

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
CÂMPUS DOIS VIZINHOS  
CURSO DE AGRONOMIA

CAROLINE FISTAROL

**MAPEAMENTO DE PLANTAS DANINHAS EM DIFERENTES  
COBERTURAS DE SOLO NA CULTURA DA SOJA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

DOIS VIZINHOS

2021

Caroline Fistarol

**MAPEAMENTO DE PLANTAS DANINHAS EM DIFERENTES  
COBERTURAS DE SOLO NA CULTURA DA SOJA**

Trabalho de Conclusão de Curso II  
apresentado à Universidade Tecnológica  
Federal do Paraná - UTFPR, como requisito  
parcial para obtenção do título de Engenheiro  
Agrônomo.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Alyne Raminelli  
Siguel Gemin

Co-orientador: Prof. Dr. Paulo Fernando  
Adami

DOIS VIZINHOS

2021



## **TERMO DE APROVAÇÃO**

### **MAPEAMENTO DE PLANTAS DANINHAS EM DIFERENTES COBERTURAS DE SOLO NA CULTURA DA SOJA**

por

**CAROLINE FISTAROL**

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em 01 (primeiro) de maio de 2021 como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheira Agrônoma. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

Alyne Raminelli Siguel Gemin  
Prof. Orientadora  
UTFPR – Dois Vizinhos

---

Andre Pellegrini  
Membro titular  
UTFPR – Dois Vizinhos

---

Silvio Henrique Dellesposte Andolfato  
Membro titular  
UTFPR – Pato Branco

---

Angélica Signor Mendes  
Responsável pelos Trabalhos  
de Conclusão de Curso

---

Alessandro Jaquiel Waclawovsky  
Coordenador(a) do Curso  
UTFPR – Dois Vizinhos

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

## AGRADECIMENTOS

Acredito que a nossa vida seja feita de etapas, e que, cada etapa deve ser superada com um modo apropriado para a mesma, para isso, contamos com pessoas que contribuem para que tudo isso aconteça, gostaria de agradecer a seguir a todos que de certa forma contribuíram para que esse trabalho tenha sido concluído.

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus e ao meu anjo Willian, por iluminar meus caminhos e me abençoar durante esse ciclo.

Agradecer à toda a minha família, em especial aos meus pais Terezinha e Ademar Fistarol, aos meus avós Francisca e Miecislau Modzinski, ao meu irmão Ademar Angelo Fistarol, que entenderam as minhas ausências e não mediram esforços para que esta graduação se tornasse realidade, sempre com muito amor, carinho e fé.

Agradeço ao meu namorado Matheus, por sua ajuda na confecção deste trabalho, sempre estando ao meu lado, me incentivando e dando confiança e força para seguir em frente, obrigada amor.

Agradeço a todos os meus amigos, por compartilharem tantos momentos incríveis comigo e estarem ao meu lado neste caminho.

Agradeço a todos os professores não só pelos ensinamentos repassados, mas também por se tornarem amigos e sempre se preocuparam conosco, em especial a minha querida orientadora Professora Alyne Raminelli Siguel Gemin e ao Professor Paulo Fernando Adami, por aceitarem meu convite para participar deste trabalho e me orientarem deixando este ainda melhor.

Por fim, sou grata a todos que de forma direta ou indireta ou indireta aos que participaram da realização deste trabalho.

A prosperidade procura você, quando você procura conhecimento (Autor Desconhecido).

## RESUMO

FISTAROL, C. **Mapeamento de plantas daninhas em diferentes coberturas de solo na cultura da soja.** Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Agronomia) Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2021.

Uma das alternativas para o controle de plantas invasoras é a presença de uma camada de palha sobre a superfície do solo. Deste modo, com o intuito de identificar qual planta de cobertura causa maior supressão na emergência dessas invasoras foi conduzido um experimento na Unidade de Ensino e Pesquisa de Culturas Anuais da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), campus Dois Vizinhos. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com quatro tratamentos e três repetições: T1 braquiária (*Brachiaria decumbens*), T2 milho (*Pennisetum glaucum*), T3 lablab (*Lablab purpureus*) e T4 crotalária (*Crotalaria juncea*). Contudo, com o avanço da tecnologia e da agricultura de precisão a utilização de Veículos Aéreos Não Tripulados (RPA) é uma alternativa na identificação de qual planta de cobertura proporciona melhor supressão do banco de sementes. Foi aplicado o método de fotointerpretação e a contagem convencional de daninhas, indicando que em T1 houve menor ocorrência de daninhas. Comparando-se os métodos de identificação (convencional a campo e fotointerpretação) foi constatado que não houve diferença entre os meios de avaliação. Foram gerados mapas de distribuição de daninhas, os quais ajudarão no manejo das mesmas.

**Palavras-chaves:** Plantio Direto. Agricultura de precisão. Biomassa. Supressão.

## ABSTRACT

FISTAROL, C. **Weed mapping in different soil coverages in soybean crop.** Course Conclusion Work (Agronomy Course) Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2021.

The incidence of weeds is one of the main problems faced in soybean cultivation. Thus, in order to identify which, cover plant causes greater suppression in the emergence of these invaders, an experiment was conducted in the annual crop teaching and research unit of the Federal Technological University of Paraná, campus of Dois Vizinhos. The experimental delimitation to be used is of random blocks, with four treatments and three repetitions: T1 brachiaria (*Brachiaria decumbens*), T2 millet (*Pennisetum glaucum*), T3 lablab (*Lablab purpureus*) and T4 crotalaria (*Crotalaria juncea*). However, with the advance of technology and precision agriculture the use of unmanned aerial vehicles (UAV) was an alternative for identifying which covering plant among the seed bank provide greater suppression. Thus, it is intended to map and evaluate through images obtained using RGB cameras mounted on UAV's the percentage of weeds suppressed over determined phenological stages of soybean cultivation. The photointerpretation method and conventional weed counting were added, indicating that less weed occurred in T1. Comparing the identification methods (conventional to field and photointerpretation) it was found that there was no difference between the means of evaluation. Weed distribution maps have been generated, which will help in their management.

**Keywords:** Planting Direct. Precision agriculture. Biomass. Suppression.

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1-</b> IMAGEM DE LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	13
<b>FIGURA 2-</b> RPA UTILIZADO PARA O LEVANTAMENTO (PHANTOM 3 ADVANCED)	16
<b>FIGURA 3 -</b> ACERTO DAS FEIÇÕES DO VOO	17
<b>FIGURA 4 -</b> FLUXOGRAMA PARA ATIVIDADES COM RPA	18
<b>FIGURA 5-</b> LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE CONTROLE	19
<b>FIGURA 6 -</b> MATERIAL UTILIZADO PARA O LEVANTAMENTO DE DADOS DOS PONTOS DE CONTROLE	20
<b>FIGURA 7-</b> GPS UTILIZADOS COMO BASE E ROVER	21
<b>FIGURA 8 -</b> ALVO UTILIZADO PARA MELHOR IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS DE CONTROLE	21
<b>FIGURA 9 -</b> PROCESSAMENTO DOS PONTOS DE CONTROLE NO TOPCON TOOLS	23
<b>FIGURA 10 -</b> NUVEM DE PONTOS NO PROCESSAMENTO DO AGISOFT	24
<b>FIGURA 11 -</b> ORTOMOSAICO CONSTRUÍDO COM AS IMAGENS OBTIDAS NO SOBREVOO DO BLOCO 1	25
<b>FIGURA 12 -</b> FLUXOGRAMA DE VOOS E PRODUTOS GERADOS	26
<b>FIGURA 13 -</b> ORTOMOSAICOS DOS QUATRO DIAS DE VOO COM RPA DO BLOCO 1	28
<b>FIGURA 14 -</b> ORTOMOSAICOS DOS QUATRO DIAS DE VOO COM RPA DO BLOCO 2	29
<b>FIGURA 15-</b> ORTOMOSAICOS DOS QUATRO DIAS DE VOO COM RPA DO BLOCO 3	30
<b>FIGURA 16 -</b> CONTAGEM SUPERVISIONADA DE DANINHAS NO BLOCO 1	31
<b>FIGURA 17 -</b> CONTAGEM SUPERVISIONADA DE DANINHAS NO BLOCO 2	32
<b>FIGURA 18 -</b> CONTAGEM SUPERVISIONADA DE DANINHAS NO BLOCO 3	33
<b>FIGURA 19 -</b> DISTRIBUIÇÃO DE DANINHAS BLOCO 1	34
<b>FIGURA 20 -</b> DISTRIBUIÇÃO DE DANINHAS BLOCO 2	35
<b>FIGURA 21 -</b> DISTRIBUIÇÃO DE DANINHAS BLOCO 3	36

## LISTA DE TABELAS

**TABELA 1-** MÉDIA DE PLANTAS DANINHAS DENTRO DAS DIFERENTES PLANTAS DE COBERTURA

39

## SUMÁRIO

1. Introdução	1
2. Justificativa	4
3. Hipóteses	5
4. Objetivos	6
4.1 Objetivo geral	6
4.2 Objetivos específicos	6
5. Revisão bibliográfica	7
5.1 Cultura da soja	7
5.2 Plantas daninhas	8
5.3 Plantas de cobertura	8
5.4 Agricultura digital	10
5.5 Sistema Gnss	11
6. Material e métodos	13
6.1 Caracterização da área experimental	13
6.2 Delineamento experimental	14
6.3 Plantas de cobertura	14
6.4 Semeadura da aveia	14
6.5 Semeadura e manejo da cultura da soja	14
6.6 Aeronaves remotamente pilotadas	15
6.7 Plano de voo	16
6.8 Levantamento dos pontos de controle	19
6.9 Processamento e produtos gerados	22
6.10 Coleta de dados a campo	22
7. Processamento dos dados de campo e imagens obtidas	23

8. Resultado e discussão	27
8.1 Mapas de Distribuição	34
8.2 Análise	38
9. Conclusão	40
10. Recomendações	41
Referências	42
Anexos	49

## 1. INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max*), é a cultura de maior destaque no cenário mundial de grãos, sendo considerada uma importante *commodity* agrícola e um dos principais produtos na pauta de exportação do Brasil (CERICATTO; ROGÊ, 2011). Este grande potencial no mercado externo é consequência da excelente adaptação das cultivares aos diferentes climas do país e também está relacionada as inúmeras práticas de manejo adotadas pelos produtores (HIROSHI; JOELSIO; LAZZAROTTO, 2014).

O controle de plantas daninhas é uma etapa crucial em todos os sistemas de produção agrícola, visto que a competição causada por plantas daninhas pode reduzir significativamente a produção (SILVA et al., 2009) e elevar os custos, podendo até inviabilizar a colheita (DURIGAN et al., 1983).

Deste modo, uma alternativa que pode auxiliar no controle de plantas daninhas é a adoção do Sistema de Plantio Direto (SPD), que surgiu como uma alternativa ao plantio convencional e que hoje é consolidado em diversas regiões do país (SALTON; HERNANI; FONTES, 1998). Este visa o mínimo revolvimento do solo e a rotação de culturas, onde a utilização de plantas de cobertura ganha destaque por conservarem a integridade física, biológica e química do solo mantendo-o coberto nos períodos de entressafra, com característica posterior de ciclagem e disponibilidade de nutrientes para a cultura sucessora (WADT, 2003).

O manejo com plantas de cobertura configura-se um importante ponto na eficácia do SPD, pois está relacionado à quantidade de restos culturais, visto que uma boa cobertura do solo com espécies de leguminosas e gramíneas restringe a emergência de plantas daninhas, o que pode diminuir custos para seu controle em pós-emergência nas culturas comerciais de primavera-verão (LAMAS, 2017).

Trabalhos realizados por Delavale (2002), Carvalho et al. (2004a) e Bertin et al. (2005) têm avaliado espécies de plantas de cobertura antecedendo o cultivo de verão, constatando resultados positivos.

Nas lavouras onde não há a introdução de cultura na entressafra, é expressivo o desenvolvimento de plantas daninhas, que são de difícil controle e produzem sementes que irão competir com os próximos cultivos. Para mais, as plantas daninhas são hospedeiras de pragas e doenças de culturas comerciais, assim o uso de plantas de cobertura garante a supressão de plantas daninhas, uma vez que a palhada cria

uma barreira física dificultando a emergência das mesmas (PACHECO et al., 2013) e por competição acabam suprimindo o banco de sementes, restringindo a emergência das daninhas presentes na área (WOLF, 2018).

O desenvolvimento de novas tecnologias pode ser utilizado para a gestão inteligente de recursos no setor agrícola, sendo uma importante ferramenta para a busca de evoluções de manejo, redução de mão da obra e diminuição de custos (JOSÉ, 1994).

Atualmente, uma das principais tecnologias que contribuem para o monitoramento no setor agrícola é a agricultura digital, a qual de acordo com Shiratsuchi et al., (2014) utiliza abordagens científicas modernas, combinadas com conhecimentos clássicos e tecnologias de informação e localização. As metodologias tradicionais para o acompanhamento de culturas são baseadas em amostragens através do caminhar a campo (NESSARALLAH, 2002). No entanto, outra abordagem seria a utilização de Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPAS) para o mapeamento, monitoramento e análise do desenvolvimento das culturas e pragas em uma determinada região, o que proporcionaria maior agilidade e a aquisição de um maior volume de dados para auxiliar na tomada de decisão.

O mapeamento de plantas daninhas permite quantificar a sua população e monitorar a evolução ao longo do ciclo de uma cultura, o que pode contribuir para o desenvolvimento de diferentes estratégias de manejo (JAREMTCHUK et al., 2008). A metodologia clássica de mapeamento de daninhas considera o uso de grades amostrais e a ida a campo para contabilizar o número de plantas invasoras na área de estudo (SHIRATSUCHI et al., 2014), o que é trabalhoso e demanda tempo. Uma alternativa é o imageamento através de RPA, assim como realizado por GONZÁLEZ et al. (2007), que utilizando imagens multiespectrais desenvolveu um algoritmo computacional para o mapeamento de plantas daninhas na cultura de cana-de-açúcar. SANTIAGO (2015) também identificaram a infestação de plantas daninhas em lavoura de milho através de imagens obtidas com RPA.

