UNIVERSIDADE ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA EM SANANDUVA
CURSO DE AGRONOMIA

SOLARI ZANFONATO

ANÁLISE DA REDUÇÃO NAS PERDAS POR AMASSAMENTO NO USO DE DRONES DE APLICAÇÃO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS SOBRE A TRATORIZADA NA CULTURA DA SOJA.

SANANDUVA
2023

Catalogação de Publicação na Fonte

Z28a Zanfonato, Solari.
Análise da redução nas perdas por amassamento no uso de drones de aplicação de produtos fitossanitários sobre a tratorizada na cultura da soja. / Solari Zanfonato. – Sananduva, 2023.

34 f.

Orientador: Prof. Me. Ernane Ervino Pfüller.
Coorientadora: Profa. Dra. Márcia Regina Maboni Hoppen Porsch.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) – Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Curso de Agronomia, Unidade em Sananduva, 2023.

1. Agricultura. 2. Pulverização. 3. Sojicultura. 4. Perda de plantas. I. Pfüller, Ernane Ervino. II. Porsch, Márcia Regina Maboni Hoppen. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Valéria Lucas Frantz CRB10/1710

SOLARI ZANFONATO

ANÁLISE DA REDUÇÃO NAS PERDAS POR AMASSAMENTO NO USO DE DRONES DE APLICAÇÃO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS SOBRE A TRATORIZADA NA CULTURA DA SOJA.

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado como requisito para aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso do curso de Agronomia na UERGS - Universidade Estadual do Rio Grande do Sul – Unidade Universitári a em Sananduva - RS.

Orientador: Prof. Me. Ernane Ervino Pfüller

Co-órientadora: Profa Dra Márcia Regina Maboni Hoppen Porsch

SANANDUVA
2023

SOLARI ZANFONATO

ANÁLISE DA REDUÇÃO NAS PERDAS POR AMASSAMENTO NO USO DE DRONES DE APLICAÇÃO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS SOBRE A TRATORIZADA NA CULTURA DA SOJA.

TCC apresentado com requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Agronomia na Universidade Estadual do Rio Grande do Sul.

Aprovado em:01/06/2023

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Ernane Ervino Pfüller - Orientador
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS)

Prof. Drª. Márcia Regina Maboni Hoppen Porsch – Co-orientadora
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS)

Prof. Drª. Priscila Barbieri Zini
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS)

SANANDUVA

2023

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, que permitiu que tudo isso acontecesse ao longo de minha vida me guiando a enfrentar os desafios propostos.

A minha família, pelo apoio incondicional, que serviram de alicerce para as minhas realizações.

Ao professor Me. Ernane Ervino Pfüller, orientador e a professora Dr. Márcia Regina Maboni Hoppen Porsch como co-órientadora deste trabalho de conclusão de curso, pelo tempo dedicado, ensino e apoio prestado, que não mediram esforços para que o mesmo fosse concretizado.

À Universidade Estadual do Rio Grande do Sul e a todos os professores que prestaram seu trabalho de ensino e aprendizagem durante a graduação.

Aos funcionários da UERGS, pelos serviços prestados.

RESUMO

A cultura da soja é de extrema importância por ser a oleaginosa mais cultivada e consumida no mundo. O Brasil está entre os maiores produtores mundiais. Hoje as principais tecnologias existentes no mercado para a aplicação de defensivos agrícolas são através de métodos áereos, avião e drones e pelo método terrestre através do uso do pulverizador acoplado ao trator e auto propelido. Esses métodos são responsáveis por auxiliar o produtor no controle de pragas, doenças e ervas daninhas na cultura da soja, auxiliando a cultura a expor o seu máximo potencial produtivo. O objetivo da pesquisa foi analisar as vantagens do uso de drones na aplicação de defensivos agrícolas em uma propriedade familiar, a partir do cálculo de amassamento da cultura da soja-pela aplicação tratorizada. A pesquisa foi realizada no manejo da safra 2022/2023, da cultura da soja, em uma propriedade familiar localizada no município de Sananduva –RS. A coleta de dados a campo ocorreu pelo método quantitativo. O trabalho foi embasado em leituras de artigos acadêmicos, publicações, sites, portais e livros relacionados ao assunto. A pesquisa demostrou que quando comparado os custos de aplicação dos métodos aéreos e tratorizada, o método aéreo é mais rentável por ter custo pelo serviço de aplicação menor e causar amassamento zero na cultura da soja. A evolução tecnológica dos sistemas de aplicação de defensivos agrícolas pode tornar a produção de grãos da cultura da soja mais viável financeira ao pequeno agricultor familiar.

Palavras-chave: Agricultura. Pulverização. Sojicultura. Perda de plantas.

ABSTRACT

The soybean crop is extremely important because it is the most cultivated and consumed oilseed in the world. Brazil is among the world's largest producers. The evolution of the increase in productivity is intertwined with the new production technologies on the market, so it is extremely important to know the production costs, but do not forget to also compute the costs with kneading in the soybean crop during the application of phytosanitary products. Today, the main technologies available on the market for the application of agricultural pesticides are through aerial methods, planes and drones and by the terrestrial method through the use of a sprayer coupled to a tractor and self-propelled. These methods are responsible for helping the producer to control pests, diseases and weeds in the soybean crop, helping the crop to expose its maximum productive potential. The aerial applications carried out by third parties have been helping the rural producer in the speed and uniformity in relation to the terrestrial applications in unfavorable conditions of soil waterlogging and in the reduction of losses due to mixing. The objective of the research was to analyze the advantages of using drones in the application of agricultural pesticides on a family property, based on the calculation of kneading of the soybean crop by tractor application. The research was carried out in the management of the 2022/2023 crop, of the soybean crop, in a family property located in the municipality of Sananduva -RS. Data collection in the field took place using the quantitative method. The work was based on readings of academic articles, publications, websites, portals and books related to the subject. The research showed that when comparing the application costs of aerial and tractor methods, the aerial method is more profitable because it has a lower cost for the application service and causes zero crushing in the soybean crop. The technological evolution of pesticide application systems can make the production of soybean grains more financially viable for small family farmers.

Key words: Agriculture. Pulverization. Soybean farming. Plant loss.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Varáveis do número de plantas viáveis por hectare na comunidade de São Domingos no município de Sananduva, 2023 25
Tabela 2 - Variáveis do amassamento na área total pesquisada (3,6 hectares), na comunidade de São Domingos no município de Sananduva, 2023 26
Tabela 3 – Descrição da área total de amassamento e quantidade de perdas de sacas por ha $^{-1}$ na comunidade de São Domingos, no município de Sananduva, 2023..... 26
Tabela 4 - Comparação dos custos de produção por ha nos diferentes métodos de aplicação fitossanitária na comunidade de São Domingos, no Município de Sananduva, 2023 27

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização do município de Sananduva.....18
Figura 2 - Localização da propriedade na comunidade de São Domingos no município de Sananduva, 2023 19
Figura 3 - Delimitação da área cultivada com a cultura da soja na comunidade de São Domingos no município de Sananduva, 2023 19
Figura 4 - Operador realizando tratamento fitossanitário na cultura da soja na comunidade de São Domingos, no município de Sananduva, 2023.....20
Figura 5 - Trajeto percorrido pelo trator durante as aplicações na cultura da soja na comunidade de São Domingos, no munícipio de Sananduva, 2023.....22
Figura 6 - Delimitação dos pontos aleatoriamente na comunidade de São Domingos no município de Sananduva, 2023.....23
Figura 7 - Demonstração do quadro utilizado para contagem de plantas produtivas viáveis na comunidade de São Domingos, no município de Sananduva, 2023.....23

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 6
1.1 JUSTIFICATIVA 7
2 OBJETIVO GERAL 9
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 9
3 REFERENCIAL TEÓRICO 10
3.1 SOJA 10
3.2 TECNOLOGIAS DE APLICAÇÃO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS 12
3.2.1 Aviação agrícola 12
3.2.2 Aplicação terrestre 13
3.2.3 Drones 14
3.3 AMASSAMENTO 16
3.4 CONTROLE QUÍMICO 17
4 MATERIAL E MÉTODOS 18
4.1 IDENTIFICAÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO 18
4.2 METÓDO DE PESQUISA 20
5 RESULTADOS E DISCUSÃO 24
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS 29
REFERÊNCIAS 30

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (*L*) Merril) é considerada uma cultura de grande importância econômica, devido ao fato de ser a oleaginosa mais consumida no mundo. Segundo a CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento) estima-se que a safra de grãos 2021/2022 será 5 % maior que a safra anterior (RODRIGUES, 2022).

