e interpretar a imagem pelo software Arcgis, o que possibilitou gerar os resultados.

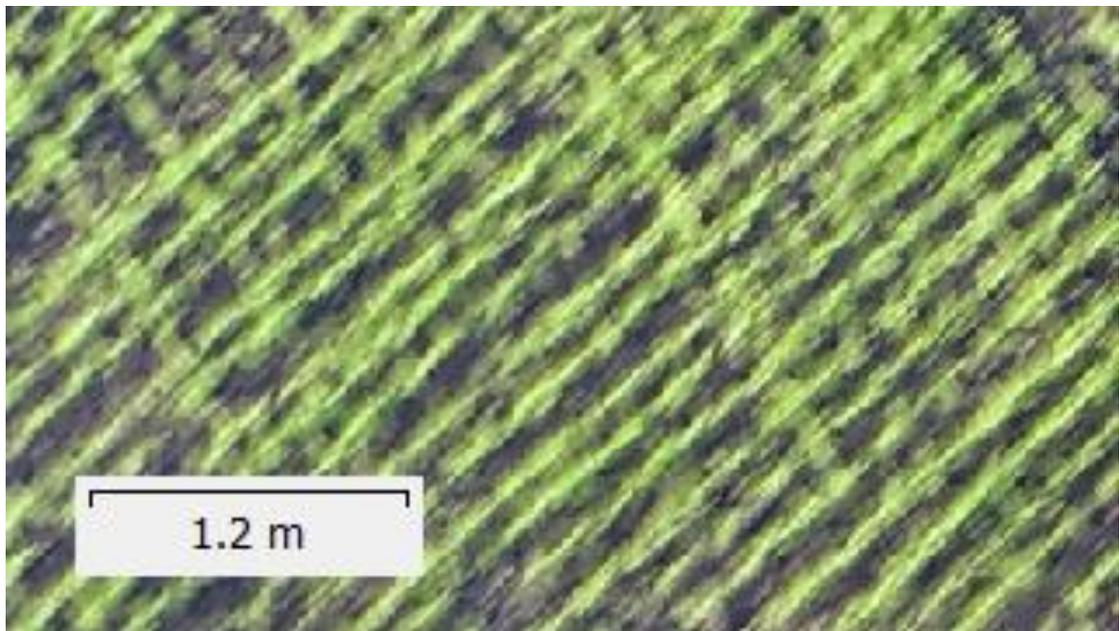
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na safra 2020/21, entre os dias de 17 de outubro de 2020 até 04 de março de 2021 foram realizados sete voos, cujos resultados estão apresentados nos mapas do tópico apêndices. O primeiro voo foi realizado no dia 22 de outubro de 2020. Na data, a arroz ainda não tinha emergido, possibilitando apenas a visualização do solo exposto (Apêndice A), já que a cultura estava em estágio de plântula, acordo com a escala de Couce *et al.* (2000). No dia, somava-se apenas cinco dias da data do plantio e em condições normais do solo, as sementes de arroz germinam entre cinco e sete dias (FAGERIA, 1989).

Com o voo do dia 05 de novembro de 2020 foi possível observar os pontos onde ocorreram a sobreposição no plantio (Apêndice B). Assim, a análise de plantio e possíveis falhas é possível observar através das imagens geradas a partir do *drone* (BASTOS, 2015).

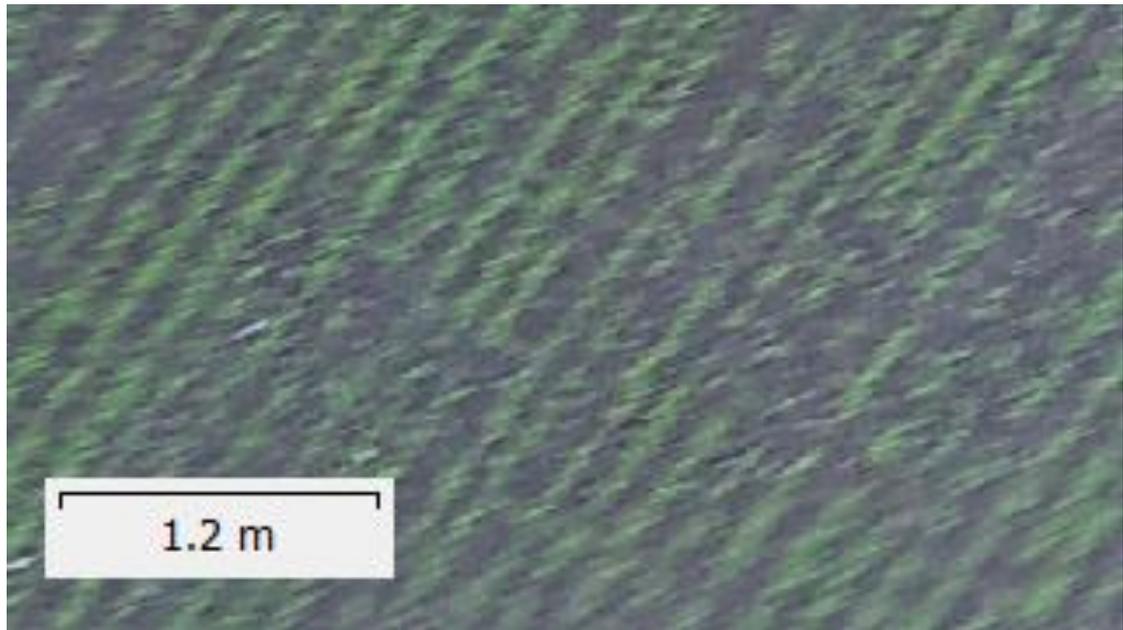
Assim, relacionando as áreas onde ocorreram a sobreposição (Figura 12) e onde não houve a sobreposição (Figura 13) foi possível identificar que o plantio ocorreu mais de uma vez na mesma área.