Na agricultura de precisão, técnicas de sensoriamento remoto que utilizam imagens obtidas por aviões ou satélites espaciais também podem ser utilizadas para o mapeamento de áreas agrícolas, no entanto, apesar de recobrir grandes áreas, as resoluções espaciais e temporal das imagens não são suficientes para a identificação de plantas daninhas (GONZÁLEZ et al. 2007). Deste modo, uma alternativa para o mapeamento de plantas invasoras é a adoção de imagens obtidas por RPA. Diante

do exposto, este trabalho teve como objetivo comparar através dos métodos convencional e fotointerpretativo, se a análise visual é confiável para mapear a população de plantas daninhas na cultura da soja e identificar qual planta de cobertura proporciona melhor supressão de plantas daninhas.

## **2. JUSTIFICATIVA**

Em todo o Brasil, as lavouras ficam em pousio após a colheita do milho safrinha, até o plantio da próxima safra, o que favorece o aparecimento de plantas daninhas. Uma estratégia é a implantação de uma espécie de planta de cobertura com grande produção de biomassa a qual exerce um importante papel na supressão de plantas daninhas na cultura subsequente, como a da soja.

Deste modo, para detectar qual planta de cobertura causa a maior supressão de plantas invasoras, a utilização de novas tecnologias como a do RPA pode ser vista como aliada na tomada de decisões. Portanto, a confecção de mapas temáticos que indiquem a quantidade de plantas daninhas, poderá auxiliar o agrônomo a definir qual a planta de cobertura com maior eficiência na área de estudo.

### **3. HIPÓTESES**

Se o RPA possibilita mapear o percentual de plantas invasoras em uma determinada área com plantio de soja, será possível identificar se há diferença entre as plantas de cobertura implantadas na supressão do banco de sementes de daninhas e se há diferença ao modelo convencional de contagem.

## 4. OBJETIVOS

### 4.1 OBJETIVO GERAL

Comparar o método convencional e fotointerpretativo na contagem de plantas daninhas em diferentes coberturas de solo, na cultura da soja.

### 4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar o plantio de quatro plantas de cobertura na área de estudo sendo estas: braquiária (*Brachiaria decumbens*), milheto (*Pennisetum glaucum*), lablab (*Lablab purpureus*) e a crotalária (*Crotalaria juncea*);
- Realizar o plantio de soja;
- Realizar o levantamento geodésico da área de estudo demarcando pontos de controle para o georreferenciamento das imagens obtidas com o RPA;
- Realizar o planejamento de voo, definindo os principais elementos necessários ao imageamento aéreo (recobrimento lateral e longitudinal, altura de voo e GSD-*Ground Sample Distance*);
- Realizar o voo com RPA para o mapeamento da área estudada em diferentes épocas;
- Processar e analisar as imagens obtidas com o RPA para identificar a supressão de plantas daninhas após o manejo com diferentes plantas de cobertura;
- Gerar mapas temáticos; e
- Indicar a planta de cobertura que ocasionou maior supressão do banco de daninhas na cultura da soja.

## 5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 5.1 CULTURA DA SOJA

A cadeia produtiva da soja a mais de 50 anos é responsável por inúmeras mudanças e especializações no campo produtivo do espaço agrário brasileiro (SANTOS; SILVEIRA, 2012). Configura-se como o principal produto agrícola da pauta das exportações, sendo o maior responsável pelo crescente aumento na produtividade nacional de grãos (ESPÍNDOLA; CUNHA, 2015). A oleaginosa é a cultura agrícola que mais cresceu no Brasil nas últimas três décadas, chegando a ocupar cerca de 38,5 milhões de hectares (CONAB, 2021).

A produção de soja no país para 2020/21 está estimada em 135,5 milhões de toneladas, sendo liderada pelos estados de Mato Grosso, com 26,3% da produção nacional; Paraná com, 17,3%; Rio Grande do Sul com 14,5%; Goiás, 9,9%; Mato Grosso do Sul, 8,2%, Minas Gerais e Bahia, com igual participação de 4,4% (CONAB, 2021).

A soja é a cultura agrícola que detém o maior complexo agroindustrial do país, este é o principal exportador do agronegócio brasileiro considerando a demanda crescente por alimentos, o que mantém a cultura como umas das principais fontes de proteína vegetal, sendo o componente essencial para fabricação de rações animais, alimentação humana e para a fabricação de biodiesel (HIRAKURI; LORINI; KRZYZANOWSKI, 2019).

Levando em consideração tamanha área plantada, as lavouras do grão são as maiores consumidoras de sementes, fertilizantes e defensivos da agricultura brasileira, os quais são utilizados em mais de 200 mil estabelecimentos rurais (IBGE, 2006).

São inúmeros os fatores de produção e técnicas de manejo que influenciam a produtividade da sojicultura e a qualidade dos grãos, estes são divididos em: genéticos, que englobam as características da soja, sua adaptação ao ambiente e sua resistência a herbicidas, pragas e doenças; e os fatores ambientais, que englobam os fatores climáticos, edáficos e a presença de daninhas (SANTOS; GOMES; GROFF, 2017).

Um dos desafios que afetam a produtividade da soja é a presença das plantas daninhas, pois estas promovem a competição por recursos como água, luz e nutrientes, causando reduções na produtividade (SOUZA et al., 2018).

## 5.2 PLANTAS DANINHAS

No âmbito agrícola, planta daninha é toda espécie vegetal que interfere de forma negativa, seja de maneira direta ou indireta, na produtividade das culturas de interesse para o homem, essa interferência ocorre por meio de dois processos distintos, são estes a competição alelospolia e a alelopatia (FONTES, GONÇALVES, 2009).

A presença de plantas daninhas é considerada um sério problema para a agricultura, uma vez que se desenvolvem em condições semelhantes aos das plantas de interesse, e ainda possuem elevada capacidade de sobrevivência a condições edafoclimáticas desfavoráveis (PITELLI, PITELLI, 2004; EMBRAPA, 2003).

A cultura da soja mostra-se sensível à interferência de daninhas durante seu desenvolvimento (KEMPIM PITTELKOW et al., 2009). Os prejuízos na lavoura podem variar de acordo com as espécies infestantes existentes na cultura, com o tipo de cultivar adotada e a intensidade de interferência que a cultura está sofrendo (VOLL et al., 2002). Em determinadas regiões de cultivo, considerando a incidência, as perdas de produtividade na soja devido às plantas daninhas, quando não manejadas adequadamente, podem chegar a 80% (GAZZIERO et al., 2004).

Além de fatores como a competição e a alelopatia, as plantas daninhas podem servir como hospedeiros alternativos para doenças e pragas, e na época de entre safra, servir como hospedeiro intermediário (ITO; STEIN, 2007).

## 5.3 PLANTAS DE COBERTURA

Na maioria das regiões, a produção agrícola envolve um ciclo contínuo de simples sucessões de culturas anuais sem, no entanto, realizar uma correta rotação de culturas. Situação está que deixa os solos expostos na entressafra, assim a manutenção da cobertura do solo assume importância significativa e representa uma prática de manejo indispensável (Carvalho et al., 2004). Sendo também determinante

na formação e manutenção da palhada do solo e nos benefícios ocasionados por ela (COSTA, 2014).

O acúmulo de uma camada de palha sobre o solo exerce um importante papel no controle dessas plantas indesejadas, seu efeito físico que tende a limitar a passagem de luz e inibir a germinação das sementes, adiando a iniciação do crescimento das plântulas, também há o efeito alelopático, oriundo da fitomassa em decomposição ou exsudação das raízes, que tendem a liberar substâncias com certo efeito inibitório nas sementes, assim como nas plantas, onde interfere em seu desenvolvimento, levando até casos de morte de plantas (ALVARENGA et al., 2001).

Nas culturas de verão, como é o caso da soja, semeadas no SPD sobre densas coberturas mortas, que apresentam lenta decomposição e com vasta ação alelopática, há a possibilidade de fazer a redução ou até mesmo de dispensar o uso de herbicidas (ALVARENGA; CRUZ; NOVOTNY, 2003).

Várias são as plantas de cobertura que podem ser utilizadas, entre elas tem-se as leguminosas que são importantes por sua habilidade em aproveitar o nitrogênio atmosférico, apresentar uma relação carbono/nitrogênio mais baixa, sistema radicular profundo e elevada produção de biomassa (MENEZES, 2004).

A crotalária (*Crotalaria juncea*) que apresenta um bom conjunto estrutural de planta e adensamento que favorecem a manutenção da umidade, temperatura e forma um refúgio natural a parasitoides e predadores. Serve como cobertura, hospeda ácaros e nematoides benéficos ao solo e possui característica de muito valor no controle integrado de pragas (ZANUNCIO, 2011).

Pertencente à família das Poáceas, a braquiária é uma planta de cobertura de muita importância, pois é amplamente utilizada na agricultura e na sua interação com a pecuária, podendo ser assim ser fornecida como alimentação animal, além de possuir grande utilização para cobertura do solo no plantio direto e no consórcio com outras cultivares como o milho. Esta apresenta alta adaptabilidade a solos com baixa fertilidade, elevada produção de biomassa e estabelecimento consideravelmente fácil (TIMOSSI et al., 2007).

De forma semelhante, o *Pennisetum glaucum* (popular milheto) se caracteriza por ser a gramínea mais utilizada como planta de cobertura e tem como característica principal a rusticidade, com sistema radicular profundo, e considerável disponibilização de nutrientes com a mineralização dos restos culturais (MARCANTE, CAMACHO, PAREDES, 2008).

O lablab (*Lablab purpureus*) é uma planta com muita plasticidade, adaptação aos solos férteis, resistência à seca e boa resposta à irrigação, fazendo com que esta planta possa ser considerada promissora (Menéndez et al., 1984). Tem como vantagem a capacidade de adaptação, sendo resistente à seca e também cresce em várias condições ambientais em todo o mundo. Permanecendo verde durante a estação seca e pode fornecer até seis toneladas de matéria seca/ha (MURPHY, COLUCCI, 2000).

A aveia utilizada como cobertura do solo pode ocasionar a diminuição da pressão das mais variadas espécies de invasoras, ocupando espaços e apresentando relevante efeito alelopático (ARAÚJO, 2003). Nas lavouras de soja após aveia, Vidal et al. (1998), observaram que com o incremento de palha há a redução da infestação destas ervas indesejadas a cultura. E que ao utilizar a aveia preta para cobertura do solo, nota-se que quanto maior os níveis de resíduos maior o grau de controle, resultando em maiores números de rendimento da soja (THEISEN; VIDAL; FLECK, 2000).

#### 5.4 AGRICULTURA DIGITAL

A agricultura digital será considerada como sinônimo de agricultura de precisão neste trabalho. Esta, é uma prática agrícola na qual são utilizadas tecnologias relacionadas a obtenção de informações onde são consideradas a variabilidade espacial e temporal de variáveis estudadas (ARTUZO et al., 2017). Neste contexto, pode ser utilizada para o gerenciamento dos sistemas de produção, como aplicações de insumos, mapeamentos e monitoramento, gerando benefícios econômicos e ambientais (SILVA et al., 2007).

Deste modo, as tecnologias de sensoriamento remoto vêm ganhando espaço nos últimos anos, uma vez que proporcionam resultados cada vez mais rápidos e precisos para a obtenção de dados (BRANDÃO et al., 2014).

Culturas que apresentam maiores escalas de produção, tendem a adotar mais a agricultura de precisão, sendo o uso da tecnologia mais frequente na soja (ARTUZO, et al., 2017).

Atualmente, são instalados sensores remotos em diferentes plataformas, como aeronaves, satélites, máquinas agrícolas auto propelidas e RPAS (MOLIN; AMARAL; COLAÇO, 2015).

A tecnologia envolvida no sensoriamento remoto é capaz de obter imagens e outros tipos de dados da superfície terrestre, através da captação e do registro da energia refletida ou emitida pelos objetos imageados sem entrar em contato com os mesmos (FLORENZANO, 2011). Deste modo, as principais características a serem observadas nas imagens obtidas através de sensores são as resoluções, que são classificadas em espectral, espacial, radiométrica e temporal (CENTENO, 2005).

A resolução espacial é definida como o menor elemento passível de ser distinguido na imagem e está relacionado com o tamanho do pixel (CENTENO, 2005). A resolução espectral refere-se ao número e largura das bandas captadas pelo sensor. Já a resolução radiométrica refere-se ao número de bits da imagem, ou seja, a capacidade de distinguir a variação de tom de cor. Por fim, a resolução temporal refere-se ao tempo em que o sistema sensor volta a captar informações sobre a mesma área (SÁ, 2004).

Segundo Shirrmann (2016) a utilização de RPAS no setor agrícola surge como uma importante opção para a agricultura de precisão, dada a capacidade destes dispositivos em fornecer dados com periodicidade. Por serem equipamentos portáteis de fácil transporte e realizarem voos autônomos, possibilitam a captura de imagens de alta resolução ao longo do desenvolvimento da cultura (FERNANDES, 2016).

Em conjunto com técnicas de sensoriamento remoto, as imagens coletadas a partir de RPAS podem auxiliar na estimativa da produtividade e do surgimento de pragas nas culturas, de forma mais rápida e de maneira sustentável. (SHIRATSUCHI et al., 2014)

Dois tipos principais de modelos de RPAS são os mais usados no meio: os multirotores e os de asa fixa. Ambos são utilizados para levantamentos de dados geoespaciais, e possuem como principal diferença o consumo de energia (SOUSA, 2017).

## 5.5 SISTEMA GNSS

O Sistema de Posicionamento por Satélite Global (GNSS) é uma ferramenta que permite a determinação de posição (MONICO, 2000). Dentre as diversas atividades nos quais este sistema é utilizado está a realização de levantamentos geodésicos de alta precisão, agricultura de precisão, navegação entre outros. (MONICO, 2000).

O posicionamento através do sistema GNSS pode ser realizado a partir de diferentes técnicas e observáveis, as quais fornecem níveis de precisão que variam desde algumas dezenas de metros até poucos milímetros (IBGE, 2008). As técnicas de posicionamento podem ser classificadas como estáticos e cinemáticos, dependendo do movimento da antena, bem como em tempo real e pós-processado, que está relacionado com a disponibilidade das coordenadas. Além destas duas categorias, as técnicas podem ser divididas quanto à metodologia adotada, ou seja, utilizando ou não uma estação de referência, sendo denominadas de posicionamento relativo e posicionamento por ponto, respectivamente (IBGE, 2008).

