



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL**

***CAMPUS ERECHIM***

**CURSO DE AGRONOMIA**

**GESSIMAR JOSE ZAGONEL**

**APLICAÇÃO AÉREA DE PESTICIDAS AGRÍCOLAS: HISTÓRICO, UTILIZAÇÃO,  
VANTAGENS E DESVANTAGENS**

**ERECHIM – RS**

**2022**

**GESSIMAR JOSE ZAGONEL**

**APLICAÇÃO AÉREA DE PESTICIDAS AGRÍCOLAS: HISTÓRICO, UTILIZAÇÃO,  
VANTAGENS E DESVANTAGENS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul – *campus* Erechim, como parte das exigências para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Gismael Francisco Perin

ERECHIM - RS

2022

### **Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS**

Zagonel, Gessimar Jose APLICAÇÃO AÉREA DE PESTICIDAS AGRÍCOLAS: HISTÓRICO, UTILIZAÇÃO, VANTAGENS E DESVANTAGENS / Gessimar Jose Zagonel. -- 2022.

26 f.

Orientador: Prof. Dr. Gismael Francisco Perin

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -  
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Bacharelado em Agronomia,  
Erechim, RS, 2022.

I. Perin, Gismael Francisco, orient. II. Universidade  
Federal da Fronteira Sul. III. Título.

**GESSIMAR JOSE ZAGONEL**

**APLICAÇÃO AÉREA DE PESTICIDAS AGRÍCOLAS: HISTÓRICO, UTILIZAÇÃO,  
VANTAGENS E DESVANTAGENS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS – *campus* Erechim, como parte das exigências para obtenção do título de Bacharel e Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Gismael Francisco Perin

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em:  
\_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Gismael Francisco Perin (Orientador)  
UFFS – Erechim

---

Prof. Dr. Nerandi Luiz Camerini – UFFS  
UFFS – Erechim

---

Prof. Ma Daiani Brandler – UFFS  
UFFS – Erechim

Erechim/RS, Agosto de 2022.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>9</b>
<b>2 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>10</b>
<b>3 DESENVOLVIMENTO .....</b>	<b>11</b>
<b>3.1 Histórico da Aviação Agrícola .....</b>	<b>11</b>
<b>3.2 Importância da Aviação Agrícola na Agricultura .....</b>	<b>13</b>
<b>3.3 Vantagens e Desvantagens da Aviação Agrícola .....</b>	<b>13</b>
<b>3.4 Serviços Aeroagrícolas .....</b>	<b>15</b>
<b>3.5 Acidentes na aviação agrícola.....</b>	<b>17</b>
<b>3.6 Eficácia da Aplicação Aérea em relação a Aplicação Terrestre .....</b>	<b>18</b>
<b>4 CONCLUSÃO .....</b>	<b>22</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>23</b>

## **APLICAÇÃO AÉREA DE PESTICIDAS AGRÍCOLAS: HISTÓRICO, UTILIZAÇÃO, VANTAGENS E DESVANTAGENS**

**RESUMO:** A agricultura está em constante evolução a partir de novas tecnologias e é de extrema importância que se busque meios para aumentar a produtividade e realizar o combate de insetos, plantas daninhas e doenças e o principal meio para isto é a utilização de pesticidas, sendo esta, a ferramenta mais utilizada, pois é capaz de proteger as lavouras dos ataques destas pragas de forma rápida, através da pulverização. A partir disso se tem a aplicação aérea e via terrestre, cada qual com suas particularidades. Deste modo, o objetivo deste trabalho foi mostrar a importância da aplicação aérea, bem como suas vantagens e desvantagens. Para isto, foi realizada uma pesquisa de caráter exploratório, com análise bibliográfica e documental sobre o uso da aviação agrícola, a partir de livros, revistas, artigos relacionados a aplicações agrícolas, manuais de operações de aeronaves e documentais a partir de Legislações da aviação em geral e da aviação agrícola, Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e também materiais disponíveis pelo sindicato de aviação agrícola (SINDAG). A aplicação aérea hoje apresenta vantagem em relação a aplicação tratorizada quando se leva em consideração praticidade, agilidade, não ocasionamento do amassamento na cultura e nem compactação de solo. As desvantagens que podem ser levadas em consideração estão relacionadas a deriva de produtos, terrenos com a topografia bastante irregular, disponibilidade de aeronaves, falta de mão de obra capacitada. Destaca-se também que a aplicação aérea é uma ferramenta de grande importância, sendo que os agricultores podem e devem fazer o uso sempre que possível para alcançar os resultados esperados.

**Palavras-chaves:** Avião. Comparativo. Eficiência. Custo-benefício.

## **AERIAL APPLICATION OF AGRICULTURAL PESTICIDES: HISTORY, USE, ADVANTAGES AND DISADVANTAGES**

**ABSTRACT:** Agriculture is constantly evolving based on new technologies and it is extremely important to look for ways to increase productivity and combat insects, weeds, and diseases, and the main way to do this is through the use of pesticides, which is the most used tool, because it can protect crops from the attacks of these pests quickly, by spraying. There are aerial and terrestrial applications, each with its own particularities. Thus, the objective of this work was to show the importance of aerial application, as well as its advantages and disadvantages. To this end, an exploratory research was conducted, with bibliographic and documentary analysis on the use of agricultural aviation, from books, magazines, articles related to agricultural applications, aircraft operation manuals and documentary from aviation legislation in general and agricultural aviation, National Civil Aviation Agency (ANAC), Ministry of Agriculture, Livestock and Supply (MAPA) and also materials available from the Agricultural Aviation Union (SINDAG). The aerial application today has advantages over the tractor application when it takes into account practicality, agility, not causing the crop to dent or compact the soil. The disadvantages that can be taken into consideration are related to product drift, terrain with very irregular topography, availability of aircraft, lack of skilled labor. It is also noteworthy that aerial application is a tool of great importance, and farmers can and should use it whenever possible to achieve the expected results.

**Keywords:** Airplane. Comparative. Efficiency. Cost-effectiveness.

## 1 INTRODUÇÃO

A agricultura vem enfrentando sérios desafios em relação a segurança alimentar, bem como demandas por proteção ambiental, preservação da água, e sustentabilidade (FRIHA et al., 2021), pois estima-se que a população mundial até 2050 será de 9,7 bilhões. Como a exigência por alimentos e o consumo de água tendem a aumentar drasticamente no futuro próximo, e acredita-se que a agricultura constitui o exemplo mais proeminente de consumo de água em todo o mundo, sendo que a mesma terá que se reinventar para dar conta de atender toda a demanda (REJEB et al., 2022).

O agronegócio hoje possui grande importância para o crescimento da economia nacional e, em vista da grande área territorial disponível no Brasil, afim de continuar garantindo a eficiência na produção, é necessário o investimento constante em técnicas de precisão. A agricultura de precisão engloba hoje várias áreas, cada qual contribui de uma forma para que a produção de alimentos aumente consideravelmente, devido a que cada vez mais os produtores buscam por maneiras mais fáceis e tecnológicas para realizar a produção (FRIHA et al., 2021).