No Brasil, um dos principais setores responsáveis por movimentar a economia do País, é a agricultura, sendo responsável por compor 26,6% de participação no Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro (CEPEA, 2020), responsável por aproximadamente R$ 2 trilhões em valores monetários no PIB brasileiro.

Tendo em vista que na última década o Brasil teve um grande crescimento no mercado mundial de alimentos, saltando de US$ 20,6 bilhões para US$ 100 bilhões, ganhando destaque com a produção de carne, soja, milho, algodão e produtos florestais (EMBRAPA, 2020).

Conforme informado por Peduzzi (2021), a produção de grãos no Brasil dos últimos 20 anos cresceu 210%, ao passo que a produção mundial cresceu apenas 60%, colocando o Brasil em segundo lugar como maior exportador de grãos no ano de 2020.

De acordo com Peske, Rosent & Rota (2012) apud Nunes (SD), a evolução na produção de grãos no Brasil está atrelada ao uso de novas tecnologias de produção seja no uso de máquinas com tecnologias modernas, fertilizantes, agricultura de precisão, produtos fitossanitários, genética de sementes, manejo de solos, pragas e doenças. Estes fatores são responsáveis por garantir o aumento da produção agrícola brasileira.

De acordo com Main (1977) apud Zanata & Reis (2019) os agricultores cultivam a terra para ter rentabilidade, portanto é importância saber o custo de produção de cada espécie calculado de safra após safra, do custo da aplicação de produtos em pulverização (herbicidas, fungicidas e inseticidas). Nesse cálculo não deve ser esquecido o dano resultante do amassamento da cultura pelo rodado do equipamento de pulverização.

Apesar do emprego de novas tecnologias de aplicação de produtos fitossanitários utilizados na agricultura brasileira que são aplicados por meio de pulverizadores de barra, uma das limitações dessa técnica consiste na redução da produtividade pelo amassamento da cultura. A perda com amassamento na

pulverização terrestre é uma desvantagem do sistema quando comparada à aplicação aérea (MATTHEWS, 2000; RAMOS & PIO, 2003).

Dentre as tecnologias utilizadas para a aplicação de defensivos agrícolas de modo aéreo disponíveis no mercado encontram-se drones e aviões agrícolas.

Os drones são caracterizados como os veículos aéreos não tripulados (VANTs), que são utilizados para monitoramento das lavouras, identificação de falhas no plantio, aplicação de fungicidas e dentre outras atividades (LUCHETTI, 2019).

A Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC, 2017), define como drones as aeronaves que possuem alto grau de automatismo. A ANAC caracteriza as aeronaves com finalidade comercial, corporativa ou experimental como Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPAs).

O Sindicato Nacional das Empresas de Aviação Agrícola (SINDAG, 2017) supõem que os drones serão substitutos por boa parte dos aparelhos de pulverização, o que garante mais precisão e segurança nas operações.

A aplicação de (VANTs) na agricultura vem sendo favorecida pelo avanço tecnológico, pela redução dos custos de equipamentos, softwares e também pela necessidade de otimização dos recursos de produção (SENAR, 2018).

Assim, o objetivo do trabalho é analisar as vantagens do uso de drones na aplicação de defensivos agrícolas em uma propriedade familiar, a partir do cálculo de amassamento da cultura da soja –pela aplicação tratorizada.

1.1 JUSTIFICATIVA

Os métodos de aplicações de produtos fitossanitários nas culturas desempenham um papel muito importante para que as mesmas consigam expor o máximo do potencial produtivo. De acordo com Carvalho (1997) apud Althman (2021), sem o uso de agroquímicos na agricultura a produção de alimentos sofreria drásticas reduções na quantidade produzida, além de comprometer a qualidade dos alimentos.

Segundo Matuo (1990) os avanços tecnológicos na aplicação de defensivos agrícolas começaram a acontecer a partir do envolvimento de diversas áreas do saber (biologia, agronomia, física, química, engenharia, economia, comercio, ecologia, meteorologia e medicina), o que torna as áreas da pesquisa com um conhecimento multidisciplinar.

De acordo com Camargo et al (2008) apud Costa (2009), o dano mecânico ocasionado pelos pneus dos pulverizadores nas culturas, causa reduções consequentes de produtividade, fator este responsável por decidir o uso de aplicações aéreas em sistemas de produção de grãos. As maiores perdas são causadas nos tratamentos fitossanitários realizados nos finais do ciclo da cultura da soja.

A tecnologia dos VANTs perante a sociedade vem ganhando condições de confiabilidade e de credibilidade em suas aplicações, pois no setor agrícola, isso não é diferente, já que a ideia de se ganhar tempo, praticidade e benefícios é o que todos procuram em seus respectivos negócios (CONTI & BETÉ, 2018).

A aplicação aérea de defensivos agrícolas é uma ferramenta que vai ao encontro de empresas terceirizadas, destacando-se a rapidez e uniformidades com relação as aplicações terrestres em condições de encharca-mento de solo, além das vantagens da redução de perdas de produtividade a qual pode ocorrer em qualquer cultura agrícola. As aplicações aéreas possuem uma enorme vantagem por não proporcionar a compactação do solo e proporcionar uma redução drástica no amassamento das plantas causadas pelo rodado do implemento. Fator este responsável por diminuir o potencial produtivo de determinada cultura (VAZ, 2017).

.

2 OBJETIVO GERAL

Analisar as vantagens do uso de drone na aplicação de defensivos agrícolas em uma propriedade familiar, a partir do cálculo de amassamento da cultura da soja pela aplicação tratorizada.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Descrever o uso de drones na aplicação de defensivos agrícolas;
- Apresentar revisão sobre a viabilidade da aplicação de produtos fitossanitários por drones em uma pequena propriedade rural;
- Analisar as perdas por amassamento na cultura da soja na aplicação tratorizada de defensivos;
- Calcular a influência do equipamento sobre a área total de amassamento.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

A soja é uma das principais commodities agrícolas que gera renda ao agricultor. Durante as fases vegetativas e reprodutivas necessita de várias pulverizações agrícolas para controle de pragas e doenças. Essa técnica consiste em proteger o estande de plantas para que a cultura expresse seu máximo potencial produtivo.

As pulverizações aéreas e terrestres são os principais métodos para eliminar e controlar plantas invasoras, prevenir doenças e pragas que possam interferir na qualidade final do grão. Mas toda e qualquer aplicação de defensivos agrícolas em uma cultura já estabelecida causa danos a mesma durante o trafego dos implementos agrícolas através dos métodos terrestres. Um dos principais fatores que pode diminuir a viabilidade financeira e econômica dos agricultores produtores de oleaginosa.

3.1 SOJA

A soja ((*Glycine max* (L) Merrill) é uma espécie cultivada em todo o Brasil, para a produção de grãos. As principais variedades comerciais cultivadas no Brasil apresentam características de um caule híspido, pouco ramificado e raízes com eixo principal e muitas ramificações com raízes secundárias (NEUMAIER, FARIAS & NEPOMUCENO, SD).

Seu sistema radicular é constituído por uma raiz axial principal e por raízes secundárias, sendo estas distribuídas em quatro ordens, porém, esse sistema radicular é mais caracterizado como difuso (SEDIYAMA et al. 1985). A cultura da soja por ser uma leguminosa são encontrados nódulos nas raízes que representam a simbiose entre a soja (raízes) e bactérias do gênero *Bradirhizobium*. A principal função das bactérias é a fixação do nitrogênio do ar. Assim a bactéria disponibiliza para a planta de forma assimilável (nitrato) recebendo em troca hidratos de carbono (MASCARENHAS et al., 2005).

A caracterização da área vegetativa e reprodutiva da cultura é herbáceo, ereto, pubescente e ramificado, e o seu desenvolvimento é iniciado a partir do eixo embrionário, logo após a germinação (MÜLLHER, 1981).

Durante o crescimento vegetativo e reprodutivo, a planta de soja apresenta três tipos de folhas sendo elas: as cotiledonares que são as iniciais, as unifolioladas que

aparecem também no início do desenvolvimento e, as trifolioladas que aparecem logo após as unifolioladas e permanecem até a senescência (SEDIYAMA et al., 1985).

O sistema de fecundação das flores é autógamo, característica típica da subfamília *Papileonoideae*. A coloração das flores na grande maioria das variedades apresenta coloração de cor branca, roxa ou intermediária (NEUMAIER, FARIAS & NEPOMUCENO, SD).

O sistema reprodutivo da soja se desenvolve em vagens (legumes), contendo de um a cinco grãos por tegumento. As variedades existentes no mercado apresentam características genéticas de desenvolvimento do ciclo de crescimento indeterminado, determinado e semideterminado (NEUMAIER, FARIAS & NEPOMUCENO, SD).