Neste trabalho será descrito apenas o método de posicionamento Relativo Estático, utilizado para determinar coordenadas dos pontos de controle das áreas de estudo.

No método de posicionamento Relativo Estático Rápido são estabelecidas as coordenadas dos vértices de interesse, estas são determinadas a partir de um ou mais vértices de coordenadas já conhecidas. Neste caso é necessário que dois ou mais receptores GNSS colem dados de maneira simultânea, onde um dos receptores ocupa um vértice de coordenadas conhecidas (base) e outro o ponto de interesse (rover). O tempo de rastreamento deve ser superior a 20 minutos, não havendo necessidade de manter o receptor coletando dados no deslocamento entre os vértices de interesse (INCRA, 2013).

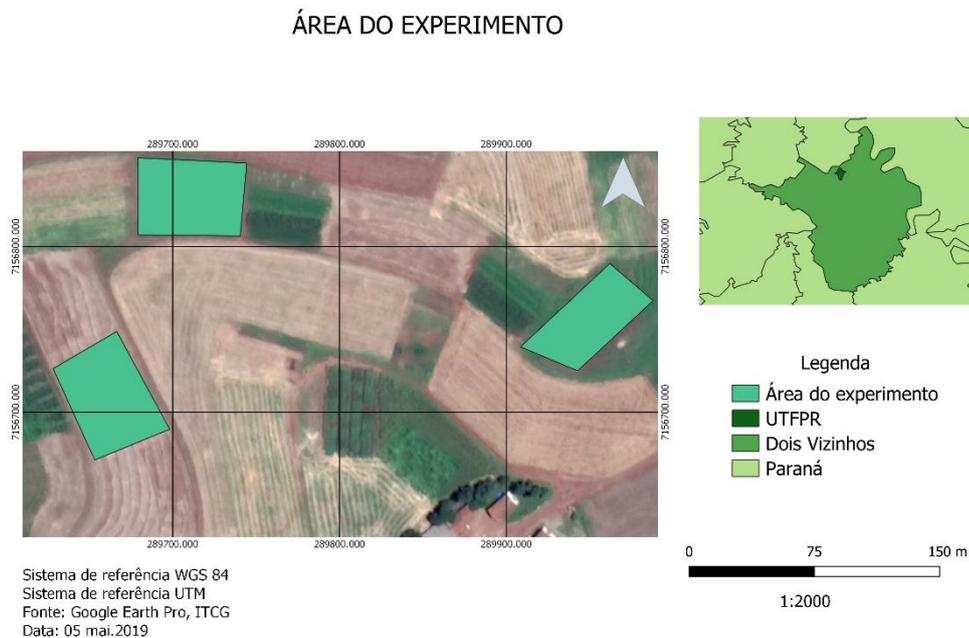
## 6. MATERIAL E MÉTODOS

### 6.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O presente trabalho foi desenvolvido na Unidade de Ensino e Pesquisa de Culturas Anuais na área experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), câmpus Dois Vizinhos, situada no quadrante com latitude de 25° 41' 28.10" S e longitude 53° 05' 01,63" O, 25° 41' 05,89" S e 53° 05' 59.15" O, 25° 42' 21.84" S e 53° 05' 46.79" O, 25° 42' 10.70" S e 53° 06' 04.39" O, com altitude média de 520 metros.

O solo predominante na região é classificado em Nitossolo vermelho distrófico (BHERING et al., 2008). De acordo com a classificação internacional de Köppen, o clima predominante é do tipo subtropical úmido mesotérmico (Cfa), apresentando temperaturas médias anuais em torno de 19°C e 20°C (ALVARES et al., 2013). A precipitação anual situada entre 1.800 a 2.000 mm ano (IAPAR, 2018).

**Figura 1-** Imagem de localização da área de estudo



**Fonte: Autor (2021).**

## 6.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental utilizado é o de blocos ao acaso (DBO), com quatro tratamentos e três repetições, totalizando 12 parcelas, com dimensão 4,5x56 metros (252 m<sup>2</sup>). A primeira parte do experimento é composta de quatro plantas de cobertura sendo estas a braquiária (*Brachiaria decumbens*), o milheto (*Pennisetum glaucum*), lablab (*Lablab purpureus*) e a crotalária (*Crotalaria juncea*).

## 6.3 PLANTAS DE COBERTURA

As plantas de cobertura foram semeadas com uma semeadora de fluxo contínuo com espaçamento entre linhas de 22 cm, com profundidade de semeadura de 2 cm sem adição de adubo. As plantas de cobertura utilizadas são a *crotalária juncea* cultivar IAC-KR-1, *braquiária brizantha* cultivar Xaraés, milheto cultivar ANm 38 e o lablab.

A quantidade de sementes utilizada por hectare foi de:

- A. *Braquiária brizantha* cultivar Xaraés: 13,0 kg ha<sup>-1</sup>;
- B. *Crotalaria juncea* cultivar IAC KR-1: 25,0 kg ha<sup>-1</sup>;
- C. Milheto cultivar ANm 38: 24,0 kg ha<sup>-1</sup>;
- D. Lablab: 20kg ha<sup>-1</sup>.

## 6.4 SEMEADURA DA AVEIA

Após as plantas de cobertura e a fim de uniformizar a área, foi padronizado aveia por todas as faixas. Para a implantação, a área foi dessecada com glifosato 3 L há<sup>-1</sup>, e a aveia semeada com uma semeadora de fluxo contínuo, com espaçamento de 17 cm, utilizando 50 Kg de sementes, sem adubação.

## 6.5 SEMEADURA E MANEJO DA CULTURA DA SOJA

A semeadura da soja foi realizada no dia 02/10/2019 com o auxílio de uma plantadeira de arrasto hidráulica da marca SEMEATO modelo SHM 11/13, constituída por 5 linhas acoplada a um trator John Deere 5605. A cultura foi semeada no espaçamento de 45 cm de entrelinhas com densidade populacional de 300 mil plantas

por hectare. A adubação de base foi determinada conforme a análise de solo de um formulado de NPK e foi realizada na área segundo manual de adução e calagem do estado do Paraná.

A área do experimento foi avaliada semanalmente quanto à presença de pragas e doenças e sempre que o nível de controle foi atingido, as mesmas foram manejadas com o uso de defensivos recomendados para a cultura.

## 6.6 AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS

Para a execução dos voos, foi utilizado o RPA multirotor Phantom 3 Advanced (classe 3) (Figura 2), que é um modelo comercial desenvolvido pela empresa chinesa DJI. Este é um quadricóptero (4 rotores), com peso de aproximadamente 1280 gramas e o modelo conta com uma bateria com autonomia de até 23 minutos. A plataforma apresenta vários sensores dentre eles uma câmera com sensor CMOS RGB Sony EXMOR 1/2.3" com resolução de 12 megapixels (4000 x 3000 pixels); lentes de foco fixo com ângulo de visão (*Field of view*) de 94°, distância focal 20 mm e abertura focal de f/2.8, a qual vem acoplada a um gimbal composto de 3 eixos, que garante a estabilização das imagens. Todo o sistema é controlado de forma remota por um rádio que opera na faixa dos 2,4 GHz, com a tecnologia denominado *Lightbridge*, permitindo o controle do RPA a uma distância de até 5 km, além de realizar a transmissão das imagens capturadas pela câmera em tempo real (DJI, 2015).

**Figura 2-** RPA utilizado para o levantamento (Phantom 3 Advanced)



**Fonte:** Autor (2019).

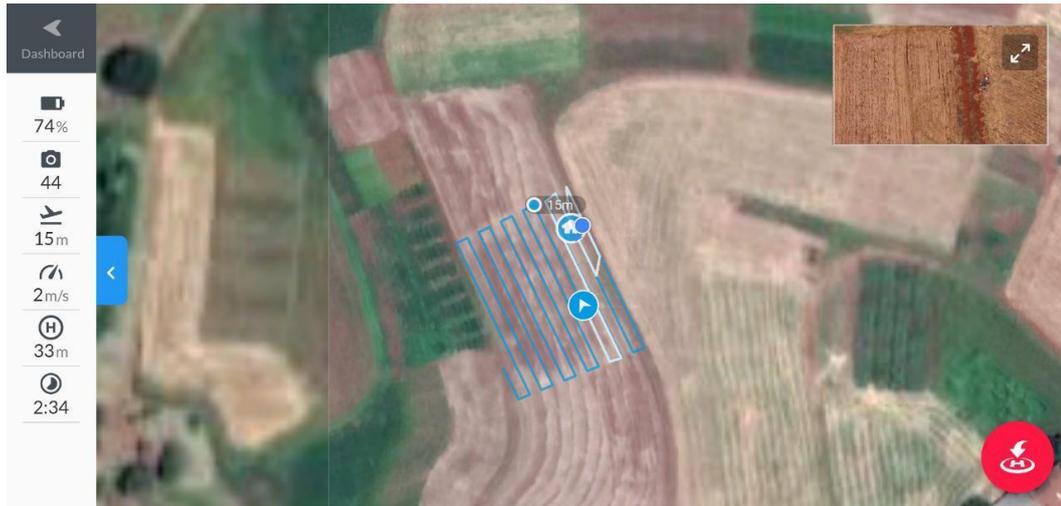
## 6.7 PLANO DE VOO

Primeiramente foi realizado o reconhecimento da área, analisando os melhores pontos para a decolagem e pouso do RPA. Alguns parâmetros de voo implicaram diretamente na resolução espacial dos produtos gerados, ou seja, na dimensão que um pixel representa no terreno e ao nível de detalhamento dos modelos gerados, sendo influenciados diretamente pela altitude de voo e o recobrimento entre imagens.

O *software DroneDeploy* foi utilizado juntamente com um smartphone para elaborar o plano de voo (Figura 3), onde foram estipuladas as alturas de voo de 15

metros. Por consequência, o GSD *Ground Sample Distance* foi de 10 cm e sobreposição lateral e longitudinal de 80%. Dadas estas informações, o aplicativo calculou o tempo de voo para estimar o tempo da bateria para realizar o levantamento. Após, foi feito o *upload* para o Phantom, que iniciou a missão.

**Figura 3** - Acerto das feições do voo



**Fonte:** Autor (2019).

O momento ideal para realização do levantamento levou em conta as condições climáticas, sempre evitando o voo diante de chuva e de velocidade do vento superiores a 10m/s. Foi buscado um padrão no horário dos imageamentos, prezando por horários próximos às 12 horas, pois nesse momento há pouca incidência de sombras, além de ser o horário de maior iluminação.

Na Figura 4 apresentasse um fluxograma das etapas executadas em campo.

**Figura 4** - Fluxograma para atividades com RPA



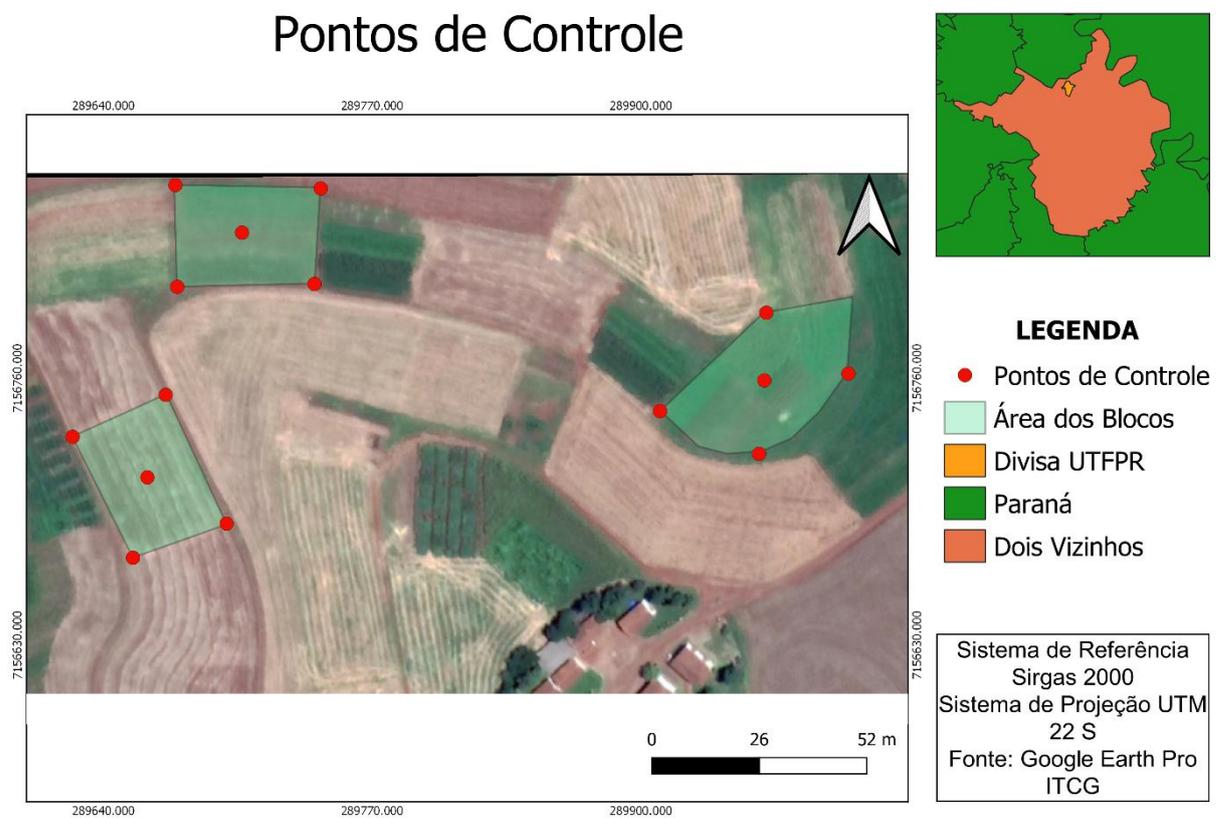
**Fonte: Autor (2021).**

Foram realizados quatro voos para o levantamento das áreas, o primeiro antes da dessecação, o segundo após a dessecação, o terceiro no estágio V2 da cultura da soja e o último em V4, objetivando a captação das diferenças em incidência e tamanho de daninhas.