Figura 12 -Área com sobreposição de plantio



Fonte: Autor, 2020.

Figura 13 -Área sem sobreposição de plantio.



Fonte: Autor, 2020.

Através dos mapas, pode ser visualizado nos polígonos destacados na cor verde, a sobreposição em postos distintos da área de estudo e em diferentes formas. Totalizando 10 polígonos, divididos em três taipas, as áreas de sobreposição somaram um total de 1009,563 m² de sobreposição (Tabela 1).

Tabela 1 – Valores de áreas de sobreposição em uma área de cultivo de arroz, localizada no município de Treze de Maio, Santa Catarina, Brasil.

Áreas de sobreposição	
Área de sobreposição 1	54,328 m ²
Área de sobreposição 2	94,114 m ²
Área de sobreposição 3	129,263 m ²
Área de sobreposição 4	188,072 m ²
Área de sobreposição 5	50,779 m ²
Área de sobreposição 6	123,494 m ²
Área de sobreposição 7	204,351 m ²
Área de sobreposição 8	20,585 m ²
Área de sobreposição 9	21,539 m ²
Área de sobreposição 10	123,038 m ²
Total	1009,563 m²

Fonte: Autor, 2021.

Durante o voo seguinte, realizado no dia 17 de novembro de 2020, a cultura ainda se encontrava na fase vegetativa, onde ainda foi possível observar as áreas de sobreposição

(Apêndice C). As áreas onde ocorram as sobreposições não se alteraram, mas a ortoimagem gerada a partir desse voo, contribuiu com a interpretação realizada a partir no voo anterior.

No dia em que foi realizado o terceiro aerolevanteamento, a cultura já acumulava 30 dias, correspondendo ao estágio vegetativo V3. Esta fase vegetativa tem início na emergência e se estende até o aparecimento do colar da última folha (folha bandeira) (COUCE *et al.* 2000). As plantas neste período tinham um tamanho maior, cerca de 45 cm de altura, contribuindo para a interpretação.

A partir do aerolevanteamento realizado dia 19 de dezembro de 2020 (Apêndice D), não foi mais possível visualizar as áreas onde ocorreu a sobreposição do plantio devido ao processo de perfilhamento estar bem avançado. Nessa data, a cultura já alcançava o estágio reprodutivo R0. A fase reprodutiva estende-se da iniciação do primórdio floral ao florescimento, com duração média de 35 dias em condições tropicais (VERGARA, 1970). Nos voos seguintes, com a cultura se desenvolvendo não se conseguiu fazer nenhuma interpretação relacionado a sobreposições das áreas de plantio.

A sobreposição do plantio se deu devido ao formato irregular da taipa que interferiu nas manobras executadas pelo operador do maquinário resultando em mais de um plantio por área. Dessa forma, como sugerido por Albiero (2010) a qualidade de operações agrícolas e da qualificação dos operadores, são fatores que influenciam no aparecimento de falhas no plantio.

Para a safra 2020/21 o custo da produção de arroz por hectare somou 9.689,78 reais (SENAR, 2021). Assim, relacionando com a área de sobreposição de 1009,563 m², tem-se que o produtor obteve um custo adicional a sua produção de 978,24 reais.

5 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos e metodologia aplicada é possível concluir que:

- 1) O uso do VANT Mavic Air aliado ao software de processamento PhotoScan, permitiu a obtenção de ortoimagens com alta resolução espacial e precisão, a qual foi necessária para a identificação das áreas de sobreposição de plantio;
- 2) *Drone* foi capaz de capturar imagens com qualidade necessária para realizar a diferenciação dos pontos onde o plantio ocorreu de maneira correta e onde ocorreu a falha ocasionando a sobreposição;
- 3) O ortomosaico gerado a partir do processamento das imagens e o uso das ferramentas de SIG, foi possível demarcar e mensurar os pontos de sobreposição existente na área de estudo.