A soja é um dos principais produtos brasileiros destinados à exportação. O Brasil é o maior produtor mundial da oleaginosa com produção de 135, 409 milhões de toneladas na última estimativa da safra 2020/2021. Os Estados Unidos da América é o segundo maior produtor do mundo da oleaginosa com 112,549 toneladas. Os estados brasileiros que tem maior participação no montante de produção da oleaginosa são Mato Grosso, Paraná e Rio Grande do Sul (EMBRAPA, 2020).

Trata-se de uma cultura que apresenta inúmeros desafios para uma produção com qualidade e produtividade, e, dentre estes, está o manejo eficaz de pragas e, doenças foliares fúngicas, na qual demandam duas, três ou mais aplicações (CUNHA et al., 2011).

O controle das pragas e doenças na cultura da soja é um desafio para os sojicultores, a cada dia a pressão dos insetos-pragas e doenças é mais expressiva, ocasionando perdas em produtividade de forma significativa se não for manejada de forma correta. O controle é realizado de forma química, com o uso de defensivos agrícolas, pois assim auxiliam na diminuição no ataque de doenças e pragas, diminuindo os prejuízos econômicos (CARVALHO, FEREIRA & BUENO, 2012).

Durante as aplicações de fungicidas, inseticidas e herbicidas usa-se um determinado período de proteção com intervalos entre as aplicações para manter a planta sadia e controlar ervas daninhas. No decorrer do período de floração até o enchimento de grãos é um ponto crucial, que determina a quantidade de vezes que os produtores acessam a lavoura, conforme a incidência de pragas e doenças. Neste período reprodutivo da planta os danos causados pelo amassamento da cultura pelos pneus do equipamento utilizado para aplicação de defensivos se torna irreversível, assim diminuindo a produtividade (DALCHIAVON & OLIVEIRA, 2019).

Neste contexto as aplicações aéreas se mostram muito mais precisas e seguras para diminuir os danos causados pelo amassamento das culturas. Segundo os cientistas da Embrapa soja do Paraná o uso de drones agrícolas como veículos de pulverização tem se demostrado muito eficientes comparados com outros métodos de aplicação tanto para produtos biológicos como químicos (ROGGIA, SOARES & ADEGAS, 2022).

3. 2 TECNOLOGIAS DE APLICAÇÃO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS

Os meios de aplicação agrícola de defensivos estão ligados diretamente ao tipo de cultura a qual deve ser manejada. Na cultura da soja os meios mais utilizados de aplicações de produtos fitossanitários é a aplicação terrestre (trator + pulverizador e autopropelido) e o método aéreo que consiste na utilização aviões e drones (ZABOT et al, 2009).

3.2.1 Aviação agrícola

A aviação agrícola foi utilizada pela primeira vez no mundo em 1911, pelo agente florestal alemão Alfred Zimmermann, que concebeu a ideia para proteção de florestas de pinheiros em seu país. A partir desta primeira aplicação esta ideia foi se espalhando para os EUA, Argentina para controle de gafanhotos e em todo o mundo (MAPA, 2020).

No Brasil, a aviação agrícola surgiu em 1947, na cidade de Pelotas no Rio Grande do Sul para o controle de insetos a partir de relatos sobre outras operações que ocorriam em outros países do mundo para controle de pragas (MAPA, 2020).

A aviação agrícola é muito utilizada em vários estados brasileiros com ferramenta que auxilia na semeadura de sementes para compor pastagens, controle de incêndios e aplicação de defensivos agrícolas e aplicação de fertilizantes (MAPA, 2020).

A aviação agrícola possui regulamentação para a aplicação de defensivos agrícolas em mais de 15 culturas. O momento da aplicação de produtos fitossanitários ocorre nos períodos reprodutivos das culturas, fator este responsável por agilizar as aplicações e diminuir os amassamentos nas culturas agrícolas ligadas a produção de grãos (MAPA, 2020).

De acordo com Fernandes (2019) a cultura da soja pode ser danificada direta ou indiretamente pelo aplicador, durante as aplicações terrestres ocorre a compactação do solo e o amassamento que gera um custo imediato ao produtor. Danos estes que não existem na aplicação aérea por não haver contato físico entre a lavoura e o avião.

A aplicação aérea se difere da terrestre, uma vez que fatores aerodinâmicos resultantes do deslocamento da aeronave em alta velocidade, gera uma velocidade relativa ao ar, de igual intensidade, formando uma esteira aerodinâmica. Fator este responsável por aumentar a faixa de deposição dos produtos. A reação aerodinâmica resulta na produção de gotas com menor diâmetro, possibilitando uma aplicação do produto de modo mais uniforme e eficaz (FERNANDES, 2019).

3.2.2 Aplicação terrestre

Segundo Nascimento (2012) apud Bueno et al, (2011) e Bauer et al (2009), as aplicações de defensivos agrícolas por meio de pulverizadores hidráulicos é um método muito empregado na proteção das lavouras agrícolas brasileiras. O pulverizador é utilizado para a aplicação dos produtos fitossanitários na cultura da soja, seja para inseticidas, fungicidas e herbicidas.

Durante a pulverização de defensivos através de pulverizadores hidráulicos ocorre a redução do estande final de plantas, causado pelo amassamento dos pneus do trator. Assim há uma redução no número total de plantas por hectare, e consequentemente uma redução significativa, na produtividade por hectare (COSTA, 2009).

De acordo com Nascimento (2012) apud Camargo et al. (2008), o risco causado por danos mecânicos nas culturas pelos pulverizadores auto propelidos e acoplados em tratores agrícolas, com consequente redução da produtividade, é um dos argumentos para a tomada de decisão de uso da aplicação por via aérea em si stemas de produção de grãos.

Perdas na produtividade da cultura da soja devido aos danos causados pelo tráfego de pulverizadores terrestres são relatadas por Carvalho et al., (2013), que afirmam que os danos por amassamento de plantas e a compactação do solo durante o ciclo da cultura estão em torno de 5 a 10 %. Um dos principais fatores que delimita a utilização do manejo aéreo é a qualidade de aplicação, relacionado com o volume

de calda e dose de ingrediente ativo, além do modo de ação, que deve atingir o alvo especifico nas plantas.

3.2.3 Drones

A partir de 2017, a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) regulamentou o uso de aeronaves remotamente pilotadas (popularmente conhecidas como drones ou vants) no Brasil. O Regulamento Brasileiro de Aviação Civil Especial (RBAC) nº 94/2017 apresenta as normas que visam tornar as operações com esses tipos de equipamentos mais viáveis e seguras (RBAC Nº 94/2017).

Segundo a ANAC (2019) a nomenclatura “drone” é uma expressão utilizada para descrever desde pequenas aeronaves rádio controladas comprados em lojas de departamento até (VANT) de aplicação militar, autônomos ou não.

Por este motivo, o termo utilizado na regulação técnica segundo a ANAC (2019), é aeromodelo, que os equipamentos para lazer, enquanto os VANTs são aqueles empregados para usos econômicos nos mais diversos setores. Conforme observa-se no regulamento da ANAC:

> O termo (RPA) denota um subgrupo de VANT destinado à operação remotamente pilotada. Pelo regulamento da ANAC, aeromodelos são as aeronaves não tripuladas remotamente pilotadas usadas para recreação e lazer e as aeronaves remotamente pilotadas (RPA) são as aeronaves não tripuladas utilizadas para outros fins como experimentais, comerciais ou institucionais **(ANAC, 2019).**

O Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), que segundo a Portaria nº 298, de 22 de setembro de 2021, que estabelece regras para aeronaves destinadas a aplicação de agrotóxicos, adjuvantes, fertilizantes, inoculantes corretivos e sementes. A partir de 2021 é obrigatório que o produtor rural ou aplicador tenha registro na plataforma Sistema Integrado de Produtos e Estabelecimentos Agropecuários (Sipeagro) para tratos de lavouras com drones agrícolas.

O uso de drones é regulamentado, seguindo os mesmos princípios de segurança impostos a aeronaves tripuladas, bem como probabilidade mínima de falhas, responsabilidade de danos a terceiros e demais regras aplicáveis (MARINHO, 2015).

Os drones podem auxiliar em diversos aspectos na agricultura, sendo esses equipamentos capazes de avaliar a produtividade da lavoura, 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).

A evolução tecnológica na agricultura vem proporcionando a adoção de novos métodos de pulverização, com maior eficácia e rapidez, diminuindo os custos de produção. A eficiência da tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários é definida pelo emprego de conhecimentos técnicos e científicos para atingir o alvo de interesse.

