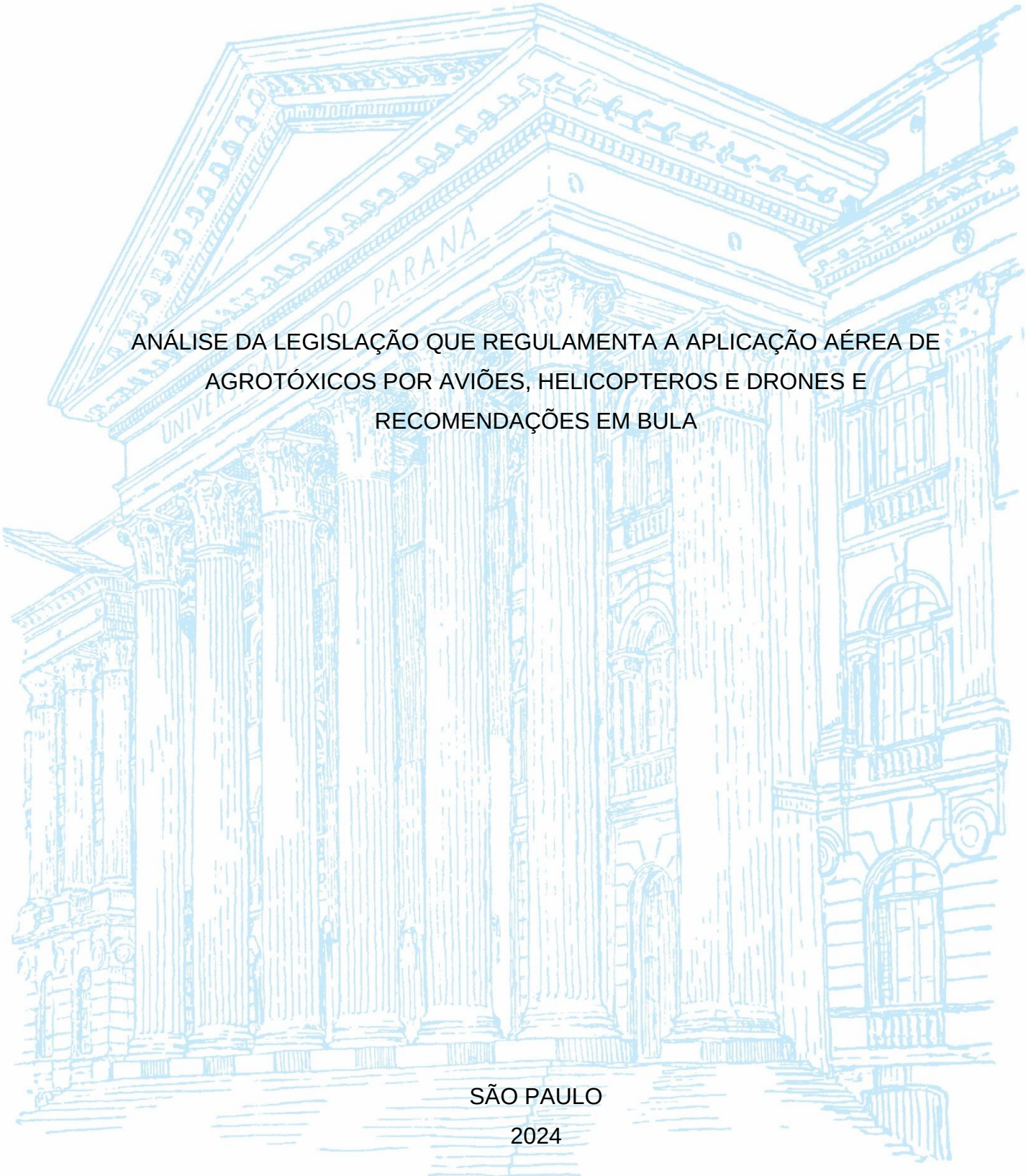
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

SUSANA DE OLIVEIRA MORENO



ANÁLISE DA LEGISLAÇÃO QUE REGULAMENTA A APLICAÇÃO AÉREA DE AGROTÓXICOS POR AVIÕES, HELICOPTEROS E DRONES E RECOMENDAÇÕES EM BULA

SÃO PAULO

2024

SUSANA DE OLIVEIRA MORENO

ANÁLISE DA LEGISLAÇÃO QUE REGULAMENTA A APLICAÇÃO AÉREA DE AGROTÓXICOS POR AVIÕES, HELICOPTEROS E DRONES E RECOMENDAÇÕES EM BULA

Trabalho de Conclusão apresentado ao curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Fitossanidade, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Fitossanidade.

Orientador: Prof. Renato Rezende Young Blood

SÃO PAULO

2024

AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar sempre presente em minha vida e me guiando.

Aos familiares pelo incentivo para que eu continuasse estudando e me aperfeiçoando profissionalmente.

Ao meu esposo, também pelo incentivo e paciência nessa nova etapa acadêmica executada.

À Universidade Federal do Paraná - UFPR e aos professores que nos capacitaram com maestria.

E principalmente ao orientador Prof. Renato Rezende Young Blood, pela orientação dada na elaboração deste trabalho, por todo suporte e dedicação.

RESUMO

As aplicações aéreas de agrotóxicos vem crescendo, principalmente aquelas realizadas por drones e junto com elas, os casos de deriva de agrotóxicos. O objetivo deste trabalho é analisar a legislação vigente as recomendações em bulas, estudar sobre deriva e sua mitigação, alertar e instruir os agricultores sobre o uso devido e eficaz da tecnologia de aplicação aérea através de drone e tentar um olhar dos Órgãos competentes. A pesquisa de bulas foi conduzida através da análise de informações dos produtos formulados, extraídas do Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários (AGROFIT). Os resultados indicaram que, 1.904 produtos contém aplicação aérea aprovada, provenientes de 153 empresas registrantes. Dentre estes produtos, 104 possuem recomendação de aplicação aérea através de drones. Conclui-se que a legislação vigente e as informações de recomendação de pulverização de agrotóxicos por drones ainda são insuficientes para mitigar o risco de deriva de agrotóxicos nesta modalidade e que embora a maioria das bulas não tragam recomendação específica a esta modalidade, está em ascensão.

Palavras-chave: Agrotóxicos. Tecnologia de Aplicação. Drone. Agrofit

ABSTRACT

Aerial applications of pesticides have been growing, especially those carried out by drones and along with them, the cases of drift of pesticides. The objective of this work is to analyze the current legislation recommendations in package leaflets, study about drift and its mitigation, alert and instruct farmers on the proper and effective use of aerial application technology through drone and try a look of the competent Agencies. The search for package leaflets was conducted through the analysis of information of formulated products, extracted from the System of Pesticides (AGROFIT). The results indicated that 1,904 products contain approved aerial application, from 153 registered companies. Among these products, 104 have a recommendation for aerial application through drones. It is concluded that the current legislation and information on recommendation of spraying pesticides by drones are still insufficient to mitigate the risk of drift of pesticides in this modality and that although most of the packages do not bring specific recommendation to this modality, is on the rise.

Keywords: Pesticide. Application Technology. Aerial Application. Drone. AGROFIT Leaflet.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – FORMAS DE DERIVA NA APLICAÇÃO DE AGROTÓXICO.....15
FIGURA 2 – TIPOS DE BICOS DE PULVERIZADORES.....18
FIGURA 3 – NOMENCLATURA DO BICO DE PULVERIZAÇÃO 18
FIGURA 4 – CLASSES DE PULVERIZAÇÃO.....19
FIGURA 5 – COMPORTAMENTOS DAS CLASSES DE GOTAS NAS APLICAÇÕES DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS 20
FIGURA 6 – PROJETOS DE LEI ESTADUAIS CONTRA A PULVERIZAÇÃO DE AGROTÓXICOS POR AERONAVES 24
FIGURA 7 – BULAS DO AGROFIT PARA MODALIDADE DE APLICAÇÃO AÉREA 26
FIGURA 8 – BULAS DO AGROFIT PARA MODALIDADE DE APLICAÇÃO TERRESTRE E AÉREA.....27

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – CLASSIFICAÇÃO DE BICOS DE ACORDO COM A VAZÃO 19
TABELA 2 – DETERMINAÇÃO DA VELOCIDADE DO VENTO PARA PULVERIZAÇÕES DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS 22