## 6.8 LEVANTAMENTO DOS PONTOS DE CONTROLE

Os pontos de controle foram utilizados para melhorar a precisão dos produtos gerados com o RPA e também para fazer a relação entre o sistema de coordenadas da imagem com o sistema de coordenadas do terreno. Foram estabelecidos cinco pontos de apoio em cada uma das três áreas de plantio. Estes foram então distribuídos nos vértices da área e um ponto da região central (Figura 5).

**Figura 5-** Localização dos pontos de controle



**Fonte: Autor (2021).**

Para o levantamento foram utilizados dois receptores GNSS, tripé, bipé, bastão e trena (Figura 6).

**Figura 6** - Material utilizado para o levantamento de dados dos pontos de controle



Fonte: Autor (2019).

O receptor GNSS utilizado é da marca TechGeo modelo GTR - A<sup>BT</sup> com única frequência da onda portadora – L1. Este é capaz de rastrear sinal da constelação GPS, com precisão nominal de 5 mm (horizontal e vertical).

Para a determinação das coordenadas dos pontos de controle, foi realizado o levantamento pelo método relativo estático com tempo de observação de cerca de 20 minutos.

Este consistiu em um receptor sendo utilizado como base, instalado no marco geodésico da fazenda, localizado no interior da UTFPR Dois Vizinhos em meio ao campo experimental e o outro utilizado como *rover* para o levantamento dos pontos de apoio (Figura 7).

**Figura 7-** GPS utilizados como Base e Rover



Fonte: Autor (2021).

Para garantir melhor visualização dos pontos de controle, pelas imagens obtidas com o RPA, foram confeccionados alvos, proporcionando maior precisão para posterior georreferenciamento. Estes, foram feitos em EVA nas cores amarelo e preto (Figura 8).

**Figura 8** - Alvo utilizado para melhor identificação dos pontos de controle



Fonte: Autor (2021).

## 6.9 PROCESSAMENTO E PRODUTOS GERADOS

O processamento das imagens obtidas com o RPA foi realizado no software Argisoft Photoscan, gerando-se a ortofotomosaicos das áreas de estudo, por meio do amarramento das fotos.

Posteriormente, foram realizadas análises utilizando o programa QGIS para a contagem de daninhas e produção dos mapas temáticos.

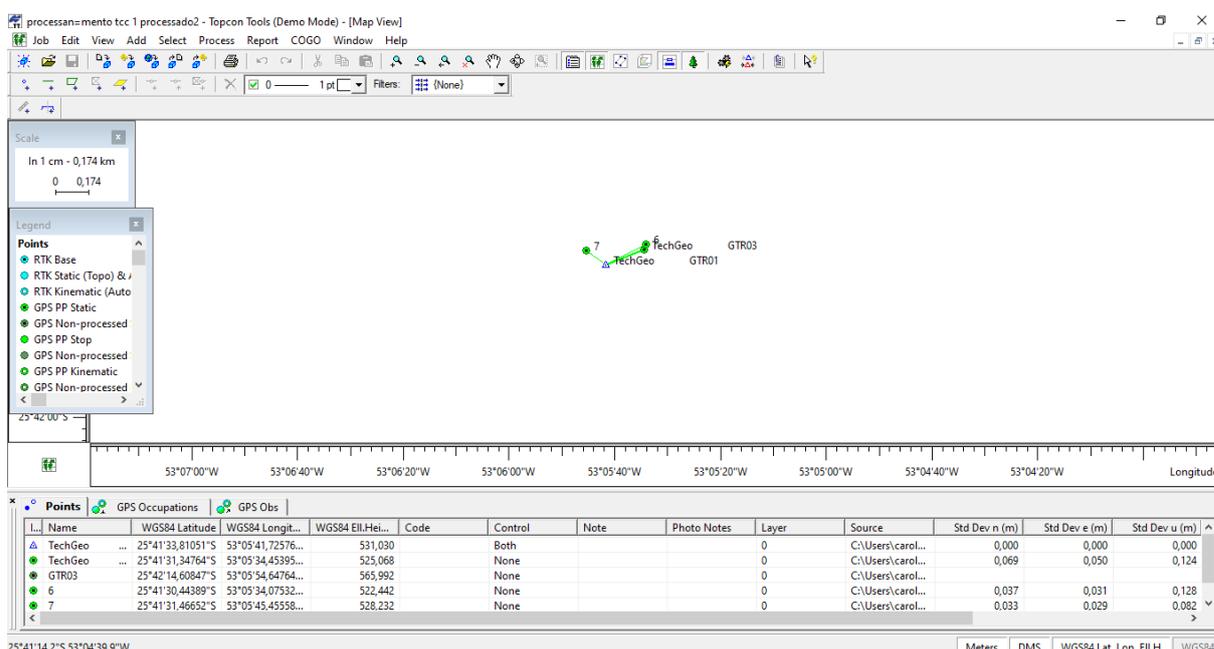
## 6.10 COLETA DE DADOS A CAMPO

Após o último imageamento, foi realizada a coleta de dados a campo por meio do método de caminhamento, onde dentro do limite de cada parcela foi avaliado a quantidade e espécie de plantas daninhas já emergidas com mais de 5 cm. Para isso, utilizou-se de um quadrado amostral com área de 50x50 cm. Este fora posicionado em 10 pontos ao acaso e seus dados foram anotados. Tais informações possibilitaram a comparação com o resultado adquirido por fotointerpretação.

## 7. PROCESSAMENTO DOS DADOS DE CAMPO E IMAGENS OBTIDAS

O processamento dos das coordenadas dos pontos obtidas com o receptor GNSS foi realizado no software Topcon Tools® (modo demo), podemos observar na imagem a posição de cada ponto, assim como sua localização e a altura do equipamento, fatores cruciais para um bom processamento (Figura 9).

**Figura 9** - Processamento dos pontos de controle no Topcon Tools



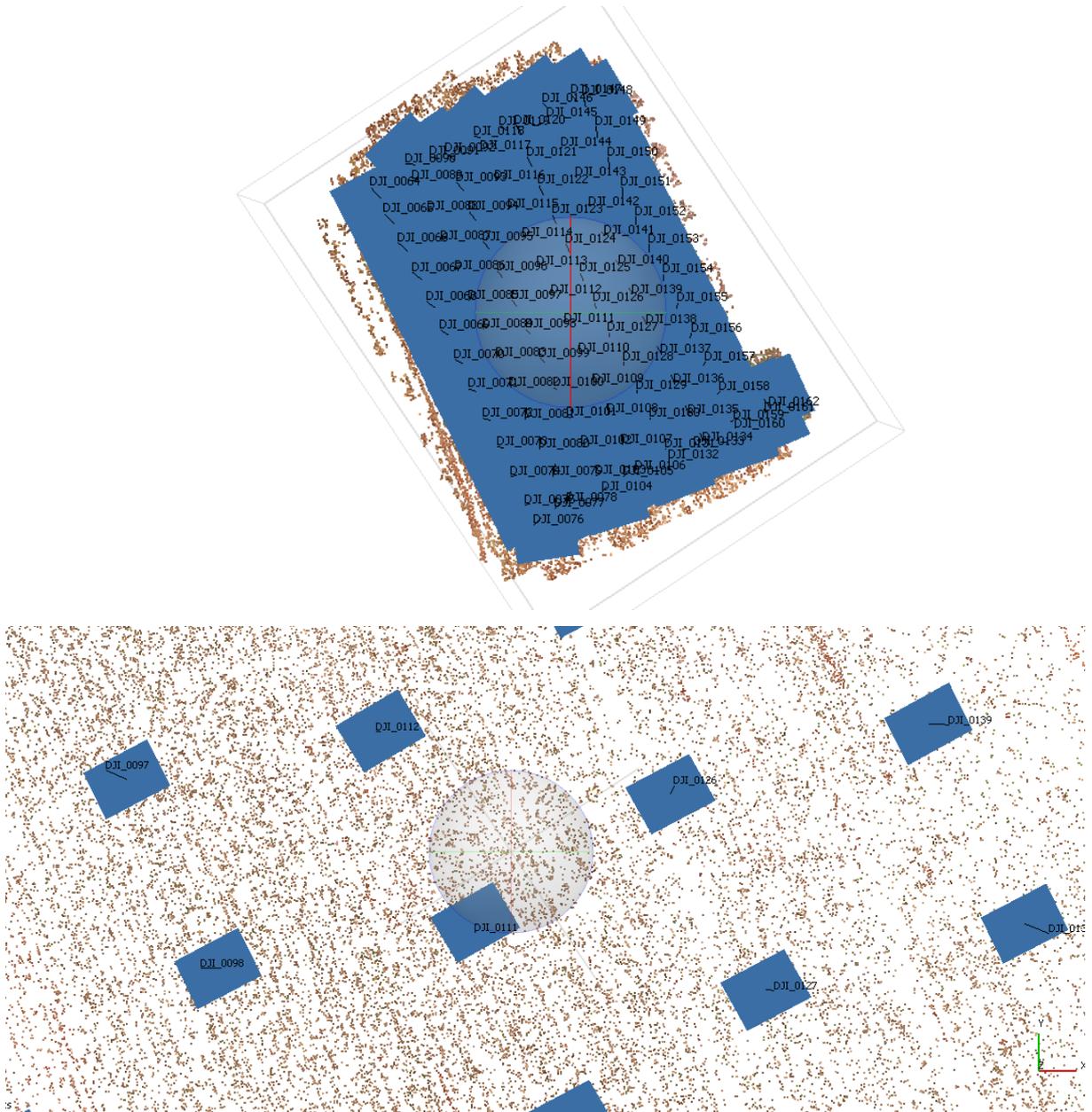
**Fonte: Autor (2021).**

O resultado foram relatórios com a localização exata de cada ponto de controle, essa localização é imprescindível para um bom geoprocessamento.

No processamento das imagens obtidas pelo RPAS, utilizou-se o software fotogramétrico de origem Russa, Agisoft Photoscan Professional, na edição padrão, onde é possível a geração de ortofotos georreferenciadas em alta resolução e modelos digitais de elevação detalhados. O primeiro passo para o processamento dos dados foi a importação das imagens a serem utilizadas no projeto, havendo uma exclusão prévia das fotos indesejadas, com imperfeições e fora de interesse da área do projeto. Posteriormente, foi executado o algoritmo de alinhamento das imagens, capaz de reconhecer, em imagens distintas e com diferença de luminosidade, pontos semelhantes, utilizando meios de amarração para ordenar as imagens e formar uma

esparsa nuvem de pontos, que já permitiu observar a área total analisada e não apenas parcelas (Figura 10).

**Figura 10** - Nuvem de pontos no processamento do Agisoft

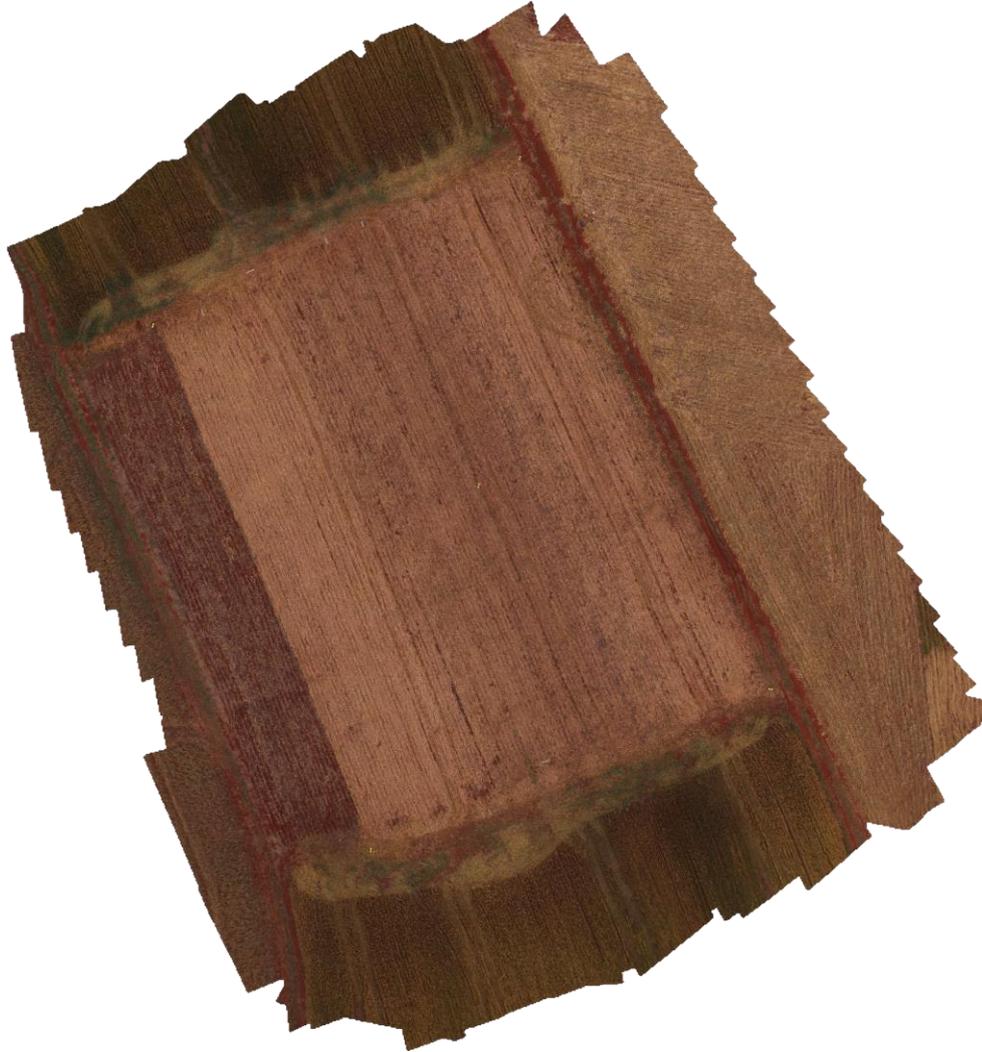


**Fonte: Autor (2021).**

O segundo passo deste processamento, foi a inserção dos pontos de controle por meio de um arquivo do bloco de notas. Já no programa, foi realizado o ajuste fino dos pontos de controle com os alvos instalados no dia dos voos, fazendo assim a conexão do sistema de coordenadas do terreno e das imagens. Posteriormente, foi

gerado a nuvem densa de pontos, e em seguida, as imagens foram homogeneizadas, formando o Ortofotomosaico da área (Figura 11).