Assim, como conclusão geral, foi possível observar que a utilização dos *drones*, apresentou-se com uma importante ferramenta para auxiliar no gerenciamento como um todo da propriedade. Ainda, o VANT se apresentou como uma ferramenta capaz de fornecer um maior número dados além do apresentado, necessitando de mais estudos na área a fim de desenvolver todas as potencialidades que a ferramenta oferece.

REFERÊNCIAS

- ANTONOPOULOU, Eleni *et al.* **Web and mobile technologies in a prototype DSS for major field crops.** Computers and electronics in agriculture, [s.l.], v. 70, n. 2, p.292-301, mar. 2010. Elsevier BV. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.1016/j.compag.2009.07.024>> . Acesso em: 20 jun. 2021.
- ALBIERO, D. **Desenvolvimento e avaliação de máquina multifuncional conservacionista para a agricultura familiar.** Tese (Dourado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, p. 244. 2010.
- ALONÇO, A. S. **Desenvolvimento de um veículo aéreo não tripulado (VANT) para utilização em atividades inerentes à agricultura de precisão.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 35, 2005.
- ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil. **Requisitos gerais para veículos aéreos não tripulados e aeromodelos.** 2015. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/participacao-social/audiencias-e-consultaspublicas/audiencias/2015/aud13/anexoi.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2021.
- ANDERSON, C.A. **Ensaio de máquinas semeadeiras adubadeiras de precisão.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 15., 1986, São Paulo. Anais... São Paulo: SBEA, 1986. p.18-26.
- BASTOS. **15 usos de drones na agricultura e pecuária.** 2015. Disponível em: <<https://revistagloborural.globo.com/Noticias/Pesquisa-e-Tecnologia/noticia/2015/05/15-usosde-drones-na-agricultura-e-na-pecuaria.html>>. Acesso em: 29 mar. 2021.
- BERNARDI, Alberto Carlos de Campos et al. **Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar.** Brasília-DF: Embrapa, 2014. 596 p.
- BONNEAU. Ribeiro, J., Marinho, D., & Espinosa, J. 2018. **Sienpro Catalao UFG Agricultura 4.0: Desafios à produção de alimentos e inovações tecnológicas.** 2017. Disponível em <<http://sienpro.catalao.ufg.br/>>. Acesso em: 15 abr. 2021.
- COELHO, L; BRITO, J. **Fotogrametria Digital.** Ed uerg, Rio de Janeiro, 2009.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Arroz – Análise Mensal.** Organizador: Sérgio Roberto Gomes dos Santos Junior. – Brasília: CONAB, 2019. 10 p.
- CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Arroz – Série Histórica.** Organizador: Marcos Bittencourt Preve, Disponível em: <https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/safra-serie-historica-graos.html> CONAB, 2020. Acesso em: 20 jun. 2021.
- COUNCE, P.; KEISLING, T.C.; MITCHELL, A.J. **A uniform, objective, and adaptive system for expressing rice development.** Crop Science, Madison, v.40, n.2, p. 436-443, 2000.
- DENVER, W. **Tecnologia na agricultura: importância e principais inovações.** 2019. Disponível em < <https://kalliandra.com.br/tecnologia-agricola-que-moveo-mundo/>> Acesso em: 20 jun. 2021.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Geotecnologias e Geoinformação: O produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF, 2014. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/107363/1/500P-Geotecnologias-e-geoinformacao-ed01-2014.pdf>>. Acesso em: 20 jun 2021.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira**. Brasília, 2018 Disponível em: <<https://www.embrapa.br/documents/10180/9543845/Vis%C3%A3o+2030+-+o+futuro+da+agricultura+brasileira/2a9a0f27-0ead-991a-8cbf-af8e89d62829>>. Acesso em: 15 abr. 2021.

FACHIN, R. Agricultura 4.0: **Revolução Tecnológica No Campo**. Disponível em: <<https://www.grupocultivar.com.br/artigos/agricultura-4-0-revolucao-tecnologica-no-campo>>. Acesso em: 15 abr. 2021.

FAGERIA, N.K. **Solos Tropicais E Aspectos Fisiológicos Das Culturas**. Brasília: EMBRAPA-DPU, 1989. 425p.

FAO, IFPRI, & OCDE. **Information and Communication Technology (ICT) in Agriculture: A Report to the G20 Agricultural Deputies**. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. 2017.

FILHO, G. B. R.; FILHO, J. C. A.; CARVALHO, R. M. C. M. O.; ARAÚJO, M. S. B., FRUTUOSO, M. N. M. A.; BRANDÃO, S. S. F. **Potencial Agroecológico Do Município De Itacuruba, Pernambuco, Brasil**. Revista Brasileira de Geografia Física 9, p. 172-184. 2016.

FURTADO, M. F. **Comparação Altimétrica Entre Pontos Obtidos GPS RTK E Fotogrametria Digital**. 2003. 86 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Engenharia Civil, Departamento de Transportes, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Carlos, São Carlos, 2003. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18137/tde-01102015-152915/pt-br.php>> Acesso em: 03 mai. 2021.