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – POSSUI RECOMENDAÇÃO DE APLICAÇÃO AÉREA ATRAVÉS DE DRONES NA BULA? 28
GRÁFICO 2 – EMPRESAS COM E SEM RECOMENDAÇÃO DE APLICAÇÃO AÉREA ATRAVÉS DE DRONES EM RELAÇÃO AOS PRODUTOS COM A MODALIDADE DE APLICAÇÃO AÉREA APROVADA 28
GRÁFICO 3 – QUANTIDADE DE PRODUTOS COM RECOMENDAÇÃO DE APLICAÇÃO AÉREA ATRAVÉS DE DRONES POR EMPRESAS COM ESSA MODALIDADE.....29
GRÁFICO 4 – QUANTIDADE DE PRODUTOS COM RECOMENDAÇÃO DE APLICAÇÃO AÉREA ATRAVÉS DE DRONES POR CATEGORIA...29

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

A - Acaricida
ABC - Agente biológico de controle
AM - Acaricida microbiológico
AGROFIT - Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários
ANAC - Agência Nacional de Aviação Civil
ARP - Aeronaves Remotamente Pilotadas
B - Bactericida
BM - Bactericida Microbiológico
CAAR - Curso para Aplicação Aero agrícola Remota
DGPS - Sistemas Diferenciais de Posicionamento por Satélites
DOU - Diário Oficial da União
F - Fungicida
FM - Fungicida Microbiológico
FER - Feromônio
FOR - Formicida
H - Herbicida
I - Inseticida
IFT - Inseticida Fitoquímico
IM - Inseticida Microbiológico
IN - Instrução Normativa
ISO - ISO (*International Organization for Standardization*, ou Organização Internacional para Padronização)
MAPA - Ministério da Agricultura e Pecuária
N - Nematicida
N - Nematicida Microbiológico
RC - Regulador de Crescimento
RPAS - *Remotely Piloted Aircraft System*
SISANT - Sistema de Aeronaves não Tripuladas
VANT - Veículo Aéreo Não Tripulado
UFPR - Universidade Federal do Paraná

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 10
1.1 OBJETIVOS 11
1.1.1 Objetivo geral 11
1.1.2 Objetivos específicos 11
2 REVISÃO DE LITERATURA 12
2.1 TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO AÉREA DE AGROTÓXICOS 12
2.1.1 Drone 14
2.1.2 Deriva de agrotóxicos 15
2.2 LEGISLAÇÕES SOBRE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO AÉREA DE AGROTÓXICOS 23
2.2.1 Legislações sobre Tecnologia de Aplicação Aérea de Agrotóxicos através de Drone 25
2.3 EDUCAÇÃO E TREINAMENTO PARA OPERADORES DE DRONES AGRÍCOLAS 25
2.4 ESTUDO DE CASO: ANÁLISE DAS BULAS DOS PRODUTOS REGISTRADO COM RECOMENDAÇÃO DE USO NA MODALIDADE DE APLICAÇÃO AÉREA E VERIFICAÇÃO DE QUANTAS BULAS CONTEM RECOMENDAÇÕES DE USO DE DRONES 26
2.4.1 Resultados 27
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS 30
REFERÊNCIAS 31

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a agricultura brasileira tem apresentado um crescimento constante, o qual é comprovado pelo aumento na utilização de defensivos agrícolas através do controle fitossanitário. (SOUZA, R., 2001)

Entretanto, o aumento nos custos desses defensivos, da mão de obra, da energia elétrica, no consumo de água, juntamente com a crescente preocupação com a poluição ambiental, ressaltam a importância de uma tecnologia mais precisa na aplicação desses produtos químicos, para garantir uma maior segurança ao aplicador (AZEVEDO, D., 2001)

A tecnologia de Aplicação envolve a utilização de equipamentos adequados para aplicar produtos químicos de forma a controlar eficazmente pragas, fitopatógenos ou plantas daninhas, garantindo eficiência, economia e segurança. A misturas de formulações para otimizar os recursos requer cuidado, especialmente devido às características finais resultantes dessa prática, cada vez mais difundida e utilizada atualmente. É crucial considerar a eficácia do produto, seu impacto na cultura, no ser humano e no meio ambiente, mesmo que isso implique em custos adicionais com equipamentos e treinamento dos aplicadores (SANTOS, J., 2002).

A utilização de agrotóxicos via aérea é uma prática habitual nas regiões agrícolas brasileiras motivadas pelo agronegócio, podendo ocasionar danos diversos, desde ambientais, econômicos, sociais e à saúde humana, quando não aplicado conforme as legislações e as boas práticas agrícolas. Onde a pulverização aérea foi considerada uma tecnologia de aplicação moderna, desenvolvida pela indústria bélica e futuramente, adaptada para a agricultura. (FREITAS et al., 2022)

A tecnologia de aplicação de agrotóxicos através de drone é um tema atual e polêmico, pois teve seu uso autorizado, sem a exigência de estudos preliminares, sendo equiparado aos aviões agrícolas, uma vez que o produto que já possui aplicação aérea aprovada em seu registro, também está autorizado para aplicação por drone, conforme publicado no Diário Oficial da União - DOU nº 298 de 22/09/2021, Art. 25:

> Para a aplicação de agrotóxicos e afins, fica estabelecida a equivalência entre as aplicações com aeronaves tripuladas e com ARP, principalmente quanto às recomendações de uso estabelecidas na bula do produto comercial e no receituário agronômico, sem impedimento de que sejam aprovadas

> autorizações exclusivas para ARP, de acordo com o previsto na Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989. (DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO, 2021, p. 5)

Atualmente existem poucas informações e estudos sobre esse tipo de aplicação e a legislação vigente é muito vaga.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Analisar a legislação vigente e as informações em bula sobre tecnologia de aplicação de agrotóxicos através de drone.

1.1.2 Objetivos específicos

Estudar sobre a deriva de agrotóxicos, alertar e instruir os agricultores sobre o uso da tecnologia de aplicação aérea através de drone e tentar um olhar dos Órgãos competentes para um tema importante que ainda carece de uma legislação mais clara.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO AÉREA DE AGROTÓXICOS

A utilização de aeronaves para propósitos agrícolas teve início antes da Segunda Guerra Mundial, inicialmente fazendo uso de aviões militares adaptados. Somente na década de 1940 surgiu o primeiro avião especificamente projetado e construído para atividades agrícolas. (CUNHA et all, 2014) No Brasil, em 2017, a aviação agrícola completou 70 anos de história. Ao longo do tempo, a prática da pulverização aérea tem passado por diversas evoluções visando a proteção das lavouras e a preservação do meio ambiente. Atualmente, cerca de 30% da área plantada no país é tratada por meio dessa técnica, posicionando o Brasil como detentor da segunda maior frota de aeronaves agrícolas no mundo (BRASQUÍMICA, 2017).

Dentro da categoria de aeronaves agrícolas, estão inclusos os aviões e helicópteros agrícolas, cada um com suas características distintas, algumas das quais bastante diferenciadas em relação aos pulverizadores terrestres tratorizados. Os equipamentos terrestres operam com uma velocidade cerca de nove vezes menor do que os aviões, enquanto os helicópteros têm uma velocidade de cerca de cinco a sete vezes menor em comparação com os aviões. (SANTOS, 2006)

Os aviões agrícolas estão equipados com sistemas de DGPS (Sistemas Diferenciais de Posicionamento por Satélites), semelhantes aos utilizados na aerofotogrametria. Esses sistemas permitem que os aviões sigam um planejamento de voo composto por linhas projetadas que cobrem a área a ser pulverizada. Eles ativam automaticamente o sistema de pulverização ao cruzar os limites da área e o desligam ao sair, eliminando a necessidade de pessoas sinalizando as linhas, conhecidas como "bandeirinhas". Esses trabalhadores enfrentavam sérios riscos de intoxicação nessa tarefa. O sistema também é capaz de monitorar a quantidade de agente aplicado, além de fornecer informações detalhadas por meio de mapas e relatórios, permitindo que o piloto avalie e tome decisões com base nessas informações (AGROLINK, 2016).