**Figura 11** - Ortomosaico construído com as imagens obtidas no sobrevoo do bloco 1



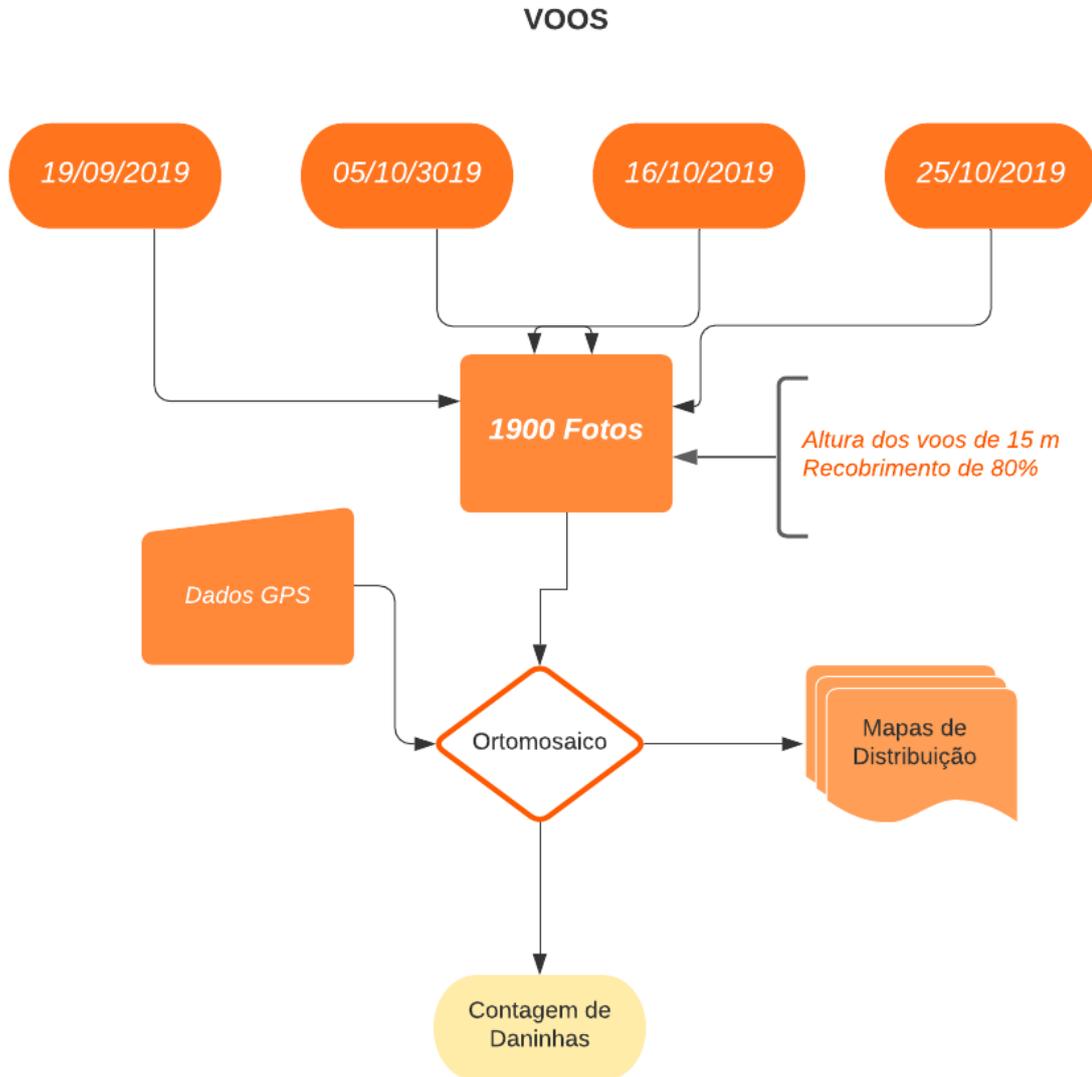
**Fonte:** Autor (2021).

Após o processamento no Agisoft, os produtos gerados foram carregados no software QGIS. O primeiro passo foi a realização dos cortes das áreas de interesse, visto que os voos foram realizados em uma área maior que a do experimento. Posteriormente, foram criados layers para realizar uma contagem fotointerpretativa de daninhas, e assim foi gerada uma planilha com o total de plantas em cada tratamento.

O próximo passo foi elaborar uma planilha contendo as coordenadas e o total de daninhas contadas *in loco*, possibilitando assim, gerar um mapa da distribuição espacial das daninhas no estágio V4.

Na Figura 12 apresenta-se o fluxograma das tarefas executadas.

**Figura 12** - Fluxograma de voos e produtos gerados



Fonte: Autor (2021).

## 8. RESULTADO E DISCUSSÃO

Como resultados foram produzidos quatro diferentes ortomosaicos de cada área, totalizando doze voos do RPA. Do primeiro voo, foi construído o Modelo Digital do Terreno e dos seguintes o Modelo Digital de Superfície, o qual leva a vegetação em conta. Da aquisição e processamento das imagens coletadas pela plataforma RPA, foram obtidos três mapas de fotointerpretação, três mapas de distribuição e os ortomosaicos dos quatro voos.

É importante frisar que a resolução espacial foi de excelente qualidade. Os recobrimentos lateral e longitudinal de 80% garantiram que cada ponto no modelo tivesse constituição de oito imagens de diferentes ângulos.

Em função desta qualidade de imagens, foi possível observar a quantidade de daninhas, que se fizeram presentes nas três repetições, com o passar do tempo, evolução da cultura e conforme a palhada vai sendo incorporada e degradada, o que é observado nos modelos digitais produzidos, na imagem estão agrupados os quatro voos das três áreas estudadas, nomeadas de blocos um, dois e três (Figura 13,14,15).

**Figura 13** - Ortomosaicos dos quatro dias de voo com RPA do bloco 1

**Bloco 1**

18/09/2019



05/10/2019



16/10/2019



25/10/2019



Fonte: Autor (2021).

**Figura 14** - Ortomosaicos dos quatro dias de voo com RPA do bloco 2

**Bloco 2**

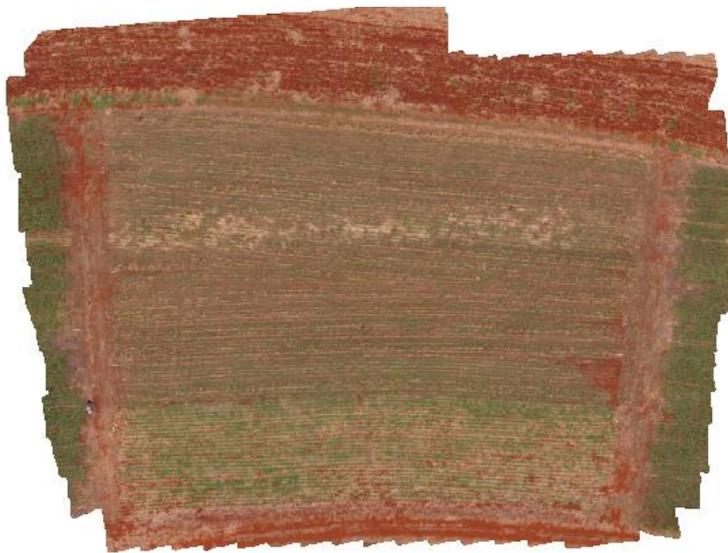
18/09/2019



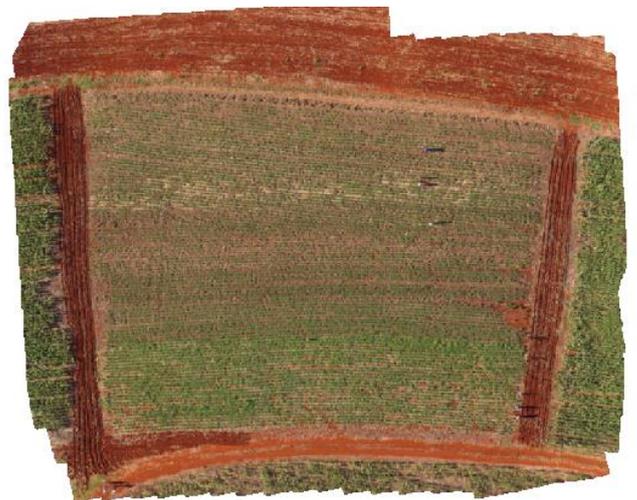
05/10/2019



16/10/2019



25/10/2019



Fonte: Autor (2021).

**Figura 15-** Ortomosaicos dos quatro dias de voo com RPA do bloco 3

**Bloco 3**

18/09/2019



05/10/2019



16/10/2019



25/10/2019

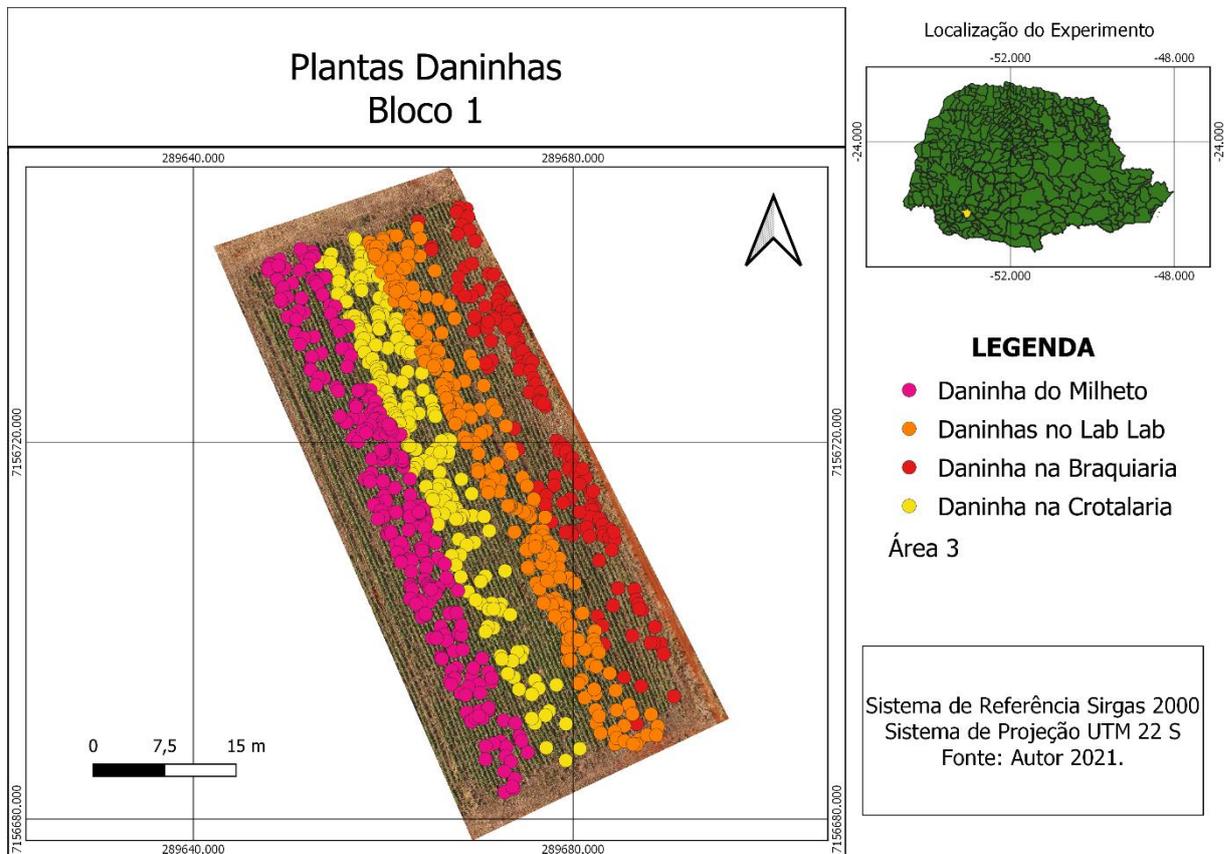


Fonte: Autor (2021).

Também foi possível observar por meio dos produtos gerados no QGIS, a incidência de daninhas na área total durante o último voo, realizado no dia 25/10/2019, nos três blocos, e na subdivisão de parcelas de interesse, estas foram contadas e estão apresentadas na Figura 16.

É possível observar na área 3, que os pontos representam a contagem de daninhas, para cada planta de cobertura foi estipulado uma cor de ponto, para que assim ficasse mais fácil a identificação das divisões de tratamento, segundo a legenda observamos que a primeira área de contagem foi na área do milho (T1), onde foram totalizadas 295 daninhas marcadas na cor rosa, 206 daninhas na Crotalária (T2) representado em amarelo, 258 daninhas no tratamento T3 com Lab Lab com a cor Laranja e 154 daninhas no tratamento T4 com Braquiária na cor vermelha. A menor incidência se deu no tratamento T4, também é possível observar um maior número de infestação neste bloco, principalmente pelo bloco estar ao lado da estrada principal.