É de extrema importância que se busque meios para aumentar a produtividade e realizar o combate de insetos, plantas daninhas e doenças e o principal meio para isto é a utilização de pesticidas, sendo esta a ferramenta mais utilizada, pois é capaz de proteger as lavouras dos ataques destas pragas de forma rápida, através da pulverização (FERREIRA et al., 2013). O crescente consumo de fertilizantes e pesticidas aliado à intensificação das atividades agrícolas, além da diminuição do número de agricultores em todo o mundo, acentuam a busca por soluções agrícolas inovadoras e sustentáveis (ELIJAH et al., 2018 , FRIHA et al., 2021).

No mercado existem diversas maneiras de realizar a aplicação de pesticidas, desde equipamentos mais simples, como pulverizadores costais manuais até equipamentos mais sofisticados como é o caso da aplicação aérea (NETO et al., 2021). A escolha do equipamento ou do método que será utilizado para a aplicação é muito dependente do tamanho da área, das características da cultura bem como do alvo a ser atingido.

Neste sentido, temos a tecnologia de aplicação de pesticidas que é a utilização dos conhecimentos científicos para proporcionar a correta colocação do produto biologicamente ativo no alvo, na quantidade necessária, de forma econômica e com o mínimo de contaminação de outras áreas (CONTIERO, 2018).

Nos dias atuais é cada vez maior a busca por altas produtividades e menores custos, para que os produtores consigam o retorno financeiro esperado (MAMMARELLA et al., 2021). Para alcançar esses objetivos, são incorporados à agricultura anualmente novas tecnologias que são



lançadas no mercado. E dentre esses temas de inovação tecnológica a aplicação aérea ganha cada vez mais destaque. Pode-se dizer que esta é uma tecnologia que, em termos teórico-práticos, oferece grandes vantagens quando comparada a pulverização tratorizada, principalmente na parte de produtividade, pois reduz as perdas por amassamento causadas pelos pneus dos tratores (ANTONELLO et al., 2020).

As aeronaves ocupam cada vez mais um lugar considerável na sociedade, seja para uso como transporte quanto para as operações de trabalho, possuindo um admirável destaque e impacto na agricultura. De acordo com os dados do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (2022) o Brasil possui a segunda maior frota do mundo, com cerca de 2432 aeronaves, onde que estas estão espalhadas por 23 estados brasileiros, representando uma importante ferramenta de apoio ao agronegócio.

A aviação agrícola no Brasil começou no ano de 1947, e de lá para cá muita coisa mudou, principalmente no que se refere a tecnologia, pois hoje a aviação agrícola conta com aviões adequados, rápidos e que possuem grande capacidade de carga, além de equipamentos mais sofisticados como o DGPS (Differential Global Positioning System) e o fluxômetro (equipamento capaz de ajustar adequadamente o volume aplicado pela área aplicada) (MAPA, 2022).

Apesar de termos um número elevado de aeronaves, e estas com as mais diversas tecnologias embutidas, ainda há muitas dúvidas por parte dos produtores rurais sobre as reais vantagens, bem como sobre a qualidade da aplicação utilizando meios aéreos. Desta forma o objetivo deste trabalho é mostrar a importância da aplicação aérea, histórico bem como suas vantagens e desvantagens.

## **2 MATERIAIS E MÉTODOS**

Foi realizada uma pesquisa de caráter exploratório, com análise bibliográfica e documental sobre o uso da aviação agrícola. Os materiais usados nesta pesquisa foram:

Bibliográficos: Livros, Revistas relacionadas a aviação agrícola e demais setores da aviação, artigos relacionados a aplicações agrícolas, manuais de operações de aeronaves disponibilizadas pelas empresas aéreas.

Documentais: Legislações da aviação em geral e da aviação agrícola, Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e também materiais disponíveis pelo sindicato de aviação agrícola (SINDAG).

### 3 DESENVOLVIMENTO

#### 3.1 Histórico da Aviação Agrícola

De acordo com o MAPA (2022) a aviação agrícola no mundo, teve seu uso pela primeira vez em 1911, onde sua utilização era com o intuito de proteção de florestas de pinheiros na Alemanha, pois o responsável por iniciar com a aviação agrícola foi o agente florestal alemão Alfred Zimmermann. Mas essa ideia, somente ganhou aplicação prática em 3 de agosto de 1921, em Troy, nos Estados Unidos, onde efetuaram o primeiro voo de uma pesquisa de campo para proteção de florestas de catalpa contra larvas de mariposas e esta atividade estava sob responsabilidade da Aviação do Exército e o Departamento de Agricultura do País.

Em 1923 a empresa Huff-Daland Dusters, (atualmente conhecida como DELTA AIRLINES) iniciou a fabricação de forma comercial das aeronaves para aplicação aérea, onde sua utilização se concentrava principalmente no Sul dos Estados Unidos (NAAA - Nacional Agricultural Aviation Association, 2020, Figura 1).

Figura 1 - Primeira aeronave para fins de aplicação aérea Curtis JN-6



Fonte: (NAAA, 2020)

Em 1947, na cidade gaúcha de Pelotas- RS, teve início a aviação Agrícola no Brasil, onde esta estava sob os cuidados do comandante Clovis Candiota. Utilizando um avião que na época era de instrução modelo Muniz M-7 para aplicação de inseticida, pois os agricultores estavam enfrentando problemas com o ataque de gafanhotos. Devido ao êxito obtido na operação, ao piloto foi consagrado o título de Patrono da Aviação Agrícola (Decreto 97.6669/89), além do dia 19 de agosto ser considerado e consagrado como o dia Nacional da Aviação Agrícola. A primeira encomenda de aeronaves adaptadas para a aplicação foi feita em 1950, onde o Instituto Brasileiro do Café -IBC, encomendou 30 aviões e 5 helicópteros.

A partir dos anos 60 o Ministério da Agricultura começou a regulamentar a atividade, onde criou uma assessoria da Aviação Agrícola e esta era comandada pelo Major Aviador, Marialdo Rodrigues Moreira, onde ele criou o curso de Aviação Agrícola (CAVAG), o curso de coordenadores em Aviação Agrícola (CCAA) afim de especializar engenheiros agrônomos e o Curso de executor em aviação agrícola (CEAA) para especializar Técnicos Agrícolas (Decreto nº 56.854/1965).

Em 10 anos (anos 70) a aviação agrícola já se encontrava em um cenário totalmente diferente e desenvolvido, pois havia no mercado diversas empresas prestadoras de serviços, além da produção em serie de uma aeronave agrícola nacional, chamada de Ipanema EMB-200, sendo esta produzida pela EMBRAER – Empresa Brasileira Aeronáutica (Figura 2).