A aplicação aérea tem sido alvo de críticas das organizações ambientalistas quanto das organizações da saúde e de alguns Estados nacionais e até mesmo internacionalmente, abaixo seguem algumas publicações:

> A pulverização aérea de pesticida é susceptível de prejudicar significativamente a saúde humana e o ambiente, nomeadamente devido ao arrastamento da pulverização. A pulverização aérea deverá, portanto, ser geralmente proibida, sendo admitidos derrogações apenas se apresentar vantagens claras, reduzindo os efeitos na saúde humana e no ambiente em comparação com outros métodos de pulverização, ou se não existirem alternativas viáveis, desde que se recorra a melhor tecnologia disponível para reduzir o arrastamento da pulverização (PARLAMENTO EUROPEU, 2009).

> A pulverização aérea de agrotóxicos é uma tecnologia que apresenta elevados potenciais de danos a saúde humana e ao meio ambiente, pode-se reiterar que não existem condições, onde a pulverização aérea possa ser considerada segura (CAMPANHA PERMANENTE CONTRA OS AGROTÓXICOS E PELA VIDA, 2015)

> A EMBRAPA esclarece que existe normalmente uma “deriva técnica”, em que os atuais equipamentos de pulverização, mesmo com a calibração, temperaturas e ventos ideais, deixam cerca de 32% dos agrotóxicos pulverizados retidos nas plantas, 49% vão para o solo e 19% vão para o ar para outras áreas circunvizinhas da aplicação (PIGNATI et al., 2007)

> […] a pulverização aérea requer que sejam pulverizados grandes quantidades de veneno para atingir a quantidade desejada pelo ponto de vista agronômico, por conta das elevadas perdas. Estudos da EMBRAPA mostraram que a porcentagem de perda pode chegar a 88% em cultura de feijão, e 76% em cultura de tomate (CHAIN et al., 1999)

Além das variáveis ambientais que fogem do controle dos aplicadores, como direção e velocidade dos ventos, temperatura e umidade do ar, existe um amplo debate sobre a eficácia técnica que envolve o tamanho das gotas e a capacidade dos bicos de pulverização. Ao mesmo tempo que gotas menores possibilitam uma cobertura mais abrangente das plantas, aumenta a influência dos elementos naturais mencionadas acima, causando deriva. Portanto, muitos pesquisadores afirmam que uma grande parte dos produtos aplicados não alcança seu alvo pretendido, sendo dispersos durante a aplicação e encontrando outros destinos, como solo, água, ar e plantações em territórios vizinhos, além de afetar escolas e comunidades. (FREITAS, L., 2016)

Com o objetivo de reduzir a contaminação ambiental resultante das aplicações aéreas, o Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA) estabelece e supervisiona regulamentos para essas operações, incluindo regras como operar a uma distância mínima de 250 metros de mananciais de rios e de 500 metros da população e obrigação da presença de um técnico agrícola responsável pela execução, coordenado por um engenheiro agrônomo e um piloto agrícola especializado, com mais de 400 horas de voo (VIEGAS, 2011).

Outro desafio nas aplicações aéreas diz respeito ao custo, que tende a ser significativamente superior ao da aplicação terrestre. Diversos fatores contribuem para isso, incluindo a distância entre a área a ser tratada e a pista de decolagem, bem como a presença de obstáculos e as características do relevo. No entanto, ao levar em consideração os custos associados ao amassamento e à compactação resultantes das aplicações terrestres, a relação de custo acaba se invertendo (CUNHA; MINGUELA, 2013).

2.1.1 Drone

Os drones de pulverização agrícola, também conhecidos como VANT (Veículo Aéreo Não Tripulado) e RPAS (*Remotely Piloted Aircraft System*, do inglês “Sistema de aeronaves pilotadas remotamente”), possuem os mais variados tipos e tamanhos.

A utilização da tecnologia de aplicação aérea por meio de aviões, helicópteros e drones agrícolas, tem crescido significativamente no Brasil nos últimos anos, contribuindo para impulsionar o desenvolvimento do agronegócio. O Brasil tem a segunda maior frota de aeronaves agrícolas do mundo, contando com mais de 2.300 aeronaves entre aviões e helicópteros. (CORNAGO, 2020).

Os drones apresentam uma significativa vantagem em comparação com as aplicações terrestres devido à turbulência gerada pelas hélices, causando um vórtex que interfere em diversos aspectos da pulverização, isso inclui a uniformidade da aplicação, a largura da faixa de aplicação, a penetração das gotas no dossel dasplantas e o potencial de deriva. (MODOLO et all, 2022)

Para realizar a pulverização agrícola com drones, é necessário registrar a aeronave na ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil) e no Sistema de Aeronaves não Tripuladas (SISANT), ser maior de 18 anos e possuir seguro que cubra danos a terceiros. Também é preciso realizar avaliações de risco operacionais, voar em áreas distantes de no mínimo 30 metros de transeuntes (com exceção quando há uma barreira mecânica entre elas e a aeronave), operar apenas um drone por vez e garantir autonomia suficiente para o voo e o pouso no local designado. (CALDEIRA et all, 2021)

O drone desempenha um papel crucial na otimização dos processos agrícolas, oferecendo recursos avançados de gestão de dados e sendo indispensável

para a agricultura de precisão. A tendência é que o uso de drones na agricultura continue crescendo e eventualmente tornando-se mais acessível e aplicável em diferentes cultivos e produtos agrícolas. Sua relevância reside na eficiência que proporciona aos mercados agrícolas, impulsionando a produção em várias áreas e promovendo práticas mais sustentáveis, além disso, sua integração com outros processos do setor é essencial, uma vez que fornece informações em tempo real para melhorar as atividades subsequentes. (MODOLO et all, 2022)

2.1.2 Deriva de agrotóxicos

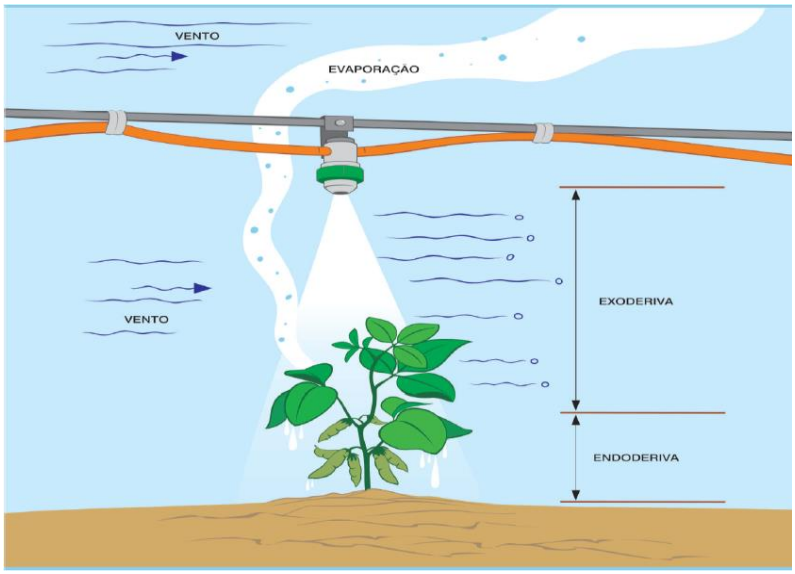
Deriva de agrotóxicos é o desvio da trajetória das partículas liberadas durante o processo de aplicação, resultando em perdas do produto ao não atingir o alvo pretendido. Essas perdas podem se manifestar de duas formas:

-Endoderiva: quando o produto é perdido dentro da cultura (não aderindo às folhas e caindo no solo); e

-Exoderiva: quando o produto se dispersa para fora da área tratada. A intensidade da deriva está diretamente ligada ao tamanho das gotas, à distância em relação ao alvo no momento da aplicação, à velocidade de lançamento e à velocidade do vento. (CHRISTOFOLETTI, J., 1999)

Para ilustração das formas de deriva, segue abaixo Figura 1:

FIGURA 1 - Formas de deriva na aplicação de agrotóxico



Fonte: ANDEF (2010).