Figura 16 - Contagem supervisionada de daninhas no bloco 1

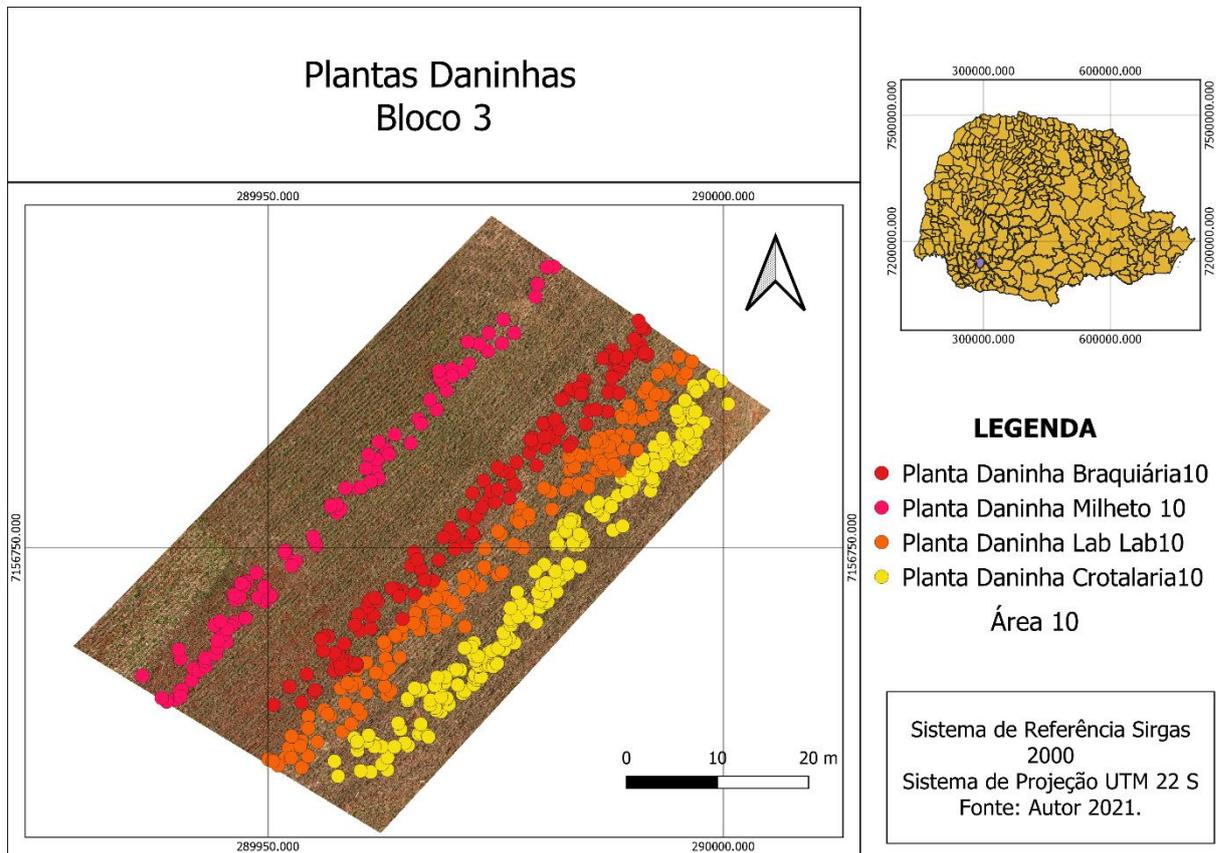


Fonte: Autor (2021).



Para a mesma data de voo, no bloco 3 foram contadas 87 plantas no T1, 210 no T2, 150 no T3 e 138 no T4, nota-se que neste bloco o tratamento com menor incidência de daninhas foi o T1 (Figura 18).

**Figura 18** - Contagem supervisionada de daninhas no bloco 3



**Fonte: Autor (2021).**

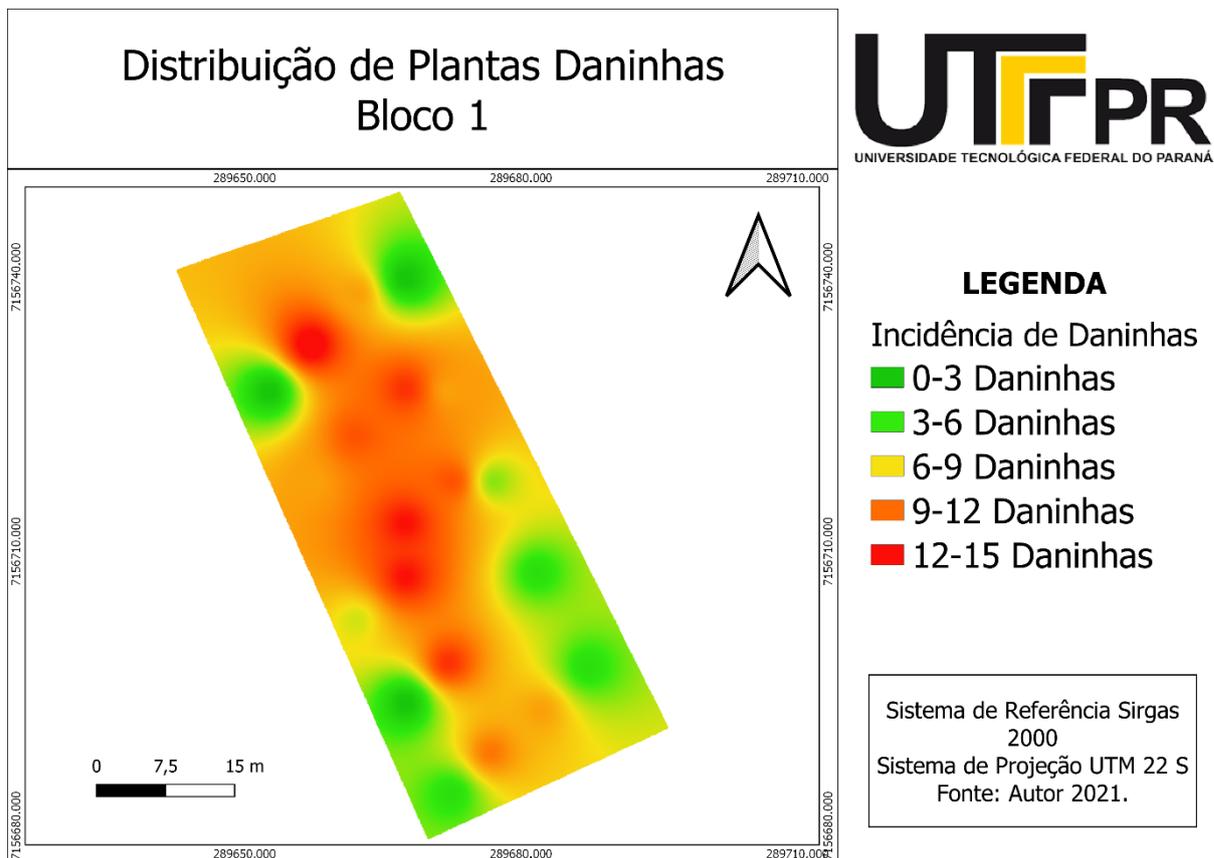
Como um todo, notamos que as plantas que ofereceram maior supressão na quantidade de daninhas foram a Braquiária em primeiro lugar, o Milheto subsequente, e as duas posições inferiores ficaram com a Crotalaria e o Lab Lab.

A palhada de Braquiária, devido a sua grande capacidade de perfilhamento, inibiu significativamente a germinação e a emergência de plântulas de espécies daninhas do banco de sementes do solo. Visto que substâncias alelopáticas da Braquiária provavelmente tiveram enorme efeito sobre a germinação de sementes de plantas daninhas (PALHARINI, et al., 2014).

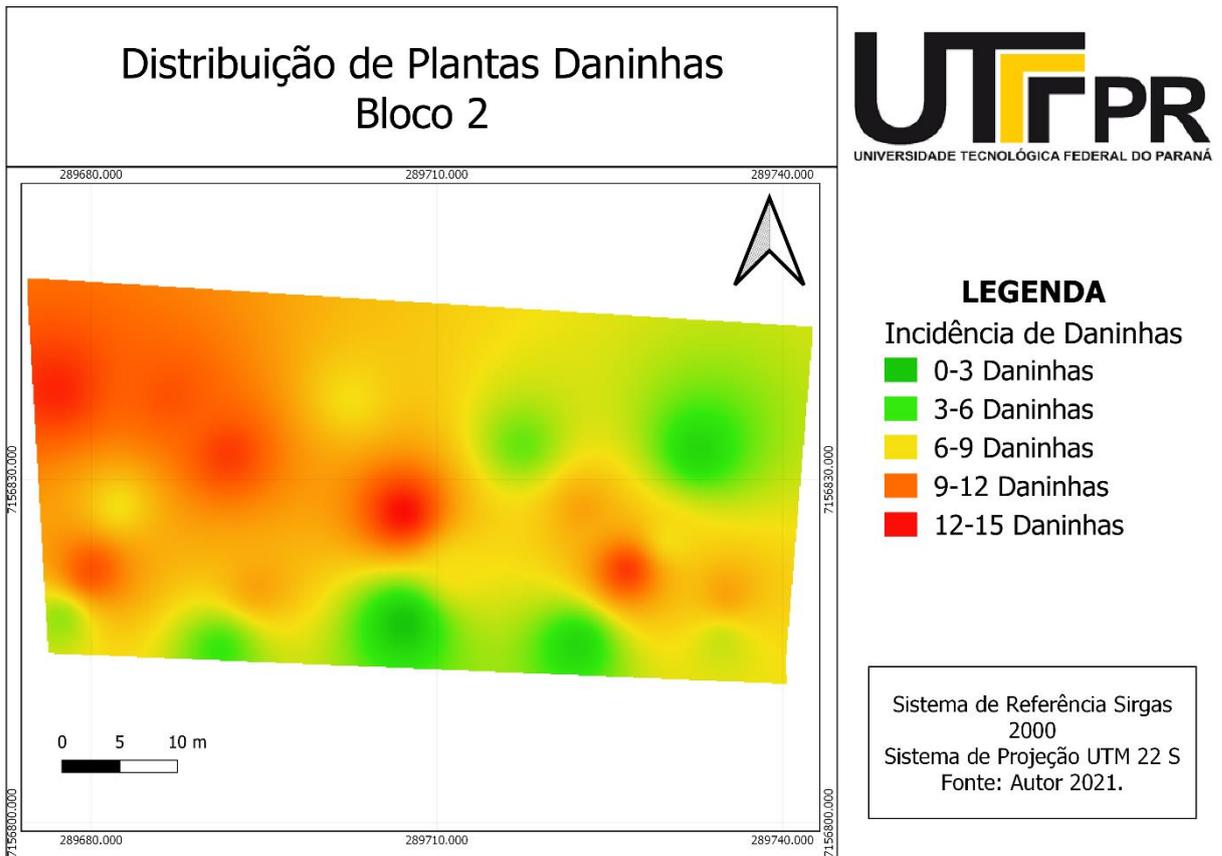
## 8.1 MAPAS DE DISTRIBUIÇÃO

A partir da tabela elaborada com as coordenadas obtidas a campo, juntamente com as contagens realizadas, foi possível a elaboração de mapas ilustrando a distribuição de daninhas nos blocos (Figura 19, 20, 21). Para isso, foram contadas as daninhas nos ortomosaicos em 5 áreas amostrais de 2500 cm<sup>2</sup>, para cada tratamento, nas mesmas coordenadas das contagens a campo, posteriormente, foi feito a interpolação dos dados. Além de possibilitar a quantificação de daninhas, os mapas constituem uma importante ferramenta para avaliar a variabilidade espacial, permitindo identificar áreas de maior infestação.

**Figura 19** - Distribuição de daninhas bloco 1

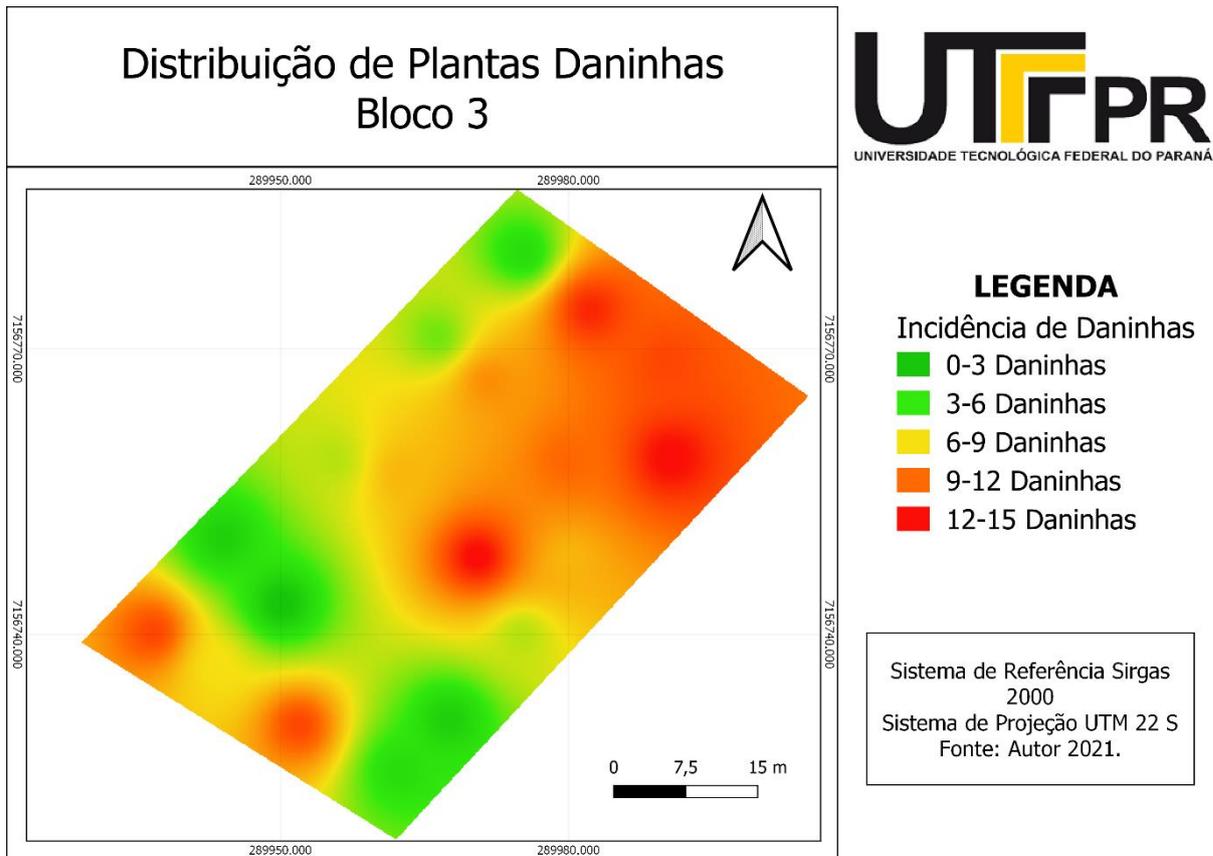


**Fonte: Autor (2021).**

**Figura 20** - Distribuição de daninhas bloco 2

Fonte: Autor (2021).