Figura 2- Aeronave agrícola Ipanema EMB-200



Fonte: Força Aérea Brasileira.

Atualmente existe uma grande revolução tecnológica na aplicação aérea comparada as décadas passadas, sendo que hoje a aviação agrícola brasileira conta com uma frota de 2.432 aeronaves, sendo 2.409 aviões e 23 helicópteros (ANAC, 2022). A aeronave Ipanema é a líder do mercado, com 60% da participação, e é produzida pela Embraer.

Com o intenso avanço da aviação agrícola bem como seu aperfeiçoamento contínuo, no decorrer da sua história, existem muitos mitos e inverdades que surgiram e ainda hoje causam preconceitos quanto ao ramo da aviação agrícola. Porém, percebe-se que tais fatos não são consequência da aviação agrícola em si, mais sim, devido a falta de informação sobre todos os aspectos que contemplam esse setor, pois de acordo com os decretos emitidos pelo Governo

Federal a aviação agrícola apresenta grande importância para a manutenção do sistema de produção de lavoura, sendo considerada uma atividade essencial para a manutenção da vida (SINDAG, 2022).

### **3.2 Importância da Aviação Agrícola na Agricultura**

Nos últimos 40 anos o Brasil passou a ser um grande exportador de alimentos, devido aos aumentos significativos que houve na produção e na produtividade agropecuária. Tudo isso graças aos avanços tecnológicos, pois eles se tornaram um aspecto importantíssimo para que ocorresse esse aumento da produtividade (EMBRAPA, 2022).

A agricultura atual, é feita de uma forma muito diferente de anos atrás. Esses inúmeros avanços que estão sendo empregados no meio agrícola auxiliam nos ganhos de produtividade, melhorando o gerenciamento e reduzindo custos. O uso de GPS veio para atender as necessidades e também buscar melhores resultados, trazendo principalmente tecnologias voltadas para as máquinas que são controladas por computadores (WIPO, 2020).

O Sindicato Nacional das Empresas de Aviação Agrícola (SINDAG) destaca que o uso da aviação agrícola otimiza o tempo de diversos agricultores, além de trazer uma maior eficiência do que outras soluções disponíveis no mercado, fazendo com que os aviões agrícolas se tornem os maiores responsáveis pelo desenvolvimento do agronegócio (KOVÁČIK et al., 2021).

A utilização de equipamentos aeronáuticos pode trazer economia quanto aos danos causados pelo amassamento dos tratores nas culturas, possibilitando aumentar os ganhos por hectare, pois além de não haver amassamento, também é evitado a compactação do solo (KOVÁČIK e NOVÁK, 2020). Outro ponto de grande importância é que devido ao fato de o avião não entrar em contato com a cultura, o mesmo não contribui para que haja disseminação da doença, pois na aplicação terrestre a máquina entra em contato com a cultura, podendo haver o transporte de doenças para novas áreas (NETO et al., 2021).

### **3.3 Vantagens e Desvantagens da Aviação Agrícola**

De acordo com dados científicos, em comparação ao uso de tratores, o avião agrícola apresenta muito mais eficiência, rapidez e dinamismo, além de não causar amassamento na lavoura. Dentre as principais características de um avião agrícola, destaca-se o fato dele ser leve, pequeno e fazer manobras perigosas, pois necessita que o produto que está sendo aplicado

atinja a zona de cultivo, sendo que esta é bem próxima ao solo. Devido a essas características a aviação agrícola ganha destaque, pois é possível aumentar a produtividade e consequentemente de lucros para o produtor, mas por outro lado, tem-se maior probabilidade de acontecer acidentes, mesmo os pilotos sendo altamente qualificados (MAPA, 2022).

Cunha et al. (2011) relatam que o uso da aviação agrícola para a aplicação de produtos químicos acaba sendo mais viável que a aplicação terrestre, pois a aviação auxilia na melhoria da gestão da lavoura, devido a capacidade de monitoramento dos campos, a rapidez nas aplicações, melhor distribuição da aplicação aérea, se tornando ideal para grandes áreas de plantação. Outro ponto favorável dentro da aplicação aérea é a utilização de menor quantidade de produtos obtendo-se, um aproveitamento equivalente ao encontrado pela aplicação terrestre (CUNHA et al., 2010), sendo que na pulverização aérea se utiliza menos produtos e consegue-se resultados semelhantes a aplicação terrestre, tecnicamente, tornando-a mais vantajosa.

A questão ambiental é hoje uma das ameaças mais persistentes da utilização da aviação agrícola, onde através dessa questão pode-se pressionar governos, bem como tornar mais rígida a legislação a respeito da aplicação aérea de defensivos agrícolas, podendo até mesmo vir a suspender o emprego dessa tecnologia (ROCHA et al., 2020; KOVÁČIK et al., 2021). Somado a questão ambiental outro fator que causa ameaça a utilização da aviação agrícola são os conflitos entre vizinhos, pois alguns acabam plantando culturas diferentes em suas lavouras próximas, e quando ocorre a aplicação de um defensivo específico para uma cultura, pode ocasionar deriva e contaminar a cultura adjacente, levando a mesma a ter problemas com perdas de produção (ROCHA et al., 2020).

Kováčik et al. (2021) relatam que na República da Eslováquia existe hoje uma legislação e regras a serem seguidas para que a aplicação aérea continue trazendo sucesso, desta forma algumas condições devem ser atendidas, dentre elas destacam-se: os pesticidas utilizados devem ter aprovação pelo estado para pulverização aérea, deve haver uma avaliação de riscos da pulverização, caso a área a ser pulverizada estiver próxima a áreas acessíveis ao público, deve-se garantir que não haja efeitos adversos sobre a saúde das pessoas nas proximidades, não pode pulverizar próximo a áreas residenciais.

No decorrer dos últimos anos a aplicação aérea se tornou muito mais exata, fato este que está atrelado aos equipamentos sofisticados que os aviões agrícolas utilizam, garantindo assim precisão de aplicação. Dentre os equipamentos podemos destacar o GPS (*Global Positioning System*), GIS (*Geographical Information Systems*), sistemas de meteorologia em tempo real, válvulas para controle de fluxo variável, válvulas de corte individuais para as barras

de aplicação e geradores de fumaça para identificar a velocidade e direção do vento (AIRTRACTOR, 2020).

Ressalta-se que nem sempre a aplicação aérea irá proporcionar a cobertura completa da planta, mas com a pulverização terrestre isso também acontece quando o pulverizador não é calibrado de maneira adequada, além do mais pode-se comprometer a uniformidade da aplicação quando os bicos estão muito próximos do seu alvo (AIRTRACTOR, 2020).