Quando trabalhado com caldas aquosas, os desafios de evaporação e deriva devem ser considerados em conjunto. À medida que as gotas perdem peso devido à evaporação, tornam-se mais suscetíveis ao deslocamento pelo vento, podendo até desaparecer completamente antes de alcançar o alvo desejado. Gotículas que permanecem suspensas no ar ou evaporam por completo liberam o ingrediente ativo, que pode ser transportado a grandes distâncias, ocasionando problemas de poluição e danos às plantas ou culturas sensíveis àquele produto químico. (OZKAN, H., 2014)

Em diversos estudos, tem-se observado que a pulverização aérea, tende a gerar mais deriva do que outros métodos de aplicação. Isso ocorre devido à alta velocidade de trabalho, aos vórtices nas pontas das asas que direcionam as gotículas para cima e à altura de aplicação. Existem poucas alternativas disponíveis para reduzir a deriva durante a pulverização aérea. Uma estratégia simples e eficaz é garantir que os operadores sejam devidamente treinados para tomar decisões assertivas sobre quando iniciar e interromper a aplicação. (CONTIERO, R. et all, 2018)

Abaixo estão algumas recomendações:

> a) Reduzir ao máximo possível a altura de aplicação sem comprometer a segurança;
> b) Usar cuidadosamente o deslocamento lateral da pulverização, calcular o quanto distante o vento poderá carregar a faixa de deposição principal e planejar suas faixas de aplicação para possibilitar esses ajustes;
> c) Usar instrumentos de posicionamento global no avião para auxiliar na certeza de que está pulverizando a área correta e na seleção das faixas corretas;
> d) Escolher o maior tamanho de gota que produzirá o efeito biológico desejado;
> e) Colocar os bicos para trás (em direção à cauda da aeronave) para reduzir a formação de gotas pequenas.

2.1.2.1 Fatores que Influenciam a Deriva

A deriva é influenciada por diversos fatores, que podem ser classificados em:

a) **Características da pulverização:** A pulverização é um procedimento físico-mecânico que envolve a conversão de uma substância sólida ou líquida em partículas ou gotículas, visando obter uma dispersão o mais uniforme e homogênea possível. Este processo pode ser afetado pela escolha do bico/ponta, pela vazão (volume por minuto) na aplicação e por fatores climáticos. (AZEVEDO; FREIRE, 2006)

-Tipo de bico: O bico é composto pelo corpo, capa, filtro, ponta ou ponta e difusor, que é fixado ou utilizado em qualquer equipamento de pulverização, representa a parte mais crucial do pulverizador, onde devem produzir gotículas de maneira uniforme e homogênea, garantindo uma distribuição precisa do volume escolhido ou desejado durante a operação. Os bicos com as pontas desgastadas, irregulares ou inadequadas podem resultar em perdas de até 50% do produto ou da pulverização, levando a gastos adicionais com reaplicações, perda de confiança no produto, interpretações equivocadas sobre a resistência das plantas aos produtos químicos, além de causarem poluição e danos ao meio ambiente. (AZEVEDO; FREIRE, 2006)

Abaixo estão descritos os tipos de bicos mais utilizados:

-Cone vazio: para área com grande massa foliar

Este tipo de bico dispersa o produto de forma circular, com uma quantidade reduzida de gotas no centro do cone, os ângulos variam de 20 a 100 graus e são empregados em pulverizadores de barra e turbo atomizadores. (JACTO, 2017)

-Cone cheio: para área com grande massa foliar

Este tipo de bico também distribui o produto de maneira circular, porém, diferentemente do cone vazio, ele também pulveriza o produto no centro, os ângulos costumam ser mais fechados, variando de 20 a 100 graus, sendo recomendados para aplicação em áreas com alta densidade foliar. (JACTO, 2017)

-Leque plano padrão: para aplicação de herbicidas

Este tipo de bico é comumente utilizado em pulverizadores de barra, por isso, é crucial considerar o espaçamento entre cada bico para que os jatos se cruzem e garantam uma cobertura eficaz das plantas. (BELAGRO, 2019)

-Leque plano uniforme: para aplicação de herbicidas

Este tipo de bico é mais frequente em pulverizadores costais, pois distribui a calda de maneira uniforme, dispensando a necessidade de cruzamento, como no caso do leque padrão. Portanto, é ideal para aplicação em toda a faixa (BELAGRO, 2019).

-Bico de Impacto: para herbicidas, fungicidas e inseticidas

Este tipo de bico é projetado para operar em uma ampla faixa de pressão (entre 15 e 90 PSI). (JACTO, 2017)

-Bico com indução de ar: ideal para plantas eretas

Este tipo de bico é de última geração, capaz de ajustar a velocidade de aplicação e reduzir a deriva, minimizando o risco de contaminação ambiental, além disso, produz um maior número de gotas por litro de produto aplicado e é ideal para pulverização de plantas eretas, aumentando a penetração e a cobertura. (JACTO, 2017)

A Figura 2 abaixo ilustrará alguns tipos de bicos de pulverizadores:

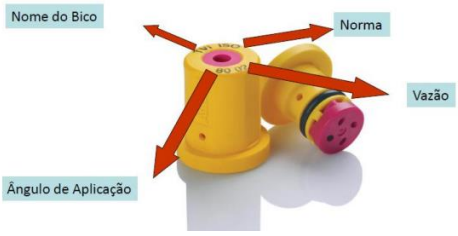
FIGURA 2: Tipos de bicos de pulverizadores

Fonte: PETRAMAQ, Peças / Máquinas Agrícolas - Disponível em: https://petramaqagro.com.br/produto/bicos-pulverizadores/

-Nomenclarura dos bicos: A utilização de uma nomenclatura específica para distinguir as pontas de pulverização é crucial para auxiliar os aplicadores durante o processo de aquisição. O nome, o ângulo e a vazão são informações essenciais a serem consideradas, permitindo atender às necessidades do aplicador de forma eficaz.

A Figura 3 abaixo ilustra essas considerações no bico:

FIGURA 3: Nomenclatura dos bicos de pulverização



Fonte: HARGER (2021). Disponível em: https://blog.agrofinder.com.br/2021/11/16/bicos-pulverizadores/

-Vazão: Na maioria dos casos, as pontas disponíveis no mercado seguem as vazões padronizadas estabelecidas pela norma ISO (*International Organization for Standardization*, ou Organização Internacional para Padronização) nº 10625/2018 (Equipamento para proteção de culturas: Bicos de pulverizadores, codificação de cores para identificação), sendo identificadas por cores, conforme indicado na Tabela 1. No caso de pontas sem padronização ISO, é necessária a disponibilização da tabela de vazão pelo fabricante. (AZEVEDO; FREIRE, 2006)

TABELA 1: Classificação de bicos de acordo com a vazão

Pressão	Cor do Bico	Vazão L min-1
3 Bar	Laranja	0,4
	Verde	0,6
	Amarelo	0,8
	Azul	1,2
	Vermelho	1,6
	Marrom	2,0
	Cinza	2,4
	Branco	3,2
	Preto	4,0

Fonte: Autor (2024).

A distribuição da solução pulverizada corresponde à faixa de aplicação, podendo ser medida individualmente por ponta ou na faixa de deposição das pontas na barra. É recomendável realizar essa aferição durante a calibragem, evitando assim falhas no tratamento e na eficácia da aplicação, que podem ocorrer devido à concentração excessiva ou à ausência de produto em determinadas áreas. (BRONDANI et all, 2009)

-Classes de gota: É essencial determinar o tamanho das gotas para categorizar a pulverização em classes, que incluem muito fina, fina, média, grossa e muito grossa (RAMOS, 2003), conforme demonstrado na Figura 4 abaixo:

FIGURA 4: Classes de pulverização

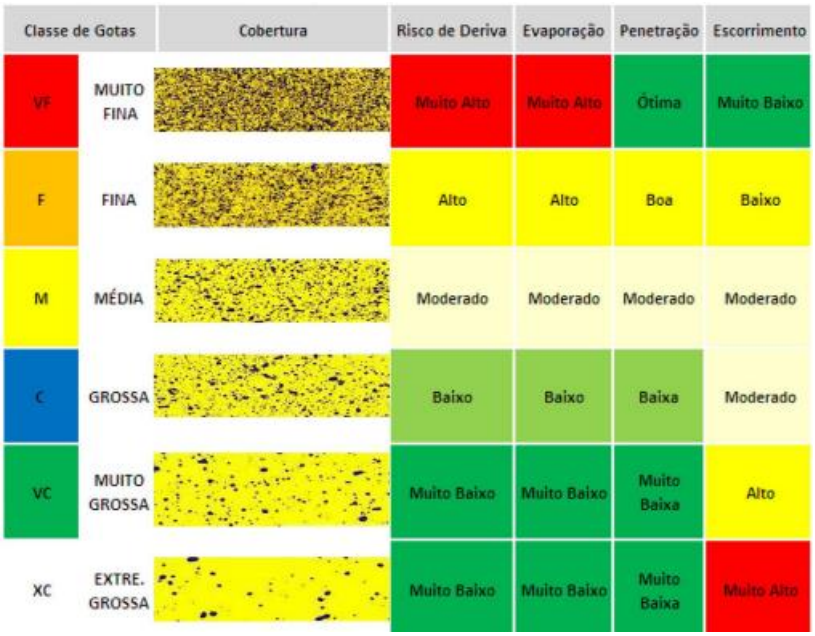
Classe de pulverização	Símbolo	Cor	DMV aproximado
Extremamente fina	EF	roxo	< 60 µm
Muito fina	MF	vermelho	60 - 105
Fina	F	laranja	106 - 235
Média	MF	amarelo	236 - 340
Grossa	G	azul	341 - 403
Muito grossa	MG	verde	404 - 502
Extremamente grossa	EG	branco	503 - 665
Ultra grossa	UC	preto	> 665 µm