**Figura 21** - Distribuição de daninhas bloco 3



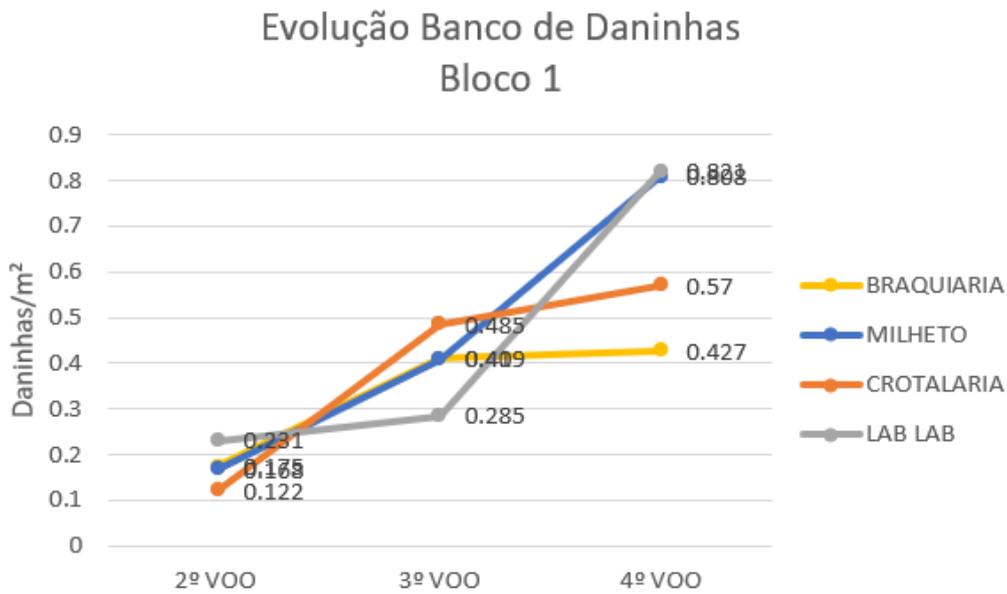
**Fonte: Autor (2021).**

Nota-se a ocorrência de diferentes padrões dentro dos blocos o que evidencia a importância de se fazer um experimento com mais repetições.

Como produto os mapas dos diferentes dias de voo e suas repetições, é possível observar a quantificação de plantas daninhas que foram emergindo em meio a soja, visualizando que estes mapas são importantes ferramentas para observar a porcentagem de incidência de plantas daninhas, a supressão de cada massa de palhada sobre as daninhas, assim como a distribuição espacial da mesma. Assim, esta ferramenta facilitaria o manejo do produtor, tanto na percepção de infestação quanto na tomada de decisão, estes mapas também podem possibilitar a aplicação de forma localizada, reduzindo assim gastos com herbicidas.

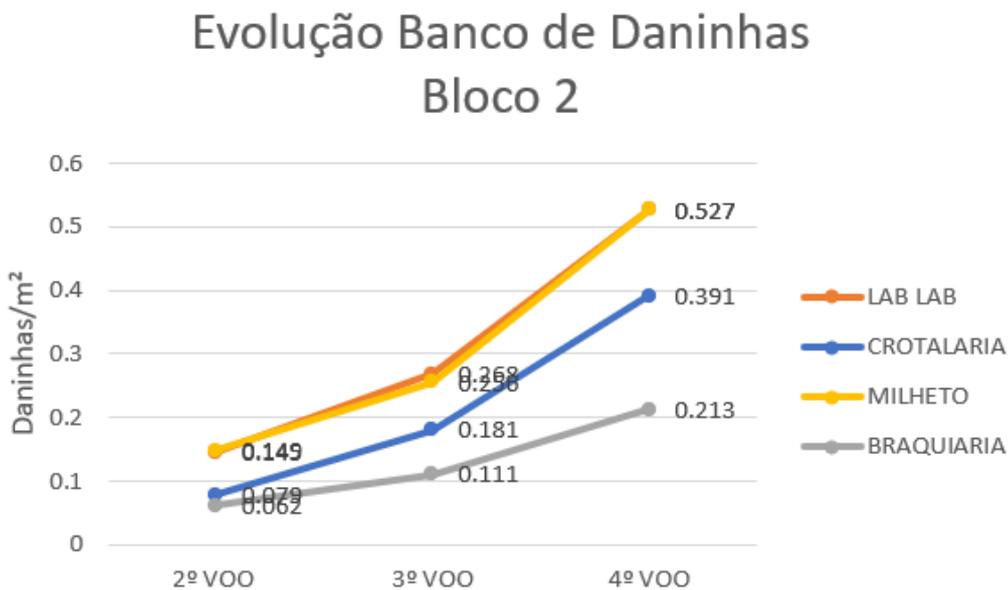
Com a contagem fotointerpretativa de plantas daninhas por meio dos ortomosaicos, foi confeccionado regressões de cada bloco do experimento, cada gráfico mostra o aumento de plantas daninhas, foram considerados os três últimos voos, visto que o primeiro voo no dia 18/09/2019 foi antes da dessecação. É possível observar que em todos os blocos houve elevação na quantidade de daninhas, além da diferença no número de plantas invasoras entre as plantas de cobertura (Gráfico 1, 2, 3).

**Gráfico 1** – Aumento de plantas daninhas nos voo bloco 1

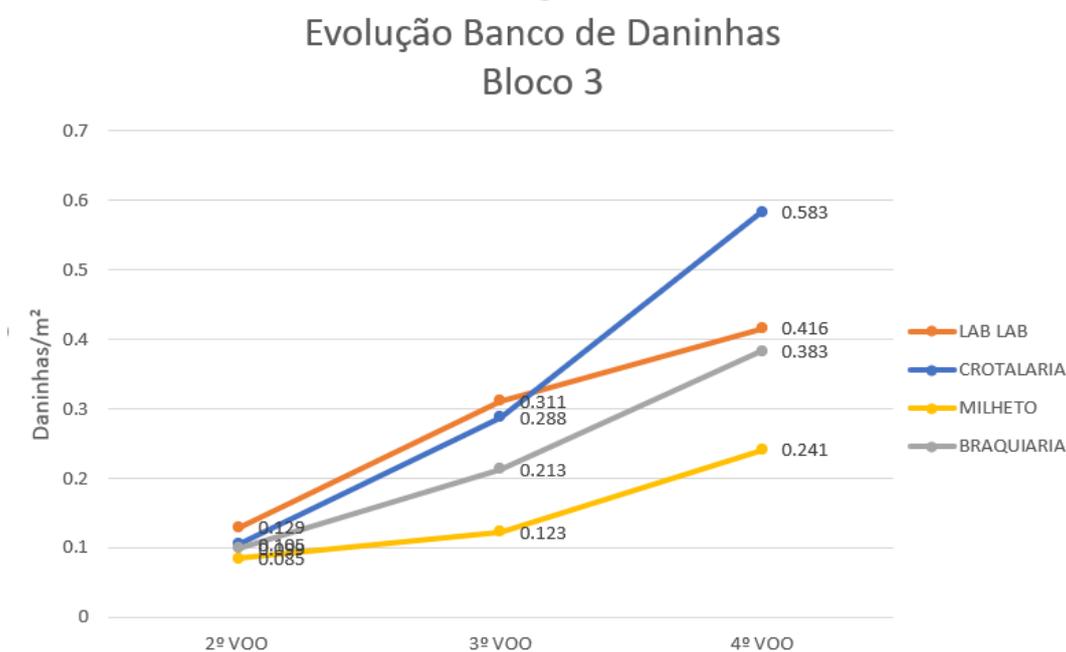


Fonte: O autor (2021).

**Gráfico 1** – Aumento de plantas daninhas nos voo bloco 2



Fonte: O autor (2021).

**Gráfico 1** – Aumento de plantas daninhas nos voo bloco 3

Fonte: O autor (2021).

## 8.2 ANÁLISE

Para realizar a análise estatística foi utilizado o programa Sisvar com o banco de dados das coletas a campo e contagem fotointerpretativa. Para ambos o número de daninhas foi ajustado para um metro quadrado. Foram correlacionados a incidência de plantas daninhas nas diferentes plantas de cobertura e os dois métodos adotados.

Para a análise de variância é possível observar que houve diferença significativa entre os tratamentos, o que significa que as quatro plantas de cobertura estudadas exerceram diferentes níveis de supressão sobre o banco de daninhas, isso é observado na diferença do número de daninhas nos experimentos.

Em relação aos métodos (contagem a campo e fotointerpretativa) não houve diferença entre os tratamentos, concluindo que não ocorreu diferença significativa entre os métodos. Isto é um ponto positivo para o experimento em questão, pois conclui-se que dentro dos parâmetros de avaliação estabelecidos é possível substituir a contagem a campo pelo método de fotointerpretação. Contudo, ressalte-se que o erro do observador pode estar presente, por isso, utilizar algoritmos de contagem automática podem ser adotados como referência.

Não ocorreu interação planta de cobertura e método, podendo assim ser usado ambos os métodos para as diferentes plantas de cobertura. A utilização de repetição em blocos foi eficiente, visto que ocorreu diferença entre os blocos, evitando que os dados fossem mascarados.

Dentre as plantas de cobertura, pelo Teste de Tukey, observou-se que a Braquiária apresentou menor média de daninhas, o Lab Lab apresentou maior número de daninhas correspondendo assim a letra “b”, já o milho e a Crotalaria não apresentaram diferença significativa em relação à Braquiária e ao Lab Lab (Tabela 1).

**Tabela 1-** Média de plantas daninhas dentro das diferentes plantas de cobertura

<b>Método</b>	<b>Milho</b>	<b>Crotalaria</b>	<b>Lab lab</b>	<b>Braquiária</b>	<b>Médias<sup>ns</sup></b>
Convencional	0,46	0,5	0,56	0,3	0,45ns
Fotointerpretação	0,52	0,51	0,55	0,33	0,48ns
<b>médias</b>	<b>0,49ab</b>	<b>0,5ab</b>	<b>0,56b</b>	<b>0,32a</b>	
<b>CV%</b>	<b>26,34</b>				

\*ns – não significativo do nível de significância de 5% de probabilidade de erro  
Fonte: O autor (2021).

Como observado, a contagem fotointerpretativa de plantas daninhas alcançou resultados satisfatórios, tanto para o conjunto de dados provenientes do RPA quanto para os dados obtidos à campo.

## 9. CONCLUSÃO

Foi possível gerar ortofotomosaicos detalhados com as imagens obtidas com os voos, assim como a geração de mapas de distribuição e a realização da contagem fotointerpretativa de plantas daninhas. Tais resultados, podem ser utilizados para auxiliar no gerenciamento e manejo de áreas ao longo do tempo. A contagem apresentou correlação com os dados coletados a campo, permitindo que este método seja aplicado em outros casos e evitando a ida à campo.

Quanto à supressão de plantas daninhas, percebeu-se que todas as plantas exercem seu fator de supressão sobre as daninhas, mas este se deu mais acentuado na Braquiária, visto o número inferior de daninhas presentes.

## **10. RECOMENDAÇÕES**

Ainda que os resultados obtidos apresentem dados positivos com relação a eficácia da metodologia aplicada, faz-se necessário um estudo mais aprofundado, comparando as contagens de campo com algoritmos automatizados, favorecendo assim o uso comercial e manipulação por parte do produtor.

Também é importante salientar que alguns parâmetros como altura de voo, periodicidade, e o tipo de câmera poderiam ser ajustados para futuras pesquisas. Utilizando, por exemplo, câmeras multiespectrais.

## REFERÊNCIAS

ALVARENGA, R. C. et al. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. Embrapa Milho e Sorgo - Artigo em periódico indexado, v. 22, p. 25–36, 2001.

ANDREA M MURPHY E PABLO E COLUCCI. Uma revisão do Lablab purpureus. Disponível em: <<http://www.fao.org/ag/aga/agaP/Frg/FEEDback/Irrd/Irrd11/2/colu112.htm>>. Acesso em: 26 maio. 2019.

ARAÚJO, R. T. Manejo de plantas infestantes na cultura da soja (*Glycine max* L. Merr.) em sucessão à aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb.) em sistema de plantio direto na região de Campinas – SP. 2003. 63p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Produção Agrícola) - Instituto Agronômico de Campinas, Campinas-SP, 2003.

ARTUZO, F. D.; FOGUESATTO, C. R.; SILVA, L. X. da. Agricultura de precisão: inovação para a produção mundial de alimentos e otimização de insumos agrícolas. R. Tecnol. Soc. Curitiba, v. 13, n. 29, p. 146-161, set./dez. 2017. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/4755>>. Acesso em: 25 maio. 2019.

ALVES JÚNIOR, L. R. Análise de produtos cartográficos obtidos com câmera digital não métrica acoplada a um Veículo Aéreo Não Tripulado em áreas urbanas e rurais no Estado de Goiás. 2015. 114 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Estudos Socioambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia. 2015.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift, v. 22, n. 6, p.711- 728, 2013.

Bertin EG, Andrioli I & Centurion JF. Plantas de cobertura em pré-safra ao milho em plantio direto. Acta Scientiarum, 2005.

BHERING, S.B.; SANTOS, H.G. dos; BOGNOLA, I.A.; CÚRCIO, G.R.; MANZATTO, C.V.; CARVALHO JUNIOR, W. de; CHAGAS, C da S.; ÁGLIO, M.L.D.; SOUZA, J.S. de. Mapa de solos do Estado do Paraná: legenda atualizada. Rio de Janeiro: EMBRAPA/IAPAR, 74p. 2018.

BRANDÃO, Z.N.; ZONTA, J.H.; FERREIRA, G.B. Agricultura de Precisão na Cultura de Algodão. Brasília - DF: BERNARDI ET AL., 2014, p. 295 - 305.

Carvalho MAC, Athayde MLF, Soratto RP, Alves MC & Arf. Soja em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional em solo de cerrado. Pesquisa Agropecuária Brasileira. 2004.

CERICATTO DA SILVA, A.; ROGÊ BATISTA, H. A IMPORTÂNCIA DA SOJA PARA O AGRONEGÓCIO BRASILEIRO: UMA ANÁLISE SOB O ENFOQUE DA PRODUÇÃO, EMPREGO E EXPORTAÇÃO. Disponível em: <[http://www.apec.unesc.net/V\\_EEC/sesoes\\_tematicas/Economia rural e agricultura familiar/A IMPORTÂNCIA DA SOJA PARA O AGRONEGÓCIO BRASILEIRO.pdf](http://www.apec.unesc.net/V_EEC/sesoes_tematicas/Economia_rural_e_agricultura_familiar/A_IMPORTÂNCIA_DA_SOJA_PARA_O_AGRONEGÓCIO_BRASILEIRO.pdf)>. Acesso em: 23 maio. 2019.