Segundo Roggia, Soares & Adegas (2022), o drone é uma ferramenta promissora de pulverização e pode trazer benefícios imediatos no ramo agrícola como:

> "tirar o aplicador de dentro da lavoura no momento da aplicação, principalmente o que usa o pulverizador costal, não causar amassamento da cultura, não depender das condições do solo para entrar na lavoura, utilizar menos água, não utilizar combustíveis fósseis, rapidez de aplicação em pequenas áreas, complementar a pulverização tratorizada e com o avião em áreas acidentadas, com obstáculos e em aplicação localizada, de acordo com mapas de aplicação, no contexto de agricultura de precisão" **(ROGGIA, SOARES & ADEGAS, 2022).**

Dentre as formas de aplicação de defensivos agrícolas existentes no mercado que podem ser utilizadas pelos agricultores, a modalidade área apresenta várias vantagens comparado com outros sistemas de aplicação como por exemplo: precisão, eficácia, rapidez, economia, uniformidade, menor risco de poluição ambiental, além de não provocar danos à cultura, não transportar vetores de pragas/doenças e ainda permitir a aplicação com solo sem capacidade de campo (SCHRODER, 2004).

O uso de drones na agricultura vem crescendo disparadamente, eles estão se tornando uma ferramenta fundamental, com projeções que indicam que os mesmos estarão cada vez mais presentes no campo. Fator este responsável por reduzir o tempo e o custo dos produtores nas tomadas de decisões. Com isso ocorre de forma significativa aumentos de produtividade nas culturas manejadas pelo equipamento, seja nas grandes ou pequenas propriedades (GONÇALVES & CAVICHIOLI, 2021).

Os drones voltados para a pulverização, são equipamentos capazes de operar em áreas de difícil acesso e em locais que aviação agrícola não consegue atuar. Os gastos com insumos se reduzem em até 80%, otimizando recursos e aplicando defensivos no momento e local correto, além dos impactos ambientais serem reduzidos. Os drones podem atender tanto pequenas culturas quanto grandes, em situações que, pulverização com aviões não é viável economicamente, e também em

áreas de risco, que podem ser próximas à rede elétrica e árvores (FOCO RURAL, 2018).

Segundo Brasquímica (2017), o uso da tecnologia dos drones se apresenta como mais econômica e vantajosa, uma vez que reduz o tempo da aplicação que o produto pode ser aplicado em condições adversas de solos irrigados ou encharcados, possibilitando assim, maior qualidade e uniformidade de aplicação, já que não provoca danos a cultura com amassamento e compactação de solo.

3.3 AMASSAMENTO

O agronegócio é a peça fundamental para o desenvolvimento econômico do Brasil. O mesmo passa por um momento decisivo para definir quem permanecera nos próximos anos agrícolas, devido ao aumento dos custos de produção dos produtos fitossanitários e os grandes riscos causados pelo clima (CASTRO et al. 2006.; BARRANQUEIRO & DALCHIAVON, 2017).

A tecnologia está cada vez mais presente no maquinário agrícola para atender de forma eficiente as lavouras comerciais dos produtores, aumentando a capacidade de operação, e consequentemente o seu peso. No entanto percebe-se que tem sido inevitável a perda do dossel de plantas por onde o rodado do pulverizador passa, por ser utilizado diversas vezes na mesma área para controle de ervas daninhas, pragas e doenças. Quanto mais o implemento trafegar para realizar as aplicações de defensivos maiores serão os danos causados a cultura (DALCHIAVON & OLIVEIRA , 2019).

O amassamento causado pelo rodado do trator no momento da aplicação dos agrotóxicos pode constituir-se em fator limitante para a produção da variedade cultivada de soja, seja pelo esmagamento direto das plantas, ou pela destruição de área foliar fotossintiteticamente ativa, a qual também reduzirá a produtividade e a qualidade dos grãos (LUDWIG, 2009).

Quando as plantas estão no estádio fenológico de desenvolvimento vegetativo a passagem do pulverizador causa danos menores, pois a planta apresenta uma grande capacidade de recuperação vegetativa comparado ao estádio fenológico reprodutivo. O amassamento na cultura da soja se intensifica a partir da primeira aplicação de fungicida, a partir deste estádio fenológico os níveis de danos são

irrecuperáveis, pois a planta será mais acometida pelo atrito do rodado do trator, com redução de produtividade por hectare (DALCHIAVON & OLIVEIRA, 2019).

Justino et al. (2006), Ludwig et al. (2009) e Costa (2017) demonstram em seus estudos que as razões que mais interferem na redução da produtividade causado pelo amassamento são fatores como a argura do pneu, comprimento das barras dos pulverizadores, quantidade de passadas na lavoura, a utilização de espaçamento diferenciado entre linhas ,e se o equipamento de aplicação utiliza o sistema de posicionamento global (GPS), o amassamento pode resultar em perdas muito maiores, as quais pode variar de 5,6 a 9,0%, de acordo com os itens citados.

3.4 CONTROLE QUÍMICO

Para que uma cultura expresse maiores produtividades é necessário oferecer condições favoráveis ao desenvolvimento das plantas o que depende da interação entre ambiente, genótipo e o manejo implementado. Uma das formas de condicionar esse equilíbrio, é através da realização do controle fitossanitário na cultura (CARDOSO et al, 2018).

A obtenção de altas produtividades no cultivo da cultura da soja, depende de um controle eficiente de pragas, doenças e plantas daninhas. Para a aplicação de defensivos nas lavouras usa-se o termo “tecnologia de aplicação”, cujo objetivo é: a colocação do ingrediente ativo no “alvo” para que este atue com a eficácia desejada, no controle de pragas, doenças, e ervas daninhas, com a máxima eficiência (BONADIO et al., 2015).

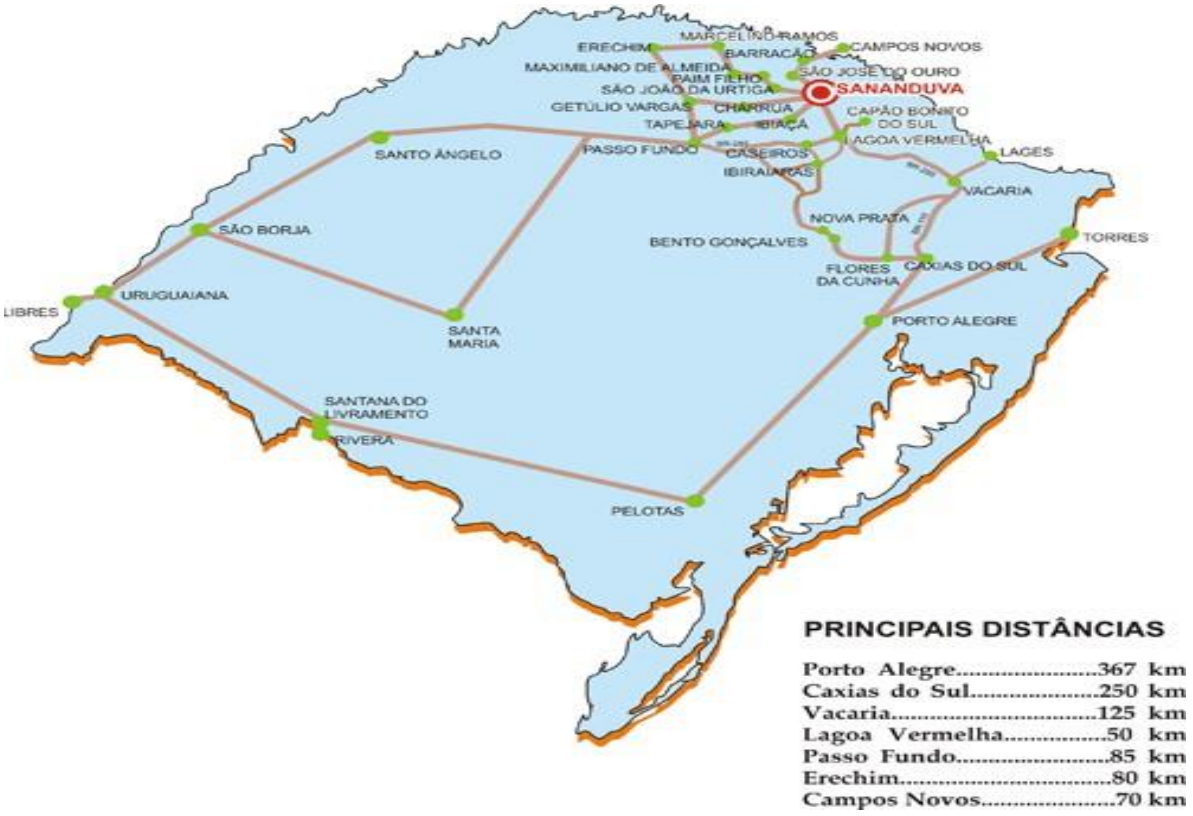
A cultura da soja passa constantemente por surtos de ataque de pragas, doenças e ervas daninhas, que podem ocorrer durante todo o seu ciclo. As doenças estão entre os principais fatores que comprometem o rendimento de uma cultura. Vários são os agentes fito patogênicos que as causam perdas de produtividade e danos às plantas afetadas (CARVALHO, 2012).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 IDENTIFICAÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO

O município de Sananduva localiza-se a uma latitude de 27º 56’ 59 S e Longitude de 51º 48’ 24” W, sua altitude em relação ao nível do mar é de 636 metros e com área territorial de 504,4381 Km2 (Figura 1). A População registrada no último senso foi de 16.382 habitantes (IBGE, 2022).