GALVÃO, M. R. **Você Sabe A Diferença Entre Vant, Drone E Rpas**. Disponível em: <<https://www.dronedrones.com.br/single-post/2017/01/06/Voc%C3%AA-sabe-a-diferen%C3%A7a-entre-VANT-DRONE-e-RPAS>>. Acesso em: 18 jun. 2021.

GIRALDELI, A. L. **Drones Na Agricultura: Como Eles Te Ajudam A Lucrar Mais**. 2019. Disponível em: <<https://blog.aegro.com.br/drones-naagricultura/>>. Acesso em: 22 mai. 2021.

GOMES. **Drones na Agricultura: tudo sobre a tecnologia que está mudando o setor**. 2018. Disponível em: <<https://pixforce.com.br/drones-na-agricultura/>>. Acesso em: 21 jun. 2021.

GSI BRASIL. **Agricultura 4.0: a incorporação de tecnologia, sensoriamento e dados às atividades do campo**. 2018. Disponível em: <<https://www.gsibrasil.ind.br/noticia/agricultura-4-0--a-incorporacao-de-tecnologia--sensoriamento-e-dados-as-atividades-docampo>>. Acesso em: 03 jun. 2021.

JORGE, L. A. C.; INAMASU, R. Y. **Uso De Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT) Em Agricultura De Precisão**. In: BERNARDI, A. C. C. *et al.* Agricultura de precisão: Resultados de um novo olhar. 1. ed. Brasília, DF : Embrapa, 2014. Cap 08, p. 109-134.

LÓPEZ, A. F. J. *et al.* **Crops Diagnosis Using Digital Image Processing And Precision Agriculture Technologies.** *Inge cuc*, [s.l.], v. 11, n. 1, p.63-71, jan. 2015. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.17981/ingecuc11.1.2015.06>>. Acesso em: 03 mai. 2021.

MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. **Agricultura Digital.** *RECoDAF – Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar*, Tupã, v. 2, n. 1, p. 72-88, jan./jun. 2016.

MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. de A. **Agro 4.0 - rumo à agricultura digital.** In: MAGNONI JÚNIOR, L.; STEVENS, D.; SILVA, W. T. L.; VALE, J. M. F.; PURINI, S. R. de M.; MAGNONI, M. G. M.; SEBASTIÃO, E.; BRANCO JÚNIOR, G.; ADORNO FILHO, E. F.; FIGUEIREDO, W. S.; SEBASTIÃO, I. (Org.). **JC na Escola Ciência, Tecnologia e Sociedade: mobilizar o conhecimento para alimentar o Brasil.** 2. ed. São Paulo: Centro Paula Souza, 2017.

MEDEIROS, F. A. **Desenvolvimento de um veículo aéreo não tripulado para aplicação em agricultura de precisão.** *Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola).* Universidade Federal de Santa Catarina. Santa Maria, 2007.

MEDEIROS, F. A.; ALONÇO, A. S.; BALESTRA, M. R. G.; DIAS, V. O.; LANDERHAL JR., M. L. **Utilização de um veículo aéreo não-tripulado em atividades de imageamento georeferenciado.** *Ciência Rural*, Santa Maria, v.38, n.8, p.2375-2378, nov, 2008.

MOTTA, J. L.; WATZLAWICK, L. F. **A importância do Geoprocessamento no Planejamento Rural.** *MundoGEO*, Paraná. 2000. Disponível em: <<https://mundogeo.com/2000/02/02/a-importancia-do-geoprocessamento-no-planejamento-rural>>. Acesso em: 28 mai. 2021.

MATSUOKA, S. STOLF, R. **Sugarcane tillering and ratooning: key factors for a profitable cropping,** in: *Sugarcane: Production, Cultivation and Uses.* Araras, p. 138–157.2012.

NEWCOME, L.R. **Unmanned aviation: A brief history of unmanned aerial vehicles.** Reston, Va.: American Institute of Aeronautics and Astronautics, 2004.

OMEGA AGROSCIENCE. **Agricultura de Precisão: ferramentas, benefícios e vantagens.** 2016. Disponível: <<http://www.omegaagro.com.br/2016/06/02/agricultura-de-precisaoferramentas-beneficios-e-vantagens/>>. Acesso em: 29 mai. 2021.

OTAKE, V. S. **Produtos cartográficos gerados a partir de *drones* e aplicações na agricultura.** 2017.

PEÑA, J. M. *et al.* **Weed Mapping In Early-Season Maize Fields Using Object-Based Analysis Of Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Images.** *Plos One*, [s.l.], v. 8, n. 10, p.1-11, out. 2013. Disponível em: < <https://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0077151>>. Acesso em: 02 mai. 2021.

RAY, R.G. **Aerial photographs in geological interpretation and mapping, U.S.** Geological Survey, paper 373, Washington, U.S.A., 1963, 88p.