CONAB. Levantamento de Safras. 2021. Disponível em: < <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras>>. Acessos em 26 abril. 2021.

CENTENO, J. A. S. et al. ORTORRETIFICAÇÃO DE IMAGEM QUICKBIRD UTILIZANDO MODELOS GEOMÉTRICOS DEPENDENTES DE TERRENO E MODELO DE SUPERFÍCIE GERADO COM DADOS LASER SCANNING. Colóquio Brasileiro de Ciências geodésicas. Anais. Curitiba: 2005. Disponível em: <<https://docs.ufpr.br/~centeno/publications/download/2005/92tarakichc.pdf>>. Acesso em: 3 jun. 2019

COSTA, N. R. Andreotti, Marcelo. Lopes, Keny samejima mascarenhas. Yokobatake , Kazuo leonardo . Ferreira, João Paulo, Pariz, Cristiano magalhães Bonini, Carolina dos santos batista e Longhini vanessa Zironi. Atributos do solo e Acúmulo de cArbono nA integrAção IAvourA-PecuáriA em sistemA PIAntio direto. 2014. Disponível em: < [www.scielo.br/pdf/rbcs/v39n3/0100-0683-rbcs-39-3-0852.pdf](http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v39n3/0100-0683-rbcs-39-3-0852.pdf)>. Acesso em: 23 mai. 2019.

DÀ-JIÃNG INNOVATIONS SCIENCE AND TECHNOLOGY CO. (DJI) (China). Especificações: Phantom 3 Advanced. 2015. Disponível em: <<http://www.dji.com/phantom-3-adv/info#specs>>. Acesso em: 10 maio. 2019.

Delavale FG (2002) Culturas de cobertura e modos de aplicação de calcário na implantação do sistema plantio direto. Dissertação de mestrado. Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. 107p. Disponível em: <<http://www.ceres.ufv.br/ojs/index.php/ceres/article/view/3297/1181>> Acesso dia 13 de mai. 2019.

DURIGAN, J. C. et al. PERÍODOS DE MATOCOMPETIÇÃO NA CULTURA DA SOJA (Glycine max (L.) Merrill),CULTI VARES SANTA ROSA E IAC-2. I-EFEITOS SOBRE

OSPARÂMETROS DE PRODUÇÃO. Disponível em:  
<<http://www.scielo.br/pdf/pd/v6n2/02.pdf>>. Acesso em: 25 maio. 2019.

Espíndola, R. Cunha. 217-238. GeoTextos, vol. 11, n. 1, julho 2015. Disponível em:  
<<https://portalseer.ufba.br/index.php/geotextos/article/view/12692/9733>> Acesso em:  
12 mai.2019.

FERNANDES, Pablo et al. Estimativa da produtividade de milho (*Zea Mays L.*) através de imagens obtidas por veículo aéreo não tripulado. 2016.

FLORENZANO, T. G. Iniciação em Sensoriamento Remoto. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

FONTES, José Roberto Antoniol; GONÇALVES, José Ricardo Pupo. Manejo integrado de plantas daninhas. Pará: Embrapa, 2009. Disponível em:  
<<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/112318/1/Manejo-integrado-de-plantas.pdf>>. Acesso em: 12 mai. 2019.

FILHO, D. B. F.; SILVA, J. A. J. **Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r) Revista Política Hoje**. Disponível em:  
<<https://periodicos.ufpe.br/revistas/politica hoje/article/viewFile/3852/3156>>. Acesso em: 15 jun. 2019.

GAZZIERO, L.P.D.; VARGAS, L.; ROMAN, E.S. Manejo e controle de plantas daninhas em soja. In: VARGAS, L.; ROMAN, E.S. Manual e controle de plantas daninhas. EMBRAPA, p.595 – 635, 2004.

GONZÁLEZ, F. E. et al. TUTORIAL do SENSORAMIENTO REMOTO Elaborado pelo. Disponível em:  
<[https://www.grss-ieee.org/wp-content/uploads/2014/07/PT\\_TUTORIAL\\_COMPLETO.pdf](https://www.grss-ieee.org/wp-content/uploads/2014/07/PT_TUTORIAL_COMPLETO.pdf)>. Acesso em: 4 jun. 2019.

HIRAKURI, M. H.; LORINI, I.; KRZYZANOWSKI, F. C. sobre a qualidade de grãos de soja no Brasil. n. February, 2019.

HIROSHI, M.; JOELSIO, H.; LAZZAROTTO, J. O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Soja Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2014.

JAREMTCHUK, C. C.; CONSTANTIN, J.; OILVEIRA JUNIOR, R. S.; BIFFE, D. F.;

ALONSO, D. G.; ARANTES, J. G. Z. Efeito de sistemas de manejo sobre a velocidade de dessecação, infestação inicial de plantas daninhas e desenvolvimento e produtividade da soja. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 30, n. 4, p. 449-455, 2008

IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática. Censo agropecuário 2006. [Brasil,, 2006]. Disponível em:<<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric/default.asp?z=t&o=11&i=P>>. Acesso em: 23 maio. 2019.

IAPAR, Instituto Agrônômico do Paraná. Sistema de monitoramento agroclimático do Paraná.2016.Disponível em:<<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=595>>. Acesso em 1 Mai. 2018.

IBGE. Recomendações para Levantamentos Relativo Estático - GPS. **Manual**, p. 35, 2008.

INCRA. MANUAL TÉCNICO DE Georreferenciamento de Imóveis Rurais Manual Técnico de Posicionamento : 1 edição ed. Brasília: 2013.

ITO, M. F.; STEIN, C. P. SEMINÁRIO SOBRE PRAGAS, DOENÇAS E PLANTAS DANINHAS DO FEIJÃO. Instituto Agrônomo de Campinas, 2007. Disponível em:<[http://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/publicacoes\\_online/pdf/doc79.pdf](http://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/publicacoes_online/pdf/doc79.pdf)>. Acesso em: 3 jun. 2019

JOSÉ, L. G. E. OS IMPACTOS DAS NOVAS TECNOLOGIAS NAS EMPRESAS PRESTADORAS DE SERVIÇOS. 1994. Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/rae/v34n1/a08v34n1.pdf>>. Acesso em: 3 jun. 2019.

KEMPIM PITTELKOW, F. et al. GLOBAL SCIENCE AND TECHNOLOGY (ISSN 1984-3801) INTERFERÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DA SOJA TRANSGÊNICA. Disponível em:<<https://rv.ifgoiano.edu.br/periodicos/index.php/gst/article/viewFile/91/106>>. Acesso em: 25 maio. 2019.

LAMAS, F. M. Plantas de cobertura. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/28512796/artigo plantas-de-cobertura-o-que-e-isto>>. Acesso em: 3 jun. 2019.

MOLIN, J. P.; AMARAL, L. R. DO; COLAÇO, A. Agricultura de precisão. 1. ed. ed. São Paulo. 2015.

MENEZES, Luiz Antonio Silva; LEANDRO, Wilson Mozena. Avaliação de espécies de coberturas do solo com potencial de uso em sistema de plantio direto. 2004.

MARCANTE, Nericles Chaves; CAMACHO, Marcos Antonio; JUNIOR, Francisco Pereira Paredes. Teores de nutrientes no milho como cobertura de solo. Bioscience Journal, v. 27, n. 2, 2011.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H.A. Aims and methods of vegetation ecology. New York: John Wiley, 1974. 547 p.

MONICO, J. F. G. Posicionamento pelo NAVSTAR-GPS: descrição, fundamentos e aplicações. São Paulo: Editora UNESP, 2000.

MONICO, J. F. G. Posicionamento pelo GNSS: descrição, fundamentos e aplicações. São Paulo: ed. UNESP. 2008.

MENENDEZ, J; MESA, A.R; BLANCO, F. & TANG, M. 1984. Introdução às pastagens. Notas para um livro didático, Cuba.

MOORE, David S. (2007), The Basic Practice of Statistics. New York, Freeman.

NESSARALLAH, M. G. T. As metodologias tradicionais para o acompanhamento de culturas são baseadas em amostragens através do caminhar a campo. Piracicaba. Disponível em: <<http://www.ler.esalq.usp.br/download/gmap/estagio/MichelNessrallah.pdf>>. Acesso em: 3 jun. 2019.

PACHECO, L. P. et al. Cover crops on the development of beggar's-tick. Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 43, n. 2, p. 170–177, 2013.

PITELLI, RA., PITELLI, RLCM. Biologia e ecofisiologia das plantas daninhas. In: VARGAS, L.; ROMAN, E.S. Manual de manejo e controle de plantas daninhas. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004.

PALHARINI, W. G. et al. Eficiência de supressão de plantas daninhas por brachiaria ruziziensis, utilizada como cobertura do solo na entressafra de cultivos rotacionados. Dourados-MS, 2014.

SÁ, Iêdo Bezerra. Geoprocessamento e sensoriamento remoto como ferramentas para o estudo da cobertura vegetal. In: REUNIÃO NORDESTINA DE BOTÂNICA, 27.,

2004, Petrolina, 2004. p. 1 - 6. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/153083>>. Acesso em: 13 mai 2019.

SALTON, J. C.; HERNANI, L. C.; FONTES, C. Z. Sistema Plantio Direto. Dourados: Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/98258/1/500perguntassistemaplantiodireto.pdf>>. Acesso em: 3 jun. 2019.

SANTOS, A. C.; GOMES, I. F.; GROFF, A. M. Fatores e técnicas de produção e sua influência na produtividade e qualidade da soja. Disponível em: <[http://anais.unespar.edu.br/xi\\_eepa/data/uploads/artigos/1/1-10.pdf](http://anais.unespar.edu.br/xi_eepa/data/uploads/artigos/1/1-10.pdf)>. Acesso em: 25 maio. 2019.

Santiago, Wesley Esdrar, 1987- Sa59i SanIdentificação de plantas daninhas em cana-de-açúcar por meio de processamento de imagens / Wesley Esdrar Santiago. – Campinas, SP: 2015. Disponível em: <[http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/256736/1/Santiago\\_WesleyEsdrar\\_D.pdf](http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/256736/1/Santiago_WesleyEsdrar_D.pdf)> Acesso em: 23 mai.2019.

SANTOS, M. Espaço e sociedade: ensaios. 2. ed. Petrópolis: Vozes,1982.

SILVEIRA, M. L. O Brasil: território e sociedade no início do século XXI. 16. ed. Rio de Janeiro: Record. 2012

SHIRATSUCHI, L. S.; BRANDÃO, Z. N.; VICENTE, L. E.; VICTORIA, D. C.; DUCATI, J. R.; DE OLIVEIRA, R. P.; VILELA, M. F. Sensoriamento Remoto: conceitos básicos e aplicações na Agricultura de Precisão. In: Bernardi, A.C.C.; Naime, J.M.; Resende, A.V.; Bassoi, L.H.; Inamasu, R.Y. (Org.). Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar. 1ed.Brasília: Embrapa, 2014.

SCHIRRMANN, M.; GIEBEL, A.; GLEINIGER, F.; PFLANZ, M.; LENTSCHKE, J.; DAMMER, K.H.. Monitoring Agronomic Parameters of Winter Wheat Crops with Low-Cost UAV Imagery. Remote Sensing, 2016.

SHIRATSUCHI, Luciano Shozo et al. Sensoriamento remoto: conceitos básicos e aplicações na agricultura de precisão. Embrapa Monitoramento por SatéliteCapítulo em livro científico (ALICE), 2014.

SILVA, A. A.; SILVA, J. F. Tópicos em manejo de plantas daninhas. Editora UFV, 2007.

SILVA, I.A.B., KUVA, M.A., ALVES, P.L.C.A., SALGADO, T.P. Interferência de uma comunidade de plantas daninhas com predominância de *Ipomoea hederifolia* na cana-soca. *Planta daninha*. vol.27, n.2, pp. 265-272. 2009

SOUSA, H. L. DE. Sensoriamento Remoto com VANTs : uma nova possibilidade para a aquisição de geoinformações. *Revista brasileira de geomatica*, p. 326–342, 2017.

THEISEN, G.; VIDAL, R. A.; FLECK, N. G. Redução da infestação de *Brachiaria plantaginea* em soja pela cobertura do solo com palha de aveia preta. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília-DF, v.35, n.4, p.753-756, 2000.

TIMOSSI, Paulo César; DURIGAN, Julio Cezar; LEITE, Gilson José. Formação de palhada por braquiárias para adoção do sistema plantio direto. *Bragantia*, 2007.

VIDAL, R. A. et al. Palha no Sistema de semeadura direta reduz a infestação de gramíneas anuais e aumenta a produtividade da soja. *Ciência Rural*, Santa Maria-RS, v.28,1998.

VOLL, E. et al. Competição relativa de espécies de plantas daninhas com dois cultivares de soja. *Planta Daninha*, v. 20, n. 1, p. 17-24, 2002.

WADT, P. GUILHERME S. Práticas de conservação do solo e recuperação de áreas degradadas. Rio Branco. Disponível em: <<http://www.cpafac.embrapa.br>>. Acesso em: 6 jun. 2019.

WOLF, Bruna Amanda. Avaliação da produtividade do trigo com a utilização de plantas de cobertura em sucessão a soja e milho. 2018. 32 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2018

ZANUNCIO, José Cola, Organismos do solo associados à supressão da *Crotalaria juncea* (Fabaceae) e a importância desses como refúgio para os inimigos naturais. *Revista Planta Daninha*. vol.29 no.3 Viçosa, 2011.

## ANEXOS

Tabela de resultado da análise de variância entre as variáveis, plantas de cobertura e método de avaliação

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SQ</b>	<b>QM</b>	<b>Fc</b>	<b>Pr&gt;Fc</b>
Cobertura	3	0.196393	0.065464	4.249*	0.0248
Método	1	0.004004	0.004004	0.260 <sup>ns</sup>	0.6181
Cobertura*método	3	0.004827	0.001609	0.104 <sup>ns</sup>	0.9562
Repetição	2	0.260060	0.130030	8.440	0.0039
Erro	14	0.215678	0.015406		
CV (%)	26,34				

\*ns – não significativo do nível de significância de 5% de probabilidade de erro

Fonte: O autor (2021).