Quando se pensa em custo de aplicação por muitos anos se assumiu que o custo da aplicação aérea é mais alto do que o custo da aplicação terrestre, mas pesquisas atuais mostram que isso não é real, em função do desenvolvimento da tecnologia de pulverização e das metodologias que são empregadas hoje para o trabalho (ROCHA et al., 2020).

Os produtores quando optam entre a aplicação aérea e aplicação terrestre, estão levando muito em consideração a perda de potencial de produtividade por amassamento, compactação do solo, efetividade do padrão de pulverização, problemas de colheita, preocupação com o avanço de doenças e o tempo necessário para completar a aplicação, do que o custo que essa aplicação vai ter (AIRTRACTOR, 2020), pois cada dia mais os produtores buscam melhorar suas lavouras e aumentar seus lucros.

Também um outro ponto muito importante dentro das vantagens da aplicação aérea é a utilização de pessoas especializadas e capacitadas para atividade como: Piloto Agrícola, técnico executor em aviação agrícola, Engenheiro Agrônomo como Responsável Técnico e, somado a isso uma completa regulamentação e fiscalização da atividade, fazendo com que aviação agrícola se torne uma ferramenta segura e eficaz para a aplicação de defensivos agrícolas (DP AVIAÇÃO, 2022).

A Embrapa destaca que dentro da aviação agrícola temos avanços em alta tecnologia desde os anos 90, sendo que esta é a única ferramenta de aplicação que possui uma regulamentação específica, e é a mais fiscalizável de todas as atividades que envolvem o uso de defensivos agrícolas, porém ainda cabe aos poderes públicos debruçar-se sobre o tema, e promover debates sem preconceitos, ligando a sustentabilidade ambiental à produção de alimentos em larga escala (CANAL RURAL, 2019).

### 3.4 Serviços Aeroagrícolas

A partir da aviação agrícola as empresas prestam diversos serviços como semeadura de espécies diversas, aplicação de defensivos agrícolas, povoamento de rios e lagos com peixes além de ser usada como combate a incêndios florestais na maioria das vezes (MAPA, 2020).

A semeadura aérea de pastagens é muito utilizada em vários estados e é uma tecnologia eficiente pois a partir dela se distribui sementes com rapidez e uniformidade. As principais espécies de forrageiras semeadas são a braquiária, azevém, aveia e trevo. A semeadura a partir da aviação agrícola permite que esta seja feita sem precisar ocupar mão de obra da fazenda, além de se ter a semeadura de grandes áreas em poucas horas de aplicação. Além disso, há possibilidade de realizar a “sobre-semeadura”, ou seja, lançar sementes em meio a outra cultura, antes que esta seja colhida, assim, no momento da colheita a espécie semeada já se encontra emergida no solo (MAPA, 2020).

Para obtenção do sucesso na semeadura aérea, deve-se dar importância a qualidade das sementes, calibragem e regulagem da aeronave, atenção às condições de umidade do solo e vento durante a aplicação. Soja, arroz e milho são culturas em que pode-se colocar pastagens em sucessão. A integração lavoura-pecuária cresce a cada ano e é uma técnica que oferece boa lucratividade, pois no momento da colheita da lavoura de grãos, a pastagem já está estabelecida permitindo a entrada dos animais na área, antecipando o pastoreio em até 30 dias na maioria das vezes. Esta antecipação em consequência faz com que os animais ganhem peso antes, pagando por si só o custo da semeadura aérea (MAPA, 2020).

Quanto ao combate de incêndios em florestas, desde 1969 é uma das prerrogativas legais da aviação agrícola no Brasil. Para um piloto trabalhar no combate a incêndios, deve ter pelo menos 370 horas de voo e passar por diversos treinamentos. Segundo o MAPA (2020), em 2019 empresas aeroagrícolas realizaram mais de 1,8 mil lançamentos de água para combate de incêndios em diversos Estados.

A aviação agrícola é importante para mais de 15 culturas no Brasil, como por exemplo para a soja, milho, trigo, feijão, cana-de-açúcar, café, arroz, algodão, banana, laranja, eucalipto, batata, mandioca, pastagens, dentre outras. Sendo que para as culturas de citrus, café, cana-de-açúcar e banana principalmente, as aplicações com avião são muito importantes devido ao estágio em que as plantas se encontram mais altas. No cultivo do arroz irrigado, as lavouras também são altamente dependentes da pulverização aérea pela impossibilidade de entrada de equipamentos de pulverização terrestre (MAPA, 2020).

Para a aplicação de agrotóxicos por empresas de aviação agrícola, deve-se levar em conta uma série de critérios de segurança previstos em lei, portanto obrigatórios, como definir a área em que será realizada a aplicação do produto, realizando a emissão da Receita Agrônômica e, a partir daí, o produtor faz a compra da quantidade correta do produto. O avião então é carregado até a lavoura e verifica-se as condições climáticas se estão adequadas, como velocidade do vento, temperatura e umidade principalmente. Diante disso faz-se a aplicação de

acordo com as orientações do Planejamento Operacional e após o término, é emitido o Relatório Operacional, assinado pelo Técnico Executor, pelo Engenheiro Agrônomo, pelo piloto e pelo agricultor (MAPA, 2020).

Possui um procedimento complexo, que visa maior eficiência na aplicação dos defensivos com menor risco ao meio ambiente e desta forma a aplicação se dá de forma regular e legal (MAPA, 2020).

### 3.5 Acidentes na aviação agrícola

Conforme os dados apresentados no decorrer deste trabalho, demonstra-se que a aviação agrícola é um setor em crescimento e expansão no Brasil, seja no número de empresas, como na frota de aviões e também na extensão das áreas cultivadas (MHEREB e NORDER, 2018). Quando se pensa em aviação agrícola deve-se levar em conta periculosidade que existe em sua operacionalização, pois se tem um número significativo de acidentes provocados pela atividade. O levantamento dos acidentes aéreos no Brasil é realizado pelo Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA), que reúne informações sobre os acidentes em cada um dos ramos da aviação civil (DE QUEVEDO e DE OLIVEIRA, 2021).

O CENIPA, como o próprio nome diz, tem atuação na prevenção de acidentes aeronáuticos, seja na categoria executiva, comercial, militar ou agrícola. Além dele também temos o Sindicato Nacional das Empresas de Aviação Agrícola que busca realizar periodicamente seminários e palestras de segurança de voo, trazendo para suas apresentações a Agência Nacional de Aviação Civil e diversas entidades que realizam assessoria de segurança de voo e do trabalho para as empresas de aviação agrícola (BUTTELLI, 2021).

De Quevedo e De Oliveira (2021) relatam que a aviação agrícola entre os anos de 2010 e 2015 foi responsável por aproximadamente 24% dos incidentes e acidentes de acordo com as informações da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC). Além disso Ravelli et al. (2017) destacam que as principais condições de alto perigo são: os voos realizados em altitudes baixas, terrenos com diversos obstáculos, como vegetação, rede de energia e cercas.