REGHINI, F. L.; CAVICHIOLI, F. A. **Utilização De Geoprocessamento Na Agricultura De Precisão.** Revista Interface Tecnológica, [S. l.], v. 17, n. 1, p. 329-339, 2020. DOI: 10.31510/infa.v17i1.750. Disponível em: <<https://revista.fatectq.edu.br/index.php/interfacetecnologica/article/view/750>>. Acesso em: 20 jun. 2021.

RODRIGUES, M. **Anais da quarta conferência latino-americana sobre sistemas de informação geográfica/segundo simpósio brasileiro de geoprocessamento.** São Paulo: Epusp, 1993.

SINDAG - Sindicato Nacional das Empresas de Aviação Agrícola. **Uso de drones na agricultura brasileira.** 2018. Disponível em: <<http://sindag.org.br/uso-de-drones-na-agricultura-brasileira/>>. Acesso em: 08 jun. 2021.

SIMÕES, M.; SOLER, L; S.; PY, H. **Tecnologias a serviço da sustentabilidade e da agricultura.** Boletim informativo da SBCS. Mai-ago, 2017

SNA - Sociedade Nacional De Agricultura. **Novas tecnologias da informação devem melhorar atividades no campo.** 2016. Disponível em: <<https://www.sna.agr.br/novastecnologias-da-informacao-devem-melhorar-atividades-no-campo/>>. Acesso em: 15 mai. 2021.

SOSBAI - Sociedade Sul- Brasileira De Arroz Irrigado. **Arroz Irrigado: Recomendações Técnicas da Pesquisa para o Sul do Brasil.** 31. ed. Bento Gonçalves, 2016. 200p.

SUGIURA, Ryo *et al.* **Field information system using an agricultural helicopter towards precision farming.** *Advanced Intelligent Mechatronics*, [s.l.], p.1073-1078, jul. 2003. Disponível em:< <https://dx.doi.org/10.1109/aim.2003.1225491>> Acesso em: 20 jun. 2021.

STABILE, Marcelo C. C.; BALASTREIRE, Luiz A.. **Comparação De Três Receptores Gps Para Uso Em Agricultura De Precisão.** Eng. Agríc., Jaboticabal, v.26, n.1, p.215-223, jan./abr. 2006. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/eagri/v26n1/30113.pdf>>. Acesso em: 03 mai. 2021.

VERGARA, B.S. **Plant growth and development.** In: UNIVERSITY OF THE PHILIPPINES. Rice production manual. Laguna, 1970. p.17-37.

WOLF, PAUL. **Elements of Photogrammetry.** McGraw Hill, 2000. 562

APÊNDICES

APÊNDICE A – Mapa de situação, levantamento 22/10/20

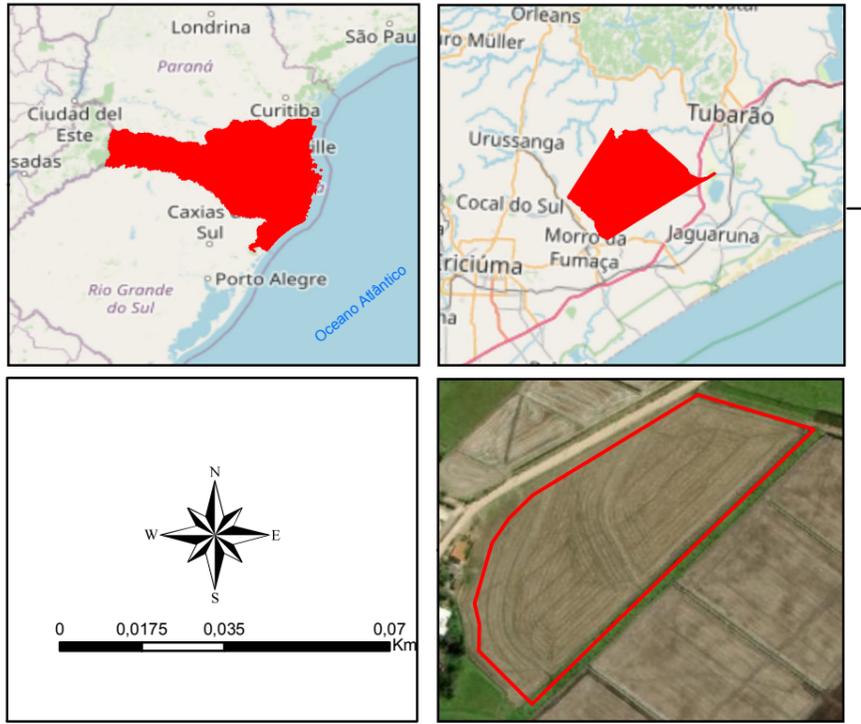
O mapa a seguir corresponde ao levantamento realizado dia 22/10/2020.