Figura 1 - Localização do município de Sananduva.



Fonte: Google (2023)

A pesquisa foi desenvolvida em uma lavoura comercial de propriedade familiar, situada no interior do município de Sananduva, no estado do Rio Grande do Sul, na localidade da Capela de São Domingos, através das coordenadas geográficas 27º57´59.77´S e 51º52´01.17´O. Conforme figura 2, segue a localização da propriedade.

Figura 2 - Localização da propriedade na comunidade de São Domingos no município de Sananduva, 2023.

Fonte: Google Earth (2022)

Na figura 3, podemos observar a área delimitada para a realização de coleta de dados. A pesquisa foi realizada em uma área cultivada com soja, durante o período de um ano na safra 2022/20223.

Figura 3 - Delimitação da área cultivada com a cultura da soja na comunidade de São Domingos no município de Sananduva, 2023.

Fonte: Google Earth (2023)

A propriedade pertence ao Sr. Nelson Zanfonato, que autorizou a realização dos trabalhos em sua lavoura através da coleta de dados. O produtor trabalha com cultura de verão, se destacando na propriedade a agricultura familiar.

4.2 METÓDO DE PESQUISA

A cultivar implantada para a realização do estudo foi a soja transgênica (*Roundup Ready*) 5838 IPRO de ciclo precoce. O plantio foi realizado no dia 07 de novembro de 2022, e a colheita foi realizada no dia 14 de maio de 2023. Na área em estudo foram realizadas 4 aplicações de produtos fitossanitários.

A primeira aplicação foi realizada com herbicida e fungicida, quando as plantas estavam no estádio fenológico V6 (sexto nó). De acordo coma escala de Ritchie (1982). A segunda pulverização teve como objetivo controlar a incidência de doenças fúngicas no estádio fenológico R1 (início do florescimento com flores abertas em qualquer nó da haste principal). A terceira aplicação ocorreu em R3 início da formação das vagens para controle de doenças fúngicas, ácaro, tripes e percevejo. A quarta aplicação ocorreu em R6 com pleno enchimento das vagens para controle de doenças fúngicas, ácaros e tripes.

Para realizar as aplicações, foi utilizado um trator marca BM Valtra 100 (4x4), com pneus largos, modelo TM 95 18.4. 34 com pulverizador acoplado nos três pontos do trator. O comprimento total de barras foi de 18 metros. O rodado traseiro sempre segue o rodado dianteiro do trator. Conforme figura 4.

Figura 4 - Operador realizando tratamento fitossanitário na cultura da soja na comunidade de São Domingos, no município de Sananduva, 2023.

Fonte: ZANFONATO, S. (2023)

O trator utiliza o sistema de GPS para realizar as aplicações. Portanto, em todas as pulverizações que foram realizadas na cultura sempre era seguido o mesmo trajeto de aplicação.

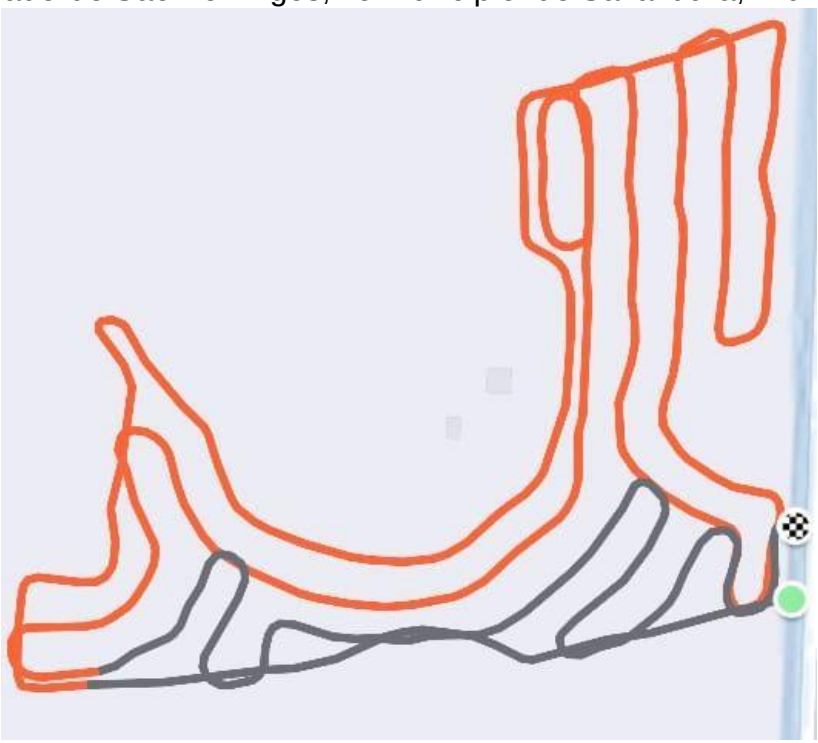
A coleta de dados para a realização do trabalho foi através do levantamento das informações pelo método quantitativo de amassamento da cultura da soja. Segundo Gil (1999) este método de pesquisa é utilizado para gerar medidas precisas e confiáveis que permitem fazer uma análise estatística dos resultados encontrados. Assim é possível medir opiniões atitudes e comportamentos.

Para quantificar a perda gerada pelo dano mecânico da cultura da soja causada pelas rodas do trator acoplado ao pulverizador seguiu-se a metodologia utilizada por Vaz (2017), que utilizou trena para medir a largura do rastro do pulverizador, multiplicado pelo comprimento desse rastro dentro do talhão e multiplicado pelo número total de rastros, o que resulta na área amassada. Dividindo-se a área amassada pela área total do mesmo talhão, obtém-se a quantificação do dano em porcentagem da cultura por hectare.

As informações do percurso total foram coletadas através do auxílio do aplicativo “Strava”. A coleta das mesmas ocorreu através do percurso a pé sobre o rasto deixado pelo rodado do trator durante as aplicações de produtos fitossanitários.

Na figura 5, verifica-se a estratégia para estimativa do cálculo de área de amassamento na cultura da soja.

Figura 5 - Trajeto percorrido pelo trator durante as aplicações na cultura da soja na comunidade de São Domingos, no munícipio de Sananduva, 2023.



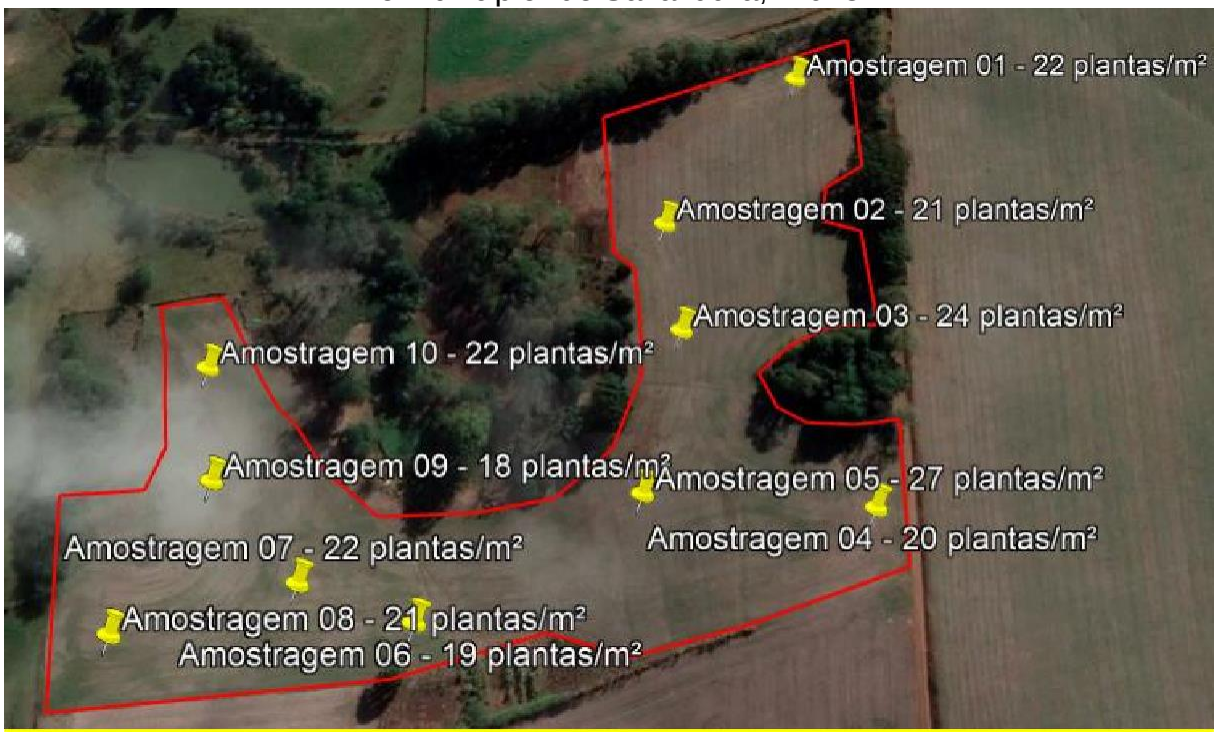
Fonte: ZANFONATO, S. (2023)