O piloto agrícola não só tem responsabilidade de condução da aeronave, mas também com tudo que está ao seu redor. As operações realizadas pelos pilotos agrícolas contam com um grande volume de trabalho em um curto espaço de tempo na maioria das vezes, onde este espaço é delimitado pelas épocas de safras de cada cultura. Sendo que na maioria das vezes as condições não são propícias ao voo, as pistas são irregulares e de terra ou grama, além de serem curtas e com obstáculos (DE QUEVEDO e DE OLIVEIRA, 2021). Somado a isso, as condições



de descanso para o piloto, às vezes, acabam sendo precárias, conforme a região onde está trabalhando. Todos esses pontos, somados ainda a pressão constante da empresa e seus clientes pelo máximo de desempenho em um curto espaço de tempo, favorecem a ocorrência de acidentes aéreos.

A evolução de novas práticas pensadas para a segurança e efetividade de pilotos em operações, poderá ser um cenário de transformação na aviação agrícola. Mas para isso é necessário demanda e o alto incentivo nacional, além da importância que esta atividade tem dentro da agricultura global, possibilitando assim o crescimento do setor e a inserção de novos profissionais. A aviação agrícola está em constante crescimento e para isso precisa se atualizar, e trazer aos pilotos debate sobre fatores fisiológicos e psicológicos e o quanto estes fatores impactam em suas tomadas de decisões durante as operações aeroagrícolas.

### **3.6 Eficácia da Aplicação Aérea em relação a Aplicação Terrestre**

A eficácia da aplicação aérea em relação à terrestre é dependente de vários fatores, como: tipo das barras de pulverização, altura de voo, volume da calda, ajustamento dos bicos de pulverização (SANTOS GONÇALVES, 2015). Também na aplicação aérea deve-se levar em conta a influência dos fatores ambientais, os quais podem ser mais significativos que na aplicação terrestre.

E o principal ponto que muitos autores consideram são as diferenças de produtividade entre sistema aéreo e terrestre, quando se leva em conta o dano por amassamento provocado pelo sistema terrestre que no sistema de aplicação aéreo não se tem (OLIVEIRA et al., 2014). Schröder (2007) observou que na área de pulverização terrestre, a produtividade de soja foi de 36,3 sc/ha, enquanto no tratamento com aplicação de aeronave agrícola foram colhidos 38 sc/ha, representando uma diferença de 1,7 sc/ha ou 5%, e atribuiu essa diferença de produtividade encontrada ao amassamento da soja ocasionado pelo pulverizador terrestre.

Dentro deste tema de eficácia e vantagens a aplicação aérea vem ganhando destaque, principalmente devido a sua capacidade operacional, pois a mesma consegue pulverizar grandes áreas em um curto período de tempo (OLIVEIRA et al., 2014). Diante disso ressalta-se a importância da agilidade no controle de pragas e doenças pois muitas vezes a demora na aplicação de um produto pode ocasionar grandes perdas de produção (ANIBAL, 2019).

Dados esses que foram observados por Costa et al. (2008) quando avaliaram a eficiência de controle de helmintosporiose em milho, onde observaram que a aplicação aérea apresentou um controle superior à aplicação terrestre, pelo fato de que a aplicação aérea proporcionou uma

maior homogeneidade das gotas e uma melhor atribuição delas além de não causar amassamento na cultura.

A aplicação aérea ainda evita a compactação do solo e injúrias às culturas, além de conseguir realizar a aplicação em áreas encharcadas e durante os períodos chuvosos (OLIVEIRA et al., 2014). Também apresenta uma melhor deposição de gotas sobre as culturas, fato este que foi observado Schröder (2007) onde constatou que na aplicação terrestre, apenas 12% das gotas que atingiam o topo da cultura chegavam a sua base, enquanto na aplicação aérea 16% das gotas penetravam no dossel foliar.

Com relação às culturas, a aviação agrícola é muito importante para o arroz, pois nesta cultura há uma série de dificuldades relacionadas a aplicação de defensivos em aplicação terrestre nas áreas de plantio irrigado. A altura das plantas e alagamento da área de cultivo tornam a aplicação terrestre impraticável pelos danos que ocorrem a cultura (ANIBAL, 2019).

A cultura do milho e do algodão são exemplos claros de eficiência no controle de pragas e doenças, devido a que, com aplicação terrestre se tem um limite de altura das plantas para a entrada do trator, ou mesmo, com autopropelidos, que mesmo sendo mais eficientes, acabam gerando rastros e ocasionam grande amassamento na cultura do milho e também danos as plumas de algodão (ANIBAL, 2019; AVIAÇÃO AGRÍCOLA, 2021).

Santos Gonçalves (2015) ressalta que a pulverização com aeronaves agrícolas é a grande vantagem da atividade, devido a rapidez de execução das atividades, quando comparada com os pulverizadores terrestres tratorizados, além do custo de aplicação ser bem menor como pode ser observado na Tabela 1, desenvolvida por Diego Preuss da empresa DP aviação (2022), onde quando utiliza-se o avião agrícola gera uma economia de R\$ 2121,84 reais quando comparado a aplicação terrestre.

Figura 3. Cálculo do custo de Aplicação Terrestre e Aérea.