Legenda
 — Limite

Referencias:
 Limites Municipais - IBGE, 2006;

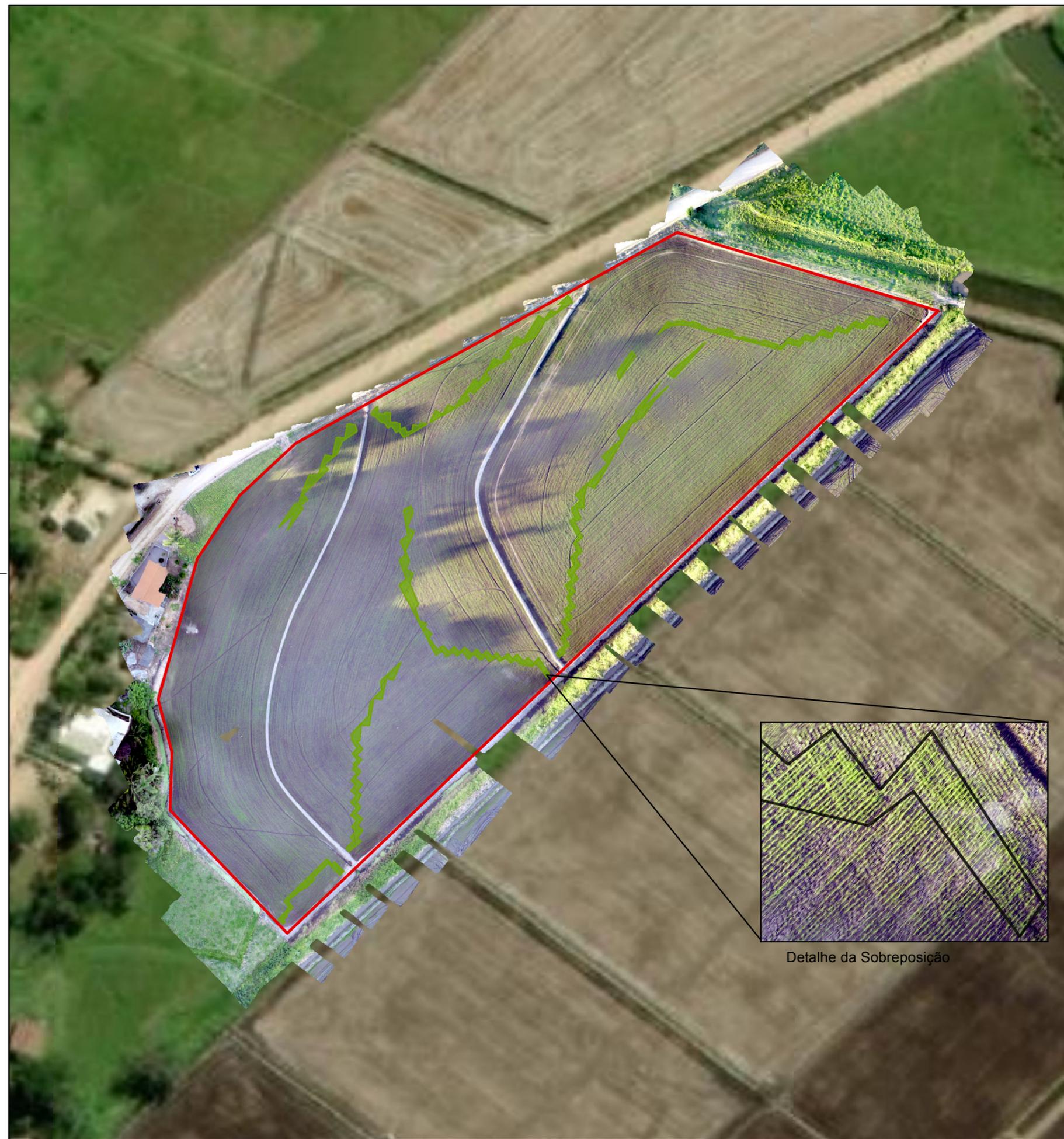
Planta de Situação



Título:			Mapa de Situação		
			Levantamento 22/10/2020		
Escala:	Datum / Projeção:	Data:			
1:1.500	SIRGAS2000 / UTM / 22S	JUNHO/2021			
		Elaboração:	N° Desenho: 01		
		Marcos Bittencourt Preve	Revisão: 00		

APÊNDICE B – Mapa de situação, levantamento 05/11/20

O mapa a seguir corresponde ao levantamento realizado dia 05/11/2020.