Os equipamentos utilizados para as aplicações de fungicidas, inseticidas e herbicidas no ciclo reprodutivo da cultura da soja, podem aumentar ou diminuir a quantidade de plantas amassadas por hectare devido a largura das barras do pulverizador, largura dos pneus, espaçamento entre linhas durante o plantio, número total de plantas por hectare e se o pulverizador utiliza o Sistema de Posicionamento Global (GPS). Estes parâmetros serão levantados para calcular a perda por hectare da cultura ocasionada pelo amassamento rodado do trator.

O cálculo das perdas da cultura da soja pelo amassamento e os custos das aplicações do método tratorizado, foi comparado com os custos de aplicações realizadas por drone. Os valores referência de custo por aplicação por drone são baseados nos custos de mercado das empresas terceirizadas que fazem a aplicação aos produtores agrícolas na região de Sananduva.

A contagem do número total de plantas viáveis por hectare ao final do ciclo da cultura da soja, foi realizada através da amostragem com 10 pontos de um metro quadrado escolhidos de forma aleatória na área implantada da cultura. As informações do número total de plantas foram coletadas quando a cultura estava próxima da colheita dos grãos. Conforme representação na figura 5.

Figura 6 - Delimitação dos pontos aleatoriamente na comunidade de São Domingos no município de Sananduva, 2023.



Fonte: Google Earth (2023)

Em cada amostragem, as plantas foram contabilizadas com o auxílio de um quadrado vazado de ferro de 1m², conforme figura 5, e posteriormente os dados foram lançados em uma planilha no Excel para posteriormente obter a estimativa da população viável de plantas produtivas por hectare, através da média ponderada.

Figura 7 - Demonstração do quadro utilizado para contagem de plantas produtivas viáveis na comunidade de São Domingos, no município de Sananduva, 2023.

Fonte: ZANFONATO, S. (2023)

Para delimitar a média de plantas amassadas por hectare, o levantamento foi baseado no número de plantas produtivas viáveis. A coleta de plantas viáveis ocorreu através da escolha de 10 pontos de amostragem aleatórios na área total da pesquisa. A partir destes dados, foi definida a média de plantas amassadas contidas em um ha^{-1}.

Aonde o trator acoplado ao pulverizador transitou durante as aplicações houve 100% por cento de mortalidade de plantas.

Os pontos de amostragens dos amassamentos foram classificados em 3 tipos: a) amassamento pelo rodado seguindo as linhas retas de plantio da soja; b) amassamento pelo rodado em locais onde ocorreu cruzamento das linhas de plantio da soja; c) amassamentos pelo rodado nas manobras de curvas, d) retas com curvas:

5 RESULTADOS E DISCUSÃO

A média de plantas por metro quadrado é de 21,6 plantas, com desvio padrão de 2,55. Isso significa que para cada hectare o número de plantas variou de 241.473 a diminuir o outro valor plantas.

Tabela 1 – Varáveis do número de plantas viáveis por hectare na comunidade de São Domingos no município de Sananduva, 2023.

Variável	Valor	Unidade
Média de plantas por metro quadrado	21,6	Plantas
Desvio padrão	2,55	Graus de dispersão
Coeficiente de variação	12%*	Variabilidade
Nº de plantas viáveis por hectare	216.000 ± 25.473	Plantas/ha^{-1}

Fonte: ZANFONATO, S. (2023)

*para experimentos de campo com culturas agrícolas, considera-se os valores de CV como baixos, quando são inferiores a 10%, médios, quando estão entre 10 e 20%, altos, quando estão entre 20 e 30%, e muito altos, quando são superiores a 30% (Frederico, 2009).

O CV encontrado indica uma precisão experimental, que atesta uma boa confiabilidade dos resultados obtidos a partir das amostragens. É normal encontrar-se uma grande heterogeneidade no número de plantas por hectare em uma área de experimentação agrícola.

Na tabela 2, são apresentados os valores referência que foram coletados a campo para calcular a porcentagem da área amassada da cultura da soja.

A partir da imagem da figura 5, a imagem foi delimitada em uma folha A4, quadriculada de 1cm X 1cm. Após este processo foi realizado a contagem dos pontos descritos na tabela 2 na área total, com as seguintes variáveis: Curva, reta, transversal e transversal. Estes termos foram definidos de acordo com o sentido das aplicações dos defensivos em relação ao sentido de plantio da cultura da soja.

Tabela 2 - Variáveis do amassamento na área total pesquisada (3,6 hectares), na comunidade de São Domingos no município de Sananduva, 2023.

Variável	**Pontos de coleta**	**Largura do pneu do trator (m)**	**Valor médio de largura do pneu (m)**
Curva	16	1	
Reta	141	0,5	
Transversal	32	0,7	
Reta com curva	17	1	
Média			**0,61**

Área amassada			
Percurso do trator (m)	Nº de eixos	Valor médio de largura do pneu (m)	Total da área amassada (%)
2.900	**2**	**0,61**	**9,82**

Fonte: ZANFONATO, S. (2023)

Na tabela 3, são apresentados alguns valores referentes a área total amassada e a respectiva quebra de produtividade por ha^{-1} da cultura da soja, ocasionada pelo dano mecânico durante a realização das pulverizações de produtos fitossanitários na cultura.

Tabela 3 – Descrição da área total de amassamento e quantidade de perdas de sacas por ha $^{-1}$ na comunidade de São Domingos, no município de Sananduva, 2023.

Fonte de variação	**Valores**	**Unidades**
Área amassada/ha^{-1}	972,97	Metros quadrados
Perdas de produtividade por Amassamento/ha^{-1}	6,24	Sacas
Produtividade/ ha^{-1}	63,5	Sacas

Fonte: ZANFONATO, S. (2023)

Observando os resultados obtidos no trabalho, foi possível aferir uma perda de 9,72 % da área total produtiva por amassamento provocado pela aplicação de defensivos com uso do trator, o que corresponde a uma perda de 6,24 sacas/ ha^{-1}.

Estudos realizados por Dalchiavon & Oliveira (2019 apud Justino et al, 2006; Ludwig, 2009; Oliveira et al 2014), observaram que o amassamento causado pelo rodado do trator nas linhas de soja durante as aplicações dos produtos fitossanitários

diminuiu significativamente a produtividade da cultura quando comparado às áreas que não sofreram amassamento.

O problema do amassamento vai se intensificando a partir da primeira aplicação de fungicida, sendo o nível de dano irrecuperável nas fases reprodutivas da cultura da soja. Com o estande e a estrutura da planta maior, a mesma apresenta menos flexibilidade e capacidade de reconstituição dos tecidos, consequentemente a planta será mais acometida por atritos do rodado do trator, causando redução de produtividade (DALCHIAVON & OLIVEIRA, 2019).

Considerando o valor de referência da saca de soja pelo indicador da soja ESALQ/BM&FBOVESPA/B3 – Paranaguá, no dia 24/04/23, o preço da saca estava em R$ 870,10 e considerando os dados da tabela 3, a perda total causada pelo amassamento do rodado do trator durante as aplicações fitossanitárias representa um valor de R$ 1.070,10/ha^{-1} (tabela 3).