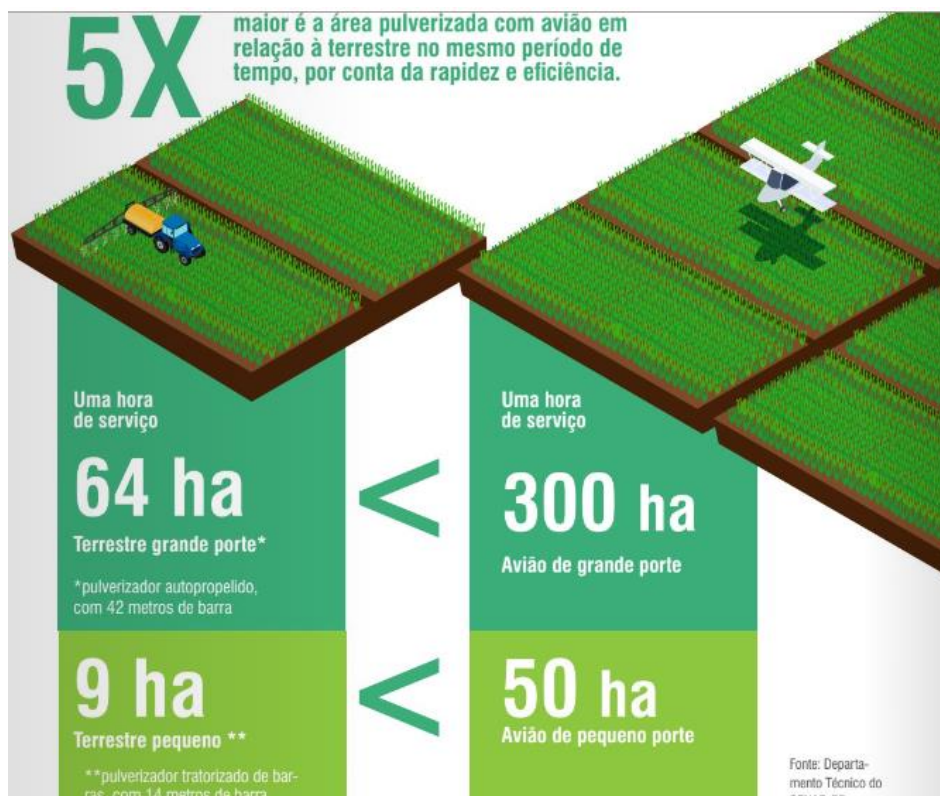
Custo da Aplicação Terrestre		Desenvolvido por: Diego Preuss		CUSTOS MANUTENÇÃO			
<b>Área Plantada</b>		300	<b>Comprim. Tiro(m)</b>	700			
<b>Nº Aplicações/Ano</b>		2	<b>Dist.Área(Km)</b>	3			
<b>Total Aplicações(Há)</b>		600	<b>Vazão (Lt/Há)</b>	100			
<b>Valor Pulverizador</b>		R\$ 50.000,00	<b>Preço Lt. Diesel</b>	R\$ 1,90			
<b>Depreciação(Hrs.)</b>		1200	<b>Dólar</b>	R\$ 1,90			
<b>Juros/Ano</b>		9%	<b>Transpasse (%)</b>	5%			
<b>Capacidade Pulveriz.(lts)</b>		2000	<b>Valor Defens./Há</b>	R\$ 50,00			
<b>Produtividade/Há (scs.)</b>		120	<b>Preço Sc.Produzo</b>	R\$ 36,00			
<b>Perdas/Amassamento (%)</b>		0,0%	<b>Utiliz. Parcial Avião</b>	R\$ 2.000,00			
<b>PULVERIZ.</b>							
<b>Faixa(m)</b>	14						
<b>Veloc.(Mph)</b>	3						
<b>Carga(Ha)</b>	20						
<b>Tempo Balão(seg.)</b>	35						
<b>Ha/Min.</b>	0,11						
<b>Nº Tiros</b>	20,41						
<b>Ha/Tiro</b>	0,98						
<b>Tempo Tiro(seg.)</b>	522,20						
<b>Tempo Aplicação(min.)</b>	177,62						
<b>Tempo Balão(min.)</b>	11,90						
<b>Tempo Translado(min.)</b>	75,00						
<b>Tempo Total Aplicação(min.)</b>	264,52						
<b>Arremates/Reconhecimento</b>	39,68						
<b>Tempo Total Aplicação(min.)</b>	304,20						
<b>Ha/Hr</b>	4,54						
<b>Há/Dia(10 Hrs./Dia)</b>	45						
<b>Horas Trabalho(Ano)</b>	132,26						
		9,07		Vida Útil(Anos)			
				<b>Consumo(Lts/Hr)</b>	10		
				<b>Combustível/Hr</b>	R\$ 19,00		
				<b>Manutenção/Hr</b>	R\$ 3,71		
				<b>Depreciação/Hr</b>	R\$ 41,67		
				<b>Operador/Hr</b>	R\$ 1,00		
				<b>Total/Hr</b>	R\$ 65,38	R\$ 14,41	/Há
				<b>Juros/Ano</b>	R\$ 4.375,00	R\$ 7,29	/Há
				<b>Utiliz.Parcial Avião</b>	R\$ 3,33		
				<b>Transpasse/Há</b>	R\$ 2,50		
				<b>Amassamento</b>	R\$ -		
				<b>Custo/Há</b>	R\$ 27,54		
				<b>Custo Total</b>	R\$ 16.521,84		
				<b>Preço Avião</b>	R\$ 24,00		
				<b>Economia / Há</b>	R\$ 3,54		
				<b>Economia Total</b>	R\$ 2.121,84		

Fonte: DP aviação.

O autor Schuck (2018) nos traz um simples cálculo matemático onde é possível saber a quantidade de amassamento na aplicação via trator. No mercado há pneus de 35 a 50 cm de largura e barra de pulverização de 12 até 36 metros (JOHN DEERE, 2018). Levando em consideração uma média de barra 18 metros e 0,32m de largura dos pneus, para realizar uma área de 0,1 ha (100m de largura) contando dois pneus  $0,32m = 0,64m^2$ ,  $100/18 = 6$  passagens em 100m de comprimento Área amassada: Uma passagem:  $0,64m^2 \times 100 = 64m^2$  Seis passagens  $64m^2 \times 6 = 384m^2$ . Em uma área de  $10.000m^2$  (1,0ha) com rendimento de 3.000kg, portanto em  $384m^2$  haverá 115,2kg/ha de perda. Levando em consideração o preço da soja para o ano 2022, a mesma está com um preço variando entre R\$170,00 sc, então, tem-se uma perda em torno de R\$326,00 por hectare.

Portanto, dentre as grandes vantagens que a aplicação aérea possui, esta atividade é uma forma de otimização de custos, já que a tecnologia embarcada nos aviões hoje, fazem com que seja possível o acompanhamento do solo e da área permitindo o controle absoluto do que está sendo aplicado. Pois devido aos altos custos dos insumos, é de extrema importância que a aplicação seja bem feita os produtos cheguem no alvo desejado, o que é comprovado pela eficiência da aplicação com aviões como pode ser observado na Figura 4 (ANIBAL, 2019).

Figura 4. Comparativo de aplicação aérea e terrestre com equipamentos de pequeno e grande porte.



Fonte: ANIBAL, 2019.

Em aplicações aéreas, é utilizado um volume muito menor de água para preparação da calda, sendo esta até 10 vezes menor do que se aplicado em meio terrestre, então há economia de água também além dos demais fatores (ANIBAL, 2019).

Outra vantagem expressiva se dá na questão das mudanças meteorológicas pois, em dias de tempo instável, o avião consegue fazer a aplicação rapidamente, antes que a chuva ocorra muitas vezes, ou logo após a chuva, enquanto em via terrestre é necessária a espera do solo secar. Possível se ter maior aproveitamento do tempo, ter a possibilidade de fazer as aplicações em condições mais favoráveis, além de não se ter um operador em contato direto com o agroquímico (ANIBAL, 2019).

De acordo com os produtores que optam pela aplicação aérea, veem custo benefício comprovado, pois pagam mais caro pela realização da aplicação, mas o trabalho é todo realizado pelo profissional capacitado, a aplicação pode ser feita no momento correto e por fim, sendo mais eficiente (ANIBAL, 2019).