Fonte: HARGER (2021). Disponível em: https://blog.agrofinder.com.br/2021/11/16/bicos-pulverizadores/

Os bicos devem ser categorizados nessas classes, e as recomendações de uso são estabelecidas com base nessa classificação. Um catálogo de bicos de qualidade sempre fornece sua classificação em diversas condições de uso. (RAMOS, 2003)

Para melhor entendimento sobre os comportamentos das classes de gotas nas aplicações de defensivos agrícolas, abaixo segue a Figura 5:

FIGURA 5: Comportamentos das classes de gotas nas aplicações de defensivos agrícolas



Fonte: HARGER (2021). Disponível em: https://blog.agrofinder.com.br/2021/11/16/bicos-pulverizadores/

-Largura da faixa de aplicação: Quando observamos a faixa de aplicação de 3 metros, podemos ver que possui uma pequena variação, pois a bomba do drone está trabalhando em baixa pressão para manter o volume, as gotas geradas são maiores e mais resistentes à deriva, porém esta faixa de aplicação é muito estreita e pouco eficiente na cobertura do terreno. A faixa de aplicação de 5 metros é a mais usual entre elas, pois o risco de deriva é baixo e possui uma gota maior, proporcionando uma maior uniformidade espacial e sendo assim, é a faixa de aplicação mais recomendada. Tendo em vista que a faixa de 7 metros foi a que teve maior variação entre elas, isso pode ser explicado pela pressão elevada do equipamento, que é necessário para realizar a aplicação, tornando as gotas mais finas e mais suscetíveis à deriva, causando as variações. Quando utilizamos essas pressões elevadas, o

drone realiza a abertura de mais duas pontas, as quais liberam mais dose do produto a ser aplicado. (BARIVIERA e CARLESSO, 2022)

b) **Equipamento e Técnica de aplicação utilizada:** Quando a vazão nominal é excedida, a ponta de pulverização desgastada pode sofrer alterações em suas características, o que pode comprometer a eficiência da pulverização. A escolha da ponta de pulverização tem um impacto significativo na distribuição das gotas pulverizadas sobre os alvos. A uniformidade na cobertura da pulverização e o tamanho das gotas são influenciados pelos pulverizadores, e a ponta de pulverização é um componente crucial nesse aspecto. Entre as técnicas de aplicação, a seleção das pontas de pulverização mais apropriadas representa uma das opções para mitigar à deriva. (COSTA et all, 2015)

c) **Condições Climáticas:**

-Temperatura: A principal influência provocada pela elevação da temperatura é o aumento do potencial de evaporação das gotas de pulverização. Em condições normais, a taxa de evaporação de uma gota de água dobra quando a temperatura sobe de 10 °C para 20 °C ou de 20 °C para 30 °C, que é considerado o limite para a realização da aplicação. Além disso, temperaturas superiores a 30 °C podem provocar estresse nas plantas, dificultando a absorção e a translocação dos defensivos. Por outro lado, aplicações feitas em temperaturas inferiores a 10 °C também podem prejudicar a absorção e a translocação do defensivo, seja devido às características específicas do produto, às alterações no metabolismo das plantas ou à interação desses fatores. (CONTIERO, R. et all, 2018)

-Umidade relativa do ar: Em ambientes com baixa umidade relativa do ar, as plantas desenvolvem mecanismos de defesa para evitar a perda de água, o que também dificulta a absorção de produtos por via líquida. Portanto, é recomendável realizar as aplicações nas primeiras horas da manhã ou no final da tarde. Para mitigar as perdas por evaporação ocorridas durante o dia, algumas aplicações noturnas estão sendo adotadas (BOLLER et al., 2011).

-Velocidade e direção do vento: A influência adversa dos ventos está diretamente ligada à rapidez com que as gotículas de água perdem peso ou permanecem suspensas no ar por mais tempo. Em condições de total calmaria (vento

= 0 m/s), pode ocorrer a formação de **inversão térmica**, onde uma camada de ar mais quente próxima ao solo é retida por uma camada superior mais fria, isso é evidenciado pela observação de partículas de fumaça, poeira e até mesmo da pulverização permanecendo suspensas no ar por longos períodos. Nesse cenário, as partículas do produto não conseguem se depositar na quantidade e no local desejados, resultando na redução ou ineficácia da ação dos produtos e aumentando os riscos de danos ao meio ambiente ou a alvos não pretendidos. Portanto, aplicações em condições de vento zero são tão prejudiciais quanto aquelas realizadas com ventos superiores a 10 km/h. A condição mais segura para a pulverização ocorre com um vento constante de 3,2 a 6,5 km/h, correspondente a uma brisa leve, onde o vento é perceptível no rosto, mas apenas o suficiente para movimentar levemente as folhas. (CONTIERO, R. et all, 2018)

Na prática, a Tabela 2 pode ser utilizada como referência para a pulverização:

TABELA 2: Determinação da velocidade do vento para pulverizações de defensivos agrícolas

Velocidade do ar aproximadamente na altura do bico	Escala Beaufort (à altura de 10 m)	Descrição	Sinais visíveis	Pulverização
< 2km/h	Força 0	Calmo	Fumaça sobe verticalmente	Pulverização não recomendável
2,0 - 3,2 km/h	Força 1	Quase calmo	A fumaça é inclinada	Pulverização não é recomendada
3,2 - 6,5 km/h	Força 2	Brisa leve	As folhas oscilam, sente-se o vento na face	Ideal para pulverização
6,5 - 9,6 km/h	Força 3	Vento leve	Folhas e ramos finos em constante movimento	Evitar pulverização de herbicidas
9,6 - 14,5 km/h	Força 4	Vento moderado	Movimento de galhos. Poeira e pedaços de papel são levantados	Impróprio para pulverização

Fonte: Adaptada de AZEVEDO (2006).

d) **Cuidados na operação e na habilidade do operador:** Em certas circunstâncias de pulverização, qualquer um dos fatores mencionados anteriormente pode se tornar o mais crucial na redução da deriva. No entanto, cabe ao aplicador identificar o fator crítico e adotar as precauções necessárias para evitá-los e/ou mitigá-los. Ao empregar o bom senso na seleção do equipamento e na consideração dos elementos climáticos para cada aplicação, os operadores geralmente conseguem minimizar o risco de deriva. (CONTIERO, R. et all, 2018)

2.2 LEGISLAÇÕES SOBRE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO AÉREA DE AGROTÓXICOS

Em 11 de julho de 1989 foi publicada a Lei nº 7.802 que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins. Esta Lei foi recentemente revogada pela Lei nº 14785/ 2023. Como ainda não houve a publicação de um novo Decreto, segue vigente o Decreto nº 4.074 de 4 de janeiro de 2002.

Em 3 e janeiro de 2008 foi publicada a Instrução Normativa nº 02 pelo MAPA, onde aprova as normas de trabalho da aviação agrícola, em conformidade com os padrões técnicos operacionais e de segurança para aeronaves agrícolas, pistas de pouso, equipamentos, produtos químicos, operadores aero agrícolas e entidades de ensino, objetivando a proteção às pessoas, bens e ao meio ambiente, por meio da redução de riscos oriundos do emprego de produtos de defesa agropecuária.