Tabela 4 - Comparação dos custos de produção por ha nos diferentes métodos de aplicação fitossanitária na comunidade de São Domingos, no Município de Sananduva, 2023.

Item	Trator (R$)	Drone (R$)
Perdas de produtividade por Amassamento/ha^{-1}	870,10*	000,00
Serviço de aplicação terceirizada	200,00	540,00
Total	**1.070,10**	**540,00**

Fonte: ZANFONATO, S. (2023)

* Considerando o valor de referência da saca de soja pelo indicador da soja ESALQ/BM&FBOVESPA/B3 – Paranaguá, no dia 24/04/23, o preço da saca estava em R$ 139,44.

Cabe ressaltar ainda que, caso o produtor não tiver os equipamentos agrícolas para realizar as aplicações, realidade de grande número de produtores, principalmente pequenos produtores rurais, terá ainda o custo das aplicações. Na pesquisa, as aplicações foram contratadas/terceirizadas com um custo de R$ 200,00/ha^{-1} para realizar as quatro aplicações fitossanitárias durante o ciclo da cultura da soja, enquanto que para as aplicações com drone o custo seria de R$ 540,00/ha$^{-1.}$

De acordo com Balbinot et al (2017), é de extrema importância definir o método de aplicação de defensivos agrícolas na cultura que vai ser implantada. Os métodos mais aplicados pelos agricultores são por via terrestre ou aérea. Sabemos que cada sistema de aplicação existe custos variados e diferentes, portanto é necessário levar

em consideração todas as variáveis envolvidas, podendo ser citadas as perdas por amassamento, tempo de aplicação, custo da aplicação, severidade da infestação, estágio de desenvolvimento da cultura e analisar a área a ser aplicada.

Conforme comparação dos resultados obtidos através dos custos de aplicação de defensivos agrícolas no método de aplicação terrestre e aérea (Vants), o método aéreo é mais viável que o terrestre em propriedades onde o trabalho é realizado por terceiros. Isso auxilia a reduzir os custos com a aplicação de defensivos, consequentemente o produtor terá uma maior rentabilidade financeira ao final do ciclo da cultura. Este fator vem-se apresentado como principal vantagem para que as aplicações áreas com drones venham ganhando cada vez mais espaço no mercado de aplicações de defensivos agrícolas em lavouras comerciais.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao finalizar a pesquisa sobre a análise da redução nas perdas por amassamento com o uso de drones de aplicação de produtos fitossanitários sobre a tratorizada, na cultura da soja, fica claro a importância do uso de novas tecnologias no meio agrícola para a aplicação de produtos fitossanitários.

Perceber que a evolução de estudos ajuda o agricultor a desenvolver suas atividades com mais precisão, tecnologia e rentabilidade. Isto torna o cultivo da cultura da soja mais eficiente. A popularização do uso de drones é importante na agricultura para diminuir as perdas da cultura por amassamento.

O amassamento causado pelo rodado do trator durante as aplicações fitossanitárias compromete a produtividade da lavoura. Assim, o custo das aplicações mais as perdas geradas pelo amassamento tem aspectos negativos sobre a produtividade final na cultura da soja.

A terceirização para aplicação de produtos fitossanitários através de drones apresenta viabilidade financeira em pequenas propriedades familiares devido a redução das perdas por amassamento na cultura da soja e, assim, aumentando a renda por área.

O uso de drones para a aplicação de produtos fitossanitários apresenta vantagens em relação a aplicação tratorizada quando se leva em consideração a praticidade, agilidade, por não causar amassamento na cultura e nem compactação do solo, tornando as lavouras da cultura da soja mais eficientes e produtivas.

Para pesquisas futuras, sugere-se avaliar a renda e os custos de produção considerando os dois métodos de aplicação em propriedades que não utilizem serviços terceirizados.

Outra sugestão seria testar a eficiência dos produtos químicos aplicados via drone na cultura, avaliando os impactos positivos e negativos quanto aos custos e renda obtidos.

REFERÊNCIAS

ANAC, 2017. **Regras sobre drones**. Disponível em: <http://www.anac.gov.br/noticias/2017/ regras-da-anac-para-uso-de-drones-entram-em-vigor/release_drone.pdf>. Acesso em: 20. mar. 2022.

ANAC. **REGULAMENTO BRASILEIRO DA AVIAÇÃO CIVIL ESPECIAL RBAC-E nº 94/2017.** Requisitos gerais para aeronaves não tripuladas de uso civil. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-e-94/@@display-file/arquivo_norma/RBACE94EMD01.pdf> Acesso em: 01. abr.2022.

BALBINOT. M. et al. APLICAÇÃO AÉREA X APLICAÇÃO TERRESTRE. 2017. **Agrotec.** Disponível em: https://eventos.uceff.edu.br/eventosfai_dados/artigos/agrotec2017/616.pdf. Acesso em: 17. mai. 2023.

BAUER et al. Diagnostico das condições, tempo de uso e manutenção de pulverizadores no estado de Mato Grosso do Sul. **Engenharia Agrícola.** Jaboticabal. v. 29, n. 3, 2009.

BARRANQUEIRO. H.R.; DALCHIAVON. F.C. Aplicação de azoto na cultura da soja. **Revista de Ciências Agrárias.** v. 40, n. 1, p. 196-204. 2017. Disponível em: https://revistas.rcaap.pt/rca/article/view/16442/13395. Acesso em: 21. abr. 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura. PORTARIA MAPA Nº 298, DE 22 DE SETEMBRO de 2021. Estabelece regras para operação de aeronaves remotamente pilotadas destinadas à aplicação de agrotóxicos e afins, adjuvantes, fertilizantes, inoculantes, corretivos e sementes. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 24 set. de 2021.

Brasquímica. **Pulverização Agrícola: O que é e como funciona.** 2017. Disponível em: http://brasquimica.ind.br/pulveri zacao-agricola. Acesso em: 09 mai. 2023.

BUENO. et al. Estudo do espectro de gotas produzidas nas pulverizações aérea e terrestre na cultura da batata. **Revista de Ciências Agrárias:** Amazonian Journal of Agricultural and Environmetal Sciences. v. 54, n.33, p.225-234. 2011.

CAMARGO et al. Perdas na produtividade da soja causadas pelo tráfego de pulverizadores autopropelidos. IN: Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de agrotóxicos. 2008. Ribeirão Preto, SP. **Anais**... Jaboticabal: IAC/FUNEP, 1997.140 p.

CARDOSO. M.J. et al. Manejo do arranjo de plantas para aumento da produtividade de grãos de feijão-caupi no Meio-Norte brasileiro. **Embrapa Meio-Norte-Circular Técnica.** 2018. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/188321/1/Circula-55.pdf. Acesso em: 21. abr. 2022.

CARVALHO, F. K. et al. **Adjuvantes na deposição de aplicações aéreas e terrestres. Energia na Agricultura**. Botucatu, v. 28, n.4, p.215-221, 2013.

CARVALHO. B. O. **Fungicida e ativador de defesa no controle da ferrugem asiática, na produção e na qualidade das sementes de soja.** 2012. 46f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal de Lavras, Lavras. Disponível em: http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/1060. Acesso em: 01. mai. 2022.

CARVALHO. L. C.; FERREIRA.F.M.; BUENO.N.M. **A importância econômica e generalidades para o controle da lagarta falsa-medideira na cultura da soja.** 2012. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2012b/ciencias%20agrarias/importancia%20economica.pdf>. Acesso em: 30. mar.2022.

CARVALHO. W.P.A. A aviação agrícola – parâmetros técnicos de aplicação aérea. **I Simpósio Internacional de tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários** . Jaboticabal.1997. 140 p.

CASTRO. S.H. de. et al. Custos de produção da soja cultivada sob sistema de plantio direto: estudo de multicasos no oeste da Bahia. **Ciência e Agrotecnologia.** Lavras. v. 30, n. 6, p. 1146-1153. 2006. Disponível em: https://www.scielo.br/j/cagro/a/CCWnQv7xfBSLbxndJrSdzRK/abstract/?lang=pt. Acesso em: 21.abr. 2022.

CEPEA/ESALQ. **Indicador da soja Paranaguá**. Disponível em: https://www.cepea.esalq.usp.br/br/indicador/soja.aspx. Acesso em: 24. abr. 2023.

CONTI. D. de M.; BETÉ. T. de. S. Veículos aéreos não tripulados na agricultura para atender o objetivo de desenvolvimento sustentável da organização das nações unidas. **Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade.** São Paulo. 2018.