Portanto, cabe salientar as seguintes principais vantagens da aviação agrícola, rapidez sendo esta responsável pela eficiência no manejo de doenças e pragas por permitir fazer a aplicação em grandes extensões de área no momento adequado. Uniformidade, devido a que a aplicação com o avião se dá em velocidade constante e não há interferência do terreno, sendo

uma boa distribuição de produto. Operação em qualquer condição de solo, não há interferência de solo encharcado por chuva ou irrigado. Não ocorre danos na cultura por amassamento ou compactação ao solo. Não há disseminação de doenças pelo fato de o equipamento não entrar em contato com a cultura. Economia de tempo e de recursos, pois a aplicação é terceirizada e o agricultor só precisa levar os produtos e a água até a pista. Além de se ter um pessoal capacitado que vá garantir uma aplicação eficiente e segura.

Zanoni (2022) relata que hoje a aviação agrícola brasileira está muito semelhante à dos Estados Unidos da América, onde usam as mais diversas tecnologias para tentar proteger suas lavouras da melhor forma. Destaca-se ainda que as informações referentes a aviação agrícola se encontram espalhadas, veiculadas por diferentes instituições, não tendo uma plataforma com dados sistematizados e também com homogeneidade de parâmetros quanto as principais informações deste importante setor dentro da agricultura.

Portanto, de modo geral a aplicação aérea de produtos fitossanitários apresenta muitas vantagens frente aplicações terrestre (Tabela 1), e devido a isso a aplicação através de aviões agrícolas vem crescendo cada vez mais pelo ótimo custo-benefício.

**Tabela 1.** Comparativo de Vantagens e Desvantagens da Aplicação Aérea.

<b>Aplicação Aérea</b>	
<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
Não compacta o solo	Maior custo de manutenção
Flexibilidade	Risco de deriva
Uniformidade	Requer pilotos capacitados
Não causa amassamento	
Maior eficiência	

Fonte: Autor, 2022.

## **4 CONCLUSÃO**

A aplicação aérea hoje apresenta vantagem em relação a aplicação tratorizada quando se leva em consideração praticidade, agilidade, não ocasiona amassamento na cultura e nem compactação de solo.

E as desvantagens estão relacionadas a deriva de produtos, terrenos com a topografia bastante irregular, disponibilidade de aeronaves, falta de mão de obra capacitada.

Destaca-se também que a aplicação aérea é uma ferramenta de grande importância, sendo que os agricultores podem e devem fazer o uso sempre que possível para alcançar os resultados esperados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AEROTEX. **Menor Emissão de Carbono Atmosférico.** Disponível em: <[http://www.aerotex.com.br/carbono\\_atmosferico.php](http://www.aerotex.com.br/carbono_atmosferico.php)>. Acesso em: 16 jun. 2022.

AGROLINK (Ed.). **O que é Aviação Agrícola.** 2016. Disponível em: <[https://www.agrolink.com.br/aviacao/historia\\_361347.html](https://www.agrolink.com.br/aviacao/historia_361347.html)>. Acesso em: 28 jun. 2022.

AIRTRACTOR. Um comparativo entre a aplicação aérea e a aplicação terrestre. 2020. Disponível em: <<https://airtractor.com.br/um-comparativo-entre-a-aplicacao-aerea-e-a-aplicacao-terrestre/>>. Acesso em: 16 mar. 2022.

ANAC- **Agência Nacional de Aviação Civil.** Disponível em: <https://www.gov.br/anac/pt-br>. Acesso em: 25 fev. 2022.

ANIBAL, F. **Segura, pulverização aérea é indispensável à agricultura.** Disponível em: <https://www.sistemaep.org.br/segura-pulverizacao-aerea-e-indispensavel-a-agricultura/>. Acesso em: 16 mar. 2022.

ANTONELLO, G. P. et al. Aplicação aérea x aplicação terrestre: benefícios visando eficiência e produtividade. **Anais do Seminário Interinstitucional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, 2020.

ANTUNIASSI, U. R. In: Congresso brasileiro de algodão, 5., 2005, Salvador/BA. **Qualidade em Tecnologia de Aplicação de Defensivos.** Salvador/BA: Embrapa, 2005. p. 1 - 6.

ARAUJO, E. C. Testes de Deposição. In: Congresso regional de aviação agrícola, 7., 2007, Pelotas-rs. **Relatório.** Pelotas-rs: Sindag, 2007. p. 1 - 18.

ARAUJO, E. C. **Vantagens principais da aplicação aérea.** 2015. Disponível em: <<http://sindag.org.br/wp-content/uploads/2016/11/Vantagens-principais-da-aplicacao-aerea.pdf>>. Acesso em: 17 jun. 2022.

ARAUJO, E. C.; ARAUJO, R. M. **Análise de deposição de gotas por digitalização de Imagens.** 2015. Disponível em: <<http://sindag.org.br/wp-content/uploads/2016/11/Análise-de-deposicao-de-gotas-por-digitalizacao-de-imagens.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2022.

AVIAÇÃO AGRÍCOLA. **Aeronaves para reduzir custo no futuro.** 2021. Disponível em: <https://revistaavag.org.br/versao-impressa-vol-4-no-3-setembro-2021/>. Acesso em: 15 jun. 2022.

BUTTELLI, T. **A influência do fator humano na tomada de decisão de pilotos agrícolas no Rio Grande do Sul**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade do Sul de Santa Catarina. 46p.

CANAL RURAL. **Embrapa destaca a segurança e importância da aviação agrícola**. Disponível em: [https://blogs.canalrural.com.br/aviacaoagricola/2019/06/10/embrapa-destaca-a-seguranca-e-importancia-da-aviacao-agricola/?\\_ga=2.26007421.1374084543.1560169270-263862308.1560169270](https://blogs.canalrural.com.br/aviacaoagricola/2019/06/10/embrapa-destaca-a-seguranca-e-importancia-da-aviacao-agricola/?_ga=2.26007421.1374084543.1560169270-263862308.1560169270). Acesso em: 17 jun. 2022.

COPERCANA. **Mitigação das emissões de gases de efeito estufa (GEEs) na substituição do diesel ou gasolina convencional por etanol da cana**. Disponível em: <http://www.copercana.com.br/index.php?xvar=ver-ultimas&id=4226>>. Acesso em: 14 jun. 2022.

COSTA, D. I. et al. Aerial and ground applications of fungicide for the control of leaf diseases in maize crop (*Zea Mayz L.*). In: Cigr **International Conference of Agricultural Engineering XXXVII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola**–Conbea 2008.

CUNHA, J. P. A. R. et al. Aplicação aérea e terrestre de fungicida para o controle de doenças do milho. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 3, pp. 366-372, 2010.

CUNHA, J. P. A. R. et al. Deposição de calda pulverizada na cultura da soja promovida pela aplicação aérea e terrestre. **Engenharia Agrícola**, v.31, n.2, p.343-351, 2011.