Atualmente, o MAPA proíbe a pulverização aérea a uma distância inferior a 500 metros de cidades, povoados e mananciais, ou a menos de 250 metros de moradias isoladas. (PUBLICA, 2023)

A seguir, são apresentadas algumas Leis Municipais e Estaduais, que tratam de restrição e/ou proibição de pulverização aérea:

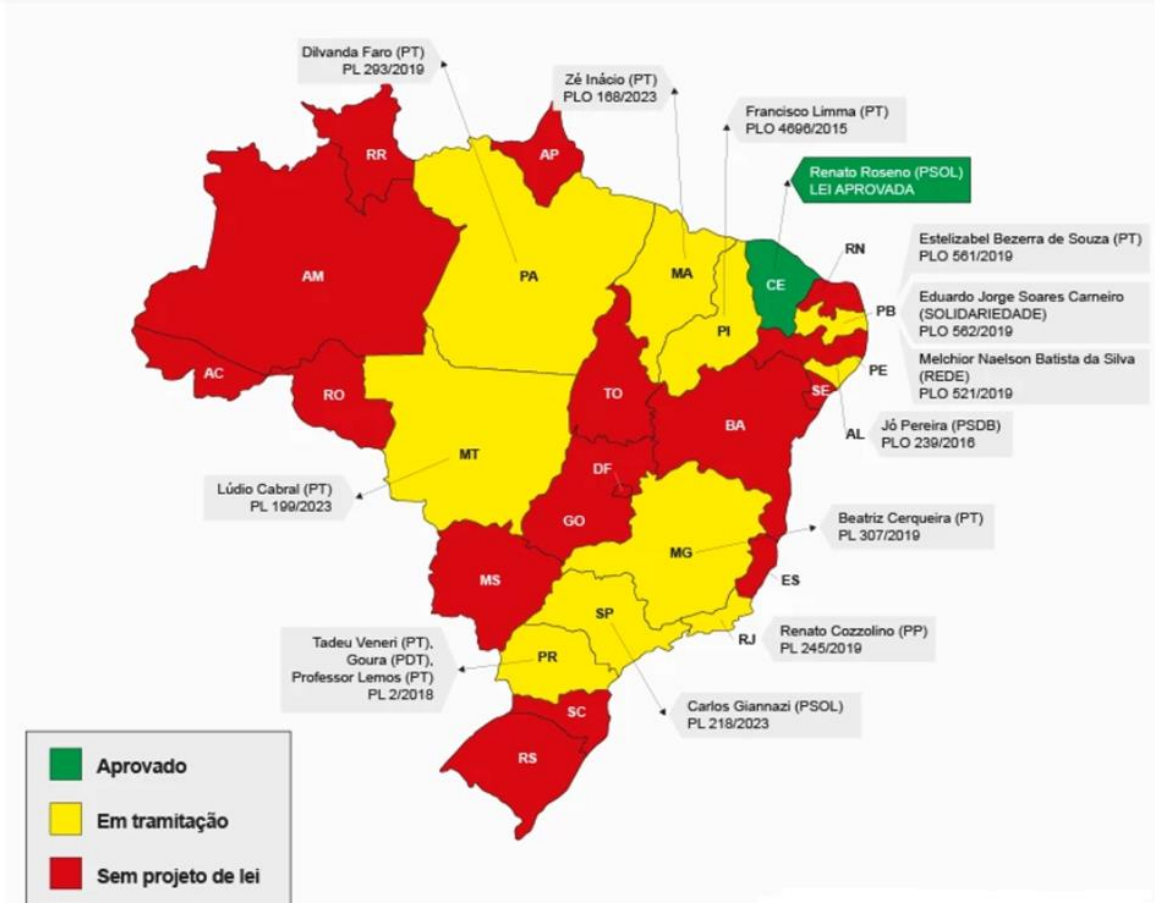
- Lei nº 3.226/1999 (Marechal Cândido Rondon, Paraná), alterada pela Lei nº 5.233/2021, onde excetua-se a vedação prevista da utilização de drones, do tipo asa

rotativa e decolagem vertical, para aplicação de defensivos, desde que observadas as normas regulamentares expedidas para a atividade;

- Lei nº 550/2011 (Limoeiro do Norte, Ceará);
- Lei nº 018/2012 (Brotas, São Paulo);
- Lei nº 16.820/2019 (Ceará).

Abaixo, são apresentadas alguns Projetos de Leis (PL) Estaduais, que tratam de restringir e/ou proibir o uso de pulverização aérea, conforme demonstrado na Figura 6:

FIGURA 6: Projetos de lei estaduais contra a pulverização de agrotóxicos por aeronaves



Fonte: PUBLICA (2023) - Disponível em: https://apublica.org/2023/06/agrotoxicos-apos-decisao-do-stf-dez-estados-podem-proibir-pulverizacao-por-avioes/

2.2.1. Legislações sobre Tecnologia de Aplicação Aérea de Agrotóxicos através de Drone

Em 22 de setembro de 2021, o MAPA publicou no DOU nº 182 de 24/09/2021, a Portaria nº 298, onde estabelece as normas para a operação de aeronaves remotamente pilotadas (ARP), popularmente conhecidas como drones, utilizadas para a aplicação de agrotóxicos e produtos afins, adjuvantes, fertilizantes, inoculantes, corretivos e sementes. Abaixo estão os tópicos dessa Portaria:

- Capítulo I: Das disposições preliminares;
- Capítulo I: Das Disposições Preliminares;
- Capítulo II: Do Registro;
    - Seção I: Dos Operadores de ARP;
    - Seção II: Das Entidades de Ensino;
- Capítulo III: Da Segurança Operacional e do Registro de Dados;
- Capítulo IV: Do Curso para Aplicação Aero agrícola Remota;
- Capítulo V: Das Obrigações;
    - Seção I: Dos Operadores de ARP;
    - Seção II: Das Entidades de Ensino;
- Capítulo VI: Das Disposições Finais;

2.3 EDUCAÇÃO E TREINAMENTO PARA OPERADORES DE DRONES AGRÍCOLAS

A Portaria nº 298 de 22/09/2021 do MAPA, estabelece no Capítulo IV a necessidade de realização do Curso para Aplicação Aero agrícola Remota (CAAR), no qual deve ser homologado pelo Órgão da Agricultura e oferecido por entidade de ensino registrada no mesmo. Seu propósito é formar aplicadores aero agrícolas remotos, garantindo acesso irrestrito aos servidores às instalações, materiais, equipamentos, plataformas, sistemas, bem como a vídeos, imagens e demais documentos e ferramentas de ensino utilizadas.

2.4 ESTUDO DE CASO: ANÁLISE DAS BULAS DOS PRODUTOS REGISTRADO COM RECOMENDAÇÃO DE USO NA MODALIDADE DE APLICAÇÃO AÉREA E VERIFICAÇÃO DE QUANTAS BULAS CONTEM RECOMENDAÇÕES DE USO DE DRONES

Foi constatado no Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários (AGROFIT) o total de 1.904 produtos contendo aplicação aérea aprovada, sendo 6 produtos apenas para uso aéreo e 1.898 produtos para uso terrestre e aéreo, conforme demonstrado nas Figuras 7 e 8 abaixo:

FIGURA 7: Bulas do AGROFIT para modalidade de Aplicação Aérea

Fonte: AGROFIT (2024) - Disponível em: https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons

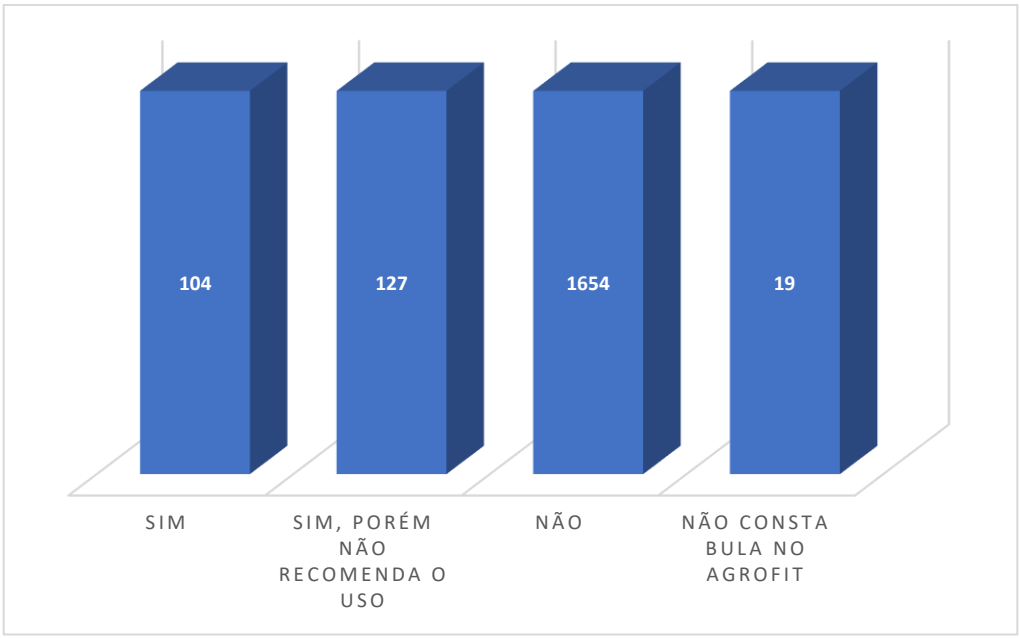
FIGURA 8: Bulas do AGROFIT para modalidade de Aplicação Terrestre e Aérea