COSTA. C. C. Custo e benefícios do uso da pulverização aérea de agrotóxicos na agricultura. **Boletim de pesquisa e Desenvolvimento**. p. 9-22. 2017. Disponível em: https://www.i nfoteca.cnptia.embrapa.br/i nfoteca/bitstream/doc/1085336/1/BoletimPD39Custoebeneficio....pdf. Acesso em: 21. abr.2022.

CUNHA, J.P.A.R. et al. **Deposição de calda pulverizada na cultura da soja promovida pela aplicação aérea e terrestre**. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.31, n.2, p.343-351, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/eagri/a/7syJcwL3z3dxcB8zP37yhtj/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 30. mar. 2022.

DALCHIAVON. F. C.; OLIVEIRA. V.C.de. Investimentos na aplicação de defensivos agrícolas na região do Médio-Norte do estado Matogrossense. 2019. **Revistas de Ciências Agrárias**. n. 42, p. 283-293. Disponível em: <https://revistas.rcaap.pt/rca/article/view/17054/13863>. Acesso em: 30. mar. 2022.

EMBRAPA. **Soja em números (safra 2020).** Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>. Acesso em: 30. mar. 2022.

FERNANDES. C. **72 Anos da aviação agrícola no Brasil: mitos e verdades**. 2019. 32 f. Monografia (Graduação em Ciências Aeronáuticas) – Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2019. Disponível em: https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/8314/1/TCC%20-%20Claudeir%20Fernandes%20Junior%20.pdf. Acesso em: 31.mar.2022.

FOCO RURAL. **Demonstração de Drone de pulverização agrícola**. Disponível em: http://www.focorural.com/detalhes/n/ n/10266/demonstracao-de-drone-de-pulverizacao-agricola-.html. Acesso em: 09. mai. 2023.

FREDERICO. P.G. **Curso de estatística experimental**. 15. ed., Piracicaba: Fealq, 2009, 451 p.

Gil, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** São Paulo: Atlas, 1999.

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: 01 abr. 2022.

GONÇALVES, V.; CAVICHIOLI, F. ESTUDO DAS FUNCIONALIDADES DOS DRONES NA AGRICULTURA. **Revista Interface Tecnológica**, São Paulo. v. 18, n. 1, p. 321–331, 2021. Disponível em: https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/1126/630 . Acesso em: 08. mai. 2023.

GOMES, P.M.S.et al. **DRONES NA AVIAÇÃO AGRÍCOLA: ATUAÇÃO DOS RPAS NO AGRONEGÓCIO.** 2022. 19f. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Anhembi Morunbi. São Paulo. Disponível em: https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/26720/1/TCC-DRONES.pdf. Acesso em: 08. mai.2023.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. **Censo 2022**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/sananduva/panorama >. Acesso em: 08 mai. 2023.

JUSTINO. A. et al. Sentido de pulverização em culturas de soja e feijão com pulverizador de barras. **Engenharia Agrícola.** v. 26, n. 3, p. 755-758. 2006. Disponível em: http://old.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-69162006000300012&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 21. abr.2022.

LUDWIG. M.P. et al. REDUÇÃO DA PRODUTIVIDADE E DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA PROVOCADO PELO RODADO DO TRATOR DURANTE AS APLICAÇÕES DE AGROTÓXICOS. **Revista Brasileira de Agrociência.** Pelotas. v.15, n.1-4, p.115-119, 2009. Disponível em: https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/i ndex.php/CAST/article/view/1997/1816. Acesso em: 21. abr. 2022.

LUCHETTI. A. **UTILIZAÇÃO DE DRONES NA AGRICULTURA: IMPACTOS NO SETOR SUCROALCOOLEIRO.** Palhoça, 2019. 37 f. Monografia. Universidade do Sul de Santa Catarina – Curso de Ciências Aeronáuticas, 2019.

MAIN, C.E. **Crop destruction – the raison d'être of plant pathology.** In: HORSFALL, J.G. & COWLING, E.B. (Ed.) Plant disease an advance treatise. How disease is managed. New York. Academic Press. pp 55-78. 1977.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Serviços Aeroagrícolas.** 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/aviacao-agricola/servicos-aeroagricolas>. Acesso em: 31. mar. 2022.

MARINHO. D. **Departamento de Controle de Espaço Áereo**. 2015. Disponível em: https://www.decea.mil.br/?i=midia-e-informacao&p=pg_noticia&materia=autorizacoes-para-voos-de-vant-entenda-melhor#:~:text=H%C3%A1%20no%20entanto%20algumas%20diferen%C3%A7as,e%20possuir%20carga%20%C3%BAtil%20embarcada. Acesso em: 01.abr. 2022.

MASCARENHAS, H. A. et al. **Nitrogênio: a soja aduba a lavoura da cana**. O Agronômico. Campinas, v. 1, n. 57, 2005.

MATTHEWS, G.A. **Pesticide application methods**. 3 ºed. London: Blackwell Science, 2000. 432 p.

MÜLLER, L. **Taxonomia e morfologia. A soja no Brasil**. 1 ed. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, p. 65-104, 1981.

NESI, C. N.et al. Número mínimo de repetições em experimentos de competição de híbridos de milho. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 9, n. 1, p. 74-81, 2010.

NEUMAIER.N.; FARIAS.J.R.B.; NEPOMUCENO.A.L. **Características da soja.** Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/soja/arvore/CONTAG01_24_271020069131.html#:~:text=Desenvolvem%20vagens%20(legumes)%20levemente%20arqueadas,marrom%2C%20ou%20amarelo%2Dpalha>. Acesso em: 30. mar. 2022.

PEDUZZI, P. **Embrapa: Brasil será maior exportador de grãos do mundo em cinco anos.** Agência Brasil. 13 mar. 2021, Brasília. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2021-03/embrapa-brasil-sera-maior-exportador-de-graos-do-mundo-em-cinco-anos>. Acesso em: 18. mar. 2022.

PESKE, S.T.; ROSENTHAL, M.D.; ROTA, G.R.M. **Sementes: Fundamentos científicos e tecnológicos**. 3ª edição. Pelotas: Editora rua Pelotas, 2012. 573p.

RAMOS, H.H.; PIO, L.C. **Tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários**. In: ZAMBOLIM, L.; CONCEIÇÃO, M.Z.; SANTIAGO, T**.** O que engenheiros agrônomos devem saber para orientar o uso de produtos fitossanitários. Viçosa: UFV, 2003. p.133-200.

RITCHIE, S.W. **How a soybean plant develops**. Iowa State: Univ. of Science and Technol. Coop. Ext. Serv., 1982, 20p.

RODRIGUES. A. **Conab reduz estimativa para produção de grãos da safra 2021/2022.** Disponível em: <genciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2022-02/conab-reduz-estimativa-para-producao-de-graos-da-safra-20212022>. Acesso em: 18. Mar.2022.

ROGGIA. S.; SOARES. R.; ADEGAS.F. **Drones são capazes de melhorar pulverização para controle de pragas da soja.** Embrapa. 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/69239452/drones-sao-capazes-de-melhorar-pulverizacao-para-controle-de-pragas-da-soja?p_auth=3JrtzJAh>. Acesso em: 30. mar.2022.

SENAR. Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. **Agricultura de precisão: operação de drones / Serviço Nacional de Aprendizagem Rural.** – Brasília: Senar, 2018. 84 p; (Coleção Senar, 249). Disponível em: <https://www.cnabrasil.org.br/assets/arqui vos/249-DRONES.pdf>. Acesso em: 20. mar. 2022.

STEEL, R. G. D et al. **Principles and procedures of statistics a biometrical approach**. NewYork: McGraw-Hill,1997. 666 p.

SINDAG, 2017. **Relatório de Atividades – Brasil 2016.** Disponível em: <http://sindag.org.br/wp-content/uploads/2016/12/SINDAG-Relatorio-de-Ati vidades-Abril2016.pdf>. Acesso em: 20. mar.2022.

SEDIYAMA, T. et al. **Melhoramento da Soja.** In: BORÉM, A. (Ed.). Melhoramento de espécies cultivadas. Viçosa: UFV, p. 553-604. 2005.

SCHRODER, E. P. **Aplicações em soja.** Cultivar Grandes Culturas, n. 58, fevereiro 2004.

VAZ. M. E.R. **AVIAÇÃO AGRÍCOLA E PRODUCAÇÃO RURAL**. Palhoça, SC. 2017. 30 f. Monografia (graduação) - Universidade do Sul de Santa Catarina – Curso de Ciências Aeronáuticas, 2017.

ZABOT. L. et al. Redução da produtividade e da qualidade fisiológica de sementes de soja provocado pelo rodado do trator durante as aplicações de agrotóxicos. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas. v.15, nº1-4,2009. p 115-119. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/CAST/article/view/1997>. Acesso em: 27. mar.2022.