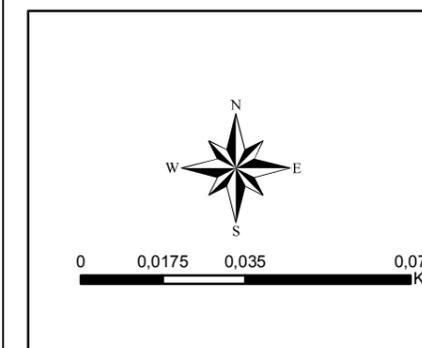
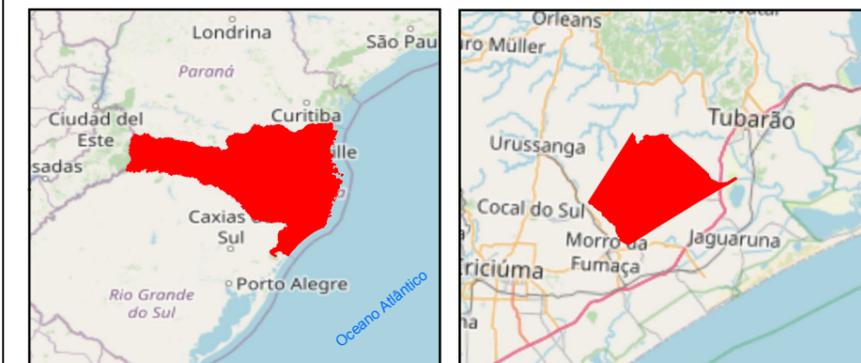
Legenda

- Limite
- Sobreposição

Referências:

Limites Municipais - IBGE, 2006;

Planta de Situação



Título:			Mapa de Situação		
			Levantamento 05/11/2020		
Escala:	Datum / Projeção:	Data:			
1:1.500	SIRGAS2000 / UTM / 22S	JUNHO/2021			
		Elaboração:	Nº Desenho:		
		Marcos Bittencourt Preve	02	Revisão:	
			00		

APÊNDICE C – Mapa de situação, levantamento 17/11/20

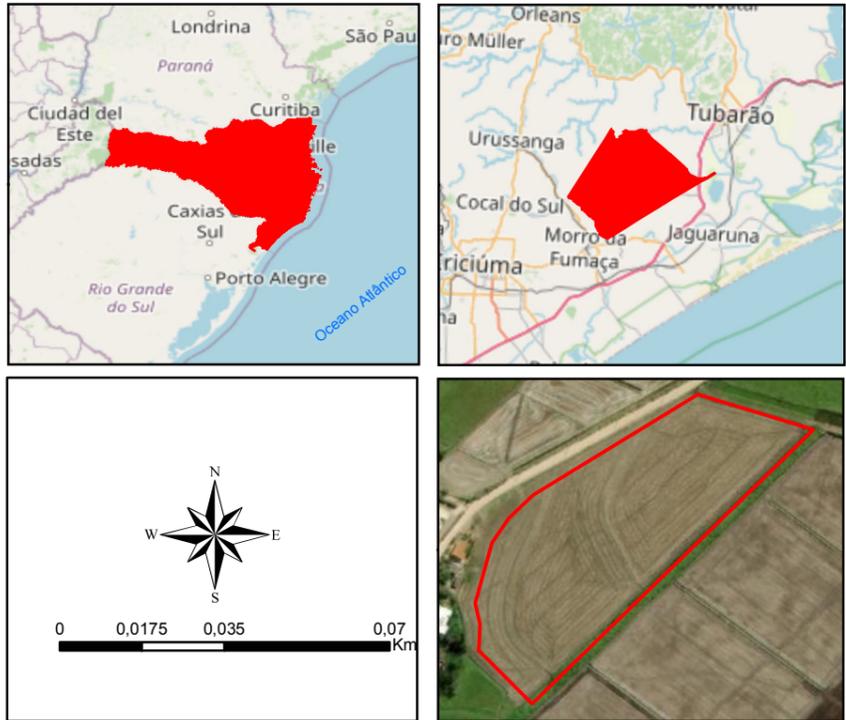
O mapa a seguir corresponde ao levantamento realizado dia 17/11/2020.



- Legenda**
- Limite
 - ▨ Sobreposição

Referencias:
 Limites Municipais - IBGE, 2006; Hidrografia - INEMA; Geologia - CPRM, 2008

Planta de Situação



Título: Mapa de Situação		
Levantamento 17/11/2020		
Escala: 1:1.500	Datum / Projeção: SIRGAS2000 / UTM / 22S	Data: JUNHO/2021
		Elaboração: _____ Marcos Bittencourt Preve
		Nº Desenho: 03 Revisão: 00

APÊNDICE D – Mapa de situação, levantamento 19/12/20

O mapa a seguir corresponde ao levantamento realizado dia 19/12/2020.



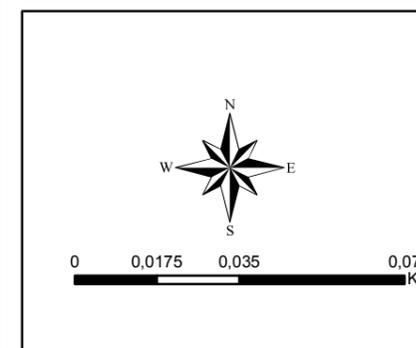
Legenda

— Limite

Referencias:

Limites Municipais - IBGE, 2006;

Planta de Situação



Título:

**Mapa de Situação
Levantamento 19/12/2020**

Escala:
1:1.500

Datum / Projeção:
SIRGAS2000 / UTM / 22S

Data:
JUNHO/2021



Elaboração:
Marcos Bittencourt Preve

Nº Desenho:
04
Revisão:
00

APÊNDICE E – Mapa de situação, levantamento 04/01/21

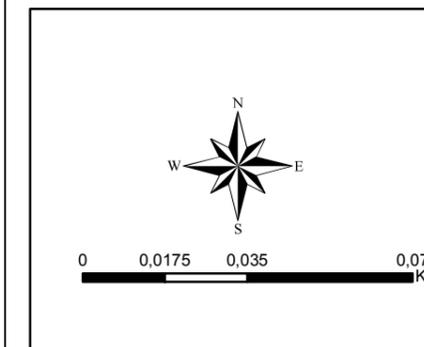
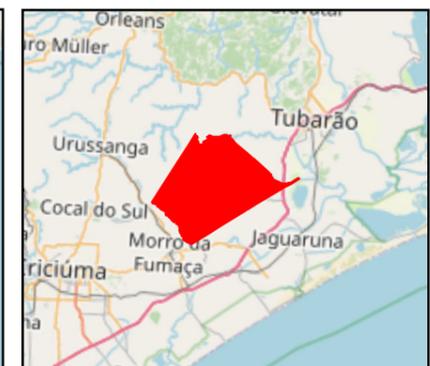
O mapa a seguir corresponde ao levantamento realizado dia 04/01/2021.



Legenda
 — Limite

Referencias:
 Limites Municipais - IBGE, 2006;

Planta de Situação



Título: Mapa de Situação
 Levantamento 04/01/2021

Escala: 1:1.500	Datum / Projeção: SIRGAS2000 / UTM / 22S	Data: JUNHO/2021
---------------------------	--	----------------------------

		Elaboração: Marcos Bittencourt Preve	Nº Desenho: 05
			Revisão: 00

APÊNDICE F – Mapa de situação, levantamento 02/02/21

O mapa a seguir corresponde ao levantamento realizado dia 02/02/2021.

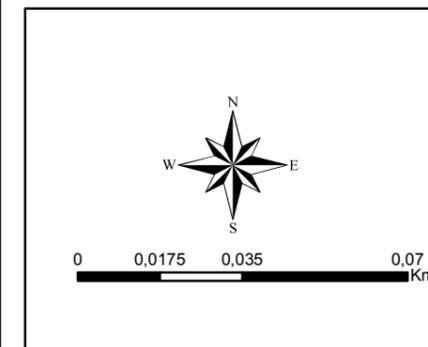
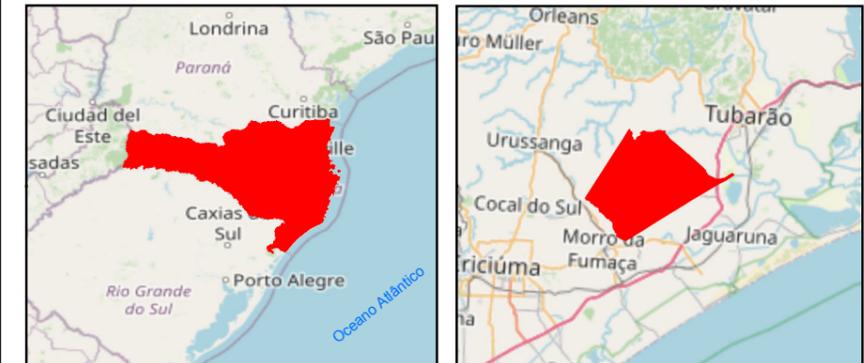


Legenda
 — Limite

Referências:

Limites Municipais - IBGE, 2006;

Planta de Situação



Título: Mapa de Situação
 Levantamento 02/02/2021

Escala: 1:1.500	Datum / Projeção: SIRGAS2000 / UTM / 22S	Data: JUNHO/2021
		Elaboração: Marcos Bittencourt Preve
		Nº Desenho: 06 Revisão: 00

APÊNDICE G – Mapa de situação, levantamento 23/02/21

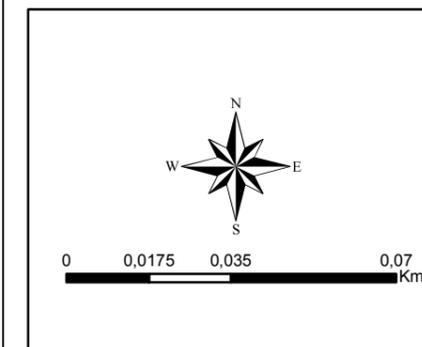
O mapa a seguir corresponde ao levantamento realizado dia 23/02/2021.



Legenda
 — Limite

Referências:
 Limites Municipais - IBGE, 2006;

Planta de Situação



Título: **Mapa de Situação**
Levantamento 23/02/2021

Escala: 1:1.500	Datum / Projeção: SIRGAS2000 / UTM / 22S	Data: JUNHO/2021
		Elaboração: Marcos Bltencourt Preve
		Nº Desenho: 07 Revisão: 00