Fonte: AGROFIT (2024) - Disponível em: https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons

2.4.1 Resultados

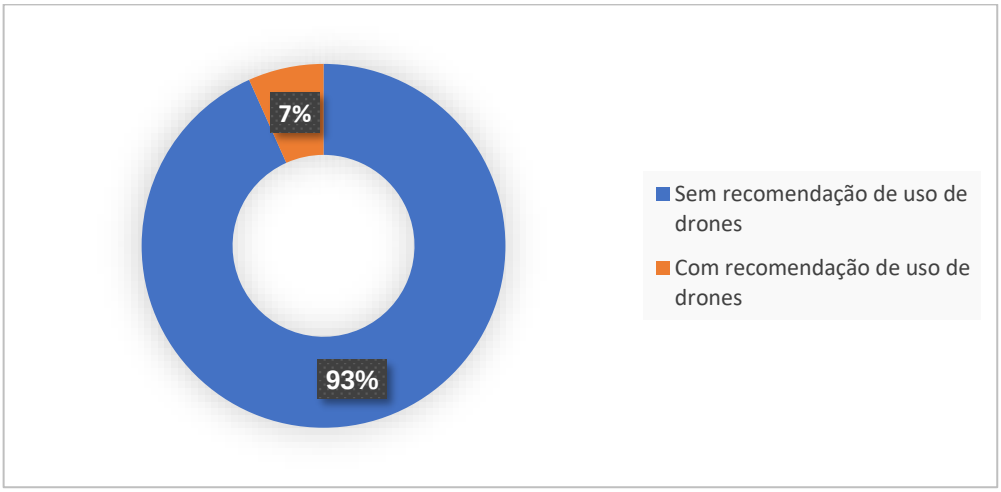
Nos Gráficos abaixo, serão apresentados os resultados da análise das bulas que constam no AGROFIT contendo aprovação de aplicação aérea e verificação de quantas bulas contem recomendações de uso de drones:

GRÁFICO 1: Número de produtos que possui recomendação em bula, de aplicação aérea através de drones.



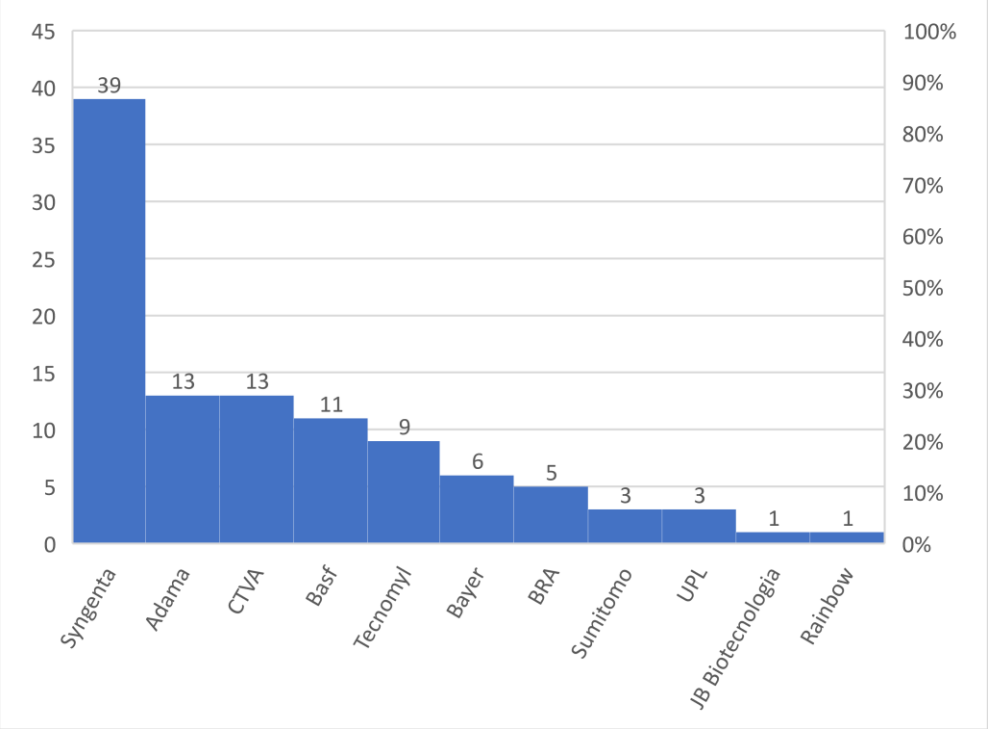
Fonte: O autor (2024)

GRÁFICO 2: Percentual de empresas com e sem recomendação de aplicação aérea através de drones em relação aos produtos com a modalidade de aplicação aérea aprovada



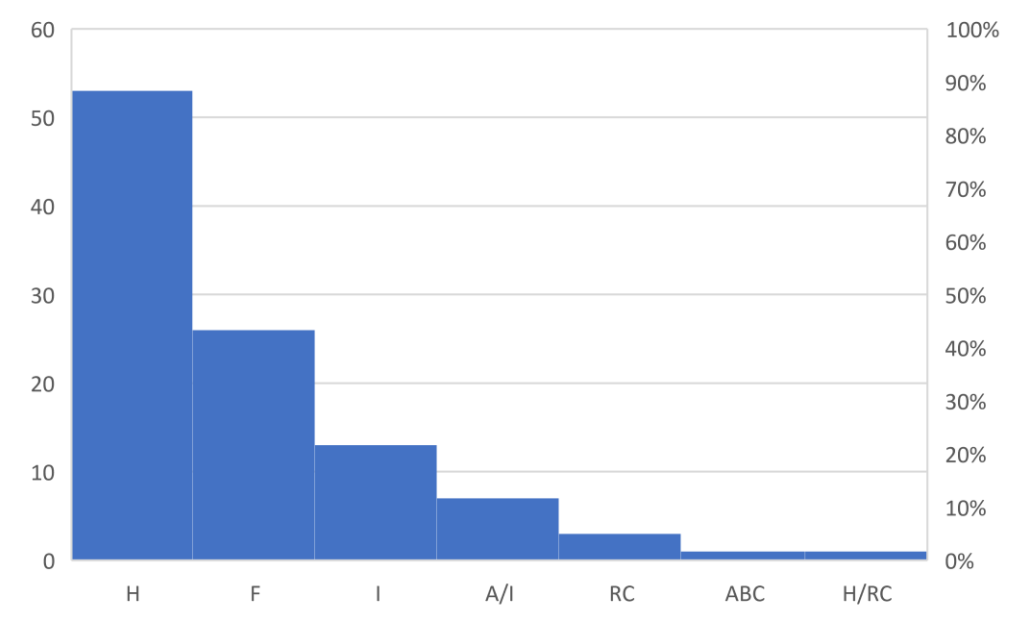
Fonte: O autor (2024)

GRÁFICO 3: Quantidade de produtos com recomendação de aplicação aérea através de drones por empresas com essa modalidade



Fonte: O autor (2024)

GRÁFICO 4: Quantidade de produtos com recomendação de aplicação aérea através de drones por categoria



H - Herbicida; F - Fungicida; I - Inseticida, A/I - Acaricida e Inseticida; RC - Regulador de Crescimento; ABC - Agente Biológico de Controle; H/RC - Herbicida e Regulador de Crescimento

Fonte: O autor (2024)

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se concluir que quando a tecnologia de aplicação é feita de maneira correta, é possível se obter bons resultados, a calibração dos pulverizadores tanto terrestre quanto aéreos podem caracterizar maior eficiência do produto a ser aplicado, pois garantirá boa cobertura na planta, consequentemente maior penetração deste.