CUNHA, J. P. A. R. et al. Aplicação aérea e terrestre de fungicida para o controle de doenças do milho. **Revista Ciência Agronômica**, v. 3, n. 41, p.366-372, 2010.

CUNHA, J. P. A. R. da. **Aplicação aérea funciona?** 2014. Disponível em: <http://sindag.org.br/aplicacao-aerea-funciona/>>. Acesso em: 28 maio. 2022.

DE QUEVEDO, D. C.; DE OLIVEIRA, M. F. S. Segurança operacional na aviação agrícola: operational safety in agricultural aviation. **Revista Brasileira de Aviação Civil & Ciências Aeronáuticas**, v. 1, n. 5, p. 199-218, 2021.

DP AVIAÇÃO. **Cálculo de custo de aplicação terrestre**. Disponível em: <https://www.dpaviacao.com.br/images/calc-aplic-terreste.jpg>. Acesso em: 28 jun. 2022.

DP AVIAÇÃO. **Vantagens de Aplicação Aérea**. Disponível em: <https://www.dpaviacao.com.br/vantagens.php>. Acesso em: 28 jun. 2022.

DRESCHER, M.. **Piloto Agrícola**: Manual Teórico. São Paulo: Bianchi, 2012.

ELIJAH, O. et al. An overview of internet of things (IoT) and data analytics in agriculture: Benefits and challenges. **IEEE Internet of things Journal**, v. 5, n. 5, p. 3758-3773, 2018.

EMBRAER. **Vantagens da Pulverização Aérea**. Disponível em: <http://www.embraeragricola.com.br/pt-BR/Aeronave-Ipanema/Vantagens/Paginas/Conhec-as-Vantagens.aspx>>. Acesso em: 14 jan. 2022.

EMBRAPA (Ed.). **Tecnologia de aplicação de defensivos**. 2005. Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Ameixa/AmeixaEuropeia/tecnologia.htm>>. Acesso em: 15 maio 2022.

EMBRAPA. **Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira**. Brasília, DF, 2018. 212p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/visao-2030> . Acesso em: 03 mar .2022.

FAB- Força Aérea Brasileira. **Avião Ipanema 200**. Disponível em: <https://www2.fab.mil.br/musal/index.php/aeronaves-em-exposicao/55-avioes/299-201-ipanema>. Acesso em: 02 maio 2022.

FERREIRA, M. da C.; LEITE, G. J.; LASMAR, O. Cobertura e depósito de calda fitossanitária em plantas de café pulverizadas com equipamento original e adaptado para plantas altas. **Bioscience Journal**, p. 1539-1548, 2013.

FRIHA, O. et al. Internet of things for the future of smart agriculture: A Comprehensive Survey of Emerging Technologies. **IEEE CAA J. Autom. Sinica**, v. 8, n. 4, p. 718-752, 2021.

HORTIFRUTI BRASIL: **Mecanização Racional**. Piracicaba: Cepea, 2010.

KOVÁČIK, L.; LUSIAK, T.; NOVÁK, A. Reducing emissions from aviation and their impact on aviation work in agriculture. **Transportation Research Procedia**, v. 55, p. 220-227, 2021.

KOVÁČIK, L.; NOVÁK, A. Comparison of Aerial Application vs. Ground Application. **Transportation Research Procedia**, v. 44, p. 264-270, 2020.

MAMMARELLA, M. et al. Cooperation of unmanned systems for agricultural applications: A theoretical framework. **Biosystems Engineering**, 2021.

MAPA- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Aviação Agrícola**. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/aviacao-agricola>. Acesso em: 12 fev. 2022.

MHEREB, G. A.; NORDER, L. A. C. Aviação Agrícola no Brasil: contexto e caracterização. **Confins. Revista franco-brasilera de geografia**, n. 36, 2018.

NAAA - Nacional Agricultural Aviation Association. **Voz da indústria de aplicações aéreas**. Disponível em: <https://www.agaviation.org/>. Acesso em: 14. fev. 2022.

NETO, J. O. S.; SASAKI, R. S.; DE ALVARENGA, C. B. Aeronave Remotamente Pilotada (RPA) para aplicação de agrotóxico. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 12, p. e293101220573-e293101220573, 2021.

OLIVEIRA, S. et al. Amassamento durante o manejo do cultivo: Efeito no rendimento e na qualidade de sementes de soja. **Bioscienc Journal**, p. 1059-1069, 2014.

RAVELLI, M. B. et al. Acidentes com aeronaves especializadas em aplicações aéreas na agricultura. **Ciência Rural**, v. 47, n. 7, 2017.

REJEB, A. et al. Drones in agriculture: A review and bibliometric analysis. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 198, p. 107017, 2022.

ROCHA, D. C.; DE SOUZA, E. M. S.; CAETANO, M. Uso da aviação agrícola pelos produtores rurais sob o ponto de vista da análise swot. **Agropecuária**. v. 1 p. 187, 2020.



SANTOS, J. M. Aplicação Aérea e Terrestre. In: Congresso brasileiro de algodão, 5., 2005, Salvador/BA. **Vantagens e Limitações Comparativas**. Salvador: Embrapa, 2005. p. 1 - 5.

SANTOS GONÇALVES, M. **Uso sustentável De Pesticidas: Análise Comparativa Entre a União Europeia e o Brasil**. 2015. Tese de Doutorado. Universidade de Lisboa (Portugal).

SINDAG- **Sindicato Nacional das Empresas de Aviação Agrícola**. Disponível em: <https://sindag.org.br/>. Acesso em: 26 fev. 2022.

SCHRÖDER, E. P. **Por terra ou ar? A aplicação de defensivos com avião agrícola ou pulverizador terrestre tem custos diferentes**. Disponível em: <https://www.dpaviacao.com.br/Terrestre.pdf>. Acesso em: 26 fev. 2022.

SCHUCK, A. Vantagem do uso da aplicação aérea de defensivos na agricultura no Brasil. Ciências Aeronáuticas-Unisul Virtual, 2018. Trabalho de conclusão de curso. Curso de Ciências Aeronáuticas, da Universidade do Sul de Santa Catarina, 21 pag.

UDOP. **Combustível renovável ganha espaço na aviação nacional**. Disponível em: <http://www.udop.com.br/index.php?item=noticias&cod=1151248>>. Acesso em: 13 maio 2022.

WIPO- **ÍNDICE GLOBAL DE INOVAÇÃO 2020**. Disponível em: [https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/pt/wipo\\_pub\\_gii\\_2020.pdf](https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/pt/wipo_pub_gii_2020.pdf). Acesso em: 03 mar. 2022.

ZANONI, L. **Aviação agrícola Brasileira voa em direção ao uso do baixo volume**. Disponível em: [https://issuu.com/aau\\_proofs/docs/aau\\_p\\_7ffa50606bc12f](https://issuu.com/aau_proofs/docs/aau_p_7ffa50606bc12f). Acesso em: 28 jun. 2022.