Quando esta tecnologia não é utilizada corretamente, pode gerar vários problemas, principalmente se as gotas a serem pulverizadas forem de tamanhos menores, pois podem ser arrastadas mais facilmente pelo vento para outros lugares afetando culturas vizinhas (deriva) ou serem evaporadas, o que se faz necessário cuidado redobrado do operador.

A análise das bulas, constatou que 1.904 produtos contém aplicação aérea aprovada, sendo 6 produtos destinados exclusivamente ao uso aéreo e 1.898 produtos para uso terrestre e aéreo, esses dados foram extraídos do Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários (AGROFIT), provenientes de 153 empresas registrantes. Dentre esses produtos, 1.654 não possuem recomendação para aplicação aérea através de drones na Bula; 19 não constam documentos no AGROFIT; 127 bulas mencionam drones nas recomendações, mas devido à ausência de estudos/pesquisas para esses produtos, a utilização não é recomendada; e 104 produtos possuem a recomendação de aplicação aérea através de drones, sendo de 11 empresas registrantes, liderada pela empresa Syngenta com 39 desses produtos e destacando principalmente os herbicidas, seguidos pelos fungicidas.

Assim, pode-se afirmar que a legislação atual e as orientações sobre a pulverização de agrotóxicos por drones ainda são insuficientes para mitigar o risco de deriva nessa prática. Além disso, embora a maioria das bulas não contenha recomendações específicas, essa modalidade está em crescimento.

Futuras pesquisas poderiam explorar os riscos diversos, principalmente de deriva da aplicação de agrotóxicos através de drones e bem como as estratégias para mitigá-los,

REFERÊNCIAS

AGROFIT. **Bulas Produtos Formulados.** Brasília-DF, 2024. Disponível em: <https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acessado em: 15/04/2024 até 18/07/2024

AGROLINK. **Aplicação de Defensivos.** 2016. Disponível em: < https://www.agrolink.com.br/aviacao/aplicacao_361352.html >. Acesso: 16/05/2024

AZEVEDO, F. R.; FREIRE, F. **Tecnologia de Aplicação de Defensivos Agrícolas**. Fortaleza-CE, 2006

AZEVEDO, D. **Cuidados na aplicação de agrotóxicos**. São Paulo-SP, 2001

BELAGRO. **Bicos de pulverização: saiba quais são os tipos e o que analisar para escolher o melhor.** 2019. Disponível em: <https://blog.belagro.com.br/bicos-de-pulverizacao/#:~:text=Existem%20diversos%20tipos%20de%20bicos,c%C3%B4nico%2C%20que%20tem%20padr%C3%A3o%20circular>. Acesso em: 01/06/2024

BOLLER, W. et all. **Condições do Ar e Angulação das Folhas Influenciam a Qualidade das Pulverizações na Cultura da Soja.** Passo Fundo-RS, 2011

BRASQUÍMICA. **Benefícios da pulverização aérea.** Ribeirão Preto-SP, 2017. Disponível em: < http://brasquimica.ind.br/beneficios-da-pulverizacao-aerea/ >. Acesso em: 16/05/2024

BRONDANI, L. B. Et all. **Inspeção técnica de pulverizadores agrícolas histórico e importância.** Santa Maria-RS, 2009

CALDEIRA, N. L. et all. **Estudo de caso: análise de imagens geradas por vant (drone) para o monitoramento e controle do avanço de obras de infraestrutura.** Joinville-SC, 2021

CAMPANHA PERMANENTE CONTRA OS AGROTÓXICOS E PELA VIDA. **Pulverização aérea.** 2015. Disponível em: <http://goo.gl/QXSbCu>. Acesso em: 11/05/2024

CARLESSO, J. A.; BARIVIEIRA, R. **Avaliação da qualidade de pulverização com drones, utilizando diferentes vazões, velocidades e faixa de aplicação**. São Miguel do Oeste-SC, 2022

CHAIN, A. **História da pulverização**. Jaguariúna-SP, 1999

CHRISTOFOLETTI, J. C. **Considerações sobre a deriva nas pulverizações agrícolas e seu controle**. São Paulo-SP, 1999

CONARGO. **Tecnologia de Aplicação Aérea.** 2023. Disponível em: <https://revistacampoenegocios.com.br/tecnologia-de-aplicacao-aerea/>. Acessado em: 03/04/2024

CONTIERO, R. L. et al. **Tecnologia de Aplicação**. Maringá-PR, 2018

COSTA, P. B. et all. **Ciências agrárias: Tecnologia e Perspectivas**. Marechal Cândido Rondon-PR, 2015

CUNHA, J. P.; MINGUELA, J. V. **Manual de Aplicação de Produtos Fitossanitários**. Viçosa-MG, 2013

CUNHA, J. P. et all. **Tecnologia de aplicação no controle da ferrugem asiática da soja: resultados de oito anos de estudos em Minas Gerais e Goiás.** Passo Fundo-RS, 2014

FREITAS, L. **Pulverização aérea com agrotóxicos: acidente ou crime?.** Rio de Janeiro-RJ, 2016

FREITAS, L. et al. **Impactos da pulverização aérea de agrotóxicos em uma comunidade rural em contexto de conflito.** Rio de Janeiro-RJ, 2022

HARGER, N. **Tecnologia de aplicação de agrotóxicos.** 2021. Disponível em: <https://blog.agrofinder.com.br/2021/11/16/bicos-pulverizadores/>. Acesso em: 23/03/2024

HEMP HARVEST WORKS. 2024. Disponível em: <https://hempharvestworks.com/?s=drone&et_pb_searchform_submit=et_search_proccess&et_pb_include_posts=yes&et_pb_include_pages=yes>. Acessado em: 03/04/2024

JACTO, GRUPO. **Como escolher o bico certo para a pulverização agrícola?.** 2017. Disponível em: <https://blog.jacto.com.br/como-escolher-o-bico-certo-para-a-pulverizacao-agricola/>. Acesso em: 01/06/2024

MAPA. **Portaria MAPA Nº 298, De 22 De Setembro De 2021.** Disponível em: <https://in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-mapa-n-298-de-22-de-setembro-de-2021-347039095>. Acesso em: 11/05/2024

MODOLO, R. C. E. et all. **Uso de drones no agronegócio: uma revisão sistemática.** Rio Grande do Sul-RS, 2022

SANTOS, J. M. F. **Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas**. São Paulo-SP, 2002

SANTOS, J. M. F. **Princípios básicos da aplicação de agrotóxicos.** São Paulo-SP, 2006

OZKAN, H. E. **Reduzindo a deriva nas pulverizações.** Colorado-EUA, 2014

PARLAMENTO EUROPEU, DIRECTIVA. **Directiva 2009/128/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 21 de outubro de 2009, Que Estabelece um Quadro de Ação a Nível Comunitário para uma Utilização Sustentável dos Pesticidas.** 2009. Disponível em: <http://eurlex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=celex%3A32009L0128>. Acesso em: 12/05/2024

PIGNAT, W.A. et al. **Acidente rural ampliado: o caso das "chuvas" de agrotóxicos sobre a cidade de Lucas do Rio Verde-MT.** Rio de Janeiro-RJ, 2007

PIO, L. C.; RAMOS, H. H. **Tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários**: **O que engenheiros agrônomos devem saber para orientar o uso de produtos fitosanitarios.** Viçosa.MG, 2003

PUBLICA. **Agrotóxicos: após decisão do STF, dez estados podem proibir pulverização por aviões.** Disponível em: <https://apublica.org/2023/06/agrotoxicos-apos-decisao-do-stf-dez-estados-podem-proibir-pulverizacao-por-avioes/>. Acessado em: 03/04/2024

SOUZA, R.P. **Educação, treinamento e extensão em tecnologia de aplicação de agrotóxicos**: **Treinamento de aplicadores no Brasil.** Campinas-SP, 2001.

VIEGAS, C. **Pulverização de agrotóxicos por aviões causa polêmica**. 2011. Disponível em: < https://www.canalrural.com.br/agricultura/pulverizacao-agrotoxicos-por-avioes-causa-polemica-5938/>. Acesso em: 11/05/2024